



環 境 科 学 会  
Society of Environmental Science, Japan

環境科学会 2021 年会

## 講演要旨集

期日： 2021 年 9 月 10 日(金)～9 月 11 日(土)

会場： オンライン開催

公益社団法人  
環 境 科 学 会

# 環境科学会 2021年会

日 程： 2021年9月10日（金）～11日（土）

場 所： オンライン開催

主 催： 公益社団法人 環境科学会

## 年会への参加登録：

- ・発表申込をされた方を含め、本年会に参加されるすべての方に「参加登録」が必要です。
- ・参加登録には、下記URLの参加登録WEBシステムを利用した登録と参加費の振り込みが必要です。オンライン開催のため現金払いはできません。また、9月1日（水）17：00までに参加登録と振込払いの確認が出来ない場合、年会に参加いただけなくなるため注意してください。

年会案内WEB サイト：<http://www.ses.or.jp/conference/2021conf/>

参加登録WEB システム：<https://ses.conf.atlas.jp/login>

※ アカウントは、発表申込と参加登録で共通です。先に発表申込を済ませた方は、同じアカウントで参加登録をしてください。

## 年会参加費：

- ・発表される場合（シンポジウム登壇を除いて発表には会員資格が必要です）

登録・支払日時	正会員	準会員	非会員	非会員（学生）	シニアフェロー 高校生
早期登録 （8月18日17：00まで）	6,000 円	3,000 円	9,000 円	5,000 円	無料 （参加登録は必要）
直前登録 （9月1日17：00まで）	8,000 円	4,000 円	11,000 円	6,000 円	

## 交流会費：

2021年会では交流会は中止です。

## 振り込み先：

郵便振替あるいは銀行振込のいずれかをご利用ください。

### ① 郵便振替：

振替口座 記号番号 00190-0-791543  
加入者名 公益社団法人 環境科学会

### ② 銀行振込（他の銀行からお振込みの場合）：

銀行口座 ゆうちょ銀行 〇一九 当座 0791543  
名 義 人 シヤ) カンキョウカガクカイ

※ 納入いただいた参加費等は返金できませんので、ご注意ください。

※ 振込取扱票の「通信欄」に「住所」「氏名」「参加登録番号」をご記入ください。

※ 振込手数料は参加者様にてご負担ください。

**表彰式、記念講演：**

日 時：9月11日（土）16：10～17：10

場 所：オンライン開催（Zoom）

受賞者：学会賞(1名)、学術賞(2名)、奨励賞(2名)、論文賞(1編)、優秀研究企画賞（1名）  
表彰式ののち、学会賞受賞記念講演を行います。

若手育成事業の表彰式は、9月10日（金）16：45～17：05にオンライン開催（Zoom）にて行います。

**交流会：**

オンライン開催のため行いません。

**※問合わせ先※**

- 1) 研究発表・参加登録・プログラム・会場・その他に関するお問い合わせ  
公益社団法人 環境科学会 年会委員会（E-mail：nenkai@ses.or.jp）
- 2) 入会手続きに関するお問い合わせ  
公益社団法人 環境科学会 事務局  
TEL: 03-6824-9383 FAX: 03-5227-8631  
E-mail：sesj-office@bunken.co.jp

## 発表者の皆様へ

### 口頭発表(一般発表)

- ・オンライン会議システム Zoomを用いてご発表いただきます。
- ・発表時間は1件15分（発表10分+質疑応答および入れ替え含めて5分）です。  
（発表時間は今後変更になる可能性があります。）
- ・発表者は自ら画面共有を使ってパワーポイント等の資料を提示・操作し、発表してください。  
（事前に画面共有等のテストを行う機会を設ける予定です。）

### ポスター発表(一般発表, 年会優秀発表賞応募発表)

- ・動画を用いたオンデマンド発表とZoomを用いたリアルタイムでのポスターセッションから構成されます。

### オンデマンド発表

- ・2020年会と同様に、研究要旨を提出後、オンデマンド発表用の動画ファイルを提出していただきます。
- ・動画ファイルの長さは5分とし、動画ファイルの作成方法は下記の「発表用動画ファイルの作成方法」に従い、作成をお願いいたします。
- ・動画ファイルの視聴は、年会開催中常時可能にする予定です。

### リアルタイムでのポスターセッション

- ・オンライン会議システムZoomを用いて、リアルタイムでのショート発表や質疑応答を行います。
- ・年会開催中に設定されたポスターセッションのコアタイム（90分を予定）に、各自割り当てられたZoomブレイクアウトルームにて待機していただき、ブレイクアウトルームに入室された訪問者に対してリアルタイムにショート発表や質疑応答を行っていただく予定です。  
（ブレイクアウトルームへの入室方法等の当日の操作方法については、後日、マニュアルを配布する予定です）

### 「発表用動画ファイルの作成方法」

パワーポイントに音声を記録して、発表用動画ファイル（mp4）の作成を行ってください。

以下に、PowerPoint 2019での作成の流れを記載します。

- ・スライドショーのタブから「スライドショーの記録」をクリックします。
- ・「記録」 ボタンをクリックして録画を開始します。
- ・それぞれのスライドに音声を記録し、最後のスライドまで記録します。
- ・ファイルのタブから、「エクスポート」→「ビデオの作成」を選び、画質設定のメニューで「HD 720 p」とします。
- ・「記録されたタイミングとナレーションを使用する」になっていることを確認して「ビデオの作成」をクリックします。
- ・動画ファイルのファイル名は「講演番号」としてください。
- ・作成した動画ファイルの拡張子が「.mp4」になっていることを確認してください。
- ・動画ファイルの長さが5分になっていることを確認してください。

### 「発表用動画ファイルの提出方法」

- ・ファイルの提出は、8月中旬頃に提出方法についてのお知らせを発表申し込みの際に登録頂いたメールアドレスに送付いたします。
- ・動画ファイルの提出期限は2021年9月2日（木）12時（厳守）です。  
※ 提出の締切日時までに提出されない場合、発表取消となりますので、ご注意ください。

公益社団法人 環境科学会 2021年会 プログラム

会場名	A会場	B会場	C会場	D会場	ポスター会場	
階・部屋	オンライン(Zoom)	オンライン(Zoom)	オンライン(Zoom)	オンライン(Zoom)	オンライン(Zoom)	
9月10日 (金)	9:00					発表動画ファイルの オンデマンド視聴可
	9:15					
	9:30	シンポジウム-1 学生によるSDGs活動の 地域での認知拡大と深化	口頭発表1B-1 事業活動と環境 9:30~10:30 八木迪幸	口頭発表1C-1 食品廃棄物 9:30~10:30 栗栖 聖	口頭発表1D-1 環境負荷低減 9:30~10:30 後藤尚弘	
	9:45					
	10:00		口頭発表1B-2 エネルギー 10:45~12:00 松本健一	口頭発表1C-2 新しい生活様式 10:45~12:00 青木えり	口頭発表1D-2 モニタリング 10:45~12:00 杉本賢二	
	10:15					
	10:30					
	10:45					
	11:00					
	11:15					
	11:30					
	11:45					
	12:00	昼休み 12:00~14:00				
	12:15					
	12:30					
	12:45					
	13:00					
	13:15					
13:30						
13:45						
14:00	シンポジウム-2 化学物質管理促進のための PRTRデータの活用に向けた 研究の取り組みと今後の課題	シンポジウム-3 炭素中立の未来への 地域環境イノベーション  藤田 杜 原圭史郎 14:00~16:00	シンポジウム-4 世界環境憲章と日本の 環境法政策—環境法の基本原 則の視点から  大塚直 赤淵芳宏 14:00~16:30	口頭発表1D-3 リスク認知・選好 14:00~15:15 尾崎平	発表動画ファイルの オンデマンド視聴可	
14:15						
14:30						
14:45						
15:00						
15:15						
15:30						
15:45						
16:00						
16:15						
16:30						
16:45						
17:00						
17:15						
17:30						
17:45						
18:00						

会場名	A会場	B会場	C会場	D会場	ポスター会場		
号館・階	オンライン(Zoom)	オンライン(Zoom)	オンライン(Zoom)	オンライン(Zoom)	オンライン(Zoom)		
9月11日 (土)	9:00					発表動画ファイルの オンデマンド視聴可	
	9:15						
	9:30	シンポジウム-5 シビックテックによる気候変動 リスクの「自分事化」を促進する 手法の開発—オンライン熟議の 発展に向けて—	シンポジウム-6 地域から脱炭素社会を構築 するには—脱炭素政策検討支 援ツールの開発と社会実装  倉阪秀史 栗島英明 9:30~12:00	シンポジウム-7 東南アジアにおけるライフ スタイルの変化と環境負荷  近藤加代子 加藤尊秋 9:30~12:00	口頭発表2D-1 プラスチック問題 9:30~10:30 沼田大輔		
	9:45						
	10:00						
	10:15						
	10:30						
	10:45						
	11:00						
	11:15						
	11:30						
	11:45						
	12:00	昼休み 12:00~13:30					
	12:15						
	12:30						
	12:45						
	13:00						
	13:15						
13:30	シンポジウム-8 持続可能な社会形成と サステナビリティ・サイエンス ~ポストSDGsを見据えた学の展 開  田崎智宏 亀山康子 13:30~16:00	シンポジウム-9 カーボンゼロ社会に向けた 社会目標と市民対話の デザインと実践  白井信雄 杉山範子 13:30~16:00	口頭発表2C-3 環境意識と行動 13:15~14:30 村上—真	口頭発表2D-2 環境リスク 10:45~12:00 戸敷浩介			
13:45							
14:00							
14:15							
14:30							
14:45							
15:00							
15:15							
15:30							
15:45							
16:00							
16:15							
16:30							
16:45							
17:00							
17:15							

※ シンポジウムの枠内の氏名はオーガナイザー、口頭発表セッションの枠内の氏名は座長です。

## 口頭発表(一般発表)

【1日目(9月10日)午前】

---

### 口頭発表 1B-1「事業活動と環境」

B会場(Zoom)9:30~10:30

座長:八木迪幸(信州大学)

- 1B-0930 域内総生産と環境影響量に基づく全国市区町村の業種別環境効率評価  
○山崎潤也(東京大学)
- 1B-0945 環境経営のためのステークホルダーマッピング  
○八木迪幸(信州大学), 國部克彦(神戸大学)
- 1B-1000 国際産業連関表を利用したパームオイルのサプライチェーン消費構造の同定  
○重富陽介, 山本裕基(長崎大学)
- 1B-1015 東京都の業務部門における2030年までの二酸化炭素排出量半減の達成可能性の検討  
○片野博明(東京工業大学工学院), 増井利彦(国立環境研究所)

### 口頭発表 1C-1「食品廃棄物」

C会場(Zoom)9:30~10:30

座長:栗栖聖(東京大学)

- 1C-0930 日本全体と岡山の野菜・果実由来の食品ロス量の推計  
○王敬慈, 中口毅博, 劉凡(芝浦工業大学)
- 1C-0945 日本と中国における野菜と果物の消費と価格の比較  
○劉凡, 中口毅博, 王敬慈(芝浦工業大学)
- 1C-1000 Food Waste Prevention Behaviors in China: Differences among Stages and Situations  
○WUYINGLEI, 栗栖聖, 福士謙介(東京大学)
- 1C-1015 中学生のコンポストづくりと食品廃棄物に対する考え方の追跡調査  
○袁博子, 林昭菲(北九州市立大学), 秋葉祐三子((特非)あそびとまなび研究所), 持田めぐみ, 和中政嗣(株式会社林田産業), 加藤尊秋(北九州市立大学)

### 口頭発表 1D-1「環境負荷低減」

D会場(Zoom)9:30~10:30

座長:後藤尚弘(東洋大学)

- 1D-0930 水田土壌中でのヒ素置換型ヒドロキシアパタイト合成によるコメ中ヒ素低減  
○中島常憲, 園田拓哉, 古賀朝陽, 高梨啓和(鹿児島大学大学院)
- 1D-0945 中国における銅リサイクルおよび対策技術導入による製錬由来水銀排出量の削減効果  
○山本涼太, 橋本征二(立命館大学)
- 1D-1000 排水処理故障リスクモデルを用いた設備運転方案の策定  
○西村総介(栗田工業株式会社), 後藤尚弘, 花木啓祐(東洋大学)
- 1D-1015 高光合成植物ケナフを用いた二酸化炭素深海貯蔵  
○志水勝好, 小針統, 幅野明正, 中村啓彦(鹿児島大学), 内海真生(筑波大学), 千村涼(鹿児島大学)

口頭発表 1B-2「エネルギー」

B 会場 (Zoom) 10:45~12:00

座長: 松本健一(東洋大学)

- 1B-1045 家庭用暖房エネルギー源の木質ペレット代替による環境影響評価  
○西原乃里子, DOS MUCHANGOS Leticia, 伊藤理彩, 東海明宏 (大阪大学)
- 1B-1100 **【優秀研究企画賞受賞記念講演】**  
離島における再生可能エネルギー電力拡大の経済波及効果: 長崎県対馬市を事例として  
○松本健一 (東洋大学), 松村悠子 (大阪大学)
- 1B-1115 住居動態からみた CO<sub>2</sub> ネットゼロシナリオ実現にむけた対策の検討  
○河瀬玲奈, 一瀬護 (滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)
- 1B-1130 **【奨励賞受賞記念講演】**  
資源循環およびエネルギーの効率的な地域システムに関する研究  
○藤山淳史 (北九州市立大学)
- 1B-1145 蓄電システムを考慮した都市スケール最適電源構成モデルの構築  
○松崎耀, 藤山淳史 (北九州市立大学), 松本亨 (北九州市立大学環境技術研究所)

口頭発表 1C-2「新しい生活様式」

C 会場 (Zoom) 10:45~12:00

座長: 青木えり(東洋大学)

- 1C-1045 コロナ禍のテレワークによる通勤由来 CO<sub>2</sub> 排出量低減効果の推定  
○青木えり, 平松あい, 花木啓祐 (東洋大学)
- 1C-1100 コロナ禍での生活者の行動変容とその影響要因  
○蔡佩宜, 大西暁生 (横浜市立大学)
- 1C-1115 神戸市民の環境意識と新型コロナウイルス感染症リスクの捉え方に関する考察  
○田畑智博, 村山留美子, 大野朋子 (神戸大学)
- 1C-1130 消費者の QOL に基づく食品用冷蔵ショーケース製品の環境パフォーマンス評価  
○窪田まど華 (富士電機株式会社), 林良嗣 (中部大学), 松本康 (富士電機株式会社), 竹下博之 (中部大学)
- 1C-1145 モビリティ革命に伴う低炭素性評価手法  
○朴秀日, 加藤博和 (名古屋大学), 森田紘圭 (大日本コンサルタント株式会社), 紙屋雄史, 井原雄人 (早稲田大学), 氏原岳人 (岡山大学), 松橋啓介 (国立環境研究所)

口頭発表 1D-2「モニタリング」

D 会場 (Zoom) 10:45~12:00

座長: 杉本賢二(大阪工業大学)

- 1D-1045 ジオインフォマティクスを用いた環境保全型農業における土壌微生物に着目した窒素循環評価の試み -比企丘陵 日向沼直下の谷津田の事例-  
○後藤真太郎, 佐藤響平, 横山和成 (立正大学)
- 1D-1100 夜間光データを用いた人流把握の可能性  
○杉本賢二 (大阪工業大学), 松村寛一郎 (東京農業大学), 一ノ瀬俊明 (国立環境研究所)

- 1D-1115 UAV(無人航空機)の撮影画像からの浅い淡水域のクロロフィル a 濃度の推定  
○奥田哲士, 岸本直之, 山元樹, 長谷川祐太, 高橋侑希 (龍谷大学), 西嶋渉, 梅原亮 (広島大学環境安全センター), 中井智司 (広島大学), 中田聡史 (国立環境研究所)
- 1D-1130 自作固定翼機材を用いた流水観測システムの構築  
○松村寛一郎 (東京農業大学), アブタルラム (北海道大学環境科学院), 一ノ瀬俊明 (国立環境研究所), 的場澄人 (北海道大学低温科学研究所), 森川浩一 (株式会社オイコス)
- 1D-1145 アジアにおける作物生産予測に資する研究  
○松村寛一郎 (東京農業大学), アブタルラム (北海道大学環境科学院), 杉本賢二 (大阪工業大学), 一ノ瀬俊明 (国立環境研究所)

## 【1日目(9月10日)午後】

---

### 口頭発表 1D-3「リスク認知・選好」

D 会場 (Zoom) 14:00~15:15

座長:尾崎平(関西大学)

- 1D-1400 シェアリング・エコノミーサービスの利用動機と懸念内容の関係性 -インドネシアを対象とした事例研究-  
○阿部直也 (東京工業大学), 中村寛樹 (東京大学), 水野谷武志 (北海学園大学)
- 1D-1415 多理論統合モデルに基づく市民向けの熱中症対策ガイドブックの開発  
○尾崎平, 阪上勇登, 北詰恵一 (関西大学)
- 1D-1430 都市空地の市民農園利用が有する価値の評価 -他の土地利用との比較および食料支援団体との連携を考慮して-  
○森島隆宏, 栗栖聖, 福士謙介 (東京大学)
- 1D-1445 飲食物の安全基準値設定に向けた選好と支払い意思の評価  
○村上道夫, 蕪澤貴夫 (福島県立医科大学), 中谷隼 (東京大学)
- 1D-1500 環境リスク意思決定に対する不確実性情報の管理に関する有効性の検討  
○中山敬太 (早稲田大学社会科学総合学術院)

### 口頭発表 1D-4「循環型社会」

D 会場 (Zoom) 15:30~16:30

座長:中谷隼(東京大学)

- 1D-1530 **【奨励賞受賞記念講演】**  
災害時の地域対応力評価に関する研究  
○森田紘圭 (大日本コンサルタント株式会社)
- 1D-1545 環境負荷の削減に向けた食品廃棄と容器包装プラスチックのトレードオフ分析  
○須藤凜太郎, 中谷隼, 藤田壮 (東京大学大学院)
- 1D-1600 収集運搬モデルによる焼却施設の廃棄物組成と家計消費との結合データセットの作成  
○牧誠也, 大西悟, 藤井実 (国立環境研究所), 後藤尚弘 (東洋大学)
- 1D-1615 関西地方の自治体における高齢者向けのごみ出し支援及び健康維持の活動に関する調査  
鈴木菜緒, ○田畑智博 (神戸大学)



【2日目(9月11日)午前】

---

口頭発表 2D-1「プラスチック問題」

D会場(Zoom)9:30~10:30

座長:沼田大輔(福島大学)

- 2D-0930 Future Prediction of Industrial Plastic Waste Collection Amount: A Case Study in Hospital of Fukuoka Prefecture  
○CongRichao, FujiyamaAtsushi, MatsumotoToru (The University of Kitakyushu)
- 2D-0945 コンタクトレンズとケースの捨て方についてのアンケート調査  
齊藤裕太, ○沼田大輔 (福島大学)
- 2D-1000 **【高校活動奨励賞受賞記念講演】**  
山口県内(瀬戸内側・日本海側)のマイクロプラスチックの汚染状況の調査とその処理装置の設計を通じた環境教育  
中野陽一, ○堀部有希, 長尾美優, 杉村美紅 (宇部工業高等専門学校)
- 2D-1015 産業連関表を用いた産業用プラスチック資材の排出構造要因の時系列分析  
○長谷川良二 (福山市立大学), 中山裕文, 島岡隆行 (九州大学)

口頭発表 2D-2「環境リスク」

D会場(Zoom)10:45~12:00

座長:戸敷浩介(宮崎大学)

- 2D-1045 広島県酒都西条の水質と環境教育への教材開発  
○竹野健次, 土屋英男, 新川英典 (広島国際学院大学), 前垣壽男 (西条・山と水の環境機構)
- 2D-1100 黒ボク土中でのスルファメサジンの吸着と分解  
○石川奈緒, 伊藤歩 (岩手大学), 小山内優之介 (エヌエス環境), 田上恵子, 石井伸昌 (量子科学技術研究開発機構)
- 2D-1115 パキスタン国パンジャブ平原の都市化・農業開発地域における地下水汚染  
○吉田充夫 (一般社団法人国際環境協力ネットワーク), AhmadMirza Naseer (Nusrat Jahan College, Pakistan)
- 2D-1130 日本の科学技術政策における環境リスク管理手法の適用に関する研究(萌芽的科学技術に対する不確実性管理の重要性の観点から)  
○中山敬太 (早稲田大学社会科学総合学術院)
- 2D-1145 **【論文賞受賞記念講演】**  
有機ハイドライドおよびその脱水素体による水素ステーション周辺住民への慢性健康影響リスクの推定  
○吉田喜久雄, 吉田愛 (産業技術総合研究所)

【2日目(9月11日)午後】

---

口頭発表 2C-3「環境意識と行動」

C 会場(Zoom) 13:15～14:30

座長:村上一真(滋賀県立大学)

- 2C-1315 何が暮らしの中で行動意図を決定するのか～ライフスタイル評価項目を用いた主成分分析～  
○菅原玲(東北大学大学院環境科学研究科), 古川柳蔵(東京都市大学)
- 2C-1330 感情の共通概念のモデル化による環境配慮行動の満足度向上の推論方法  
○藤井達也(東北大学大学院環境科学研究科), 古川柳蔵(東京都市大学)
- 2C-1345 近隣住民との関わりと緑のカーテンの外部性の分析  
○村上一真(滋賀県立大学)
- 2C-1400 環境団体の活動へのコロナ禍の影響の調査  
○前田恭伸(静岡大学), 森保文(国立環境研究所), 浅野敏久(広島大学)
- 2C-1415 持続可能な食生活に向けた異なる情報提供内容および消費者特性の影響評価  
○佐久間夏美, 栗栖聖, 福士謙介(東京大学)

口頭発表 2D-3「気候リスクとデータ利用」

D 会場(Zoom) 13:15～14:30

座長:島崎洋一(山梨大学)

- 2D-1315 気候変動適応を踏まえた地目区分と土壌大群のオーバーレイ解析  
○島崎洋一(山梨大学)
- 2D-1330 気候変動に対する認知・経験と農家の適応  
○岡村伊織(明治大学大学院), 藤栄剛(明治大学)
- 2D-1345 福島の復興地域における土地利用のゾーニングの考え方  
○堀史郎(福岡大学)
- 2D-1400 堺市における熱中症発症率と小地域の地理的条件の関係分析  
○郭敏娜, 北詰恵一(関西大学)
- 2D-1415 脱炭素化に向けた地域の取組効果に関する研究  
○永森一暢(東京工業大学), 増井利彦(国立環境研究所)

口頭発表 2C-4「政策・国際」

C 会場(Zoom) 14:45～16:00

座長:大久保彩子(東海大学)

- 2C-1445 持続可能な社会形成に向けたオープンイノベーションモデル  
○小松英司, 柳憲一郎(明治大学), 中村明寛(IOM 法律事務所)
- 2C-1500 中日両国における地域主導再生可能エネルギー事業の構築に関する研究:IOW モデルによる中日地域主導再エネ事業の経済性評価  
○劉ルイヤン(早稲田大学)
- 2C-1515 中国のレジデンシャルセクターのNO<sub>x</sub>とCO<sub>2</sub>排出量の要因分析  
○朱美華, 山下研(アジア大気汚染研究センター), 青正澄(横浜市立大学)

2C-1530 南極の環境・資源管理のための国際協力:日本の対応とその要因

○大久保彩子 (東海大学)

2C-1545 足尾銅山におけるじん肺救済制度の変遷に関する一考察

○匂坂宏枝 (宇都宮大学大学院)

**口頭発表 2D-4「気候変動と地域」**

D 会場 (Zoom) 14:45~16:00

座長:増原直樹(兵庫県立大学)

2D-1445 全国自治体における気候変動影響の認知と適応策の実施状況

○今井葉子, 栗栖聖 (東京大学)

2D-1500 市民の環境配慮行動促進を目的とした全国自治体の取り組みの現状と課題

○梅野凌矢, 栗栖聖 (東京大学大学院)

2D-1515 脱炭素地域づくりの将来シナリオ比較 -ロードマップ、歌川モデル、竹内モデルのレビューを中心として-

○増原直樹 (兵庫県立大学)

2D-1530 気候変動の地域観光業への影響に対する全国自治体における認知の評価

○渡辺一生, 栗栖聖 (東京大学)

2D-1545 次世代の地域創生活動実践のための市区町村別 SDGs 課題解決需要量の算定

○中口毅博 (芝浦工業大学)

## ポスター発表(優秀発表賞応募発表を含む)

オンデマンド発表: 発表用動画の視聴は、WEB 開催サイト内で 2021 年会開催中は常時可能です。

ショート発表・質疑応答時間: 9 月 10 日(金) 12:00~13:30

※ 発表者は各自のポスター番号の Zoom ブレイクアウトルームにて待機し、参加者へのショート発表、質疑応答を行ってください。

- P-01 COVID-19 の感染拡大に伴う生活様式の変容が及ぼす GHG 排出量と平等性への影響の解析  
○吉良成美, 重富陽介 (長崎大学)
- P-02 富士山東麓「山中のハリモミ純林」は衰退するのか  
○野澤真穂, 内藤亜美, 林佩珈 (山梨英和高等学校)
- P-03 少子高齢化を考慮した世帯形態別食品ロス量とライフサイクル CO<sub>2</sub> の推計  
○石神あすか, 重富陽介 (長崎大学)
- P-04 選択型実験による傘シェアリングサービス利用の要因分析  
石井怜奈, 大井祥暉, ○河本真銘, 福井明日香, 本間凜一, 吉田紘太郎 (早稲田大学)
- P-05 **【高校活動奨励賞受賞記念発表】**  
太陽エネルギーを効率よく利用した発電・発熱システムの研究  
○黒木克樹, 樋口脩峻, 新徳亮太 (宮崎県立宮崎北高等学校)
- P-06 SBT 認定企業による取り組みがもたらす我が国の二酸化炭素排出量の削減効果  
○藤原大資, 棟居洋介 (東京工業大学), 増井利彦 (国立環境研究所)
- P-07 九州地域の海岸におけるマイクロプラスチックの分布に関する研究  
○石井秀海, 山下未来, 戸敷浩介 (宮崎大学)
- P-08 硫酸還元菌による有機性廃棄物処理から発生させた硫化水素の再利用技術の開発  
中野陽一, ○中川雛花 (宇部工業高等専門学校), 末田海 (山口大学), 坂本壮,  
濱脇直哉 (宇部工業高等専門学校)
- P-09 製品との直接接触に伴う経皮曝露量への曝露シナリオの影響評価  
○石田真穂, 新堂真生, 徳村雅弘, 王斉 (静岡県立大学), 三宅祐一 (横浜国立大学), 雨谷敬史,  
牧野正和 (静岡県立大学)
- P-10 鉄を用いたコストパフォーマンスに優れた室内空気清浄法の開発  
○大森果菜, 鈴木茉佑, 徳村雅弘, 牧野正和 (静岡県立大学)
- P-11 残留抗菌剤の各種促進酸化法による除去性能の比較・評価  
○西村有里, 鰐川雅花, 徳村雅弘, 王斉 (静岡県立大学), HossainAnwar , RaknuzzamanMohammad  
(ダッカ大学), 三宅祐一 (横浜国立大学), 雨谷敬史, 牧野正和 (静岡県立大学)
- P-12 表層鉛土壌汚染地周辺における吸入曝露を想定した垂直汚染分布の測定・解析  
○深谷亮太, 半田千智, 小林剛 (横浜国立大学)

- P-13 直接導入法による粒子状多環芳香族炭化水素類およびそのハロゲン化誘導体の分析法開発と大気中濃度調査  
○滝川哲也, 多田智彦, 王斉, 徳村雅弘 (静岡県立大学), 三宅祐一 (横浜国立大学), 雨谷敬史 (静岡県立大学)
- P-14 経済側面からの一般廃棄物処理事業に関する提案  
○地原誠貴, 佐伯孝 (富山県立大学)
- P-15 都市空地の市民農園利用が有する価値の評価 -他の土地利用との比較および食料支援団体との連携を考慮して-  
○森島隆宏, 栗栖聖, 福士謙介 (東京大学)
- P-16 Food Waste Prevention Behaviors in China: Differences among Stages and Situations  
○WUYINGLEI, 栗栖聖, 福士謙介 (東京大学)
- P-17 持続可能な食生活に向けた異なる情報提供内容および消費者特性の影響評価  
○佐久間夏美, 栗栖聖, 福士謙介 (東京大学)
- P-18 北海道の雪氷冷熱エネルギー賦存量評価: ニセコ町における事例研究  
○段和敏 (北海道大学大学院環境科学院), 藤井賢彦 (北海道大学大学院地球環境科学研究院)
- P-19 気候変動の地域観光業への影響に対する全国自治体における認知の評価  
○渡辺一生, 栗栖聖 (東京大学)
- P-20 市民の環境配慮行動促進を目的とした全国自治体の取り組みの現状と課題  
○梅野凌矢, 栗栖聖 (東京大学大学院)
- P-21 下水に含まれる有害化学物質のスクリーニング分析における誤同定回避方法の検討  
○山田奈瑠実, 高梨啓和, 中島常憲 (鹿児島大学大学院)
- P-22 流入下水中のジシクロヘキシルアミンの同定とリスク評価  
○酒井俊貴, 高梨啓和, 中島常憲 (鹿児島大学大学院)
- P-23 パッシブサンプラーにおけるニコチン捕集時の風速影響に関する検討  
○小松純奈, 甲斐葉子, 王斉, 徳村雅弘 (静岡県立大学), 三宅祐一 (横浜国立大学), 雨谷敬史 (静岡県立大学)
- P-24 PRTR の届出外排出量推計における試薬に係る総排出量推計方法の検討  
○山崎耕平, 水谷聡 (大阪市立大学), 小口正弘 (国立環境研究所)
- P-25 一般住宅におけるハウスダスト中の代替シロアリ防除剤の汚染実態調査  
○山口夏純, 多田智彦, 甲斐葉子, 王斉, 徳村雅弘 (静岡県立大学), 三宅祐一 (横浜国立大学), 雨谷敬史 (静岡県立大学)
- P-26 河川水中で高リスクが懸念される生活由来化学物質の適切な排水処理法の検討  
○鱒川雅花, 西村有里, 徳村雅弘, 王斉 (静岡県立大学), 三宅祐一 (横浜国立大学), 雨谷敬史, 牧野正和 (静岡県立大学)
- P-27 クロロピリホスオキシソンの AChE 不可逆的阻害におよぼす解毒剤 2-PAM の作用機構について  
○船水純那, 徳村雅弘, 牧野正和 (静岡県立大学)
- P-28 ゼオライトを用いた廃水中テトラサイクリン系抗菌剤の除去  
○小林大晟 (岩手大学), 奥村颯吾 (株式会社 NJS), 石川奈緒, 笹本誠, 伊藤歩 (岩手大学)

- P-29 蓄電システムを考慮した都市スケール最適電源構成モデルの構築  
○松崎耀, 藤山淳史(北九州市立大学), 松本亨(北九州市立大学環境技術研究所)
- P-30 バイオガス発電由来着色廃水のオゾン促進酸化法を用いた高効率処理技術の開発  
○澁谷柊介, 徳村雅弘(静岡県立大学), 矢部光保(九州大学), 牧野正和(静岡県立大学)
- P-31 家庭用暖房エネルギー源の木質ペレット代替による環境影響評価  
○西原乃里子, DOS MUCHANGOS Leticia, 伊藤理彩, 東海明宏(大阪大学)
- P-32 シリコンシートを用いた経皮曝露量推定法における衣服の影響評価  
○大石真菜, 徳村雅弘, 王斉(静岡県立大学), 三宅祐一(横浜国立大学), 雨谷敬史, 牧野正和(静岡県立大学)
- P-33 「発表取り消し」
- P-34 多環芳香族炭化水素類及びそのハロゲン化誘導体の新規パッシブサンプリングにおける風の影響を考慮した分析法の検討  
○多田智彦, 王斉, 徳村雅弘(静岡県立大学), 三宅祐一(横浜国立大学), 雨谷敬史(静岡県立大学)
- P-35 「発表取り消し」
- P-36 水道水生ぐさ臭原因物質を自動検出するためのマススペクトルと保持指標の取得  
○山下優輝, 新福優太, 高梨啓和, 中島常憲(鹿児島大学大学院理工学研究科), 秋葉道宏(国立保健医療科学院生活環境研究部)
- P-37 「発表取り消し」
- P-38 中学生のコンポストづくりと食品廃棄物に対する考え方の追跡調査  
○袁博子, 林昭菲(北九州市立大学), 秋葉祐三子((特非)あそびとまなび研究所), 持田めぐみ, 和中政嗣(株式会社林田産業), 加藤尊秋(北九州市立大学)
- P-39 木質バイオマスボイラー導入における当事者意識・協力的態度形成要因に関する研究  
○丸山智也, 竹内彩乃(東邦大学)
- P-40 クロロエチレン類の粘性土壌中への長期浸入挙動の解析と加熱による溶出促進  
○島朋輝, 宮川涼, 小林剛, 亀屋隆志(横浜国立大学)
- P-41 域内総生産と環境影響量に基づく全国市区町村の業種別環境効率評価  
○山崎潤也(東京大学)
- P-42 気候変動に対する認知・経験と農家の適応  
○岡村伊織(明治大学大学院), 藤栄剛(明治大学)
- P-43 高分解能質量分析による構造推定が困難な環境汚染物質の新規構造推定技術の開発  
○中村友拓, 高梨啓和, 中島常憲, 上田岳彦(鹿児島大学大学院)
- P-44 還元剤の担持が高分子吸着剤のクロム(Ⅲ)吸着に与える影響  
○宋玉, 中井智司, 後藤健彦(広島大学)
- P-45 東京23区における事故物件の立地分析—大島てるデータを活用して  
○矢島猶雅(早稲田大学), 定行泰甫(成城大学)

- P-46 Effects of aged plastics on photodegradation behavior of sorbed organic pollutants  
○Hassan MdNazmul, 中井智司, 後藤健彦 (Hiroshima University) ,  
西嶋渉 (Environmental Research Center, Hiroshima University)
- P-47 地方環境研究所の研究成果が行政活用されるための条件の探索  
○豊永悟史 (熊本県保健環境科学研究所), 小原大翼 (熊本県環境生活部環境局環境保全課),  
宮崎康平 (福岡県保健環境研究所), 古澤尚英 (熊本県人吉保健所)
- P-48 アミン基を持つ高分子ゲルによるセレン吸着とそのメカニズム  
○清田昂志, 後藤健彦, 中井智司 (広島大学)
- P-49 アップサイクル製品に対する購入者意識調査  
○吉田綾, 田崎智宏 (国立環境研究所), 加山俊也, 萩原理史,  
細井山豊 (三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社)
- P-50 神奈川県における人口社会増減の特徴把握の基礎的研究  
○大西暁生 (横浜市立大学)
- P-51 リンゴ黒星病感染リスク軽減のための大気バイオエアロゾル観測  
○小林史尚, 田中和明, 佐野輝男 (弘前大学大学院)
- P-52 How much waste do tourists bring to remote islands?  
○碓井健寛 (創価大学)
- P-53 揮発性有機塩素化合物による土壤汚染地周辺での多様な曝露経路を想定した健康リスク  
○小林剛, 金美辰, 丸田有美, 李京 (横浜国立大学)
- P-54 アオウキクサと微生物による水質浄化のための培養方法の確立  
○池田遥音 (山梨英和高等学校)
- P-55 ミズダニを指標動物とした山梨県の水環境の評価Ⅱ  
○北出乃愛, 池上花実 (山梨英和高等学校)
- P-56 係留型回収装置を用いた都市沿岸域における浮遊ゴミの回収  
渡邊翔也, 坂井拓海, ○真名垣聡 (武蔵野大学), 池田隆 (平泉洋行(株))

## 企画シンポジウム

### 【1日目】

シンポジウムー1 9月10日(金) オンライン(Zoom) 9:30 ~ 12:00

「学生による SDGs 活動の地域での認知拡大と深化」

オーガナイザー 杉本卓也(千葉商科大学)准教授

竹内彩乃(東邦大学)講師

挨拶:杉本卓也(千葉商科大学)准教授

講演者:①「多主体協働による環境人材育成手法の開発」

竹内彩乃(東邦大学)講師

②「遠隔状況下における SDGs 活動の展開」

杉本卓也(千葉商科大学)准教授

手嶋進(千葉商科大学)准教授

③「SDGs アクター制度の概要」

中口毅博(芝浦工業大学)教授

総合討論

司会:手嶋進(千葉商科大学)准教授

シンポジウムー2 9月10日(金) オンライン(Zoom) 14:00 ~ 16:30

「化学物質管理促進のための PRTR データの活用に向けた研究の取り組みと今後の課題」

プロジェクト名:環境研究総合推進費 SII-4

「ライフサイクル全体での化学物質管理に資する PRTR データの活用方策に関する研究」

化学物質管理戦略研究会共同企画

オーガナイザー 小口正弘(国立環境研究所)主幹研究員

亀屋隆志(横浜国立大学)教授

挨拶:小口正弘(国立環境研究所)主幹研究員

講演者:①「化学物質のフロー・環境排出量把握における情報基盤としての PRTR データの活用」

小口正弘(国立環境研究所)主幹研究員

②「実測対象 PRTR 物質数の拡充と下水処理施設における排出量推計の高度化」

高沢麻里(土木研究所)専門研究員

③「化学物質環境リスクの管理支援ツールの活用に向けて」

亀屋隆志(横浜国立大学)教授

④「事業者の自主管理を支援するための簡易濃度推計ツールの開発状況について」

菊地美加(川崎市環境総合研究所)

⑤「地域リスク評価のための大気中化学物質モニタリング手法の検討と都内化学物質モニタリング」

星純也(東京都環境科学研究所)副参事研究員

総合討論

司会:小口正弘(国立環境研究所)主任研究員、亀屋隆志(横浜国立大学)教授



シンポジウム-3 9月10日(金) オンライン(Zoom) 14:00 ~ 16:00

「炭素中立の未来への地域環境イノベーション」

オーガナイザー 藤田 壮(東京大学)教授  
原 圭史郎(大阪大学)教授

挨拶:藤田 壮(東京大学)教授

講演者:①「フューチャー・デザインから考える新たな環境イノベーション」

原 圭史郎(大阪大学)教授

②「環境への取り組みから社会転換の先導を実現する地域環境イノベーションの取り組み」

藤田 壮(東京大学)教授

③「地域エネルギーの再構築を通じての環境イノベーション」

芦名 秀一(国立環境研究所)主席研究員

④「森林資源の循環利用を推進する都市ストックマネジメント」

谷川 寛樹(名古屋大学)教授

総合討論

司会:松橋啓介(国立環境研究所)室長

シンポジウム-4 9月10日(金) オンライン(Zoom) 14:00 ~ 16:30

「世界環境憲章と日本の環境法政策——環境法の基本原則の視点から」

プロジェクト名:環境研究総合推進費 1-1901

「世界環境憲章と国際・国内の環境規範のあり方に関する研究」

オーガナイザー 大塚 直(早稲田大学)教授  
赤淵芳宏(名古屋大学)准教授

挨拶:大塚 直(早稲田大学)教授

講演者:①「本プロジェクトの趣旨」

大塚 直(早稲田大学)教授

②「国際法における持続可能な発展」(仮)

高村ゆかり(東京大学)教授

③「国際法における未然防止原則、予防原則」(仮)

児矢野マリ(北海道大学)教授

④「主要国における予防原則——EU」(仮)

増沢陽子(名古屋大学)准教授

⑤「主要国における予防原則——アメリカ」(仮)

赤淵芳宏(名古屋大学)准教授

⑥「主要国における汚染者負担原則、環境損害」(仮)

大塚 直(早稲田大学)教授

⑦「国際法における汚染者負担原則・共通だが差異ある責任原則」(仮)

鶴田 順(明治学院大学)准教授

⑧「主要国における参加原則」(仮)

大久保規子(大阪大学)教授

⑨「主要国における環境権」(仮)

松本和彦(大阪大学)教授

総合討論

司 会:大塚 直(早稲田大学)教授

## 【2日目】

シンポジウム-5 9月11日(土) オンライン(Zoom) 9:30 ~ 12:00

「シビックテックによる気候変動リスクの「自分事化」を促進する手法の開発-オンライン熟議の発展に向けて-」

プロジェクト名:JST-RISTEX「科学技術イノベーション政策のための科学」令和2年度採択課題

「シビックテックを目指した気候変動リスクの「自分事化」に基づくオンライン合意形成手法の開発と政策形成プロセスへの実装」

オーガナイザー 馬場健司(東京都市大学)教授

熊澤輝一(総合地球環境学研究所)准教授

挨拶:馬場健司(東京都市大学)教授

講演者:①「ネットゼロシナリオの社会実装に向けた生活者への共有化の促進手法 -滋賀県での事例より-」

金再奎(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)専門研究員

②「滋賀県気候変動ステークホルダーの影響認識の構造的把握」

木村道徳(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)主任研究員

③「相模湾沿岸域におけるステークホルダー分析とオンラインワークショップ」

小澤はる奈(東京都市大学)特別研究員

④「気候変動リスクコミュニケーションと市民意識」

小杉素子(静岡大学)特任准教授

⑤「シチズンサイエンスを巡る環境 NGO の動態とシビックテックの可能性」

馬場健司(東京都市大学)教授

総合討論 コメンテーター:田中充(法政大学)教授

石川洋一(海洋研究開発機構)プロジェクト長

司 会:熊澤輝一(総合地球環境学研究所)准教授

シンポジウム-6 9月11日(土) オンライン(Zoom) 9:30 ~ 12:00

「地域から脱炭素社会を構築するには-脱炭素政策検討支援ツールの開発と社会実装」

プロジェクト名:環境研究総合推進費 2-1910

「基礎自治体レベルでの低炭素化政策検討支援ツールの開発と社会実装に関する研究」

オーガナイザー 倉阪秀史(千葉大学)教授

栗島英明(芝浦工業大学)教授

挨拶:倉阪秀史(千葉大学)教授

講演者:①「カーボンニュートラルシミュレーターの考え方とその構造」

倉阪秀史(千葉大学)教授

②「気候リスク情報の活用ー千葉県を事例として」

李 想(千葉大学)准教授

③「地域の資源を活用する技術・システムオプションの生成」

菊池康紀(東京大学)准教授

④「地域の資源を活用する技術・システムオプション生成を支援する情報基盤」

兼松祐一郎(東京大学)特任助教

⑤「気候変動戦略策定プロセスへの脱炭素政策検討支援ツールの実装と課題」

栗島英明(芝浦工業大学)教授

⑥「脱炭素政策検討支援ツールの学校教育への導入と効果」

谷田川ルミ(芝浦工業大学)教授

総合討論

司 会:宮崎文彦(千葉大学)特任研究員

シンポジウムー7 9月11日(土) オンライン(Zoom) 9:30 ~ 12:00

「東南アジアにおけるライフスタイルの変化と環境負荷」

プロジェクト名:科研費基盤B

「幸福論アプローチによるアジア熱帯農村の低炭素居住デザイン」

オーガナイザー 近藤加代子(九州大学)教授

加藤尊秋(北九州市立大学)教授

挨拶:近藤加代子(九州大学)教授

講演者:①「タイとベトナムにおける都市住宅と農村住宅の現状」

井上朝雄(九州大学)准教授

②「熱帯地域における持続可能な居場所選択と幸福感ータイ・ベトナム調査からー」

近藤加代子(九州大学)教授

③「中国の熱帯地域におけるエアコンの使用の特徴についてータイ、ベトナムと比較してー」

王東豪(九州大学)大学院生

④「ベトナム都市近郊における自然発生的食品廃棄物リサイクル」

加藤尊秋(北九州市立大学)教授

総合討論

司 会:加藤尊秋(北九州市立大学)教授

シンポジウムー8 9月11日(土) オンライン(Zoom) 13:30 ~ 16:00

### 学術賞受賞記念シンポジウム

#### 「持続可能な社会形成とサステナビリティ・サイエンス～ポスト SDGs を見据えた学の展開」

プロジェクト名:環境研究総合推進費 2-2102「気候変動の複合的リスクへの対応に関する研究」

環境研究総合推進費 S-16「アジア地域における持続可能な消費・生産パターン定着のための政策デザインと評価」

オーガナイザー 田崎智宏(国立環境研究所)室長  
亀山康子(国立環境研究所)領域長

#### 講演者:①学術賞受賞記念講演

「持続可能な発展の概念:抽象的概念から具体的規範へ」

田崎智宏(国立環境研究所)室長

#### ②「ウェルビーイングの研究とその展望」

鶴見哲也(南山大学)准教授

#### ③「SCP 政策の ver1.0 から ver3.0 への展開と Envisioning-Based Policy Making」

堀田康彦(地球環境研究戦略機関)プログラムディレクター

小出瑠(国立環境研究所)研究員

#### ④「脱炭素にむけたモデル研究の状況と研究展望」

増井利彦(国立環境研究所)室長

高橋潔(国立環境研究所)副領域長

#### ⑤学術賞受賞記念講演

「気候変動の複合的リスクとサステナビリティ研究の状況と研究展望」

亀山康子(国立環境研究所)領域長

#### ⑥「フューチャー・デザイン - 持続可能社会への変革に向けて」

原圭史郎(大阪大学)教授

シンポジウムー9 9月11日(土) オンライン(Zoom) 13:30 ~ 16:00

#### 「カーボンゼロ社会に向けた社会目標と市民対話のデザインと実践」

オーガナイザー 白井信雄(山陽学園大学)教授

杉山範子(名古屋大学)客員准教授

挨拶:白井信雄(山陽学園大学)教授

講演者:①「世界気候エネルギー首長誓約における市民参加:欧州と日本の比較」

杉山範子(名古屋大学)客員准教授

#### ②「カーボンゼロ社会に向けた脱炭素かわさき市民会議の進捗」

松橋啓介(国立環境研究所)室長

#### ③「カーボンゼロ社会の実現を目指す、市民の学びと計画のプロセス:岡山での未来塾・実践塾・大作戦」

白井信雄(山陽学園大学)教授

④「脱炭素と地域課題の同時解決をテーマにした中学・高校での総合的な学習／探究学習の  
試み」

栗島英明(芝浦工業大学)教授

谷田川ルミ(芝浦工業大学)教授

⑤「カーボンニュートラルシミュレーターを用いて考える脱炭素社会」

倉阪秀史(千葉大学)教授

総合討論

司 会:杉山範子(名古屋大学)客員准教授

## 2021年度表彰報告

表 彰 委 員 会

2021年度の環境科学会 学会賞、学術賞、奨励賞、論文賞は、次の方々に贈呈することが、理事会の議を経て決定致しました。各賞受賞者は、2021年9月10日（土）～11日（日）にOnlineで開催される環境科学会2021年会でご講演いただき、表彰式で表彰します。

### 学会賞（1名）

迫田 章義（放送大学 教授）

表彰課題：化学工学を用いた資源循環、環境評価、環境浄化の研究による環境科学への貢献

### 学術賞（2名）

亀山 康子（国立環境研究所 社会環境システム研究センター／センター長）

表彰課題：気候変動に関する国際関係論と持続可能社会形成に関する研究

田崎 智宏（国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター（循環型社会システム研究室）／室長）

表彰課題：循環型社会の制度設計・評価及び持続可能な社会形成に関する研究

### 奨励賞（2名）

藤山 淳史（北九州市立大学 准教授）

表彰課題：資源循環およびエネルギーの効率的な地域システムに関する研究

森田 紘圭（大日本コンサルタント株式会社）

表彰課題：災害時の地域対応力評価に関する研究

### 論文賞（1編）

吉田 喜久雄\*，吉田 愛\*

(\*産業技術総合研究所安全科学研究部門)

対象論文：有機ハイドライドおよびその脱水素体による水素ステーション周辺住民への慢性健康影響リスクの推定

環境科学会誌, 31 巻 4 号 p.164-177 (2018)

### [選考経過等]

環境科学会では、学会規程により、環境科学の研究において顕著な業績をあげた研究者に学会賞、学術賞、奨励賞を、また、環境科学会誌に優秀な論文を公表した著者に論文賞を贈呈することが定められています。上記の2021年度各賞受賞者の選考経過は以下のとおりです。

表彰規程に従い、環境科学会 Web サイトに2021年1月8日を締め切りとして、各賞受賞候補者の推薦依頼を会告として告示しました。その結果を受けて、2021年2月5日に表彰委員会を開催して各賞受賞候補者を選考し、その選考経過を2月9日に開催された理事会に報告し、理事会の議を経て各賞受賞者が正式に決定されました。

2004年度からは、学会賞受賞者には表彰式後に記念講演を、学術賞受賞者には年会において受賞記念シンポジウムを企画していただき、その中で受賞記念講演を行っていただくよう依頼することとしています。また、

奨励賞および論文賞の受賞者についても、年会の関連する一般研究発表あるいはシンポジウムの中でそれぞれ受賞記念講演を行っていただくよう依頼することとしており、現在、年会委員会と協議の上、準備中です。

会員の皆様の年会への多数ご参加をお待ちしています。

最後に、2022年度表彰については、受賞候補者の推薦を2021年末締切として会員の皆様をお願いする予定であることを記して、表彰委員会報告と致します。

**[2021年度表彰委員会]**

委員長	大塚 直	早稲田大学 教授
理事	中井 里史	横浜国立大学 教授
	田崎 智宏	国立環境研究所
幹事	立花 潤三	富山県立大学 講師
	村上 道夫	福島県立医科大学 准教授
委員	加藤 博和	名古屋大学 教授
	小林 憲弘	国立医薬品食品衛生研究所
	沼田 大輔	福島大学 准教授
	肱岡 靖明	国立環境研究所
	棟居 洋介	東京工業大学 助教
	永淵 修	福岡工業大学 客員教授
	馬場 健司	東京都市大学 教授

## [2021年度の各賞受賞者]

### 学会賞

受賞者氏名：迫田 章義（さこだ あきよし）

表彰課題：化学工学を用いた資源循環，環境評価，環境浄化の研究による環境科学への貢献

所属・職：放送大学 教授

専門分野：環境技術，環境影響評価

略 歴：1979年 東京大学工学部化学工学科卒業

1984年 東京大学大学院工学系研究科博士課程修了（工学博士）

1984年 東京理科大学理工学部・助手

1987年 ミシガン大学・博士研究員

1989年 東京大学生産技術研究所・助手

1990年 東京大学生産技術研究所・講師

1992年 東京大学生産技術研究所・助教授

2000年 東京大学生産技術研究所・教授

2019年 放送大学 教授

本学会では，評議員(2001～2002年度)，常任理事(2003～2004年度，2005～2006年度)，理事(2009～2012年度)，副会長(2015～2018年度)，監事(2019～2020年度)を歴任

表彰理由：

迫田章義氏は，化学工学的手法を用いた資源循環，環境浄化等の研究を幅広く取り組んできた。バイオマス利活用に関する研究では，アジア諸国を対象地とした資源循環システムの構築や再生可能エネルギーの利活用システムの設計及び実証研究を行ってきた。また，吸着を利用した環境浄化に関する研究では，新しい吸着材（活性炭素繊維，疎水性ゼオライトなど）の開発・利活用について多くの研究実績を残している。さらに，環境評価に関する研究では，バイオアッセイによる水質評価，吸着技術を利用した放射性物質の回収プロセスの開発，循環型社会のシミュレーションによる設計・評価などを行ってきた。これらの研究は化学工学的な発想，知見，技術を環境分野に応用したものであり，従来の環境化学工学の研究領域を大いに発展させるものである。

迫田章義氏のこれまでの研究成果や取り組みは，『バイオマスニッポンー日本再生に向けてー』（共著，日刊工業新聞社，2003年），『多孔質吸着材ハンドブック』（共著，フジ・テクノシステム，2005年），『水環境ハンドブック』（共著，朝倉書店，2006年）など，多数の書籍を通じて広く取りまとめられている。さらに，迫田章義氏は，環境科学会の運営においても重要な役割を果たし，理事を4期8年間，副会長を2期4年間，監事を1期2年間務められ，会の発展を支えてこられた。このような氏の業績は，環境科学ならびに環境科学会の発展に貢献した者に与えられる環境科学会学会賞にふさわしいものと評価できる。

主要業績：

#### 【研究論文等】

- (1) Jihye Choi, Hiroataka Fujita, Masaru Ogura & Akiyoshi Sakoda (2018) Confinement effect on enthalpy of fusion and melting point of organic phase change materials in cylindrical nanospace of mesoporous silica and carbon, *Adsorption*, volume 24, 345–355.
- (2) Tran Ngoc Linh, Hiroataka Fujita, Subramaniam Vishnupriya, Masaru Ogura, Akiyoshi Sakoda (2018) Intracrystalline diffusivity of lignin-derived benzene derivatives in silicalite-1 crystal in aqueous-phase system Microporous and Mesoporous, *Materials*, Volume 261, 9-17.
- (3) Dong-June Seo, Zhichao Gou, Hiroataka Fujita, Takao Fujii, Akiyoshi Sakoda (2016) Simple fabrication of molecular sieving carbon for biogas upgrading via a temperature controlled carbonization of *Phyllostachys pubescens*, *Renewable Energy*, Volume 86, 693-702.
- (4) Tran Ngoc Linh, Hiroataka Fujita & Akiyoshi Sakoda (2016) Diffusion of non-volatile phenolic compounds in zeolite beta and silicalite in liquid phase, *Adsorption*, volume 22, 1001–1011.
- (5) Khanh Le Van VU, Uyen Phuoc Nhat TRAN, Quan Dinh NGUYEN, Phung Thi Kim LE, Tuan Dinh PHAN, 望月和博, 小林伸一, 徐東準, 迫田章義 (2015) 稲わらからのバイオエタノール生産プロセスに



迫田 章義  
(さこだ あきよし)



- おける同時糖化発酵の窒素源としての蒸留残渣の自己再利用, 環境科学会誌, 28 (5), 335-342.
- (6) Uyen Phuoc Nhat TRAN, Khanh Le Van VU, Quan Dinh NGUYEN, Phung Thi Kim LE, Tuan Dinh PHAN, 望月和博, 小林伸一, 徐東準, 迫田章義 (2013) 地域分散型小規模バイオマスリファインリーにおけるエネルギーバランス, 環境科学会誌, 26 (6), 489-496.
  - (7) Seongjae Ko, Yusuke Takahashi, Hirotaka Fujita, Tetsu Tatsuma, Akiyoshi Sakoda, and Kikuo Komori (2012) Peroxidase-Modified Cup-Stacked Carbon Nanofiber Networks for Electrochemical Biosensing with Adjustable Dynamic Range, RSC Advances, 2, 1444-1449.
  - (8) Satoshi Ohara, Yasuhiro Fukushima, Akira Sugimoto, Yoshifumi Terajima, Tetsuya Ishida, Akiyoshi Sakoda (2012) Rethinking the cane sugar mill by using selective fermentation of reducing sugars by *Saccharomyces dairenensis*, prior to sugar crystallization, Biomass and Bioenergy, 42, 78-85.
  - (9) Dong-June Seo, Hirotaka Fujita and Akiyoshi Sakoda (2011) Effects of A Non-ionic Surfactant, Tween 20, on Adsorption/Desorption of Saccharification Enzymes onto/from Lignocelluloses and Saccharification Rate, Adsorption, 17, 813-822.
  - (10) Dong-June Seo, Hirotaka Fujita, and Akiyoshi Sakoda (2011) Structural changes of lignocelluloses by a nonionic surfactant, Tween 20, and their effects on cellulase adsorption and saccharification, Bioresource Technology, 102(20), 9605-9612.
  - (11) 立花潤三, 迫田章義, 門脇互, 山田強, 玉井博康, 稲永忍, 鈴木基之 (2011) 鳥取県における県内食料自給自足の可能性とそのエネルギー消費削減効果, 環境科学会誌, 24 (2), 123-133.
  - (12) Masaki SAGEHASHI, Takao FUJII, Hong Ying HU, Akiyoshi SAKODA (2010) Removal of Cadmium from Aqueous solutions by Charcoals Prepared from Giant Reed (*Arundo donax*), J. Water and Environ. Tech., 8 (4), 305-312.
  - (13) 立花潤三, 迫田章義, 門脇互, 山田強, 玉井博康, 稲永忍, 鈴木基之 (2010) 鳥取県における低炭素社会実現可能性に関する研究, 環境科学会誌, 23 (5), 363-374.
  - (14) Qingrong Qian, Kazuhiro Mochidzuki, Akiyoshi Sakoda (2010) Carbon and Nitrogen Balances for Pyrolysis of Methane Fermentation Sludge (MFS) Using Super-heated Steam, 環境科学会誌, 23 (1), 31-41.
  - (15) 小原聡, 福島康裕, 杉本明, 寺島義文, 石田哲也, 迫田章義 (2009) 砂糖・エタノール複合生産プロセスにおけるサトウキビ品種改良とプロセス変更による温暖化ガス削減効果, 日本 LCA 学会誌, 5 (4), 439-445.
  - (16) Qingrong Qian, Kazuhiro Mochidzuki, Takao Fujii, Akiyoshi Sakoda (2009) Removal of copper from aqueous solution using iron-containing adsorbents derived from methane fermentation sludge, J. Hazardous Materials, 172, 1137-1144.
  - (17) 下ヶ橋雅樹, 佐藤将, 迫田章義 (2008) エネルギー作物利活用における水環境負荷とエネルギー収支, 環境科学会誌, 21 (5), 379-390.
  - (18) 藤井隆夫, 迫田章義 (2008) 市販竹炭の吸着特性と細孔構造の推定, 廃棄物学会誌, 19 (3), 191-196.
  - (19) Masaki Sagehashi, Tsuyoshi Nomura, Hiromu Shishido and Akiyoshi Sakoda (2007) Separation of phenols and furfural by pervaporation and reverse osmosis membranes from biomass - superheated steam pyrolysis-derived aqueous solution, Bioresource Technology, 98, 2018-2026.

など多数

#### 【書籍】

- (1) 『クリーン&グリーンエネルギー革命 サステイナブルな低炭素社会の実現に向けて』(ダイヤモンド社・2010年)
- (2) 『水環境ハンドブック』(共著・朝倉書店・2006年)
- (3) 『多孔質吸着材ハンドブック』(共著・フジ・テクノシステム・2005)

(4) 『バイオマスニッポンー日本再生に向けてー』(共著・日刊工業新聞社・2003年)

## 学術賞

受賞者氏名：亀山 康子 (かめやま やすこ)

表彰課題：気候変動に関する国際関係論と持続可能社会形成に関する研究

所属・職：国立研究開発法人国立環境研究所 社会システム領域／領域長

専門分野：国際関係論、政策学

略 歴：1990年 東京大学教養学部卒業

1990年 東京海上火災保険株式会社（当時）入社

1992年 環境庁国立環境研究所（当時）入所

1999年 米国メリーランド州立大学に在外研究

2006年 東京大学大学院新領域創成科学研究科 客員准教授 併任

2011年 東京大学大学院新領域創成科学研究科 客員教授 併任

2016年 国立環境研究所社会環境システム研究センター 副センター長

2020年 国立環境研究所社会環境システム研究センター センター長



亀山 康子

(かめやま やすこ)

表彰理由：

亀山康子氏は、グローバル社会を対象とした持続可能な社会の形成や低炭素社会実現に向けたロードマップの作成など多くの研究成果を蓄積してきた。特に、気候変動に関わる国際関係や国際枠組みの形成とその中でのアジア・日本の国際的な在り方について実証的な研究業績を多く残している。また、企業・産業活動と気候変動との関わり、低炭素化に向けたエネルギーシステムの在り方など多面的な研究活動を行っている。近年では、パリ協定に関する国際政策分析や今後の国際協調に関する研究に取り組んでいる。これらの先導的な研究の成果を多数の論文にまとめており、気候変動に関する国際関係論を中心とした環境政策分野の学術的発展に大きく貢献してきた。このような亀山康子氏の研究業績と活動は、環境科学分野において特に優れた研究業績を挙げた者に与えられる環境科学会学術賞にふさわしいものと評価できる。

主要業績：

### 【研究論文等】

- (1) 亀山 康子, 佐々木 実紀, 気候変動リスク認識に関する世界および日本の企業業種別分析, 環境科学会誌, 33(6), 159-171, 2020.
- (2) 田崎 智宏, 亀山 康子, 大島 正子, 本木 啓生, 25 の取組・認証制度における持続可能性の基準—持続可能な調達の基準設定ならびに持続可能性の概念の具体化に向けて—, 環境科学会誌, 29(6), 305-314, 2016.
- (3) 亀山 康子, 国際関係論の到達点と今後, 環境科学会誌, 22(2), 133-136, 2009.
- (4) 亀山 康子, 蟹江 憲史, 気候変動に関する次期国際枠組み立案のための国内政策決定手続き—アジア諸国の現状, 環境科学会誌, 21(3), 175-185, 2008.
- (5) 亀山 康子, 久保田 泉, 気候変動の国際交渉における欧州の政策決定と政治制度の関係, 環境科学会誌, 16(4), 293-304, 2003.
- (6) 川島 康子, 気候変動問題の解決に向けた国際交渉の今後の行方—シナリオを用いた調査手法の開発とその結果, 環境科学会誌, 10(4), 301-312, 1997.
- (7) Y Kameyama, Climate Change Policy: Can New Actors Affect Japan's Policy-Making in the Paris Agreement Era?, Social Science Japan Journal, 24(1), 67-84, 2021.  
Y Kameyama, K Ono, The development of climate security discourse in Japan, Sustainability Science, 16, 271-281, 2021.
- (8) I Sakaguchi, A Ishii, Y Kameyama, A Okubo, K Mori, Japan's environmental diplomacy and the future of Asia-Pacific environmental cooperation, International Relations of the Asia-Pacific, 21(1), 121-156, 2021.
- (9) W Chaiyapa, M Esteban, Y Kameyama, Why go green? Discourse analysis of motivations for Thailand's oil and gas companies to invest in renewable energy, Energy Policy, 120, 448-459, 2018.
- (10) Y Kameyama, A Kawamoto, Four intermediate goals: a methodology for evaluation of climate mitigation policy packages, Climate Policy, 18(2), 210-220, 2018.

- (11) Y Kameyama, Remaining Research Agendas in the Post-2020 Period under the Paris Agreement, *Global Environmental Research*, 21, 3-10, 2017.
- (12) W Chaiyapa, M Esteban, Y Kameyama, Sectoral approaches establishment for climate change mitigation in Thailand upstream Oil and Gas industry, *Energy Policy*, 94, 204-213, 2016.
- (13) 亀山康子, 田村堅太郎, 高村ゆかり, パリ協定はなぜ合意に至ったか?—シナリオ分析の検証—, *環境経済・政策研究*, 9(1), 62-65, 2016.
- (14) Y Kameyama, K Morita, I Kubota, Finance for achieving low-carbon development in Asia: the past, present, and prospects for the future, *Journal of Cleaner Production*, 128, 201-208, 2015.
- (15) H Shiraki, S Ashina, Y Kameyama, S Hashimoto, T Fujita, Analysis of optimal locations for power stations and their impact on industrial symbiosis planning under transition toward low-carbon power sector in Japan, *Journal of Cleaner Production*, 1-14, 2015.
- (16) T Tasaki, Y Kameyama, Sustainability Indicators: are we measuring what we ought to measure? *Global Environmental Research*, 19(2), 147-154, 2015.
- (17) 田崎智宏, 亀山康子, 大島正子, 本木啓生, 持続可能」等の表現からみた日本語圏の「持続可能な発展」における対象分野の特徴把握, *環境情報科学*, 43(3), 70-79, 2014.
- (18) 行木美弥, 森口祐一, 亀山康子, 炭素集約度の高い財の需給に着目した温室効果ガス排出削減策の比較分析, *土木学会論文集 G (環境)*, 70(6), II\_227-II\_238, 2014.

など多数

#### 【書籍】

- (1) *Climate Change Policy in Japan: From the 1980s to 2015*, Routledge, 2017 (単著)
- (2) 気候変動と国際協調—京都議定書と多国間協定の行方、慈学社、2011 (高村ゆかり氏との共編)
- (3) 新・地球環境政策, 昭和堂, 2010 (単著)
- (4) *Climate Change in Asia: Perspectives on the Future Climate Regime*, United Nations University Press, 2008 (Agus P. Sari 氏らとの共編)
- (5) 地球温暖化交渉の行方、大学図書、2005 (高村ゆかり氏との共編)
- (6) 地球環境政策 (環境と社会を学ぶ), 昭和堂, 2003 (単著)
- (7) 京都議定書の国際制度、信山社、2002 (高村ゆかり氏との共編)

受賞者氏名：田崎 智宏（たさき ともひろ）

表彰課題：循環型社会の制度設計・評価及び持続可能な社会形成に関する研究

所属・職：国立環境研究所 資源循環領域（社会システム領域兼務）／室長

専門分野：システム工学、政策科学

略 歴：

2001年 横浜国立大学大学院工学研究科博士課程後期修了

2001年 国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究センター  
NIES ポスドクフェロー

2001年 国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究センター  
研究員

2006年 国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター 主任研究員

2006年 企画部研究推進室 研究企画主幹 兼務

2010年 スウェーデン・ルンド大学国際産業環境経済研究所 客員研究員  
(2011.9 まで)

2011年 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻 客員准教授 兼務

2013年 国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター 循環型社会システム研究室室長

2015年 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻 客員教授兼務 (2019.3 まで)

2021年 国立環境研究所 資源循環領域（兼 社会システム領域） 資源循環社会システム研究室室長



田崎 智宏  
(たさき ともひろ)

表彰理由：

田崎智宏氏は、循環型社会及び持続可能な社会の形成に向けた制度に関する多くの学際的な研究成果を残している。循環型社会の形成に向けては、物質フロー分析を基軸にリサイクル制度やリデュース・リユース対策がもたらした政策効果の評価、ステークホルダーの認識差に着眼した拡大生産者責任制度の実証分析、デポジット制度などの経済的インセンティブの制度設計、人口動態を考慮した資源循環・廃棄物処理システムの再設計のための分析などの研究を行ってきた。持続可能な社会の形成に向けては、数々の認証制度等で着目されている持続可能性の要素から実用的な「持続可能性」の概念を具体化し、多元性や連環性に着目して持続可能な発展の指標研究を展開するとともに、持続可能な社会におけるライフスタイルや消費生産形態を創発するためのシナリオ手法や共創手法を開発してきた。さらに、製品や素材の統合的管理を目指した物質管理方策に関する研究のように環境問題の個別分野を接合させる研究や、市民社会を意識した情報提供や意思決定支援の研究、集成的環境配慮行動モデルの研究などにも多面的かつ精力的に取り組んでいる。これらの先導的研究の成果を多数の論文にまとめており、循環型社会の制度設計・評価及び持続可能な社会形成に関する研究を通して、環境政策分野に大きく貢献してきた。このような田崎智宏氏の研究業績と活動は、環境科学分野において特に優れた研究業績を挙げた者に与えられる環境科学会学術賞にふさわしいものと評価できる。

主要業績：

【研究論文等】

- (1) 田崎 智宏, 亀山 康子, 大島 正子, 本木 啓生, 25 の取組・認証制度における持続可能性の基準—持続可能な調達の基準設定ならびに持続可能性の概念の具体化に向けて—, 環境科学会誌, 29(6), 305-314, 2016.
- (2) 田崎 智宏, 金森 有子, 吉田 綾, 青柳 みどり, シナリオアプローチの類型とライフスタイル研究への適用性, 27(1), 32-42, 2014.
- (3) 田崎 智宏, 石塚 隆記, 滝上 英孝, 物質管理の基本方策の類型化とその特徴把握 (その 1), 環境科学会誌, 25(4), 259-279, 2012.
- (4) 田崎 智宏, 石塚 隆記, 滝上 英孝, 物質管理の基本方策の類型化とその特徴把握 (その 2), 環境科学会誌, 25(4), 280-295, 2012.
- (5) 田崎 智宏, 3R・廃棄物研究の到達点と今後, 環境科学会誌, 22(2), 119-131, 2009.
- (6) 田崎 智宏, 寺園 淳, 森口 祐一, 家電リサイクル法の効力測定, 環境科学会誌, 18(3), 229-242, 2005.
- (7) 多島 良, 田崎 智宏, 大規模自然災害に伴う環境リスクの管理に対する市民態度, 環境科学会誌, 30(2), 44-56, 2017.

- (8) 碓井 健寛, 田崎 智宏, 小売業者のリデュースの取組はすすんだのか? 環境科学会誌, 29(4),191-200, 2016.
- (9) 金森 有子, 田崎 智宏, 日本における 2030 年の世帯構成と発想法に基づくライフスタイル変化の抽出, 環境科学会誌, 27(5),302-312, 2014.
- (10) 小口 正弘, 田崎 智宏, 亀屋 隆志, 浦野 紘平, 使用済み小形電池に含まれる金属類の回収・再資源化対策検討のための資源消費と水質汚染潜在負荷の評価, 環境科学会誌, 17(6), 419-429, 2004.
- (11) T Tasaki, Y Kishita, E Amasawa, P Bunditsakulchai, J Mungkalasiri, Y Hotta, M Hirao, Co-designing workshops on sustainable consumption and production in Southeast Asia: Application of idea cards and structuring methods, Sustainability: Science, Practice and Policy, 2021 (in press).
- (12) 田崎智宏, 持続可能性概念と物質循環論のアップデート. 環境情報科学, 49 (4), 30-35, 2021.
- (13) T Tasaki, N Tojo, T Lindhqvist, Differences in Perception of Extended Producer Responsibility and Product Stewardship among Stakeholders: An International Questionnaire Survey and Statistical Analysis, Journal of Industrial Ecology, 23(2), 438-451, 2019.
- (14) 田崎智宏, 稲葉陸太, 河井紘輔, 人口オーナス時代の廃棄物管理～人・ごみ・施設・財政の観点から. 環境技術, 47 (4), 181-186, 2018.
- (15) T Tasaki, M Aoyagi, Y Kanamori, A Yoshida, K Awata, N Tominaga, A Shimizu, H Suwabe, K Nemoto, Scenario Writing of Future Lifestyles in Japan: Continuous and discontinuous changes in lifestyles by 2030. Sustainable Development, 24 (6), 406-415, 2016.
- (16) T Tasaki, M Motoshita, H Uchida, Y Suzuki, Assessing the Replacement of Electrical Home Appliances for the Environment - An Aid to Consumer Decision Making. Journal of Industrial Ecology, 17 (2), 290-298, 2013.
- (17) 田崎智宏, 浅利美鈴, 欧州における使用済み小形電池の回収・リサイクル制度の調査と国内制度への示唆～デンマーク、スイスの制度を対象に～. 廃棄物資源循環学会論文誌, 24 (6), 113-124, 2013.
- (18) T Tasaki, H Yamakawa, An estimation of the effectiveness of waste prevention by using Point-of-Sales (POS) data: The case of refills for shampoo and hair conditioner in Japan. Resources, Conservation and Recycling, 57, 61-66, 2011.
- (19) T Tasaki, Y Kameyama, S Hashimoto, Y Moriguchi, H Harasawa, A survey of national sustainable development indicators. International Journal of Sustainable Development, 13 (4), 337-361, 2010.
- (20) 田崎智宏, 大迫政浩, 酒井伸一, 一般環境中で利用される再生製品に含まれる有害物質の環境安全性管理制度の比較. 廃棄物学会論文誌, 14 (1), 1-9, 2003.
- (21) 田崎智宏, 小口正弘, 亀屋隆志, 浦野紘平, 使用済み耐久消費財の発生台数の予測方法. 廃棄物学会論文誌, 12 (2), 49-58, 2001.

など多数

#### 【書籍等】

- (1) 3R・低炭素社会検定公式テキスト (第3版) (共著), ミネルヴァ書房, 2020.
- (2) 最新! リサイクルの大研究～プラスチック容器から自動車、建物まで～ (監修), PHP 研究所, 2019.
- (3) 持続可能な開発目標とは何か (共著), ミネルヴァ書房, 2017.
- (4) 拡大生産者責任—効率的な廃棄物管理のためのアップデート・ガイダンス (日本語要約版) (共著), 2016.
- (5) 物語で理解するバイオマス活用の進め方～分別・リサイクルから利用まで～ (共著), 国立環境研究所, 2016.
- (6) Environmental Subsidies to Consumers: How did they work in the Japanese market? (共著), Routledge, 2015.

- (7) 経済的インセンティブ付与型回収制度の概念の再構築～デポジット制度の調査と回収ポイント制度の検討から～（共著），国立環境研究所，2010.
- (8) プラスチックリサイクル入門－システム・技術・評価－（共著），技法堂出版，2009.
- (9) 家電リサイクル法の実態効力の評価（編著），国立環境研究所，2006.
- (10) 一般廃棄物長期時系列データ閲覧システム，国立環境研究所，2019.

## 奨励賞

受賞者氏名：藤山淳史（ふじやま あつし）

表彰課題：資源循環およびエネルギーの効率的な地域システムに関する研究

所属・職：北九州市立大学国際環境工学部・准教授

専門分野：環境システム工学，環境政策

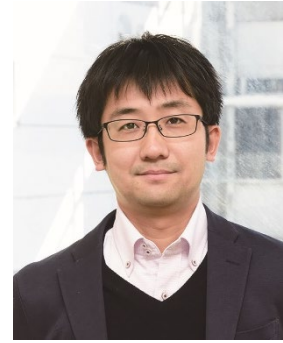
略歴：2013年 北九州市立大学大学院国際環境工学研究科博士後期課程修了

2013年 北海道大学大学院工学研究院環境創生工学部門 特任助教

2018年 北九州市立大学環境技術研究所 講師

2020年 北九州市立大学環境技術研究所 准教授

2021年 北九州市立大学国際環境工学部 准教授（現職）



藤山 淳史

（ふじやま あつし）

表彰理由：

藤山淳史氏は、廃棄物を対象とした資源循環やエネルギーの効率的なマネジメントシステムに関する研究などに取り組んでいる。近年は、資源循環に関連した分野へのビッグデータやIoT・AI技術を活用していくための研究に取り組み始めている。これらの研究成果は、環境科学会誌をはじめ、国内外の学術雑誌にも多数の論文が掲載されており、高い評価を得ている。また、本学会年会でも最優秀発表賞（富士電機賞）を受賞するなど、環境科学の分野での社会的・学術的発展に大きく貢献している。

主要業績：

### 【業績課題に係わる主要論文】

- (1) 藤山 淳史, 松本 亨, 容器包装を対象とした循環資源の広域移動に関する構造分析, 環境科学会誌, 24, 103-113, 2011.
- (2) 藤山 淳史, 松本 亨, 産業廃棄物及び廃 PET ボトルを対象とした循環圏に関する要因分析, 環境科学会誌, 23, 115-125, 2010.

### 【研究論文等】

- (1) 松崎 耀, 藤山 淳史, 松本 亨, 産業都市のエネルギーマネジメントのための最適電源構成モデルの構築, 土木学会論文集 G (環境), 76, II\_189-II\_197, 2020
- (2) 林 直樹, 藤山 淳史, 松本 亨, 廃棄物発電のネットワーク化・小売事業化の効果と最適スケジューリングに関する研究, 土木学会論文集 G (環境), 75, II\_69-II\_76, 2019.
- (3) 勝見 慧, 藤山 淳史, 小泉 達也, 佐藤 昌宏, 石井 一英, 実態調査に基づく分別収集導入前後の一般廃棄物処理システムの評価—茨城県土浦市を対象として—, 土木学会論文集 G (環境), 74, II\_39-II\_50, 2018.
- (4) 山中 元貴, 石井 一英, 藤山 淳史, 佐藤 昌宏, 小規模自治体を対象とした埋立ごみ減量方策の検討—占冠村を対象として—, 土木学会論文集 G (環境), 74, II\_27-II\_38, 2018.
- (5) 北島 弘, 石井 一英, 藤山 淳史, 佐藤 昌宏, 北海道酪農地域における物質循環・経済から見たバイオガスプラント導入効果に関する研究, 土木学会論文集 G (環境), 73, II\_53-II\_61, 2017.
- (6) 鷺尾 卓, 藤山 淳史, 石井 一英, 佐藤 昌宏, 多主体多目的意思決定問題における評価者のグルーピングと変容の可視化に関する研究, 土木学会論文集 G (環境), 73, II\_1-II\_10, 2017.
- (7) Tadashi Tsuruta, Yuki Honda, Atsushi Fujiyama, Toru Matsumoto, Structural Changes in the Kitakyushu Eco-Town Initiative Based on a Multi-Year Survey of Materials Flow, International Journal of Environmental Science and Development, 7, 908-912, 2016.
- (8) Kazuei Ishii, Toru Furuichi, Atsushi Fujiyama, Shintaro Watanabe, Logistics cost analysis of rice straw pellets for feasible production capacity and spatial scale in heat utilization systems: A case study in Nanporo town, Hokkaido, Japan, Biomass and Bioenergy, 94, 155-166, 2016.
- (9) 穴吹 凌, 石井 一英, 藤山 淳史, 古市 徹, 地域便益に着目したバイオマスを中心とする再生可能エネルギー事業計画モデルの構築, 土木学会論文集 G (環境), 72, II\_257-II\_267, 2016.
- (10) 勝見 慧, 藤山 淳史, 石井 一英, 古市 徹, エネルギー回収に着目した汚泥再生処理センターでの有機系廃棄物集約処理システムに関する検討, 土木学会論文集 G (環境), 72, II\_229-II\_240, 2016.



- (11) 岡田 進太郎, 石井 一英, 藤山 淳史, 古市 徹, ごみ減量によるコスト・エネルギー効率性への影響を踏まえた廃棄物処理システムの構築に関する研究—都市規模に応じたバイオガスプラントの有用性について—, 土木学会論文集 G (環境), 72, II\_217-II\_228, 2016.
- (12) 針谷 将吾, 石井 一英, 佐藤 昌宏, 藤山 淳史, 古市 徹, 家庭用木質ペレットストーブにおける稲わら燃料利用に関する研究—稲わら・木質混合ペレットによる燃焼阻害改善—, 土木学会論文集 G (環境), 72, II\_15-II\_21, 2016.
- (13) 藤山 淳史, 松本 亨, 地域特性および品目特性を考慮した資源循環の最適空間規模導出モデルの提案, 土木学会論文集 G (環境), 68, II\_127-II\_138, 2012.
- (14) 藤山 淳史, 櫻井 利彦, 松本 亨, 長 武志, 使用済み紙おむつのマテリアルリサイクルのライフサイクルインベントリ分析, 日本 LCA 学会誌, 8, 37-44, 2012.

など多数

受賞者氏名：森田 紘圭（もりた ひろよし）

表彰課題：災害時の地域対応力評価に関する研究

所属・職：大日本コンサルタント株式会社インフラ技術研究所・主任研究員

専門分野：都市計画，低炭素社会，住民意向調査

略 歴：2008 年 名古屋大学大学院環境学研究科博士前期課程 修了

2008 年 大日本コンサルタント株式会社 入社

2012 年 名古屋大学大学院環境学研究科 研究員・出向

2014 年 大日本コンサルタント株式会社インフラ技術研究所  
復職（現職）

2014 年 名古屋大学・博士（環境学）を取得

2018 年 錦二丁目エリアマネジメント株式会社・取締役 就任  
（現職）



森田 紘圭  
（もりた ひろよし）

表彰理由：

森田紘圭氏は、土地利用，交通システムなど総合的な視点から既成市街地の低炭素化を支援する環境評価や，地域主導による環境配慮型まちづくりに関する研究などに取り組んでいる。近年は，大規模なアンケート調査を基にして地域住民の意向を詳細に把握し，災害時の廃棄物処理への対応可能性や災害を回避するための防災集団移転事業の実現可能性などについて明らかにしている。これらの研究成果は，環境科学会誌をはじめ，国内外の学術雑誌にも多数の論文が掲載されており，高い評価を得ている。また，一部の成果が社会実装されるなど，環境科学の分野での社会的・学術的発展に大きく貢献している。

主要業績：

【業績課題に係わる主要論文】

- (1) 森田 紘圭, 大西 暁生, 田畑 智博, 水害時のがれき処理に対する地域負担に関する基礎的分析—多摩川水系における洪水発生時をケーススタディとして—, 環境科学会誌, 32, 113-124, 2019.
- (2) 森田 紘圭, 大西 暁生, 津波災害廃棄物軽減を目指した住宅移転に対する住民意向の分析—南海トラフ沖地震における津波浸水区域を対象として—, 環境科学会誌, 30, 357-364, 2017.

【研究論文等】

- (1) Takano T., Morita H., Nakamura S., Miyazaki H., Pattara-atikom W. and Piamsa-nga N.: Impact of Rainfall on Urban Traffic Flow based on Probe Vehicle Data in Bangkok, First International Conference on Smart Technology & Urban Development (STUD 2019), Short Paper, 111S, 2019.
- (2) 中島 弘貴, 森田 紘圭, 名畑 恵, 真鍋 陸太郎, 村山 顕人, 地域の制度的環境が創発する小規模事業を通じた既成市街地の再生—錦二丁目長者町まちづくりの事例分析—, 都市計画論文集, 55, 85-93, 2020.
- (3) 戸川 卓哉, 高野 剛志, 森田 紘圭, 大場 真, Ronald C. Estoque, 近藤 美沙希, 気候変動が住民の生活の質 (QOL) に与える影響評価フレームワークの提案, 土木学会論文集 G (環境), 76, I\_461-I\_470, 2020.
- (4) 柴田 直弥, 増田 有真, 森田 紘圭, 中村 晋一郎, 市街化調整区域における浸水被害の分析—令和元年東日本台風による長野市長沼地区の被害を例として—, 土木学会論文集 B1 (水工学), 76, 202-211, 2020.
- (5) Tomohiro Tabata, Hiro Yoshi Morita, Akio Onishi, What is the quantity of consumer goods stocked in a Japanese household? Estimating potential disaster waste generation during floods, Resources, Conservation and Recycling, 133, 86-98, 2018.
- (6) 海老原 学, 森田 紘圭, 村山 顕人, 日本の生物多様性を保全するための都市開発における緑化認証制度の比較に関する研究, ランドスケープ研究, 81, 709-714, 2018.
- (7) 森田 紘圭, 稲永 哲, 青木 英輔, 村山 顕人, 居住・就業環境が個人の生活行動と健康及び知的生産性に与える影響の分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 74, I\_399-I\_407, 2018.
- (8) 中村 一樹, 森 文香, 森田 紘圭, 紀伊 雅敦, 歩行空間の機能別デザインが包括的な知覚的評価に与える影響, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 73, I\_683-I\_692, 2017.

- (9) Kazuki Nakamura, Hiroyoshi Morita, Varameth Vichiensan, Takuya Togawa, Yoshitsugu Hayashi, Comparative Analysis of QOL in Station Areas between Cities at Different Development Stages, Bangkok and Nagoya, Transportation Research Procedia, 25, 3188-3202, 2017.
- (10) 森田 紘圭, 加藤 博和, 杉本 賢二, 林 良嗣, 村山 顕人, 漸次的な街区群の再構築によるクオリティストック化と低炭素化の同時実現手法, 地球環境, 22, 153-166, 2017.
- (11) 村山顕人, 森田紘圭: 名古屋市における低炭素モデル地区事業の展開: 錦二丁目低炭素地区まちづくりプロジェクトを事例として, 地球環境, 22, 2, 167-174, 2017.
- (12) 戸川卓哉, 加藤博和, 林良嗣, 森田紘圭, 河村幸宏: CO2 排出量・市街地維持費用・QOL の 3 指標による集約型都市構造の評価, 地球環境, 22, 2, 121-130, 2017.
- (13) 森田 紘圭, 村山 顕人, 稲永 哲, 藤森 幹人, 延藤 安弘, 地域主導型低炭素まちづくりにおける発展的循環プロセス—錦二丁目低炭素地区まちづくりプロジェクトの事例分析—, 都市計画論文集, 51, 444-451, 2016.
- (14) 森田 紘圭, 稲永 哲, 青木 英輔, 村山 顕人, 藤森 幹人, 名畑 恵, 延藤 安弘, 都市部における地産地消費マルシェの開催による CO2 排出削減効果の分析, 社会技術研究論文集, 13, 32-42, 2016.
- (15) 森田 紘圭, 川原 志郎, 大西 暁生, 気候変動による将来の生活環境への影響と現在の生活行動に対する住民価値観の分析, 土木学会論文集 G (環境), 72, I\_195-I\_204, 2016.

など多数

## 論文賞

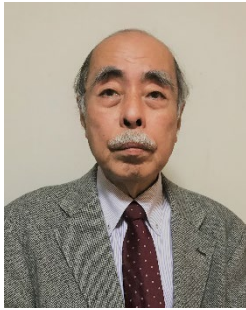
受賞者氏名：吉田 喜久雄\*, 吉田 愛\*

対象論文：有機ハイドライドおよびその脱水素体による水素ステーション周辺住民への慢性健康影響リスクの推定, 環境科学会誌, 31 巻 4 号 p.164-177 (2018)

所属：\*産業技術総合研究所安全科学研究部門

表彰理由：

本論文は, FCV (Fuel Cell Vehicle) に水素を供給する水素ステーションを想定し, 水素キャリアである MCH (Methyl cyclohexane) 及び脱水素後に発生するトルエン TOL (Toluene) の大気排出量を推計し, 大気拡散モデルにより周辺住民の両物質の吸入曝露を評価している。MCH と TOL は同時に曝露されるため, ハザード・インデックス Hazard Index (HI) と個別物質への曝露に対するハザード比 Hazard Quotient (HQ) を併用して判定した。算出された神経, 血液および腎臓への影響に対する HI, さらにその他の影響に対する HQ はいずれも 0.1 未満と小さく, 水素ステーションから排出される MCH と TOL による周辺住民への慢性健康影響のリスクは小さいことを導き出した。本論文で詳細に記述された水素ステーションの周辺住民を対象とした慢性健康影響リスクの推定手法は汎用性が高く, 今後の水素社会形成において有益な研究として評価できる。以上により, 本論文は, 本会の論文賞に値すると考えられる。



吉田 喜久雄  
(よしだ きくお)



吉田 愛  
(よしだ あい)

口 頭 発 表

9 月 10 日 (金)

# 域内総生産と環境影響量に基づく全国市区町村の業種別環境効率評価 Eco-Efficiency Assessment by Industry for Japanese Municipalities Nationwide Based on Gross Regional Product and Environmental Impact

東京大学 ○山崎潤也

## 1. はじめに

事業者等の活動における単位環境負荷当たりの経済価値を測定する指標として「環境効率 (Eco-efficiency)」の概念がある。本報では基礎自治体単位の行政区域内で行われる各産業に着目し、伊坪らの既報<sup>1)</sup>を参考に域内総生産と環境影響量の双方の指標に基づいて全国市区町村の環境効率を統一的に評価することを行った。

## 2. 評価方法

本報では現時点におけるデータの入手可能性を考慮して2015年の1年間を評価対象期間とし、全国1741市区町村を評価対象区域とした。基礎自治体単位の域内総生産のデータについては、総務省および経済産業省が公開する「平成28年経済センサス活動調査」を参照した。環境影響量のデータについては、被害算定型LCIA手法「LIME2 (Life-Cycle Impact Assessment Method Based on Endpoint Modeling 2)」の評価枠組みを活用して独自に算出した。LIME2には「地球温暖化」「土地利用」等の環境影響領域が設けられており、それぞれの項目に環境負荷物質等のインベントリが指定されている。これら各インベントリデータとそれに対応する統合化係数を積和することにより、各々が影響領域に及ぼす影響量を「Eco-index Yen」の金額指標によって算出することができる(式1)。本報では一定期間内における域内総生産から環境影響量を除すことにより、無次元で表される環境効率の指標を定義した(式2)。

$$I_1 = \sum_{\text{impact}} \sum_X \text{Inv}(X) \times IF_1^{\text{impact}}(X) \quad (1)$$

$I_1$ : 統合化結果 (Eco-index Yen) [円]  $\text{Inv}(X)$ : 物質 X のインベントリ [kg]  
 $IF_1^{\text{impact}}(X)$ : 物質 X の統合化係数 (version1) [円/kg]

$$(\text{環境効率}[-]) = \frac{(\text{域内総生産}[\text{円}])}{(\text{環境影響量}[\text{円}])} \quad (2)$$

## 3. 評価結果

全業種を代表して製造業に着目し、全国市区町村の人口当たりの域内総生産、人口当たりの環境影響量、環境効率を地図上に表現したものを図1に示す。域内総生産の項目は太平洋ベルトを中心とした工業地帯の分布が概ね反映される形となった。一方で被害額の項目はその

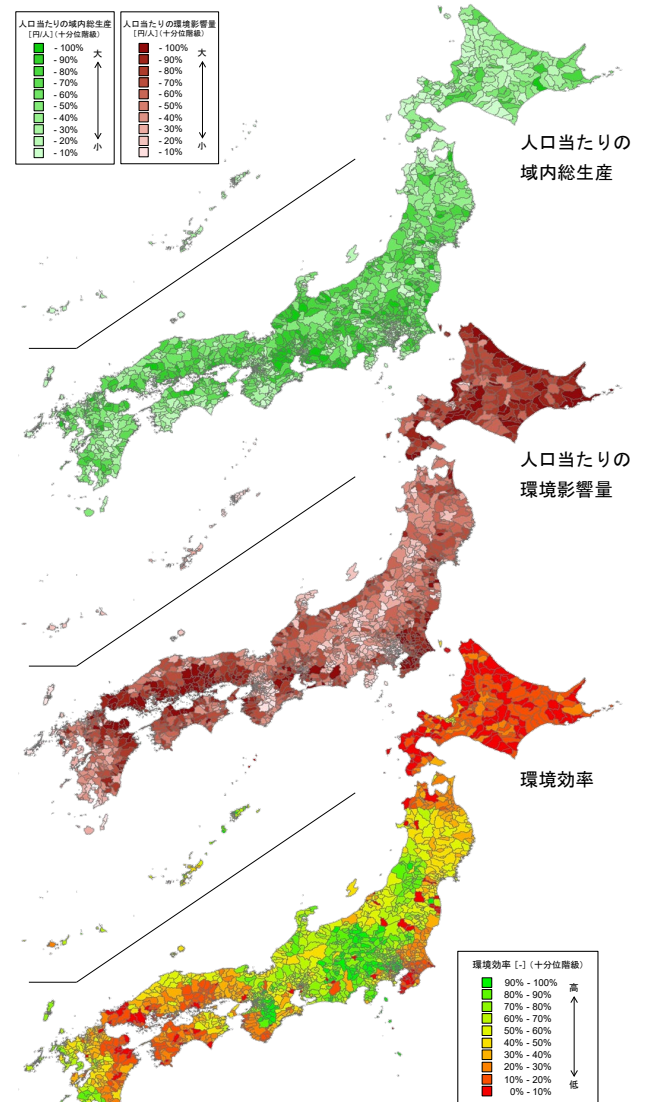


図1 全国市区町村の評価結果 (製造業)

傾向とは異なり、同じように工業の活発な地域においても数値に格差が生じる結果となった。これらの地域的特徴が環境効率の項目においても大きく表れ、主に中部地方を中心とした地域にて数値が大きい結果が示された。

## 参考文献

1) 伊坪徳宏 他2名: 環境の外部費用を活用した国・企業・製品における環境効率指標の開発, 環境情報科学論文集, Vol.18, pp.373-376, 2004

キーワード 環境効率, 地方自治体, LIME2

# 環境経営のためのステークホルダーマッピング Stakeholder Mapping for Corporate Environmental Management

信州大学経法学部 ○八木迪幸, 神戸大学 國部克彦

## 1. はじめに

ステークホルダーマネジメント (SM) は Freeman (1984) 以降、近年では環境経営においても着目されている。企業の社会的に責任 (CSR) の文脈における焦点の 1 つは、CSR は企業の財務的パフォーマンス (CFP) に繋がるかである。この CSR-CFP の関係に対し、SM は正の仲介効果を持つと期待されている。SM は企業の社会的パフォーマンス (CSP) や環境的パフォーマンス (CEP)、SDGs の目標 12 における持続可能な消費と生産 (SCP) にも寄与する可能性がある。

先行研究における課題として、企業の環境経営でどのステークホルダーが優先されるかと、SM が CEP に対してどの程度影響があるのかの 2 点については未だにコンセンサスが取れていない。多くの実証研究では、ステークホルダー変数を説明変数として回帰分析に代入してどのステークホルダーが重要かを解釈している。しかしステークホルダーは必ずしも分離できるとは限らず、また統計的に有意な結果であることは重要性の大きさを必ずしも意味しないという課題がある。

この背景を基に、本研究は 2 つの分析を日本、タイ、ベトナムという経済発展段階が異なるアジア 3 か国で分析する。まずステークホルダー間の類似性を考慮し、相関行列と多次元尺度構成法を使用したステークホルダーマッピング手法を開発する。次に SM が CEP に影響するかについて、主成分分析を用いて SM を得点化し、CEP はエネルギー効率 (Carbon) と資源効率 (Resource)、総合スコア (Overall) を得点化し、ノンパラメトリック回帰分析を適用する。また、タイとベトナムでは、環境マネジメントシステム (EMS) と環境会計 (EMA) の導入に SM が影響するかどうかをロジット分析で検証する。

## 2. 研究方法

サンプル企業は非金融セクターの上場企業で、日本は 170 社、タイは 100 社、ベトナムは 204 社を対象とする。ステークホルダー変数としては次の 16 項目をリッカート尺度 (日本は 7 段階、その他 5 段階) で質問した: A コミュニティ、B 政府、C バイヤー、D 消費者、E サプライヤー、F 銀行、G 投資家 (株主)、H 監査委員会、I 従業員、J 非政府組織、K メディア、L 研究機関 (日本

のみ)、M 国際機関、N 競合他者、O 労働組合、P 業界団体 (M、O、P はタイ、ベトナムのみ)。CEP 変数については、環境効率性が業界平均よりも高いかどうかについて次の 4 項目を質問した: 1) 総 CO2 排出量、2) 総エネルギー使用量、3) 有害廃棄物量、4) 資源効率性。1 と 2 で Carbon 指標、3 と 4 で Resource 指標、全体で Overall 指標をそれぞれ主成分分析で得点化した。EMS/EMA は導入の有無を質問した。

## 3. 結果

ステークホルダーマッピング (図 1 日本) の結果、次の 4 つの傾向が判明した。1) 最も重要なステークホルダーは、日本の場合 C バイヤーと G 投資家で戦略的環境経営の傾向があり、タイとベトナムの場合 A コミュニティと I 従業員で地域志向の環境経営の傾向が見られた。2) D 消費者はどの国でも最も重要なステークホルダーの 1 つである。3) B 政府や H 監査委員会は最重要でも、最下位でもない。4) 銀行や第三者機関等は環境経営では最も重視されないステークホルダーである。なおタイでは労働組合の影響が強く、市場の異質性も見られた。

SM と CEP の回帰分析に関しては、概ね正の影響が見られた (弾力性は 0.2 かそれ以下)。EMS 導入に関してはベトナムのみで統計的に正に有意、EMA 導入に関してはタイとベトナム両方で正に有意な結果となった。

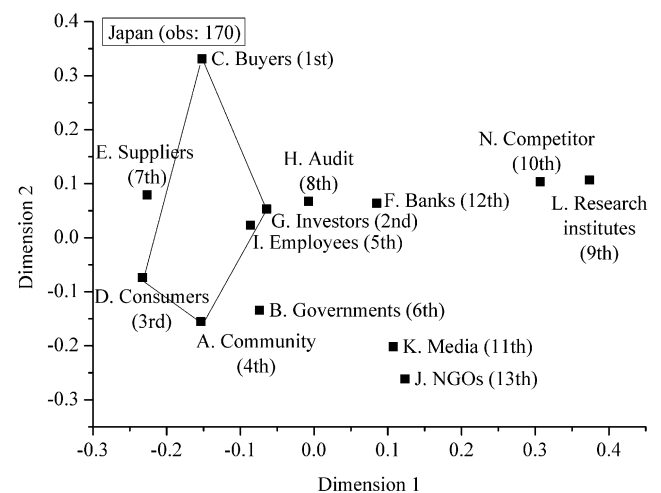


図 1 日本 (上位 4 つを線で結んでいる)

キーワード 環境経営、ステークホルダー、CEP

# 国際産業連関表を利用したパームオイルのサプライチェーン消費構造の同定 Identification of the structures of palm oil consumption via the supply chain using the global input-output table

長崎大学 ○重富 陽介, 山本 裕基

## 1. はじめに

我々の日常生活 (家計消費) は, 国内外からの様々な資源によって支えられている。本研究では, その一つの例として, 世界的な需要拡大とともに生産国で森林破壊等の様々な社会・環境問題に進展しているパームオイルに着目する。本発表では, 最終需要と環境負荷影響を可視化する環境フットプリントりに基づいて, 国際サプライチェーンを経由した直接・間接パームオイル消費量 (パームオイルフットプリント: POF) を世帯属性別に同定する手法と, その日本の結果について報告する。

## 2. 方法

本研究で対象とした POF を同定するために要するパームオイル (原油と核油) の国際マテリアルフローについては, 国連食糧農業機関統計データベース (FAOSTAT) における Food Balance Table と Detailed Trade Matrix を利用した。前者には, 「生産」「加工」「食品用途」「非食品用途」「家畜用途」「損失」「在庫」「輸出入」「国内利用」ごとに, 世界各国における食品利用 (損失) 量が記録されている。後者には, 世界 236 か国・地域のパームオイルの二国間貿易量 (輸出入量) が記録されている。これらを組み合わせることで, 2000 年以降の世界各国におけるパームオイルの用途別産出・需給構造を推定した。次に, 目的とする POF の同定のために, 本研究では前段で推計した国際パームオイルフローを World Input-Output Database (WIOD) <sup>2)</sup> に接続した。また, WIOD における単一の家計最終消費支出部門 (日本) を世帯属性別支出額に分割するためのコンコーダンス行列と購入者価格から生産者価格に変換するための行列を作成した。以上の作業を通して, Hybrid IO による日本の世帯属性別 POF を算定した。

## 3. 結果と考察

本研究では, 利用できるデータの制約から, 2004 年と 2014 年における POF を推計した。両年の POF は, それぞれ  $2.15 \times$  百万トン (Mt) と 2.34 Mt と推計され, 20 万トン近く増加していた。これらはともに, 両年の日本国内に直接輸入されて消費されたパームオイルの量を大きく上回っており, 間接的に消費されるパームオイルの

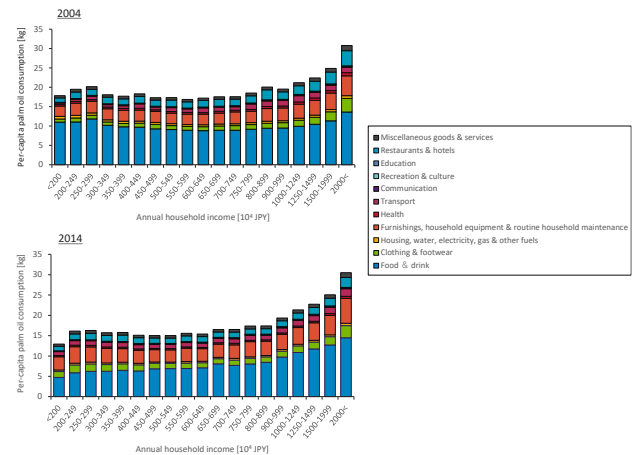


図. 一人あたり世帯収入階級別パームオイルフットプリント構造 (上: 2004 年, 下: 2014 年)

重要性が表れている。

次に, 世帯収入階級別に一人あたり POF を推計した結果を図に示す。両年の結果を比較すると, 900 万円未満の各世帯において, 一人あたり POF が増加しており, とりわけ低~中所得層の食品由来の POF の増加が目立った。このことから, この約 10 年で低所得層を中心に, パームオイルを利用した加工食品や菓子類の消費量が増えつつあり, 心疾患などの健康リスクを高めている可能性が示唆される。一方で, 高所得層ほど非食品由来の POF の寄与がより顕著になっていた。したがって, 世帯属性ごとに異なるライフスタイルに注目して, POF の寄与の大きい消費を下げる取組みを考慮することで, 関連する諸問題の緩和に間接的に貢献できるであろう。

## 参考文献

- 1) Wiedmann, T. and Lenzen, M. (2018) Environmental and social footprints of international trade. *Nat. Geosci.* 11(5), 314-321.
- 2) Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R. and de Vries, G. J. (2015) An illustrated user guide to the world input-output database: The case of global automotive production. *Rev. Int. Econ.* 23, 575-605.

キーワード 産業連関分析, 国際サプライチェーン, パームオイル, 家計消費



# 東京都の業務部門における 2030 年までの二酸化炭素排出量半減の達成可能性の検討 Study on possibility of CO<sub>2</sub> emission reduction by half by 2030 in the commercial sector of Tokyo

東京工業大学大学院 ○片野博明, 国立環境研究所 増井利彦

## 1. はじめに

2021年3月に、東京都は「ゼロエミッション東京戦略 2020 Update & Report」を策定し、2030年に向けて、都内温室効果ガス排出量を2000年比で50%削減するという目標を表明した。排出量50%削減は容易ではなく、目標を達成するためには、温室効果ガスの排出削減対策による効果を定量化し、目標達成の可能性を評価する必要がある。本研究では、東京都においてCO<sub>2</sub>排出量が最多である業務部門に着目し、2030年にCO<sub>2</sub>排出量を2000年比で50%削減するにはいかなる対策が必要であるのか定量的に評価することを目的とする。

## 2. 分析手法

本研究では、東京都の業務部門を対象に、ボトムアップ型の逐次動学型技術選択モデルであるAIM/Enduseを適用<sup>1)</sup>し、2030年までのエネルギー消費量及びCO<sub>2</sub>排出量を推計した(基準年は2013年とした)。本モデルでは、エネルギーサービス需要、エネルギー消費機器(CO<sub>2</sub>排出削減対策技術)やエネルギー価格等を外生的に設定し、その条件の下で、エネルギー消費に係る費用(初期費用及び運転費用)を最小化するように、1年ごとにエネルギー消費機器の選択が行われる。

本分析では、業務部門を、事務所・デパート・卸小売・飲食店・学校・ホテル・病院・その他の8用途に区分し、消費されるエネルギーを電気・都市ガス・LPG・A重油・灯油の5種類とした。エネルギー消費機器として、冷暖房、給湯、調理、照明、冷蔵・冷凍、その他の機器を想定し、環境省<sup>2)</sup>やカタログ値より機器効率、機器価格等を設定した。業務部門の延床面積を、都内将来推計人口データに基づき推計し、エネルギーサービス需要を、エネルギーサービス需要原単位と延床面積の積として算出した。

上記の想定の下、本分析で推計したケースの一覧を表1に示す。2030年の電力のCO<sub>2</sub>排出係数として、「電気事業における低炭素社会実行計画」の目標値(0.37kg-CO<sub>2</sub>/kWh)とともに、電力の排出係数がさらに半分になった場合を併せて想定した。なお、電力以外のCO<sub>2</sub>排出係数は一定とした。

表1 推計を行ったケース一覧

ケース	炭素税	投資回収年数	電力のCO <sub>2</sub> 排出係数(2030年)
①	技術固定(機器普及比率、機器効率一定)		0.37kg-CO <sub>2</sub> /kWh
②	10,000円/t-CO <sub>2</sub>	3年	
③	なし	8年	0.185kg-CO <sub>2</sub> /kWh
④	10,000円/t-CO <sub>2</sub>	3年	
⑤	なし	8年	
⑥	10,000円/t-CO <sub>2</sub>		

## 3. 分析結果及び考察

東京都の業務部門を対象とした燃料種別のCO<sub>2</sub>排出量を図1に示す。ケース④⑤⑥の場合に、CO<sub>2</sub>排出量半減の目標を達成している。以上より、東京都内における2030年の業務部門のCO<sub>2</sub>排出量を2000年比で半減させるためには、省エネに加えて電力のCO<sub>2</sub>排出係数を0.185kg-CO<sub>2</sub>/kWh程度に低減させるとともに、炭素税の課税、または各事業所が長期の投資回収年数を前提に投資を行える仕組みを構築することが必要であることが示唆された。

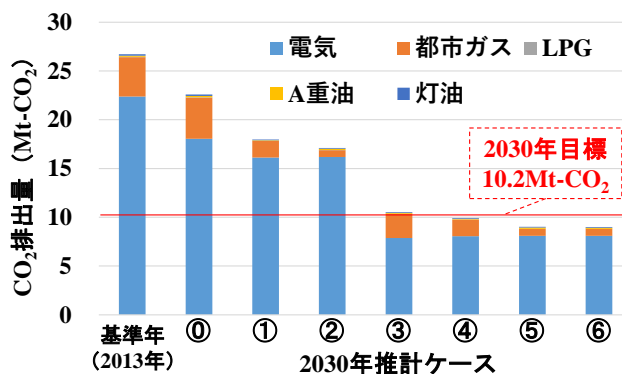


図1 燃料種別 CO<sub>2</sub> 排出量

## 参考文献

- 1) M. Kainuma, Y. Matsuoka, T. Morita (2002) CLIMATE POLICY ASSESSMENT, Springer
- 2) 環境省 (2012) 中央環境審議会地球環境部会 2013年以降の対策・施策に関する報告書

キーワード 業務部門, エネルギー消費量, 二酸化炭素排出量, 2030年目標, 東京都

# 日本全体と岡山の野菜・果実由来の食品ロス量の推計

## Estimation of food loss in whole Japan and Okayama vegetables and fruits

芝浦工業大学 ○王敬慈, 中口毅博, 劉凡

### 1. 研究の背景と目的

日本全体で年間約600万トンもの食品ロスが出ているが、食品ロスを減らすためには、地域ごとと品目ごとにロスを減らす取り組みを実践していくことが必要である。そこで本研究は地域ごとと品目ごとのロス量を推計することで、まず実態を把握することを目的とする。

### 2. 研究方法

#### 2.1 推計の対象

日本全体と岡山県を対象として食材ごとのロス量の推計を行った。

推計する品目は図1と図2に示すような野菜と果実である。

#### 2.2 推計方法

品目ごとのロス量は、2018年の国民健康・栄養調査の「摂取量」平均値に、2019年の日本食品標準成分表（七訂）の「食品ごとのロス率」を乗じて推計した。これに2020年の総務省「家計調査」の中国地方の品目別消費量を乗じて、岡山県の1人1日当たりのロス量を推計した。

### 3. 日本全体と岡山県の食品ロス量の推計

#### 3.1 日本全体と岡山の野菜の1人当たりロス量

野菜の1人当たりロス量の推計結果を図1に示す。キャベツの1人1日当たりのロス量が4.17gで最も大きく、次いで大根2.79g、たまねぎ2.21g、はくさい1.66gの順となった。また、ピーマンのロス量は1.2gとそれほど大きくないが、日本全国より明らかに多くなっている。

#### 3.2 日本全体と岡山県の果実の1人当たりロス量

1人1日当たりの果実ロス量の推計結果を図2に示す。柑橘類のロス量が9.12gで最も大きく、次いでバナナが6.64gとなった。柑橘類とバナナのロスのほとんどは果皮からきていると考えられる。日本全体と比較すると、柑橘類、バナナは日本全体より多くなっているが、りんご、いちごは日本全体より少なくなっている。

### 4. 推計結果の活用

食品ロスを削減するためには、実態を把握した上で食

育の実施により意識の向上を図る必要がある、そのためには食に関する普及啓発教材を作成することが有効と考えられる。そこで、今回の推計結果を活用した食育普及啓発教材を作成し、その教材を用いた学習会を開催していく予定である。

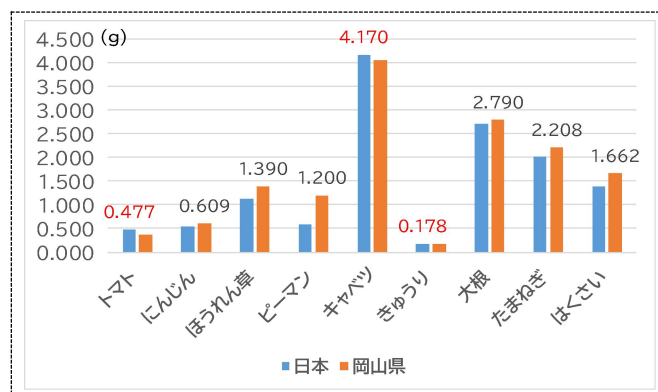


図1 日本全国と岡山県の1人1日当たり野菜ロス量

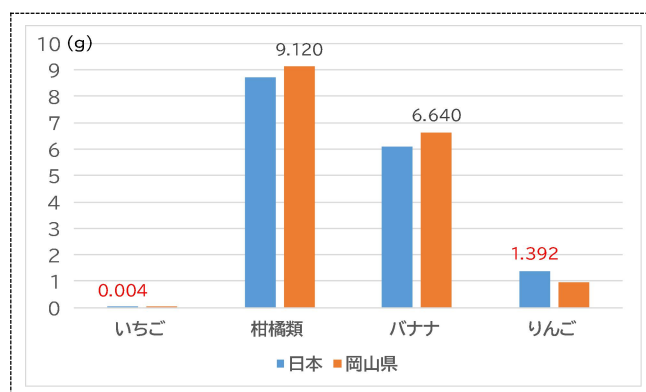


図2 日本全国と岡山県の1人1日当たり果実ロス量

### 参考文献

- 1) 厚生労働省(2018)平成30年国民健康・栄養調査 第一部 栄養素等摂取状況調査の結果
  - 2) 株式会社エミッシュ(2019)日本食品標準成分表2015年版(七訂)に基づく栄養価計算ソフト「楽しく栄養ちゃん」
- キーワード 食品ロス, 地産地消, 食の志向

# 日本と中国における野菜と果物の消費と価格の比較

## Comparison of vegetable and fruit consumption and prices in Japan and China

所属 ○芝浦工業大学 劉凡, 共著者 中口毅博, 王敬慈

### 1. 研究の背景と目的

日本では現在、栄養バランスのとれた食事をしている人の割合は4割ほどしかなく、野菜や果物の摂取量も多くないといわれている。そこで本研究は、日本と中国における野菜と果物の消費と価格の比較し摂取量向上の方策のヒントを得ることで、SDGsの2番目「食」に関する目標の達成に貢献することを目的とする。

### 2. 価格と消費量の推計方法

2018~2020年の中国農業省「家計調査集計」と総務省の「家計調査 家計収支編」に基づき、野菜や果物の品目別平均単価を販売金額を販売量で除して求めた。1人あたり年間消費量と平均単価を為替レートで円換算した上で中国と日本の比較分析を行った。

### 3. 日本と中国の単価の比較

#### 3.1 日本と中国の果物の価格比較

図1により、日本と中国の果物の単価を種類ごとに比較すると、オレンジが日本は441.3円/kgであるのに対し、中国は194.5円/kgとなっている。また、リンゴは日本が431.9円/kgであるのに対し、中国は205.5円/kgであった。

#### 3.2 日本と中国の野菜の価格

図2により、日本と中国の種類の単価を種類ごとに比較すると、ニンジンが日本は295.1円/kgであるのに対し、中国は69.9円/kgとなっている。また、大根は日本が143.8円/kgであるのに対し、中国は41.7円/kgである。

### 4. 果物と野菜の年間消費量の中日比較

日本と中国の農産物消費量を比較すると、果物の1人あたり年間消費量は、日本は35.9kg、中国農村部は21.2kg、中国都市部は54.1kgとなった。野菜の1人あたり年間消費量、日本は81.0kg、中国農村部89.1kg、中国都市部は114.3kgとなった。

### 5. 考察

日本と中国の農産物価格を比較すると、果物の単価が

比較できるものは、りんごとオレンジのみであるが、日本のほうが中国の2倍高くなった。一方野菜の単価を比較すると、比較できるのはだいこんとにんじんのみであるが、日本のほうが中国の3~4倍高くなった。

一方消費量については、中国の都市部に比べて日本は消費量が2/3程度であることから、中国に比べて日本は消費量が少ないことが明らかになった。

キーワード：食生活、栄養バランス、健康

### 参考文献

- 1) 中国農業省 (2020) 2018~2020年家計調査集計 (中国)
- 2) 総務省 (2020) 家計調査 家計収支編 総世帯
- 3) 総務省 (2018) 栄養素等摂取状況調査の結果

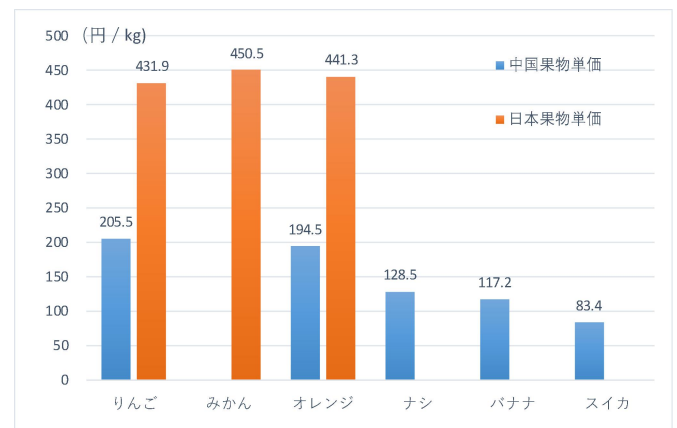


図1 日本と中国果物平均値価格比較

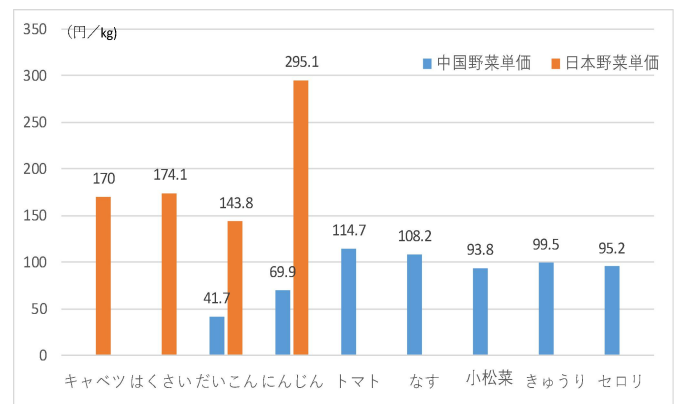


図2 日本と中国野菜平均値価格比較

# Food Waste Prevention Behaviors in China: Differences among Stages and Situations

東京大学大学院 工学系研究科 ○Yinglei WU, Kiyoko KURISU, Kensuke FUKUSHI

## 1. Introduction

Food waste has received growing concerns globally in recent years. Among all the countries, China can become a potential hot-spot of food waste generation in the near future, with a considerable amount of food waste owing to its large population. However, few studies have been conducted about household food waste generation in China so far. Additionally, most of the proposed models to evaluate the influential factors on the food-disposal behavior in previous studies were too simple, which mainly consisted of four or five psychological factors, and difficult to be connected with the prevention countermeasures. Therefore, in this study, we aimed to build a comprehensive framework considering various food disposal behaviors in different situations, including eating at home, eating out, supermarkets and restaurants, and to explore the specific effects of psychological factors and daily behavior routines on the food disposal behaviors.

## 2. Methodology

The research outline is shown in Fig. 1. In this research, we developed four hypothetical models for situations of eating at home, eating out, supermarkets and restaurants. The psychological factors were mainly introduced from the Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1991) for all the models, and possible influential behavior routines for each situation were included in the model, such as shopping planning, overbuying, overordering, doggy-bag provision, and so on. And then the corresponding questionnaires for each situation were designed.

The online questionnaire surveys were conducted for the residents ranging from 20s to 60s in Beijing, Shanghai, and Wuhan, in China, from Sept. 21st to 28th in 2020, and also conducted in Tokyo from Nov. 4th to 6th in 2020 and in Bangkok from Nov. 4th to 11th in 2020 for the comparison purpose. 600 respondents were gained in each city, 3,000 samples in total. As for supermarkets and restaurants, online surveys were conducted for the owners of supermarkets and restaurants located in Beijing, Shanghai and Wuhan, from April 28th to May 13th in 2021, and 150 samples and 162 samples were gained for supermarkets and restaurants,

respectively.

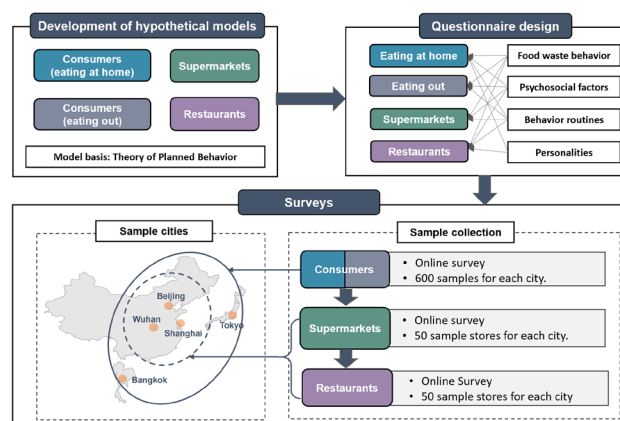


Figure 1. Research Outline

## 3. Results

The results showed that Chinese people significantly wasted food more often than Tokyo and Bangkok people when eating cooked dishes at home, as well as for the situations of eating out. The model-analysis results showed that intention was the strongest influential factor on the food disposal behaviors for situations of eating at home and eating out. The personal norm was the main drivers of intention for eating-at-home situation, while the subjective norm was the strongest predictor for eating out situations. Besides, for restaurants and supermarkets, the influences of behavior routines on food disposal behaviors were stronger than that of psychological factors, and no significant relationship was observed between intention and food disposal behaviors in restaurants.

## Acknowledgement

This study was supported by the Environment Research and Technology Development Fund (S-16-1(1), JPMEERF 16S11601) of the Environmental Restoration and Conservation Agency of Japan.

**Key words:** Food Waste Prevention, Household Food Waste, Psychological Model, Supermarkets, Restaurants

# 中学生のコンポストづくりと食品廃棄物に対する考え方の追跡調査

## A Follow-up Study of the Attitudes of Middle School Students toward Composting and Food Waste

北九州市立大学 ○袁博子, 林昭菲, (特非)あそびとまなび研究所 秋葉祐三子,  
(株)林田産業 持田めぐみ, 和中政嗣, 北九州市立大学 加藤尊秋

### 1. はじめに

日本では、年間約 612 万トンの食品廃棄物が発生しており（農林水産省 2017 年度推定値）、北九州市の家庭 1 世帯あたりでは約 61 kg の食品廃棄物が発生している（2019 年、北九州市役所）。この対策のひとつにコンポスト化がある。本研究では、中学校でのコンポスト作りの体験を通じ、中学生のコンポストや食品廃棄物に対する考え方がどう変化するか、追跡調査した。

### 2. 調査方法

北九州市若松区にある市立洞北中学校（生徒数 570 名）の協力のもとで調査を実施した。コンポスト体験は中学校主導で行われ、コンポスターは 4 台あり、それぞれ容積 0.14m<sup>3</sup> のプラスチック製容器に半分ほど、福岡県産の竹材で作られた基材（(株)林田産業製「竹肥姫」）を入れた。これは、従来の基材よりも維持管理が簡単であり、単一の基材に食品廃棄物を入れてかき混ぜるのみで匂いが出にくい。ここに給食や職員室、家庭で出た食品廃棄物を加えていった。2021 年 7 月 1 日にコンポスト体験開始前の調査を中学生に対して行い、その後 3 回の追跡調査を行った。各調査は、まず生徒各自に調査票に記入してもらい、その内容を参照しながらグループ面接で詳細を尋ねる形とした。調査方法の設計にあたり、小野ほか(2018)を参考とした。

### 3. 調査結果

7 月 1 日の体験前調査では、学校からの全校生徒へのコンポスト体験の呼びかけに応じて集まりに参加した中学生 15 名が質問紙調査に回答した、また、このうちコンポスト体験への参加を明確に予定していた 7 名に対してグループ面接調査を行った。15 名のうち、①食品ロス、および②コンポストという言葉を知っていた人は①7 名、②2 名、これらの言葉を聞いたことあるがよく説明できない生徒は、①4 名、②7 名であった。

7 月 8 日の第 2 回調査では、実際にコンポスト体験を行った 10 名に質問紙およびグループ面接調査を行った。この時点では、コンポストの表面に白いカビ等が発生していた。コンポスト化のために給食の残りを集

めたところ、その量に驚いたという意見が見られた。また、炭水化物や野菜などをコンポストに入れるとよい肥料になりそうとの意見が見られた。1 週間のコンポストの変化については、8 名が予想外であったと答え、その内容は、コンポスト内部温度の上昇、白いカビと虫の発生であった。

7 月 15 日の第 3 回調査では、前週からコンポスト体験を行った 11 名に前回同様の調査を行った。この時点では、コンポスト内に小さな虫の幼虫が多く発生しており、2 台のコンポスターではかなり強い匂いが生じていた。1 週間のコンポストの変化については、8 名が予想外であったと答え、その内容はカビ及び虫の大量発生であった。

7 月 20 日の第 4 回調査では、コンポスト体験を行った 10 名に質問紙調査、うち 8 名にグループ面接を行った。8 名のうち今回の体験全体を通じてコンポスト、食品ロス、食べ物・環境問題についての考え方が変化した人はそれぞれ 7 名、6 名、8 名であった。内容は、給食の食べ残しの量に注意すること、後輩や年下の兄弟に食事の大切さを伝えて食べきれぬ量を盛り付けること、現在の生活の豊かさを認識したこと等であった。

コンポストに関する情報の周囲への広がりについて、体験開始後 3 回の調査すべてに参加した 5 名の結果を見ると、家の人に話した生徒は調査進行とともに 5 名、5 名、2 名、友人・同級生に話した人は 4 名、2 名、1 名と減少していた。今後、熟成期間において堆肥ができ、活用する際の反応などを追跡予定である。

**謝辞** 北九州市立洞北中学校でのコンポスト作り活動を追跡調査する機会を頂きました善家三知代校長先生、および、森本貫介先生に感謝いたします。

### 参考文献

小野和宏、斎藤有吾、松下佳代（2018）PBL を評価する改良版トリプルジャンプにおける「学習としての評価」の要因、京都大学高等教育研究、第 24 号、pp. 35-44.

**キーワード** コンポスト、食品廃棄物、中学生

# 水田土壌中でのヒ素置換型ヒドロキシアパタイト合成によるコメ中ヒ素低減 Reduction of arsenic in rice by synthesizing of arsenic-substituted hydroxyapatite in paddy soil

鹿児島大学大学院 ○中島 常憲、園田 拓哉、古賀 朝陽、高梨 啓和

## 1. 緒言

ヒ素は自然環境中に広く存在する元素であり土壌や水中に天然由来のヒ素が含まれている。そのため、農作物にも影響を与え、特にコメは他の農作物に比べて高い濃度のヒ素が含まれていることが指摘されている<sup>1)</sup>。水田土壌中では、土壌に含まれている鉄酸化物がヒ素を取り込んでいるが<sup>2)</sup>、灌水時など土壌が還元雰囲気となった場合はヒ素が田面水に溶出する。本研究ではその対策法として、安定な水和鉱物の一種であるヒドロキシアパタイト (HAP) を用いて水田土壌中でのヒ素の不溶化を検討した。HAP 結晶中のリン酸イオンとヒ酸イオンがイオン交換しヒ素置換型ヒドロキシアパタイト (As-HAP) を生成することで、土壌中のヒ素が不溶化されると考えられているが<sup>3)</sup>、ヒ素の化学形態の違いや土壌の酸化還元雰囲気がヒ素不溶化に与える影響など明らかにされていない点が多い。本研究では、5価および3価の無機ヒ素であるヒ酸 [As(V)] および亜ヒ酸 [As(III)] の共存下で As-HAP を合成することで、As(V) および As(III) の不溶化機構を考察した。

## 2. 実験

As(V)イオンまたは As(III)イオンを含む水相中で、水酸化カルシウムとリン酸水素二ナトリウムを反応させ As-HAP を合成し、水相中のヒ素濃度の減少を水素化物発生原子吸光法 (HG-AAS) により測定し、ヒ素不溶化率 (%) を算出した。このとき、HAP 単位構造中の P/Ca モル比は 0.6 であることを考慮して、As-HAP 合成時に HAP 構造中のリン酸イオンとヒ酸イオンの置換が促進されるように、P/Ca=0.6 だけでなく P/Ca=0.3 となるように P の添加量を調整した。合成実験にて生成した固相の鉱物組成を X 線回折法 (XRD) により分析した。

## 3. 結果と考察

まず、As(V)を含む水溶液中で As-HAP の合成を行い、As(V)の不溶化について検討を行った。合成時の P/Ca モル比 0.6 の場合、As(V)不溶化率は、16.5%と低かったが、P/Ca モル比 0.3 の場合、不溶化率は、ほぼ 100%となりすべての As(V)が不溶化した。また、得られた固相を濾別し XRD により分析したところ、図 1 のように、

P/Ca=0.6 および 0.3 どちらの条件でも HAP に由来するピークが観測された。また、As(V)を含む水相に水酸化カルシウムのみを添加したところ (P/Ca=0 と表記)、水相の As(V)はほぼ 100%不溶化され、得られた固相中では、ヒ酸カルシウムの生成を確認した。

上記の実験で得られた各固相を pH3~12 の溶液で処理し、どの pH 域で固相から As が放出されるか検討した。P/Ca=0.6 で得た固相からは pH7 以下の領域で、P/Ca=0.3 で得た固相からは pH9 以下の領域で、P/Ca=0 で得た固相からは pH10 以下の領域で固相から As が放出されることを確認した。この結果より、P/Ca=0.6 の条件では、主に As-HAP を形成し As(V)が不溶化されており、HAP 生成反応の当量からリン酸イオン添加量を半減した P/Ca=0.3 の条件では、As-HAP の生成量が増加すると同時に、一部難溶性のヒ酸カルシウムとして不溶化されている As(V)が存在すると考えられる。

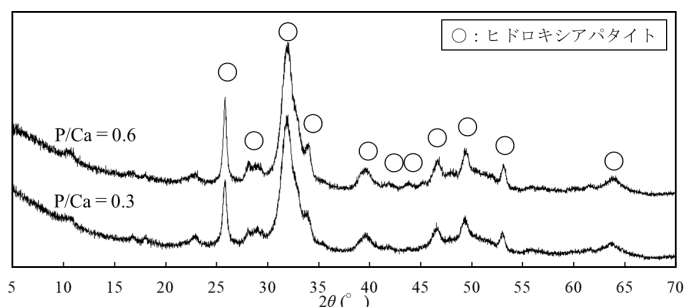


図 1 ヒ素置換型ヒドロキシアパタイト合成実験により得た固相の XRD 分析

## 参考文献

- 1) 農研機構, コメのヒ素低減のための栽培管理技術導入マニュアル, [https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/) (2021年7月2日閲覧).
- 2) 広城吉成ら (2008), 地下水学会誌, 50 (1), 25 - 32.
- 3) S.Monika et.al. (2015), *Ceramics International*, 41, 9203-9231.

キーワード: ヒ素、ヒドロキシアパタイト、有害重金属不溶化技術

# 中国における銅リサイクルおよび対策技術導入による製錬由来水銀排出量の削減効果 Reduction of mercury emissions from copper smelting through recycling and introducing countermeasure technology in China

立命館大学 ○山本涼太, 橋本征二

## 1. はじめに

銅は重要な資源の一つであるが、銅の製錬工程では微量の水銀が大気に排出される。銅鉱石に含まれる水銀の排出を減らすためには、銅のリサイクルを推進するとともに、水銀排出に関する対策技術を導入することも有効である。本研究では、将来の銅の需要量の変化に伴い中国における製錬由来の水銀排出量がどのように変化するかを推計し、銅のリサイクルや水銀大気排出対策技術の導入による削減効果を評価した。

## 2. 方法

### 2.1. 銅の動的 MFA

本研究では、以下の式を用いて 2021~2050 年の銅の需要量の推計を行なった。

$$I_t = S_t - S_{t-1} + O_t \quad (1)$$

ここで、 $I_t$ は $t$ 年での銅の投入量(=需要量)(t)、 $S_t$ は $t$ 年末での銅のストック量(t)、 $O_t$ は $t$ 年での銅の廃棄量(t)である。2021~2050 年の銅のストック量 $S_t$ については、Hatayama からの推計手法を用いた。将来の銅ストック量の推計では飽和値を設定する必要があるが、中国は発展途上にあることから、先進 9 カ国の飽和値を参考に、その(A)平均値、(B)最大値、(C)最小値を用いるシナリオを設定した。

なお、計算過程に必要な銅ストック量は、1960~2014 年については Maung からの推計値を用い、2015~2020 年については独自に推計を行った。

### 2.2. 銅製錬由来の水銀大気排出量の推計

2.1 で推計された銅需要量に基づき、以下の式を用いて 2050 年までの水銀大気排出量を推計した。

$$E_t = (I_t + T_t) \times (1 - R_t) \times C_t \times d_t \times (1 - r_t) \quad (2)$$

ここで、 $E_t$ は $t$ 年における水銀大気排出量(g-Hg/year)、 $I_t$ は $t$ 年における銅の需要量(t/year)、 $T_t$ は $t$ 年における電気銅の純輸出量(輸出量-輸入量)(t/year)、 $R_t$ は $t$ 年における銅のリサイクル率(-)、 $C_t$ は $t$ 年における電気銅 1t の生産に用いられる銅精鉱量(t/t)、 $d_t$ は $t$ 年での銅鉱石中の水銀含有量(g-Hg/t)、 $r_t$ は $t$ 年における大気排出水銀の除去率(-)である。

銅リサイクルと水銀排出対策技術の有効性を評価す

るために、 $R_t$ と $r_t$ が(I) 2050 年まで変化しない、(II)  $R_t$ のみ上昇、(III)  $r_t$ のみ上昇、(IV)  $R_t$ と $r_t$ がともに上昇するケースについて水銀排出量を推計した。

## 3. 結果と考察

2050 年の中国における銅ストック量はシナリオ A、B、C それぞれ約 339Mt、約 481Mt、約 212Mt と推計された。また同年の中国における銅需要量はそれぞれ約 12.0Mt、約 17.6Mt、約 7.69Mt と推計された。

シナリオ A における銅製錬由来水銀大気排出量の推計結果を図 1 に示す。I~IV いずれのケースにおいても、2050 年の推計値は 2022 年の値と比べて減少した。またシナリオ II 及び III の水銀大気排出量は、それぞれシナリオ I に対して 38.9%減、99.6%減と推計された。銅のリサイクルによって水銀排出を削減できるが、BAT である水銀排出削減技術の導入による削減効果がより大きいことが示唆された。

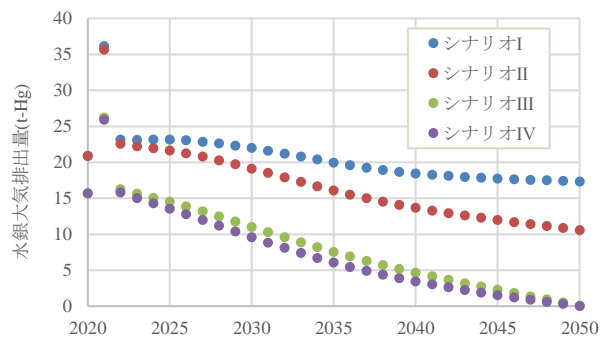


図 1. シナリオ A での水銀大気排出量推計結果

## 参考文献

- 1) Hatayama, H. et al. (2010) Outlook of the world steel cycle based on the stock and flow dynamics, Environ. Sci. Technol., 44, 6457-6463
- 2) Maung, K.N. et al. (2017) Assessment of the secondary copper reserves of nations, Environ. Sci. Technol., 51, 3824-3832

キーワード 動的マテリアルフロー分析, シナリオ分析, 排出係数, 非鉄金属, 二次資源

# 排水処理故障リスクモデルを用いた設備運転方案の策定

## Operational consideration in wastewater treatment using a failure risk model calculation

栗田工業 ○西村総介, 東洋大学・情報連携学部 後藤尚弘, 花木啓祐

### 1. はじめに

UASB/EGSB型嫌気性排水処理法は、急激な負荷上昇に対して自己造粒汚泥（グラニュール）の流出リスクがあることが知られている。省エネルギーやメタンガス回収というメリットを生かしつつ、汚泥流出などの故障を起こさないための、運転方案の工夫が求められる。

### 2. 研究方法

嫌気処理（UASB）＋活性汚泥（AS）と、追加増設された担体式好気処理（MBBR）の2系統が並列運転され、排水の配分比率が変更可能である設備からなる飲料排水処理場を対象として、省エネルギーと故障リスクのトレードオフを比較検討できる数理モデルの作成を試みた。エネルギー消費量の計算は、筆者らによる「技術知識集積型 MFCA モデル<sup>2)</sup>」を用い、新たにそこに故障リスクの計算機能を追加した。故障リスクの評価方法として FMEA 手法<sup>3)</sup>を用いることとし、設計知見者と運転管理者の合意によるリスク評価を行った。

### 3. 結果

#### 3.1. 故障リスクモデル

嫌気性 UASB 装置と好気性 MBBR 装置について、処理水 COD 悪化や SS 流出など 9 項目の故障モードについて評価を行った。設計負荷範囲内において故障リスクが流入 BOD 負荷の日増加量（kg-BOD・day<sup>-2</sup>）で定まると仮定し、リスク優先数（RPN）＝ 影響度×故障頻度×潜在性（発見の困難さ）を評価した集計結果を図 1 に示した。調査対象装置固有の結果として、BOD 日増加量が 500（設計値の 17%）を超えない運転が比較的低リスクであると合意された。

#### 3.2. エネルギー消費量

実際の一年間の運転データを元に、嫌気処理＋AS 系への BOD 日増加量に制限を設けた場合の電力消費を、図 2 に示した。

#### 3.3. 実際の運転実績と改善課題

同期間の嫌気処理＋AS 系への BOD 日増加量が 500kg・day<sup>-2</sup>を超えた日数は一年間で 41 日であり、相応

の故障リスクがあると考えられた。排水のうち嫌気処理に配分された BOD 負荷は全体の 51%であった。これを 80%まで高めたうえで、BOD 日増加量が 500kg・day<sup>-2</sup>を超えない運転が可能であることが、別途行った負荷変動シミュレーションで示された。負荷調整の自動化等の導入による故障リスクの低減と、さらなる省エネの可能性が示唆された。

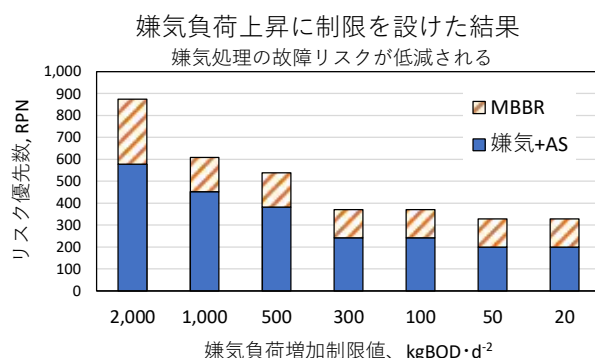


図 1 故障リスクモデルによる計算結果

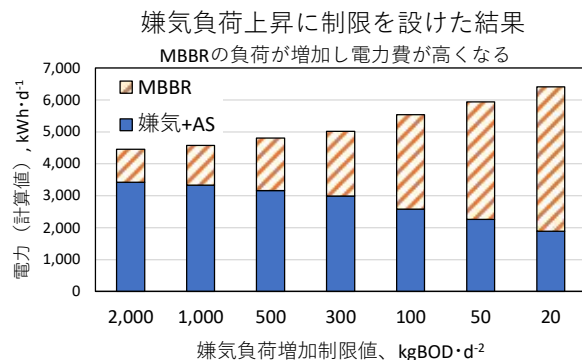


図 2 処理場全体のエネルギー消費計算結果

### 参考文献

- 1) 依田・西村 (1997) UASB におけるグラニュール汚泥の浮上流出現象とその防止対策, 用水と廃水, 39, 32-40
- 2) Nishimura, Ohtsuki, Goto, and Hanaki (2021) Technical-knowledge-integrated MFCA model for energy reduction in industrial wastewater treatment, *Cleaner Environmental Systems*, 3, 100043
- 3) McDermott, Mikulak, and Beauregard, 原田訳 (2010) FMEA の基礎【第 2 版】, 日本規格協会

キーワード 廃水処理, 脱炭素社会, 自動制御



# 高光合成植物ケナフを用いた二酸化炭素深海貯蔵 Storage of CO<sub>2</sub> at the Deep Sea by High-photosynthetic Plant, Kenaf

鹿児島大学農学部 ○志水勝好, 水産学部 小針 統, 水産学部 幅野明正, 水産学部 中村啓彦,  
筑波大学生命環境系 内海真生, 鹿児島大学農学部 千村 涼

## 1. 緒言

地球温暖化の主な原因として、大気中の温室効果ガスの増加が挙げられる。温室効果ガスの中で CO<sub>2</sub> は、石炭や石油の消費により大気中に大量に放出され、地球温暖化を進行させる大きな原因となっている<sup>1)</sup>。この問題への対策として、CO<sub>2</sub> 排出量を減らす取り組みが世界各国で行われている。例えばガソリンやディーゼル車からハイブリッド車、電気自動車への買替え、節電、石油・石炭発電から再生可能エネルギー発電への転換が挙げられる。しかしこれらの取り組みで、CO<sub>2</sub> 排出量は減少するが、これまで大量に空気中へ排出されてきた CO<sub>2</sub> の絶対量は低下せず、CO<sub>2</sub> 濃度は低下していかない。つまり空気中の CO<sub>2</sub> を除去しなければ、今後現在以上の地球温暖化の進行を招き、現在の気候ですら維持することができない。そのため大気から CO<sub>2</sub> を取り除き、CO<sub>2</sub> 濃度を低下させることが急務である。

空気中の CO<sub>2</sub> 濃度を低下させる手段として、植物の光合成による空気中の CO<sub>2</sub> 除去が最も廉価かつ簡便な方法である。そこで効率良く CO<sub>2</sub> を固定できる植物、高い光合成能力を持つ植物を調査したところ、繊維作物であるケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) に注目した。ケナフは熱帯から温帯にかけて広い範囲での栽培が可能である<sup>2)</sup>。光合成能力の高いケナフにより空気中の CO<sub>2</sub> を固定し、深海に貯蔵することにより空気中の CO<sub>2</sub> 濃度低下の可能性を明らかにすることを試みた。

## 2. 実験材料および方法

実験には 2018 年に鹿児島大学附属農場で栽培・収穫したケナフを用いた。ケナフの主茎を 30cm 程度に切断し、送風定温恒温器を用いて 80℃ で 2 日間乾燥させ乾物重を測定した。それらを 5 本ずつ網袋(種籾消毒袋)に入れ、10 袋用意した。深海係留装置の金枠にこれらの網袋を固縛し、2019 年 6 月に沖縄県近くの東シナ海 (N27° 02. 634' E125° 56. 632') に鹿児島大学附属練習船「かごしま丸」から水深 606m で貯留した。2020 年 7 月、9 月に回収し、網袋ごとビニル袋に密封し練習船内の冷蔵庫(4℃)で保管した。それらを鹿児島大学にて、無作為に取り出した一部のケナフ茎の韌皮

組織および木部組織を双眼実体顕微鏡(EM-30, メイジテクノ株式会社)で観察した。観察後、韌皮組織、木部組織の表面を約 1 cm×1 cm ずつ採取した。これらを蒸留水により超音波洗浄機(NS-300, 株式会社 日本精機製作所)内で 10 分の洗浄を 3 回行なった。その後送風定温恒温器で 2 日間乾燥させた。そして低真空走査電子顕微鏡(FEI Quanta 400, Philips)により表面の様子を観察した。

サンプルで顕微鏡観察に使用しなかったものを送風定温恒温器内で 80℃ で 2 日間乾燥し乾物重を測定した。そして深海係留前の乾物重と比較し深海貯蔵による影響を調査した。

## 3. 結果および考察

ケナフの茎は深海貯蔵前後で乾物中に差は見られなかった。走査電子顕微鏡を用いた観察で、深海貯蔵によって韌皮組織、木部組織の繊維表面が裂けていた。これは海水により軟弱になった組織に水流の影響で裂けたか、深海中の生物によるものが考えられた。しかし生物による食害の形跡は観察されず、かつ深海貯蔵前後で乾物重に差は見られなかったことから、生物による食害・分解は行われていないものと考えられた。

以上のことから、ケナフによる CO<sub>2</sub> の深海貯蔵の可能性が明らかとなった。

今後は 1 年以上の期間、更に深い深度での貯蔵により、貯蔵ケナフの変化、深海生態系への影響を調査し、ケナフによる CO<sub>2</sub> 貯蔵の可能性・有効性を明らかにする予定である。

## 参考文献

- 1) 環境省 (2014) IPCC 第 5 次評価報告書の概要-第 1 作業部会(自然科学的根拠)[Online]  
[https://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5\\_wg1\\_overview\\_presentation.pdf](https://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg1_overview_presentation.pdf) (2021 年 6 月 14 日確認)
- 2) 稲垣 寛 (2002) ケナフ: 環境と繊維資源植物として, 高分子, 51(8), 597-602

キーワード ケナフ, 光合成, 深海貯蔵

# 家庭用暖房エネルギー源の木質ペレット代替による環境影響評価

## Environmental impact assessment from the use of wood pellets as an alternative energy source for household heating

大阪大学大学院工学研究科 ○西原乃里子, DOS MUCHANGOS Leticia, 伊藤理彩, 東海明宏

### 1. 背景と目的

脱炭素社会を目的として、再生可能エネルギーの導入や、環境省の地域循環共生圏構想によるエネルギーの地産地消が推進されている。しかし、新しいエネルギーシステムを導入する際は、温室効果ガス削減効果や大気汚染物質の排出量の変化を算出し、環境影響を評価する必要がある。これまでに木質バイオマスエネルギーを導入した場合の環境影響評価<sup>1)2)</sup>は行われてきたが、結果が地域性に依存するケースが多い。一方、木質バイオマス燃料は熱効率がいため、暖房など広い地域で熱利用されるのが一般的である。そこで本研究では、日本全体の家庭を対象として暖房用エネルギー源を木質バイオマス燃料に代替した場合の環境影響をライフサイクルの視点で評価を行い、1 MJ 生産あたりの温室効果ガス (GHG) 削減効果や大気汚染物質排出量を定量化することを目的とした。また、それらによる健康リスクへの影響の評価も行った。

### 2. 方法

本研究では Life Cycle Assessment (LCA) 手法を用いた。本研究のシステム境界は原料の調達から使用までとし、機能単位は 1 MJ、Simapro8 (TCO2 株式)と、インベントリデータベースの IDEAv2 (TCO2 株式)を使用した。日本の家庭における暖房用エネルギー源には主に都市ガス・LPG・灯油・電力が用いられているため、現状における GHG と大気汚染物質排出量は各燃料の使用量の割合の平均値<sup>3)</sup>から求めた。木質燃料を導入する場合は、電力は将来的にも変わらず使用されると仮定し、それ以外の燃料と代替すると仮定して算出した。健康リスクに関しては、IDEAv2 データベースに掲載されている LIME2<sup>4)</sup>の被害評価係数を用いて障害調整生存年 (DALY) を算出した。

### 3. 結果と考察

代替後は GHG について、CO<sub>2</sub>は 55%、CH<sub>4</sub>は 95%削減される結果が得られた (図 1)。木質燃料は燃焼時に排出される CO<sub>2</sub>は元々大気中存在していた CO<sub>2</sub>である為、燃料使用時における CO<sub>2</sub>排出量がゼロと設定し

ている事が CO<sub>2</sub>削減に繋がったと考えられる。CH<sub>4</sub>は各燃料の主成分の違いが関係していると考えられる。大気汚染物質については、NO<sub>x</sub>は 1.5 倍、PM<sub>2.5</sub>は 6 倍、SO<sub>x</sub>は 167 倍という結果になった。燃料使用過程における排出量が大きく関係していたが、これは LCA を行う際に木質燃料のみ暖房機器からの排出量も含まれている為だと考えられる。

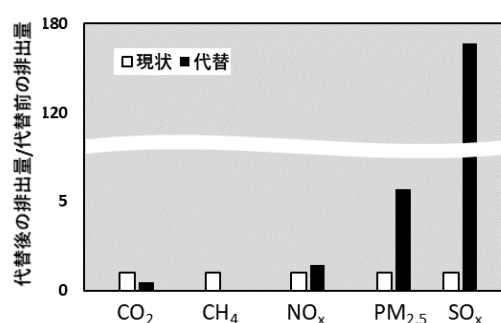


図 1 GHG と大気汚染物質の排出量比較

GHG と大気汚染物質排出量から DALY を算出すると、現状に比べて約 3.5 倍の  $1.13 \times 10^{-7}$  [MJ] となった。GHG 削減量に対し大気汚染物質の排出量増加が大きかった為 DALY の増加に繋がった。大気汚染は呼吸器疾患などの健康に影響を及ぼすリスクがある為、対策の必要性がいえる。

### 4. 結論

家庭の暖房エネルギー源を現状から木質燃料に代替すると GHG 削減効果はあるが、大気汚染物質が増加した。脱炭素化を目指す一方、大気汚染物質の排出量削減が課題となる。

### 参考文献

- 1)古俣寛隆, 折橋健, 石川佳生, 一重喬一郎, 服部順昭 (2010) 北海道産木質ペレットのライフサイクルアセスメントによる環境影響評価
- 2)加用千裕, 大慈彌亮太, 岩岡正博, 安田幸治 (2016) 木質バイオマス地域熱供給システムの温室効果ガス排出削減効果 - 岩手県紫波町を対象として -
- 3)一般社団法人 日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット (2019) 「EDMC/エネルギー・経済統計要覧」, 太陽印刷工業(株), p.101
- 4)伊坪徳宏ら (2010) LIME2-意思決定を支援する環境影響評価手法, 社団法人産業環境管理協会

キーワード 温室効果ガス削減, 木質バイオマスエネルギー, ライフサイクルアセスメント

## 離島における再生可能エネルギー電力拡大の経済波及効果：長崎県対馬市を事例として Spillover effect of renewable energy power expansion in remote islands: A case study of Tsushima

東洋大学 ○松本健一，大阪大学 松村悠子

### 1. 背景・目的

持続可能・脱炭素社会の実現に向け、離島においても再生可能エネルギー（再エネ）の導入拡大が急務である。しかし、本土と電力の系統連系がない離島で再エネの導入を拡大するには蓄電池の増設が不可欠であり、その導入効果を明示することが重要である。本研究では、長崎県対馬市を対象として、離島における再エネ電力（蓄電池含む）拡大による経済波及効果と雇用効果を分析する。

### 2. 研究手法

本研究では、産業連関分析により再エネ（太陽光・風力発電に加え蓄電池も含む）拡大の経済波及効果を分析した。本研究の元となる対馬市の産業連関表として、文献1が提供する産業連関表（2015年・38部門）を利用した。しかし、同表は再エネ関連部門が分割されていないため、文献2や国の産業連関表を用いて関連部門を分割した再エネ分析用産業連関表（50部門）を作成した。

次に、対馬における再エネの導入量を設定するために3つのシナリオを構築した。シナリオ1は、対馬における2011～17年の太陽光・風力発電による発電量の増加に基づくものである。シナリオ2は、文献3に基づくものである。具体的には、対馬における両発電の2030年のシェアが同文献で示されるシェアになるものと想定し、2017～30年に発電量が線形に増加するものとした。シナリオ3はシナリオ2と類似しているが、文献4のSustainable Development Scenarioで想定される日本での両発電の2030年のシェアを利用したものである。蓄電池については、いずれのシナリオでも現状の再エネと蓄電池の設備容量の比率に応じて導入されるものと仮定した。表1に各シナリオにおける再エネの設備容量と発電量の増加量（年間）を示す。なお、再エネ発電が増加しても総発電量は変化しないものとするため、火力発電による発電量が相当分、減少するものとした。

次に、経済波及効果と雇用効果を分析するために、各シナリオにおける設備容量と発電量の増加による最終需要の増加を計算した。本研究では、太陽光・風力・蓄電池の建設コストをそれぞれ28.3・29.7・35万円/kW、電力単価を22円/kWhとした。

表1 分析シナリオ

		設備容量 (kW)	発電量 (MWh)
シナリオ1	太陽光	1258.5	1433.2
	風力	50.0	87.6
	蓄電池	479.6	—
シナリオ2	太陽光	299.6	341.2
	風力	30.1	52.8
	蓄電池	120.9	—
シナリオ3	太陽光	680.9	775.4
	風力	343.0	600.9
	蓄電池	375.3	—

### 3. 結果

分析結果は表2のとおりである。経済波及効果および雇用効果は再エネの導入量が大きくなるほど大きくなる。本研究で想定したシナリオの下での対馬島内における再エネの経済効果は、経済波及効果は域内総生産の0.15～0.58%、雇用効果は0.039～0.15%であった。

表2 経済波及効果と雇用効果（年間）

	波及効果 (百万円)	雇用効果 (人)
シナリオ1	578.6 [647.5]	22.7 [31.1]
シナリオ2	146.3 [164.2]	5.7 [19.3]
シナリオ3	461.3 [524.3]	17.8 [27.7]

注：最初の値は対馬島内、カッコ内は対馬島外の効果を示す。

### 4. 結論

本研究より、長崎県対馬市での再エネ発電導入による経済効果は146.3～578.6（百万円/年）、雇用効果は5.7～22.7（人/年）と推計され、対馬市の2011～2017年の増加量に基づいたシナリオの効果が最も高いことが明らかとなった。今後は、バイオマス等による熱利用や輸送分野での再エネ導入効果についても分析を拡張する。

### 参考文献

- 1) 価値総合研究所（2020）地域経済循環分析用データ。
- 2) 次世代科学技術経済分析研究所（2020）拡張産業連関表，<http://www.f.waseda.jp/washizu/table.html>。
- 3) 経済産業省（2015）長期エネルギー需給見通し。
- 4) International Energy Outlook (2020) World Energy Outlook 2020, IEA Publications, 461p.

キーワード 離島，対馬，再生可能エネルギー，蓄電池，産業連関分析

# 住居動態からみた CO<sub>2</sub> ネットゼロシナリオ実現にむけた対策の検討

## Examination for CO<sub>2</sub> Net Zero Scenario from Housing Dynamics

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター ○河瀬 玲奈, 一瀬 護

### 1. はじめに

住居は耐用年数が長く、設備がロックインしてしまうため、早期の対策が必要である。CO<sub>2</sub> ネットゼロ社会実現に向けた住宅に対する対策としては、電化率と省エネルギーレベルの向上が挙げられる。本研究は、滋賀県における住居の動態を推計することで、CO<sub>2</sub> ネットゼロ社会実現にむけた住宅に関する対策の在り方の検討を行うことを目的とする。

### 2. 方法

推計の対象とする住居は、居住有と空き家のうち用途が「その他」以外の一次的に居住無となっている空き家の合計とし、これを利用可能な住居と称する。住居は、建て方（戸建、集合）、構造（木造、非木造）、10年刻みの建築年代別に分類する。減耗量はワイブル分布もしくは一定数量を想定し、2000年以前に建築された住居については、各年代の新規建築戸数と残存するストック数との関係から関数のパラメータを推計し、利用可能な住居の報告値と推計値の誤差が最小となる関数形およびパラメータを選択した。2001年以降に建築された住居については、1990年代に建築された各分類のパラメータを参考に、減耗率はワイブル分布を想定した。

将来推計は、1)対策無（現状の改修率の維持）と2)対策有（耐震構造や省エネルギーレベルが低い1980年以前築の住宅の建替・改修を促進+2001年以降築の住居に適切なメンテナンスを行い長寿命化）の二つのケースにて行う。オール電化への改修は、単独で行われる可能性もあるが、太陽光設備の設置もしくは断熱性能の向上を目的とした改修工事と同時にされると想定する。

### 3. 結果と考察

2050年の利用可能な住居ストックの築年代別構成は、2020年以前築のシェアが対策無ケースでは52%となる（図1上）。対策有ケースではこれが48%となり、さらに1990年代以前築のシェアは、対策無ケースと比較して7%少なくなる。

ストックにおけるオール電化シェアの変化率が現状にて継続すると2050年のオール電化率は42%である。対策無ケースでは、2021年以降の全ての新規建築分およ

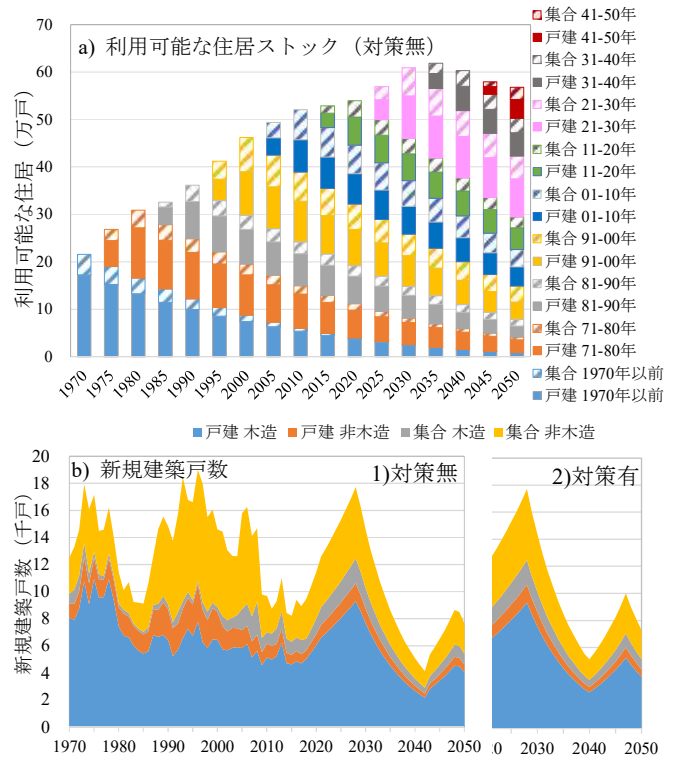


図1 住居の推移（上：ストック，下：新規建築）

び既存住居ストックの改修工事(2000年以前築の既存住居ストックの改修率の最低レベルを想定)すべてで同時にオール電化への改修が行われるとすると、2050年の利用可能な住居ストックのオール電化シェアは63%となる。対策有ケースにおいて、最大の改修率を見込んでも76%である。県のCO<sub>2</sub> ネットゼロシナリオの試算では、家庭部門のエネルギー供給は、ほぼ100%電力を想定しているが、新規建築および既存ストック改修時の電化率の向上および加速促進対策が必要となる。

新規建築戸数の推移をみると（図1下）、2025~2030年に大きなピークが、2045~2050年にやや小さめのピークが発生する。対策有ケースの2045年前後の新規建築戸数は、対策無ケースと比較して1.3~1.5倍多く、ピークは1年早まる。既存ストックよりも新築への対策導入の方が容易であることから、ロックインを避けるためにも、前半のピークにおいて、戸建・木造住居への対策強化が有効である。

キーワード CO<sub>2</sub> ネットゼロ, ロックイン, 住居

## 資源循環およびエネルギーの効率的な地域システムに関する研究 Research on efficient regional systems for resource recycling and energy

北九州市立大学 ○藤山 淳史

### 1. はじめに

エコタウンの研究に取り組んだことがきっかけで、廃棄物や循環資源を対象とした研究に取り組むようになり、バイオマスや最終処分場、地域における廃棄物処理システムへと対象を広げ、単なる廃棄物としての処理という側面だけではなく、そこからエネルギーを回収し、社会のシステムとして持続的な利用が可能な仕組み作りの研究に取り組んできた。その過程で、定量化が難しい社会面の評価や合意形成に関する研究にも取り組むとともに、最適化やシミュレーション、シナリオ解析をベースに調査研究活動を行ってきた。ここでは、その研究の一端を紹介する。

### 2. これまでの研究内容：資源循環分野

第2次循環型社会形成推進基本計画において、循環型社会形成の柱の一つとして提示された「地域循環圏」の概念を具現化することを目的に、品目・地域特性を考慮した資源循環の最適な循環スケールを議論するためのモデル<sup>1)</sup>を構築した。具体的には、循環資源が発生する際の発生密度、収集運搬工程の輸送効率、中間処理施設のスケールファクターを支配パラメータとして設定した循環資源の最適空間規模を導出するためのモデルを構築した。このモデルを構築する過程では、容器包装や産業廃棄物、廃PETを対象として、線形計画法における輸送問題を解くことで現状との乖離を示すことで、削減の余地があることを定量的に示した<sup>2), 3)</sup>。加えて、重力モデルや数量化理論を用いて、資源循環の循環スケールを決定づけている要因についても分析を行ってきた。

また、昨今では喫緊の課題の一つである廃プラを対象として、詳細な解像度（地域レベル）で廃プラのフローを把握するべく、行政報告データ（産業廃棄物多量排出事業者実施状況報告書、産業廃棄物管理交付等状況報告書、電子マニフェスト登録等状況報告書、産業廃棄物処理業による実績報告）を活用した物質フローの推計に関する研究も行っている。具体的には、前述の個票データをボトムアップ的に積み上げることで、廃プラの排出から処理、処分までのフローの推計を行っている。これにより、製品寿命関数や地域按分指標を用いない、より実態に即したMFA推計手法を開発した。

### 3. これまでの研究内容：エネルギー分野

エネルギーシステムの強靱化と低炭素化を指向して、再生可能エネルギーの導入促進が求められるなか、分散型電源であり、かつ、安定供給可能な廃棄物発電の果たす役割は大きくなることが期待されている。このような背景のもの、廃棄物発電のネットワーク化と小売事業化について分析<sup>4)</sup>を行った。具体的には、北九州市内の3つの清掃工場を対象として、それぞれの清掃工場を「ネットワーク化した場合」と「ネットワーク化と小売事業化を同時に行った場合」を想定し、現状と比較した。さらに、効果的な運用を図るために、整数計画問題を用いて、運転スケジュールの最適化についても分析した。その結果、ネットワーク化、小売事業化を行うことで、地域内事業収支が向上するとともに、CO<sub>2</sub>排出量の削減にも寄与することを示した。また、点検スケジュールの最適化を図ることで、その効果をさらに向上させることが可能となることを示した。

### 4. おわりに

昨今、様々な分野において情報通信技術の導入に向けた動きが加速しており、資源循環やエネルギーの分野においても例外ではない。既にこれらの分野を対象に、情報通信技術の導入に向けた研究にも取り組んでおり、情報通信技術を活用した更なる効率的な地域システムの構築に研究面から貢献していきたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 藤山 淳史, 松本 亨, 地域特性および品目特性を考慮した資源循環の最適空間規模導出モデルの提案, 土木学会論文集 G (環境), 68, II\_127-II\_138, 2012.
- 2) 藤山 淳史, 松本 亨, 容器包装を対象とした循環資源の広域移動に関する構造分析, 環境科学会誌, 24, 103-113, 2011.
- 3) 藤山 淳史, 松本 亨, 産業廃棄物及び廃PETボトルを対象とした循環圏に関する要因分析, 環境科学会誌, 23, 115-125, 2010.
- 4) 林 直樹, 藤山 淳史, 松本 亨, 廃棄物発電のネットワーク化・小売事業化の効果と最適スケジュールリングに関する研究, 土木学会論文集 G (環境), 75, II\_69-II\_76, 2019.

キーワード 環境システム工学, 環境政策, 環境マネジメント

# 蓄電システムを考慮した都市スケール最適電源構成モデルの構築

## Development of urban scale optimal power supply-demand model considering energy storage systems

北九州市立大学 ○松崎耀, 藤山淳史, 松本 亨

### 1. はじめに

再生可能エネルギーの普及拡大を図ることを目的に、再生可能エネルギーと蓄電システムを組み合わせた分散型エネルギーシステムの構築に向けた動きがある。著者らは先行研究<sup>1),2)</sup>において、北九州市を対象に、エネルギー需要量と、再生可能エネルギーの最大供給可能量を推計した上で、二酸化炭素排出量（以下、CO<sub>2</sub>）と総コストが最小となる場合の再生可能エネルギーの導入ポテンシャル量を推計した。しかし、再生可能エネルギー供給量が電力需要量を上回る時間帯については蓄電や系統への売電、いずれについてもモデルの中で扱っていないという問題を抱えていた。そこで、本研究では、先行研究において構築したモデルをベースに、電力需給調整機能としての蓄電システムを付加することで、電力の貯蔵と時間融通を可能とするモデルへの拡張を試みた。

### 2. 分析方法

本研究の分析フレームを図-1に示す。対象地域は先行研究と同様に、北九州市とした。供給可能量については、風力および日射量の天候や時間帯、季節による変動を考慮するため、環境省の1時間ごとの風速と日射量データを用いて、陸上風力と洋上風力、太陽光発電の時間帯別の供給可能量を1時間ごとに推計した。エネルギーの需要量については、民生部門では家庭部門と業務部門を、産業部門では製造部門のみを対象とした。

蓄電システムに関しては、1時間ごとに推計した電力需要量と再生可能エネルギーの供給可能量から、余剰電力が発生し、蓄電システムの容量に空きがある場合には蓄電システムに蓄電するように、また、必要な需要量を満たさない場合には蓄電システムから供給し、それでも足りない場合には、系統電力から賄われるように設定した。

推計したデータをもとに、時間別のエネルギー需要量と再生可能エネルギーの供給可能量を用いて、環境面としてのCO<sub>2</sub>排出量と経済面としてのコストがそれぞれ最小となる場合の再生可能エネルギーの最大供給可能量を推計した。その際、蓄電システムの容量につ

いては、0.01PJから0.1PJの範囲の中で複数の規模を設定し、その規模毎に解析を行った。

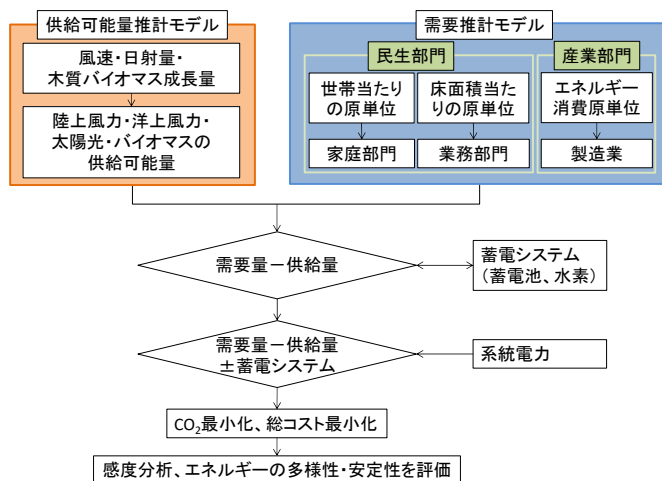


図-1 分析フレーム

### 3. まとめ

蓄電システムの容量については、0.01PJ~0.1PJの範囲の中で複数の規模を設定し、その規模毎に解析を行った。その結果、CO<sub>2</sub>排出量を最小にした場合においても、総費用を最小にした場合においても、蓄電システムの容量が大きくなるにつれ、系統電力からの買電量が少なくなる傾向を確認した。

### 参考文献

- 1) 松崎耀, 藤山淳史, 松本亨: 都市レベルエネルギーマネジメントのための最適化モデルの構築と北九州市への適用, 2019年度(令和元年度)土木学会西部支部研究発表会, 九州大学
- 2) 松崎耀, 藤山淳史, 松本亨: 産業都市のエネルギーマネジメントのための最適電源構成モデルの構築, 土木学会論文集 G, Vol.76, No.6, pp II\_189-II\_197, 2020.10

キーワード 再生可能エネルギー, 蓄電システム, 最適化

# コロナ禍のテレワークによる通勤由来 CO<sub>2</sub> 排出量低減効果の推定

## Estimating the effect of reducing commuting-derived CO<sub>2</sub> emissions through telework in the COVID-19 situation.

東洋大学 ○青木えり, 平松あい, 花木啓祐

### 1. はじめに

ICTによる新たな生活様式として、コロナ禍を契機に半ば強制的に導入されたテレワークであるが、この時期を生活様式の変容の最大可能性と捉えることができる。本研究では、特に勤務先と通勤方法や頻度の変更に着目してテレワークの状況を調査し、それによって達成される通勤由来の CO<sub>2</sub> 排出低減量を推定した。

### 2. アンケート調査と推定方法

東京 23 区と栃木県に勤務するテレワーク経験者（以下、テレワーカー）を対象に、2020 年 4-6 月、11 月をコロナ禍中のテレワーク最多時期（以下、最多時期）、2020 年 1 月を流行前の状態とし、それぞれ典型的な 1 週間の勤務場所別（本来の勤務場所、サテライトオフィス、在宅勤務）の勤務日数と交通手段別の通勤時間を尋ね、東京 23 区 (n=1032)、栃木県 (n=506) の有効回答を得た。

通勤時間から CO<sub>2</sub> 排出量を推定するために、鉄道<sup>1)</sup>、バス<sup>1)</sup>、乗用車<sup>1)</sup>、バイク<sup>2)</sup>の人キロあたりの全国平均排出量を元に、鉄道とバスは対象地域の交通各社運行情報を、乗用車とバイクは道路交通センサス<sup>3)</sup>の対象地域の混雑時間帯である通勤時の旅行速度を用い、地域特性を考慮した人・分あたりの単位排出量を算出した。

### 3. 東京 23 区と栃木県の通勤と CO<sub>2</sub> 排出量

テレワーク実施頻度を、勤務日数中で在宅またはサテライトオフィス勤務の割合として算出した（表 1）。両地域とも 4-6 月の緊急事態宣言中はテレワーク（主に在宅勤務）が増加し、11 月には低下した。特に栃木県では 4-6 月にテレワークをした人のうち 40%が 11 月には 0 日となった。一方、全期間において 1 週間あたりのテレワーク 0 日という人も東京で 9%、栃木県で 20%存在した。

主な通勤手段と通勤時間は、東京 23 区では電車で合計 45 分、栃木県では乗用車で合計 30 分であった。

表 1 1 週間中のテレワーク実施頻度（中央値）

	1月	4-6月	11月
東京23区	0%	60%	40%
栃木県	0%	40%	0%

表 2 通勤由来の 1 人 1 年間あたりの排出量[kgCO<sub>2</sub>/年]

	東京23区 n=1032		栃木県 n=506	
	流行前	最多時期	流行前	最多時期
排出量	114	54	794	561
削減率		53%		29%

表 3 想定テレワーカーの通勤由来年間排出量[tCO<sub>2</sub>/年]

	東京都 (想定テレワーカー254万人)		栃木県 (想定テレワーカー14万人)	
	流行前	最多時期	流行前	最多時期
排出量	289,524	136,663	110,530	78,169

本来の勤務場所とサテライトオフィスまでの各交通手段利用時間と勤務日数に人・分あたりの単位排出量を掛け合わせ、在宅勤務は通勤がないとし、テレワーカーの通勤由来 CO<sub>2</sub> 排出量を算出した。また、年間の典型的な勤務週を 48 週とし、テレワーカーの 1 人 1 年間あたりの排出量と、最多時期の削減率を求めた（表 2）。

さらに、2020 年 4-5 月の就業者テレワーク実施率として首都圏(31.4%)地方都市圏 (13.6%) の報告<sup>4)</sup>から、東京都と栃木県全体の通勤由来排出量を推定した（表 3）。

東京都の方がテレワーク実施率も頻度も高く削減率は大きいですが、乗用車利用率が高い栃木県でより大きな CO<sub>2</sub> 排出量削減が見込まれる。一方、地域全体で見ると、東京都での削減量が 152,861[tCO<sub>2</sub>]、栃木県では 32,361[tCO<sub>2</sub>]となり、想定テレワーカーが多くなる東京都における削減ポテンシャルが大きいことが示された。

### 参考文献

- 1) 国土交通省、運輸部門における二酸化炭素排出量(2018 年度)[https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei\\_environment\\_tk\\_000007.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html) (2020/10/18 閲覧)
- 2) 松橋ら (2004) 市区町村の運輸部門 CO<sub>2</sub> 排出量の推計手法に関する比較研究, 環境システム研究論文集 Vol.32, 235-242.
- 3) 国土交通省、平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査
- 4) 国土交通省、令和 2 年度テレワーク人口実態調査

キーワード：テレワーク、通勤、環境負荷削減、アンケート

## コロナ禍での生活者の行動変容とその影響要因

### Individual-level Determinants of Lifestyle Changes and Preventive behaviors against to COVID-19

横浜市立大学 ○蔡佩宜, 大西暁生

#### 1. はじめに

2020年に世界中で爆発的に拡大した新型コロナウイルス感染症(以下、COVID-19とする)は、日本と世界各国の社会・経済活動に深刻な影響を与えた。その影響は長期に及ぶ見通しであることから、私たちの個人生活や価値観にも大きな変化をもたらされる。本研究では、アンケート調査によって人々の生活意識の変化や行動変容を把握し、感染症予防対策の行動への影響要因を検討した。

#### 2. 調査および分析方法

調査は、2021年3月にネットリサーチ会社(楽天インサイト)に委託し、webアンケート調査を行った。対象モニター数は、COVID-19の感染状況などの地域差を考量し、東京23区(337名)、東京23区以外の関東地方(296名)、関東地方以外の緊急事態宣言地域(2021年3月時点、302名)と緊急事態宣言以外の地域(265名)、計1,200名であった。また、対象モニターの性別、年代(20-64歳)は均等にした。調査項目は、回答者の個人属性以外、COVID-19の感染拡大による、①生活意識やライフスタイルの変化 ②消費行動や光熱費などの変化 ③心の不安とストレス ④COVID-19症状に関する認知<sup>1)</sup> ⑤感染症予防対策の行動 ⑥行政の情報発信や対策に関する評価などについてそれぞれ独自の項目を作成した。分析方法は、まず感染症予防対策の行動に影響を与える因子を抽出するため、因子分析を行った。次に、重回帰分析によって各要因の影響度を分析した。また、各評価項目の地域別の差異についても検討した。

#### 3. 結果と考察

##### 3.1. 因子分析

因子分析は最尤法、プロマックス回転により分析を行った。抽出された7つの因子について、第1因子は「COVID-19症状に関する認知」(8項目)、第2因子は「心の不安とストレス」(10項目)、第3因子は「行政の感染症対策・情報発信に対する評価」(5項目)、第4因子は「ライフスタイルと生活意識の変化」(7項目)、第5因子は「COVID-19関連情報への関心・収集」(5項目)、第6因子は「仕事と家庭生活のストレス」(4項目)、第

7因子は「地域や国際協力の形成」(2項目)と命名した。また、信頼性と妥当性を検証するCronbachの $\alpha$ 係数を検討したところ、良い結果が得られた(第1因子から順に $\alpha=0.96, 0.87, 0.83, 0.81, 0.81, 0.83, 0.82$ )。さらに、ノンパラメトリックのクラスカル・ウォリス検定により地域別の差異を検討した結果、「感染症予防対策の行動」( $p<.01$ )、「ライフスタイルと生活意識の変化」( $p<.01$ )、「COVID-19関連情報への関心・収集」( $p<.01$ )と「行政の感染症対策・情報発信に対する評価」( $p<.01$ )の項目において有意な差が見られた。この結果から、関東地方以外の緊急事態宣言地域に住む回答者のほうが、ライフスタイルと生活意識が変化したと感じる人は比較的少なく、また感染症予防対策や関連情報への収集などを行う割合も低いことが分かった。それに対して、東京23区に住む回答者のほうが、行政の感染症対策に対する評価は最も低かったことが明らかになった。

##### 3.2. 重回帰分析による要因間の関連の検討

目的変数とした感染症予防対策の行動に対して、回答者の属性と各因子を説明変数として重回帰分析を行った。感染症予防対策の行動( $R^2=.389$ )に最も強く影響したのは、「COVID-19関連情報への関心・収集」( $\beta=.217, p<.01$ )と「心の不安とストレス」( $\beta=.210, p<.01$ )、次いで「ライフスタイルと生活意識の変化」( $\beta=.167, p<.01$ )であった。そのほか、「行政の感染症対策に対する評価」、また性別、年齢および婚姻状況といった個人属性の影響も見られた。このことから、人々の感染症予防対策の行動を促すために、感染症対策や地域の感染者数などの情報の周知や共有が有効である一方、国の緊急事態宣言による影響はほとんど見られなかったことが示された。

#### 参考文献

1) Alanezi F, Aljahdali A, Alyousef S, Alrashed H, Alshaikh W, Mushcab H, Alanzi T (2020) Implications of public understanding of COVID-19 in Saudi Arabia for fostering effective communication through awareness framework, *Front Public Health*, 8:494.

キーワード 新型コロナウイルス, 行動変容, アンケート調査



# 神戸市民の環境意識と新型コロナウイルス感染症リスクの捉え方に関する考察

## Discussion on relationship between environmental consciousness and COVID-19 infection risk of Kobe citizens

神戸大学 ○田畑智博, 村山留美子, 大野朋子

### 1. はじめに

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の世界的なパンデミックに伴い、我が国ではこれまでに数度の緊急事態宣言が発出され、移動や活動の制限を余儀なくされてきた。特に1回目の緊急事態宣言(兵庫県では2020年4月7日～同年5月21日)では、例えば飲食小売店舗の休業や時短営業、学校の一斉休講等を伴う措置が実施され、経済・社会活動への影響は甚大であった。

COVID-19の感染リスク軽減のため、「三密(密集, 密接, 密閉)」を避けることが推奨されている。この考え方に基づくと、人口密度の高い都市での居住は感染リスクが高いと考えられる。一方で、この考え方はコンパクトシティのような環境負荷削減対策と相反する可能性がある。これからのまちづくりは、感染症のリスクの軽減を図りつつ、環境負荷削減にも寄与できることが求められると考える。本研究はその一環として、神戸市民におけるCOVID-19の感染リスクの捉え方と環境意識との関係性を分析し、今後のまちづくりの方向性を考察する。

### 2. 研究の方法

神戸市在住の20歳以上の男女1,035名を対象として、2020年における第1回目の緊急事態宣言下での公園利用状況を尋ねるウェブアンケート調査を行った。実施期間は2021年1月8日～9日である。質問は上述の公園利用に関するものの他、表1に示す環境意識とCOVID-19に関する質問、地域に対する考え方や自身の健康状態等も尋ねた。調査結果は記述統計による処理を施すとともに、相関行列等を用いて各回答結果の関係性を考察した。

### 3. 結果と考察

表1に結果の一部を示す。各質問の結果を数字尺度に変換し、平均値を算出した。質問①～⑤はそれぞれ、大変そう思う・ややそう思う回答者の割合が多かった。質問⑥と⑦からは、COVID-19は危険と感じるものの、ある程度の対策はできると考える回答者の割合が多かった。質問⑧からは、神戸市の対策等が不十分であると考えられる回答者の割合が多かった。

各質問について相関行列を施し、母相関係数の無相関

表1 環境意識, COVID-19に関する質問と回答結果

		平均	標準偏差
環境意識	①環境保全の取組を進めることは、経済の発展につながる	2.33	0.83
	②日常生活における一人ひとりの行動が、環境に大きな影響を及ぼしている	1.85	0.79
	③環境に配慮した製品やサービスを選ぶことは重要である	2.11	0.77
	④地域の人たちが協力して、その地域の環境保全活動に取り組むことは地域コミュニティの活性化にもつながるので重要である	2.10	0.80
	⑤行政が環境保全に関する施策を進めるに当たっては、施策を考える段階から、国民も積極的に参加できるようにする必要がある	2.14	0.82
COVID-19	⑥新型コロナウイルス感染症は、あなたとご家族にとってどの程度危険だと思いますか	2.99	0.66
	⑦新型コロナウイルス感染症に対し、あなたとご家族は有効な対策を取ることができると思えますか	2.85	0.57
	⑧新型コロナウイルス感染症について、神戸市の規制や対策は十分だと思いますか	1.95	0.77

N=1,035

- ①～⑤ 1 大変そう思う, 2 ややそう思う, 3 どちらともいえない, 4 あまりそう思わない, 5 全くそう思わない
- ⑥ 1 まったく危険はない, 2 あまり危険はない, 3 ある程度は危険がある, 4 非常に危険がある
- ⑦ 1 対策はまったくできない, 2 対策はあまりできない, 3 対策はある程度はできる, 4 対策はできる
- ⑧ 1 不十分, 2 やや不十分, 3 まあ十分, 4 十分

の検定を行った。 $p$  値が1%以上で有意となった項目として、例えば質問②と⑥があった。この結果から、自分自身の日常の行動が環境に大きな影響を及ぼしていると考えられる回答者ほど、COVID-19が自身や家族にとって危険だと捉えていると推察された。また、質問①～⑤と⑦も同様に有意な結果となっており、環境意識が高いほど、COVID-19への規制や対応が不十分であると感じる回答者が多いと推察された。

### 4. おわりに

結果より、環境意識が高い回答者は、COVID-19の感染リスクにも敏感であることがわかった。with コロナ、アフターコロナのまちづくりにおいては、環境対策だけでなく、感染症への規制や対応に十分対応することが、自治体に求められると考えられる。

### 謝辞

本研究は、2020年度大学発アーバンイノベーション神戸(研究代表者: 大野朋子)の助成のもと実施した。

キーワード 新型コロナウイルス感染症(COVID-19), 感染リスク, 環境意識

# 消費者の QOL に基づく食品用冷蔵ショーケース製品の環境パフォーマンス評価

## Evaluating Environmental Performance of Industrial Product based on Consumer's QOL

### - An Application to Refrigerated Food Showcase -

富士電機株式会社 ○窪田 まど華, 中部大学 林 良嗣, 富士電機株式会社 松本 康, 中部大学 竹下 博之

#### 1. はじめに

昨今、企業に求められている環境負荷低減や社会貢献を定量的に評価するため QOL(Quality of Life<sup>1,2)</sup>)を用いた環境パフォーマンスによる評価手法を提案する。本研究では BtoBtoC 企業が製造するコンビニ向け食品用冷蔵ショーケース（以下ショーケース）を評価対象とした。

#### 2. 環境パフォーマンスの定義

BtoBtoC 企業であるショーケースメーカーは直接顧客であるコンビニに製品を卸し、最終消費者であるコンビニユーザーはショーケースから食品を購入する。そこで、QOL をより高く、地球環境負荷をより低くできるかを示す環境パフォーマンスを提案し、次式で表す。

$$\text{環境パフォーマンス} = \frac{\text{QOL}}{\text{地球環境負荷}} \quad (1)$$

この値をショーケースの性能向上が行われる前後で比較することで、性能向上がもたらす環境パフォーマンスを評価する。

#### 3. QOL 値の定義および環境パフォーマンスの算出

コンビニユーザーが買い物をする際の QOL を図 1 の 11 要因で評価する。コンビニユーザーにとっての QOL はこれら 11 要因から次式で表される。

$$\text{QOL} = \sum_{m=1}^{11} W_m A_m \quad (2)$$

ここで、 $m$ : QOL 要因,  $W_m$ : QOL 要因  $m$  に対するコンビニユーザーの重み付け,  $A_m$ : QOL 要因  $m$  を実現する製品性能である。まず、個人の価値観  $W_m$  をコンビニユーザーアンケート調査により求めた。図 1 より価格、アクセス、品揃えを重視する結果が得られた。

一方、製品性能  $A_m$  については今後、ショーケースの清掃自動化による清潔感の向上や棚の段毎に異なる温度設定を可能とし品揃えの向上を図る計画である。以上のアンケート結果  $W_m$  と製品性能  $A_m$  (性能データは割愛) より QOL は性能向上前が 3.955, 向上後は 5.041 となった。また、省エネ、食品ロス削減等の性能向上は、CO<sub>2</sub> 地球環境負荷(ライフサイクル CO<sub>2</sub> 排出量)を 2020 年比で 0.519 倍に低減させる計画である。以上より、式

(1)で示した環境パフォーマンスは 3.955 (分母が 1 なので QOL 値と同じ) から 9.694 に向上した (図 2)。

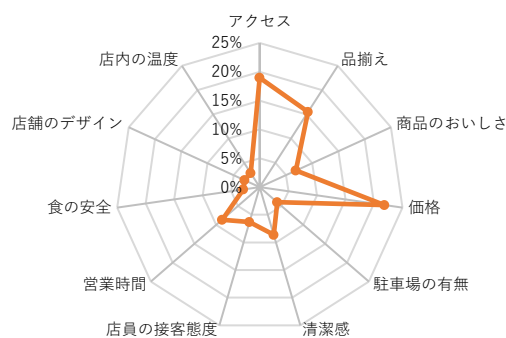


図 1 QOL 要因に対するコンビニユーザーの重み付  $W_m$

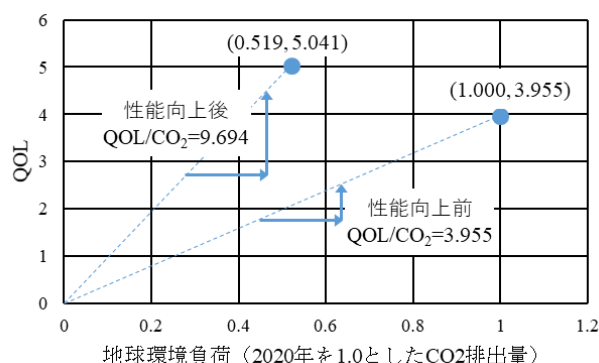


図 2 環境パフォーマンス指標の変化

#### 4. おわりに

本報告では企業製品の環境負荷低減と社会貢献を定量評価する方法を提示し、ショーケースを例とした試算によりその可能性を示した。

#### 参考文献

- 1) 林 良嗣 (2020) QOL アクセシビリティ法によるプロジェクト評価, 高速道路と自動車, 63 巻 7 号, pp6-10
- 2) Y. Khoo, et.al. (2019) A QOL Evaluation method for SDGs and GNH in urban transport planning with an application to Japanese and German cities, 15th World Conference on Transport Research, Mumbai, India.

キーワード QOL, 地球環境負荷, B to B to C

# モビリティ革命に伴う低炭素化効果の評価枠組

## A Study on the evaluation method of low-carbonization effect due to mobility revolution

名古屋大学 ○朴秀日・加藤博和, 大日本コンサルタント株式会社 森田紘圭  
早稲田大学 紙屋雄史・井原雄人, 岡山大学 氏原岳人, 国立環境研究所 松橋啓介

### 1. はじめに

交通の分野では、先進的な ICT やエネルギー技術を基盤とし、100 年に一度のモビリティ革命とも言われる大変革が起きようとしている。注意すべきは、これらによって交通がどの程度便利になるかだけでなく、交通起源の環境負荷、特に温室効果ガス (GHG) の排出削減にどの程度寄与するかであるが、それに関して学術的・客観的な評価はほとんど行われていない。

そこで著者らは「モビリティ革命が脱炭素化を実現するための条件」を明らかにする手法の確立を目指して研究を進めている。本稿ではその評価の枠組を紹介する。

### 2. 次世代モビリティ技術・サービスの評価枠組の考え方

モビリティ革命が脱炭素化にとって効果的かを評価するために必要な基礎情報として、モビリティ革命をけん引すべく開発・実証が進められている様々な次世代技術・サービスを整理し、それぞれの GHG 排出に影響する評価対象項目を特定する。その項目の中に含まれる各要素について、製造から使用・維持管理・廃棄までの各段階における GHG 排出プロセスをツリー図で表現することで、GHG 排出量変動要因を明示する。その際、LCA (Life Cycle Assessment) や WtoW (Well to Wheel) 評価の考え方を組み込む。このツリー図は、都市・地域の空間構造や人口等の特性およびそれらの将来変化に合わせて、交通システムとそれが提供するサービスの変化によって、交通需要・活動そして GHG 排出量が変わるといふ社会全体の因果プロセスにつながってくるものである。以上の全体プロセスを考慮することで、包括的な低炭素化効果の評価が可能となる。

以上のプロセスを簡易に推計できるように、必要となる LC-GHG 排出原単位のデータを収集・整備する。さらに、交通活動自体や、それを規定する社会経済的要因、そしてエネルギー・技術の進展といった、低炭素性に影響する各要素をパラメータとして組み込んだ推計モデルを構築することで、様々な将来シナリオに応じた低炭素化効果の評価が可能となる。

### 3. 評価枠組の構成

#### 3.1. 交通具・エネルギーに関する新技術の評価

内燃については著者らが既に整備した手法で GHG 原単位が特定できる。一方、電動化の進展が予測される中で、電力の GHG 排出量は電源構成等の発電プロセスの影響を受けるため、これらの設定を考慮できる排出原単位を WtoW 評価によって推計し利用する。

#### 3.2. IT 等交通マネジメントに関する新技術の評価

IT によってシームレスにつながる交通サービスを提供する MaaS (Mobility as a Service) など、モビリティ革命の核となる新たな交通マネジメント技術に着目し、その低炭素化効果の評価する手法を開発し、各技術に適用する。合わせて、技術導入によって利用者の移動や生活の質に及ぼす影響についてもモデル化し、低炭素でかつ生活の質を高める交通システム実現の方向性を明らかにする。

#### 3.3. 都市・地域の空間構造の長期変化を考慮した評価

将来の空間構造の長期変化と、並行して起きるライフスタイル変容 (特にコロナ禍で顕在化したような移動の量・質の変化) を踏まえた交通需要変化をシナリオ化し、GHG 排出量の長期推移の予測を行う。さらに、各種の施策およびそれらの組み合わせを考慮した場合の低炭素化効果の評価し、各地域の将来変化に合わせた交通部門低炭素化の方向性を示す。

### 4. おわりに

以上で示した枠組によって、エネルギーや社会経済の将来動向をシナリオおよび分析の前提条件としながら、モビリティ革命が利便性・効率性向上のみならず脱炭素を実現する交通システムとなるための条件を明らかにし、その実現に必要な施策の提言につなげる。また評価手法については、国による低炭素技術の導入支援事業における評価や、地方自治体における EBPM (Evidence Based Policy Making) に適用できるものとする。

謝辞 本研究は (独) 環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (JPMEERF20201G01) により実施した。

キーワード CO<sub>2</sub>, MaaS, CASE, LCA, Well to Wheel

# ジオインフォマティクスを用いた環境保全型農業における土壌微生物に着目した窒素循環評価の試み -比企丘陵 日向沼直下の谷津田の事例-

## Attempt of nitrogen cycle evaluation focusing on soil microorganisms in environment-friendly agriculture using geoinformatics -Case of Yatsuda just below Hiki Hills Hinata-numa-

立正大学 ○後藤真太郎, 佐藤響平, 横山和成

### 1. はじめに

埼玉県比企丘陵には沼が多く、沼の水に貯留される天水のみを利用した農業が1500年以上前から沼周辺の小字コミュニティにより延々と引き継がれている。この地域には、有機農業の発祥の地である小川町も含まれており、環境保全型農業が始まった要因として沼で醸成される有機物と有機物を餌とする土壌微生物の働きに着目し、1500年前から丘陵地という悪条件の中で、共同知を利用して環境保全型農業を持続させてきた要因を明らかにすることで、自然資源を利用した高付加価値な農業に繋ぐヒントがあるように思われる。

本研究では、水稻を対象として、UAV画像から稲と雑草のバイオマス量を求め、GISで面的に整理する事で稲および雑草の生長過程を把握し、土壌成分・水深・日射量をジオインフォマティクスにより統合し利用した環境要素と稲および雑草のバイオマス量との関係性を評価した。さらに、土壌微生物多様性・活性値を用いた窒素循環評価を試みた。

### 2. 研究方法

#### 2.1 観測対象

本研究の研究対象圃場は、埼玉県熊谷市最南部の小江川に位置するホテルヘリテイジリゾートの敷地内の谷津田である。

田植えから稲刈りまでの期間は、2019年7月7日から2019年11月15日である。

なお、対象圃場は2017年から環境保全型農業により「彩のかがやき」が栽培されている。

#### 2.2 GISデータの作成方法

本研究では、佐藤ら<sup>1)</sup>と同様の手法で行った。

#### 2.3 データ間の関係評価手法

評価解析には、決定木分析(CART)により行い、Rのrpartパッケージを使用した。

区画ごとに分けられ、作成されたデータ群のうち、分けつ数の平均データを応答変数とし、水深データ、日射量データ、土壌成分データを説明変数とした。

### 3. 土壌成分データ

2019年7月5日に図3に示す圃場の各区画内で対角線採土法によるサンプリングを行った。土壌成分の分析には、埼玉県農業大学校保有の全農型土壌分析機ZA-II(富士平工業株式会社製)(以下、ZA-II)を用い、 $P_2O_5$ ・ $K_2O$ ・ $MgO$ ・ $CaO$ ・ $NO_3^-$ の5項目につき分析を行った。各区画の $NO_3^-$ はZA-IIの測定レンジである $0.33mg/100g$ よりも低い数値であった。

これまでに細谷<sup>2)</sup>により環境保全型農業での窒素循環と収量成立機構については説明がされているが、環境条件と物質循環における関係性については十分な説明ができるまでに至っていない。

### 4. 雑草のバイオマス量による収量の補正量の抽出

稲の収量を応答変数として土壌成分等の説明変数等との関係性を求める場合には、稲以外の除草された雑草の累積量と併せたバイオマスの成長量を考慮する必要がある。このため、除草で除去された雑草のバイオマスを推定する必要がある。マルチスペクトル画像から雑草を抽出して収量を補正する必要がある。

本研究では、マルチスペクトル画像をもとに、NIR(近赤外)、NDVI(Normalized Difference Vegetation Index:正規化植生指数)、NDWI(Normalized Difference Water Index:正規化水指数)および、SAVI(Soil Adjusted Vegetation Index:土壌調整植生指数)を用いて稲の抽出を行った。

### 5. 土壌微生物多様性・活性値

土壌の生物性を科学的・客観的に評価する方法として、横山<sup>3)</sup>による土壌微生物多様性・活性値を用い、土壌中に生息する微生物群集の有機物分解能力の多様性を数値化した。

土壌微生物多様性・活性値以外のメッシュ毎の計測値は紙面の関係で講演時に述べる。土壌微生物多様性・活性値については、田植え前に99.1万を示し、ため池の土壌の計測値は、115.6万であったことから、ため池由来の豊かな土壌成分が圃場に流入している事を示した。土壌成分データにおいて、 $NO_3^-$ はZA-IIの測定限界である $0.33mg/100g$ よりも低い数値であり微量であった。このことは、土壌成分を計測した時期は水分がない時期であることから、乾土効果によってアンモニア化成分が増大した事に由来するものと考えられる。

### 6. おわりに

本研究では以下の内容を明らかにした。

GISによる谷津田内の環境要素のデータ化手順と樹木モデルによる関係性の評価を行い、稲と雑草が共存する環境保全型農場での稲の成長に及ぼす環境要素の評価モデルを構築した。

また、窒素成分の由来が土壌成分ではないことがわかり、一方で土壌微生物多様性・活性値が高いことから、窒素成分の由来は土壌微生物であることが示唆された。

### 参考文献

- 1) 佐藤響平・小谷野郁弥・後藤真太郎(2020): UAVを用いた自然栽培米の管理手法に関する研究, 日本写真測量学会令和2年度年次学術講演会発表論文集, 日本写真測量学会, pp. 9-12.
- 2) 細谷啓太(2017): 自然栽培水田における窒素循環と収量成立機構, 岩手大学院連合農学研究所.
- 3) 横山和成(1996): 土壌微生物群集の多様性評価土壌微生物群集の多様性評価, 土と微生物, **49**, pp. 35-42.

キーワード 土壌微生物多様性・活性値, ジオインフォマティクス, 環境保全型農業, UAV

# 夜間光データを用いた人流把握の可能性 Possibility of Identifying People Flow Using Nighttime Light Data

大阪工業大学 ○杉本賢二, 東京農業大学 松村寛一郎, 国立環境研究所 一ノ瀬俊明

## 1. 背景と目的

新型コロナウイルスの感染拡大対策として、不要不急の外出自粛や三密を避けることが求められている。中でも、スマホの位置情報を用いて推計された人口増減率は、人の密集度合いを表す指標として使用されるようになった。しかし、広範囲を対象とした人流把握において、位置情報の入手可能性や匿名性、費用などが課題になる。本研究では、人工衛星により観測された夜間における地表面の輝度を表す夜間光データを用いて、主要駅・繁華街における人口変化率と輝度変化率とを比較し、夜間光データを用いた人流把握の可能性について検討した。

## 2. 手法

人流データは、内閣官房が公開している、主要駅・繁華街(94地点)における人口変化率<sup>1)</sup>を用いた。また、夜間光データは、人工衛星 Suomi-NPP に搭載されたセンサー VIIRS により観測された輝度データ<sup>2)</sup>から、人口変化率が観測された地点が含まれる画素値を抽出した。ただし、夜間光は真夜中(午前0時頃)に観測されているが、人口変化率は15時台における増減率であるため、夜間光を前日の輝度として日付をずらして使用した。また、人口変化率は感染拡大前(1/18~2/14)と比較した平日/休日の割合となっているため、同様の期間・手法により輝度変

化率を算出した。最後に、集計単位別(日・週・月)に人口変化率と輝度変化率との相関係数を計算した。対象期間は、2020年5月1日~2021年6月30日である。

## 3. 結果

表1に、全地点で算出した相関係数を、集計単位別に再集計した結果を示す。日別の相関係数は、博多駅で最も高い値(0.238)となり、次いで広島駅(0.222)、東京駅南(0.217)の順であった。一方、最も低い値となったのは富山駅(-0.196)で、次に前橋駅(-0.177)、金沢市香林坊(-0.166)となった。また、週/月単位で集計することにより、輝度と人口変化率との相関関係が強くなる傾向が見られた。具体的には、正の相関が強い地点は博多駅(0.437)、福岡空港(0.402) 姫路駅(0.401)で、負の相関が強い都市は前橋駅(-0.413)、取手駅(-0.170)、郡山駅(-0.168)であり、平均で0.135と算出された。図1に、新宿駅における輝度・人口変化率の推移(週別)を示す。図中の網掛けは緊急事態宣言の期間を表しているが、同期間中で輝度は減少しているが、人口は徐々に増加している。

本研究で使用した夜間光データは、上空の雲量や月光などの気象条件により輝度が変化することがある。そのため、日別では相関性が見られない地域でも、週・月別に均すことで相関係数が大きくなったと考えられる。さらに、対象地点は商業地だけでなく住宅地も含まれているため、夜間でも輝度が変化しにくい可能性がある。例えば、東日本の地方都市では相関係数が0に近いが、負値になる場所が多い傾向があった。今後の課題として、これらの要因を検討することが挙げられる。

表1 相関係数の算出結果

	集計単位		
	日	週	月
平均	0.043	0.135	0.206
最大	0.238	0.437	0.555
最小	-0.196	-0.413	-0.491

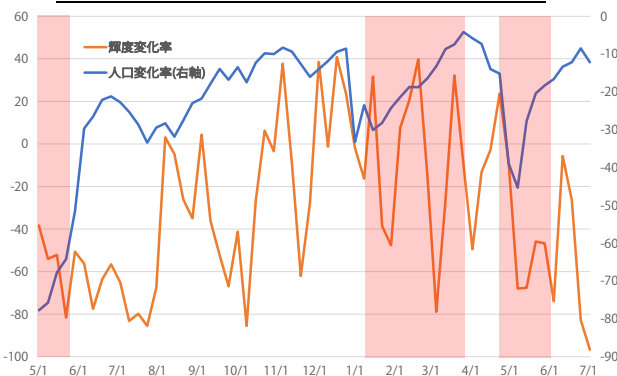


図1 新宿駅における輝度と人口変化率の推移

謝辞：本研究は、科研費補助金(19K12434)の支援を受けて実施した。また、東京大学 CSIS 共同研究(No.922)の成果の一部である。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 内閣官房, 新型コロナウイルス感染症対策 人流の減少率: <https://corona.go.jp/dashboard/>
- 2) Earth Observation Group, Payne Institute for Public Policy: <https://eogdata.mines.edu/products/vnl/>

キーワード 夜間光, covid-19, 人流

# UAV(無人航空機)によるクロロフィル *a* 濃度の推定

## Estimation of Chlorophyll-*a* by UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Survey

龍谷大学先端理工学部・○奥田哲士、岸本直之；龍谷大学理工学部・山元樹，長谷川祐太，高橋侑希；国立環境研究所・中田聡史；広島大学環境安全センター・西嶋渉、梅原亮、広島大学大学院先進理工系科学研究科・中井智司

### 1. 背景

広範囲の水域における水質等の環境情報を計測する手法として、人工衛星の写真等、即ち水を利用したリモートセンシングがある。しかし、人工衛星は撮影頻度が限られる問題と、その映像には、雲、大気中のエアロゾルなどが影響する。ここで、UAV(unmanned aerial vehicle: ドローンなどの無人航空機)は撮影頻度や場所が比較的自由に、水面近くで撮影できるなどのため、利用性が良い。ただ、衛星同様、撮影時に水底の色が写り込むことが精度を悪化する。本研究では UAV の可視光強度からクロロフィル濃度を推定する際に、水中に予め板を設置して精度をどの程度向上できるかを検討した。

### 2. 方法

UAV は PHANTOM 4-ADVANCED(DJI 製)を使用し、カメラは初期搭載されたもの(有効画素数: 2000 万画素)と近赤外線カメラ(MAPIR 製 Survey3W NIR)を併用した。龍谷大学瀬田キャンパスの約 500 m 南に位置する貯水池(下池)で、2020 年 7 月から 11 月に月 4~6 回の頻度で撮影した。水中(水深: 10、20 cm)と地上に白(900×910 mm)と黒(450×450 mm)の亚克力板を設置する地点も作り、水面からの UAV 高度を 10 m で撮影した。撮影時には採水と多項目水質計で pH などを測定し、採水した水については速やかにエタノール抽出法でクロロフィル濃度(Chl *a*)、TOC、CDOM などを測定した。画像解析は Adobe Photoshop CC で、:水面の面積として約 0.2~0.5 m<sup>2</sup>における赤、緑、青の色強度(それぞれ R、G、B)や近赤外線の輝度を求めた。

### 3. 結果と考察

#### 3.1. 各色と Chl *a* の相関

RGB のうち R は浮遊土壌(鉱物)粒子、G はクロロフィル、B はクロロフィルや水に吸収された光の反射光(残渣)等が主であると考えられる。まず、クロロフィルを含む藻類が多いと、赤色や青色の波長が吸収されるために緑に見え、その散乱光を含む反射光の R や B が低くなって捉えられると考え、B の輝度に着目した。B の色強度(以下単に"B")の全体強度に対する割合と Chl *a*

との相関を図 1 に示す。結果、相関係数 0.58、決定係数 0.034 となり、予想したような Chl *a* の増加に伴う B の割合の低下が起こらなかった。これは水底(変動はあるがおおむね 1 m)が、水草や土壌等、様々な物質が光を吸収するため、特に全体の強度がばらついた為と考えた。

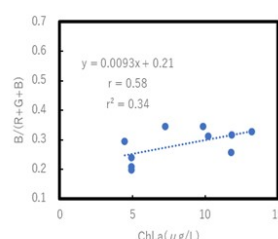


図 1 白板未使用時の B/(R+G+B)と Chl *a* の相関

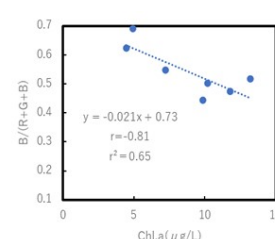


図 2 白板使用時(水深 20 cm)の B/(R+G+B)と Chl *a* の相関

#### 3.2. 白板の効果

図 2 に水深 20 cm に白板を設置して撮影した箇所の B の割合とクロロフィル濃度の相関を示す。ここでは図 1 のうちの 2 つの撮影日について、画像中の白板の点で強度が最大値以上になる「白飛び」が起こり、B の比を求められなかった。しかし、理論どおりに Chl *a* の増加とともに B の比は増加し、相関係数も 0.8 を超えた。白板で水底の色の影響を除き、また水中の藻類表面で散乱した光の多くが白板で反射、捕捉できたためと考える。

発表では、水深 10 cm に設置した場合や黒板、近赤外線の結果、琵琶湖での測定例も合わせて報告する。

### 4. まとめ

UAV による Chl *a* の推定について、底の色が写る系では不可能だが、白板を設置して青色光を利用することで、決定係数 0.65 程度の相関で推定できることがわかった。

#### 参考文献

- 1) 比嘉敏士他(2011)衛星リモートセンシングを用いた内湾におけるクロロフィル・SS 同時推定モデルの提案. 土木学会論文集 B2 67(2):I\_1391-I\_1395
- 2) S. Kobayashi *et al.* (2017) Visualization of the Distribution of Dissolved Organic Matter in Osaka Bay Using a Satellite Ocean Color Sensor (COMS/GOCI). Journal of Water and Environment Technology 15(2):55-64

キーワード 環境計測, 水質, リモートセンシング

# 固定翼自作固定翼機材を用いた流氷観測システムの構築 Crop yield forecasting in Asia

東京農業大学 ○松村寛一郎, 北海道大学 アバタルラム, 国立環境研究所 一ノ瀬俊明  
北海道大学 的場 澄人、オイコス 森川 浩一 5

## 1. 背景と目的

ドローンとして認識され、広く使われている回転翼型は、観測範囲が広がると機材運用コストが増加する。構造が複雑になると故障リスクも高まる。本研究では、マレーシアのパームオイル畑で運用実績のある固定翼機材を製作し自動飛行を実現し流氷観測への可能性を検討した。有視界外飛行を実現するためには、飛行情報を常に操縦者に伝える必要があり、操縦者から必要な時に飛行を中断させる信号を送ることが求められており、開発中の通信機材について紹介する。

## 2. 固定翼機材の開発

圧倒的な性能と低価格のために世界で高いシェアを誇る DJI 社製（中国製）ドローンの日本での運用制限の可能性があり、国産ドローンの開発と普及が急務となっている。回転翼型でなく飛行機型の固定翼型に注力する。固定翼型は、自重を翼の揚力により支えるためにバッテリーの持続時間が長く、モーターの数を抑えた構造のために製作コストをおさえることができる。耐圧防水樹脂「ジェラフィン」を用いた電子基盤の防水化が実現できる。ラム・アバタル が主宰する北海道大学環境科学院の研究室のスタンレー・アナク氏の全面的な協力を得た。同氏は、マレーシアにおいて高度 100 メートル 30 分の飛行時間で約 80 ヘクタールの撮影を可能とする固定翼ドローンの開発経験を有しており、パームオイルの林を観測するための 1500 メートルの高度での飛行に豊富な経験を有している。損保ジャパン社と粘り強く交渉し保険に加入することができた。回転翼ドローンでは飛行が困難とされる強風下での飛行を実証した。

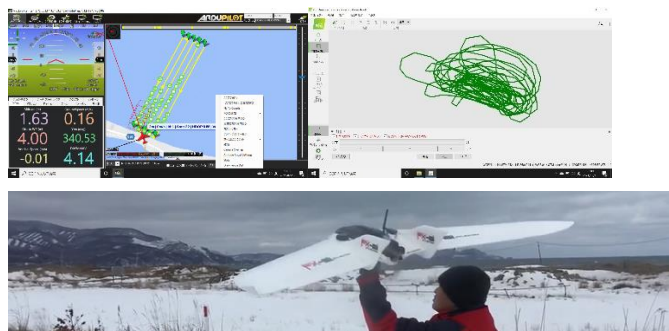


図 1. 強風下での飛行経路（上）と離陸（下）

## 3. 通信機器の開発

自動操縦による有視界外飛行の実現には、電波法に抵触しないことと航空局の担当者と交渉して飛行許可を取得する必要がある。電波法には、①どのような機材を使っているか、②日本の法律に適した機材を使っているか、③どの周波数帯をつかっているかの 3 点が必要になる。純粋な意味でのレベル 3 の有視界外飛行は、機体の挙動や目の前に障害物があるかを確認できるなんらかの装置がついている必要がある。3 次元座標データを毎秒 1 サンプル以上でダウンロード可能、停止、リセットなど 4bit 程度の制御信号のアップロード可能、低重量（電源込みで 100g 以下、可能なら 50g 以下）、長距離通信（見通し 10km 保証、可能なら 20km）を目標とする。Low Power Wide Area-Network (LPWA) は情報量と到達可能距離は反比例の関係にあり、情報量をそぎ落とすことで 100km までの到達も不可能ではない。携帯電話をドローンに搭載して通信機器としての利用は違法である。



図 2. LPWA ユニット IM920

## 参考文献

- 1) Kanichiro MATSUMURA, Susumu CHIBA, Ram AVTAR, Sumito MATOBA, Toshiaki ICHINOSE and Kouichi MORIKAWA, Combining UAV and satellite image for monitoring drifting ice, Okhotsk Sea and Polar Oceans Research, 5, 36-40 査読有 (2021)
- 2) 耐圧防水樹脂「ジェラフィン」の利用事例のご紹介, [https://www.secnet.co.jp/pdf/use-case\\_Jellafin.pdf](https://www.secnet.co.jp/pdf/use-case_Jellafin.pdf), 2021 年 7 月 30 日 アクセス

2020, 2021 年度北極域研究共同推進拠点の公募事業による助成を受けたものです。

キーワード 固定翼機材、LPWA、目視外飛行

# アジアにおける作物生産予測に資する研究

## Crop yield forecasting in Asia

東京農業大学 ○松村寛一郎, 北海道大学 アバタルラム, 大阪工業大学 杉本賢二, 国立環境研究所 一ノ瀬俊明

### 1. 背景と目的

新型コロナウイルスの感染拡大防止のために国境移動制限がされており、国毎の食料供給体制の維持が求められている。世界人口の6割を抱えるアジアを対象として低頻度・中分解能衛星を用いた食料の生産状況を把握できるシステムを紹介し、社会に実装することを提案する。より多くの農家がシステムに参加することによる自律成長型のデータベースをアジアで実現する。参加農家が増えれば増えるほど予測精度が向上し公共財としての活用を目指す。

### 2. Sentinel 衛星

作物の生育状況を把握するために NDVI (Normalized Difference Vegetation Index : 正規化植生指標) が広く使われている。NDVI はセンサーより取得される赤バンド (Red) と近赤外バンド (NIR) から以下の計算式により算出する。 $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$ 。本課題で使用する衛星データは、ESA 欧州宇宙機関が提供する Sentinel 衛星 (解像度 10 メートル) を用いる。同衛星は複数のバンドを持つため、NDVI 以外の指標として湿潤度を示す指標 (NDMI) を計算できる。NDMI の計算に必要なとされる短波赤外波長 (SWIR) は、水分のあるもの以外を透視でき、プラスチックを透視できるために異物検査に使用されている。NDMI はセンサーより取得される短波赤外波長 (SWIR) と近赤外バンド (NIR) から以下の計算式により算出する。 $NDMI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$

### 3. 北海道のブロックリー農家の解析事例

本課題のシステムにより取得した 2021 年 5 月 14 日の NDVI と NDMI を用いて、両者の関係を求めた。

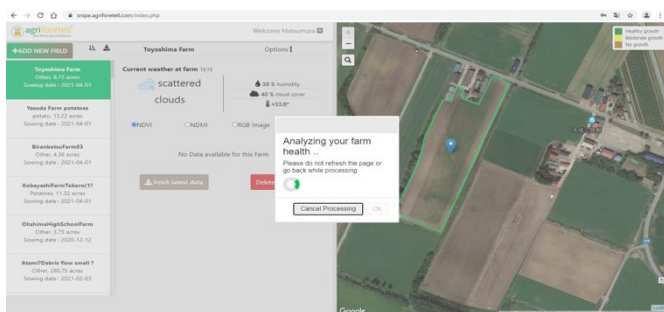


図 1. システムの情報取得画面

対象地域を選択し、作付け品目と開始時期を入力するだけで、ESA 欧州宇宙機関が 2030 年まで無償提供と商業利用が約束されているデータベースにアクセスし、2~3 週間に 1 回程度の頻度で NDVI と NDMI をポリゴンデータとして取得できる。ポリゴンからラスター形式へ変換し、両者を空間情報により関連付けた。NDMI 値が高いほど NDVI が高くなる傾向が示された。

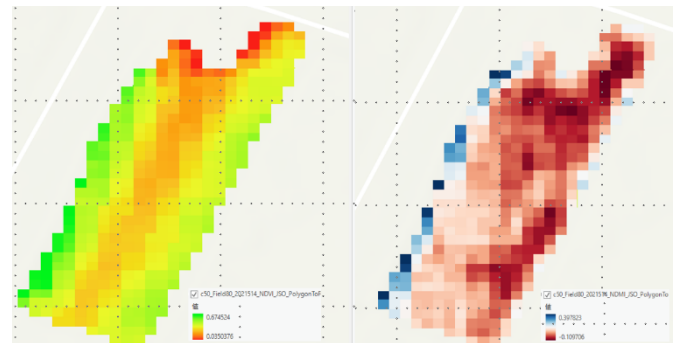


図 2. 2021 年 5 月 14 日における NDVI (左) と NDMI (右)

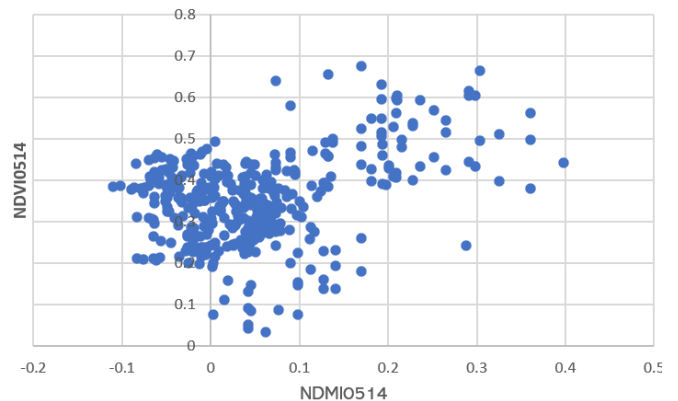


図 3. NDMI (横軸) と NDVI (縦軸)

2021 年 7 月に北海道大学でのサマーインスティテュートで、世界各国からの聴講生を対象にして、同システムを運用したワークショップを遂行した。世界各国の情報を議論し、多面的な見方を養成できることを確認した。

### 参考文献

- 1) 松村寛一郎, 衛星とドローンの活用による農業の可視化技術、グリーンテクノ情報 Vol.16 No.4 (通巻 65 号), 6-9, 2021

キーワード 可視化、NDVI、



# シェアリング・エコノミーサービスの利用に伴う動機と懸念の実態 -インドネシアを事例に-

## Users' motivations and concerns associated with the use of the services of Sharing Economy: a case study in Indonesia

東京工業大学 ○阿部直也, 東京大学 中村寛樹, 北海学園大学 水野谷武志

### 1. 研究の背景

近年、アジア諸国では、スマートフォンなどに代表される ICT 機器を積極的に利用したモビリティサービス（例：Gojek, Grab）に代表されるシェアリングエコノミーと称される仕組みが日常生活の一部となりつつある。こうした情勢下、同種のサービスを利用する人々の動機やメリットに注目が集まっている一方、利用に対する不安や懸念はないのか、利用することでどれほどの時間的恩恵あるいは金銭的恩恵を感じているのかなど、関連する既往研究の成果を踏まえつつ

（例：Rizki et al, 2020, Nakamura, Abe, Mizunoya, 2020）、さらなる知見の蓄積は重要である。そこで、本論では、シェアリングエコノミーサービスの利用動機やメリットのみならず、懸念や不安を明らかにすること目的とし、インドネシアを対象事例としてオンライン調査結果の分析を提示する(SurveyMonkey 社を利用)。同調査は、2020年3月に行い、総勢504名の回答を得た。本調査の実施時期は、日本においては新型コロナウイルスの影響が不確実ながらも広く社会に広がり始めた時期と重なり、インドネシアにおいては、2020年3月初旬に感染事例が政府により正式に発表されたタイミングであった。そこで、新型コロナウイルスの感染拡大による影響を考慮し、質問項目の一つとして、不特定多数の利用者とオートバイや車などの機材や仕組みを共用する点について、感染症を含む保健衛生上の不安があるかどうかを質問した。本調査は、最初、日本語による質問内容を設計し、その内容を日本語およびインドネシア語(Bahasa)間の翻訳に精通している専門家に調査の意図や目的などを説明した上で翻訳を依頼し、インドネシア語(Bahasa)により実施した。

### 2. 調査結果の概要

調査においては、最初に回答者の社会・経済的属性・家族構成、自家用車所有の有無、配車サービス(ride-hailing)などシェアリングエコノミーサービスに対する一般的な認識の確認を行い、続いて、具体的な事例として、オートバイの配車サービス、自動車の配

車サービス、Airbnb などを通じた宿泊サービス利用経験の有無、リサイクルショップの利用の有無を対象に、その利用動機や懸念、さらには金銭的恩恵や時間的恩恵の有無などを質問した。例として、Airbnb のようなシステムを通じて宿泊スペースを利用したことがあるか否かをしたのち、利用に際してどのような懸念がある尋ねる質問に対する回答は表1の通りである。

表1. Airbnb などを通じた宿泊サービス利用に伴う懸念

回答選択肢	回答数 (複数回答可)	割合
建物の立地場所の治安 (犯罪に巻き込まれる懸念)	206	40.87%
建物自体のセキュリティ確保建物の立地場所の治安 (犯罪に巻き込まれる懸念)	183	36.31%
身の安全について不安 (犯罪に巻き込まれる懸念)	156	30.95%
保健衛生上の不安 (害虫や感染症などの不安)	195	38.69%
価格設定が不透明	97	19.25%
その他 (例: 提供される食べ物が良くなく、設備が不十分な場合があるため、誰がいるのかわからないため)	10	1.98%
該当せず	155	30.75%
		(n=504)

本論では、こうしたサービスの利用実態、動機、懸念などは、利用者の社会・経済属性（例：性別、年齢、所得水準、サービス利用経験の有無）や家族構成などにより影響を受けると想定し、その関係性の分析結果を提示する。

### 参考文献

Muhamad Rizki, Tri Basuki Joewono, Prawira Fajarindra Belgiawan, Muhammad Zudhy Irawan, The travel behaviour of ride-sourcing users, and their perception of the usefulness of ride-sourcing based on the users' previous modes of transport: A case study in Bandung City, Indonesia, IATSS Research, 2020

Hiroki Nakamura, Naoya Abe, Takeshi Mizunoya, Factors inhibiting the use of sharing economy services in Japan, Journal of Cleaner Production, Volume 278, 2021

キーワード シェアリング・エコノミー, 利用動機・懸念、時間的恩恵、労力的恩恵

# 多理論統合モデルに基づく市民向けの熱中症対策ガイドブックの開発 Development of Heat Stroke Prevention Guidebook Based on Trans Theoretical Model

関西大学 ○尾崎 平, 阪上 勇登, 北詰 恵一

## 1. 緒論

わが国での熱中症による被害は増加傾向にある<sup>1)</sup>。熱中症を防ぐためには、日常生活内における行動を変えていく必要がある。多理論統合モデル（以下、「TTMモデル」）は行動変容に有用なモデルとされている。本研究では、TTMモデルを活用した熱中症対策ガイドブック（以下、「ガイドブック」）を開発し、その効果を検証する調査（以下、「ガイドブック調査」）を行う。その上で熱中症対策行動の変容に関して、開発したガイドブックの有効性を示すとともに、今後の熱中症対策に資する知見を提案することを目的とする。

## 2. 方法

### 2.1 ガイドブックの概要

開発したガイドブックは目標・学び・書き込み式のワークを含む「ステージ学習」と、21個の熱中症対策行動における行動実施状況を5段階で評価し、ステージを判断するための「ステージ・ステータスチェック」から構成されている。対象者は現在の自分に合った書き込み式のワーク学習を行い、定期的に「ステージ・ステータスチェック」で現在の熱中症対策行動変容ステージを把握することで、自分のペースで無理なく熱中症対策行動を習慣化できるよう設計している。

### 2.2 調査の方法

本調査は、一般市民27名を対象に実施した。調査前後にアンケートを実施し、対象者の熱中症に対する意識変化と行動変容ステージを把握することで、ガイドブックの熱中症対策支援ツールとしての有効性を検証した。

## 3. 結果

対象者における調査開始時および終了時のステージ分布、ステージ変容結果について図-1に示す。調査開始時に熱中症対策行動の習慣化（ステージ5）されていた人は15名（55.6%）であった。調査終了時では24名（88.9%）が熱中症対策行動を実施しており、20名（74.1%）の行動の習慣化が確認できた。

また、アンケートの結果から、本調査を経て「エアコンを適度に使用」「室内温度の確認」において有意な行動変容効果が確認された（表-2）。このことから本ガイドブックは熱中症対策行動の中でも、屋内における比較

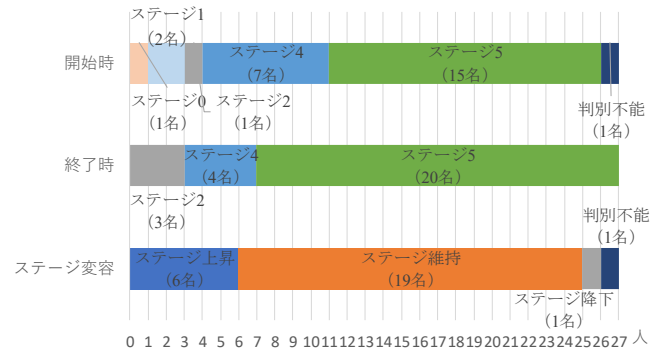


図-1 対象者のステージ変容 (N=27)

表-2 調査前後の行動変容 (N=27)

行動分野	行動項目	調査前	調査後	Z	p
屋内行動	エアコンを適度に使用	4.15±1.287	4.56±0.892	-2.754	0.006*
	扇風機を使用	4.48±1.087	4.52±1.221	-0.276	0.783
	室内温度の確認	4.00±1.265	4.41±0.844	-2.484	0.013*
	就寝中にエアコンを使用	4.00±1.470	3.89±1.476	0.000	1.000
	窓を開けて風を通す	4.19±1.388	4.26±1.318	-0.530	0.596
	室内湿度の確認	2.96±1.767	3.56±1.601	-1.649	0.099
	すだれ等で日差しを遮る	3.30±1.836	3.52±1.602	-0.879	0.380
	緑のカーテンで日差しを遮る	2.52±1.558	2.70±1.540	-0.367	0.714
	打ち水をする	2.62±1.551	2.62±1.203	-0.479	0.632
屋外行動	なるべく日陰を通る	4.48±1.085	4.62±0.571	-0.832	0.405
	水筒を持参する	4.46±1.174	4.48±0.975	0.000	1.000
	暑い時間の外出は避ける	3.96±0.916	4.00±0.849	-0.159	0.874
	帽子をかぶる	4.59±0.844	4.56±1.013	-0.378	0.705
	こまめに休憩をとる	4.04±1.020	4.19±0.939	-1.386	0.166
	日傘をさす	2.83±1.551	2.72±1.595	-0.166	0.868
	冷却グッズを使用する	3.08±1.440	3.19±1.302	-0.794	0.427
	外出を控える	3.20±1.384	3.22±1.528	-0.221	0.825
	SNSを確認する	1.96±1.459	1.88±1.453	-0.676	0.499
生活行動	水分をこまめにとる	4.77±0.430	4.74±0.526	-0.302	0.763
	最高気温の確認	4.44±1.155	4.78±0.641	-1.467	0.142
	涼しい服装で過ごす	4.70±0.669	4.67±0.734	0.000	1.000
	塩分を補給する	4.12±1.143	4.19±1.039	-0.121	0.904
	食事をしっかりとる	4.52±0.700	4.67±0.620	-1.633	0.102
	睡眠をしっかりとる	4.37±0.967	4.63±0.565	-1.807	0.071
	暑さ指数 (WBGT) の確認	2.15±1.461	2.50±1.421	-1.737	0.082
	1日1回は汗をかく運動をする	3.96±0.999	3.85±1.099	-0.243	0.808

・回答者の選択番号を得点化し、採点した平均値±標準誤差  
・ウィルコクソンの符号付順位検定による調査前と調査後の比較 \*p<0.05

的実行しやすい行動に対して効果があると考えられる。

## 4. 結論

TTMモデルに基づき作成した本ガイドブックは熱中症対策の行動変容に寄与することが示唆された。最後に、モニターに協力いただいた方に謝意を表します。なお、本研究は(独)環境再生保全機構 環境研究総合推進費 (JPMEERF20191005) の支援を得て行った。

## 参考文献

1) 総務省消防庁：熱中症による救急搬送人員に関するデータ, <https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/post3.html>, 2020年12月20日閲覧

キーワード 熱中症, 行動変容, 気候変動

# 都市空地の市民農園利用が有する価値の評価 —他の土地利用との比較および食料支援団体との連携を考慮して— Evaluating the Value of Using Vacant Land for Urban Allotments

東京大学 大学院工学系研究科 ○森島隆宏, 栗栖聖, 福士謙介

## 1. はじめに

近年増加傾向にある空き地への対策として先進的な土地利用の取り組みの一つに、市民農園を挙げることができる。欧米諸国では低収入世帯が野菜を入手する手段として市民農園が用いられる場合も多いが、日本では高齢者層が中心となって主にレクリエーション目的に利用されている。このような市民農園のどのような要素が市民に受け入れられるか、他の土地利用と比べた優位性等については、十分な議論がなされていない。そこで本研究では、都市内の土地（空地）が市民農園に利用されること、さらに同農園が食料支援団体と連携することにより生じる価値を評価することを目的とした。

一般市民を対象としたアンケート調査を行い、市民農園と他の土地利用、および異なる土地の属性を比較させ、その結果より土地利用及び各属性への選好を評価する。また、市民農園の新たな付加価値として、同農園で生産した野菜を食料支援団体に寄付する連携を提案し、連携の有無が市民農園の受容にどれほど貢献するかを明らかにすることとした。

## 2. 研究方法

調査の対象は一般市民とし、調査票を設計した。調査票の内容は次の三つとなる。①個人属性、②コンジョイント分析に供する土地利用選好に関する質問、③個人の特性である。

個人の属性では、年齢、性別、職業、世帯人数、世帯年収、居住地、住居形態、高校生以下の子供の有無を尋ねた。

今回の調査で仮定する土地の広さは約 300 m<sup>2</sup> とし、空地対策として土地を使用するものとした。その上で、土地利用に関する質問では、まず各土地利用およびその影響属性に関する説明を行った。今回、土地利用としては、「市民農園」、「市民農園（食料支援団体との連携あり）」、「ポケットパーク（児童公園）」、「防災空地（防災広場）」とした。また、影響属性としては、「にぎわい」、「生き物」、「家からの距離」の3属性を取り上げ、それぞれ表1に示す3つの水準を設定した。

表1 土地利用選好調査における使用属性と水準

にぎわい	生き物	家からの距離
にぎわっていない	見かける	徒歩3分以内
にぎわっている	よく見かける	徒歩5分以内
たくさんの人でにぎわっている	とてもよく見かける	徒歩10分以内

土地利用 4 種および各属性の組み合わせプロファイルを直交計画に基づき 20 作成した。作成には SPSS Conjoint Ver. 27.0 の Orthoplan (IBM, USA) を使用した。同プロファイルのチョイスセットを 36 組作成し、図1に示したようなペアワイズ方式で、各土地利用例を提示し、その選好を尋ねた。加えて、質問に答える上で重視した土地利用や属性についても質問した。

最後に個人の特性について尋ねた。ここでは、空き地問題に対する印象、防災空地や市民農園といった空地対策に対する知識、市民農園の利用意欲、市民農園の野菜を食料支援団体に寄付することへの印象などを尋ねた。加えて、パーソナリティを測定する尺度として、Webb et al.<sup>1)</sup> が提示した「Attitudes toward helping others」尺度、および Müller et al.<sup>2)</sup> の「Emotional affinity towards nature」尺度、および酒井ら<sup>3)</sup> の「地域への愛着尺度」の中の第一因子「生きるための活力の源」をコミュニティ活動への意欲を測定する尺度として取り上げた。発表では、本調査に基づく分析結果について紹介する。



図1 アンケートチョイスセットイメージ図

## 謝辞

本研究は三井物産環境基金（R18-0044）より助成を受けた。

## 参考文献

- 1) Webb, D.J. et al. (2000) Journal of the Academy of Marketing Science, 28(2), 299-309.
- 2) Müller, M.M. et al. (2009) The Journal of Developmental Processes, 4(1), 59-69.
- 3) 酒井太一ら(2016) 日本公衆衛生雑誌, 63(11), 664-674.

キーワード 市民農園, 空地対策, 持続可能な都市

# 飲食物の安全基準値設定に向けた選好と支払い意思の評価

## Evaluation of preference and willingness to pay toward setting of a safety standard in foods

福島県立医科大学 ○村上道夫, 蕪澤貴夫, 東京大学 中谷隼

### 1. 背景

飲食物などの安全基準値設定に対するアプローチとして、支払い意思額を踏まえた算定がある。本研究では、飲食物の安全基準値について、削減リスクと費用の両方を動かしながら、回答者が適切だと考える基準値を算出した。比較として、削減リスクの大きさを固定し、支払い意思額を尋ねる質問も実施した。これにより、選好による基準値の設定と統計的生命価値の算出に基づく基準値の算出との差異を評価した。

### 2. 方法

福島県立医科大学倫理委員会 (2900) および東京大学大学院工学系研究科研究倫理委員会 (KE16-34) の承認を得て実施した。株式会社マクロミルに登録された日本全国の 20-69 歳のモニター 19156 人を対象に 2016 年 12 月にオンラインアンケートを実施した。

本研究では、仮想的な原子力発電所 (原発) 事故時の飲食物中放射性セシウムの基準値設定による費用と削減リスクの値を用いた<sup>1)</sup>。対象者は 4 グループに分けた。グループ 1 と 2 には、削減できる死亡リスクレベルと費用を提示した 7 つの基準値の中から 3 つずつ提示し、最終的に良いと思う 1 つを選択してもらった。2 つの条件 (基準値パターン 1, 2) を行い、グループ 1 と 2 で提示順を入れ替えた。グループ 3 と 4 は、削減できる死亡リスクレベルに対する支払い意思額を二項選択法によって算定した。削減できるリスクレベルは 2 つ用意し (支払い意思パターン 1, 2), グループ 3 と 4 で順序を入れ替えた。グループ 1~4 において、基準値を設定しない理由や 2 回の提示金額に対しての支払い意思がない理由として、基準値を設定しても効果を持つとは思えなかったと回答したものは無効回答とみなした。提示した順序による選好や支払い意思額の有意な差異がみられたため、以降では最初に提示した結果を用いて解析した。

基準値パターン 1 とパターン 2 において、分布が異なるかをマンホイットニーの U 検定を用いて確認した後、各基準値パターンについて、基準値の厳しい順に並べて 50% の人が入るような基準値を見出し、その時の統計的生命価値と該当する基準値を求めた。

支払い意思パターン 1, 2 においては、金額を対数化し、支払い意思の確率をロジスティック分布の式を用いて、最尤法で推定した。パターン 1 と 2 で支払い意思を持つ割合が 50% となる金額が有意に異なるかを確認した後、支払い意思を持つ割合が 50% となる金額から統計的生命価値と該当する基準値を求めた。

### 3. 結果・考察

統計的生命価値は支払い意思パターン 1 において 9.3 億円、パターン 2 において 19 億円と算定され、該当する基準値はそれぞれ、10-20Bq/kg, 10Bq/kg 未満であった。これに対し、統計的生命価値は基準値パターン 1 において 1.3 億円、パターン 2 において 0.9 億円であり、該当する基準値はいずれも 1000Bq/kg であった。

福島第一原発事故直後の暫定規制値は 500Bq/kg (牛乳・乳製品は 200Bq/kg), 2012 年 4 月以降に設置された新基準値では 100Bq/kg (牛乳は 50Bq/kg) である。暫定規制値は基準値パターンのアプローチの値に近く、新基準値は基準値パターンと支払い意思パターンの間にあった。

支払い意思額にもとづく基準値算定は一つの方法ではあるが、設問の表現や文脈に回答結果が依存する可能性があり、算定された値に大きな不確実性を伴うことに留意する必要がある。金額と削減できるリスクを動かしながら算定するアプローチは、実際の対策導入のプロセスを模擬している点と回答者が適した基準値を選ぶという点で利点がある。また、ステークホルダーが関与した基準値導入の重要性が指摘されている中で、得られた結果を更なる熟議に用いるといった活用ができる点で有望であろう。

謝辞: 本研究は科学技術振興機構 (JST), 戦略的創造研究推進事業 (CREST) の支援を受けて行われた。

### 参考文献

1) Murakami et al. (2018) *Itr J Env Res Public He*, 15(8), 1589.

キーワード 基準値, レギュラトリーサイエンス, 支払い意思

# 環境リスク意思決定に対する不確実性情報の管理に関する有効性の検討 —科学的な不確実性と社会的な不確実性の細分化の観点から—

## The Effectiveness of Uncertainty Information Management for Environmental Risk Decision Making —From the Perspective of Fragmentation of Scientific Uncertainty and Social Uncertainty—

早稲田大学社会科学総合学院 中山敬太

### 1. 研究目的と問題の所在

リスク社会を生きる我々人間は、COVID-19 などを含め VUCA の時代の中で不確実性を伴う環境リスクに対して、何らかの意思決定をせざるを得ない状況が生じる。本報告では、このリスク意思決定に際して不確実性情報のカテゴリー化及びその管理をする有効性に関して検討・分析をする。それにより、今後の不確実性を伴う予防的リスク政策に関するリスク・ガバナンスへの効果を提示することを目的とする。

また、不確実性を伴うリスクに対処するリスク・ガバナンスにおいて、不確実性情報を含む科学的知見によって一度設定された基準(閾値を含む)は、その後なかなか変更されることはなく、政策判断等に大きな影響力を持つ。しかし、「不確実性」の統一化された明確な定義はなく、少なくとも不確実性情報が体系化されておらず、どの不確実性領域で議論を進めて意思決定していけば有効性があるのかも不明な状況である。まさに、不確実性情報の明確化が求められている。

### 2. 不確実性情報のカテゴリー化

環境リスク意思決定において、「不確実性」は、一般的に「科学的な不確実性」を示す場合が多い。しかし、人間の価値観の変化や多様性等がもたらす「社会的な不確実性」も実態として考慮する必要がある。以下では、「不確実性」をこの2つに大別して不確実性情報の細分化・カテゴリー化を示す。

#### 2.1 科学的な不確実性の要素区分

まず、科学的な不確実性は、以下の2つに区分することができる。具体的には、リスクに対して研究者間で共通認識になっていない情報がある状況を示す「情報の不確実性」である。また、リスク評価手法(技術評価基準を含む)等が確立されていないことによって不確実性が生じている状況を示す「技術的な不確実性」の2つに科学的な不確実性を区分することができる。

#### 2.2 社会的な不確実性の要素区分

次に、社会的な不確実性は、科学的な不確実性とは異なる

人間社会のもたらす科学的要素以外の不確実性を包含する概念であり、以下の5つに区分することができる。具体的に、第1に「経済的な不確実性」であり、リスク・トレードオフやコスト&ベネフィット関連でリスク意思決定をする際の不確実性である。第2に、政治判断や立法政策(立法不作為を含む)などの不確実性を示す「政治的な不確実性」や、第3に行政執行・行政政策(行政不作為を含む)による不確実性を示す「行政的な不確実性」である。第4に、法解釈や司法判断等の不確実性を意味する「法的な不確実性」である。最後に、第5は安心・安全に関わる不確実性を示す「心理的な不確実性」である。特に「心理的な不確実性」は、人間の価値観や世論など変化や多様化によって左右されるため、他の不確実性要素と比べて不確実性度合いがより高くなる可能性がある。

### 3. 結論(不確実性情報の管理体制と有効性について)

このように不確実性情報に関して、具体的に2つの科学的な不確実性と5つの社会的な不確実性に各カテゴリー化を行った。不確実性を伴うリスクに対して、予防的措置を講じるに際して、カテゴリー化をした不確実性情報のどの区分の不確実性が問題になっているのかを特定化することで、漠然と不確実性の下で予防的リスク政策を含むリスク・ガバナンスや環境リスク意思決定の判断をするよりも有効性を示すことに繋がる。

#### 主な参考文献

- 1) イツァーク・ギルボア、川越敏司訳 (2014) 『不確実性下の意思決定理論』 勁草書房
- 2) クリスティン・シュレーダー=フレチェット、松田毅監訳 (2007) 『環境リスクと合理的意思決定』 昭和堂
- 3) 池田三郎 (2006) 「環境・技術リスク問題の科学的な不確実性とガバナンス構造」『環境科学会誌』第19巻、第2号

キーワード 不確実性情報、環境リスク意思決定、リスク・ガバナンス、科学的な不確実性、社会的な不確実性

## 災害時の地域対応力評価に関する研究 Research on Community Capacity to Respond to Disasters

大日本コンサルタント株式会社 ○森田紘圭

### 1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災や2015年9月に発生した関東・東北豪雨による鬼怒川決壊などの大規模自然災害では、直接的に多くの人命や生活、財産の損失を生み出すだけでなく、膨大な量の災害廃棄物の発生により長期にわたって復旧や復興を大きく妨げることが浮き彫りとなった。現在、環境省や各自治体では、災害廃棄物処理計画の策定を進めている。一方、個々の被災現場において災害廃棄物をどのように低減するか、あるいは被災後に早急に処理するかについては、地域や住民の対応力に大きく依存している。

本発表では、災害廃棄物の発生及び処理に大きく依存する地域やそこに住まう人々の意向や、その対応力について行った調査・研究結果を紹介する。

### 2. 災害廃棄物軽減を目指した住宅移転に対する意向分析

災害廃棄物の抜本的な削減方法の1つとして、災害危険地域からの住宅移転の促進が挙げられている。これは主には被災リスクの高い人口を減らすためことを目的としたものであるが、同時に災害廃棄物の削減にも大きな効果を持つ。本分析では、南海トラフ沖地震における8県の津波浸水想定区域内の住民2,000人を対象にアンケート調査を実施することで、移転費用や移転距離など移転条件の違いや、居住属性の違いによる住宅移転意向の感度を詳細に分析したものである。

調査の結果、多くの住民が堤防をはじめとしたハード整備を重視し事前移転事業を積極的に捉えられない一方で、潜在的には4割程度の住民が、移転できれば望ましいと考えている可能性があることがわかった。ただし、移転費用の負担が大きく、現実的な選択肢として捉えられないことが明らかとなった。また、移転意向の分析においては、費用面での解消や戸建住宅の確保が移転検討に前向きな要因となること、若年層や子育て世帯の移転意向が大きく、海との関わりの違いも移転意向に影響を与えることがわかった。高齢者にとっては、災害リスクを回避することを目的とした防災集団移転事業では、移転を前向きに検討する動機づけが十分に働かないなど、地域の人口構成によって大きく移転可能性が変わることが示唆された。

### 3. 水害時のがれき処理に対する地域負担に関する分析

本分析は災害時、特に初動期における被災家屋におけるがれき処理段階を取り上げ、地域の世帯特性に応じた対応可能性を分析したものである。多摩川水系の洪水想定区域内に居住する住民400人を対象にアンケート調査を実施することで、世帯特性に応じたがれき処理への対応可能性や支援希望などを把握し地域ごとの各世帯における災害廃棄物処理への対応可能性の分析を行った。分析の結果、1) 初動期の被災家屋のがれき処理においては住民が行政などに希望する支援として機材調達や運搬などの支援ニーズが高いこと、2) 60歳以上の世帯では自分や家族のみによるがれき処理が困難であること、3) 60歳未満を含む世帯であっても夫婦のみの世帯は支援を依頼する主体が少ない傾向があること、などが明らかとなった。

### 4. おわりに

これらの分析は災害廃棄物の低減及び処理の、いわばラストワンマイルである地域での対応可能性に着目して実施したものである。どちらの分析でも、地域コミュニティの人口や世帯構成などの地域特性が大きく影響している可能性が示唆されている。自治体の災害廃棄物への対応体制が着実に整っていく中、今後これらの施策の実効性をより高めていくうえで、地域に着目したきめ細やかな施策推進とその具体的な展開手法の研究や実践が望まれる。

### 参考文献

- 1) 森田紘圭・大西暁生・田畑智博 (2019) 水害時のがれき処理に対する地域負担に関する基礎的分析-多摩川水系における洪水発生時をケーススタディとして-, 環境科学会誌, 32-4, 113-124.
- 2) 森田紘圭・大西暁生 (2017) 津波災害廃棄物軽減を目指した住宅移転に対する住民意向の分析-南海トラフ沖地震における津波浸水区域を対象として-, 環境科学会誌, 30-6, 357-364.

キーワード 災害廃棄物, 住民意向分析, 地域対応力

# 環境負荷の削減に向けた食品廃棄と容器包装プラスチックのトレードオフ分析

## Trade-off analysis of food waste and plastic containers and packaging towards reduction of environmental impacts

東京大学 ○須藤凜太郎, 中谷隼, 藤田壮

### 1. はじめに

2019年5月に公表された日本のプラスチック資源循環戦略では、2030年までにワンウェイプラスチックを累積で25%排出抑制することが挙げられている。また食品廃棄物の分野では、SDGsのTarget 12.3において2030年までに小売・消費段階での食品ロスを半減させるという方針が示され、EUにおいてもこれを目指していくことが示されている。

容器包装プラスチックには食品廃棄の削減に寄与する機能があることが知られており、ワンウェイプラスチックの扱いは食品廃棄発生量と大きく関わりがある一方で、日本の資源循環戦略ではこの効果について十分に議論されているとはいえない。

そこで本研究では、食品廃棄と容器包装プラスチックのトレードオフの関係に着目し、家庭系で消費される容器包装プラスチックの機能の向上による環境負荷の削減効果について分析した。

### 2. 家庭で消費される食品および容器包装の製造から廃棄までにかかる環境負荷の分析

食品および容器包装の生産から廃棄までにかかる環境負荷の算出に当たっては、Nakataniら(2020)<sup>1)</sup>においてプラスチック分析用に拡張された産業連関表(2015年表)と各部門における容器包装プラスチックの利用量を用いて、内包型原単位を算定する環境産業連関分析の方法をとった。

(図1)

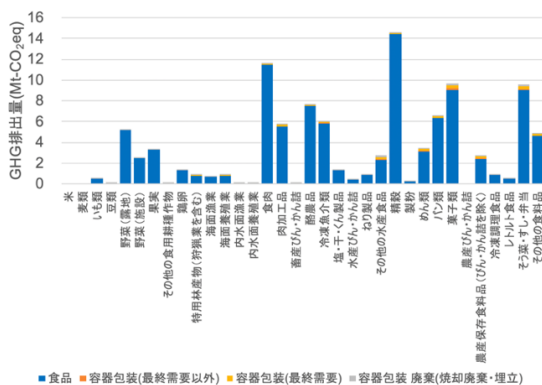


図1. 家庭系で消費される食品及び容器包装の製造から廃棄までにかかる環境負荷の算出結果

### 3. 家庭での食品廃棄に関するアンケート調査

次に、家庭系における食品廃棄の発生割合および発生原因を探るためにアンケート調査を行った。調査内容は回答者の直近一週間における食品の種類ごとの食品購入量および食品廃棄量であり、廃棄量について回答してもらった際にはその廃棄の要因が期限切れによるものであるか否かについても分類してもらった。

### 4. 食品廃棄の削減と容器包装にかかる環境負荷のトレードオフ分析

調査結果を用いて、将来的に容器包装の機能向上によって期限切れによる食品廃棄を減らすことができるようになった場合について考察し、そのトレードオフの関係について分析を行なった。(図2)

下図では、例えば食肉に関しては、容器包装の高機能化により食品廃棄が50%削減できるようになったと仮定した場合、高機能化された容器包装を現状の約5.6倍以下の環境負荷で製造できるのであればトータルでの環境負荷は削減できることを表している。

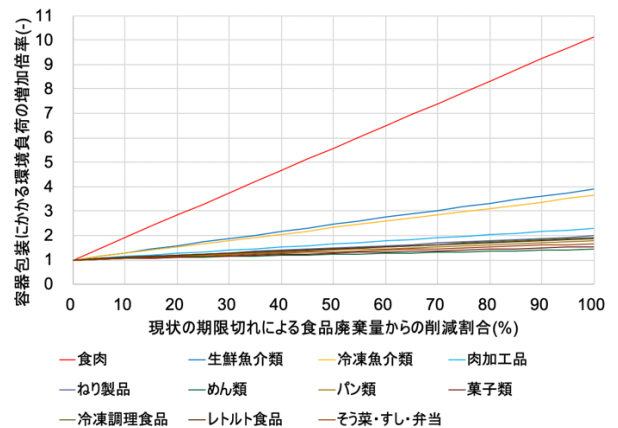


図2. 期限切れによる食品廃棄の削減割合と容器包装にかかる環境負荷の増加率の関係

### 参考文献

1) Nakatani, J. et al. (2020) PNAS 117 (33), pp. 19844–19853

キーワード：プラスチック製容器包装、食品ロス、産業連関分析

# 収集運搬モデルによる焼却施設の廃棄物組成と家計消費との結合データセットの作成 Development synthetic dataset between waste compositions of incinerators and household consumption data by using waste collection and transportation model

国立環境研究所<sup>1</sup>、東洋大学<sup>2</sup> ○牧誠也<sup>1</sup>、大西悟<sup>1</sup>、藤井実<sup>1</sup>、後藤尚弘<sup>2</sup>

## 1. 背景・目的

エネルギー回収やリサイクル率の向上などの要望から廃棄物分野における総合的な評価システムの構築の必要性が強まっている。エネルギー回収やリサイクル率の向上を模索するには排出実態の把握が必要であるが、廃棄物発生の原因となる家計消費と廃棄物組成を地理的に把握した研究はほとんど見られない。

本研究では、牧ら<sup>1</sup>)の方法を簡易化し、全国の焼却施設における廃棄物輸送量を推計した。この結果をもとに、各焼却施設における組成データと各メッシュ単位で推計された家計消費統計を結合したデータを作成することを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1. 各データの推計方法

本研究では、2015年国勢調査の3次メッシュ人口<sup>2)</sup>と平成30年度一般廃棄物処理実態調査結果<sup>3)</sup>(以下、実態調査)を用いて各地点からの廃棄物発生量を求めた。また、各メッシュの家庭消費統計の推計値はESRI作成のメッシュ単位での推計消費額<sup>4)</sup>を用いた。

焼却施設における廃棄物組成は実態調査<sup>3)</sup>に記載があるが、すべての処理施設で完備しているわけではない。そのため、組成情報の記載がある施設について結合データセットを作成するものとした。

### 2.2. 各地点から発生する廃棄物の輸送先推定方法

各地点から派生する廃棄物がどの焼却施設に輸送されるかは牧ら<sup>1)</sup>のモデルをもとに式(1)~(4)で求めた。

$$\text{Min.} \quad \sum_k \sum_j \sum_i W_{ij}^A \times r^A \times D_{ijk} \times R_{ijk} \quad (1)$$

$$\text{const.} \quad \sum_j \sum_i W_{ij}^A \times R_{ijk} \times r^A \leq Q_k \times \alpha_k \quad (2)$$

$$\sum_k R_{ijk} = 1 \quad (3)$$

$$R_{ijk} \geq 0 \quad (4)$$

ここで、 $W_{ij}^A$ :地域Aのijメッシュにおける廃棄物発生量 [t/day・km<sup>2</sup>]、 $D_{ijk}$ :メッシュijから施設kへの距離 [km]、 $R_{ijk}$ :メッシュijから施設kへの廃棄物輸送割合 [-]、 $Q_k$ :施設kの処理量[t/day]、 $r^A$ :地域Aの焼却場への輸送比率[-]、 $\alpha_k$ :施設kの統計上の調整係数[-]を表す。

### 2.3. 結合データセットの整備

ESRI<sup>4)</sup>の推計家計消費額には600を超える品目のデータが存在する。本研究では、これらから一般廃棄物に影響を与えると考えられる24種類の分類を作成して結合データセットを整備した。

## 3. 結果

本研究の結果、焼却施設で処理される各組成と家計消費との関係性を評価可能な結合データセットを作成できた。表1はある九州内陸部の焼却施設の処理した廃棄物組成と家計消費の合計を表した結果である。

表1 データ結合結果の例

廃棄物発生量 [t/年]	紙・布類	ビニール、合成樹脂、ゴム、皮革類	木、竹、わら類	厨芥類	不燃物類	その他
	2296.3	433.4	33.8	209.0	27.7	73.8
家計消費 [百万円/年]	魚介類	魚加工	肉類	乳卵	野菜	野菜果物
	437.7	197.2	891.2	398.3	62.9	722.0
	乾物・加工品類	菓子・油類	中食	インスタント等飲料	飲料	家事用品
	354.5	1225.2	1099.8	118.1	457.8	564.0
	テッシュ	トイレトペーパー	薬剤類	ポリ袋	服類	保健用品
	23.5	35.1	126.2	25.5	1754.0	107.1
文具品	玩具・手芸	動植物	紙類	書籍	たばこ	
63.4	371.4	244.8	305.3	73.6	131.5	

## 4. 考察

本研究では、廃棄物の収集運搬モデルを用いることで家計消費と廃棄物組成との関係を分析可能な結合データセットを作成できた。今後、本データセットをもとに地域特性等の影響を加味した分析を行うことでその関係をより詳細に推計できると考えられる。

### 参考文献

- 1) 牧誠也, 大西悟, 藤井実, 後藤尚弘, 五味馨. (2019): 地域特性を考慮した収集運搬による費用・CO<sub>2</sub>排出量推計のための修正グリッドシティモデルの開発. 廃棄物資源循環学会論文誌, 30, 153-165.
- 2) 総務省(2015):平成27年度国勢調査
- 3) 環境省(2020):平成30年度一般廃棄物処理実態調査結果
- 4) ESRI ジャパン(2020): ArcGIS Stat Suite 推計消費額2020

キーワード 廃棄物組成、収集運搬モデル、地理情報システム、家計消費、結合データセット



# 関西地方の自治体における高齢者向けのごみ出し支援及び健康維持の活動に関する調査

## Surveys on activities of taking out trash and health maintenance for the elderly people in local municipality of Kansai district

神戸大学 鈴木菜緒, ○田畑智博

### 1. はじめに

日本が抱える社会問題の一つとして高齢化がある。高齢化が進行することで生じるごみ問題として、自治体のルールに沿ったごみ分別やごみ出しが難しくなることが挙げられる。これらは、身体能力や認知能力の衰えによるものである。心身の健康維持は福祉の増進だけでなく、自治体のごみ処理サービスの維持にも大きな影響を及ぼすものと考えられる。そのため、ごみ出し支援などの制度設計に加え、身体機能の維持により支援を必要とする人を減らし、自らごみ出しが可能である状態を保つ等といった、身体機能の維持の両面での予防措置を検討する必要がある。

本研究は関西 198 自治体を対象とし、これら自治体を実施しているごみ出し支援に係る高齢者に対応したごみ処理の制度設計、高齢者の身体機能の維持活動について調査し、これらの実施状況や関係性を考察する。

### 2. 研究の方法

関西 198 自治体を対象にして、①自治体のごみ出し支援と不適正排出ごみ、②高齢者を対象とした健康維持活動に関する 2 種類のアンケート調査を行った。質問項目として、①では、ごみ出し支援制度の有無、利用世帯数と利用者の内訳、不適正排出ごみの取り残し袋数、取り残しが多い地区やコミュニティの特徴等を尋ねた。②では、心身の健康維持のための事業の取り組み主体と参加者数等を尋ねた。

調査期間は 2020 年 11 月 10 日～12 月 11 日である。郵送による発送を行い、郵送、メール、FAX のいずれかの方式で回答してもらった。回答数は、①が 44(回収率 22.2%)、②が 123(回収率 62.1%)であった。自治体の規模による身体機能維持の事業やごみ出し支援制度の違いを検討するため、回答結果は指定都市・中核市、その他の市、町村の 3 つに分類して集計した。

### 3. 結果および考察

ごみ出し支援制度は、指定都市・中核市ほど導入率が高く、ごみ出しを包括的にサポートできる仕組みが整っていた(図 1)。心身の健康維持に関する活動は、自治体

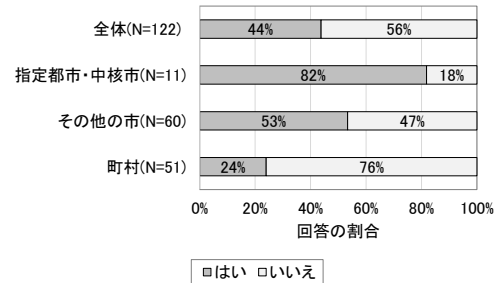


図 1 ごみ出し支援制度の有無(単一回答)

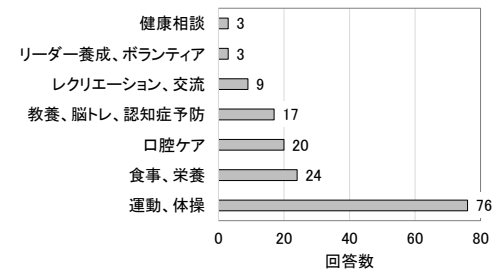


図 2 健康維持のための事業内容(複数回答可, N=44)

規模による相違はあまりみられなかった。健康維持のための事業は、運動器の機能向上が最も多かった(図 2)。その特徴として、多くの自治体において、2002 年から高知市で開始された「いきいき百歳体操」が導入されていることがわかった。これは、住民主体の運営により実施されている。身体機能維持の事業への参加率は、自治体の人口が少ないほど高い傾向が伺えた。小規模自治体は大規模自治体と比較して、住民同士の結びつきが強いと考えられることが要因の一つであると推測される。

### 4. おわりに

身体機能維持のための取組は、ごみ出しにおいて必要とされる筋力や柔軟性を維持する側面があるだけでなく、近隣住民同士の繋がり創出にも役立つ可能性がある。これは、ごみ出し時における共助関係を構築する側面も持つ。高齢者のごみ出しを支えるには、自治体のごみ処理の制度を拡充するとともに、身体機能の維持を通じた自助・共助の強化の両方が重要であると考えられる。

キーワード 高齢者, ごみ出し, 健康維持活動

口 頭 発 表

9 月 11 日 (土)

# Future Prediction of Industrial Plastic Waste Collection Amount: A Case Study in Hospital of Fukuoka

<sup>1</sup>The University of Kitakyushu ○Richao CONG, Atsushi FUJIYAMA, Toru MATSUMOTO

## 1. Introduction

Predicting the collection amount of industrial plastic waste (IPW) is meaningful for local recycling companies to make optimal collection and disposal schedules, vehicles, and personnel arrangements. Thus, this study aims to utilize the waste manifest data for future predictions by the machine learning (ML) approach and evaluate its accuracy.

## 2. Methods

Based on daily waste manifest data from a local company in Fukuoka Prefecture (collection from 2018.4.1 to 2020.9.30), we extracted the data from a hospital as our ML target. Combining with climate data, this data included daily records on collection amount (response variable) and 27 independent variables. The data before 2020.9.1 were used for model fitting and the rest ones were used for validation. In the beginning, we fit the data in 28 models with the five-cross-validation method by MATLAB R2021a and compared their root mean square error (RMSE). Here, the Optimal ensemble model was chosen as our best-fitting model (RMSE: 0.7411). We detected the variables with the lowest sensitivity until the value of the adjusted R-squared reached the maximum (0.4364 on Table 1; 22 variables left).

## 3. Results and Conclusion

As the result validations showed in Figure 1, we made predictions on daily collection amounts for 30 days (from 2020.9.1 to 9.30 without a record on 9.7) by using the selected variable group and model. Comparing with the observed values, the mean absolute percentage error (MAPE) for this period was calculated as 19.3%. Another prediction was made by using the same data by the linear regression tool of SPSS (MAPE: 22.8%). Besides that, we found a higher weekly-mean accuracy of the future prediction for every seven days was made by ML (up to 93.5%) than that done for the same period by the statistical approach (up to 88.7%).

This study confirmed that the ML approach produced more accurate predictions than SPSS in this case. The prediction accuracy varied by the prediction period. It demonstrated that

the waste manifest data were useful for making future predictions regarding daily IPW collection. In future, more work will be done to improve the prediction accuracy and to devise the applications of this result.

Table1. The indicators during the variable selection tests

	RMSE	R <sup>2</sup>	MAE	Num	Adjusted R <sup>2</sup>
Step.0	0.7411	0.45	0.5737	27	0.4332
Step.1	0.7462	0.45	0.5754	26	0.4338
Step.2	0.7415	0.45	0.5729	25	0.4344
Step.3	0.7402	0.45	0.5723	24	0.4351
Step.4	0.7422	0.45	0.5709	23	0.4357
Step.5	0.7428	0.45	0.5738	22	0.4364
Step.6	0.7547	0.43	0.5742	21	0.4165

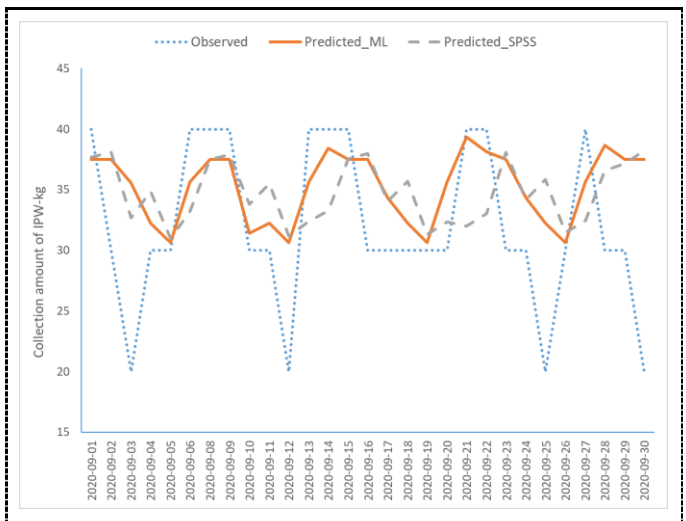


Figure1. Validation of the predicted and observed values for amount of IPW collected (kg) from September 1 to 30, 2020

## Acknowledgements:

This research was performed by the Environment Research and Technology Development Fund (3-1905) of the Environmental Restoration and Conservation Agency of Japan.

Keywords future prediction , machine learning, waste manifest

# コンタクトレンズとケースの捨て方についてのアンケート調査

## Questionnaire Survey on How to Dispose of Used Contact Lens and Cases

福島大学 ○沼田大輔, 斉藤 裕太

### 1. はじめに

海洋プラスチックごみが、世界的な問題になっている。海洋プラスチックごみの要因の一つに、使用済みのコンタクトレンズを排水に流すことがある。しかし、日本ではどの程度のコンタクトレンズが排水に流されているかが明らかになっていない。また、コンタクトレンズのケースはリサイクルに適したプラスチックであるが、それらを使用後どのように排出しているかについてコンタクト使用者に尋ねた研究も見当たらない。これらを検討しうる足掛かりとして作成したアンケートとその結果を報告する。

### 2. コンタクトレンズの正しい捨て方

日本コンタクトレンズ協会のウェブサイト (<https://www.jcla.gr.jp/disposal/index.html>) によると、コンタクトレンズは蓋とブリスターケースに入って販売されており、使用後のコンタクトレンズは可燃ごみ、蓋は可燃ごみ、ブリスターケースはプラスチック製容器包装として処分することが正しいとされている。しかし、コンタクトレンズをごみ箱以外に捨てている回答者が 28.5%、そのうち 48.4%が洗面所・流し・トイレに流していることが示唆されている。また、富田ほか(2020)は、ブリスターケースの 73%が可燃ごみになっていることを、京都市のごみ細組成調査から示している。なお、ブリスターケースは、複数の団体が専用の回収ボックスを設け、シャツ・ペン・リユースカップなどにリサイクルしている。

### 3. コンタクトに関するアンケートの概要

アンケートでは、まず、「コンタクトレンズを週に何回使っているか」「使っているコンタクトレンズの使用期限」を尋ねた。次に、使い終わったコンタクトレンズの各捨て方（「ごみ箱に捨てる」「排水溝に流す」）は 10 回中何回かを尋ねた。そして、使い終わったコンタクトのケースの各捨て方（「可燃ごみ」「資源ごみ」「専用の回収ボックス」）は 10 回中何回かを尋ねた。

アンケートの実施方法は、福島大学の 5 つの授業の中で行い、326 の回答を得た。このうち、コンタクトレンズを使用したことがあるとした 161 回答から、上述

の 10 回中何回かを尋ねる設問で、捨て方の合計が 10 回にならない 8 回答を除外した 153 サンプルをもとに 4 節に示す手順で集計した。

### 4. コンタクトレンズ・ケースの捨て方の集計結果

まず、コンタクトレンズの使用状況に関する設問をもとに、両目にコンタクトレンズを入れるとし、使用期限が 2 週間・1 ヶ月の場合はその期限に合わせて繰り返し使うとして、4 週間(28 日)あたりのコンタクトレンズの使用枚数を算出した。

そして、使い終わったコンタクトレンズの捨て方が 10 回中何回かのデータを掛け合わせて、回答者の 4 週間あたりの各捨て方で捨てた枚数を算出し、各捨て方で捨てた枚数の和を算出したところ、排水溝に 4 週間に流した枚数は 46 枚であった（捨てた総枚数の 1.6%）。この枚数は、4 週間を 1 年間、326 人の回答者を 2020 年の日本の人口(126,476,458 人)に換算すると、日本全体で 2 億 3264 万枚、日本人 1 人あたり年間 1.8 枚を下流に流していることを意味している。年間 1.8 枚は、松尾(2018)で示されているアメリカで年間 18-33.6 億枚のコンタクトレンズが下水に流されているというデータをアメリカ人 1 人あたりに換算した 5.4-10.2 枚よりは少ない。

使い終わったコンタクトのケースの各捨て方についてもコンタクトレンズの場合と同様に算出したところ、燃えるごみとして捨てられている割合は 91.3%であった。これは、富田ほか(2020)で示されている 73%より多い。

### 参考文献

- 1) 富田悠貴ほか (2020) 家庭ごみ中の使い捨てプラスチック製品の排出実態と素材に関する研究, 第 31 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演集, 11-12 頁
- 2) 松尾一郎 (2018) 「コンタクトレンズが下水流出、環境汚染 米大チーム推計」 朝日新聞デジタル 2018 年 8 月 23 日

キーワード 海洋プラスチックごみ、コンタクトレンズ、コンタクトケース

## 山口県内（瀬戸内側・日本海側）のマイクロプラスチックの汚染状況の調査とその処理装置の設計を通じた環境教育

### Environmental education by investigating the pollution of microplastics in Yamaguchi Prefecture (inside Seto area / Sea of Japan area) and designing its treatment equipment.

宇部高専 ○堀部 有希、長尾 美優、杉村 美紅、中野陽一

#### 1. はじめに

山口県は瀬戸内海、響灘、日本海側に接しており、流動環境の異なる干潟が点在している。山口県内の沿岸域で特に日本海側では漂着ごみが問題となっておりマイクロプラスチック汚染も報告されている。また、瀬戸内海側と日本海側とのマイクロプラスチックの汚染の程度、種類も異なる報告されている。昨年度、山陰側の調査を響灘から日本海側の砂浜において実施した結果、日本海側においてもマイクロプラスチックの汚染度が異なることが分かった。

本活動を通じて、故郷の干潟環境の状況を調査し、その調査結果や処理装置の提案を環境教育用の教材を製作し、地域（特に中学生）に情報提供を行うことで、地域の貢献を行うことでより深く環境科学への教育研究のマインド醸成を行うことが本活動の目的である。

#### 2. 実験方法および活動方法

自主活動として 28 名の学生で活動を行った。昨年度活動を経験している 4 年生と 5 年生にもサポートをしてもらった。環境教育用の教材を作成するために、マイクロプラスチック調査班、干潟の経済損失評価班、処理装置提案班の 3 つの班に分かれて活動を行った。

調査は 1m×1m コドラート法を用いて砂を採取、ふるい分け後に 1 次、2 次プラスチックの分類、個数、フーリエ変換型 (FTIR) の赤外分光光度計による成分分析を行った。

干潟の経済損失評価班は、山口県のボランティアのデータ<sup>1)</sup>を用いて漂着ゴミに汚染された干潟の経済的損失を人件費とゴミの処分費用から試算した。

処理装置提案班は、浮上分離法、篩による分級、サイクロン法を検討した。3 つの活動を合わせて中学生向けの環境教材を作成した。

#### 3. 結果および考察

2021 年 3 月～8 月にかけて、山口県内の 10 地点の干潟でサンプリングを行った。瀬戸内側(宇部市、山口市)の 2 地点については、今回の調査でマイクロプラスチッ

クは採取されなかった。響灘側から山陰側にかけての代表的な地点のマイクロプラスチックの個数と重量を図 1 に示す。

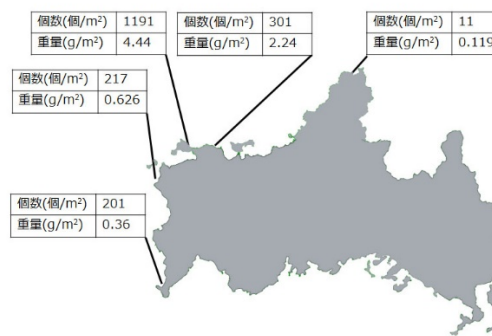


図 1 山口県内のマイクロプラスチックの分布状況

大浜海岸が最もマイクロプラスチックの量が多く、1191 個/m<sup>2</sup>、重量で 4.44g/m<sup>2</sup> 次に二位の浜海岸が多かった。長門地区は冬季の季節風の影響でゴミの漂着量が県内でも最も多く、それに伴ってマイクロプラスチックが風波などの影響で干潟に散布されていると考えられる。成分は発泡スチロール、ポリエチレン、ポリプロピレンが検出された。干潟の経済損失を山口県の清掃ボランティア（大浜海岸、二位の浜海岸、綾羅木海岸）の、過去 8 年を遡って人数、作業時間、漂着ゴミの回収量を調べた。最低賃金、産業廃棄物処分量から、1 回あたりの清掃にかかる費用が 113 万円～126 万円の費用が必要となると試算した。処理装置については、サイクロンである程度分離できるが、マイクロプラスチックと重量が同じになる粒径の砂と分離が難しいため篩による分級を組み合わせたことが望ましいことが分かった。

これらの結果をまとめて、宇部高専のオープンキャンパスに発表を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 山口県庁 HP、日韓海峡海岸漂着ごみ一斉清(2019)
- 2) 山口県庁、山口海洋ゴミアクションプラン (2020) ,p17

キーワード マイクロプラスチック、環境教育

# 産業連関表を用いた産業用プラスチック資材の排出構造要因の時系列分析

## Structural Decomposition Analysis of Waste Plastic Generation Used for Industrial Activities

福山市立大学 ○長谷川 良二  
九州大学 中山 裕文, 島岡 隆行

### 1. はじめに

農業・漁業・建設業などで排出される、例えば、農業用フィルム、漁網、ブルーシートなどの産業用プラスチック資材は野外で利用されることが多く、非意図的に自然環境に排出される可能性が高いだけでなく、消耗財的な利用形態であることから、その排出はフローとしての経済状況に大きく影響を受けると予想される。本研究は産業用プラスチック資材の排出量を近年の経済構造の変化より解明することを試みる。具体的には産業連関表を用いた要因分析手法を用いて、2000-2005-2011-2015年の4時点における産業用プラスチック資材の排出変動を産業構造や消費パターンの変化の観点から解明する。

### 2. 分析手法

環境省<sup>1)</sup>の廃棄物データ、および総務省<sup>2)</sup>の接続産業連関表を用いて、2000年から2015年までの4時点における産業からの廃プラスチック排出量に関する要因分析を行う。具体的には、産業連関表の物価と産業部門を調整し2015年価格基準の104部門とした上で、(1)式のような要因分析モデル式を用いた。但し各要因にウェイト付けされる年次はt期とt-1期の平均値を用いている。

$$\begin{aligned} \Delta w &= w_t - w_{t-1} \\ &= W_t x_t - W_{t-1} x_{t-1} \\ &= \Delta W x_t + W_{t-1} B_t \Delta A B_{t-1} \{(I - M_t) f_t + e_t\} \\ &\quad + W_{t-1} B_{t-1} \Delta f + W_{t-1} B_{t-1} \Delta e \\ &\quad - W_{t-1} B_t \Delta(MA) B_{t-1} \{(I - M_t) f_t + e_t\} \\ &\quad - W_{t-1} B_{t-1} \Delta(MF) \end{aligned} \quad (1)$$

- $w_t$ : t期における廃プラ排出量(ベクトル)
- $W_t$ : t期における廃プラの排出原単位(対角化行列)
- $x_t$ : t期における各産業の生産額(ベクトル)
- $M_t$ : t期における輸入係数(対角化行列)
- $A_t$ : t期における投入係数(行列)
- $B_t$ : t期における輸入内生型レオンチェフ逆行列
- $f_t$ : t期における最終需要(ベクトル)
- $e_t$ : t期における輸出(ベクトル)

### 3. 結果と考察

表1において、まず全産業に関して、排出量自体は2000年以降増減を繰り返しているが、排出原単位と輸出による要因が排出量を引き上げていることが分かる。次に建設業であるが、建設業は全産業の中で最も排出量が大きい部門である。排出量は一貫して増加しているが、各要因を見ると排出原単位による要因が顕著であることが分かる。このように各産業における排出構造を検証した結果、排出原単位要因が排出量に最も大きな影響を与えていることが判明した。

表1 全産業と建設業における要因分析の結果

		上段：全産業、下段(カッコ内)：建設業 (万トン)			
		2000年	2005年	2011年	2015年
排出量		579.0 (90.3)	605.2 (101.1)	571.0 (101.3)	680.9 (137.5)
2000年 からの 増減量	実排出量( $\Delta w$ )	—	26.2 (10.8)	-8.0 (11.1)	101.9 (47.2)
	排出原単位要因( $\Delta W$ )	—	42.7 (31.6)	87.1 (56.7)	176.0 (81.8)
	投入係数要因( $\Delta A$ )	—	-25.1 (-8.8)	-41.4 (-8.7)	-53.3 (-8.4)
	最終需要要因( $\Delta f$ )	—	6.1 (-12.0)	-48.8 (-37.1)	-11.3 (-26.3)
	輸出要因( $\Delta e$ )	—	41.9 (0.2)	52.6 (0.3)	56.4 (0.3)
	輸入要因( $\Delta MA + \Delta Mf$ )	—	-39.5 (-0.2)	-57.6 (-0.2)	-65.9 (-0.3)

### 謝辞

本研究は科学研究費助成事業・基盤研究(B) (課題番号：19H04327)の助成を受けて実施された研究成果の一部である。

### 参考文献

- 1) 環境省「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」
  - 2) 総務省「接続産業連関表」
- ※ 紙面の制約により、簡略な表記で主要文献のみを示している。

キーワード 産業用プラスチック資材, 産業連関分析, マテリアルフロー

# 広島県酒都西条の水質と環境教育への教材開発

## The Development of Teaching Materials for Environmental Education and Water Quality of “Sake City” Saijo in Hiroshima Prefecture

広島国際学院大学 ○竹野健次, 土屋英男, 新川英典, 西条・山と水の環境機構 前垣壽男

### 1. はじめに

近年、酒蔵周辺の地下水の水質悪化や揚水量の減少などが原因で、地域の「水」を活かした醸造産業の継続が困難になる事例が見られている。そこで、次世代の子供たちにも、醸造に用いられている地下水の学習と、その保全の意識を持たせる水の環境教育が必要である。

本研究は、日本三大酒蔵の一つとされる広島県東広島市の西条で、名水と呼ばれるおいしい水と日本酒の醸造に利用されている地下水の水質を調査した。また、清酒酵母および市販の製パン用ドライイーストを用いて、水の種類による発酵力の違いを認識できる教材の開発と、新たな環境教育プログラムの構築について考察する。

### 2. 研究の方法

#### 2.1. 西条の水質調査と清酒酵母の培養

水質調査は、酒造地区の北部に位置し醸造用地下水の源流とされる龍王山中腹の「龍王名水」と、酒造地区の一社の酒蔵会社から醸造用地下水を提供頂いた。さらに「龍王名水」と酒造会社間に位置する民家の井戸水を調査した。試験水の水質分析は前報<sup>1)</sup>に準じて行った。

「龍王名水」と醸造用地下水を用いた清酒酵母(7号)の培養試験は、前報<sup>2)</sup>の培地成分を用い30℃、13日間行った。その際、菌体増殖と気体の発生量を測定した。

#### 2.2. ドライイーストを用いた実験教材の開発

培養に経験を要する清酒酵母の代わりに、入手と扱いが容易な製パン用ドライイーストが実験微生物として利用出来ないか試みた。試験水は「龍王名水」と醸造用地下水を用い、水の違いによる発酵の気体発生量の差を、ジップロックの膨らみで認識する実験教材を開発した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1. 西条の水質

「龍王名水」の総硬度は14.0(mg・L<sup>-1</sup>)と低い軟水で、醸造用地下水は98.0(mg・L<sup>-1</sup>)と中硬水であった。また、その間に位置する井戸水は40.0(mg・L<sup>-1</sup>)とほぼ中間の濃度であり、軟水の源流からミネラルを含みながら酒造地区へ流下し、中硬水に変化していることが分かった。

#### 3.2. 水質による清酒酵母の増殖特性

水質調査した各試験水を用いた清酒酵母の増殖試験結果を図1に示す。

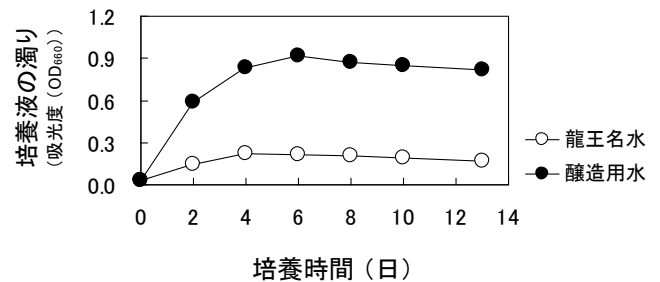


図1. 各種試験水を用いた清酒酵母(7号)の増殖

「龍王名水」と醸造用地下水を用いて清酒酵母7号を培養したところ、軟水の「龍王名水」より中硬水の醸造用地下水を用いた方が約4倍の増殖と約3.5倍の気体発生量であった。このことから、軟水より中硬水の地下水の方が酵母の増殖と発酵に有利であることを確認した。

#### 4. 開発した実験教材による授業実践と今後の可能性

ドライイーストを用い開発した実験を行ったところ、軟水の名水を用いた場合より醸造用地下水の方がジップロックの膨らみが大きかった。この結果を東広島市立西条小学校第4学年の「総合的な学習の時間」で示範し、アンケートにより授業を受ける前と後で児童の変容を調べたところ、水環境への興味関心が15.3%上昇した。また、水と醸造に関する内容の理解度も22.5%上昇した。

以上のことから、今回開発した実験教材が日本酒造りなど、水を利用した伝統文化の継承と水資源を守る重要性を学ぶ、環境教育教材としての可能性が見出せた。

#### 参考文献

- 1) 佐々木健・岩永千尋・渡辺昌規・鈴木洗次郎・浜岡尊・近藤暹(1996)水質化学分析成分と官能検査によるおいしさの相関, 日本農芸化学会誌, 70(10), 1103-1116
- 2) 佐々木健・岩永千尋・竹野健次・浜岡尊・土屋義信(1998)醸造用水質判定バイオセンサーシステムの開発, 生物工学会誌, 76(2), 51-57

キーワード 日本酒, 環境教育, 酵母, 醸造用水, 地下水

# 黒ボク土中でのスルファメサジンの吸着と分解 Adsorption and degradation of sulfamethazine in andosol

岩手大学 ○石川奈緒, 伊藤歩, エヌエス環境 小山内優之介, 量子科学技術研究開発機構 田上恵子, 石井伸昌

## 1. はじめに

家畜に投与された抗菌剤の一部は排せつ物に移行し、抗菌剤が含まれる堆肥を農地に使用することで抗菌剤が農地土壌に移行する。抗菌剤は土壌へ吸着するだけでなく土壌中で分解することが知られているが、分解生成物の情報を得ることは非常に困難である。本研究では、構造の一部が<sup>14</sup>Cに標識されたスルファメサジン(SMZ)を用いて、黒ボク土中でSMZが分解した分解生成物の液相、固相および気相への存在割合を確認することで、分解生成物の特性について検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 バッチ試験

褐色沈殿管に3gの黒ボク土と10 µg/LのSMZ溶液(CaCl<sub>2</sub> 0.01 mol/Lを含む)を30 mL加え、4 °Cまたは25 °Cで振とうした。7日目まで経時的に試料を採取し、3,000 rpmで5分間遠心分離した後、上澄み液を孔径0.3 µmのガラス繊維濾紙で濾過し、ろ液中のSMZ濃度をLC-MS/MSで測定した。固相中のSMZ量は細野ら<sup>1)</sup>の方法により分析した。また、土壌にグルコースを添加し、土壌中微生物を活性化した条件でも同様の実験を行った。各沈殿管に加えた初期SMZ量に対して、各振とう時間での固相または液相に存在するSMZ量の割合を算出した。また、固相と液相に存在する割合を足して100に満たない分を分解したSMZの割合(分解率)とした。

### 2.2 分解生成物の存在割合把握試験

図1に実験の概要図を示す。黒ボク土1gを100 mL容量のGCバイアルに入れ、フェニル環を<sup>14</sup>Cに標識されたSMZ(図2)を含む10 µg/LのSMZ溶液(0.01 mol/LのCaCl<sub>2</sub>を含む)を10 mL加えた。バイアル内部には0.1 mol/LのNaOH溶液を3 mL入れた試験管を吊した。室温で1日攪拌した後、遠心分離し、上澄み液を全て採取した。孔径0.45 µmのガラス繊維ろ紙でろ過し、ろ液(液相)とNaOH溶液の<sup>14</sup>C量を液体シンチレーションカウンタで測定した。また、<sup>14</sup>Cに標識されていないSMZのみを使用した実験も行い、液相中に残留したSMZ濃度とバイアルに残っている固相中のSMZ量を細野ら<sup>1)</sup>の方法により分析した。

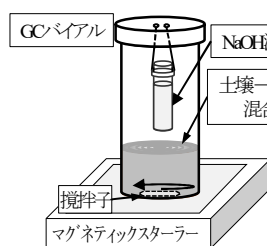


図1 実験模式図

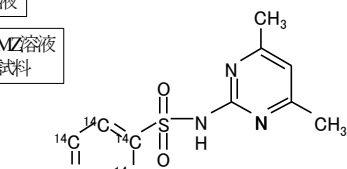


図2 フェニル環が<sup>14</sup>Cに標識されたSMZ

## 3. 実験結果

### 3.1 バッチ試験

図3にSMZ存在割合の経時変化を示す。黒ボク土へのSMZの吸着は少なく、1日以降は分解が進んだ。分解率は微生物活性と同じGlucose > 25 °C > 4 °Cの順に高い。この結果はSMZの分解に微生物が寄与していることを示唆している。

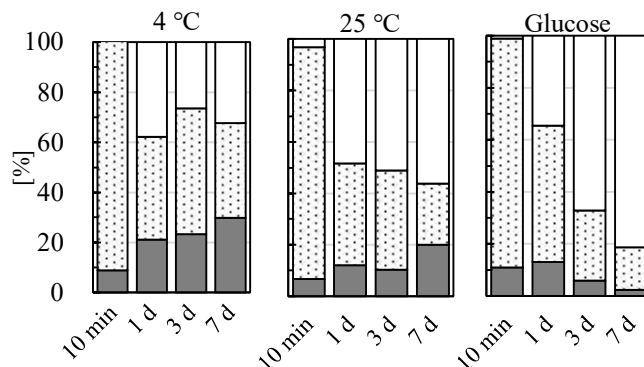


図3 SMZ存在割合の経時変化  
(□: 分解 □: 液相 ■: 固相)

### 3.2 分解生成物の存在割合把握試験

NaOH溶液から<sup>14</sup>Cが検出されたことから、SMZの分解においてSMZのフェニル環が開裂し、一部がCO<sub>2</sub>まで無機化したことが示された。また、フェニル環を形成していた炭素の8.1%が液相に、15.8%が土壌へ吸着またはCO<sub>2</sub>以外の形態で気相へ移行したことが明らかとなった。

## 参考文献

- 1) 細野太一・小山内優之介・笹本誠・石川奈緒・伊藤歩 (2021) 土壌中でのスルファメサジンの挙動に対する影響因子の探索, 土木学会東北支部技術研究発表会, VII-51, 1-2



# パキスタン国パンジャブ平原の都市化・農業開発地域における地下水汚染 Groundwater contamination observed in urbanized agricultural area in Punjab Plain, Pakistan

(一社) 国際環境協力ネットワーク ○吉田充夫, Nusrat Jahan College: Mirza Naseer Ahmad

## 1. はじめに

パキスタン国パンジャブ地方は亜乾燥帯に位置し、9,000 万人以上の人口を擁するインダス平原が広がっている。この地域ではインダス河とその支流からの表流水によって灌漑や給水がなされているが、必ずしも需要の全てをカバーするに至らず、多くの地域で地下水を主たる水資源として依存している。人口増、都市化と農業開発の進行のもと地下水利用は急増しており、年間 800 億 m<sup>3</sup>とも推計される揚水がなされ、地下水資源管理の不十分さから水位低下、塩水化、水質劣化が報告されている。本稿では、インダス平原の典型的な農業地帯で都市化も進みつつある Chiniot 地方で、現地の大学と連携して行った地下水汚染調査分析の結果について報告し今後の課題を検討する。なお、本調査研究の実施にあたっては、2020 年度の地球環境基金の助成を受けた。

## 2. 地下水汚染の特徴

### 2.1 地下水盆

Chiniot 地域で揚水されている地下水の多くは 100m 以浅の比較的浅層の井戸からの地下水であり、インダス平原に広く分布する第四紀の氾濫原堆積物に賦存している。しかしその水理地質的基盤はインド亜大陸の先カンブリア系であり本地域には変堆積岩類、火山岩類、岩塩などが伏在し、一部は衝上断層により地表に露出して Kirana 丘陵を形成している。

### 2.2 地下水の水質

Chiniot 地方の学校において利用されている井戸 352 井から採取した地下水の一般水質分析の結果によれば [1]、電気伝導度 (max. EC=3,070 $\mu$ S/cm), 総溶解物質 (max. TDS=2,000 mg/L), 塩素イオン (max. Cl<sup>-</sup>=1,995 mg/L), 硫酸イオン (max. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>=1,345mg/L), カルシウム (max. Ca= 552mg/L), マグネシウム (max. Mg=519mg/L), ナトリウム (max. Na=1,407mg/L) が WHO の飲用水基準を超える高濃度を示し、全体として塩水化、硬水化が進行しており、大腸菌による汚染も認められる。また微量元素の分析は ICP-MS により 70 元素のスキャン [2] を行なったが、その結果、ヒ素 (max. As=0.0 251mg/L), マンガン (max. Mn= 0.443 mg/L), 臭素 (max. Br=0.540mg/L), ウラ

ン (max. U=53.7  $\mu$ g/L) が US-EPA の MCL/SMCL 基準値を超過する値を示した。

## 3. 汚染源と汚染メカニズム

塩水化は基本的には同地域の地下に伏在する岩塩層由来の高濃度塩水が過剰揚水の結果、浸透拡散して起こったものと考えられる。また、ヒ素とマンガンの汚染源は、同地に露出する基盤岩類である先カンブリア火山性堆積岩及びその砕屑物の Water-Rock Interaction に由来すると考えられ、粉末 X 線回折 (XRD) 分析、全岩化学分析、及び岩石薄片鏡下観察結果から基盤岩中に含まれる Arsenopyrite (FeAsS) 及び Cryptomelane (K(Mn<sup>4+</sup>, Mn<sup>2+</sup>)<sub>8</sub>O<sub>16</sub>) が起源であると推定される。ウランについても自然由来と考えられるが詳細は不明である。

## 4. まとめ

パキスタン・インダス平原の地下水資源は、乾燥気候の影響のもと、自然地質由来の塩素、臭素、砒素等の汚染、農村や都市化居住地由来の未処理排水や Septic Tank による微生物汚染や硫黄汚染等が複合し、複合的な水質汚染状況を呈している。

このような現状にもかかわらず、同国においては持続可能な地下水資源利用管理に係る法制度や政策が未確立であり、その結果、地域での無計画で過剰な揚水が汚染状況を一層深刻化させ、住民の健康にリスクを与えている。今後は、地下水汚染に関する正確なデータの一層の収集解析と共に、法制度・政策や意識啓発面での環境管理能力の強化が求められている。

## 参考文献

- 1) MN Ahmad, R Sultana, M Yoshida, M Salahuddin (2020) Groundwater contamination issues in Chiniot area, Punjab, Pakistan. *Intern. Jour. Env. Sci. Dev.*, 11 (3), pp.123-127
- 2) M Yoshida, MN Ahmad (2018) Trace element contamination of groundwater around Kirana Hills, District Chiniot, Punjab, Pakistan. *Intern. Jour. Econ. Env. Geol.*, 9 (4), pp.12-19.

キーワード： 地下水汚染 農業開発 砒素

# 日本の科学技術政策における環境リスク管理手法の適用に関する研究 —萌芽的科学技術に対する不確実性管理の重要性の観点から—

## Application of Environmental Risk Management in Japanese Science and Technology Policy -A perspective on the importance of uncertainty management for advanced science and technology-

早稲田大学社会科学総合学院 中山敬太

### 1. 研究目的と問題の所在

本報告では、より不確実性を伴うリスクが生じる可能性のある萌芽的科学技術に対して、日本の科学技術政策において環境リスク管理手法を適用すべく、その必要性和社会的妥当性について検討し、科学技術政策における不確実性管理体制の構築の重要性を指摘し、当該内容の区分要素を体系化することを目的とする。

また、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー(ゲノム編集を含む)、そして AI などの萌芽的科学技術は、各産業で多大な効用をもたらしている一方で、不確実性を伴うリスクも懸念されている。しかし、萌芽的科学技術の発展状況に比べ、当該領域の法整備の遅れや法的予防措置自体がなされていないこともある。そもそも、なぜこのような状況になっているのか、その本質的な政策課題とは何か、どのような予防的施策が有効性を示す可能性があるのかという問題が存在する。

### 2. 不確実性管理の必要性

不確実性の伴うリスクを完全に払拭した状態での、萌芽的科学技術の社会実装は現実的ではない。科学的確実性を担保するまでリスク評価・管理を行えば、一定の結論が出るまでに中長期的な時間を要し、科学技術の発展や国際競争力の低下に繋がるからである。

そこで、不確実性を伴うリスクに対処する場合の「不確実性」とは一体何を指すのかが問題となる。以下では、漠然としている「不確実性」を要素分解(区分)することにより、萌芽的科学技術に対して有効的なリスクベースの法的予防措置を検討したい。なお、「リスク」に着目した管理体制には比較的多くの先行研究が存在するものの、「不確実性」に着目した管理体制の構築に関しては、知見が限定的である状況である。

具体的な「不確実性」区分は、「科学的な不確実性」と「社会的な不確実性」に大別できる。「科学的な不確実性」はリスク情報の「事実判断」になり、一方で「社会的な不確実性」はリスク情報の「価値判断」になる。

このように、「不確実性」を「科学的な不確実性」と「社会的な不確実性」に区分することで、「事実判断」及

び「価値判断」における各々のリスクベースの法的予防措置を講じることができる。具体的には、「事実判断」は最終的には「閾値」設定の問題になり、「価値判断」は「解釈」や「説得」の問題となる傾向が多い。

### 3. 科学技術政策における環境リスク管理手法の適用

日本の科学技術政策の基盤となる「第6期科学技術・イノベーション基本計画」(現行)をはじめとする各期の科学技術基本計画には、萌芽的科学技術の不確実性を伴うリスクに対して、具体的かつ実効性を担保した予防的リスク管理に関する方針が示されていない。

特に、萌芽的科学技術であればあるほど、当該リスクに対する不確実性の度合いが高まる傾向がある。それは、より科学技術の初期計画段階での法的予防措置の社会的必要性を示唆していることにも繋がる。

このような事態を打開すべく、環境法の基本原則かつ環境リスク管理手法でもある「予防原則」と「拡大生産者責任」の考え方を科学技術政策、とりわけ萌芽的科学技術の初期計画段階での適用(準用)を提唱する。

### 4. 結論(若干の考察を含む)

「不確実性」を「科学的な不確実性」と「社会的な不確実性」に区分管理することで、リスクベースの法的予防措置の対象と内容をより明確化させることができ、科学技術政策の初期計画段階に「予防原則」と「拡大生産者責任」の考え方を適用する意義を見出した。

#### 主な参考文献

- 1) 日本科学者会議・日本環境学会編 (2013)『予防原則・リスク論に関する研究』本の泉社
- 2) Michael D. Rogers. (2003) . Risk analysis under uncertainty, the Precautionary Principle, and the new EU chemicals strategy. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 37, 370–381.

キーワード 科学技術政策、環境リスク管理、予防原則、法的予防措置、拡大生産者責任

# 有機ハイドライドおよびその脱水素体による水素ステーション周辺住民への慢性健康影響 Estimation of Health Risks to Residents Chronically Exposed to an Organic Hydride and Its Dehydrogenated Substance from a Hydrogen Station

産業技術総合研究所 安全科学研究部門 ○吉田喜久雄, 吉田愛

## 1. はじめに

水素ステーションは、燃料電池車（FCV）に燃料の水素を圧縮充填する施設である。現在稼働中のオンサイト型の水素ステーションでは、都市ガス等から水素が製造されているが、メチルシクロヘキサン（MCH）も水素キャリアとして検討されている。MCH を用いるオンサイト型のステーションでは MCH とその脱水素体のトルエン（TOL）が地下タンクへの受入に伴って大気に排出されるため、両物質への水素ステーション周辺住民の同時吸入曝露による慢性健康影響のリスクを評価した<sup>1)</sup>。

## 2. 曝露評価

60 台/日の充填規模の水素ステーションを想定し、MCH 受入量と TOL 発生量を推定した。排出源（通気管）から 10 m 離れて防火壁があるとして、水素ステーション周辺の MCH と TOL の年平均大気中濃度の分布と最大値を大気拡散モデル（METI-LIS Ver.3.3）で推定した。

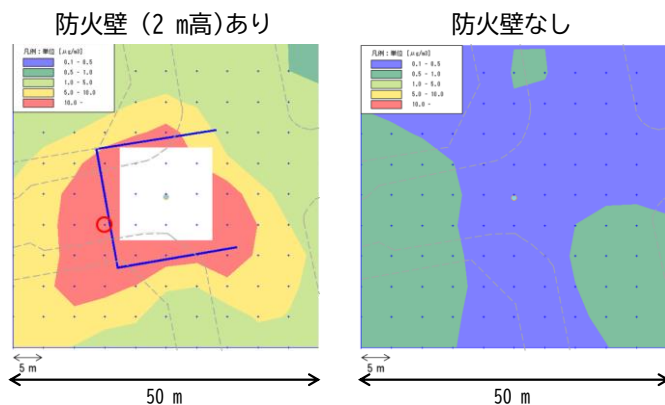


図1 水素ステーション周辺の大気中 MCH 濃度の分布  
●は排出源, ○は最高濃度計算点を示す。また、左図の青線は防火壁の位置を表し、排出源を中心とする白色部分は建物ダウンウォッシュを考慮した場合の計算対象外域

表1 ステーション周辺の年平均最大大気中濃度

防火壁	あり		なし	
	MCH	TOL	MCH	TOL
対象物質	MCH	TOL	MCH	TOL
最高濃度出現位置	排出源から西南西に11 m		排出源から南西に54 m	
最高濃度, $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	27	11	1.0	0.41

## 3. 有害性評価

既報の有害性情報から、MCH と TOL の吸入曝露時の中枢神経系、血液、腎臓等への影響のヒト無毒性濃度を設定した。その際、適切な情報がなかった MCH の吸入曝露での中枢神経系への影響については、経口投与試験の結果を生理学的薬物動力学（PBPK）モデルで経路間外挿し、ヒト無毒性濃度を設定した。

## 4. リスクの判定

MCH と TOL への同時曝露に伴う中枢神経系、血液および腎臓への慢性影響のリスクは、ハザード・インデックス（HI）で判定し、MCH の体重と器官重量、TOL の鼻部への影響のリスクはハザード比（HQ）で判定した。防火壁の有無に関わらず、いずれの影響の HI および HQ は 0.1 未満で、水素ステーション周辺住民への慢性健康影響リスクは懸念されるレベルでないとして判定された。

## 5. 考察とまとめ

建物ダウンウォッシュの影響により、防火壁がない場合に比べて、ある場合にはステーション近傍の大気中最高濃度が高くなるが、建物ダウンウォッシュを考慮した大気中最大曝露濃度でも、周辺住民への慢性健康リスクは懸念レベルにはなく、防火壁設置により得られる便益がはるかに大きいと判断される。今後、FCV が現在のガソリン車並みに普及し、MCH を用いるオンサイト型の水素ステーションが本格的に稼働する状況に至ると想定された時点で、実際の水素ステーション周辺住民への健康リスクをより高精度に再評価することが望まれる。

## 参考文献

- 1) 吉田喜久雄・吉田愛 (2018) 有機ハイドライドおよびその脱水素体による水素ステーション周辺住民への慢性健康影響リスクの推定. 環境科学会誌, 31(4), 164-177.

キーワード メチルシクロヘキサン, トルエン, PBPK モデル, ハザード・インデックス, ハザード比

# 何が暮らしの中で行動意図を決定するのか～ライフスタイル評価項目を用いた主成分分析～ What determines behavioral intentions in lifestyle -Principal component analysis using lifestyle evaluation items-

東北大学大学院環境科学研究科 ○菅原 玲, 東京都市大学環境学部 古川 柳蔵

## 1. 背景

環境問題の悪化により環境配慮型への行動変容が求められているが、行動への移行が進まないことが課題である。環境配慮的行動の意思の決定については、環境認知は目標意図になりえても行動の直接の規定因となりにくいとされる。(例えば広瀬, 1994) <sup>1)</sup>。

一方、学習・教育を含め知的活動を行うには、認知についてよく知る必要があるが認知に重要な役割を果たすのが暗黙知であり <sup>2)</sup>、暗黙知の主な役割は経験を能動的に形成あるいは統合し、実践的行為とすることだとされる <sup>3)</sup>。つまり認知と行動の関係において、暗黙知の不足が行動意図に関係している可能性がある。

環境配慮を促すための行動変容の研究では、行動変容の要因に関してライフスタイルに内在する要素に着目し、ライフスタイルの評価指標をつくるため、評価グリッド法及びKJ法で70のライフスタイル評価項目(以後、LS評価項目とする)が作成された <sup>4)</sup>が、行動意図に直接関係している要素であるかは突き止められていない。このLS評価項目の中には、認知に重要な役割を果たす暗黙知に係る身体知・経験知の要素が含まれていることから、LS評価項目を用いて行動意図との関係を分析することで、行動意図が何によって決定され、行動変容が起こり易くなるのか示唆が得られると考えた。そこで本研究では、LS評価項目を用いた行動意図に関するアンケート結果について主成分分析を行うことで、どのような要素が暮らしの中で行動意図を決定するかについて明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究方法

70のLS評価項目を用いてインターネットアンケート調査を年齢・性別10セグメント計2000人に対して実施した。70のLS評価項目からなる70の質問を行い、主成分分析を用いて行動意図の決定のために重視する項目の抽出を行い、属性別(職業別・世代別)にも分析した。アンケート調査は楽天リサーチ株式会社に委託し、対象者は楽天アンケートモニターの中からランダムに抽出した。

## 3. 結果及び考察

主成分分析の結果から、寄与率の合計が60%を超えるPC1～PC10までの10の主成分が抽出された(PC1全体:総合指標, PC2利便, PC3新しい物・技術, PC4自然, PC5安心, PC6物, PC7経験, PC8情報・食べ物, PC9人・故郷・昔, PC10家族・健康)。

PC1は全体(総合指標), PC2,PC3,PC5が全体の中で利便性, PC4,PC6～10は家族や安心, 自然ふるさとなどの程度を示すとなっている。暗黙知に係る要素である、経験という軸も主成分に含まれていたが、経験軸は、寄与率が中間的な要素であるということが分かった。また主成分スコアの判断から、属性(世代・年齢)による違いが10の主成分の寄与率に影響を与えていることがわかった。主成分分析の得点スコア分析により属性によって行動意図への寄与率が異なり、属性別に行動変容を促す施策設計が可能である。

また、属性に限らないアンケート対象者全員では、安心→物→利便→自然, の順で主成分を重視する傾向がみられ、経験という成分の寄与率は低かった。

このことは現代社会では、利便性重視の傾向にあり、身体知・経験値からの実践的行為としての暗黙知が得られにくい状態であるということが示唆される。

## 4. 結論

ライフスタイルを構成する要素の中で、行動意図は10の主成分で説明できることが分かった。主成分分析の得点スコアによれば、属性により行動意図への寄与率が異なることから、属性別に行動変容を促す施策設計が可能である。

## 参考文献

- 1) 広瀬幸雄 (1994) 環境配慮行動の規程因について
- 2) 大崎正瑠 (2009) 暗黙知を理解する
- 3) M polanyi (1966=2003) 暗黙知の次元, 21頁
- 4) Ryuzo Furukawa and Masae Mitsuhashi(2018) Development of lifestyle evaluation factors to analyze lifestyle change, poster session, SCORAI, Copenhagen Business School.

キーワード 行動変容, ライフスタイル, 主成分分析

# 感情の共通概念のモデル化による環境配慮行動の満足度向上の推論方法 Inference Method of Measures to Improve Satisfaction by Modeling Common Emotional Concepts

東北大学大学院環境科学研究科 ○藤井達也, 東京都市大学環境学部 古川柳蔵

## 1. はじめに

人々の環境配慮行動の「意識」と「行動」の関係性についてモデル構築が行われてきており、満足度評価は環境配慮行動の持続性の指標になり得ると示唆されている。そこで、オントロジー工学に基づき、笑顔に至る行動の概念モデルに笑顔データをリンクさせることで、ある特定の行為を通した一人当たりの笑顔数が環境配慮行動の満足度の度合によってどの程度になるかを推論する方法を検討する。

## 2. 研究方法

環境配慮行動を促すために設計された木育ワークショップ（木育WS）のアンケート、インタビュー調査およびビデオによる録画したデータに基づき、笑顔に至るまでの行動をパターン化し、笑顔に至るプロセスにおけるその人の「喜ぶ」の共通概念を明示化できることが示された。また、ある特定の行為を通した一人当たりの笑顔数が環境意識の高さや環境意識の向上度合によってどの程度になるか推論できる可能性が示唆された<sup>1)</sup>。本発表では、笑いの心的メカニズムにより三分される「快の笑い」の一つの「喜ぶ」の共通概念から、「快の笑い」、「社交上の笑い」および「緊張緩和の笑い」から生じられる笑顔に至るプロセスにおける「満たされる」の共通概念を明示化し<sup>2)</sup>、「満たされる」の共通概念として描いた行為分解木に照らし合わせ、モデル地域の木育WSに参加した分析対象者の満足度の平均値と一人当たりの共通概念の笑顔数との関係性を評価する。

## 3. 結果と考察

デュシェンヌ・スマイルを基準に抽出した834個の笑顔に至るプロセスにおけるその人の知識ベースの暗黙の概念について、笑いの心的メカニズムに沿って行為分解木を描き、明示化した。分析対象者の概念の笑顔数と発生割合を表1に、一人当たりの概念の笑顔数の発生割合と満足度の相関を分析した結果を表2に示す。環境配慮行動の満足度と環境意識の高い地域は、「喜ぶ」の笑顔（概念1から概念4）が3項目以上の概念で見られ、一人当たりの笑顔総数も多い傾向が見られた。満足度と環境意識の低い地域は、一人当たりの笑顔総数が少なく、

表1 分析対象者の概念の笑顔数と発生割合

	分析対象者の人数	概念1	概念2	概念3	概念4	概念5	概念6	概念7	概念8	概念9	総笑顔	保護者の人数
北上市	7	14	4	2	4	11	65	12	181	0	293	12
		4.8%	1.4%	0.7%	1.4%	3.8%	22.2%	4.1%	61.8%	0.0%		
仙台市	10	3	2	2	2	1	7	33	67	2	119	14
		2.5%	1.7%	1.7%	1.7%	0.8%	5.9%	27.7%	56.3%	1.7%		
豊中市	5	6	0	0	0	8	3	5	16	0	38	2
		15.8%	0.0%	0.0%	0.0%	21.1%	7.9%	13.2%	42.1%	0.0%		
池田市	4	3	0	1	0	5	4	2	32	0	47	1
		6.4%	0.0%	2.1%	0.0%	10.6%	8.5%	4.3%	68.1%	0.0%		
豊明市	11	12	0	9	4	13	22	22	255	0	337	8
		3.6%	0.0%	2.7%	1.2%	3.9%	6.5%	6.5%	75.7%	0.0%		
(合計)	37	38	6	14	10	38	101	74	551	2	834	37

※上段が笑顔数で、下段が発生割合を示す

表2 一人当たりの概念の笑顔数と満足度の相関

第1回WSの満足度	概念1	概念2	概念3	概念4	概念5	概念6	概念7	概念8	概念9	一人当たりの笑顔総数	概念1~4の笑顔数	
北上市	4.71	2.00	0.57	0.29	0.57	1.57	9.29	1.71	25.86	0.00	41.9	3.4
仙台市	4.74	0.30	0.20	0.20	0.20	0.10	0.70	3.30	6.70	0.20	11.9	0.9
豊中市	4.03	1.20	0.00	0.00	0.00	1.60	0.60	1.00	3.20	0.00	7.6	1.2
池田市	3.75	0.75	0.00	0.25	0.00	1.25	1.00	0.50	8.00	0.00	11.8	1.0
豊明市	4.34	1.09	0.00	0.82	0.36	1.18	2.00	2.00	23.18	0.00	30.6	2.3
(相関係数)	0.171	0.729	0.150	0.761	-0.442	0.516	0.854	0.465	0.555			

「ふざける」行為により生じられた「楽しむ」の笑顔（概念5）の発生割合が高い傾向があった。つまり、「満たされる」に対する行為のうち「喜ぶ」は環境意識や満足度を高める傾向を示し、「楽しむ」は環境意識や満足度を下げる傾向を示した。本結果により、地域の市民参加型の環境配慮行動の取り組みの満足度の高さは、笑顔を観測的指標として、地域毎に評価することが可能であった。

## 4. 結論

オントロジー工学に基づき、笑顔に至るプロセスを行為と方式に分解することで行為に関する概念体系をモデル化し、複数の概念構造の出現を笑顔データという客観的な指標とリンクさせることで、ある特定の行為を通した一人当たりの笑顔数が市民参加型の環境配慮行動の取り組みに参加することの満足度の度合によってどの程度になるかを推論することができる可能性が示唆された。

## 参考文献

- 藤井達也・三橋正枝・古川柳蔵 (2020), オントロジー工学に基づく感情の共通概念のモデル化による行為の変容の評価方法. 環境科学会誌 33 巻 6 号, 184-194.
- 志水彰 (2000) 笑いその異常と正常. 勁草書房, 221pp.

キーワード オントロジー工学, 環境配慮行動, 笑顔

# 近隣住民との関わりと緑のカーテンの外部性の分析

## Analysis of the influence of neighborhood relations on the externalities of "Green Curtains"

滋賀県立大学 村上一真

### 1. 研究の背景・目的

住民に見える街なかの再生可能エネルギー、省エネルギーの施設・設備や取組みは、それら自身が直接 CO<sub>2</sub>削減に寄与するだけでなく、正の外部性として、それらを知覚・認知した住民個人の CO<sub>2</sub>削減に係る意識や行動に影響を与えることで、間接的に CO<sub>2</sub>削減につながる可能性がある (村上, 2021a)。本研究は、緑のカーテンの外部性のメカニズムを、近隣住民からの勧め・期待と近所づきあいとしての近隣住民との関わりの影響を考慮しながら明らかにする。

### 2. 研究方法

滋賀県湖南市と守山市それぞれの住民への質問紙調査を行い、分析を行った。村上 (2021b) より、緑のカーテンに関する外部情報源がある程度機能していると想定される地域とされ、対象地域として選定した。

### 3. 分析結果

図1の仮説モデルを基に設定した分析モデルについて、構造方程式モデリングにより検証した。表1のように、[緑のカーテンの好ましさ]には、[緑のカーテン推移知覚]、[自身での情報収集]からのパスが両市ともに有意である ( $p < 0.05$ )。[緑のカーテンの好ましさ]は近隣住民からではなく、緑のカーテンに対する知覚や自身の情報収集による知識・情報に基づいて判断される。

[緑のカーテン実施意欲]、[緑のカーテン実施勧め]には、[自身での情報収集]からのパスが、両市ともにいずれも有意である ( $p < 0.01$ )。また[緑のカーテン実施意欲]には[緑のカーテンの好ましさ]からのパス、[緑のカーテン実施勧め]には[近隣住民からの勧め・期待]からのパスが、両市ともにいずれも有意である ( $p < 0.01$ )。これより、自身の[緑のカーテン実施意欲]には近隣住民からではなく緑のカーテンの好ましさの判断が影響を与え、他者への[緑のカーテン実施勧め]には緑のカーテンの好ましさの判断からではなく近隣住民からの勧め・期待が影響を与える。

[節電行動実施]には[緑のカーテンの好ましさ]からのパスのみ、[節電行動実施勧め]には[近隣住民からの勧め・期待]からのパスが、両市ともにいずれも有意である ( $p < 0.05$ )。節電行動においても、自身の[節電行動実施]には近隣住民からではなく緑のカーテンの好ましさ

の判断が影響を与え、他者への[節電行動実施勧め]には緑のカーテンの好ましさの判断からではなく近隣住民からの勧め・期待が影響を与える。

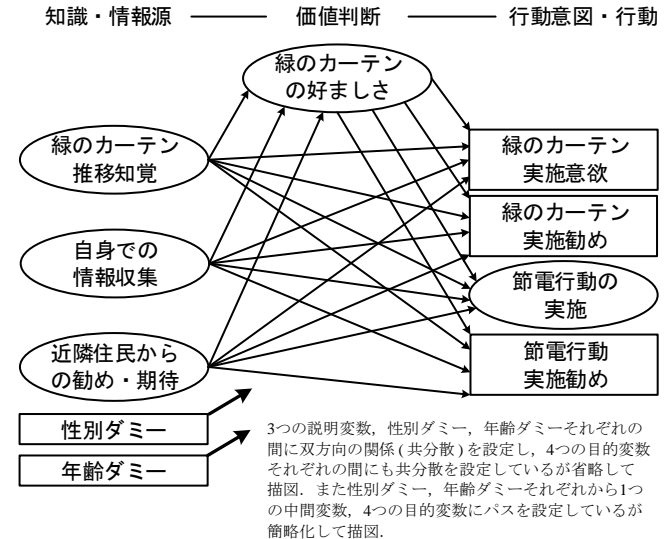


図1 仮説モデル

表1 分析結果

	湖南市 (n=565)	守山市 (n=500)
緑のカーテン推移知覚 → 緑のカーテンの好ましさ	0.32 **	0.42 **
自身での情報収集 → 緑のカーテンの好ましさ	0.19 *	0.23 **
近隣住民からの勧め・期待 → 緑のカーテンの好ましさ	-0.12	-0.13
緑のカーテン推移知覚 → 緑のカーテン実施意欲	0.05	0.09
自身での情報収集 → 緑のカーテン実施意欲	0.39 **	0.46 **
近隣住民からの勧め・期待 → 緑のカーテン実施意欲	-0.02	-0.09
緑のカーテンの好ましさ → 緑のカーテン実施意欲	0.24 **	0.18 **
緑のカーテン推移知覚 → 緑のカーテン実施勧め	-0.03	0.00
自身での情報収集 → 緑のカーテン実施勧め	0.15 **	0.12 **
近隣住民からの勧め・期待 → 緑のカーテン実施勧め	0.78 **	0.81 **
緑のカーテンの好ましさ → 緑のカーテン実施勧め	0.03	0.02
緑のカーテン推移知覚 → 節電行動実施	-0.08	-0.11
自身での情報収集 → 節電行動実施	0.15	0.08
近隣住民からの勧め・期待 → 節電行動実施	-0.01	-0.02
緑のカーテンの好ましさ → 節電行動実施	0.24 **	0.17 *
緑のカーテン推移知覚 → 節電行動実施勧め	0.03	0.00
自身での情報収集 → 節電行動実施勧め	0.24 **	0.10
近隣住民からの勧め・期待 → 節電行動実施勧め	0.47 **	0.58 **
緑のカーテンの好ましさ → 節電行動実施勧め	0.03	-0.03
モデルの適合度	CFI=0.977, RMSEA=0.046	CFI=0.964, RMSEA=0.056

\*\* p < 0.01, \* p < 0.05. 係数は全て標準化。性別ダミー、年齢ダミーの結果は省略。

### 参考文献

- 1) 村上一真 (2021a) 環境政策の効果と環境配慮行動の分析, 日本評論社, 296.
- 2) 村上一真 (2021b) 街なかの市民共同発電が住民の節電行動等に与える影響の分析: 滋賀県湖南市と守山市を対象として, 環境科学会誌, 34(3), 139-151.

キーワード 緑のカーテン, 外部性, 節電行動

# 環境団体の活動へのコロナ禍の影響の調査

## Research of Impacts of COVID-19 Pandemic on Activities of Environmental NGO/NPOs

静岡大学 ○前田恭伸, 国立環境研究所 森保文, 広島大学 浅野敏久

### 1. はじめに

2019年12月からはじまった新型コロナウイルスの感染拡大は、様々な社会活動に影響を与えている。そのひとつが環境 NGO・NPO の活動である。本研究では、全国の環境団体を対象に、コロナ禍の活動への影響についてアンケート調査を行った。

### 2. 方法

独立行政法人環境再生保全機構の「環境 NGO・NPO 総覧オンラインデータベース」に掲載されている民間団体 3,989 団体を対象に、2021年4月にアンケート調査を行った。質問紙はウェブ上に作成したが、メールアドレスを明らかにしていない団体があったので、質問紙 URL の QR コードを作成し、それを郵送する方法をとった。項目としては、団体の活動内容等の属性、コロナ禍の活動への影響、コロナをきっかけにして新たに始めたことなどについて質問した。

### 3. 結果

結果として 827 団体から回答を得た。

「2020年4月以降に実施した活動回数は、3月以前から予定していた回数に対してどの程度でしたか」という質問への回答を図1に示す。予定通り、予定以上という回答は約10%でほとんどの団体は活動回数を縮小せざるを得ず、すべて中止したと回答した団体も8%あった。

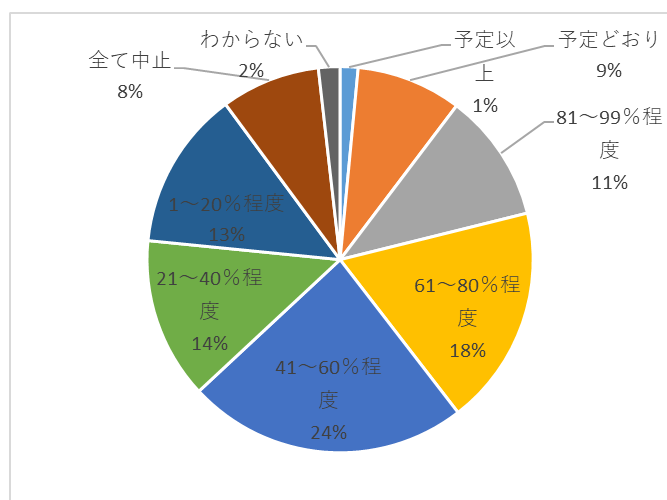


図1 活動回数への影響(n=827)

また、活動した団体に「コロナ禍の中でどのような方法で実施したのか」を質問したところ、表1のような回答が得られた。多くの団体では、様々な対策を施しながらなんとか活動を実施したようである。

表1 コロナ禍での活動の実施方法(n=743,複数回答)

対策	%
換気, 広い会場の確保, 手洗いなどの対策	60.7
規模を縮小	55.3
リモート形式で実施	33.1
動画配信での活動を実施	12.9
その他	12.0
特に変えることなく実施	12.0

一方、コロナ禍をきっかけとして新たに始められたこともあった。図2はコロナ禍で zoom, Teams, Skype などのオンライン会議を使い始めた状況を示している。

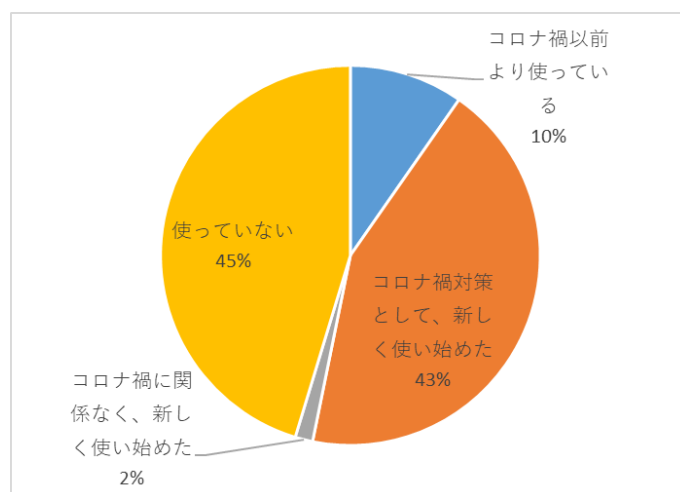


図2 オンライン会議の利用(n=827)

### 5. おわりに

コロナ禍は従来の活動に大きな制約となっている。一方、環境団体側は新たなスキルを習得する事でこの状況に対応しようとしている傾向が見えた。

キーワード 環境活動, NGO, NPO, COVID-19

# 持続可能な食生活に向けた異なる情報提供内容及び消費者特性の影響評価

## The Effect of Different Information Topics and Consumer Identity Factors towards Sustainable Diet

東京大学 ○佐久間夏美, 栗栖聖, 福士謙介

### 1. はじめに

環境負荷の低減や社会配慮と健康を両立する食生活として、植物性食品中心の食生活や、動物福祉や抗菌剤の適切な利用に配慮した動物性食品の選択がある<sup>1,2</sup>。代替食品等の拡大やエシカル消費への関心の高まりとともに、消費者の食生活も行動変容施策<sup>3</sup>として着目されている。ここで食生活と持続可能性に関する情報提供が消費者に与える影響に着目した。食品の環境情報や健康情報の提供を行った研究は見られるが、食と持続可能性はより広い要素からなる。本研究では、持続可能性に関する複数の側面の消費者への働きかけ方の違いと、さらに食選択の文化的・心理的要因が情報の働きかけ方に与える影響を明らかにした。

### 2. 手法

調査会社モニターの東京都居住、20歳から69歳までの計2400名を対象にオンラインアンケート調査を実施した。6グループに分け、5グループはアンケート中に異なる内容の情報を提供し、コントロールグループは情報を提供しなかった。質問票は、食選択要因と持続可能性意識について約40問、8つの行動に対してそれぞれ行動を規定する4要因と、情報提供への反応5質問を含めた(表1)。

表1 質問票内容

消費者特性：食志向，食品好み，時間選好，環境意識，健康意識，等	
<b>行動規定要因 (4つ)：</b> (i)態度 (ii)行動意図 (iii)社会規範 (iv)行動統制感 *記述規範(1問のみ)	<b>8行動：</b> ①肉の消費を減らす ②牛肉の消費を減らす ③動物性食品の消費を減らす ④豆腐や豆食品を取る ⑤野菜中心の食生活 ⑥大豆ミートなどを取り入れる ⑦動物福祉に配慮した商品選択 ⑧抗生剤に配慮した商品選択
<b>情報提供への反応：5質問</b> 植物性食事を取り入れてみたいか より内容について調べてみたいか 等 <b>情報読んだ後の変化</b> について	

提供情報の内容は食肉などの動物性食品の環境負荷、植物性タンパク質の健康メリット、家畜への抗菌剤使用、動物福祉と飼育法、植物性食品中心の食生活の行い方の5つである。情報にはグラフや図、写真、文章を用いた。

### 3. 結果と考察

#### 3.1. 規定要因と行動種類ごとの情報内容影響の比較

各情報グループごとに、コントロールグループとの各行動規定要因を比較した。主要行動では、社会規範がすべての情報グループでコントロールより有意( $p < 0.05$ )に高く、行動意図は環境と健康、動物福祉、抗菌剤情報グループでコントロールより有意に高かった。特に環境と健康情報の影響が他グループと比較して高かった。

行動種類に関して、肉・牛肉・動物性食品を減らす行動と動物福祉に配慮した商品選択はすべてのグループと規定要因でコントロールより高かった。一方、植物性タンパク質の摂取と抗菌剤に配慮した商品の選択は、健康グループ以外はコントロールに比べて低い規定要因もあつたがその差はいずれも有意ではなかった。

#### 3.2. 消費者特性の影響

複数の消費者特性の中でも食志向、ベジタリアン食生活への興味、肉への価値観や環境意識等が行動意図に働きかけていることが分かった。また、環境意識の中でも環境対策の必要性認知、深刻度、サステナビリティへの興味の行動意図への働きかけ方に違いが見られた。

### 4. まとめ

提供する情報の内容は持続可能な食生活への消費者の行動意図に違いをもたらした。また食肉などの動物性食品を減らす行動は、植物性食品を増やす行動より受け入れやすい行動だと考えられ、情報提供の影響が大きく出たものと考えられる。発表では消費者特性が情報の効果に与える影響も交えて結果を紹介する。

謝辞 本研究は科研費 (JP20K12279) により助成を受けた。

#### 参考文献

1. FAO, WHO (2019) Sustainable Healthy Diets Guiding Principles
2. Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T. (2019) Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet 393, 447–492.
3. 小出瑠, 小島公史・渡部厚志. (2020) 1.5°Cライフスタイル - 脱炭素型の暮らしを実現する選択肢-, IGES, 42 ページ

キーワード 持続可能な食生活、食選択、環境行動、健康行動、情報提供



# 気候変動適応を踏まえた地目区分と土壌大群のオーバーレイ解析 Overlay Analysis of Land Category and Great Soil Groups for Climate Change Adaptation

山梨大学 ○島崎 洋一

## 1. 研究目的

本研究は、気候変動適応の観点から、果樹の栽培適地に関する環境要因を定量的に明らかにすることを目的とする。従来、地理情報システムを用いて、山梨県峡東地域(山梨市・笛吹市・甲州市)における作付と土壌群のオーバーレイ解析<sup>1)</sup>を行った。本解析では、対象地域を拡大し、地目区分と土壌大群の関係を明らかにする。

## 2. 解析方法

対象地域は山梨県および長野県とした。日本土壌インベントリー<sup>2)</sup>の地目区分(田・普通畑・樹園地・牧草地)と土壌大群(10分類)のデータを用いて、オーバーレイ解析を行った。次に、1km<sup>2</sup>のグリッド単位では土壌以外の環境要因のデータ<sup>3)</sup>が存在する。地目区分の面積をグリッド単位に分配し、グリッド単位の面積割合から環境要因の加重平均値を求めた。さらに、グリッド単位における環境要因と樹園地面積について単回帰分析を行った。

## 3. 解析結果

図1にオーバーレイ解析の結果を示す。地目全体の割合を基準にした場合、樹園地の土壌大群は褐色森林土の割合が高くなる。山梨県は黒ボク土の割合が、長野県は低地土の割合が低くなる。表1に環境要因の加重平均値の結果を示す。全体の値に比べて、樹園地は年平均気温が高く、年降水量が低く、人口総数が高くなることがわかった。これらの傾向は、環境要因と樹園地面積の単回

表1 環境要因の加重平均値

	山梨県		長野県	
	全体	樹園地	全体	樹園地
年平均気温(°C)	12.6	13.4	10.3	10.9
年降水量(mm)	1328.4	1244.7	1289.3	1205.5
平均標高(m)	516.5	404.9	709.1	572.0
平均傾斜角度(度)	5.0	4.9	5.1	5.7
人口総数	622.8	705.6	451.4	483.9
事業所数	26.9	27.9	19.0	18.7

帰分析の結果からも確認することができた。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20K12297 の助成を受けたものです。ここに記して、深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 島崎 洋一 (2019) 果樹と土壌のオーバーレイ解析, 環境科学会 2019 年会講演要旨集, 50
- 2) 農研機構, 日本土壌インベントリー, <https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/> (アクセス日: 2021 年 3 月 19 日)
- 3) 国土交通省, 国土数値情報ダウンロードサービス, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (アクセス日: 2021 年 3 月 19 日)

キーワード: 果樹栽培, 気候変動適応, 環境要因

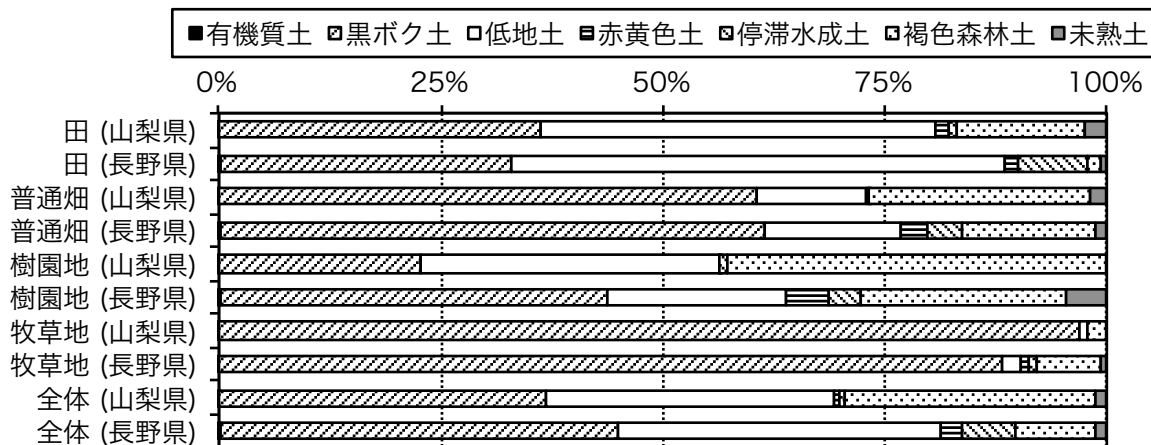


図1 地目区分と土壌大群のオーバーレイ解析の結果

## 気候変動に対する認知・経験と農家の適応

### The Nexus between Farmers Adaptation and their Recognition or Experience of Climate Change

明治大学大学院 ○岡村伊織, 明治大学 藤栄剛

#### 1. 背景と課題

気候変動による気温上昇や、降水パターンの変化が顕在化する今日では、適応をいち早く実施し、気候変動の影響を軽減することが求められている。特に、気象の変化に対して脆弱な農業では、作付の多様化や作期の移動などの適応の実施が、喫緊の課題となっている。

先行研究では、農家が適応を講じることで、気候変動の影響をどの程度緩和できるか、という点に焦点が当てられてきた。一方で、農家の適応実施要因について検討した研究は希薄であり、実証的研究の蓄積が求められるテーマである。また、適応実施要因について検討した先行研究（例えば、白井ら（2014）、今井ら（2020））は、農家の気候変動の実感など、農家の主観的な情報を用いた研究にとどまっており、気象データなどの客観的な情報を用いた研究はみられない。

そこで、本研究では、気象データを用いて、農家の適応実施要因を実証的に検討する。気象データを用いることにより、気候変動に対する農家の認知と経験が、適応へ及ぼす影響を峻別して検討できる。さらに、気象データを変数として用いる利点として、気候変動の進行とともに、農家の適応がどの程度普及するかを検討することもできる。

#### 2. データと方法

本研究で用いるデータは、株式会社マクロミルを通じて行った web 調査である。分析対象は、農業を主な職業とするマクロミルのモニターである。有効回答数は 657 であり、このうち回答者が農業経営主であったのは 220 である。

また、本報告では web 調査に付随する農家の所在地に関する情報と、農研機構が提供する「農研機構メッシュ気象データ」を用いて、気象条件と農家の適応に関するデータベースを作成した。

アンケートの質問項目は、農家による適応のほか、気候変動の影響に対する農家の認知や、農家のリスク態度、主観的な将来の重視度なども含めた。

以上のデータを用いて、気候変動に対する適応を、①作付構成や作付品種の変更など、適応の際に時間や

コストがかかるものと、②施肥量・灌漑水量の調整や作期の調整など、適応の際に時間やコストが比較的にかからないものの2つに分類した。

これらの適応実施の有無を被説明変数とし、ロジットモデルを用いて、適応実施に関連する要因を検討した。また、分析対象は、米の栽培農家、野菜の栽培農家とし、それぞれ独立して計測した。

#### 3. 結果の概要と考察

本研究で得られた結果の概要は、以下のとおりである。まず、①の適応については、農家が経験した気象条件と適応実施との間に相関が検出されたが、農家による気候変動の影響の認知と適応実施との間には相関が検出されなかった。一方で、②の適応については、農家が経験した気象条件と気候変動に対する影響の認知のいずれも、適応実施との間に相関が検出された。さらに、リスク選好や将来の重視度の変数についても相関が検出された。

先行研究では、農家が気候変動の影響を認知することにより、適応を実施することが指摘されている。本研究の結果から、①に分類された適応については、農家の認知よりも、気象条件などの外的要因がより大きな影響を及ぼすことが示唆された。一方で、②に分類された比較的实施コストが低い適応については、外的要因とともに農家の認知が、適応の実施に関連することが示唆された。さらに、気候変動への認知に加えて、リスク選好や将来の重視度が、適応実施に影響を及ぼすことも明らかとなった。

#### 参考文献

- 1) 今井葉子・田村誠・増富祐司・馬場健司（2020）農業従事者の気候変動適応に対する認知：適応策の実施意図に影響する要因の分析，土木学会論文集 G（環境），76（5），I\_205-I\_210.
- 2) 白井信雄・馬場健司・田中充（2014）気候変動の影響実感と緩和・適応に係る意識・行動の関係—長野県飯田市住民の分析—，環境科学会誌，27（3），127-141.

キーワード 気候変動，適応，経験と認知，気象データ

# 福島復興地域における土地利用のゾーニングの考え方

## Zoning in reconstruction area of Fukushima

所属 ○堀史郎, 福岡大学

### 1. はじめに

福島事故から10年がたち、順次、規制の解除が行われ、住民帰還が行われつつある。しかしながら、6町村においては帰還困難区域が残り、また、大熊、双葉の2町では中間貯蔵施設用地が存在する。その一方、帰還困難区域においても特定復興再生拠点区域（以下、「再生拠点区域」という）が指定され、こうした地域では、産業や居住、農業などのゾーニングがなされ、そのゾーニングに従って、今後街づくりが進むと思われる。しかし、このようなゾーニングは短期間で進められ、都市計画や土地区画整理事業において行われるような住民の公聴会や地権者との協議などが十分行われたかは課題である。

そもそも、当該地域には居住している住民はおらず、このような帰還困難区域における土地利用計画の考え方、すなわち土地利用のゾーニングはどのように進めるべきであるか、論じてみたい。

### 2. 再生拠点区域の指定の考え方

従来、規制解除は、放射線量の低下とともに実施されてきた。基本的に放射線量の低下に従って、居住可能となることであり、自然科学の基準で判断されてきた。他方、再生拠点区域は特定の区域にインフラ整備を行いながら除染を行い、土地利用を図る。

この再生拠点区域は、エリアによって居住・営農ゾーン、産業・交流ゾーンと指定されており、かつ、中間貯蔵施設のため居住地等を失った住民等に対して提供する代替地として利活用を図る、とされている。つまり、昔の土地利用を復活させることなのか、新しい産業や居住ということを目指すのか、についても重要な論点となってくると考えられる。

### 3. 土地利用制度におけるゾーニングの考え方

ゾーニングを考える場合に、土地利用ということのみならず、土地に関する権利や責任の在り方までを再考する必要がある、土地利用を誘導するという考え方が重要となる（窪田、2019）<sup>1)</sup>。すなわち、このようなゾーニングを行う場合の、住民や地権者の関与はいかにあるべきであるかという点が重要な論点となってくる。

再生拠点区域の考え方は、新しいゾーニングを行うも

のであるので、既存制度としては土地区画整理事業に似ているといえるかもしれない。土地区画整理事業は、災害復興の場合にも地域の復興の手段として用いられる。

### 4. 望ましいゾーニングについて

復興についての住民の考え方はさまざまである。住民意向調査の個別意見を見ると、廃墟のままの区域への失望やそうした地域が残ることへの不安感を訴える意見がある一方、まったく新しい街づくりをすればよい、うらやましいという街にしようという、新しい街づくりへの意見も見られる（復興庁他、2021）<sup>2)</sup>。特に再生拠点区域に指定され「きれいになっていく区域」と「廃墟のままの区域」が隣り合わせという現状は、住民の中での分断を生む可能性もある。このような公共事業主導型の復興は、「様々なアンバランス」や「分断」（徐本、2016、170-172）<sup>3)</sup>につながる危険性もあろう。

ゾーニングは基本的に土地の価値を向上させることを目的とする。地域のことを判断する場合、安全性や健康に関するものは専門家の判断によるが、利便性や快適性や地域の個性は主体によって異なることから、地域住民の参加が必須となる（原科、2011、90）<sup>4)</sup>。こうしたプロセスは、社会的合意形成につながることになる。

帰還困難区域の中での再生地域、そして、その中でのゾーニングを考えた場合、住民参加をどのように確保するか、ということは、様々な異なった意見や分断が危惧される場合の合意形成の重要な問題となるであろう。

### 参考文献

- 1) 窪田亜矢（2019）「原発被災地域におけるゾーニングに関する研究」『日本建築学会計画系論文集』,第84巻,763号,1947-1956頁.
- 2) 復興庁・福島県・大熊町（2021）『大熊町住民意向調査報告書』.
- 3) 徐本理史(2016)『公害から福島を考える＝地域の再生を目指して』岩波書店.
- 4) 原科幸彦（2011）『環境アセスメントとは何か→対応から戦略へ』岩波新書.

キーワード：ゾーニング, 帰還困難, 合意形成

## 堺市における熱中症発症率と小地域の地理的条件の関係分析（和文）

### An Analysis of Relationships with Heat stroke incidence depending Geographical condition of small zone in Sakai City (in English)

関西大学 ○郭 敏娜, 北詰 恵一 関西大学

#### 1. はじめに

地球温暖化が進む中、アジア地域においても暑熱による病気の重篤化及び死亡リスクの増大などの問題が懸念されている。2003年ヨーロッパでは、熱波による熱関連疾患を引き起こす死亡者が7000人以上出た。最も重篤な熱関連疾患である熱射病は、臨床的には体芯温（Tcore）が40.6℃以上であると定義されている<sup>1)</sup>。また、熱射病は高い死亡率と関連しており、多くのが基礎的病気の悪化による死亡の原因にもなっている。都市化が進んでいる中では、都市部の気温が上昇し、2010年には日本の夏は猛暑に見舞われ、その結果、熱中症発症率が急速に増加していた。国立環境研究所<sup>2)</sup>によると、東京の救急車で搬送された熱中症患者数が例年の約6倍に急増したと報告があった。これらの問題の現状を把握及び対応策を検討するためには、現状での熱中症発症率の特徴と地理的な特徴を分析し、これらと熱中症発症率の関係を定量的に評価する必要がある。そして、本研究の目的は、熱中症に関する救急搬送データに基づいて、熱中症搬送率の特徴、及びそれらと地理的な条件の相関関係を分析する。

#### 2. 研究方法

本研究では、独自に入手した熱中症に関する救急搬送データに基づいて、梅雨期前後の温湿度の影響が地理条件により変化すると考え、堺市を対象とし、梅雨前、梅雨中、梅雨後の3期間において、各期間の熱中症搬送率の特徴、及びそれらと地理的な条件の相関関係を分析した。入手した救急搬送データは、2013年～2018年(5年間)のものであり、それぞれ、堺市の区町単位で、男女別、年齢別、救急車の出場場所を分類されている。使用した町単位の人口データは、国勢調査の2015年のものである。

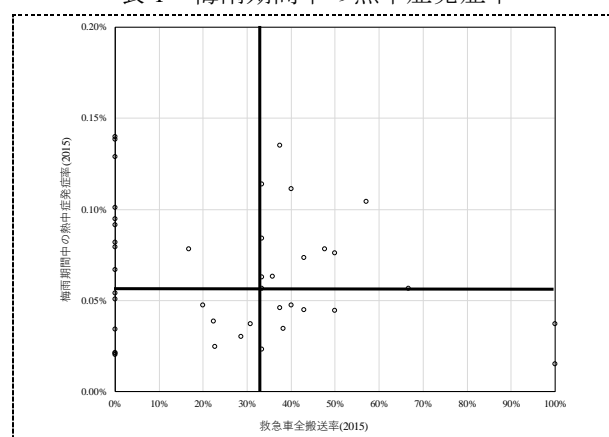
その手法として、まず、同じ町単位のデータを集約し、5年間のそれぞれ象限で発表した梅雨の時期に基づいて、梅雨前、梅雨期間、梅雨後に振り分け、人口データと合わせて、熱中症発症率を求めた。次に、堺市の都市計画情報を基づいて、住宅地域、工業地域、商業地域などに分類した。分類された同じ地理状況の地

域をクラスターに集約した。最後、これと熱中症発症率の関係を分析した。

#### 3. 結果と考察

結果の例として、2015年にクラスターに集約された梅雨期間中の熱中症発症率と全救急車搬送率の関係が表1に示す。図表にある棒線は、それぞれ横軸と縦軸の救急車搬送率の平均値と梅雨期間中の熱中症発症率の中央値を取ったものである。この図から見ると、第3象限と第4象限にある地域では、梅雨後の熱中症発症率が梅雨期間中より高い、これは、それぞれ気温と湿度とも高いと考えられる。また、第1象限と第2象限においては、夏全般にわたって搬送数が多く、梅雨期間中に多いことが分かった。

表1 梅雨期間中の熱中症発症率



#### 参考文献

- 1) A. Fouillet, G. Rey, F. Laurent, G. Pavillon, S. Bellec, C. Guihenneuc-Jouyau, et al., Excess mortality related to the august 2003 heat wave in France, *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 80(2006) P16-P24
- 2) National Institute for Environmental Studies, 2012. Bulletin report on Heatstroke Patients, Available online: <http://www.nies.go.jp/gaiyo/archiv/risk8/>.

キーワード heat stroke, Geographical Condition, emergency transportation data

# 脱炭素化に向けた地域の取組効果に関する研究

## Research on effectiveness of local actions towards decarbonized society

東京工業大学 ○永森一暢, 国立環境研究所 増井利彦

### 1. 背景と目的

現在、数多くの自治体が脱炭素社会の実現に向けて2050年に二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量を実質ゼロにすることを表明している。本研究では、個別の地域を対象に、脱炭素社会に向けたシナリオを通じて期待される対策とその効果を定量的に明らかにする。

### 2. 対象地域と方法

ExSSモデル<sup>1)</sup>を活用し、2015年を基準年として、2050年のBaUと対策を講じた場合のCO<sub>2</sub>排出量を推計する。対策は、主に(1)ZEB・ZEHを想定した断熱性能強化、省エネ機器導入、(2)電気自動車・燃料電池車(EV等)の普及促進を想定した。

対象地域は、現状を定量的に把握するにあたり十分なデータを公表している地方公共団体のうち、相模原市と五島市とした。本研究においては、相模原市は豊かな自然と都市部を持ち合わせる地域の代表として、また、五島市は島しょ地域の代表として対象とした。

相模原市の部門別のエネルギー消費量については、第2次相模原市地球温暖化対策計画を活用した。また、交通移動については相模原市総合都市交通計画を参照した。2050の交通手段の割合(自動車、バス、自転車、徒歩等)については同計画の将来推計を引用し、産業構造については平成28年経済センサス活動調査結果報告書<sup>2)</sup>を活用した。

五島市の部門別のエネルギー消費量については、五島市気候エネルギー行動計画を参照した。

算出にあたって、2050年の電源構成は再生可能エネルギーの割合を6割と想定した。また、吸収源については考慮していない。産業部門における対策については、将来の活動水準や対策について十分な根拠が得られなかったため、分析の対象外とした。

### 3. 結果と考察

#### (1) 相模原市の結果

住宅・業務その他部門をあわせた民生部門については、断熱性能向上及び省エネ機器の普及、さらにはREPOS<sup>2)</sup>を活用し、「住宅用等」の太陽光導入ポテンシャル(経済ポテンシャルのレベル3の50%導入を想定)を設定したところ、相模原市においては2015年

CO<sub>2</sub>排出量の90%超を削減できる可能性が示唆された。また、EV等の普及により、運輸部門については、2015年CO<sub>2</sub>排出量の80-90%を削減できる可能性が示唆された。

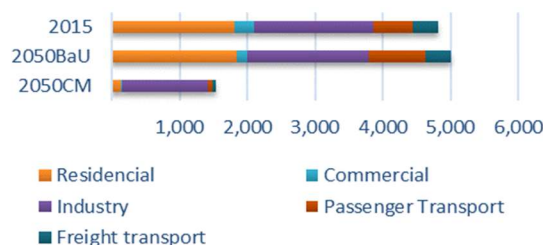


図1 相模原市におけるCO<sub>2</sub>排出量(単位 kt-CO<sub>2</sub>)

#### (2) 五島市の結果

同様の想定を五島市において設定したところ、民生部門のCO<sub>2</sub>排出量はほぼゼロとなった。運輸部門については、90%超の削減可能性が示唆された。離島においては、運輸部門におけるCO<sub>2</sub>排出量が相対的に大きいことから、EV等の促進によりCO<sub>2</sub>排出量の大幅な削減が期待される。

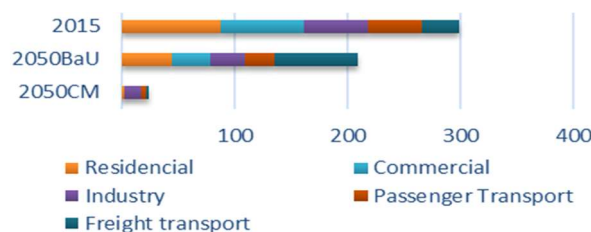


図2 五島市におけるCO<sub>2</sub>排出量(単位 kt-CO<sub>2</sub>)

#### (3) 今後の展開

今後、対象地域を増やし、地域特性に応じた対策効果について分析することが必要である。

#### 【参考文献】

1) 五味馨他(2007) 地方自治体における統合環境負荷推計ツール開発と滋賀県への適用, 環境システム研究論文集, 35.

2) 環境省「再生可能エネルギー情報提供システム(REPOS(リーポス))」(1.0版) <http://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/index.html>

キーワード 地域、脱炭素、シナリオ、定量化

# 持続可能な社会形成に向けたオープンイノベーションモデル

## Open innovation model: driver for sustainable society

明治大学 ○小松 英司, 柳 憲一郎, 中村 明寛

### 1. はじめに

地球温暖化に伴い社会経済や生態系への影響が甚大化するの明白であり、1.5°C上昇を抑えることは便益をもたらすと明言され (IPCC 2018)、今後 2050 年まで経済成長と GHG 排出量の増加が見込まれるアジア域において持続可能な社会構築のための解決策を提示することが必須であることは言うまでもない (図1)。本発表では、広範の地域で利用可能であり、恒久的に新しい「知識」の創出を継続・拡大させ、社会に浸透させるオープンイノベーションモデルと温暖化対策に関連する環境政策に組み入れる理論モデルに言及する。

過去の議論では、地球温暖化に関連する課題に対する解決策や合理的な政策・制度を見出すためには、セクターごとの削減技術の研究開発・早期適用や法政策手法は重要であるが、アジア全域で大規模を行うためには革新的な知的財産や科学技術の知識・情報の共有化・利活用を促し、それらを基にイノベーションを促進・継続させる政策することによってのみ達成されるといっても過言ではない。そこで、過去に研究されたイノベーションモデルに踏まえ、社会全体で既存知をオープンに利用可能とし、革新・進化した「知識」を絶えず創出する、持続可能な社会形成のためのオープンイノベーションモデルの導出を試みる。

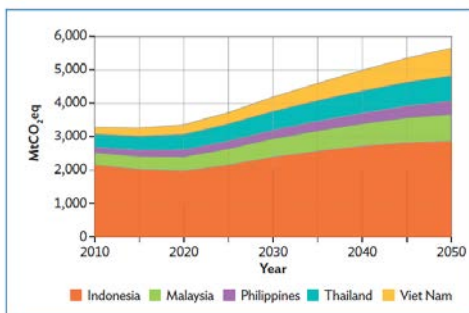


図1 将来のGHG排出量 (東南アジア地域)

### 2. イノベーション理論

#### 2.1 複雑システムとイノベーション

地球温暖化を防止するイノベーションの基礎的な理論は、1つの技術だけで進歩させるのではなく、複雑システムの枠組みを応用して既存の科学技術と新しい知識を組み合わせることである。隣接する科学技術の融

合の可能性が達成されると、積極的な研究開発が進行され、能動的にイノベーションが発現され、地球温暖化を防止する革新的技術や多くの大規模 GHG 削減技術の出現する可能性を高めることが可能とある。地球温暖化の防止技術の革新が加速させ、さらに企業や国、地域を超えて知識が伝播するオープンイノベーションの枠組み・制度を見出す必要がある。

#### 2.2. オープンイノベーションモデル

地球温暖化の防止技術のイノベーションは、持続可能な社会形成には必須となる社会的機能であると言える。図2に9つの領域からなるオープンイノベーションモデルの枠組みを示す。このモデルでは、システムの要素が相互に影響を及ぼし、すべてが機能する構造を持っており、知識・情報と投資が流動することにより、知識革新と社会変革が促進され、長期的な知識社会が出現させることができる。このモデルの社会実装により、今後直面する環境課題に対する革新的な科学技術や環境政策の創出が継続され、その結果持続可能な社会経済の発現と形成が可能となると考えられる。

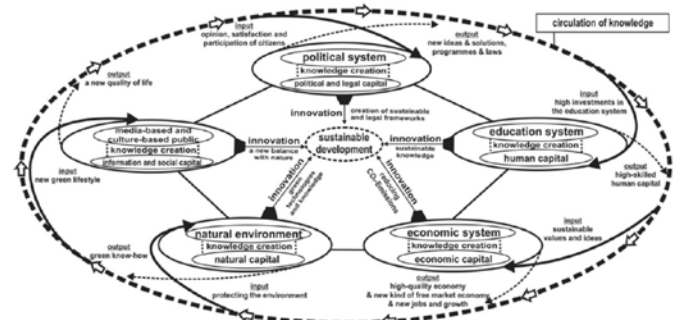


図2 オープンイノベーションモデルの枠組み

#### 参考文献

- 1) Elias Carayannis, Campbell, DFJ. (2010) International Journal of Social Ecology and Sustainable Development, 1(1), pp.41-69.
- 2) Elias Carayannis, Thorsten Barth, David Campbell. (2012) Journal of Innovation and Entrepreneurship, 1:2 pp.1-12.

キーワード: オープンイノベーションモデル、地球温暖化、持続可能な社会

# IÖW モデルによる中日地域主導再エネ事業の経済性評価

## The analysis of economic value: Community-Based RE Projects between China and Japan

早稲田大学 ○劉ルイヤン, 趙書恒, 小野田弘士

### 1. はじめに

世界各国は「脱炭素化」の発展やSDGsの実現を目指し積極的な行動を取っている。中でも中日両国は再エネ転換への重要な時期にあり、地域経済を活性化しつつ、カーボンニュートラルを完遂するには地域付加価値を可視化し評価する必要がある。

本稿では、再エネ事業の地域経済付加価値を定量評価するため、ドイツの地域付加価値創造分析手法（IÖWモデル）<sup>1)</sup>を使用し、湖北省長陽郡と静岡県掛川市の再エネ事業による地域付加価値を算出して比較する。また、計算結果を踏まえて、中日両国に地域経済の発展戦略を提案する。

### 2. IÖW モデル

IÖWモデルでは再エネ事業のさまざまな事業活動をシステム製造、計画・導入、運営・維持（O&M）、システムオペレーターの4段階に分解し、個々の費用を振り分けることで各段階の出来高を算出する。それらを（1）事業者の利潤（2）従業員の給与（3）地方税収という三要素に分類し、再合計したものが再エネ事業で創出される地域付加価値創造額である<sup>1)</sup>。

### 3. 中日における再エネ事業のケーススタディ

#### 3.1 湖北省長陽郡における太陽光発電プロジェクト

湖北省長陽郡の再エネ事業は国家主導の「太陽光発電による貧困削減プロジェクト」で、設備は国営企業が建設して地元政府に寄贈し、売電収益は郡民に分配される。投資段階の付加価値率は15%、運営段階（2018～2020年）では94%に達する（図1）。

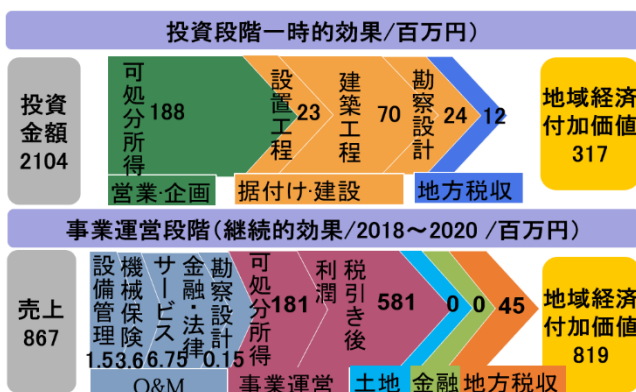


図1 長陽郡太陽光発電事業による地域付加価値

2033年には付加価値が補助金支給額を上回り、社会価値の創出が始まる（図2）が、赤字を脱却するにはさらに数年が必要で、ビジネスとしては不健全である。しかし、事業利益の83%が地元に戻元される仕組みができており、地域経済循環は良好で貧困削減という目的は果たしている。

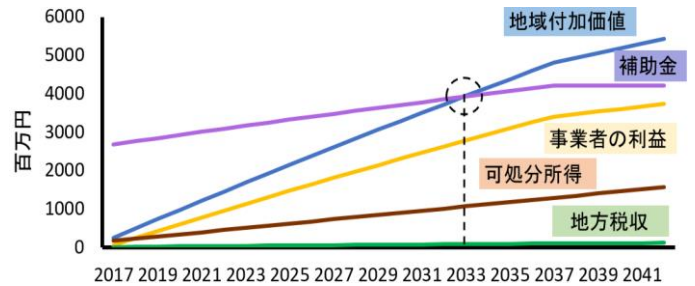


図2 地域付加価値の累計ポテンシャルの予測

#### 3.2 静岡県掛川市における地域新電力

掛川市は地域新電力に62%出資し、再エネの利用拡大や分散型電源のネットワーク化に努めている<sup>2)</sup>。表1は現在、掛川市で建設中及び建設計画がある太陽光・風力・バイオマス電源の導入で増加する地域付加価値を試算した結果を示したものである。バイオマス熱電事業の付加価値創造額が最も多いと見込まれる。

現在の事業形態で25年間運営すると、付加価値は累計約109億円と算出される。掛川市の出資比率からすると、約68億円が地域に戻元されることがわかる。

表1 掛川市の再エネ導入による地域付加価値

	投資段階			運営段階		
	(百万円) 投資額	地域付加価値	地域付加価値率	収益	地域付加価値	地域付加価値率
風力	4313.9	581.4	13%	531	263	49%
太陽光	180.5	31.3	17%	19	11	56%
バイオマス	1962.9	889.9	45%	164	102	62%
総付加価値	6457.3	1502.6	23%	714	376	53%

出典：各種資料より筆者作成

#### 4. おわりに

投資段階では、複数のエネルギーを有する掛川市の方が、単一電源の長陽郡より高い地域付加価値を生み出している。一方、運営段階で、長陽郡の方に多くの地域付加価値が見られる。その要因としては、地代、人件費などが低廉であるためと推測される。

以上の結果を踏まえ、地域再エネ事業の方向性を提案する。1) 経済効果をより高めるため、複数のエネルギーを組み合わせる必要がある。2) 地域付加価値の持続的な向上を目指すため、ドイツのシュタットベルケのように「地域公益最大化」<sup>3)</sup>を追求する必要がある。

#### 【引用文献】

- 1) ラウパツハラ(2015)再生可能エネルギーが日本の地域にもたらす経済効果, 日本評論, pp. 5-6, 16-18
- 2) 掛川市(2021)掛川市地域新電力事業について
- 3) 小野田弘士(2018)循環型社会・低炭素社会に向けた政策動向からみた環境エネルギー分野の技術開発のあり方, 第31回環境工学連合講演会講演論文集

キーワード 経済性評価, 地域付加価値, 地域経済循環

# 中国レジデンシャルセクターの NO<sub>x</sub> と CO<sub>2</sub> 排出量の要因分析

## Driving forces analysis of NO<sub>x</sub> and CO<sub>2</sub> emission from residential sector in China

アジア大気汚染研究センター ○朱美華, アジア大気汚染研究センター 山下研, 横浜市立大学 青正澄

### 1. はじめに

CO<sub>2</sub> と NO<sub>x</sub> 排出はエネルギー消費に起因するが、International Energy Agency (IEA)の統計データによると、2018 年世界のエネルギー消費量の 20%以上はレジデンシャルセクターが占めていると言われている。本研究では、中国のレジデンシャルセクター（日本では「家庭部門」に相当）でのエネルギー消費に起因する CO<sub>2</sub> と NO<sub>x</sub> の排出量を LMDI 分析 (Logarithmic Mean Divisia Index method) を通じてその要因を明らかにする。

### 2. 分析材料と方法

本研究ではレジデンシャルセクターのエネルギー消費、主に化石燃料消費に起因する CO<sub>2</sub> と NO<sub>x</sub> 排出量について、LMDI 分析を通じて、エネルギー構造、エネルギー強度、経済発展（本研究では生活消費水準を指標に）、人口規模の 4 つの要因が CO<sub>2</sub> と NO<sub>x</sub> の排出量に与える影響度を分析した。エネルギー消費量は『中国能源（エネルギー）統計年鑑』で公表された 2000 年から 2018 年のデータを利用している。それ以外に、経済及び人口指標は中国統計局で公表しているデータを利用した。CO<sub>2</sub> の排出係数は Yuli Shan (2018)を参考とし、NO<sub>x</sub> の排出係数は Junfeng Wang (2018)を参考にした。

### 3. 分析結果

#### 3.1. レジデンシャルセクターの CO<sub>2</sub> と NO<sub>x</sub> 排出量

2018 年、レジデンシャルセクターの CO<sub>2</sub> 排出量は 2000 年の 2.5 倍である 1.2 億トン以上であり、NO<sub>x</sub> 排出量は 2000 年の 3.9 倍である 84.8 万トンである。

#### 3.2. CO<sub>2</sub> 排出量への要因分析

全体的に見ると、図 1 で示すとおり、CO<sub>2</sub> 排出量への増加要因の寄与度が排出量削減要因の寄与度を上回っているため、レジデンシャルセクターのエネルギー消費による CO<sub>2</sub> 排出量は引き続き増加する傾向にあると推測される。エネルギー構造、エネルギー強度、経済発展、人口の 4 つの要因のうち、生活消費水準の向上は CO<sub>2</sub> 排出量を増加させる最も強力な要因である。一方、エネルギー強度の向上は CO<sub>2</sub> 排出量削減に大きく貢献している。残りの 2 つ指標であるエネルギー構造と人口規模要

因の影響は微々たるものであった。

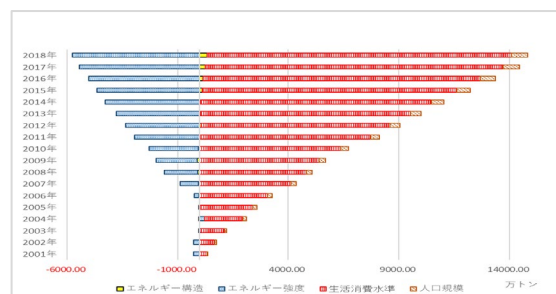


図 1 CO<sub>2</sub> 排出量への 4 つの要因の寄与度分析結果

#### 3.3. NO<sub>x</sub> 排出量への要因分析

図 2 で示す通り、NO<sub>x</sub> 排出量への増加要因の寄与度が排出量削減要因の寄与度を大きく上回っているため、レジデンシャルセクターによる NO<sub>x</sub> 排出量は CO<sub>2</sub> よりも早いスピードで増加する傾向にある。生活消費水準の向上、エネルギー構造は NO<sub>x</sub> 排出量を増加させる主な要因である。一方、人口規模の要因の影響は微々たるものである。反面、エネルギー強度の向上は NO<sub>x</sub> 排出量削減に大きく貢献している。

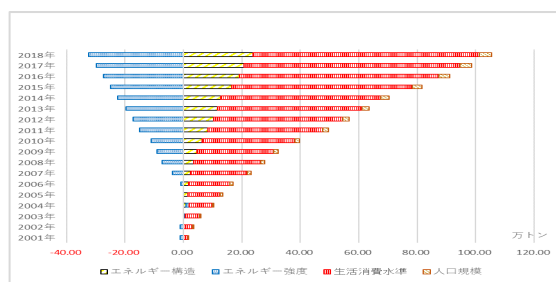


図 2 NO<sub>x</sub> 排出量への 4 つの要因の寄与度分析結果

### 参考文献

- 1) Junfeng Wang (2018), Investigation the driving force of NO<sub>x</sub> generation from energy consumption in china, Journal of Cleaner Production.
- 2) Yuli Shan (2018), Data descriptor: China CO<sub>2</sub> emission accounts 1997-2015, Scientific Data.

キーワード レジデンシャルセクター, CO<sub>2</sub> と NO<sub>x</sub> 排出量, LMDI 分析



# 南極の環境・資源管理のための国際協力：日本の対応とその要因

## International Cooperation for the Antarctic Environmental and Resource Management: Japan's Response and its Explanation

東海大学海洋学部 大久保彩子

### 1. はじめに

南極条約体制 (Antarctic Treaty System, ATS) は、南極地域における領土権の問題を棚上げし、同地域の非軍事化・非核化と国際科学協力の促進を目指した南極条約 (1959 年採択) を基礎として、ATS 枠外の諸制度とも相互に影響しつつ、環境保護と漁業管理の先駆的取組を内包したレジームへと大きな変容と発展を遂げてきた (臼井 1998, 大久保 2013)。では日本は従来、南極レジームにどのように向き合ってきたのだろうか。また、それはなぜか。こうした問いは、日本が今後、南極をめぐる国際協力にいかに関与すべきかを検討するうえでも重要であると考えられる。そこで本研究では、外交記録文書等を用いた文献調査およびインタビュー調査により日本の対応を分析するとともに、その要因を考察する。

### 2. 南極の海洋生物資源管理に関する日本の対応

南極海洋生物資源保存条約 (1980 年採択) の条約交渉においては、日本は漁業国としての立場を明確に示し、独自の条約案を提案した。また、南極地域における領土権主張を認めないノン・クレイマントとしての立場を堅持すること、条約における生態系への言及はやむを得ないが、環境保護的色彩が強まらないようにすることを対処方針としていた。(外交史料館戦後外交記録 1978)

同条約の発効後には、条約実施機関である南極海洋生物資源保存委員会において生態系への配慮や予防的アプローチを重視した漁業規制や海洋保護区の設立が協議されてきたが、こうした管理措置に関しては、日本は比較的柔軟な対応をとっている。

### 3 南極の鉱物資源活動と環境保護に関する日本の対応

南極鉱物資源活動規制条約 (1988 年採択、以下、鉱物資源条約) の条約交渉においても、日本は ATS の維持とノン・クレイマントとしての立場が害されないことを重視した。また、資源開発による自然環境への悪影響を回避すること、南極地域における人類全体の利益を損なわないことを基本方針としつつ、資源探査に伴う環境影響については簡潔な記述で十分との立場をとった。(外交史料館戦後外交記録 1983-1985)

南極条約環境保護議定書 (1991 年採択) の交渉においては、鉱物資源条約の発効に反対するオーストラリアやフランスの主張に対し、日本は当初、同条約を発効させることが環境保護にも有効と主張したが、その後、南極での鉱物資源活動を期限を付さずに全面禁止するとの立場に転換した (吉田 1992)。議定書の実施においては、日本は廃棄物対策については議定書の発効を待たずに対策に着手し、確実な実施を図った一方で、南極特別保護区域および南極特別管理区域の設立に関しては、日本による提案件数は少数にとどまっている。

### 4. 考察

こうした日本の対応の説明要因としては、南極条約の原署名国として ATS の正統性を維持しようとする意図、南極の資源利用による経済利益、国内の問題認識が挙げられる。南極の鉱物および石油資源の利用可能性は不透明との見方が強かった一方で、生物資源については豊富なオキアミ資源への期待から、1970 年代には本格的な開発に向けた漁獲方法の開発、国内需要の開拓が図られていた (草川 1978)。また、気候変動問題への取組みや、諸外国の 200 カイリ水域の設定による遠洋漁場の縮小と公海漁場の確保の必要性など、地球環境政策、海洋政策分野における動向が日本の南極レジームへの対応に及ぼした影響を更に分析することの重要性が示唆された。

### 参考文献

- 1) 臼杵知史(1998)環境保護に関する南極条約システムの変容, 北大法学論集, 49(4), p.1-44.
- 2) 大久保彩子(2013)南極海の生態系保全のための国際制度間の調整, 日本海洋政策学会誌, 第3号, p.14-22.
- 3) 外交史料館戦後外交記録(1978, 1983-1985)分類番号 2010-1993, 2010-1994, 2010-1996, 2010-1997, 2016—0469.
- 4) 吉田栄夫(1992)南極条約に対する環境保護議定書及びその付属書, 南極資料, 36(1), p.116-161.
- 5) 草川実男(1978)南極オキアミ開発はマボロシか, エコノミスト, 4月25日号, p. 80-83.

キーワード 南極条約体制, 環境外交, 南極政策

# 「足尾銅山におけるじん肺救済制度の変遷に関する一考察」

## A Consideration on the Changes of the Pneumoconiosis relief system in the Ashio Copper Mine

○匂坂宏枝, 宇都宮大学大学院国際学研究所

### 1. はじめに 足尾銅山とじん肺

足尾銅山で坑夫らを苦しめてきたじん肺は、古くは「ヨロケ」、現在では珪肺とも言われる。

足尾銅山の公害は、鉍毒水による渡良瀬川下流域の農作物や人身への被害や、銅を製錬する際に排出された亜硫酸ガス等による煙害が知られている。現在じん肺は職業病として扱われるが、銅山から排出された汚染物質による被害として、他の被害と根源的に同一であると考えられる。本発表では、じん肺の問題が顕在化し収束するまで過程を辿り、その政策的な経緯を明らかにすることを目的とする。

### 2. 分析方法

本発表では、足尾銅山におけるじん肺及び救済の状況を産銅量に連動するものとして、図1のように4期に分けて分析する。

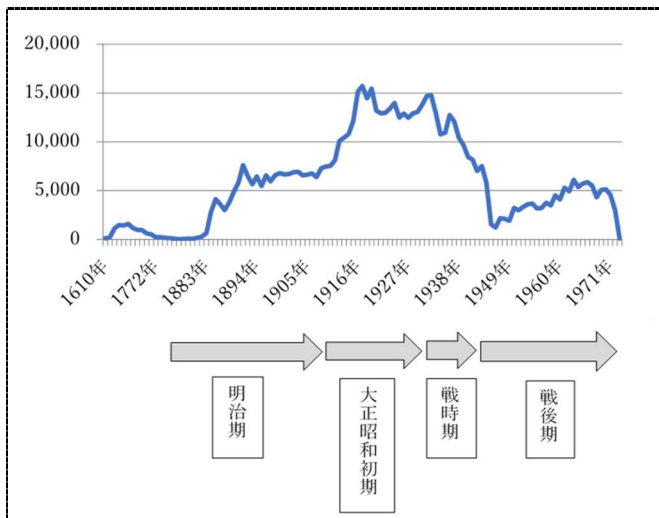


図1. 足尾銅山(自山鉍)の年代別産銅量(単位:トン)と期間区分 出典:村上(2006, 628)より筆者作成

分析概念で用いる「政策プロセス」は図2のように推移する。①「問題認識」で被害が差し迫った状態となり、②「課題設定」で複数の政策提案がなされている状態となり、③「政治の流れ」で世論の関心が高まり政策課題の俎上にのぼる、という3点が合致するとき「政策の窓」が開き政策が一気に進む。その後、政策が決定、実施され救済が進む。

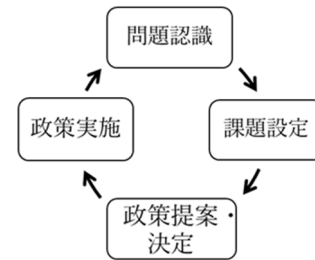


図2. 「政策プロセス」高橋(2017, 35)

### 3. じん肺顕在化までの過程

明治期：ヨロケになったとしても友子制度の補償が機能していた。坑夫も古河鉍業も、ヨロケの責任が企業側にあるという意識は、さほど高くはなかった。  
大正・昭和初期：経営側はヨロケの責任を認めたものの、労働力とならない者はいずれ切り捨てるという意識が残っていた。国家としても珪肺の予防と補償に積極的に取り組んだ形跡はない。

戦時時期：じん肺患者、じん肺にかかわる記録は少ない。じん肺であろうがなかろうが全ての人にとって、生きるのが精一杯という状況だった。

戦後期：戦後の混乱が続く中、1946(昭和21)年、足尾鉍山復興町民大会で蘇原松次郎氏によって「政策の窓」が開かれた。1960(昭和35)年、じん肺法が成立し被害者の補償が実施されるようになった。

### 4. 結論

じん肺の救済は、戦後ようやく「政策の窓」が開いた結果、被害者の生活の補償や治療継続という「政策実施」に至った経緯を持つ。これを契機として救済に関わるアクターは組織的になっていった。このプロセスの背景には政策と企業経営の変化があった。

### 参考文献

- 1) 高橋若菜(2017)『越境大気汚染の比較政治学—欧州、北米、東アジア』,千倉書房。
- 2) 村上安正(2006)『足尾銅山史』,随想舎。
- 3) 松井和子,年松井勝明(1984)『現代じん肺 20年のあゆみ』,全国じん肺患者同盟。

キーワード：公害, 足尾銅山, じん肺, 政策プロセス

# 全国自治体における気候変動影響の認知と適応策の実施状況

## Research on perceptions of climate change impacts and adaptation planning for local governments in Japan

東京大学 大学院工学系研究科 ○今井葉子, 栗栖聖

### 1. はじめに

気候変動は複合的な要素が関与することで引き起こされ、短期的・長期的に多様な経路で国民生活に影響をもたらす。気候変動の影響は、災害、農業、健康など様々な分野にわたり既に報告されており、市民にとっても実感の伴うものになりつつある。気候変動への対策には緩和策と適応策が挙げられ、その影響や被害を予防・低減するために両者を並行して進めることが重要とされる。国内では、2018年に成立・施行された気候変動適応法において、都道府県および市区町村での地域気候変動適応センターの設置と地域気候変動適応計画の策定が努力目標として示され、各自治体での取組が進展している。

本研究は、適応策の担い手である地域自治体の気候変動影響および適応に関する活動状況の実態把握を目的に、全国自治体に対するアンケート調査を実施した。

### 2. 方法

2020年12月に、47都道府県と1741自治体の環境課担当者を対象に調査票を郵送配付した。送付総数は1788件、回収方法は2種類（郵送または回答フォームから自由選択）であった。調査概要の説明文により調査協力を依頼した。調査票の内容は、温暖化影響の深刻度、各分野にもたらす影響の深刻度、適応に対する認知と気候変動適応計画の策定状況、適応策の実施状況、適応策実施のための資源充実度の5区分で構成した。区分別に複数項目を設定した。回収された1123件の回答のうち不備等を除く有効回答1098件（県34件、自治体1064件）を分析に用いた。

### 3. 結果

#### 3.1. 複数の気候変動影響の深刻度

気候変動適応計画より抽出した11の影響に対する深刻度を6件法（6:とても深刻だと思う～1:深刻ではない,0:わからない）で求め、県別平均を算出した。結果、「豪雨」、「年間平均気温の上昇」、「熱波/猛暑」は全国的に深刻さが高く評価された。一方「雨が少ない」、「冬の気温が高い」、「海水面上昇」、「海水温の上昇」は深刻さの評価が分かれる結果であった。

#### 3.2. 分野別の気候変動影響の深刻度

農業、林業、製造業など計20分野への影響の深刻度をそれぞれ6件法から求めた結果、「農業分野」、「河川災害」、「山地災害」、「熱中症」において多数の県で深刻度が高く評価された。「漁業」、「観光業」、「沿岸災害」、「沿岸生態系」への影響の深刻度は評価が分かれた。

#### 3.3. 適応に対する認知と気候変動適応策の状況

気候変動適応に関して「知っている・だいたい知っている」と回答したのは全体の53%、「初めて聞いた・知らない・あまり知らない」は47%で約半数であった。適応策の15事例に対し、実施状況を5件法（5:実施済み～1:実施の予定はない,0:わからない）で求めた。「警報発令システムの整備」、「ハザードマップの整備」、「防災・猛暑の市民啓発」は全国的に取組が進んでおり、また、「ハザードマップの整備」と「防災の市民啓発」は認知の度合いによらず実施される傾向がみられた（図1）。

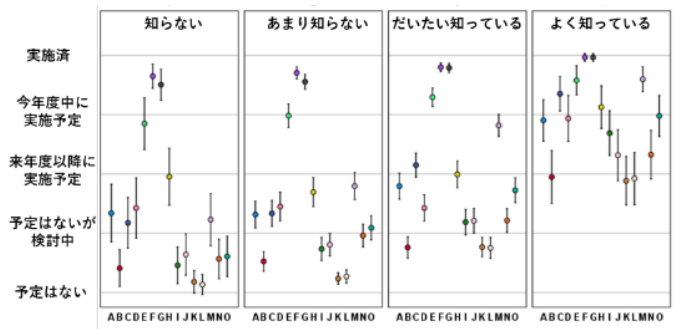


図1 適応の認知と各適応策の実施状況  
A 河川治水施設, B 沿岸治水, C 下水道, D 土砂災害, E 警報, F ハザードマップ, G 防災の市民啓発, H 上水道, I 湯水, J 湯水の市民啓発, K グリーンインフラ, L 暑熱施設, M 暑熱市民啓発, N 感染症の予防, O 感染症市民啓発

謝辞. 本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(S-18-4(1), JPMEERF20S11815)により助成を受けた。

参考文献  
1) 環境省・文部科学省・農林水産省・国土交通省・気象庁 (2018) 気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート 2018～日本の気候変動とその影響～, [http://www.env.go.jp/earth/tekiou/report2018\\_full.pdf](http://www.env.go.jp/earth/tekiou/report2018_full.pdf)  
2) 白井信雄・馬場健司・田中充 (2014) 気候変動の影響実感と緩和・適応に係る意識・行動の関係, 環境科学会誌, 27 (3), 127-141

キーワード 温暖化影響, 気候変動適応計画, 自治体

# 市民の環境配慮行動促進を目的とした全国自治体の取り組みの現状と課題

## The analysis of municipalities attempts to promote citizens' pro-environmental behavior

東京大学 大学院工学系研究科 ○梅野凌矢, 栗栖聖, 福士謙介

### 1. はじめに

自治体は、情報提供や市民参加型のキャンペーンなど、市民の環境配慮行動促進を目的とした取り組みを行っているが、その効果について体系的にまとめた研究は少ない。本研究では、市民の環境配慮行動促進を目的とした自治体の取り組み状況およびその効果の概況を把握することを目的とした。

### 2. 方法

全国の47都道府県および1,741市区町村の自治体を対象にアンケート調査を実施した。調査票は、1)自治体の所在地及び温暖化に関する課題意識、2)自治体からの情報発信、3)市民参加型キャンペーンの実施状況および自治体のリソースの充足度、4)今後の情報発信に関して、の4つのパートから構成した。調査票は各自治体の総務部宛に送付し、環境部局に回答を依頼した。回答は①調査票に記載のQRコードまたはURLよりGoogle Formに回答、または②回答を記入し返信用封筒で郵送、としたが、一部メールでの回答も受け付けた。調査は2020年12月8日～12月23日に実施し、同期間に未回答であった自治体に対しては、2021年2月5日に再度回答を依頼した。2021年3月31日までに、1,097件(61.4%)の回答を得た。

### 3. 結果

情報発信は、総回答数の82.0%の自治体を実施していた一方、キャンペーンを実施していたのは全体の32.4%に留まった。キャンペーンを実施している自治体のうち83.1%はキャンペーンの結果を「とてもうまくいっている」～「少しくまういっている」と肯定的に捉えていた。

情報発信とキャンペーンに共通して見られた傾向は、「具体的な取り組み内容の設定」など市民が行動を取りやすくする情報が多く発信されていること、自治体ホームページと広報誌がメディアとしてよく用いられていることである。これらは「今後力を入れていきたいメディア」への回答数も多く、現状の情報発信の継続で十分と考えている自治体が多いことが分かった。

次に、1) 廃棄物管理や水質汚染など7つの他の環境問題と比較した際の温暖化への相対的な課題意識の強さ、2) 人的資源や金銭的資源など自治体のリソースの充足度認知、をキャンペーン実施状況別に比較したところ、キャンペーン実施団体の方が温暖化に対する相対的な課題意識が強く(図1)、全てのリソースの項目において自治体での充足度認知が高くなり(図2)、ともに有意な差が見られた。

また、市区町村の回答を人口規模別に4グループに分けたところ、人口規模が大きなグループほどキャンペーンの実施率が有意に高くなっていった(図3)。

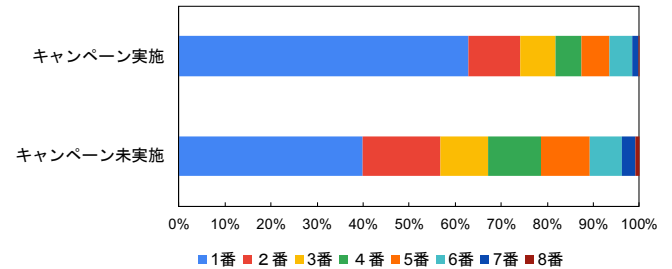


図1 キャンペーン実施状況別の地球温暖化への課題意識

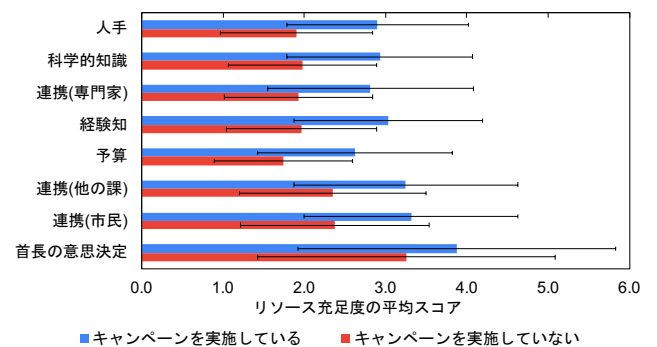


図2 キャンペーン実施状況別のリソースの充足度

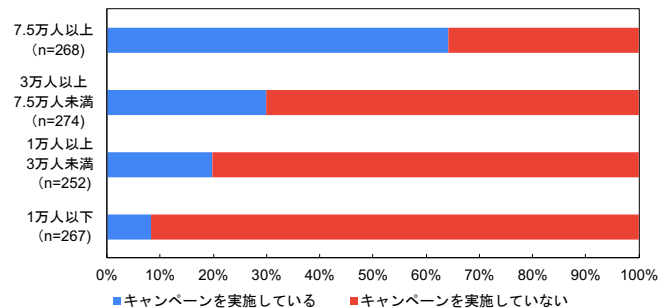


図3 人口規模別のキャンペーン実施状況

### 4. おわりに

市民参加型キャンペーンの実施率は情報発信と比較して低く、温暖化への課題意識の強さや自治体のリソースの充足度、人口規模によりキャンペーンの実施状況に有意な差が見られた。

また、自治体は現状の取り組みをメディア・内容ともに肯定的に捉えているが、その妥当性について今後の研究において検討する予定である。

### 謝辞

本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(S-18-4(1), JPMEERF20S11815)により助成を受けた。

キーワード 環境配慮行動, 情報発信, 地方自治体

# 脱炭素地域づくりの将来シナリオ比較—ロードマップ、歌川モデル、竹内モデルのレビューを中心として—

## A Review Study on Several Future Scenarios for Achieving Decarbonized Areas

兵庫県立大学 環境人間学部 ○増原 直樹

### 1. 研究の背景と目的

2020年10月の菅総理による2050年カーボン・ニュートラル宣言や2021年4月の気候リーダーズサミットにおける2030年までに温室効果ガス排出46%削減（2013年度比）の表明を受け、国内で脱炭素社会に向けた議論が急速に展開されている。地方自治体に目を向けると、2009年にいち早くCO<sub>2</sub>排出実質ゼロを宣言し、2021年2月には県内の全市町村共同で同内容の宣言を実施した山梨県をはじめ、2021年7月9日時点で420自治体（うち都道府県40、249市、10特別区、101町、20村）が排出実質ゼロを宣言し、その数は日々増え続けている。

本研究では、このような脱炭素社会の実現に不可欠な脱炭素地域（区域内のカーボン・ニュートラルを実現する地方自治体）づくりに焦点を当て、現在まで公表されている複数の試算（モデル）やシナリオ等を横断的に比較することで、今後の各地方自治体における脱炭素施策検討に必要な知見を抽出することを目的とする。

### 2. 研究対象

研究の対象として、全国一括ではなく、都道府県や市区町村単位で2030年あるいは2050年に向けたCO<sub>2</sub>排出削減シナリオやロードマップ（道筋）、具体的な排出削減量を提示している研究で公表されているものを選定した。現時点では数が少ないため、都道府県が公表している計画等も研究対象として取り扱った。

管見の範囲となるが、下記の研究等が対象となった。

- ・通称・歌川モデル（産総研、2020年3月公表）<sup>1)</sup>
- ・通称・竹内モデル（全国2050年ゼロカーボン・ロードマップ試案、2020年11月公表）<sup>2)</sup>
- ・長野県ゼロカーボン戦略（2021年6月8日公表）<sup>3)</sup>
- ・地域脱炭素ロードマップ（2021年6月9日公表）<sup>4)</sup>

### 3. 研究の手法と結果

#### 3.1. 研究の手法

上記研究対象と先行研究を参考に、表1の表頭に掲げた比較項目を設定し、各対象文献から項目に該当する内容を抽出した。項目ごとに共通点及び差異を考察した。

#### 3.2. 得られた結果

4つのシナリオ、モデル等を分析した結果、表1のような内容であることが判明した。

表1 脱炭素地域づくりをめざすモデル等の比較

	算出範囲	エネルギー消費削減	再生可能エネルギー	特徴
歌川モデル	全国の計算を基に東京都等、主要4部門	2030年: 2010年比▲46% 2050年:同▲68%	・太陽光・風力:業界見直しを採用 ・水力、バイオマス、地熱:長期エネルギー需給見直しを採用	・建築物:新築・建替時に高断熱化(住宅、ビル) ・自動車は2050年までに電気自動車化、再エネ電力を使う
竹内モデル	全市区町村、主要4部門 ※データ公開	2030年: 2013年比▲33% 2050年:同▲59%	2030年の発電の48% 2050年同90%(大型水力含む) ・再エネで水素・メタン等の脱炭素燃料の製造など	・ガスコジェネの拡充 ・太陽・バイオマス・地中熱等の利用拡大 ・熱需要の電化・自動車の電動化
長野県	県内、主要4部門 +廃棄物、CO <sub>2</sub> 以外	2050年: 2016年比▲70%	2050年: 2016年比3倍以上 ・太陽光発電:全ての建物に屋根ソーラー ・小水力発電:導入可能地全てで実施 ・地熱発電等:地熱ポテンシャルを最大限活用など	・自動車は全てEV又はFCV化 ・2031年度以降、新築住宅は全て高断熱・高気密化(パッシブハウス相当) ・企業が使用する電気は100%再生可能エネルギー達成(2050年)など
地域脱炭素	脱炭素先行地域:民生部門の電力消費に伴うCO <sub>2</sub> 排出	不明	・再エネポテンシャルの最大活用 ・再エネ熱や未利用熱、カーボンニュートラル燃料の利用	・住宅・建築物の省エネ及び再エネ導入 ・CO <sub>2</sub> 排出実質ゼロ電気・熱・燃料融通

### 4. 考察

全体的に、地域脱炭素ロードマップの具体性の低さが目立った。エネルギー消費については6～7割削減が見込まれる他、自動車の電動化が共通項として抽出された。

#### 参考文献

- 1) 歌川 学・堀尾 正靱（2020）90%以上のCO<sub>2</sub>削減を2050年までに確実にを行うための日本のエネルギー・ミックスと消費構造移行シナリオの設計，化学工学論文集，46巻4号，91-107
- 2) 竹内 恒夫（2020）全国2050年ゼロカーボン・ロードマップ試案，11頁  
<https://covenantofmayors-japan.jp/helpful-information/helpful-information>
- 3) 長野県（2021）長野県ゼロカーボン戦略，101頁
- 4) 国・地方脱炭素実現会議（2021）地域脱炭素ロードマップ，55頁

キーワード 脱炭素地域、ロードマップ、ゼロカーボン、シナリオ比較

# 気候変動の地域観光業への影響に対する全国自治体における認知の評価

## Evaluation of awareness among local governments regarding the impact of climate change on the local tourism industry

東京大学 ○渡辺一生, 栗栖聖, 福士謙介

### 1. はじめに

気候変動は、気温上昇、積雪の減少、海面上昇などを通じて、観光業を脅かしている。気候変動の観光業への影響に関しては、花見時期の変化や滝の凍結など、個別事象や地域への影響を評価したものがある一方で、全国を対象とした評価は見られていない。そこで本研究では、日本全国自治体における気候変動の観光業への影響を、認知ベースで把握することを目的とした。

### 2. 調査方法

日本全国 1,788 自治体（47 都道府県，1,718 市町村および 23 特別区）の観光部局を対象にアンケート調査を実施した。調査票は、1) 観光入れ込み客数の推移およびその要因，2) 観光資源の充実度，3) 気候変動により生じた観光の変化，4) 観光への気候変動影響の深刻度，5) 観光部門での気候変動に対応する施策，6) 施策実施のための各種資源の充実度，により構成した。

調査票は各自治体の総務部宛に送付し、観光部局に回答を依頼した。回答は①調査票に記載した URL より Google Form に回答，または②返信用封筒で返送，のいずれかの方法としたが、一部メールでの回答も受け付けた。調査は 2020 年 12 月 8 日～12 月 23 日に実施し、同期間に未回答であった自治体に対しては、2021 年 2 月 5 日に再度回答を依頼した。2021 年 3 月 31 日までに 1,180 件の有効回答を得た（回収率 65.9%）。

### 3. 結果

#### 3.1. 観光資源充実度による自治体類型化

調査票の 2) では 23 種類の観光資源について、その充

実度を「とても充実している」～「全く充実していない」の 6 件法で尋ねた。回答を 6～1 に点数化し、クラスター分析（Z 得点化，Ward 法）により回答自治体を 18 のグループに類型化した（表 1）。

#### 3.2. 類型別気候変動認知

表 1 に示した類型の内、スキー場資源が充実している G6, G7 においては、特に「冬の気温が高いこと」への深刻度認知が高くなっていった（G6 = 5.01, G7 = 4.95, 全体平均 = 3.30）。これらのグループにおいて、特に冬の気温が高いことによって生じた観光への影響としては、「営業期間の変化」「集客数の減少」「祭り・イベントの中止」が挙げられた。一方、海浜系の観光資源が充実している G8～G10 では「海水温の上昇」への深刻度認知が高く（G8～10 平均 = 3.37, 全体平均 = 2.74），その観光影響としては「特産物の収穫量の減少」が挙げられた。

各自治体において、どのような観光資源を有するかによって気候変動への適応に際して、シフトしうる観光資源が異なってくると考えられる。今後は認知に留まらず観光資源の統計データ等に基づいた自治体の類型化を進め、類型に応じた適応策の検討を行う予定である。

#### 謝辞

本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(S-18-4(1), JPMEERF20S11815)により助成を受けた。本調査にご協力頂いた各自治体担当の皆様にご心より感謝致します。

表 1. 各グループにおける観光資源充実度

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
自然や景勝地	○	○	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎		○		○	○	○	○	○
温泉			○			○	◎	△	○									△
名物料理		△	○	○	○	△	○	○	○	○								△
街並み			△	○	○	△	○	△	○	△				△				
文化的名所	△	○	○	○	○	△	○	◎	○	○				○	○	△	△	
都市観光					△													
観光施設					○		△		△									
世界遺産								◎						○				
伝統祭り	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○				○	△	△	△	
イベント	△		○	○	○		○	△	△	△								
海浜リゾート								△	△	△								
海水浴								○	○	○								△
高原リゾート						△	△											
花見	○	○	◎	○	○	△	◎	△	○	○				○	○	○		
紅葉	△	○	○	○	△	○	◎	△	○					○	○			△
写真・写生		○	○	○	○	○	◎	○	○	○				△	△			△
登山		○	◎			○	◎	○	○	△				△	△			△
野生動物観察		△	○			○	○	△	△	△								○
アウトドア	△	○	○			○	◎	○	○	○								△
ゴルフ		○					○		△									
スキー						○	○											
果物狩り		○	△			△	○	△	○	△								
産業観光				△			△	△	△									
N =	60	111	84	44	36	73	42	37	65	90	100	38	37	44	81	59	81	72

充実度：◎≥5.0, 5.0>○≥4.0, 4.0>△≥3.5

# 次世代の地域創生活動実践のための市区町村別 SDGs 課題解決需要量の算定 Development of SDGs demand index by municipality for the practice of next-generation activities

芝浦工業大学 ○中口 毅博

## 1. 研究の背景と目的

SDGs を地域レベルで達成するためには、地域の中でこれまで社会活動に関わっていない層が参画する必要がある。特に次世代=若者がリアルタイムで地域づくりの主役となって活動することが、地域課題の解決につながり、ひいては SDGs が達成されると考える。

このことから筆者は、次世代の潜在能力を示す「次世代活動ポテンシャル指標」を算定したが、本報告ではこのうち需要量の算定結果について報告する。

## 2. 算定方法

表 1 に SDGs 別の需要量データ一覧を示した。現役世代=“おとな”では充足できないと次世代ニーズが大きいと仮定し、労働力人口で割った値を算定した。次に 1,875 市区町村中の順位=ニーズの小さい方から A、B・・E の 5 ランクに分け、D と E ランクの比率を「需要高ランク比率」と定義し、これをニーズの高さの指標とした。

表 1 需要量データ項目一覧

SDGs No	SDGs分野	データ
1	貧困をなくそう	推定被保護実世帯数 ひとり親世帯数
2	飢餓をゼロに	耕地放棄面積 直売所数
3	すべての人に健康と福祉を	高齢者世帯数 障がい者施設在在者数
4	質の高い教育をみんなに	幼保・義務教育子ども数 ひとり親世帯数(再掲)
5	ジェンダー平等を実現しよう	20~40代女性人口 母子世帯数
6	安全な水とトイレを世界中に	河川延長
8	働きがいも経済成長も	宿泊・飲食事業所数 農家数
9	産業と技術革新の基盤をつくる	廃業事業所率 支出からの生産への還流額
10	人や国の不平等をなくそう	外国人人口
11	住み続けられるまちづくりを	空き家数 交通事故発生件数
12	つくる責任つかう責任	1人1日あたりごみ排出量 生産付加価値額
7, 13	気候変動に具体的な対策を	世帯あたり光熱費 再エネ可採量
14	海の豊かさを守ろう	プラスチック排出量推計値 海浜面積
15	陸の豊かさも守ろう	植生自然度7以上面積 自然公園面積
16	平和と公正をすべての人に	刑法犯認知件数
17	パートナーシップで目標を達成しよう	協働拠点数

## 3. 算定結果

需要高ランク比率を自治体区別に見ると(図1)、「1.貧困」「10.人権・平等」「16.平和」は大都市部ほどニーズが高いが、それ以外は小規模自治体のニーズが高い。グローバルな課題解決は都市部、ローカルな課題解決は農村部で次世代の活動が求められている。

市区町村別の数値をみると(図2)、地方の農村部に位置する市区町村の方が総じて比率は高く、内陸部や四国や紀伊半島の先端部などで高い傾向にあった。

キーワード：SDGs、地域創生、次世代

参考文献：中口毅博(2021) 市区町村別次世代活動ポテンシャル指標の算定。『SDGs 自治体白書 2021』所収,生活社,297pp.

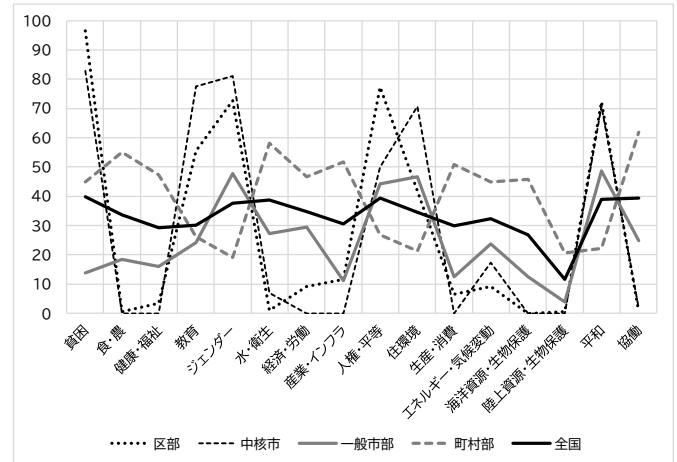


図 1 自治体区別需要高ランク比率の算定結果

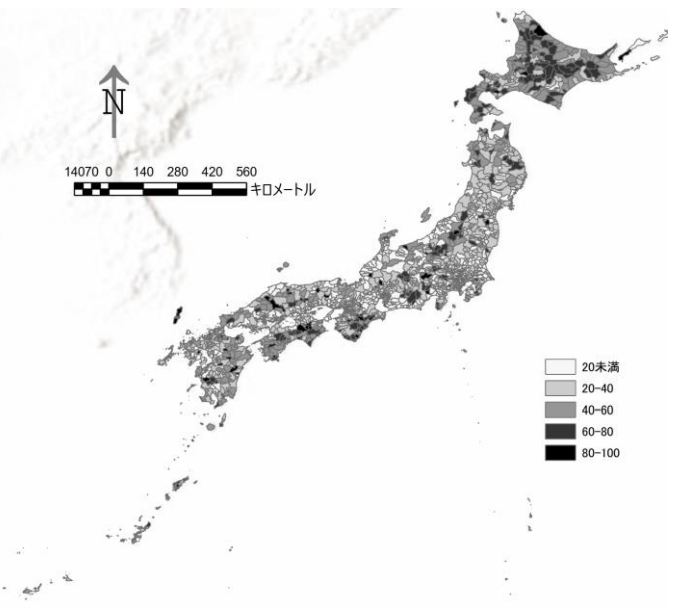


図 2 市区町村別需要高ランク比率の分布図

ポスター発表  
(優秀発表賞応募発表も含む)

ポスター会場：オンライン (Zoom)

ショート発表・質疑応答時間：9月10日(金) 12:00 ~ 13:30



# COVID-19 の感染拡大に伴う生活様式の変容が及ぼす GHG 排出量と平等性への影響の解析 Impacts of COVID-19 pandemic on lifestyle-driven greenhouse gases emissions and its equality

長崎大学 ○吉良成美, 重富陽介

## 1. はじめに

財・サービスのライフサイクル全体における温室効果ガス (GHG) 排出量, すなわちカーボンフットプリント (CF) による需要側の排出削減策がある。日本では, 家計消費由来の CF が国内全体の GHG 排出量の約 6 割を占めていることが明らかになっている<sup>1)</sup>。本研究では, COVID-19 の流行に伴う新しい生活様式が家計における経済格差 (ジニ係数), CF, および排出格差 (CF ジニ係数<sup>2)</sup>) に与える影響を明らかにする。さらに, それらの結果を踏まえて, 新しい生活様式の中で地球温暖化対策を推進するための方策について議論することを目的とする。

## 2. 手法

家計調査と, 産業連関表による環境負荷単位データブック (3EID) を組み合わせることで, COVID-19 感染拡大前後の家計由来の CF を算出し比較した。前者から世帯主が従事する産業別に集計された 2015 年から 2020 年までの 6 年間のデータを使用した。また, 消費者物価指数を用いて, 2015 年を基準とする物価調整を行った。また, 同様に家計調査の世帯主の収入階級別のデータと 3EID を組み合わせることで, 各年のジニ係数と CF ジニ係数を算定した。

## 3. 結果と考察

本研究では, 国内の COVID-19 の感染拡大に伴う CF への影響を解析するために, 2020 年値と 2015 年から 2020 年までの 6 年間の平均値を比較した。図に一世帯当たり世帯主が従事する産業別 CF の, 2020 年値と 6 年間の平均値の差を表す。収支項目別で見ると, 2020 年は平均と比較して, 食品 (270 kg-CO<sub>2</sub>eq), 住居・水道光熱 (252 kg-CO<sub>2</sub>eq), 家事・家具用品 (85 kg-CO<sub>2</sub>eq) の順に CF が増加していた。また, 興味深いことに, 世帯主の産業別 CF を比較すると, サービス業など緊急事態宣言で特に業務減少の影響を受けたと考えられる産業での増加が目立った。一方, 2020 年に減少した項目を見ると, 交際費や祝儀を含む諸雑費 (-263 kg-CO<sub>2</sub>eq), 交通 (-73 kg-CO<sub>2</sub>eq), 外食 (-48 kg-CO<sub>2</sub>eq) の順で減少していた。産業別の CF では, 医療や教育関係で減っており, 諸雑

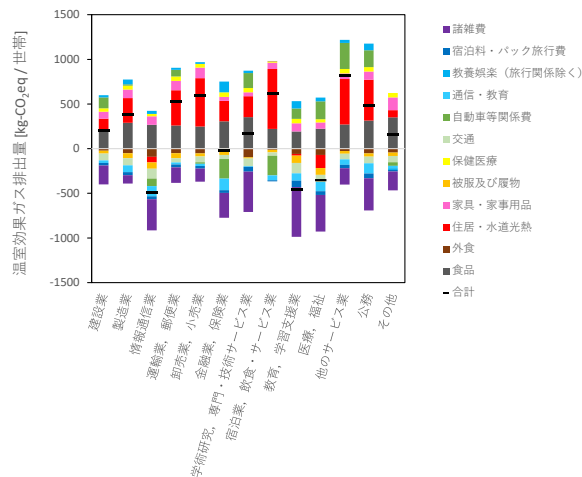


図. COVID-19 感染拡大前後の一世帯あたり世帯主の産業別 CF の変化

費による減少が目立った。この結果は, これらの職業に就く人々が, 職業柄, 特に人との関わりを避けていたことを示唆している。

次に, 同年の支出におけるジニ係数は 0.299 と算出され, 解析対象年の中で最も大きい値を示した。一方で, 各年の CF ジニ係数を算出すると, 2020 年は 0.111 となり, これは過去 6 年の中で 2 番目に小さい値であった。したがって, COVID-19 の感染拡大により, 国内の経済格差は大きくなる一方で, 排出格差は縮小傾向にあることが明らかになった。

## 参考文献

- 1) Nansai, K., Kagawa, S., Kondo, Y., Suh, S., Nakajima, K., Inaba, R., Oshita, Y., Morimoto, T., Kawashima, K., Terakawa, T. and Tohno, S. (2012) Characterization of Economic Requirements for a “Carbon-Debt-Free Country”, *Environ. Sci. Technol.*, 46, 155-163
- 2) Wiedenhofer, D., Guan, D., Liu, Z., Meng, J., Zhang, N., and Wei, Y-M. (2016) Unequal household carbon footprints in China, *Nat. Clim. Chang.*, 1-7

キーワード COVID-19, 家計消費, カーボンフットプリント, 環境産業連関分析, 排出格差

# 富士山東麓「山中のハリモミ純林」は衰退するのか

## Does Yamanaka pure forest of *Picea polita* at the eastern foot of Mt.Fuji continue to decline?

山梨英和高等学校 ○野澤真穂 内藤亜美 林佩珈

### 1. はじめに

富士山地域は2013年6月にユネスコの世界文化遺産に登録された。山梨英和中高自然科学部は、国の天然記念物である富士山ハリモミ林の調査研究を実施してきた。私たちは先輩方の研究を発展させ、SDGsに基づいたハリモミの衰退を抑制する方法を研究している。

### 2. 調査方法

2019年、2020年(春夏秋)に以下の調査を行った。

- (1) ドローンを用いて林冠構造やギャップなどを撮影した。
- (2) 林周辺的一般道と林内の観察路、獣道でラインセンサス法を実施し、ハリモミの個体数、巨木調査(胸高直径100cm前後)、枯れ木個体の調査を行った。
- (3) 保護林を林班でなく優占種(A地区ハリモミ、B区カラマツ、C区コナラ、D区アカマツ)で区分し、コドラート法(10m×10m)によって植生を調査した。
- (4) 土壌動物の検鏡により、ハリモミ純林の生物多様性を調査した。

### 3. 結果・考察

ハリモミ純林は一次遷移である成熟したハリモミ林、二次遷移であるアカマツ・コナラ林の2つの植生からなる森林である。遷移過程は途中相で、一部に植栽林を加えた代償植生が混交している。ハリモミ純林の一部には階層構造(高木、亜高木、低木、稚樹・実生)をした場所があるため、群落は維持されることが示唆された。また、高齢化とともに1960年代から純林の衰退が始まり、最盛期に16000本あった高木が、気温上昇や台風や火事などにより560本程度に減少している(図1)。実生の成長速度からみて、ハリモミは陽樹であるアカマツに比べ成長が遅いため、相対的陰樹であると考えられる。さらに、豊富なコケ類、地衣類、菌根菌がハリモミの生育を支えると考えられ、土壌動物の多様性指数の大きさは種と生態系の多様性を表している(図2)。一方、このハリモミは遺伝的変異が少なく、今後更に近交交配が進むとされるので、これからもとのハリモミ純林再生の可能性は低いと考えられる。

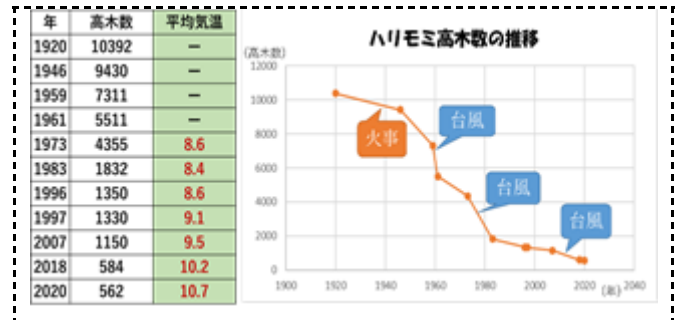


図1 ハリモミ高木数の推移

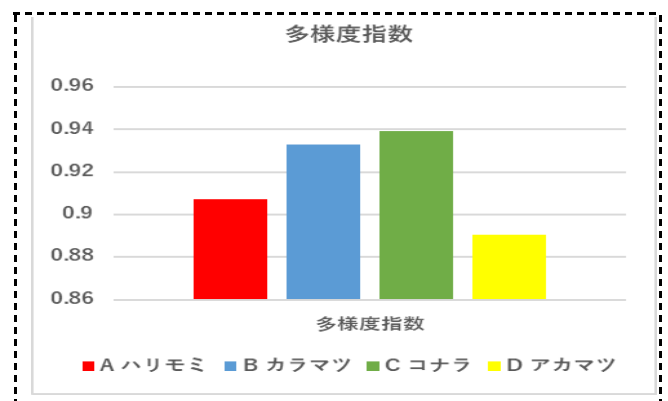


図2 ハリモミ純林の多様性指数

### 4. おわりに

現在の高木は年々減少し2070年には消失すると推定されるが、実生が生育しているため絶滅することはないと考えられる。そこで、ハリモミ純林を持続させるため核心地区、緩衝地区、移行地区に区分・管理するエコパーク構想を提案していきたい。

### 参考文献

遠山三樹夫(1965)富士山麓溶流上の森林植生第Ⅲ報 北海道大学農学部紀要5(3)P125~137、東京大学(1996)農学部演習林報告書P94、林野庁(1997)山中のハリモミ純林の衰退抑制・復元対策調査報告書、吾妻直彦他(2015)「山中のハリモミ純林」における植生変化とハリモミの遺伝的多様性

### キーワード

ドローン 植生 高木数推移 生物多様性 SDGs

# 少子高齢化を考慮した世帯形態別食品ロス量とライフサイクル CO<sub>2</sub> の推計 Estimating Food Loss Amount and Life Cycle CO<sub>2</sub> by Household Attribute Under an Aging, Shrinking Population

長崎大学 ○石神あすか, 重富陽介

## 1. はじめに

国際社会の人口増加と経済発展に鑑みて、食品ロスやその生産に伴う環境影響について対策を講じることは喫緊の課題である。例えば米国では、2010年に小売店と家庭で廃棄された食品の生産によって、1.6億トンのライフサイクル CO<sub>2</sub> (LC-CO<sub>2</sub>) が排出された<sup>1)</sup>。こうした背景から、本研究では世帯形態別の食生活の違いに注目し、その差異によって生じる日本の食品ロスとその LC-CO<sub>2</sub> の傾向を分析する。また、少子高齢化に伴う食品需要の変化がそれらに及ぼす影響を推計する。

## 2. 方法

まず、家計調査から参照した各食品項目の一世帯あたり平均消費支出額(円)に、小売物価統計調査による商品別重量単価を乗じて、一世帯の食品項目別の消費量(kg)を推計した。次に、食品ロス統計調査における食品項目別の平均食品ロス率を組合せて、単位支出額あたり食品ロス量(食品ロス原単位)を同定した。これと家計調査による世帯主年齢階級別食品消費支出額から、世帯別の年間食品ロス量を算出した。さらに、国立社会保障・人口問題研究所が公表する世帯主年齢階級別の将来世帯数を基に、2015年から2040年までの5年ごとの国内食品ロスの推移について解析した。食品ロスに由来する LC-CO<sub>2</sub> の分析については、ライフサイクルインベントリ IDEA v.2.3<sup>2)</sup> を利用した。

## 3. 結果と考察

ここでは紙面の都合上、食品ロス量における結果についてのみ述べる。図1は、解析した2015年の一世帯あたりの食品ロス量の内訳を表す。世帯主年齢が30歳未満から60歳代の世帯にかけて食品ロスが増加する傾向が見られた。特に、60歳代の食品ロス量は、30歳未満と比べて3倍の量であった。食品項目別にみると、どの世代も「野菜」のロス量が最も多く、30歳未満の世帯を除き「果物」のロス量が2番目に多かった。30歳未満の世帯では、「調理食品」のロス量が2番目に多かった。このことから、世帯形態別で食品ロスの量やその傾向が異なることが定量的に明示された。

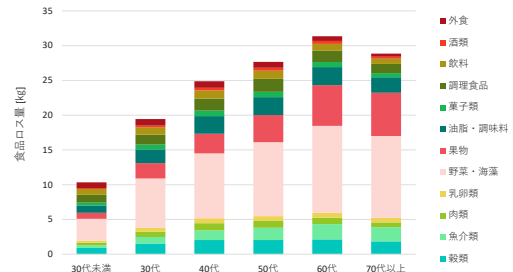


図1. 2014年の一世帯当たりの食品ロス量内訳

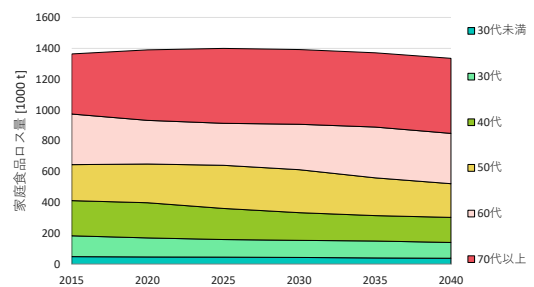


図2. 将来世帯数を考慮した2015年から2040年までの年代別食品ロス量の推移

図2は、将来世帯数を考慮した年代別食品ロス量の推計結果を表す。この結果、2025年の国内総世帯食品ロス量が2015年と比較して2.6%増加して最も多く、その後微減して2040年には同年比で2.1%減少することが見込まれた。一方で2040年の世帯数は同年比で4.8%減少すると推定されており、人口動態の変化に伴う食品ロスの自然減少は期待できないと考えられる。したがって、世帯属性別の食品ロスの特徴を反映した対策の検討が重要である。

## 参考文献

- 1) Heller, M.C., and Keoleian, G.A. (2014) Greenhouse Gas Emission Estimates of U.S. Dietary Choices and Food Loss. *J. Ind. Ecol.* 19(3), 391-401.
- 2) LCI データベース IDEA version 2.3 国立研究開発法人産業技術総合研究所 安全科学研究部門 社会と LCA 研究グループ 一般社団法人サステナブル経営推進機構

キーワード 食品ロス, 少子高齢化, 家庭, ライフサイクル CO<sub>2</sub>

# 選択型実験による傘シェアリングサービス利用の要因分析

## Analysis of Factors Promoting the Umbrella Sharing Service: Evidence from Choice Experiment

早稲田大学 石井怜奈, 大井祥暉, 〇河本真銘, 福井明日香, 本間凜一, 吉田紘太郎

### 1. 背景

近年、シェアリングエコノミーへの関心が急激に高まっている。そのシェアリングエコノミーの一形態として近年始まったのが、傘のシェアリングサービスである。これはビニール傘の使い捨てを抑制し、プラスチック消費と廃棄を削減することを目的としている。

本研究は傘シェアリングサービスに注目し、サービス利用の要因を明らかにすることを目的とする。具体的には、(1) どのような個人属性を持つ人が利用するか、(2) どのようなサービス属性が利用を促進するか、を明らかにする。

### 2. 分析手法

本研究では選択型実験を採用し、アンケート調査によってデータを収集した。選択型実験では、回答者が外出時に急な大雨に見舞われた状況を想定し、傘を使用するか濡れて帰るかについての回答を得た。具体的には、価格や目的地までの距離などの組み合わせをランダムに変更し、各回答者に8回提示した。回答者数は201人であるため、 $201 \times 8 = 1608$ のデータを使用する。なお、本研究はオンラインアンケートツールのサーベイモンキーを使用した。本データを用い回帰分析を実行し、サービスや利用者の属性が、実験における傘シェアリングサービスの選択確率に及ぼす影響を観察する。

### 3. 分析結果

#### 3.1. 個人属性が選択に与える影響

表1では、個人属性ごとの傘シェアサービスの選択確率に対する平均限界効果 (Average Partial Effects, APE) を抜粋して載せている。分析にはロジットモデルを用いた。その他の説明変数には年齢、所得や環境問題への関心などを投入した。

分析の結果、利用経験はないが実験前から傘シェアリングサービスの存在を知っていた人や、ビニール傘の廃棄問題に関する情報を事前に提示された人は、傘シェアを選択する確率が5%ほど高い傾向がみられた。

#### 3.2. 個人属性が選択に与える影響

表2では、ビニール傘の選択確率 (基準: 濡れて帰

る) を被説明変数として、選択肢の属性の平均限界効果を抜粋して載せている。分析には条件付きロジットモデルを用いた。その他の説明変数には目的地からの距離及び所要時間の変数を投入した。分析の結果、傘シェアリングサービスがコンビニ傘より有意に選択される確率が高いことがわかった。また、傘シェアリングサービスの場合に、ロゴがある場合とそうでない場合とでほとんどAPEに差がないことが示された。

表1 個人属性ごとの傘シェアサービスを選択する確率の平均限界効果

個人属性	サービス利用経験 (基準:存在を知らなかった)	事前情報 提示あり
	存在は知っていた	
APE	0.054*	0.067**
	(.033)	(.031)

N=1156、括弧内は標準誤差

表2 サービス属性ごとの傘選択確率の平均限界効果

サービス 属性	料金(基準:0円)			傘シェア (基準:コンビニ傘)	
	100円	350円	600円	ロゴ有	ロゴ無
APE	-0.12**	-0.24***	-0.30***	0.070**	0.071***
	(.047)	(.030)	(.23)	(.028)	(.027)

サンプルサイズ=4824、括弧内は標準誤差

### 4. 結論

傘シェアリングサービスの周知やビニール傘の廃棄による環境問題の認知度を向上させることでサービスの普及が促進され得るという結果が得られた。また、シェア傘に掲載される企業の広告ロゴの有無は消費者の選択に大きな影響を及ぼさないことが推測された。

キーワード 傘シェアリングサービス, 選択型実験, シェアリングエコノミー

太陽エネルギーを効率よく利用した発電・発熱システムの研究

Research on power generation and heat generation systems that efficiently use solar energy

宮崎県立宮崎北高等学校 ○黒木克樹, 樋口脩峻, 新徳亮太

1. はじめに

現在, 私たちはエネルギーの大部分を火力発電や原子力発電などに発電を頼っている。

そこで, 太陽光発電の効率を上げることができたら持続可能な社会を作れるのではないかと考えた。

太陽光発電には変換しきれてない熱がある。また, 熱変換効率は20%と低い。以上より, 私たちは太陽光発電のエネルギーを更に効率よく無駄なく使うことを目的とした。

2. 材料と方法

2.1 ソーラークッカーとフレネルレンズを用いて, エタノールを加熱する。一定時間ごとに照度計で太陽光の強さ, 温度計で気温とそれぞれのエタノールの温度を計測する。6月16日と6月23日と9月19日と1月26日の計4回の実験を行った(Fig.1~2)。

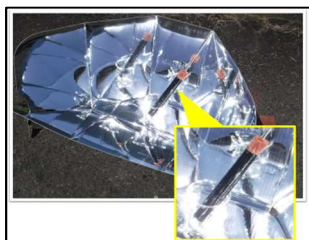


Fig.1 ソーラークッカー

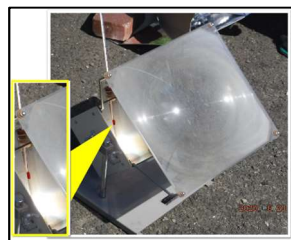


Fig.2 フレネルレンズ

2.2 一斗缶の底にペルチェ素子を貼り付け, ホットバスで温める。一定時間ごとに実験装置の電流, 電圧, ホットバスの水温を計測する。(Fig.3)。



Fig.3 一斗缶装置

3. 結果

3.1 エタノール加熱の結果を示す(Fig.4~7)。6月23日はソーラークッカーはエタノールが勢いよく飛び出し計測出来なかった。また, 気温と照度が低いと十分にエタノールの温度が上がらなかった。

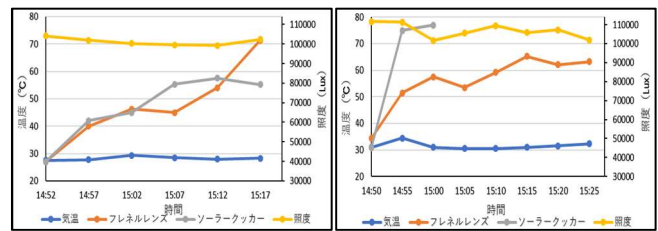


Fig.4 6月19日結果

Fig.5 6月23日結果

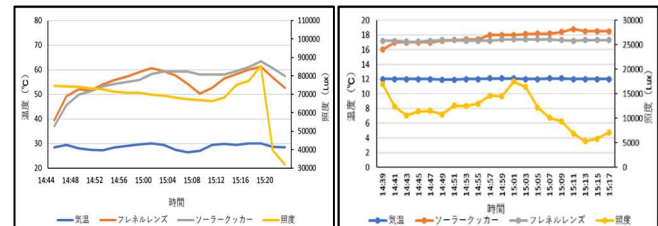


Fig.6 9月19日結果

Fig.7 1月26日結果

3.2 一斗缶装置の結果を示す(Fig.8~9)。

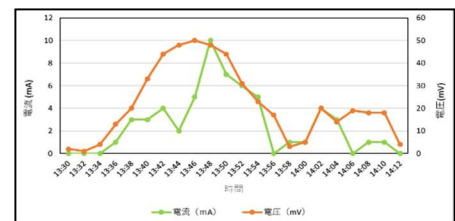


Fig.8 一斗缶装置 1回目

4. 考察と展望  
電流と電圧はデータの値は異なるが, いずれも安定していない。水温上昇はほぼ一定に設定していたが, 電流, 電圧はデータ

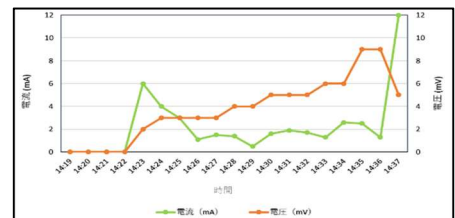


Fig.9 一斗缶装置 2回目

の値の増減が激しいので安定して電力を供給する方法を探っていきたい。また, 一斗缶中の温度を測っておらず, 詳細な温度差が分からない。次からの実験で一斗缶の中の温度を計測する。今回は太陽光を活用するために大型ソーラーパラボラを用意していたが, 研究日が全て曇りだったため, やむを得ずホットバスによる一斗缶装置を用意した。天気の影響を受けづらい実験方法を探るとともに, 晴天日を逃さず実験を行いたい。

キーワード 太陽光発電, ペルチェ素子, エネルギー

# SBT 認定企業による取り組みがもたらす我が国の二酸化炭素排出量の削減効果 (CO2 emission reduction in Japan from countermeasures by companies setting SBT)

東京工業大学 ○菅原大資・棟居洋介 国立環境研究所 増井利彦

## 1. 背景・目的

パリ協定の締結やSDGsの採択により、ESG投資の普及、RE100の導入等を通じて環境保全に取り組む日本企業が増えている。しかしながらこうした環境保全に積極的な日本の個別企業の取り組みがマクロ経済や環境に与える影響を定量的に分析した研究は少ない。本研究では、先進的な日本企業の取り組みが普及することによる2030年の経済活動・エネルギー起源二酸化炭素（以下「CO2」）排出量への影響を、日本を対象とした応用一般均衡（CGE）モデルを用いて定量的に分析することを目的とする。

## 2. 研究手法

2015年産業連関表を用いて28部門で構成されるCGEモデルを構築し、将来の人口や経済見通し等の前提をもとに2030年を対象としたモデルに拡張し、さらにSBT（Science Based Target）<sup>1)</sup>に認定されている日本企業による2030年のCO2排出削減目標の達成に向けた省エネに関する取り組みを反映させたシミュレーションを行った。表1に本研究で対象としたシナリオを示す。

各部門におけるCO2排出削減に向けた取り組みは、SBT認定企業が属する部門ごとに売上ベースで加重平均した削減目標をエネルギー効率に反映させて評価した。また、CO2排出削減目標については、SBTで必須とされている年率2.5%での削減を仮定した。この想定による2030年のCO2排出量は、2015年比31.6%（2013年比では37%）削減に相当する。

## 3. 分析結果

GDP及び二酸化炭素排出量の結果を図1、図2に示す。2030年に対策を行わないシナリオ1では、GDPは2015年比26.2%増加し、これに伴いCO2排出量は24.8%増加する結果となった。SBT認定企業による取り組みを反映したシナリオ2では、二酸化炭素排出量はシナリオ1と比較して減少するものの、発電部門における取り組み（再生可能エネルギーの大幅導入）や他の部門での取り組みを反映させ

ていないことから2015年比20.3%増加に止まる結果となった。GDPはシナリオ1と比較して2兆円の増加となっている。これは、SBT認定企業による省エネの効果とみなすことができる。

次に、CO2排出制約下において、省エネを実施するシナリオ4では、実施しないシナリオ3と比較してGDPが2兆円増加する結果となった。こうした分析結果から、企業を主体とした気候変動対策の取り組みは、経済と環境を両立するために必要不可欠であると結論づけられる。

表1 シナリオの想定

	CO2削減に向けた取組	CO2排出制約
シナリオ1	×	×
シナリオ2	○	×
シナリオ3	×	○
シナリオ4	○	○

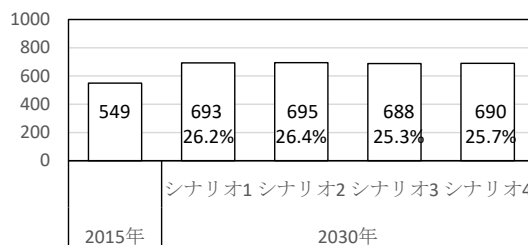


図1 GDPの推移（2015年価格兆円；%は2015年比）

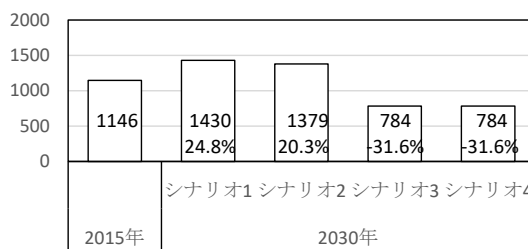


図2 CO2排出量（MtCO2；%は2015年比）

## 参考文献

1) 環境省・みずほ情報総研, SBT (Science Based Target) について

キーワード SBT、パリ協定、CO2排出量、CGEモデル

# 九州地域の海岸におけるマイクロプラスチックの分布に関する研究 Study on the distribution of Microplastics on the coast of the Kyushu region

登壇者：○石井秀海，山下未来，戸敷浩介・宮崎大学地域資源創成学部

## 1. 背景・目的

生活に欠かせない材料であるプラスチックは、環境中に廃棄・放置されると雨風の影響を受け河川を通じて海洋に流出し、微細化してマイクロプラスチック(MPs)として海洋を漂っている。本研究では、海岸に漂着したMPsの地域差について明らかにするため、宮崎市と北九州市の海岸に漂着したMPsを採取し、その種類別漂着量について調べた。

## 2. 調査方法

### 2.1 採取場所

宮崎市では、木崎浜、青島海岸、加江田川河口(南側及び北側)の4海岸で採取を行った。北九州市では、岩屋海水浴場、芦屋海浜公園海岸、新松原海岸の3海岸で採取を行った。

### 2.2 採取方法

各海岸の満潮線上または潮上帯で、MPsが多く蓄積している地点を目視で選定する最大ベースの方法を用いた(池貝ほか;2017)。各海岸につき5ヵ所採取した。選定した地点で、60cm四方の区画をとり、表層2cmの砂等を全て採取し、初めに1.0mmのふるいにかけて、砂等を除去した。次に、6.0mmのふるいにかけて、大きな木片等の自然物を除去した。受け皿に残った試料を研究室に持ち帰った。

### 2.3 選別方法

プラスチックは1次プラスチックと二次プラスチックに分けられるが、二次プラスチックの内、徐放性肥料プラスチックと発泡スチロールは数が多かったので分けて選別し、それ以外を「その他二次MPs」とした。まず、持ち帰った試料を広げ、ピンセットを用いて目視でプラスチックを採取した。次に、残った試料を水に入れた水槽に投入して石や貝殻などを沈め、浮いた試料から目視でMPsを採取した。

## 3. 結果

図1に各海岸における1㎡当たりのMPsの種類別平均個数を示した。個数の差が大きいため、縦軸は対数

軸とした。

MPsの漂着量は全体的に北九州市の海岸の方が多かった。そこで宮崎市4海岸と北九州市3海岸に分け、各MPsの個数についてマン・ホイットニーのU検定を用いて有意水準5%で中央値の差を検定した。その結果、一次MPs、発泡スチロール、その他二次MPsについては北九州市の方が有意に多かった。一方、徐放性肥料プラスチックは、宮崎市の海岸で採取された個数が多いという事が分かった。

## 4. 考察

北九州市は工業が盛んであり宮崎市と比べると人口も2倍ほど多い。宮崎市は北九州と比べ農業が盛んである。マイクロプラスチックの種類や個数にも地域性が現れているのではないかと推測される。今後は、九州の他の海岸でサンプリングを進めていくと共に、海岸でのMPsの動態を調べていく。また、経済活動とMPsの関係や河川でのMPsの採取を行う予定である。

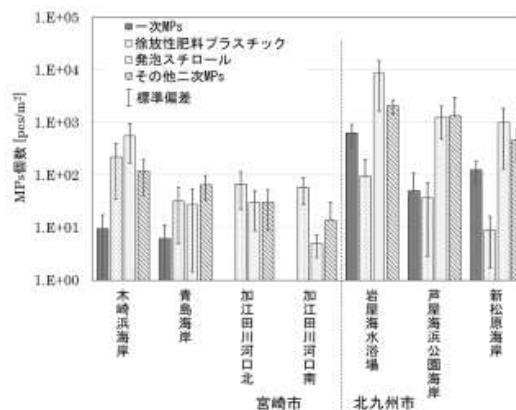


図1 海岸におけるMPsの種類別平均個数

## 5. 参考文献

池貝隆宏, 長谷部勇太, 三島聡子, 小林幸文 (2017) 海岸漂着量の評価のためのマイクロプラスチック採取方法, 全国環境研会誌, p59, p202

キーワード: マイクロプラスチック、徐放性肥料プラスチック、地域性

# 硫酸還元菌による有機性廃棄物処理から発生させた硫化水素の再利用技術の開発 Development of reuse technology for hydrogen sulfide generated from organic waste treatment by sulfate reducing bacteria

宇部高専 ○中川 雛花、坂本 壮、濱脇 直哉、中野陽一、山口大工、末田 海

## 1. はじめに

ベトナムなどの東南アジアの国々では、食品廃棄物の増大が問題視されている<sup>1)</sup>。食品廃棄物はメタン生成菌を活用してメタンとしてエネルギーを回収されているが、硫黄分が含まれており、常に硫化水素の発生が問題になっている。硫酸還元菌を活用することで、硫黄分を含む条件下で運転を行い、発生した硫化水素は、従来法よりも低い反応温度(150℃)で全固体電池の原料となる硫化リチウム電池の合成に用いることでエネルギー回収可能と考えた。

そこで、本研究では、硫酸還元菌に着目して食品廃棄物を処理する技術および、発生した硫化水素を電池材料合成に活用したエネルギー回収プロセスの開発を目的とした。

## 2. 実験方法

宇部市の西部浄化センターから消化汚泥 20L を採取して種菌とした。採取した消化汚泥は 20L のポリエチレンタンクに移し、培養温度を 37℃とした。週 3 回の頻度で、ベトナムの模擬食品廃棄物を 170g/回投入した。A 槽および B 槽には硫化物として硫酸ナトリウムと硫酸マグネシウムを 2:1 で混合し、A 槽は週 1 回、B 槽は 2 週に 1 回添加した。発生した消化ガス中の硫化水素濃度を、気体検知管(ガステック製)で硫化水素濃度と二酸化炭素濃度を測定した。

硫化リチウムの合成は、希硫酸で発生させた硫化水素(約 90%)と消化ガス(硫化水素濃度 10%、二酸化炭素 60%)を用いた。管型反応器の中に水酸化リチウム 2g を詰めたガラス管を管型炉に設置し、反応温度を 150℃、管内を窒素ガスで置換した後、硫化水素(90%) 3L を管内に供給して反応させた。消化ガス 30 L の場合は 30L 供給した。反応後、エックス線回折装置(XRD)を用いて合成を確認した。

## 3. 結果および考察

硫酸還元菌を用いた食品廃棄物による硫化水素の発生濃度を図 1 に示す。およそ 250 日の培養の結果、硫化水素濃度が A 槽は約 10%、B 槽では約 8%まで上昇

した。硫化水素濃度が上昇するのに従って、二酸化炭素濃度も上昇した。今回の実験で模擬食品廃棄物を 1000g/week、硫化物を 30g/week 以上を添加すると高濃度の硫化水素が得られ、硫酸還元菌が集積されたと考えられる。

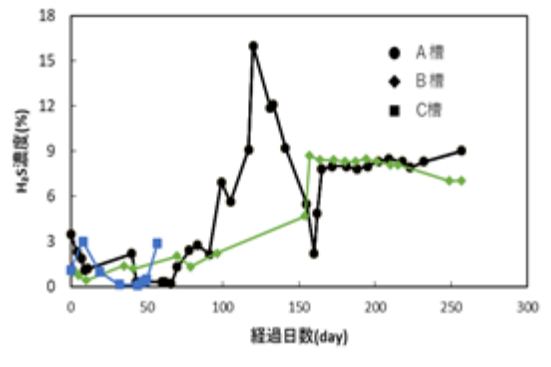


図 1 各培養槽からの硫化水素発生濃度の経時変化

管型反応器を用いて水酸化リチウムと硫化水素(90%)と反応させ、XRDで分析した結果(図2)硫化リチウムの合成が確認された。その一方で消化ガスを用いた場合は、炭酸リチウムが合成された。消化ガスを用いる場合、硫化水素発生濃度を高めるあるいは二酸化炭素を分離して反応させる必要である。

## 4. まとめ

- 1) 硫酸還元菌を集積培養した結果、模擬食品廃棄物を 1000g/week、硫化物を 30g/week 以上を添加すると約 9% の硫化水素が発生した。
- 2) 管型反応器で 90%の硫化水素ガスでは硫化リチウムの合成が出来たが、消化ガスでは二酸化炭素が合成を阻害した。

## 参考文献

- 1) 独立行政法人国際協力機構(JICA)(2017), ベトナム国都市生活ごみを含む有機系廃棄物の資源化による環境改善に関する案件化調査

キーワード 食品廃棄物処理、硫酸還元菌、硫化リチウム電池



## 製品との直接接触に伴う経皮曝露量への曝露シナリオの影響評価

### Assessing the effects of exposure scenarios on dermal exposure via direct contact with the product

○石田 真穂<sup>1</sup>, 新堂 真生<sup>1</sup>, 徳村 雅弘<sup>1</sup>, 王 齊<sup>1</sup>, 三宅 祐一<sup>2</sup>, 雨谷 敬史<sup>1</sup>, 牧野 正和<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>静岡県立大学, <sup>2</sup>横浜国立大学

#### 1. はじめに

リン系難燃剤 (PFRs) は、残留性汚染物質 (POPs) に指定された臭素系難燃剤の代替難燃剤として、使用量が増加している化学物質である。これまで、経口曝露や経気道曝露が難燃剤の主要な曝露経路とされてきたが、近年、室内空気やハウスダストを介した経皮曝露が注目されている。しかし、室内空気やハウスダストと比較し、より高濃度で PFRs を含む、製品との直接接触を介した経皮曝露に関する研究例は少ない。また、人は肌の多くを衣服で覆っているが、その影響についてはほとんど考慮されていないため、経皮曝露量を過大または過小評価している可能性がある。

我々の既往研究にて、自動車シートとの直接接触に伴う経皮曝露量を評価したが、製品との接触回数は1日1回を想定していた (連続曝露)。実際の自動車の乗車行動パターンを考えると、1日複数回の接触を想定することがより望ましい (断続曝露)。

本研究では、EPISKIN (三次元組織ヒト表皮モデル) を用いて実製品中 PFRs の皮膚透過試験を行い、衣服の有無や接触シナリオなど、曝露シナリオの違いが及ぼす経皮曝露量への影響を評価した。

#### 2. 方法

人工皮膚表面に新品の衣類 (綿 100%, 厚さ約 0.40 mm) を置き、実製品 (自動車シート) を接触させた。約 32°C で皮膚透過試験を行い、2, 4, 8 時間でレセプター溶液を回収・交換した。レセプター溶液として、5%ウシ血清アルブミン (BSA) DMEM 培地を用いた。回収したレセプター溶液に抽出溶媒 (酢酸エチル:ヘキサン [1:1, v/v]) 2 mL を加え、攪拌 (1 min) と遠心分離 (3000 rpm, 3 min) を行い、上清を分取した。この操作を3回行い、分取した上清を、窒素パーズを用いて 100 μL まで濃縮し、内標準物質 (TBP-*d*<sub>27</sub>) を添加した。これを LC-MS/MS を用いて分析した。

皮膚中の濃度分布や、製品との接触後の曝露も考慮できる皮膚透過モデルを構築した。このモデルにより、自動車シートからの検出率の高いリン酸トリス 2-クロロイソプロピル (TCPP) の経皮曝露量の推算を行った。

#### 3. 結果と考察

人工皮膚を用いた皮膚透過試験の結果から、TCPP は衣類を介した場合、衣類なしの場合と比較して、皮膚透過率が 72-93%減少することが明らかとなった。

一日当たりの平均自動車乗車時間を 1.3 時間 (連続曝露)、衣類の着用によって皮膚透過率が 93%減少するとし、皮膚蓄積量を考慮した皮膚透過モデルを用いて、経皮曝露量を推算した結果、 $5.0 \times 10^2 \text{ ng kg}^{-1} \text{ day}^{-1}$  となった。

一方、自動車を通勤に使用するとして、自動車乗車時間を 0.65 時間 (往路)、8 時間間隔をおき (勤務中)、さらに 0.65 時間乗車した (復路) とし、他の条件は変えずに経皮曝露量を推算した結果を図 1 に示す (断続曝露)。その結果、経皮曝露量は  $6.5 \times 10^2 \text{ ng kg}^{-1} \text{ day}^{-1}$  となった。総乗車時間が同じであっても、連続曝露に比べて断続曝露の方が、経皮曝露量は約 1.3 倍多くなった。断続曝露の場合、製品と接触していない間に、皮膚に蓄積した難燃剤が血中に移行し、皮膚中濃度が低下することが推定できる。また、再び製品と接触した際、皮膚と製品中の濃度差が大きくなることで PFRs の移行が促進されたと考えられる。

本研究では新品の衣類を用いたが、衣類の汚染状況や厚み、素材の種類などによって経皮曝露量が変化すると考えられるため、さらなる研究が必要である。

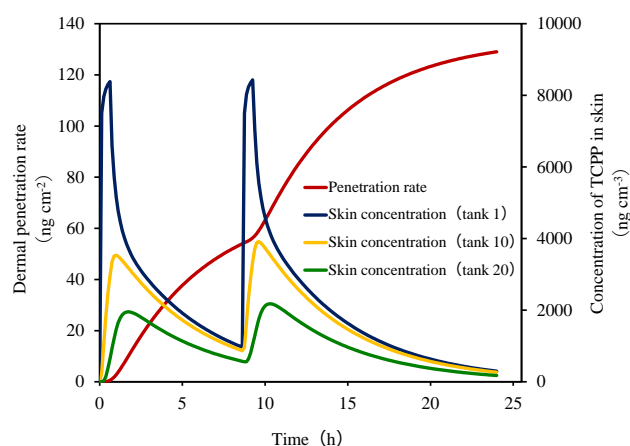


図 1 皮膚透過モデルを用いて推算した断続曝露における皮膚中濃度と皮膚透過量

キーワード 難燃剤, リスク評価, 経皮曝露

# 鉄を用いたコストパフォーマンスに優れた室内空気清浄法の開発 Development of a Cost-Effective Indoor Air Purification Method Using Iron

静岡県立大学 ○大森 果菜, 鈴木 菜佑, 徳村 雅弘, 牧野 正和

## 1. はじめに

近年、室内空気汚染による健康影響への懸念から、空気清浄機の需要が急増している。市販の空気清浄機の多くは、汚染物質の“濃度”低減に注力しており、汚染物質に起因する“健康リスク”低減に注力しているものは少ない。高濃度の汚染物質は、必ずしも高リスクとは限らないことに留意する必要がある。一方、経済的に困窮している国ほど大気汚染が深刻化している傾向があるため、SDGsの目標3【すべての人に健康と福祉を】を達成するためには、リスク低減に対してコストパフォーマンスの高い空気清浄機の開発が望まれる。

室内空気中に存在する汚染物質のうち、ホルムアルデヒドは特に健康リスクが高いことが報告されている。一方で、ホルムアルデヒドは蒸気圧や親水性が高く、電子密度が比較的低いという物理化学的な物性から、活性炭吸着や酸化分解法などの既存の空気清浄技術では、その除去は難しい。

本研究では、排水処理分野でアルデヒド類の除去に対し有効とされている鉄を用いて、高リスク懸念物質であるホルムアルデヒドの効率的除去技術の開発を目的とした。鉄の担体として綿布やNafion膜などを選定し、空气中ホルムアルデヒドの除去性能の評価・比較を行った。本稿では、綿布に鉄を担持した鉄担持布によるホルムアルデヒド除去実験の結果について報告する。

## 2. 実験方法

硫酸鉄水溶液に綿布を浸漬し、鉄担持布を調整した。既往研究<sup>1)</sup>では、鉄によるアルデヒド類の除去は、水中で行われているため、まず、水中での鉄担持布によるホルムアルデヒド除去性能を評価した。鉄担持布をホルムアルデヒド水溶液に浸漬し、UVランプ（極大照射波長 = 365 nm）を点灯し、水中ホルムアルデヒド濃度の経時変化を測定した。

鉄担持布による空气中ホルムアルデヒド除去性能を評価するため、デシケーター内にてホルムアルデヒドガスの除去実験を行った。鉄担持布をデシケーターに設置し、ホルムアルデヒドガス発生源としてホルムアルデヒド水溶液を用いた。紫外線を照射することで実験を開始し、空气中ホルムアルデヒド濃度の経時変化を測定した。

## 3. 結果と考察

水中におけるホルムアルデヒド除去実験の結果から、本研究で調整した鉄担持布には、 $180 \mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$ のホルムアルデヒド除去性能があることが明らかとなった。また、光源として蛍光灯を用いた場合でも、UVランプと同様に、ホルムアルデヒドを除去することが可能であった。これは、三価の鉄イオンはおよそ 540 nm 以下の光を吸収することが可能であるためだと考えられる。

デシケーター内における空气中ホルムアルデヒドの除去実験の結果（図1）から、鉄担持布を設置することで、設置しない場合と比較し、5時間後のホルムアルデヒドガス濃度が91%減少することが確認された（ $p < 0.05$ ）。既往研究（活性炭繊維）<sup>2)</sup>と比較し、鉄担持布はおよそ2.4倍のホルムアルデヒド除去性能を示した。

一方、鉄担持布に紫外線および可視光（蛍光灯）照射を組み合わせた場合においても、光照射なしの鉄担持布と同等の除去速度（ $0.48 \mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ）となった。このことから、ホルムアルデヒドガスは、鉄担持布上の鉄へ吸着により除去されるが、ホルムアルデヒドを光分解反応により分解するためには、鉄のイオン化が必要であることが示唆された。そのため、鉄担持布上に吸着したホルムアルデヒドを、光分解反応により分解するため（ホルムアルデヒド除去性能の回復のため）には、鉄担持布を湿潤させる必要があることが示唆された。

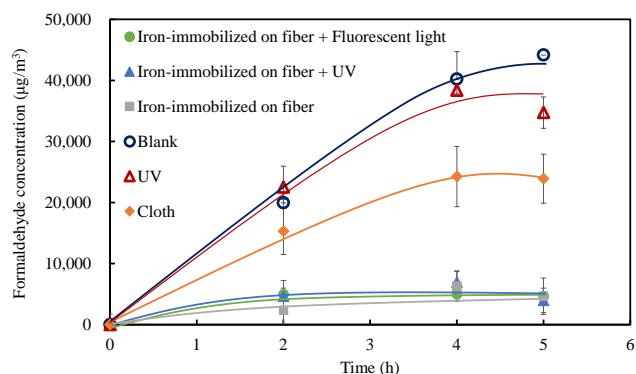


図1 鉄担持布による空气中ホルムアルデヒドの除去

## 参考文献

- 1) Muramatsu et al. (2020) J. Environ. Sci. Health Part A, **55**, 730-738.
- 2) Yang et al. (2017) Build. Environ., **126**, 27-33.

キーワード 空気清浄法, ホルムアルデヒド, 鉄

# 残留抗菌剤の各種促進酸化法による除去性能の比較・評価

## Comparison and evaluation of removal performances of residual antimicrobial agents by various advanced oxidation processes

静岡県立大学 ○西村 有里, 鱒川 雅花, 徳村 雅弘, 王 齊, 雨谷 敬史, 牧野 正和  
ダッカ大学 Hossain Anwar, Raknuzzaman Mohammad, 横浜国立大学 三宅 祐一

### 1. はじめに

抗菌剤は、人に加え、畜産および水産動物に対する病気の治療や予防に使用されている。投与された抗菌剤は、排泄物として体外へ排出され、下水処理場を経て、水環境中へと排出される。しかし、現在、最も一般的に使用されている排水処理法である活性汚泥法では、難生分解性である抗菌剤の処理は難しく、残留抗菌剤として水環境中へと排出されている。残留抗菌剤は、薬剤耐性菌感染症の原因となり、それに起因する死者は年間約 70 万人であり、2050 年には 1000 万人まで増加することが予測されている<sup>1)</sup>。抗菌剤を安心して使い続けるためには、投与後の抗菌剤を適切かつ効率的に処理できる、新しい排水処理技術の開発が重要である。

その対策として、オゾン酸化法や促進酸化法など、種々の酸化分解法が開発・検討されているが、それらを定量的かつ詳細に比較した例は限られている。

本研究では、世界的に使用量の多いテトラサイクリン系をはじめとした種々の抗菌剤を対象とし、オゾン酸化法およびフォトフェントン反応、オゾン/過酸化水素法による除去性能の比較を行った。

### 2. 実験方法

フォトフェントン反応は、実験装置としてパイレックス製の 500 mL ビーカーを用い、pH = 3.0 に調整した水溶液にオキシテトラサイクリン (OTC)、硫酸鉄 (II) 七水和物 (1.0 mg/L)、過酸化水素 (100 mg/L) を添加し、3 本のブラックライトブルーランプ (極大照射波長 = 355 nm) を点灯することで実験を開始した。初期 OTC 濃度は 100  $\mu\text{mol/L}$  とした。

オゾン酸化法は、実験装置として 500 mL のガス洗浄ビンを用い、OTC 水溶液に 0.55 mg/L または 1.5 mg/L のオゾンガスを、ガス流量 3.0 L/min で吹き込むことで実験を開始した。オゾン/過酸化水素法は、上記に 30%過酸化水素を 100 mg/L になるように添加して実験を開始した。実験中、溶液をサンプリングし、高速液体クロマトグラフ (HPLC) を用いて OTC 濃度を測定した。また、全有機炭素 (TOC) は TOC 計を用いて測定した。

### 3. 結果と考察

OTC については、3 種の酸化法すべてにおいて、実験開始 30 分以内に 99%以上の除去率に達した。また、OTC の分解反応は擬一次反応速度式に従い、その速度定数はオゾン酸化法が最も高い値を示した。オゾンガスの影響としては、オゾンガス濃度を 3 倍に増加させると、オゾン酸化法では速度定数が 2 倍となり、オゾン/過酸化水素法では 3.5 倍と増加した。オゾン/過酸化水素法では、溶液中に過酸化水素が存在することで、オゾンガス濃度の影響がより顕著に現れたと考えられる。

TOC の除去率 (210 分後) は、フォトフェントン反応では 76%であったのに対し、オゾン/過酸化水素法とオゾン酸化法ではそれぞれ 2.4%および 23%と、低い値を示した。一般に、酸化分解が進むにつれ、汚染物質は徐々に酸化分解しにくい中間生成物 (例えば有機酸など) が蓄積するが、フォトフェントン反応の場合は、それらの中間生成物と鉄イオンが錯体を形成することで、酸化分解が難しい中間生成物を光分解するため、TOC の除去率が高かったと考えられる。

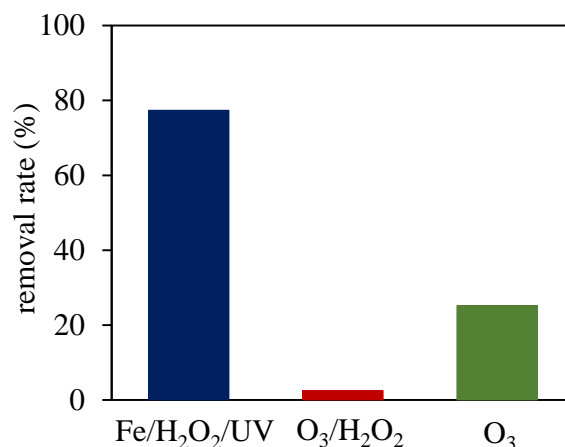


図 1 3 種の酸化分解法による TOC 除去性能の比較

#### 参考文献

1) O'Neill, Review on Antimicrobial Resistance: tackling a crisis for the health and wealth of nations, 2014.

キーワード 抗菌剤, 排水処理, 促進酸化法

# 表層鉛土壌汚染地周辺における吸入曝露を想定した垂直汚染分布の測定・解析 Measurement and Analysis of Vertical Contamination Distribution Assuming Inhalation Exposure around Surface Soil Contamination by Lead

横浜国立大学 ○深谷亮太, 半田千智, 小林剛

## 1. 背景および目的

鉛は土壌表層に汚染がとどまりやすく汚染事例も多い。また、土壌の直接摂食または飛散粒子の吸入による曝露が懸念されている。現状の公定法での試料採取方法では、鉛による汚染を過小評価してしまっている可能性があり、鉛汚染の詳細調査が必要である。

そこで本研究では、鉛汚染が懸念される汚染サイトでの鉛汚染の垂直分布を特に表層に着目して詳細に測定・解析して、公定法の土壌採取方法の妥当性について検討した。

## 2. 実験方法

鉛汚染が懸念される複数の汚染サイトで、表層から0~0.3cm, 0.3~1cm, 1~3cm, 以降3cm ずつ可能な深さまで土壌を採取した。採取した土壌中の鉛含有量を土壌含有量試験（公定法）に準じて測定した。作成した土壌抽出液は、原子吸光光度計(AA-7000)を用いて定量し、土壌中鉛含有量(mg-Pb/kg-drysoil)を算出した。

また、東京都環境局「土壌汚染公開システム」を参照し、鉛による土壌汚染事例のうち、垂直分布を調査している事例を抽出した。

## 3. 結果および考察

図1に、2つのサイトでの比較的高濃度であった地点の土壌中鉛含有量の垂直分布を示した。なお、鉛の土壌含有量基準値は150 mg-Pb/kg-drysoilである。地表から3cmまでは、土壌中鉛含有量が微増し、3cm以深においては、地表からの深さが深くなるにつれて土壌鉛含有量が減少する傾向が見られた。地点A-1では、9~12cmの土壌鉛含有量は最も高濃度となった0.3~1cmの約43%となった。

また、東京都土壌汚染公開システムでの垂直分布でも、地表から5cmまでの土壌鉛含有量が380mg/kgであるのに対し、5~50cmの土壌鉛含有量は30mg/kgと、10分の1以下となる事例なども多く見られることが分かった。現状の公定法では、地表から深さ5cmまでと、5cm~50cmまでの土壌を均等混合して評価することとなっている。鉛の土壌含有量基準の評価の際は、均等混合により表層

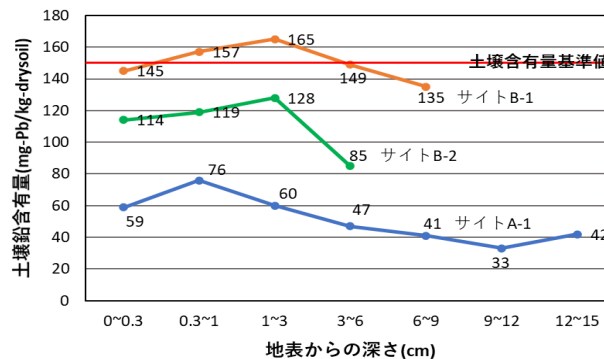


図1 土壌鉛含有量(mg-Pb/kg-drysoil)の垂直分布の測定例

の高濃度の土壌が希釈されてしまうことが確認できた。

鉛は比較的水溶解度の低い化学形態のものが多く、また土壌粒子への吸着性も高い。そのため、汚染がごく表層にとどまりやすく、地下浸透しづらい傾向にあり、多くの重金属類を測定する公定法の土壌採取方法では、鉛の場合は過小評価してしまい、表層土壌による直接摂取や吸入リスクが数分の1の過小評価をしまう可能性があることが分かった。

## 4. 結論

鉛は汚染が土壌のごく表層にとどまりやすいことが確認できた。また、鉛に関しては、現状の公定法の土壌採取方法を再検討する必要がある可能性が示唆され、都内の一部のサイトで行われているように、0~5cmと5~50cmと均等混合せずにそれぞれを分けて分析しておくことが有効と考えられた。

## 謝辞

本研究は不動産流通経営協会の助成を受けたものです。

## 参考文献

- 1) 東京都環境局：土壌汚染情報公開システム  
<https://www.dojou.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/SoilPollution/Search/search>

キーワード 鉛, 表層土壌汚染, 吸入曝露

# 直接導入法による粒子状多環芳香族炭化水素類およびそのハロゲン化誘導体の 分析法開発と大気中濃度調査

## Development of an Analytical Method for Particulate PAHs and XPAHs by Direct Introduction Method and their Concentration in the Atmosphere

静岡県立大学 ○滝川哲也, 多田智彦, 王齊, 徳村雅弘, 雨谷敬史, 横浜国立大学 三宅祐一

### 1. はじめに

粒子状多環芳香族炭化水素類 (PAHs) およびそのハロゲン化誘導体 (XPAHs) は, 代表的な大気汚染物質であり, その一部は高い有害性を示す。その分析について, フィルターで捕集後, 有機溶媒で抽出し, 精製や濃縮などの前処理を行い, 分析液の一部 (1–2  $\mu\text{L}$ ) を分析装置に注入する方法が一般的である。我々の既往研究では, 大気中の粒子状 PAHs・XPAHs を簡易かつ高感度に分析することを目指し, 捕集した試料を GC-MS/MS の注入口にそのまま挿入して分析するという直接導入法を提案したが, PAHs・XPAHs の導入率に影響する注入口温度の最適化が必要である。

そこで本研究では, 直接導入法により, フィルターに吸着される PAHs・XPAHs を分析する時, 注入口温度の最適化を行った。また, 本法を用いて大気試料の分析を行い, 粒子状 PAHs・XPAHs の大気中濃度を測定した。

### 2. 方法

26 種の PAHs と 40 種の XPAHs を対象物質とした。分析装置は GC-MS/MS (GC 7890B / MS 7010B, Agilent Technologies), 分離カラムは 60 m Rxi-PAH を用いた。GC-MS/MS の注入口にサーマルセパレーションプローブ (TSP) を装着した。プローブの先端の溝にフィルターを詰め, 注入口温度を上昇させることで対象物質を脱着させ, キャリアガスによりカラムに導入した。この直接導入法の注入口初期温度を最適化するため, フィルターに標準溶液を添加し, 分析した。

最適化した分析法の適応性を評価するため, 大気試料の分析を行い, 大気中濃度調査を実施した。大気試料はミニポンプを用いて捕集した。

### 3. 結果・考察

110–320 $^{\circ}\text{C}$ の温度範囲内で 6 条件に設定し, 最適な注入口温度を検討した。ピーク面積値は対象物質の導入量の評価指標の一つであり, 注入口温度による対象物質のピーク面積値で比較した。結果の一例を図 1 に示す。3 環の物質である anthracene (Ant) と 9-chlorophenanthrene (9-ClPhe) は 190 $^{\circ}\text{C}$ 付近でピーク面積値が最も高く, 4

環の benz[a]anthracene (BaA) と 1-bromopyrene (1-BrPyr), および 5 環の benzo[a]pyrene (BaP) は 230 $^{\circ}\text{C}$ 付近でピーク面積値が最も高かった。6 環の benzo[ghi]perylene (BghiPE) は, 温度によるピーク面積値が有意な変化が見られなかった。一般環境大気において 3 環の PAHs・XPAHs は主にガス状物質として存在し, 粒子への分配比が低いことが知られている。本研究における分析対象物質は粒子状物であるため, 高感度かつ網羅的に分析できることを考慮し, 最適な注入口温度を 230 $^{\circ}\text{C}$ に決定した。

本法を用いて夏季の静岡の大気中粒子状 PAHs・XPAHs 濃度を実測し, ほとんどの物質は既往研究<sup>1)</sup>(静岡, 冬季)と同レベルの濃度で検出され, 例えば, BaP の濃度は, 夏季では 0.0155  $\text{ng m}^{-3}$ , 冬季では 0.030  $\text{ng m}^{-3}$ <sup>1)</sup>であった。しかし, その塩素化誘導体である 6-ClBaP の濃度は既往研究の平均濃度値より 8.04 倍高かった。PAHs と XPAHs は, 異性体ごとに発生源が異なり<sup>1)</sup>, 発生源からの排出状況により大気中濃度が一時的に変動した可能性がある。

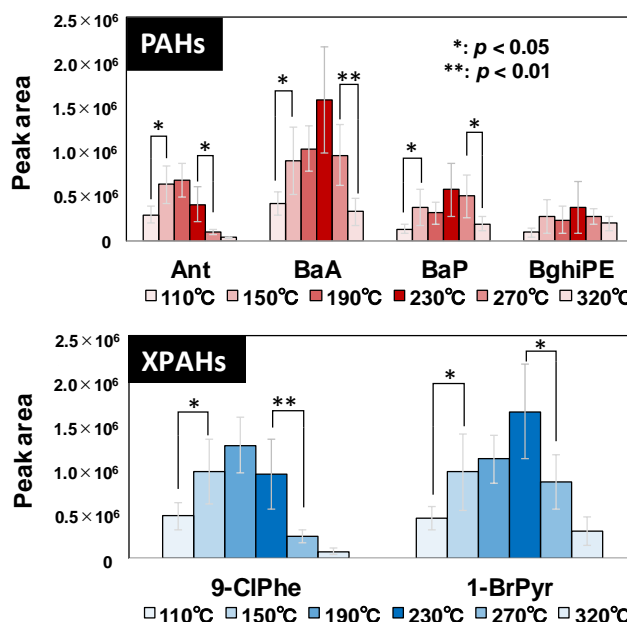


図 1 各温度における PAHs と XPAHs のピーク面積値

参考文献

1) Sei. K et al., (2021), *Environmental Research*, 196, 110909

キーワード 多環芳香族炭化水素, 直接導入法, 高感度分析

# 経済側面からの一般廃棄物処理事業に関する提案

## Proposals for municipal solid waste treatment business from economic aspects

富山県立大学 ○地原誠貴, 佐伯孝

### 1. はじめに

全国で一般廃棄物の発生抑制やリサイクル促進などの取組が行われ、一般廃棄物の発生量や最終処分量は減少傾向にある。しかし、最終処分場の残余容量は年々減少してきており、残余容量が限界に達することがないように、最終処分場の容量を確保していく必要がある。そのために最終処分場の新規建設が考えられるが、周辺住民の同意が得られず建設が困難であることが多い。

最終処分場の容量確保の例として、最終処分場の再生事業というものがある。再生事業とはすでに最終処分場に埋め立てられた廃棄物を掘り起こし、選別し、適切に中間処理や資源化を行うことで、処分空間を確保する事業である。再生事業は最終処分場の新規建設に比べ、周辺住民の理解が得やすいことから、処分場の新規建設が困難な自治体で実施されることがある。しかし、再生事業はコスト評価において採算が取れないという報告もある。

本研究では、最終処分場の再生事業のコスト評価を行い、再生事業がどの程度のコストで最終処分場の容量を確保できるのかを明確にし、最終処分量の推移や残余容量の将来予測を行い、今後の一般廃棄物の最終処分をどのように行うことが好ましいかについて検討することを目的とした。

### 2. 研究方法

再生事業の実施例を調査し、事業費と残余容量の変化から  $1\text{m}^3$  あたりの容量を確保するために必要な事業費を求めた。また、過去の実績値と予測人口から将来のごみの排出量と最終処分量の推定を行い、残余容量の推移予測を行った。

### 3. 結果

A市の再生事業における再生容量（事業後の残余容量から事業前の残余容量を引いた容量）は  $28,136\text{m}^3$  であり、事業費の合計は約 15.5 億円であった。再生容量  $1\text{m}^3$  あたりの単価は 55.2（千円/ $\text{m}^3$ ）となった。同程度の埋立容量を有する最終処分場を建設する際の費用の平均値は 30~35（千円/ $\text{m}^3$ ）であった。

過去5年間の実績値と将来予測人口を基に最終処分量の予測をし、最終処分場の新規建設で毎年増加する容量は過去5年間の中央値とし、残余容量の推移を算出した。残余容量の将来予測結果を図1に示す。

最終処分量の推計結果と残余容量の将来予測結果から、2057年には最終処分場の容量が限界に達してしまうことが分かった。次年度に発生する最終処分量も考慮し残余容量が0にならないためには、毎年 210 万  $\text{m}^3$  以上の容量を確保していく必要があると分かった。

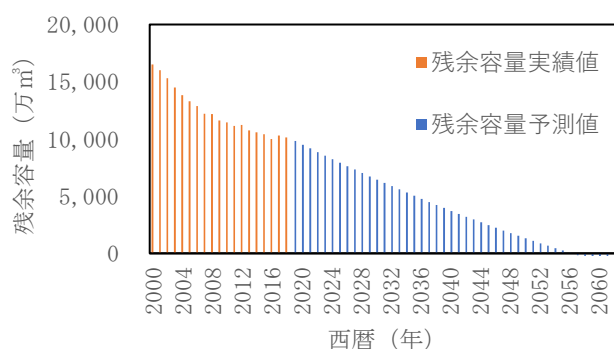


図1 残余容量の将来予測結果

### 4. 考察

次年度に発生する最終処分量の容量分を確保するために増加が必要な容量を確保するために新規建設を行う場合と再生事業を行う場合の事業費を比較すると、新規建設を行う場合の方が安価であった。

次に産業廃棄物の最終処分場へ処理委託した場合と比較すると、処理委託をする方が安価であった。しかし、残余容量が減少すると埋め立て処分単価が上がり、年間の処置委託費用が一般廃棄物の最終処分場を新規建設する場合よりも高価になる可能性がある。

現時点では産業廃棄物の最終処分場へ処理委託をすることが最も安価な手段ではあるが、今後の一般廃棄物の最終処分事業を継続的に行っていくことを考慮すると、最終処分場の新規建設数を増やし、最終処分場の容量を確保し続けていくことが好ましいと考えられる。

キーワード 一般廃棄物 最終処分場 残余容量

# 都市空地の市民農園利用が有する価値の評価 —他の土地利用との比較および食料支援団体との連携を考慮して— Evaluating the Value of Using Vacant Land for Urban Allotments

東京大学 大学院工学系研究科 ○森島隆宏, 栗栖聖, 福士謙介

## 1. はじめに

近年増加傾向にある空き地への対策として先進的な土地利用の取り組みの一つに、市民農園を挙げることができる。欧米諸国では低収入世帯が野菜を入手する手段として市民農園が用いられる場合も多いが、日本では高齢者層が中心となって主にレクリエーション目的に利用されている。このような市民農園のどのような要素が市民に受け入れられるか、他の土地利用と比べた優位性等については、十分な議論がなされていない。そこで本研究では、都市内の土地（空地）が市民農園に利用されること、さらに同農園が食料支援団体と連携することにより生じる価値を評価することを目的とした。

一般市民を対象としたアンケート調査を行い、市民農園と他の土地利用、および異なる土地の属性を比較させ、その結果より土地利用及び各属性への選好を評価する。また、市民農園の新たな付加価値として、同農園で生産した野菜を食料支援団体に寄付する連携を提案し、連携の有無が市民農園の受容にどれほど貢献するかを明らかにすることとした。

## 2. 研究方法

調査の対象は一般市民とし、調査票を設計した。調査票の内容は次の三つとなる。①個人属性、②コンジョイント分析に供する土地利用選好に関する質問、③個人の特性である。

個人の属性では、年齢、性別、職業、世帯人数、世帯年収、居住地、住居形態、高校生以下の子供の有無を尋ねた。

今回の調査で仮定する土地の広さは約 300 m<sup>2</sup> とし、空地対策として土地を使用するものとした。その上で、土地利用に関する質問では、まず各土地利用およびその影響属性に関する説明を行った。今回、土地利用としては、「市民農園」、「市民農園（食料支援団体との連携あり）」、「ポケットパーク（児童公園）」、「防災空地（防災広場）」とした。また、影響属性としては、「にぎわい」、「生き物」、「家からの距離」の3属性を取り上げ、それぞれ表1に示す3つの水準を設定した。

表1 土地利用選好調査における使用属性と水準

にぎわい	生き物	家からの距離
にぎわっていない	見かける	徒歩3分以内
にぎわっている	よく見かける	徒歩5分以内
たくさんの人でにぎわっている	とてもよく見かける	徒歩10分以内

土地利用4種および各属性の組み合わせプロファイルを直交計画に基づき20作成した。作成には SPSS Conjoint Ver. 27.0 の Orthoplan (IBM, USA) を使用した。同プロファイルのチョイスセットを36組作成し、図1に示したようなペアワイズ方式で、各土地利用例を提示し、その選好を尋ねた。加えて、質問に答える上で重視した土地利用や属性についても質問した。

最後に個人の特性について尋ねた。ここでは、空き地問題に対する印象、防災空地や市民農園といった空地対策に対する知識、市民農園の利用意欲、市民農園の野菜を食料支援団体に寄付することへの印象などを尋ねた。加えて、パーソナリティを測定する尺度として、Webb et al.<sup>1)</sup> が提示した「Attitudes toward helping others」尺度、および Müller et al.<sup>2)</sup> の「Emotional affinity towards nature」尺度、および酒井ら<sup>3)</sup> の「地域への愛着尺度」の中の第一因子「生きるための活力の源」をコミュニティ活動への意欲を測定する尺度として取り上げた。発表では、本調査に基づく分析結果について紹介する。



図1 アンケートチョイスセットイメージ図

## 謝辞

本研究は三井物産環境基金（R18-0044）より助成を受けた。

## 参考文献

- 1) Webb, D.J. et al. (2000) Journal of the Academy of Marketing Science, 28(2), 299-309.
- 2) Müller, M.M. et al. (2009) The Journal of Developmental Processes, 4(1), 59-69.
- 3) 酒井太一ら(2016) 日本公衆衛生雑誌, 63(11), 664-674.

キーワード 市民農園, 空地対策, 持続可能な都市

# Food Waste Prevention Behaviors in China: Differences among Stages and Situations

東京大学大学院 工学系研究科 ○Yinglei WU, Kiyoko KURISU, Kensuke FUKUSHI

## 1. Introduction

Food waste has received growing concerns globally in recent years. Among all the countries, China can become a potential hot-spot of food waste generation in the near future, with a considerable amount of food waste owing to its large population. However, few studies have been conducted about household food waste generation in China so far. Additionally, most of the proposed models to evaluate the influential factors on the food-disposal behavior in previous studies were too simple, which mainly consisted of four or five psychological factors, and difficult to be connected with the prevention countermeasures. Therefore, in this study, we aimed to build a comprehensive framework considering various food disposal behaviors in different situations, including eating at home, eating out, supermarkets and restaurants, and to explore the specific effects of psychological factors and daily behavior routines on the food disposal behaviors.

## 2. Methodology

The research outline is shown in Fig. 1. In this research, we developed four hypothetical models for situations of eating at home, eating out, supermarkets and restaurants. The psychological factors were mainly introduced from the Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1991) for all the models, and possible influential behavior routines for each situation were included in the model, such as shopping planning, overbuying, overordering, doggy-bag provision, and so on. And then the corresponding questionnaires for each situation were designed.

The online questionnaire surveys were conducted for the residents ranging from 20s to 60s in Beijing, Shanghai, and Wuhan, in China, from Sept. 21st to 28th in 2020, and also conducted in Tokyo from Nov. 4th to 6th in 2020 and in Bangkok from Nov. 4th to 11th in 2020 for the comparison purpose. 600 respondents were gained in each city, 3,000 samples in total. As for supermarkets and restaurants, online surveys were conducted for the owners of supermarkets and restaurants located in Beijing, Shanghai and Wuhan, from April 28th to May 13th in 2021, and 150 samples and 162 samples were gained for supermarkets and restaurants,

respectively.

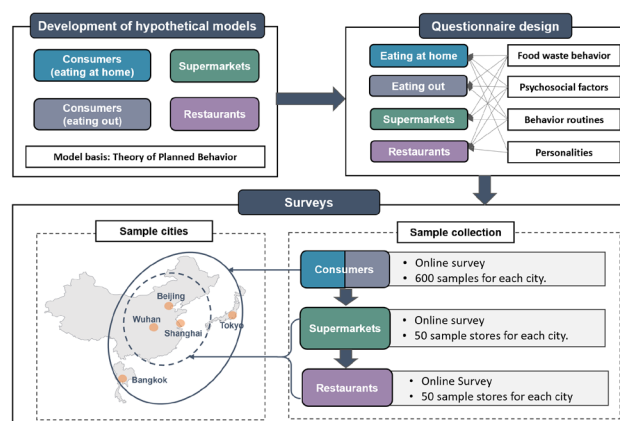


Figure 1. Research Outline

## 3. Results

The results showed that Chinese people significantly wasted food more often than Tokyo and Bangkok people when eating cooked dishes at home, as well as for the situations of eating out. The model-analysis results showed that intention was the strongest influential factor on the food disposal behaviors for situations of eating at home and eating out. The personal norm was the main drivers of intention for eating-at-home situation, while the subjective norm was the strongest predictor for eating out situations. Besides, for restaurants and supermarkets, the influences of behavior routines on food disposal behaviors were stronger than that of psychological factors, and no significant relationship was observed between intention and food disposal behaviors in restaurants.

## Acknowledgement

This study was supported by the Environment Research and Technology Development Fund (S-16-1(1), JPMEERF 16S11601) of the Environmental Restoration and Conservation Agency of Japan.

**Key words:** Food Waste Prevention, Household Food Waste, Psychological Model, Supermarkets, Restaurants



# 持続可能な食生活に向けた異なる情報提供内容及び消費者特性の影響評価

## The Effect of Different Information Topics and Consumer Identity Factors towards Sustainable Diet

東京大学 ○佐久間夏美, 栗栖聖, 福士謙介

### 1. はじめに

環境負荷の低減や社会配慮と健康を両立する食生活として、植物性食品中心の食生活や、動物福祉や抗菌剤の適切な利用に配慮した動物性食品の選択がある<sup>1,2</sup>。代替食品等の拡大やエシカル消費への関心の高まりとともに、消費者の食生活も行動変容施策<sup>3</sup>として着目されている。ここで食生活と持続可能性に関する情報提供が消費者に与える影響に着目した。食品の環境情報や健康情報の提供を行った研究は見られるが、食と持続可能性はより広い要素からなる。本研究では、持続可能性に関する複数の側面の消費者への働きかけ方の違いと、さらに食選択の文化的・心理的要因が情報の働きかけ方に与える影響を明らかにした。

### 2. 手法

調査会社モニターの東京都居住、20歳から69歳までの計2400名を対象にオンラインアンケート調査を実施した。6グループに分け、5グループはアンケート中に異なる内容の情報を提供し、コントロールグループは情報を提供しなかった。質問票は、食選択要因と持続可能性意識について約40問、8つの行動に対してそれぞれ行動を規定する4要因と、情報提供への反応5質問を含めた(表1)。

表1 質問票内容

消費者特性：食志向，食品好み，時間選好，環境意識，健康意識，等	
<b>行動規定要因 (4つ)：</b> (i)態度 (ii)行動意図 (iii)社会規範 (iv)行動統制感 *記述規範(1問のみ)	<b>8行動：</b> ①肉の消費を減らす ②牛肉の消費を減らす ③動物性食品の消費を減らす ④豆腐や豆食品を取る ⑤野菜中心の食生活 ⑥大豆ミートなどを取り入れる ⑦動物福祉に配慮した商品選択 ⑧抗生剤に配慮した商品選択
<b>情報提供への反応：5質問</b> 植物性食事を取り入れてみたいか より内容について調べてみたいか 等 <b>情報読んだ後の変化</b> について	

提供情報の内容は食肉などの動物性食品の環境負荷、植物性タンパク質の健康メリット、家畜への抗菌剤使用、動物福祉と飼育法、植物性食品中心の食生活の行い方の5つである。情報にはグラフや図、写真、文章を用いた。

### 3. 結果と考察

#### 3.1. 規定要因と行動種類ごとの情報内容影響の比較

各情報グループごとに、コントロールグループとの各行動規定要因を比較した。主要行動では、社会規範がすべての情報グループでコントロールより有意( $p < 0.05$ )に高く、行動意図は環境と健康、動物福祉、抗菌剤情報グループでコントロールより有意に高かった。特に環境と健康情報の影響が他グループと比較して高かった。

行動種類に関して、肉・牛肉・動物性食品を減らす行動と動物福祉に配慮した商品選択はすべてのグループと規定要因でコントロールより高かった。一方、植物性タンパク質の摂取と抗菌剤に配慮した商品の選択は、健康グループ以外はコントロールに比べて低い規定要因もあつたがその差はいずれも有意ではなかった。

#### 3.2. 消費者特性の影響

複数の消費者特性の中でも食志向、ベジタリアン食生活への興味、肉への価値観や環境意識等が行動意図に働きかけていることが分かった。また、環境意識の中でも環境対策の必要性認知、深刻度、サステナビリティへの興味の行動意図への働きかけ方に違いが見られた。

### 4. まとめ

提供する情報の内容は持続可能な食生活への消費者の行動意図に違いをもたらした。また食肉などの動物性食品を減らす行動は、植物性食品を増やす行動より受け入れやすい行動だと考えられ、情報提供の影響が大きく出たものと考えられる。発表では消費者特性が情報の効果に与える影響も交えて結果を紹介する。

謝辞 本研究は科研費 (JP20K12279) により助成を受けた。

#### 参考文献

1. FAO, WHO (2019) Sustainable Healthy Diets Guiding Principles
2. Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T. (2019) Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet 393, 447–492.
3. 小出瑠, 小島公史・渡部厚志. (2020) 1.5°Cライフスタイル - 脱炭素型の暮らしを実現する選択肢-, IGES, 42 ページ

キーワード 持続可能な食生活、食選択、環境行動、健康行動、情報提供

# 北海道の雪氷冷熱エネルギー賦存量評価：ニセコ町における事例研究

## Assessment of snow and ice cryogenic energy potential in Hokkaido: a case study in Niseko Town

○段和敏<sup>1</sup>, 藤井賢彦<sup>1,2</sup>

(1.北海道大学大学院環境科学院, 2.北海道大学大学院地球環境科学研究院)

### 1. はじめに

地球温暖化による世界的規模の異常気象や災害が多発する中、温室効果ガスの削減や脱炭素社会の構築が求められている。そして北海道は胆振東部地震に伴い、全域停電を体験したため、地産地消型エネルギーの利活用やエネルギーミックスの推進に向けた研究開発が重要であるとの認識が広まった<sup>1)</sup>。

本研究では、北海道の特徴的な地域エネルギーである雪氷冷熱の有効利活用を、「環境未来都市」と「SDGs 未来都市」に選定されたニセコ町を対象に、環境性と経済性の面から評価した。

### 2. 分析方法

本研究の流れを図1に示す。主に電力で低温環境を作り出す電気式施設と、雪氷を活用した雪利用施設を大規模や中小規模の二つのケースから両施設を環境性や経済性の面で比較し、総合評価を行った。

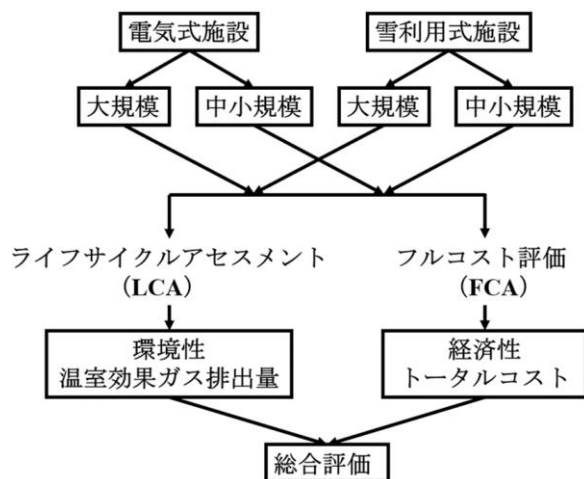


図1 研究の流れ

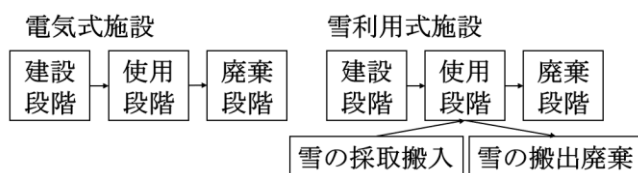


図2 電気式施設と雪利用式施設のシステム境界

図2に、電気式施設と雪利用式施設のシステム境界を

示す。環境性指標として温室効果ガス排出量、その評価手法としてライフサイクルアセスメントを用いた。また、経済性指標としてトータルコスト、その評価手法としてフルコスト評価を用いた。また、施設の耐用年数は電気式を14年、雪利用式を21年<sup>2)</sup>と仮定し、年間温室効果ガス排出量と年間コストの試算を行った。

### 3. 結果

#### 3.1 大規模施設

環境性においては雪利用式では電気式よりも年間CO<sub>2</sub>排出量を76%削減できることが明らかになった。また、経済性は電気式に対して、雪利用式のコストは補助金無しの場合5%上昇したが、補助金を導入することで62%削減できると見積もられた。すなわち建設段階のコストが経済性を左右することが分かった。

#### 3.2 中小規模施設

雪利用式は電気式より年間CO<sub>2</sub>排出量を55%削減できた。電気式に対して雪利用式のコストは補助金無しの場合2.7倍、補助金を導入した場合でも12%の増加が見積もられ、大規模施設と同様、建設段階のコストが経済性を大きく左右することが分かった。

#### 3.3 まとめ

雪利用式は電気式より環境面での優位性が明らかになったが、補助金がないと経済的便益を担保できないことが分かった。雪利用式施設の導入拡大には補助金の拡充に加え、さらなる建設コストの削減やカーボンプライシングなどの導入の必要性が示唆された。

#### 参考文献

- 1) 北海道立総合研究機構 (2019) 戦略研究報告書 地域・産業特性に応じたエネルギーの分散型利用モデルの構築, 171pp.
- 2) 日本エネルギー経済研究所 (2011) 再生可能エネルギー等の熱利用促進に関する調査事業報告書, 150pp.

キーワード 雪氷冷熱, 賦存量, CO<sub>2</sub>, フルコスト

# 気候変動の地域観光業への影響に対する全国自治体における認知の評価

## Evaluation of awareness among local governments regarding the impact of climate change on the local tourism industry

東京大学 ○渡辺一生, 栗栖聖, 福士謙介

### 1. はじめに

気候変動は、気温上昇、積雪の減少、海面上昇などを通じて、観光業を脅かしている。気候変動の観光業への影響に関しては、花見時期の変化や滝の凍結など、個別事象や地域への影響を評価したものがある一方で、全国を対象とした評価は見られていない。そこで本研究では、日本全国自治体における気候変動の観光業への影響を、認知ベースで把握することを目的とした。

### 2. 調査方法

日本全国 1,788 自治体（47 都道府県、1,718 市町村および 23 特別区）の観光部局を対象にアンケート調査を実施した。調査票は、1) 観光入れ込み客数の推移およびその要因、2) 観光資源の充実度、3) 気候変動により生じた観光の変化、4) 観光への気候変動影響の深さ、5) 観光部門での気候変動に対応する施策、6) 施策実施のための各種資源の充実度、により構成した。

調査票は各自治体の総務部宛に送付し、観光部局に回答を依頼した。回答は①調査票に記載した URL より Google Form に回答、または②返信用封筒で返送、のいずれかの方法としたが、一部メールでの回答も受け付けた。調査は 2020 年 12 月 8 日～12 月 23 日に実施し、同期間に未回答であった自治体に対しては、2021 年 2 月 5 日に再度回答を依頼した。2021 年 3 月 31 日までに 1,180 件の有効回答を得た（回収率 65.9%）。

### 3. 結果

#### 3.1. 観光資源充実度による自治体類型化

調査票の 2) では 23 種類の観光資源について、その充

実度を「とても充実している」～「全く充実していない」の 6 件法で尋ねた。回答を 6～1 に点数化し、クラスター分析（Z 得点化、Ward 法）により回答自治体を 18 のグループに類型化した（表 1）。

#### 3.2. 類型別気候変動認知

表 1 に示した類型の内、スキー場資源が充実している G6, G7 においては、特に「冬の気温が高いこと」への深刻度認知が高くなっていった（G6 = 5.01, G7 = 4.95, 全体平均 = 3.30）。これらのグループにおいて、特に冬の気温が高いことによって生じた観光への影響としては、「営業期間の変化」「集客数の減少」「祭り・イベントの中止」が挙げられた。一方、海浜系の観光資源が充実している G8～G10 では「海水温の上昇」への深刻度認知が高く（G8～10 平均 = 3.37, 全体平均 = 2.74）、その観光影響としては「特産物の収穫量の減少」が挙げられた。

各自治体において、どのような観光資源を有するかによって気候変動への適応に際して、シフトしうる観光資源が異なってくると考えられる。今後は認知に留まらず観光資源の統計データ等に基づいた自治体の類型化を進め、類型に応じた適応策の検討を行う予定である。

#### 謝辞

本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(S-18-4(1), JPMEERF20S11815)により助成を受けた。本調査にご協力頂いた各自治体担当の皆様にご心より感謝致します。

表 1. 各グループにおける観光資源充実度

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
自然や景勝地	○	○	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎		○		○	○	○	○	○
温泉			○			○	◎	△	○									△
名物料理		△	○	○	○	△	○	○	○	○								△
街並み			△	○	○	△	○	△	○	△				△				
文化的名所	△	○	○	○	○	△	○	◎	○	○				○	○	△	△	
都市観光					△													
観光施設					○		△		△									
世界遺産								◎						○				
伝統祭り	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○				○	△	△	△	
イベント	△		○	○	○		○	△	△	△								
海浜リゾート								△	△	△								
海水浴								○	○	○								△
高原リゾート						△	△											
花見	○	○	◎	○	○	△	◎	△	○	○				○	○	○		
紅葉	△	○	○	○	△	○	◎	△	○					○	○			△
写真・写生		○	○	○	○	○	◎	○	○	○				△	△			△
登山		○	◎			○	◎	○	○	△				△	△			△
野生動物観察		△	○			○	○	△	△									○
アウトドア	△	○	○			○	◎	○	○	○								△
ゴルフ		○					○		△									
スキー						○	○											
果物狩り		○	△			△	○	△	○	△								
産業観光				△			△		△									
N =	60	111	84	44	36	73	42	37	65	90	100	38	37	44	81	59	81	72

充実度：◎≥5.0, 5.0>○≥4.0, 4.0>△≥3.5

# 市民の環境配慮行動促進を目的とした全国自治体の取り組みの現状と課題

## The analysis of municipalities attempts to promote citizens' pro-environmental behavior

東京大学 大学院工学系研究科 ○梅野凌矢, 栗栖聖, 福士謙介

### 1. はじめに

自治体は、情報提供や市民参加型のキャンペーンなど、市民の環境配慮行動促進を目的とした取り組みを行っているが、その効果について体系的にまとめた研究は少ない。本研究では、市民の環境配慮行動促進を目的とした自治体の取り組み状況およびその効果の概況を把握することを目的とした。

### 2. 方法

全国の47都道府県および1,741市区町村の自治体を対象にアンケート調査を実施した。調査票は、1)自治体の所在地及び温暖化に関する課題意識、2)自治体からの情報発信、3)市民参加型キャンペーンの実施状況および自治体のリソースの充足度、4)今後の情報発信に関して、の4つのパートから構成した。調査票は各自治体の総務部宛に送付し、環境部局に回答を依頼した。回答は①調査票に記載のQRコードまたはURLよりGoogle Formに回答、または②回答を記入し返信用封筒で郵送、としたが、一部メールでの回答も受け付けた。調査は2020年12月8日～12月23日に実施し、同期間に未回答であった自治体に対しては、2021年2月5日に再度回答を依頼した。2021年3月31日までに、1,097件(61.4%)の回答を得た。

### 3. 結果

情報発信は、総回答数の82.0%の自治体を実施していた一方、キャンペーンを実施していたのは全体の32.4%に留まった。キャンペーンを実施している自治体のうち83.1%はキャンペーンの結果を「とてもうまくいっている」～「少しくまういっている」と肯定的に捉えていた。

情報発信とキャンペーンに共通して見られた傾向は、「具体的な取り組み内容の設定」など市民が行動を取りやすくする情報が多く発信されていること、自治体ホームページと広報誌がメディアとしてよく用いられていることである。これらは「今後力を入れていきたいメディア」への回答数も多く、現状の情報発信の継続で十分と考えている自治体が多いことが分かった。

次に、1) 廃棄物管理や水質汚染など7つの他の環境問題と比較した際の温暖化への相対的な課題意識の強さ、2) 人的資源や金銭的資源など自治体のリソースの充足度認知、をキャンペーン実施状況別に比較したところ、キャンペーン実施団体の方が温暖化に対する相対的な課題意識が強く(図1)、全てのリソースの項目において自治体での充足度認知が高くなり(図2)、ともに有意な差が見られた。

また、市区町村の回答を人口規模別に4グループに分けたところ、人口規模が大きなグループほどキャンペーンの実施率が有意に高くなっていった(図3)。

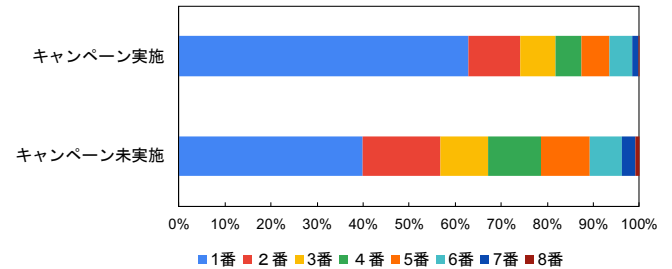


図1 キャンペーン実施状況別の地球温暖化への課題意識

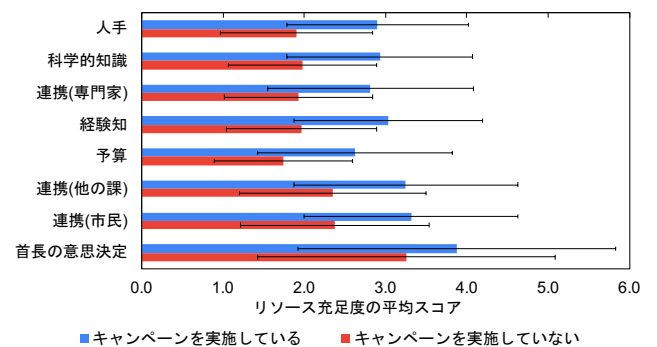


図2 キャンペーン実施状況別のリソースの充足度

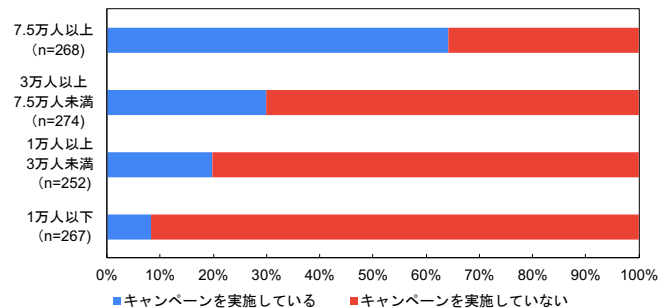


図3 人口規模別のキャンペーン実施状況

### 4. おわりに

市民参加型キャンペーンの実施率は情報発信と比較して低く、温暖化への課題意識の強さや自治体のリソースの充足度、人口規模によりキャンペーンの実施状況に有意な差が見られた。

また、自治体は現状の取り組みをメディア・内容ともに肯定的に捉えているが、その妥当性について今後の研究において検討する予定である。

### 謝辞

本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(S-18-4(1), JPMEERF20S11815)により助成を受けた。

キーワード 環境配慮行動, 情報発信, 地方自治体

# 下水に含まれる有害化学物質のスクリーニング分析における誤同定回避方法の検討 A method to avoid misidentification in target screening analysis of hazardous chemical substances in sewage samples

鹿児島大学院 ○山田奈瑠実, 高梨啓和, 中島常憲

## 1. はじめに

下水中には、毒性などの有害性が顕在化する可能性がある多種多様な化学物質が存在するため、そのような物質を同定することが望ましい。既往研究における揮発性有機物質のターゲットスクリーニング分析では、電子イオン化(EI)法と保持指標(RI)が併用されることが多いが、夾雑物が多い下水などでは、しばしば誤同定が起こる。

そこで本研究では、電界イオン化(FI)法により取得した分子量情報をさらに併用することで、誤同定の削減が可能なことを実証することを目的とした。

## 2. 実験方法

国内の下水処理場から流入下水を採取し、固相カラム(Oasis HLB, 日本ウォーターズ)を用いて 250 倍に濃縮した。濃縮液中の有機物を、EI/FI 共用イオン源を備えた GC-TOFMS (JMS-T200GC AccuTOF GCx-plus, JEOL)を用いて網羅分析した。分析結果は、msFineAnalysis (JEOL)を用いて解析された。その際、EI 法で得られたマススペクトルの NIST17 ライブラリーサーチに加えて、FI 法で得られた分子イオン・分子量関連イオンの精密質量より分子式を推定することで、物質推定の確度を高めた。ライブラリーサーチは、類似度 700<sup>1)</sup> 以上の物質を対象とした。また、検出された物質の RI を *n*-alkane を測定し、NIST17 に収録されている RI(RI<sub>lib</sub>)と誤差 30 以内で一致することを確認した。最後に、標品を用いた同定実験を行い、推定結果を検証した。

## 3. 実験結果および考察

EI 法で 836, FI 法で 516 のコンポーネントが検出された。EI 法で検出された 836 コンポーネントのうち、EI 類似度 700 以上の物質が推定されたのは 298 コンポーネント(36%)だった。次に、その 298 コンポーネントを対象に、EI 類似度最大の物質の RI が NIST17 に収録されているか確認した。その結果、RI 情報が得られたのは 39%であり、61%は情報が得られなかった。下水中の揮発性有機物質を分析するには、データベースの成熟を待つ必要がある。次に、本研究で考案した EI/FI/RI 統合解析フローチャート (図 1) に従って、検出されたコンポーネントを物質推定の根拠別にカテゴリ分けした。カテゴリ別に物質をランダムに選定し、標品とのクロマトグラ

フィーにより推定結果を検証した結果、それぞれの同定成功率は表 1 のようになった。分子量情報を併用することで、誤同定を回避できた。環境サンプルの有害化学物質のスクリーニング分析において、FI 法の適応例は著者の知る限りでは見当たらない。

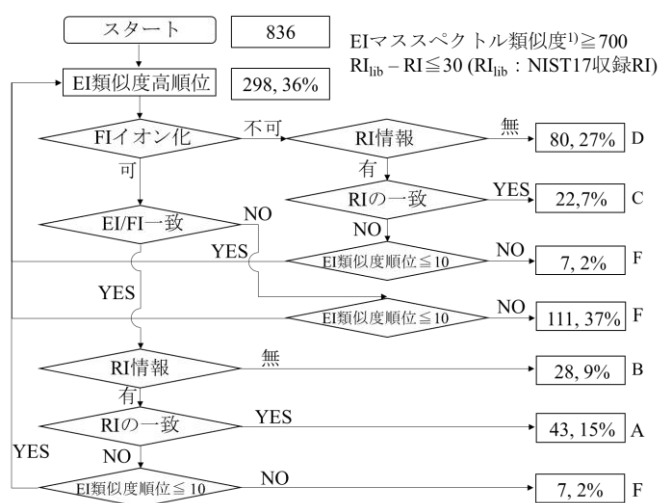


図 1 各カテゴリに分類されたコンポーネント数と割合 (図中の四角枠内の数字がコンポーネント数と割合)

表 1 カテゴリ別の同定成功率

カテゴリ	検討物質数	成功物質数	失敗物質数	成功率 [%]
A(EI&FI&RI)	28	28	0	100
B(EI&FI)	35	32	3	91
C(EI&RI)	43	38	5	88
D(EI)	52	41	11	79

## 4. 結論

下水に含まれる有害化学物質のスクリーニング分析において、従来法である EI マススペクトル類似度と RI の一致に加えて分子量情報を併用することにより、誤同定を削減可能であった。

## 参考文献

1) *Spectroscopy, Europe*, 1998, 10/3, 24-27 を改変

キーワード GC/MS, ターゲットスクリーニング, 電子イオン化法, 電界イオン化法

# 流入下水中のジシクロヘキシルアミンの同定とリスク評価 Identification and Risk Assessment of Dicyclohexylamine in Raw Sewage Samples

鹿児島大学大学院 ○酒井俊貴, 高梨啓和, 中島常憲

## 1. はじめに

流入下水中には未知物質が含まれており、その中には同定してリスク評価することが望ましい物質が存在する。これらの物質の探索には質量分析が有効であるが、得られた分子式から分子構造を推定する必要がある。構造推定にはフラグメンテーション反応解析が有効であり、解析結果の妥当性は量子化学計算で検証できる。

そこで本研究では、LC/HRMS と量子化学計算を用いて流入下水中の未知物質を探索・同定し、リスク評価を行った。

## 2. 実験方法

18 地点の流入下水を採取し、固相カラム(Oasis HLB, 日本ウォーターズ)を用いて 250 倍に濃縮した。濃縮液に含まれている有機物を、ESI (+/-) を備えた LC/HRMS (U3400SD-LTQ Orbitrap XL, Thermo Scientific)を用いて網羅的に探索した。発見された物質の中で物質 A に着目し、フラグメンテーション反応解析により構造を推定し、密度汎関数理論(DFT)計算により推定結果を検証した。汎関数および基底関数は B3LYP/6-31G(d, p)とし、Gaussian09を用いて計算した。検証結果は、標品を用いた同定実験により確認された。また、流入下水中の物質 A の濃度を測定した。

## 3. 結果および考察

### 3.1. 構造の推定および検証

濃縮液に含まれる有機物を ESI(+/-)で探索したところ、2,868~8,427 物質が検出された。検出された物質の中で、高い信号強度で検出された物質 A に着目した。

物質 A の第 1 世代プロダクトイオンマスペクトルを解析したところ、2 つのプロダクトイオンが検出された。この結果から A 物質はジシクロヘキシルアミンであり、図 1 に示すような反応を起こすと仮定して、この 2 反応の反応経路を QST2 計算により探索した。探索の結果、一つの反応は単純結合開裂であり、もう一つの反応は遷移状態(TS)を経る反応であることがわかった。見つかった TS に対して固有反応座標(IRC)計算を行ったところ、TS を経てプロダクトイオンが生成されることが確認された。得られた配座のギブス自由エネルギーを算出し、2 反応のエネルギーダイアグラムを作成した(図2)。

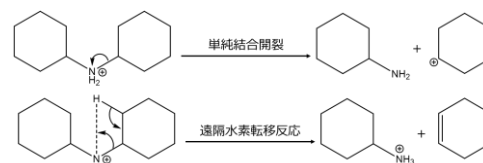


図 1 フラグメンテーション反応機構の推定結果

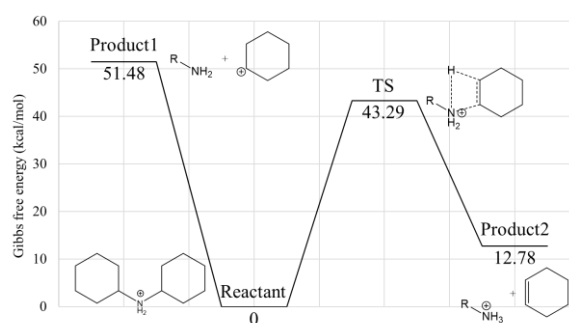


図 2 推定されたフラグメンテーション反応のエネルギーダイアグラム

### 3.2 同定およびリスク評価

ジシクロヘキシルアミンの標品を用いてクロマトグラフィーを実施した結果、流入下水中の物質と標品とで、カラム保持時間、精密質量、安定同位体パターン、第 1 世代プロダクトイオンのすべてが一致したため、対象物質がジシクロヘキシルアミンであることが証明された。

検出された流入下水 5 検体中の同物質を定量したところ、0.01~6.13 ug/L であった。同物質の PNEC は 0.49 ug/L<sup>1)</sup>であり、ハザード比は 0.02~12.51 と算出された。化審法における同物質の生態影響暴露クラスは 5 である。

## 4. 結論

流入下水から発見された未知物質の中で、高い信号強度で検出された物質の構造を推定して同定した。同定した物質の化審法暴露レベルは 5 であるが、流入下水中の濃度は低いとは言い難い。

### 参考文献

- 1) 環境省環境保健部環境リスク評価室, 平成 27 年 12 月, 化学物質の環境リスク評価 第 14 巻

キーワード 未知生態毒性物質, 高分解能 LC/MS, 構造推定, 量子化学計算, リスク評価

# パッシブサンプラーにおけるニコチン捕集時の風速影響に関する検討

## Influence of wind speed on the passive sampling of nicotine

静岡県立大学 ○小松 純奈, 甲斐 葉子, 王 齊, 徳村 雅弘, 雨谷 敬史, 横浜国立大学 三宅 祐一

### 1. 背景・目的

環境中たばこ煙 (ETS) は, 国際がん研究機構によってヒト発がん物質に分類されており, 受動喫煙者の健康影響が懸念されている。しかし, 現状としては, 適切な曝露量把握手法の欠如から, 受動喫煙の曝露量に関する知見が不足している。

パッシブ法は, 吸引ポンプを使用せずに分子拡散を利用するため, 取扱いが簡便で安価な捕集法であり, 受動喫煙者の個人曝露評価法としての活用が検討されている。しかし, ETS の代表的な指標物質であるニコチンは, 吸着性や揮発性を有するため, 受動喫煙レベルの低濃度域での精確な定量が課題とされている。我々は, パッシブサンプラーの捕集フィルターに, 硫酸水素ナトリウムを含浸することで塩基性であるニコチンを安定化し, 陽イオン交換カラムを用いた大量注入法により, LC-MS/MS で高感度にニコチンを分析する手法を開発した<sup>1)</sup>。これは既報のアルカリ処理した XAD-4 で捕集した GC-MS 法<sup>2)</sup>, 肺細胞を ETS に曝した後 GC-MS/MS で分析する手法<sup>3)</sup>と比較してそれぞれ 580 倍, 220 倍高感度であった。しかし, パッシブサンプラーを使用時する際の課題とされる捕集時の風速の影響については, 評価されていない。

そこで本研究では, パッシブサンプラーによるニコチンの捕集に対する風速の影響を評価した。

### 2. 方法

硫酸水素ナトリウム含浸フィルター (1.5 mg/枚) をホルダーに装着し, その上に開口率 0.9, 1.8, 2.7, 3.6, 4.4% の蓋を被せ, 5 種類のサンプラーを作成した ( $n=3$ ) (Fig. 1)。96 L チャンバー内で 30 秒および 3 分たばこを燃やし, 攪拌ファンで ETS 濃度を均一にした後, パッシブサンプラーとアクティブサンプラーを設置し, 4 時間捕集した。サンプラー配置場所の実測風速は  $0.11 \pm 0.09$  m/s であった。また, 風速の影響評価のため, 攪拌ファンを稼働した場合としない場合で対照実験を行った。アクティブサンプラーを接続したミニポンプの流速



Fig. 1 The developed samplers.

は  $0.1 \text{ mL min}^{-1}$  とした。抽出には Milli-Q 水を用い, 超音波処理・遠心分離後, LC-MS/MS を用いて定量分析した。

### 3. 結果と考察

サンプリングレート (SR) と開口率の関係を Fig. 2 に示す。ファン稼働時は高濃度 (たばこ燃焼時間 3 分) と低濃度 (たばこ燃焼時間 30 秒) 実験における SR が, いずれも開口率の増加とともに指数関数的に増加した。また, 開口率が高いほど, ETS 濃度の違いによって SR が異なることが明らかとなった。これは, 開口率の増加に伴い, 蓋とフィルター間における対流の影響がより顕著になるためだと考えられる。開口率 1.8% において, SR 値は 0.34 (高濃度) と 0.29 mL/min (低濃度) と, 濃度に関係なく同等の値を示した。一方, ファンを稼働しなかった場合, 開口率 1.8% のサンプラーで得られた SR 値は, 0.31 (高濃度) と 0.41 mL/min (低濃度) であり, 有意な差は見られなかった。また, ファン稼働の有無による SR 値には, 差は見られなかった。

以上より, 開口率 1.8% のサンプラーが, 風速の影響を受けにくく, 有用であることが示唆された。今後は開口率 1.8% のサンプラーを用いて, より詳細に SR の検討を行っていく予定である。

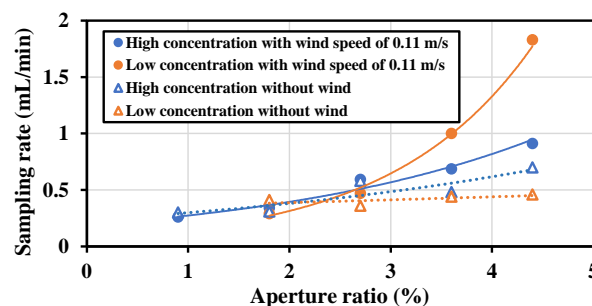


Fig. 2 Correlation between sampling rate and aperture ratio of the passive sampler.

### 参考文献

- 1) Amagai et al. *Pharm Anal Acta*, 6:7 (2015)
- 2) 大貫ら, 室内環境, 14, 43-50 (2011)
- 3) James et al. *Anal. Methods*, 10, 46-50 (2018)

キーワード パッシブサンプラー, ETS, 受動喫煙, LC-MS/MS, ニコチン

# PRTR の届出外排出量推計における試薬に係る総排出量推計方法の検討

## Study of estimation method for total emissions of chemicals used as reagent in PRTR system

大阪市立大学 ○山崎 耕平, 水谷 聡, 国立環境研究所 小口 正弘

### 1. 背景と目的

PRTR制度で国が推計している届出外排出量の中の“すそ切り以下排出量”は国全体の“総排出量”にすそ切り以下排出割合を乗じて求められている。また、各化学物質の総排出量は排出源ごとにベース物質と追加物質に分けて推計されている。筆者らは昨年、事業者アンケート結果のみに基づいて推計されている“追加物質”が大幅に過小推計されている可能性を指摘した<sup>1)</sup>。本研究では特にずれが大きかった、排出源に“試薬”を含む化学物質に着目し、アンケート結果から算出した事業者排出原単位を用いた排出量の推計を試みた。

### 2. 総排出量算出方法と整合性の評価方法

すそ切り以下排出量推計での総排出量(EA)の算出式<sup>2)</sup>を式(1)に示す(式中の添字*i*は化学物質を示す)。

$$EA_i = \sum_i EB_i \times (QA_i/QB_i) \quad \dots \text{式(1)}$$

追加物質の総排出量は、業界調査で得られたベース物質の総排出量(EB)の総和に、アンケートで回答された全ての事業者からのベース物質の年間排出量の合計量(QB)と、同じく追加物質の年間排出量の合計(QA)との比(対ベース物質比率)を掛けて推計されている。例えば、塗料など同じ製品に主要成分と微量成分が含まれている場合には、主要成分の化学物質をベース物質とし、それに対する比を用いて微量物質(追加物質)を推計するのは有効な手段であると思われる。

しかし試薬としての使用では、化学物質の用途は必ずしも同じではなく、化学物質間の排出量に同じ関係が成り立たない可能性が高い。そこで本研究では、同じアンケート結果を用いて、式(2)による推計を試みた。

$$E'A_i = (EI_i/A_i) \times \sum_j (OC_j \times RC_j \times RR_j) \quad \dots \text{式(2)}$$

まずアンケートで回答された各化学物質の年間排出量(EI)をその物質を使用していると回答した事業者数(A)で除すことで、1事業者当たりの排出量(事業者排出原単位)を求めた。次に、アンケートでPRTR対象化学物質を取り扱っていると回答した事業者の割合(RC)と、そ

の中で“試薬”を使用していると回答した事業者の割合(RR)をそれぞれ業種ごとに求め(式中の添字*j*は業種を表す)、経済センサスで得た全事業者数(OC)にそれらを掛けることで、PRTR対象物質を試薬として使用している事業者数を推計した。この事業者数と事業者排出原単位を掛けることで推計した総排出量を元に既報<sup>1)</sup>に習って推計届出排出量を算出し、実届出排出量と比較した。

### 3. 研究結果と考察

2つの方法で求めた総排出量に基づく推計届出排出量と実届出排出量との関係を図1に示す。推計値が報告値の50~200%の範囲を赤線で、1オーダーの範囲をオレンジ線で示す。従来法では最大6オーダーあったずれが、本研究では最大で4オーダーに収まっていた。この結果は、試薬では対ベース物質比率を用いた推計が適切ではない可能性を示唆している。

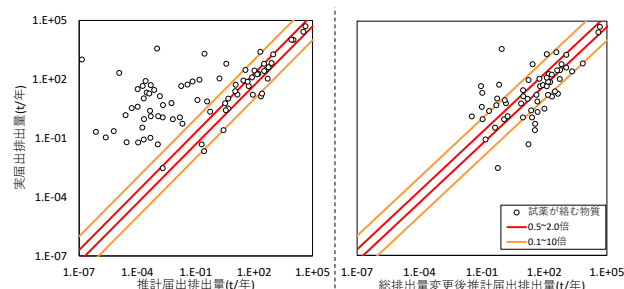


図1 推計届出排出量と実届出排出量の整合性の変化

### 参考文献

- 1) 山崎ら(2020), PRTR制度におけるすそ切り以下事業者からの化学物質排出量の推計精度, 環境科学会2020年会要旨集, 108頁, 2) (株)環境計画研究所(2018), 平成29年度化学物質安全対策(すそ切り以下事業者排出量推計手法, オゾン層破壊物質及び低含有率物質の排出量推計手法に関する調査)報告書

キーワード PRTR, すそ切り以下排出量, 総排出量, 試薬, 事業者排出原単位

謝辞 本研究は環境研究総合推進費 JPMEERF19S20401の一部として行われました。



# 一般住宅におけるハウスダスト中の代替シロアリ防除剤の汚染実態調査

## Determination of the Concentrations of Alternative Termiticides in House Dust of Ordinary Houses

○山口 夏純<sup>1</sup>, 多田 智彦<sup>1</sup>, 甲斐 葉子<sup>1</sup>, 王 齊<sup>1</sup>, 徳村 雅弘<sup>1</sup>, 三宅 祐一<sup>1,2</sup>, 雨谷 敬史<sup>1</sup>

(1. 静岡県立大学, 2. 横浜国立大学)

### 1. 序論

シロアリ防除剤である Chlorpyrifos はシックハウス症候群の原因物質であり, 2003 年に建築基準法の改正により使用禁止となった。それに伴い, Neonicotinoid や Pyrethroid, Phenyl Pyrazole 系など, 様々な物質が代替シロアリ防除剤として使用され始めた。Neonicotinoid と Phenyl Pyrazole 系農薬は, 昆虫には毒性が高いがヒトには毒性が低いとされ, 世界中で使用量が急増した。しかし, 近年 Neonicotinoid と Phenyl Pyrazole 系農薬が, 子どもの神経発達に悪影響を及ぼすことが懸念されている。また, 有機塩素系の S-421 は変異原性を有し, 近年低濃度での遺伝子発現毒性が報告されている<sup>1</sup>。このような有害性が報告されている代替シロアリ防除剤の室内におけるヒトへのリスク評価を行う必要があるが, 汚染実態に関する情報は限られている。

シロアリ防除剤は揮発性が低く, ハウスダストを経由したヒトへの曝露が考えられ, 本研究では, ハウスダスト中の代替シロアリ防除剤の汚染実態調査を行った。

### 2. 実験方法

対象物質は, 公益社団法人日本しろあり対策協会の認定薬剤を参考にし, Chlorpyrifos を含めた 28 物質を対象とした。ハウスダストは, 日本国内の 18 世帯の一般家庭から採集した。約 0.1 g のハウスダストを 250 mL のジクロロメタンでソックスレー抽出した。抽出液を Agilent Captiva EMR-Lipid で精製し, 内標準物質を添加し, 最終液量を 1 mL まで濃縮して分析した。分析は LC-MS/MS (Ultimate 3000-Endura, Thermo Scientific) および GC-MS/MS (7890B.7010B, Agilent Technologies) を用いた。

### 3. 結果および考察

本研究において検出されたシロアリ防除剤の濃度を Fig.1 に示す ( $n = 18$ )。Neonicotinoid 系 5 物質, Pyrethroid 系 4 物質, 効力増強剤 6 物質, Chlorpyrifos を含むその他 5 物質 (計 20 物質) が検出された。本研究により, 床下や家屋基礎部分に散布されたシロアリ防除剤が, 室内環境中に移行していることが示唆された。

代替シロアリ防除剤のうち, Imidacloprid, S-421, Cyproconazole の濃度が高かった。Imidacloprid と S-421 は家庭用殺虫剤の中でシロアリ防除剤に主に使用されており, 出荷量多いことが報告されている<sup>2)</sup>。Cyproconazole は Imidacloprid 等の Neonicotinoid 系農薬の代謝を阻害し, 効力を増強する殺菌剤であり<sup>3)</sup>, 本研究では Imidacloprid が検出されたほとんどの家庭において, Cyproconazole も高濃度で検出された。Imidacloprid と Cyproconazole の複合曝露による相乗効果が考えられ, 子どもの神経発達に対する有害性がさらに高くなる可能性がある。今後, 代替シロアリ防除剤のより詳細な室内汚染実態とヒト健康影響に関する調査が必要である。

### 参考文献

- 1) Sumio Goto et al, Journal of UOEH, 423-430 (2004)
- 2)財団法人日本環境衛生センター, 報告書, 15-21(2006)
- 3) Takao Iwasa et al, Crop Protection, 371-378 (2004)

### キーワード

シロアリ防除剤, ハウスダスト, 汚染実態調査

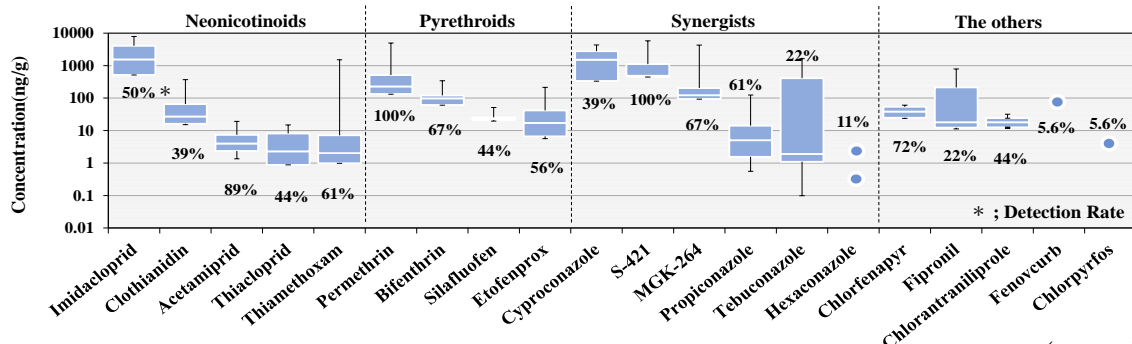


Fig.1 Concentrations of alternative insecticides against termites in house dust. ( $n = 18$ )

# 河川水中で高リスクが懸念される生活由来化学物質の適切な排水処理法の検討

## Development of Wastewater Treatment Processes for High-risk Pharmaceuticals and Personal Care Products

静岡県立大学 ○鰐川 雅花, 西村 有里, 徳村 雅弘, 王 齊, 雨谷 敬史, 牧野 正和  
横浜国立大学 三宅 祐一

### 1. はじめに

生活由来化学物質の一部は、下水処理場での除去が難しく、処理水中に残留し、水環境中へ放出されている。実際、河川水中からリスクが懸念される濃度で生活由来化学物質が検出されている。

生活由来化学物質の処理法として、種々の酸化処理法が研究されているが、実排水中に存在する夾雑物質の影響を考慮したうえで、処理性能を包括的に比較した例は限られている。

本研究では、効率的な排水処理法を選定するため、研究例が少なく実用化の際の比較検討に必要な知見が十分に得られていないフォトフェントン反応に加え、実用化の例も多いオゾン酸化法、また、オゾン酸化法の応用技術であるオゾン/過酸化水素法の比較を行った。対象の生活由来化学物質として、国内河川水中で高濃度・高頻度で検出されているジクロフェナク (DCF), カルバマゼピン (CBZ) を中心に、クラリスロマイシン (CAM), エリスロマイシン (EM), フェキソフェナジン (FXD) を選定した。また、純水系での実験に加え、夾雑物質の影響を評価するため、2か所の事業所からの放流水中の分解実験も行った。

### 2. 実験方法

初期生活由来化学物質濃度を  $2 \mu\text{mol L}^{-1}$  とし、フォトフェントン反応、オゾン酸化法、オゾン/過酸化水素法による分解実験を行った。サンプルは反応停止剤を加え、メンブレンフィルターでろ過した後、高速液体クロマトグラフまたは高速液体クロマトグラフ-タンデム型質量分析計を用いて、生活由来化学物質濃度の経時変化を測定した。

### 3. 結果と考察

フォトフェントン反応による生活由来化学物質の分解反応は擬一次反応速度論に従い、擬一次反応速度定数は、 $0.034 \text{ (CAM)} < 0.060 \text{ (DCF)} < 0.064 \text{ (EM)} < 0.11 \text{ (FXD)} < 0.12 \text{ (CBZ)} \text{ min}^{-1}$  となった。生活由来化学物質の物性の違いより、異なる分解挙動を示した。

3種類の酸化処理法を用いて、純水および放流水中(排水①および排水②)のDCF, CBZの分解実験から得られた、擬一次反応速度定数の比 (inhibitory factor) を図1に示す。この比が低いほど、阻害の影響が強いことを示す。純水中におけるオゾン酸化法、オゾン/過酸化水素法、フォトフェントン反応の擬一次反応速度定数は、それぞれ  $4.8, 2.2, 0.054 \text{ min}^{-1}$  (DCF),  $4.0, 2.5, 0.65 \text{ min}^{-1}$  (CBZ) であった。一方、排水①中では  $3.2, 1.5, 0.020 \text{ min}^{-1}$  (DCF),  $2.5, 1.5, 0.20 \text{ min}^{-1}$  (CBZ) であり、排水②中では  $0.99, 0.40, 0.033 \text{ min}^{-1}$  (DCF),  $0.90, 0.31, 0.062 \text{ min}^{-1}$  (CBZ) であった。対象とする生活由来化学物質や実排水、処理法の違いによって、夾雑物質による阻害影響の程度は、最大で約7倍異なった。この主要な要因としては、実排水中に含まれる夾雑物質が酸化剤と反応することで、対象物質の分解を阻害する反応 (スカベンジャー効果) が考えられる。排水①と比較して排水②のほうが阻害の影響が強かった。今後、実排水の種類を拡充し、反応の阻害に影響を与えるパラメータを分析・検討する。

現在得られたデータからは、実排水による阻害の影響を考慮した場合でも、生活由来化学物質の処理法にはオゾン酸化法が適していると考えられる。

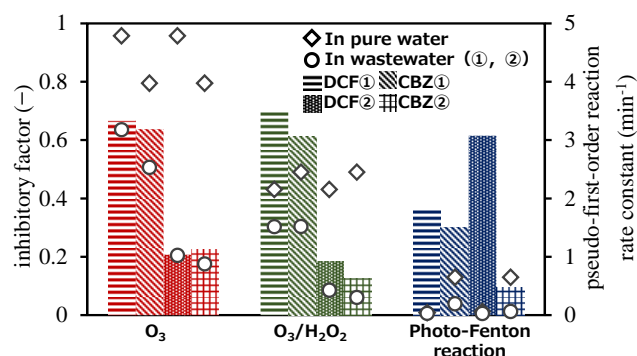


図1 各種酸化法における inhibitory factor の比較

謝辞 本研究は、環境省の環境研究総合推進費 (5-1954), クリタ水・環境科学振興財団 (18A070), 鉄鋼環境基金 (C-40-18) の支援により実施された。

キーワード 生活由来化学物質, 排水処理法, 酸化処理

# クロルピリホスオキシソンの AChE 不可逆的阻害におよぼす解毒剤 2-PAM の作用機構について

## A Study of 2-PAM Reactivation-mechanism for Irreversible Inhibition of AChE Caused by Chlorpyrifos-oxon

静岡県立大学 ○船水純那, 徳村雅弘, 牧野正和

### 1. はじめに

有機リン系殺虫剤であるクロルピリホスは、体内でクロルピリホスオキシソン (CPF-oxon) へ酸化されることで、神経毒性を惹起することが知られている。その作用機序は、神経伝達物質の分解を担うエステラーゼ (AChE) に対して不可逆的に作用し、分解を抑制することで異常興奮状態を持続させるものと考えられている。一般に、この不可逆性は、AChE 内 (Tc-AChE の場合) の Ser200 残基と CPF-oxon の P 原子間で共有結合が形成されることに起因すると考えられているため、先行研究において我々は、反応時間依存的 AChE 阻害試験 (改良型 Ellman 法) を確立し、その不可逆性、つまり共有結合の形成過程を IC<sub>50</sub> 値の変動を指標として評価・報告してきている。一方、CPF-oxon のように IC<sub>50</sub> 値が極低濃度まで変動する阻害剤では、不可逆性の定量化には実験従事者のスキルが大きく左右することから、IC<sub>50</sub> 値の変動を補完する新規試験方法の確立が必要であると指摘している。

今回我々は、有機リン剤の解毒剤である 2-PAM を用い、2-PAM の添加時間依存的 AChE 阻害試験を行うとともに、可逆阻害剤との比較実験を行うことで低濃度領域における不可逆的阻害作用機構に関する知見を得ることを目指し、研究を行った。

### 2. 方法

**AChE 阻害毒性試験** : Ellman らの方法を基とした改良型 Ellman 法を行った。被験物質は、CPF-oxon に加え、Donepezil (ピペリジン系)、Physostigmine (カルバメート系)、Galantamine (アルカロイド系) を用いた。2-PAM の添加は被験物質と AChE との反応開始前、および反応終了後の二種類で行った。反応時間は 0.25 hr、4 hr、および 24 hr とし、各反応時間が経過した後に観測される IC<sub>50</sub> 値に基づいて阻害能を評価した。なお、上述の Galantamine は陽性コントロールとしても用い、陰性コントロールは Methanol を使用した。

### 3. 結果と考察

図 1 には各反応時間後に 2-PAM の添加と、無添加の CPF-oxon (a) および Donepezil (b) での AChE 阻害試験の

結果を示す。先行研究における 2-PAM 無添加では、反応時間 0.25 hr と 4 hr で比較すると、CPF-oxon の IC<sub>50</sub> 値はそれぞれ、 $6.61 \pm 0.1 \times 10^{-4}$  [ $\mu\text{M}$ ]、 $5.35 \pm 0.3 \times 10^{-5}$  [ $\mu\text{M}$ ] であり極低濃度まで値が変動、つまり毒性の増大が観測された。一方、反応時間 24 hr では IC<sub>50</sub> 値は  $5.39 \pm 0.1 \times 10^{-5}$  [ $\mu\text{M}$ ] であったことから、4 hr と 24 hr では IC<sub>50</sub> 値に明確な差が認められなかった。このため、CPF-oxon の不可逆的作用能を評価するには、反応時間 4 hr が適切であると考えてきた。

ところが、今回実施した 2-PAM の添加実験において、反応時間 4 hr と比較して 24 hr では、明確に阻害率が高いことが確認された (図 1(a))。一方、代表的な可逆阻害剤である Donepezil では 2-PAM 添加の有無、および反応時間の変化にかかわらず、今回の試験濃度範囲では明確な IC<sub>50</sub> 値の変動は観測されなかった (図 1(b))。

以上の結果から、Donepezil は 2-PAM による影響をほとんど受けない阻害機構であるのに対し、CPF-oxon は、4 hr では 2-PAM の解毒 (AChE 賦活) が生じているが、24 hr では解毒が極めて困難であることが分かった。これにより、4 hr と 24 hr では AChE と CPF-oxon との間で形成される共有結合性に違いが生じている、つまり、不可逆的作用機構に差があることが示唆された。

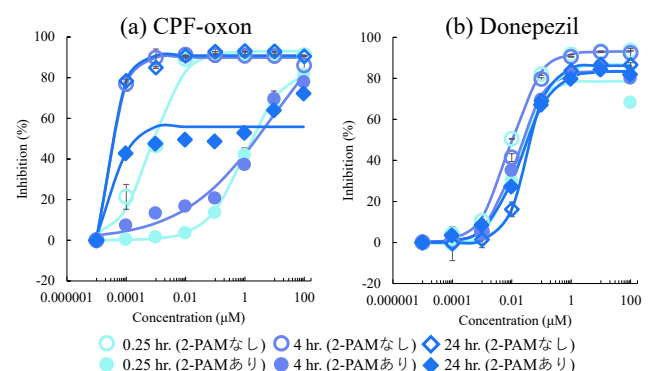


図 1 2-PAM の添加有無による阻害試験結果

### 参考文献

1) Ellman, G. L., *et al.* (1961) *Biochem. Pharmacol.*, 7, pp.88-95.

キーワード クロルピリホスオキシソン, 神経毒性試験, 2-PAM, 不可逆阻害剤, 可逆阻害剤

# ゼオライトを用いた廃水中テトラサイクリン系抗菌剤の除去 Removal of Tetracycline Antibiotics from Wastewater Using Zeolite

岩手大学 ○小林大晟, 石川奈緒, 笹本誠, 伊藤歩, 株式会社 NJS 奥村颯吾

## 1. はじめに

家畜排せつ物中には家畜に投与された抗菌剤の一部が含まれるため、畜産廃水と共に周辺の水環境に抗菌剤が流出し、水域生態系に悪影響を及ぼす可能性がある。本研究では、廃水中抗菌剤の除去を目的として、ゼオライトとの混合接触処理による除去を試みた。

## 2. 実験方法

### 2.1 溶液中抗菌剤の除去処理試験

PP製の遠沈管にゼオライトを300mg加え、初期濃度を0.1または10mg/Lに調整したオキシテトラサイクリン(OTC)またはクロルテトラサイクリン(CTC)溶液を加えた。その後、温度を5~25℃で5段階に設定し、150rpmで1時間振とうした。その後、遠心分離(3,000rpm, 5分)し、上澄み液をろ過(0.3μm孔径ガラス繊維ろ紙)した後、ろ液中の抗菌剤濃度をLC-MS/MSにより測定した。除去率は(1)式より算出した。実験は鉍物を加えない条件も同様に行い、すべて3連で行った。

$$\text{除去率 (\%)} = \frac{C_0 - C_w}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

$C_0$ : 初期抗菌剤濃度(mg/L)  $C_w$ : ろ液中抗菌剤濃度(mg/L)

### 2.2 養豚廃水中抗菌剤の除去処理試験

本実験で使用した養豚廃水は、人工湿地による処理前(流入水)および処理後(放流水)の2種類であった。養豚廃水の水質特性を表1に示す。養豚廃水にOTCまたはCTCを添加して抗菌剤含有廃水を作成し、2.1と同様の実験を行った。温度条件は5~20℃の4段階とした。

表1 養豚廃水の水質特性

	DOC (g/L)	pH	EC (mS/cm)
流入水	1.26	8.69	16.50
放流水	0.20	7.82	8.90

## 3. 結果と考察

図1に溶液中抗菌剤の除去率に対する温度の影響を示す。全体的に温度の上昇により除去率が増加した。特に15~25℃では、その傾向が明確であった。また、0.1mg/LではCTCはどの温度でも除去率が90%以上であり、

OTCよりも除去されやすいことが示された。

畜産廃水を用いた場合、流入水でOTCはほとんど除去されず、CTCでも5℃と10℃で除去率は40%に満たなかった。一方、放流水(図2)ではCTCの除去率における温度の影響は見られなかったが、OTCの初期濃度10mg/Lの場合には、温度が5から20℃に上昇することで除去率は19%から36%まで増加した。

以上の結果から、本処理法は同じテトラサイクリン系でもCTCには有効であるが、OTCは除去されにくいことが明らかとなった。また、実廃水では除去率に対する温度の影響が不明瞭であった。さらに、本処理法は流入水より放流水で除去率が高いことから、廃水処理の後段に設置することが効果的であることが示された。

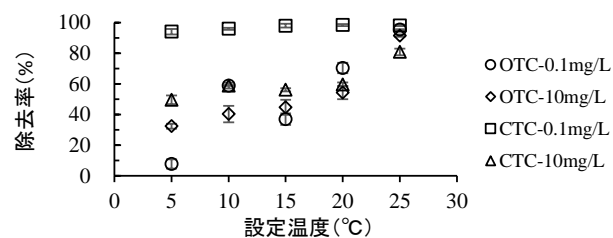


図1 溶液中抗菌剤の除去率

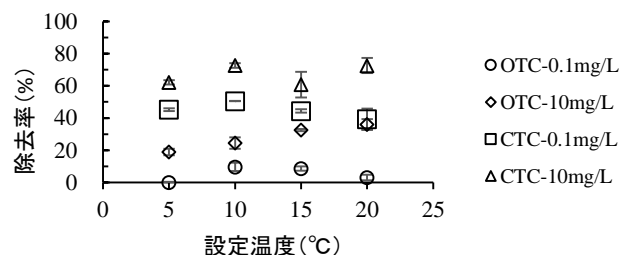


図2 放流水中抗菌剤の除去率

## 謝辞

岩手県立大学の辻盛生教授に養豚廃水試料を提供して頂きました。心より感謝申し上げます。また、本研究の一部は公益財団法人日立財団倉田奨励(1442)の補助金で実施されました。

キーワード オキシテトラサイクリン, クロルテトラサイクリン, 接触処理, 養豚廃水

# 蓄電システムを考慮した都市スケール最適電源構成モデルの構築

## Development of urban scale optimal power supply-demand model considering energy storage systems

北九州市立大学 ○松崎耀, 藤山淳史, 松本 亨

### 1. はじめに

再生可能エネルギーの普及拡大を図ることを目的に、再生可能エネルギーと蓄電システムを組み合わせた分散型エネルギーシステムの構築に向けた動きがある。著者らは先行研究<sup>1),2)</sup>において、北九州市を対象に、エネルギー需要量と、再生可能エネルギーの最大供給可能量を推計した上で、二酸化炭素排出量（以下、CO<sub>2</sub>）と総コストが最小となる場合の再生可能エネルギーの導入ポテンシャル量を推計した。しかし、再生可能エネルギー供給量が電力需要量を上回る時間帯については蓄電や系統への売電、いずれについてもモデルの中で扱っていないという問題を抱えていた。そこで、本研究では、先行研究において構築したモデルをベースに、電力需給調整機能としての蓄電システムを付加することで、電力の貯蔵と時間融通を可能とするモデルへの拡張を試みた。

### 2. 分析方法

本研究の分析フレームを図-1に示す。対象地域は先行研究と同様に、北九州市とした。供給可能量については、風力および日射量の天候や時間帯、季節による変動を考慮するため、環境省の1時間ごとの風速と日射量データを用いて、陸上風力と洋上風力、太陽光発電の時間帯別の供給可能量を1時間ごとに推計した。エネルギーの需要量については、民生部門では家庭部門と業務部門を、産業部門では製造部門のみを対象とした。

蓄電システムに関しては、1時間ごとに推計した電力需要量と再生可能エネルギーの供給可能量から、余剰電力が発生し、蓄電システムの容量に空きがある場合には蓄電システムに蓄電するように、また、必要な需要量を満たさない場合には蓄電システムから供給し、それでも足りない場合には、系統電力から賄われるように設定した。

推計したデータをもとに、時間別のエネルギー需要量と再生可能エネルギーの供給可能量を用いて、環境面としてのCO<sub>2</sub>排出量と経済面としてのコストがそれぞれ最小となる場合の再生可能エネルギーの最大供給可能量を推計した。その際、蓄電システムの容量につ

いては、0.01PJから0.1PJの範囲の中で複数の規模を設定し、その規模毎に解析を行った。

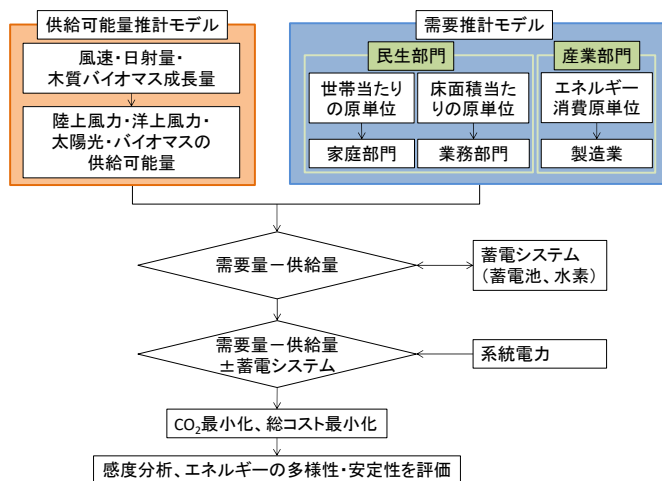


図-1 分析フレーム

### 3. まとめ

蓄電システムの容量については、0.01PJ~0.1PJの範囲の中で複数の規模を設定し、その規模毎に解析を行った。その結果、CO<sub>2</sub>排出量を最小にした場合においても、総費用を最小にした場合においても、蓄電システムの容量が大きくなるにつれ、系統電力からの買電量が少なくなる傾向を確認した。

### 参考文献

- 1) 松崎耀, 藤山淳史, 松本亨: 都市レベルエネルギーマネジメントのための最適化モデルの構築と北九州市への適用, 2019年度(令和元年度)土木学会西部支部研究発表会, 九州大学
- 2) 松崎耀, 藤山淳史, 松本亨: 産業都市のエネルギーマネジメントのための最適電源構成モデルの構築, 土木学会論文集 G, Vol.76, No.6, pp II\_189-II\_197, 2020.10

キーワード 再生可能エネルギー, 蓄電システム, 最適化

# バイオガス発電由来着色廃水のオゾン促進酸化法を用いた高効率処理技術の開発 Development of High-efficiency Treatment Technology of Ozone-based Advanced Oxidation Processes for Colored Effluents from Biogas Power Plants

○澁谷 柊介<sup>1</sup>, 徳村 雅弘<sup>1</sup>, 矢部 光保<sup>2</sup>, 牧野 正和<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>静岡県立大学, <sup>2</sup>九州大学

## 1. はじめに

バイオガス発電は、食品廃棄物などをメタン発酵することで、バイオガスなどの燃料や液体肥料といった有用物を回収することができるプロセスである。しかし、本プロセスから排出される着色廃水（メタン発酵廃液）の処理コストが問題となっており、バイオガス発電の普及を妨げている。現在、この着色廃水は生物学的処理法により処理されているが、主要な着色成分の一つであるポリフェノール類は難生分解性であるため、処理が困難である。そのため、より効率的に処理することが可能な新しい排水処理法の開発が望まれている。

オゾン酸化法は難生分解性の色素を分解することができ、処理後の汚泥の発生量が少ないことから実用化が進んできた。しかし、オゾンの酸化力では色素の無機化は困難である。そこで近年、オゾンを基盤とした促進酸化法が注目されている。例えば、過酸化水素などとの併用により、酸化力の強い OH ラジカルが発生させることで、中間生成物の分解や無機化も期待される。しかし、数あるオゾン促進酸化法を比較した研究は限られている。

本研究では、オゾン単体 (O<sub>3</sub>) での処理に加え、O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> や O<sub>3</sub>/OH (アルカリ性条件下)、O<sub>3</sub>/Fe の組み合わせの促進酸化法によるメタン発酵廃液の脱色・分解性能を比較した。

## 2. 方法

メタン発酵廃液は、福岡県築上町のバイオガス発電施設からサンプリングし、固形成分を取り除くため、UF 膜を透過させたものを用いた。

実験装置には 1 L ガス洗浄瓶を用い、メタン発酵廃液 (pH = 8.8) を入れた後、オゾンガスを 3 時間吹き込んだ。ガス流量は 3.0 L/min, ガス中オゾン濃度は 3.1 mg/L とした。O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> の場合、過酸化水素 (500 mg/L) を、O<sub>3</sub>/Fe の場合は硫酸鉄 (II) 七水和物 (3.8 g/L) を加え、O<sub>3</sub>/OH の場合は水酸化ナトリウムを用いて、メタン発酵廃液の pH を 11 に調整してから実験を開始した。

## 3. 結果と考察

メタン発酵廃液の脱色におけるオゾン単体および各種オゾン促進酸化法の擬一次反応速度定数は、O<sub>3</sub> は 0.035 min<sup>-1</sup>, O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> は 0.040 min<sup>-1</sup>, O<sub>3</sub>/OH は 0.039 min<sup>-1</sup>, O<sub>3</sub>/Fe は 0.013 min<sup>-1</sup> となった。O<sub>3</sub> と比較して、O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> と O<sub>3</sub>/OH では約 10%, 擬一次反応速度定数が高くなった。O<sub>3</sub>/Fe の擬一次反応速度定数が低くなったのは、鉄イオンの影響によるものだと考えられる。

各種オゾン促進酸化法によるメタン発酵廃液の全有機炭素 (TOC) 除去能に加え、生分解性の程度を表す生分解性指数 BI (BOD/COD) を図 1 に示す。O<sub>3</sub> と O<sub>3</sub>/OH では、TOC 除去率および BI には大きな差は見られなかった。これは、本実験で用いたメタン発酵廃液および pH の場合、オゾンが十分に水酸化物イオンと反応できなかったためだと考えられる。一方、O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> では TOC 除去率が増加した。これはオゾンと過酸化水素の反応によって OH ラジカルが生成されたためだと考えられる。O<sub>3</sub>/Fe では TOC が 48% 除去され、BI も大きく増加した。これは鉄イオンによる凝集効果によって難生分解性物質が除去されたことに加え、オゾンと鉄イオンとの反応によって OH ラジカルが生成されたためだと考えられる。

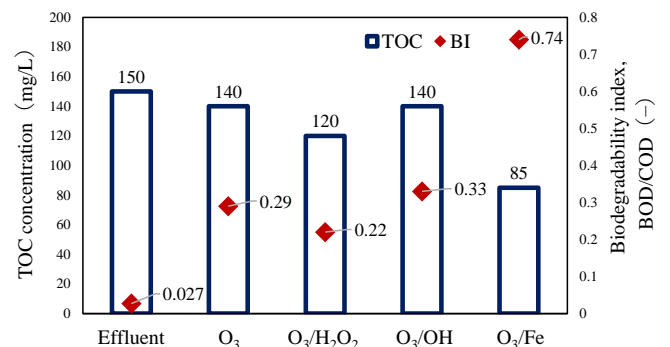


図 1 各種オゾン促進酸化法の TOC 除去率、生分解性指数の比較

キーワード バイオガス発電, オゾン促進酸化法, 着色廃水

# 家庭用暖房エネルギー源の木質ペレット代替による環境影響評価

## Environmental impact assessment from the use of wood pellets as an alternative energy source for household heating

大阪大学大学院工学研究科 ○西原乃里子, DOS MUCHANGOS Leticia, 伊藤理彩, 東海明宏

### 1. 背景と目的

脱炭素社会を目的として、再生可能エネルギーの導入や、環境省の地域循環共生圏構想によるエネルギーの地産地消が推進されている。しかし、新しいエネルギーシステムを導入する際は、温室効果ガス削減効果や大気汚染物質の排出量の変化を算出し、環境影響を評価する必要がある。これまでに木質バイオマスエネルギーを導入した場合の環境影響評価<sup>1)2)</sup>は行われてきたが、結果が地域性に依存するケースが多い。一方、木質バイオマス燃料は熱効率が高いため、暖房など広い地域で熱利用されるのが一般的である。そこで本研究では、日本全体の家庭を対象として暖房用エネルギー源を木質バイオマス燃料に代替した場合の環境影響をライフサイクルの視点で評価を行い、1 MJ 生産あたりの温室効果ガス (GHG) 削減効果や大気汚染物質排出量を定量化することを目的とした。また、それらによる健康リスクへの影響の評価も行った。

### 2. 方法

本研究では Life Cycle Assessment (LCA) 手法を用いた。本研究のシステム境界は原料の調達から使用までとし、機能単位は 1 MJ、Simapro8 (TCO2 株式)と、インベントリデータベースの IDEAv2 (TCO2 株式)を使用した。日本の家庭における暖房用エネルギー源には主に都市ガス・LPG・灯油・電力が用いられているため、現状における GHG と大気汚染物質排出量は各燃料の使用量の割合の平均値<sup>3)</sup>から求めた。木質燃料を導入する場合は、電力は将来的にも変わらず使用されると仮定し、それ以外の燃料と代替すると仮定して算出した。健康リスクに関しては、IDEAv2 データベースに掲載されている LIME2<sup>4)</sup>の被害評価係数を用いて障害調整生存年 (DALY) を算出した。

### 3. 結果と考察

代替後は GHG について、CO<sub>2</sub> は 55%、CH<sub>4</sub> は 95% 削減される結果が得られた (図 1)。木質燃料は燃焼時に排出される CO<sub>2</sub> は元々大気中存在していた CO<sub>2</sub> である為、燃料使用時における CO<sub>2</sub> 排出量がゼロと設定し

ている事が CO<sub>2</sub> 削減に繋がったと考えられる。CH<sub>4</sub> は各燃料の主成分の違いが関係していると考えられる。大気汚染物質については、NO<sub>x</sub> は 1.5 倍、PM<sub>2.5</sub> は 6 倍、SO<sub>x</sub> は 167 倍という結果になった。燃料使用過程における排出量が大きく関係していたが、これは LCA を行う際に木質燃料のみ暖房機器からの排出量も含まれている為だと考えられる。

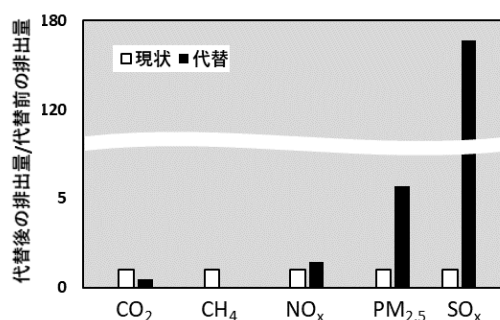


図 1 GHG と大気汚染物質の排出量比較

GHG と大気汚染物質排出量から DALY を算出すると、現状に比べて約 3.5 倍の  $1.13 \times 10^{-7}$  [MJ] となった。GHG 削減量に対し大気汚染物質の排出量増加が大きかった為 DALY の増加に繋がった。大気汚染は呼吸器疾患などの健康に影響を及ぼすリスクがある為、対策の必要性がいえる。

### 4. 結論

家庭の暖房エネルギー源を現状から木質燃料に代替すると GHG 削減効果はあるが、大気汚染物質が増加した。脱炭素化を目指す一方、大気汚染物質の排出量削減が課題となる。

### 参考文献

- 1)古俣寛隆, 折橋健, 石川佳生, 一重喬一郎, 服部順昭 (2010) 北海道産木質ペレットのライフサイクルアセスメントによる環境影響評価
- 2)加用千裕, 大慈彌亮太, 岩岡正博, 安田幸治 (2016) 木質バイオマス地域熱供給システムの温室効果ガス排出削減効果 - 岩手県紫波町を対象として -
- 3)一般社団法人 日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット (2019) 「EDMC/エネルギー・経済統計要覧」, 太陽印刷工業(株), p.101
- 4)伊坪徳宏ら (2010) LIME2-意思決定を支援する環境影響評価手法, 社団法人産業環境管理協会

キーワード 温室効果ガス削減, 木質バイオマスエネルギー, ライフサイクルアセスメント

# シリコーンシートを用いた経皮曝露量推定法における衣服の影響評価

## Effects of Clothing on Dermal Exposure Rate Estimated by Using Silicone Sheets

○大石 真菜<sup>1</sup>, 徳村 雅弘<sup>1</sup>, 王 斉<sup>1</sup>, 三宅 祐一<sup>2</sup>, 雨谷 敬史<sup>1</sup>, 牧野 正和<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>静岡県立大学, <sup>2</sup>横浜国立大学

### 1. はじめに

カーシート等の製品中には、火災予防のために難燃剤が高濃度で含まれ、ヒトに曝露することで健康に悪影響を及ぼすことが懸念されている。従来、室内空気を介した経気道曝露や、ハウスダストを介した経口曝露が主要な曝露経路と考えられてきた。しかし、近年、難燃剤を含む製品との直接接触に伴う経皮曝露も、難燃剤の主要な曝露経路となり得ることが報告され始めている。

現行の経皮曝露量の推定法としては、人工皮膚などを用いた皮膚透過試験に基づいた推定法や、我々が既往研究にて開発した、シリコーンシートを用いた移行試験に基づく簡易推定法などがある。しかし、これら現行の推算法では、衣服の影響を考慮していないことが多い。ヒトは日常的に皮膚の大部分が衣服で覆われているため、経皮曝露に対する衣服の影響を考慮する必要があると考えられる。現状では、衣服の影響を考慮するのに必要な基礎的情報が限られている。

本研究では、経皮曝露量の簡易推定法を用いて、製品との直接接触に伴う経皮曝露量に及ぼす衣服の影響の定量的な評価を行った。特に、一般住宅と比較してより高濃度の難燃剤が検出されている車室内環境に今回着目し、カーシートを対象製品として研究を行った。

### 2. 実験方法

衣服として、市販されているポリエステル 100%の新品 Y シャツ (厚み 0.3 mm) を使用した。

シリコーンシート (2.5 cm × 2.5 cm) は、アセトン/ヘキサン (1:1, v/v) で 15 分間の超音波洗浄を 2 回行い、乾燥させてから用いた。カーシートの上にシリコーンシート、カーシートの上に衣服を介してシリコーンシートを密着させる 2 条件で難燃剤の移行試験を行った。接触させてから 4 から 24 時間後に適宜シリコーンシートをサンプリングした。サンプリング後、200 mL アセトン/ヘキサン (1:1, v/v) を用いてソックスレー抽出を 16 時間行った。抽出液は、エバポレーターおよび窒素パーージにより、100 μL まで濃縮した。アセトニトリルで溶媒置換した後、内標準物質を添加し、最終液量を 1000 μL とした。難燃剤の分析には、液体クロマトグラフ-タンデム質量分析装置 (LC-MS/MS) を用いた。

### 3. 結果と考察

カーシートからシリコーンシートへの難燃剤移行試験の際、衣服を介した場合と介さない場合で、移行速度を比較した結果を図 1 に示す。カーシートに含まれている 5 種全ての難燃剤において、新品の衣服を介した場合の方が、介さない場合より移行速度は低かった。各難燃剤の衣服の透過率は、18.4% (TCEP), 23.7% (TCPP), 6.4% (TPhP), 7.1% (CsDPhP), 5.4% (TCsP) であり、TCPP > TCEP > CsDPhP > TPhP > TCsP の順であった。衣服による透過阻害のメカニズムとして、カーシート中の難燃剤が衣服と直接接触することで、衣服へと吸着し、蓄積したことが考えられる。

本研究で得られた移行速度を用いて、TCEP の経皮曝露量を推算した結果、経皮曝露量は 107 ng kg<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> となった。この曝露量は、従来主要な曝露経路とされてきた経気道・経口曝露量と比較して約 46.5 倍多かった。

以上のことから、新品の衣服による透過阻害の影響を考慮しても、カーシートとの直接接触に伴う経皮曝露は無視できない曝露経路となり得ることが示唆された。

本研究では、新品の衣服を用いたため、低い透過率を示したと考えられる。しかし、衣服に吸着した難燃剤は、時間をかけて経皮曝露することが懸念される。今後は、衣服に移行した難燃剤の定量的な分析による移行メカニズムや移行後の動態の解明、衣服の素材・厚みなど、衣服の性状が及ぼす影響などについて、より詳細に調査することを計画している。

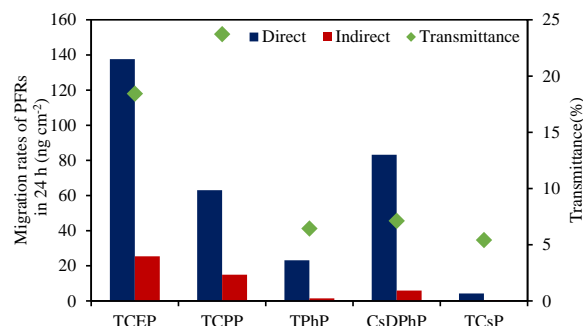


図 1 カーシート中難燃剤のシリコーンシートへの移行における衣服の影響

キーワード 難燃剤, 経皮曝露, 推定法



# 多環芳香族炭化水素類及びそのハロゲン化誘導体の新規パッシブサンプリングにおける風の影響を考慮した分析法の検討

## A novel passive sampling method for parent and halogenated polycyclic aromatic hydrocarbons considering wind effect

静岡県立大学<sup>1)</sup>, 横浜国立大学<sup>2)</sup> ○多田智彦<sup>1)</sup>, 王齊<sup>1)</sup>, 徳村雅弘<sup>1)</sup>, 三宅祐一<sup>1)2)</sup>, 雨谷敬史<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

準揮発性有機化合物 (SVOC) である多環芳香族炭化水素類 (PAHs) およびそのハロゲン化誘導体 (XPAHs) はガス相および粒子相に分配し、一部の物質は高い有害性を示すことが知られている。PAHs のパッシブサンプラーとして、SPMDs や PUFs が用いられているが、サイズの問題から個人曝露調査などへの応用は困難である。近年、シリコンリストバンドを用いたパッシブサンプリング法が報告された<sup>1)</sup>が、研究例や対象物質が極めて限られている。一方、パッシブ法により空気中の汚染物質を捕集する場合、風速などの環境要因に影響されることが知られているが、シリコンバンドをパッシブサンプラーとして PAHs の捕集時、環境条件に関する研究が欠如している。シリコンバンドで PAHs・XPAHs (計 69 種) を捕集する時の風の影響を考慮するために、本研究では、一般大気中で濃度が一定である四塩化炭素 (CCl<sub>4</sub>) を指標物質として使用することの妥当性を検討した。

### 2. 方法

前洗浄したシリコンバンドをデシケーターで乾燥させ、パッシブサンプラーとして使用した。捕集後、シリコンバンドを切り分け、CCl<sub>4</sub> と PAHs・XPAHs の分析に使用した。それぞれヘキサソールとジクロロメタンで抽出し、GC-MS/MS (GC 7890B / MS 7010B, Agilent Technologies) で分析した。パッシブ法と同時に、アクティブサンプラーを用いて CCl<sub>4</sub> (活性炭) と PAHs・XPAHs (PTFE バインダーフィルターと XAD-II) の捕集を行い、パッシブ法の結果と比較した。サンプリングは、室内において風速 0.5 m/s 条件と無風条件を設定した。

### 3. 結果・考察

既往研究の結果から、各種類のサンプラーの前処理における PAHs・XPAHs の回収率は 61-116%であった。本研究では、活性炭およびシリコンバンドの前処理における CCl<sub>4</sub> の回収率はそれぞれ 105%, 92%と良好であった。

3 物質におけるパッシブ法とアクティブ法による捕集

量の比を図 1 に示す。まず、シリコンバンドにおける CCl<sub>4</sub> の捕集量は、風の影響を受けないことが分かった。ガス状 PAH である phenanthrene (Phe) を一例とすると、パッシブ/アクティブ法での捕集量の比は、風の有無により有意な変化がなく、CCl<sub>4</sub> と同様に風の影響を受けなかった。この結果から、ガス状 PAHs のパッシブサンプリングにおける風の影響はこの条件では無視できることが示された。しかし benzo[a]pyrene (BaP) の場合、風があることでパッシブ/アクティブ法での捕集量の比は、有意に減少し ( $p < 0.01$ ), CCl<sub>4</sub> の結果と大きく異なった。BaP は粒子状 PAH であり、空気中の微粒子に吸着されてシリコンバンドに捕集され、これらの微粒子が風によって吹き飛ばされることで、捕集量が減少することが原因として考えられる。XPAHs についても同様の結果となった。

本研究ではじめて、シリコンバンドをパッシブサンプラーとして PAHs・XPAHs を捕集する場合の風の影響が明らかとなった。この捕集においては、粒子態は他の指標物質を検討する必要があることが示唆された。今後、さらに風速条件を変えて、より詳細に検討を行う。

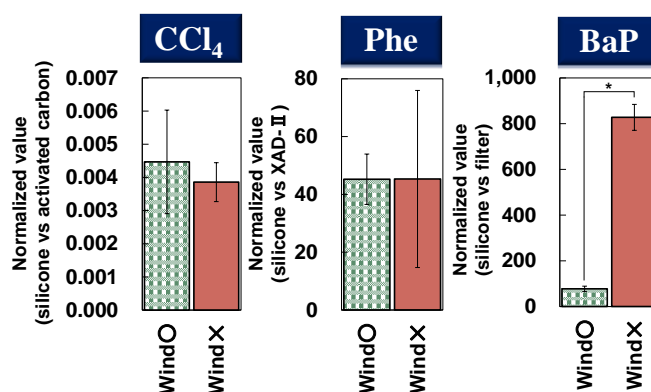


図 1. 各実験における CCl<sub>4</sub>, Phe, BaP のパッシブ/アクティブ法での捕集量の比 (Welch's test: \* $p < 0.01$ )

### 参考文献

1) O'Connell et al. (2014) *Environ. Sci. Technol.* 48, 3327-35

キーワード パッシブサンプリング, 多環芳香族炭化水素類 (PAHs), シリコンリストバンド

# 水道水生ぐさ臭原因物質を自動検出するためのマススペクトルと保持指標の取得 Acquisition of Mass Spectrum and Retention Index for Automatic Detection of Causative Substance of Fishy Smell in Raw Water for Taps

鹿児島大・理工 ○山下優輝, 新福優太, 高梨啓和, 中島常憲, 国保医科院 秋葉道宏

## 1. はじめに

水道水異臭被害が全国から報告されているが、2 番目に被害件数が多い生ぐさの臭原因物質は未だに不明である。これまでに著者らは、原因物質の一つ（以下、FX）を発見して構造を推定した<sup>2)</sup>が、同定には至っていない。同定を進めるとともに、全国の浄水場での FX の検出実態を調査する必要がある。

そこで本研究では、GC-MS で網羅分析した結果から FX を自動検出に必要な情報を取得し、検出実態を調査可能にすることを目的とした。

## 2. 実験方法

2018 年 4 月～2020 年 4 月に、生ぐさ臭の発生が認められた関西地方の水道原水を 3 検体採取した。また、関東地方の水源から採取された *U.americana* を培養した。得られた検体と培養液を固相抽出により濃縮し、GC-EI-TOFMS (JMS-T200GC AccuTOF GCx-plus, JEOL) を用いて網羅分析した。得られた結果は、AMDIS (NIST), msFineAnalysis (JEOL), AnalyzerPro (SpectralWorks) を用いてデコンボリューション処理した。

## 3. 実験結果と考察

これまでの検討で、FX の保持指標 (RI) は 1,692 であることが明らかになっている。このため、検体および培養液を分析し、RI=1,692 のマススペクトルをもとに FX のマススペクトルを求めた。しかし、得られたマススペクトルは、サンプル毎に異なっていた。これは、GC カラムから共溶出したサンプル中の夾雑物のマススペクトルが FX のマススペクトルと重なること、夾雑物がサンプル毎に異なることが原因と考えられる。

そこで、AMDIS, msFineAnalysis, AnalyzerPro の 3 種類の異なるデコンボリューションアルゴリズムを用いて夾雑物由来のイオンを除去した。その結果、 $m/z$  43, 123, 124, 193 の 4 個のイオンが再現性よく観察された。また、それらの相対強度の算術平均は、21.8 : 100 : 9.9 : 11.9 であった。推定される FX の構造からこれら 4 つのイオンが生成する機構を推定したところ、水素転位反応、ラジカル共鳴、電子共有、電荷共鳴、 $\alpha$  開裂反応、単純

誘起開裂反応を経て生成すると推定された。得られたマススペクトルを図 1 に示す。

次に、得られたマススペクトルと RI を用いて、自動検出システムが正しく稼働することを検証した。その結果、すべての網羅分析結果から FX を自動検出することに成功し、本研究の目的を達成した。

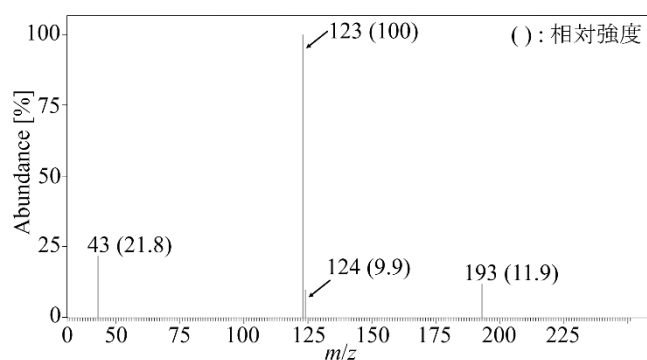


図 1 生ぐさ臭原因物質の自動検出用マススペクトル

## 4. 結論

構造が未知な生ぐさ臭原因物質のマススペクトルと RI を、実環境サンプルの実測結果から求めることに成功した。さらに、GC-MS で網羅分析した結果から生ぐさ臭原因物質を自動検出するシステムに本研究で得られたマススペクトルと RI を登録することにより、検討したすべての網羅分析結果から生ぐさ臭原因物質を自動検出することに成功した。

## 参考文献

- 1) *J. Water Supply: Res. T.*, **64**(7), 832-838, 2015 doi:10.2166/aqua.2014.171, 2) *Chemosphere*, **257**, 127174, 2020. doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127174

謝辞 本研究の一部は、厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業, 21LA1004）により行われた。検体の採取、中群体数や TON の計測にご協力いただいた皆様に謝意を表す。

キーワード GC-EI-MS, RI, AMDIS

# 中学生のコンポストづくりと食品廃棄物に対する考え方の追跡調査

## A Follow-up Study of the Attitudes of Middle School Students toward Composting and Food Waste

北九州市立大学 ○袁博子, 林昭菲, (特非)あそびとまなび研究所 秋葉祐三子,  
(株)林田産業 持田めぐみ, 和中政嗣, 北九州市立大学 加藤尊秋

### 1. はじめに

日本では、年間約 612 万トンの食品廃棄物が発生しており（農林水産省 2017 年度推定値）、北九州市の家庭 1 世帯あたりでは約 61 kg の食品廃棄物が発生している（2019 年、北九州市役所）。この対策のひとつにコンポスト化がある。本研究では、中学校でのコンポスト作りの体験を通じ、中学生のコンポストや食品廃棄物に対する考え方がどう変化するか、追跡調査した。

### 2. 調査方法

北九州市若松区にある市立洞北中学校（生徒数 570 名）の協力のもとで調査を実施した。コンポスト体験は中学校主導で行われ、コンポスターは 4 台あり、それぞれ容積 0.14m<sup>3</sup> のプラスチック製容器に半分ほど、福岡県産の竹材で作られた基材（(株)林田産業製「竹肥姫」）を入れた。これは、従来の基材よりも維持管理が簡単であり、単一の基材に食品廃棄物を入れてかき混ぜるのみで匂いが出にくい。ここに給食や職員室、家庭で出た食品廃棄物を加えていった。2021 年 7 月 1 日にコンポスト体験開始前の調査を中学生に対して行い、その後 3 回の追跡調査を行った。各調査は、まず生徒各自に調査票に記入してもらい、その内容を参照しながらグループ面接で詳細を尋ねる形とした。調査方法の設計にあたり、小野ほか(2018)を参考とした。

### 3. 調査結果

7 月 1 日の体験前調査では、学校からの全校生徒へのコンポスト体験の呼びかけに応じて集まりに参加した中学生 15 名が質問紙調査に回答した、また、このうちコンポスト体験への参加を明確に予定していた 7 名に対してグループ面接調査を行った。15 名のうち、①食品ロス、および②コンポストという言葉を知っていた人は①7 名、②2 名、これらの言葉を聞いたことあるがよく説明できない生徒は、①4 名、②7 名であった。

7 月 8 日の第 2 回調査では、実際にコンポスト体験を行った 10 名に質問紙およびグループ面接調査を行った。この時点では、コンポストの表面に白いカビ等が発生していた。コンポスト化のために給食の残りを集

めたところ、その量に驚いたという意見が見られた。また、炭水化物や野菜などをコンポストに入れるとよい肥料になりそうとの意見が見られた。1 週間のコンポストの変化については、8 名が予想外であったと答え、その内容は、コンポスト内部温度の上昇、白いカビと虫の発生であった。

7 月 15 日の第 3 回調査では、前週からコンポスト体験を行った 11 名に前回同様の調査を行った。この時点では、コンポスト内に小さな虫の幼虫が多く発生しており、2 台のコンポスターではかなり強い匂いが生じていた。1 週間のコンポストの変化については、8 名が予想外であったと答え、その内容はカビ及び虫の大量発生であった。

7 月 20 日の第 4 回調査では、コンポスト体験を行った 10 名に質問紙調査、うち 8 名にグループ面接を行った。8 名のうち今回の体験全体を通じてコンポスト、食品ロス、食べ物・環境問題についての考え方が変化した人はそれぞれ 7 名、6 名、8 名であった。内容は、給食の食べ残しの量に注意すること、後輩や年下の兄弟に食事の大切さを伝えて食べきれぬ量を盛り付けること、現在の生活の豊かさを認識したこと等であった。

コンポストに関する情報の周囲への広がりについて、体験開始後 3 回の調査すべてに参加した 5 名の結果を見ると、家の人に話した生徒は調査進行とともに 5 名、5 名、2 名、友人・同級生に話した人は 4 名、2 名、1 名と減少していた。今後、熟成期間において堆肥ができ、活用する際の反応などを追跡予定である。

**謝辞** 北九州市立洞北中学校でのコンポスト作り活動を追跡調査する機会を頂きました善家三知代校長先生、および、森本貫介先生に感謝いたします。

### 参考文献

小野和宏、斎藤有吾、松下佳代（2018）PBL を評価する改良版トリプルジャンプにおける「学習としての評価」の要因、京都大学高等教育研究、第 24 号、pp. 35-44.

**キーワード** コンポスト、食品廃棄物、中学生

# 木質バイオマスボイラー導入における当事者意識・協力的態度形成要因に関する研究 A study on factors that form ownership and cooperative attitude to introduce woody biomass boiler

東邦大学大学院理学研究科 ○丸山智也, 東邦大学理学部 竹内彩乃

## 1. 研究の背景と目的

近年, 既存熱源の代替として木質バイオマスボイラー(Woody Biomass Boiler: WBB)が期待されているが, ここ数年は導入数が伸び悩んでいる<sup>1)</sup>。これまで, 現場においては森林整備加速化・林業再生交付金といった補助金により実証的にWBBが導入されてきた。しかし, 付随設備(燃料貯留サイロ等)に補助金が出るケースが少なく, 事業が成立しないケースも報告されている<sup>1)</sup>。事業性を確保するためには, WBBの面的導入により製造した燃料の供給先を増やすことが有効な手段のひとつである<sup>2)</sup>。適切な面的導入を行うための第一歩として, 地域でWBBを導入する可能性のあるステークホルダー(SH)の協力が不可欠である<sup>3)</sup>。

そこで本研究では, WBB導入の当事者意識・協力的態度を形成する項目を整理し, 3事例を対象に評価を行った。そのうえで, WBB導入に対して当事者意識や協力的態度が形成されるための要因と, 今後の面的導入に向けた効果的な手続きについて考察した。

## 2. 研究の対象と方法

第一に, 先行研究<sup>3)~14)</sup>から「WBB導入に関わる当事者意識・協力的態度を形成する項目」を整理した(表1)。第二に, 対象地域の選定を行った。対象地域は, 面的導入の進んでいる北海道下川町と, 「WBB稼働率が60%以上で, 施策としてWBB導入を推進している地域」である岩手県久慈市・静岡県御殿場市の計3事例とした。第三に, 各地域へのヒアリング調査<sup>1)</sup>から整理した項目の評価を行った<sup>ii)</sup>。第四に, WBB導入の当事者意識・協力的態度が形成されるための要因と面的導入に向けた効果的な手続きについて考察した。

## 3. 結果および考察

調査から3事例の評価を行った(表1)。WBB導入の当事者意識・協力的態度が形成されるためには, ①地域内でのキーパーソンの存在と地域ネットワークの形成, ②事業検討段階より一貫して技術・経営部門に関する専門知識を持った人材が携わることの重要性が共通して示唆された。また下川町への調査から, WBBの面的導入を効果的に進めていく手続きとして, ①地域

表1 3事例における「WBB導入に関わる当事者意識・協力的態度を形成する項目」の評価

項目	下川町											久慈市			御殿場市	
	i	ii	iii	iv	v	vi	vii	viii	ix	x	KBEC	RICOH	GSK			
導入施設																
導入年	H17	H18	H20	H22	H22	H23	H23	H25	H26	H27	H28	H28	H29			
供給ポテンシャル	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
熱需要	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	×			
行政	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△			
関係者	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△			
導入実績	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○			
補助金制度等	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	△	×			
情報提供機会	△	×	×	×	○	×	×	○	×	×	△	×	×			
個人属性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
購入経路	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○			
導入に関する知識	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	×			
施設環境	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
経営状態	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	○	△	×			
導入背景	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△	△			

i) 五味温泉, ii) 始発センター, iii) 育苗施設, iv) 役場, v) 美濃, vi) あけぼの園, vii) 町営住宅, viii) 橋地区, ix) 小学校・病院, x) 中学校  
KBECは久慈バイオマスエネルギー株式会社, RICOHはリコー環境事業開発センター, GSKは静岡総合サービス株式会社を指す

でWBB導入に興味を持つSHが有する意向を早い段階から把握し, 地域の施策に取り入れる, ②行政が主導となり, 地域のWBB導入に興味を持つSHに向けた情報提供機会の創出や, 補助金獲得の支援といった積極的・具体的なサポートの実施, ③WBB単体ではなく, 他産業への付加価値創出等による投資回収を導入検討段階より考慮する等が重要であると考察された。

### 補注

- i) 令和3年7月28日に下川町バイオマス産業戦略室, 令和3年4月8, 9日に久慈市役所・久慈バイオマスエネルギー株式会社, 令和2年1月7日に御殿場市役所・御殿場総合サービス株式会社, 令和元年8月28日にRICOHを対象にWBB導入の背景や課題等を調査した。
- ii) 評価基準を○(項目を達成している), △(項目達成には至っていないが, 一定の進捗状況である), ×(項目達成に向けた進捗状況は見られない)として評価を行った。

### 参考文献

- 1) 林野庁(2018) 木質バイオマスエネルギー利用調査
- 2) Eky et al. (2015) Lesson learned from government and private-sponsored 'woody biomass' project
- 3) JWBA(2019) 地域で広げる木質バイオマスエネルギー
- 4) 有賀ら(2018) 地理情報を用いた供給コストと資源量把握の取組
- 5) 今泉ら(2014) 岩手県紫波町木質バイオマス地域熱供給の費用便益分析
- 6) 江藤ら(2010) 欧州と日本における木質バイオマス利用促進政策の比較
- 7) 風ら(2017) 温浴施設での薪ボイラー導入における運用実態
- 8) 北風(2017) 富士山のふもとで木質バイオマス熱利用に挑む
- 9) 下川町(2014) 『エネルギー自立と地域創造』
- 10) 住友ら(2015) バイオマス資源と熱需要分布を考慮した中山間地域熱供給システム設計
- 11) 高橋(2017) バイオマス熱利用実態調査事業報告
- 12) 農都会議(2020) 実務で使うバイオマス熱利用の理論と実践
- 13) 馬淵ら(2012) 施設園芸農家の木質バイオマス燃料転換意識のモデル化
- 14) 藻谷(2013) 『里山資本主義』

キーワード 木質バイオマス熱利用, 木質バイオマスボイラー, 当事者意識, 協力的態度

# クロロエチレン類の粘性土壌中への長期浸入挙動の解析と加熱による溶出促進 Permeation fate analysis of chloroethylenes to clay and accelerating remediation by heating

横浜国立大学 ○島朋輝、宮川涼、小林剛、亀屋隆志

## 1. はじめに

テトラクロロエチレン(PCE)やクロロエチレン(VC)等の揮発性有機塩素化合物(CVOC)による土壌・地下水汚染が国内に数万か所も潜在すると言われており、健康影響も懸念されている。また汚染の浄化後、リバウンド(浄化後に粘性土中等に残留したCVOCが地下水に再溶出等して濃度が高まる現象)により、再度汚染が発覚するサイトも問題となっている。浄化手法として短期間で浄化を行える掘削除去が多く用いられているが、コストやエネルギー、環境負荷が大きいことが課題となっている。本発表では、CVOCの粘性土層への長期浸入挙動とともに、加熱時の溶出挙動を解析した。

## 2. 解析方法

### 2.1 長期浸入時の挙動解析

本解析では、粘性土壌中CVOC溶出試験<sup>1)</sup>で得た拡散係数と、作成した粘性土中脱離拡散モデル<sup>1)</sup>を用いた。今回想定した粘性土層は、縦1.0m、横1.0m、厚み5.0mの未汚染の土層中を100段の薄い段(1段の厚み0.05m)に区切り、この土層が高濃度に汚染した地下水(PCE:150mg/L、TCE:1000mg/L、cis-DCE:50mg/L、VC:50mg/L)と接しているとした時の浸入挙動を計算した。汚染期間は60年までとして、各段の固相濃度と水相濃度とを微小時間区分(1.4d)ごとに計算し、60年間の粘性土中CVOC汚染濃度分布の経時変化を得た。

### 2.2 加熱溶出時の挙動解析

本解析では、粘性土壌中を加熱しながら揚水処理することを想定した。汚染粘性土層の上部に清浄な地下水が任意の流速で流れ続けた場合の地下水へのCVOCの溶出挙動を解析した。浄化期間は10年間まで計算した。粘性土壌中のCVOC汚染濃度分布の経時変化を温度別(15、30、60、80℃)で解析した。溶出促進効果は10年後の残存率の場合(1)式で計算した。

$$\text{10年後残存率(\%)} = \frac{(\text{10年後の1~100段水相、固相中CVOCの質量})}{(\text{0年時の1~100段水相、固相中CVOCの質量})} \times 100 \dots (1)$$

## 3. 結果・考察

図1に60年間浸入した時の各CVOC間隙水中濃度分

布の計算例を示す。粘性土壌中の間隙水中濃度が環境基準値の1000倍以上の粘性土層の厚みを「浸入した厚み」とすると、PCEやTCEは60年間で約0.8mまでしか浸入しなかったが、cis-DCEやVCではそれぞれ約2mや3.5mも浸入したことが分かった。これはPCEやTCEと比べて、cis-DCEやVCの分子拡散係数が大きいことと、吸着性が低いため粘性土壌への吸着による拡散の遅れの影響が比較的小さいためと考えられた。

図2に、図1の60年間PCE、VCが汚染されている状態の粘性土層を初期条件として、10年間浄化した後の加熱の有無による間隙水中濃度分布の違いの解析例を示す。10年後の残存率(15℃)はPCE、VCでそれぞれ76%、63%となった。地下水へのフラックスを比較すると、10年間でPCEは約1/5倍に低下したが、VCは約1/40倍まで低下したことから、VCの方が浄化しやすいことが分かった。60℃の加熱により、PCEは55%までしか低減しなかったが、VCは30%まで低減し、VCは加熱による溶出促進効果が大きいことが分かった。

## 4. 参考文献

1) 島ら(2021), 粘性土中に浸潤した高濃度有機塩素化合物の長期溶出挙動の評価と実質安全・効果的浄化技術, 卒業論文,p.30-33

## 5. 謝辞

本研究はJSPS科研費21H03630の助成を受けたものです。

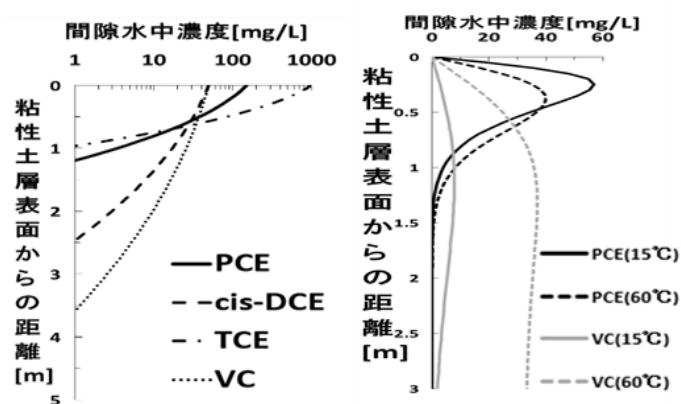


図1 60年浸入した際の各CVOC間隙水中濃度分布  
図2 10年浄化した際のVC、PCEの間隙水中濃度分布

キーワード 揮発性有機塩素化合物、土壌汚染、粘性土中挙動

# 域内総生産と環境影響量に基づく全国市区町村の業種別環境効率評価 Eco-Efficiency Assessment by Industry for Japanese Municipalities Nationwide Based on Gross Regional Product and Environmental Impact

東京大学 ○山崎潤也

## 1. はじめに

事業者等の活動における単位環境負荷当たりの経済価値を測定する指標として「環境効率 (Eco-efficiency)」の概念がある。本報では基礎自治体単位の行政区域内で行われる各産業に着目し、伊坪らの既報<sup>1)</sup>を参考に域内総生産と環境影響量の双方の指標に基づいて全国市区町村の環境効率を統一的に評価することを行った。

## 2. 評価方法

本報では現時点におけるデータの入手可能性を考慮して2015年の1年間を評価対象期間とし、全国1741市区町村を評価対象区域とした。基礎自治体単位の域内総生産のデータについては、総務省および経済産業省が公開する「平成28年経済センサス活動調査」を参照した。環境影響量のデータについては、被害算定型LCIA手法「LIME2 (Life-Cycle Impact Assessment Method Based on Endpoint Modeling 2)」の評価枠組みを活用して独自に算出した。LIME2には「地球温暖化」「土地利用」等の環境影響領域が設けられており、それぞれの項目に環境負荷物質等のインベントリが指定されている。これら各インベントリデータとそれに対応する統合化係数を積和することにより、各々が影響領域に及ぼす影響量を「Eco-index Yen」の金額指標によって算出することができる(式1)。本報では一定期間内における域内総生産から環境影響量を除すことにより、無次元で表される環境効率の指標を定義した(式2)。

$$I_1 = \sum_{\text{impact}} \sum_X \text{Inv}(X) \times IF_1^{\text{impact}}(X) \quad (1)$$

$I_1$ : 統合化結果 (Eco-index Yen) [円]  $\text{Inv}(X)$ : 物質 X のインベントリ [kg]  
 $IF_1^{\text{impact}}(X)$ : 物質 X の統合化係数 (version1) [円/kg]

$$(\text{環境効率}[-]) = \frac{(\text{域内総生産}[\text{円}])}{(\text{環境影響量}[\text{円}])} \quad (2)$$

## 3. 評価結果

全業種を代表して製造業に着目し、全国市区町村の人口当たりの域内総生産、人口当たりの環境影響量、環境効率を地図上に表現したものを図1に示す。域内総生産の項目は太平洋ベルトを中心とした工業地帯の分布が概ね反映される形となった。一方で被害額の項目はその

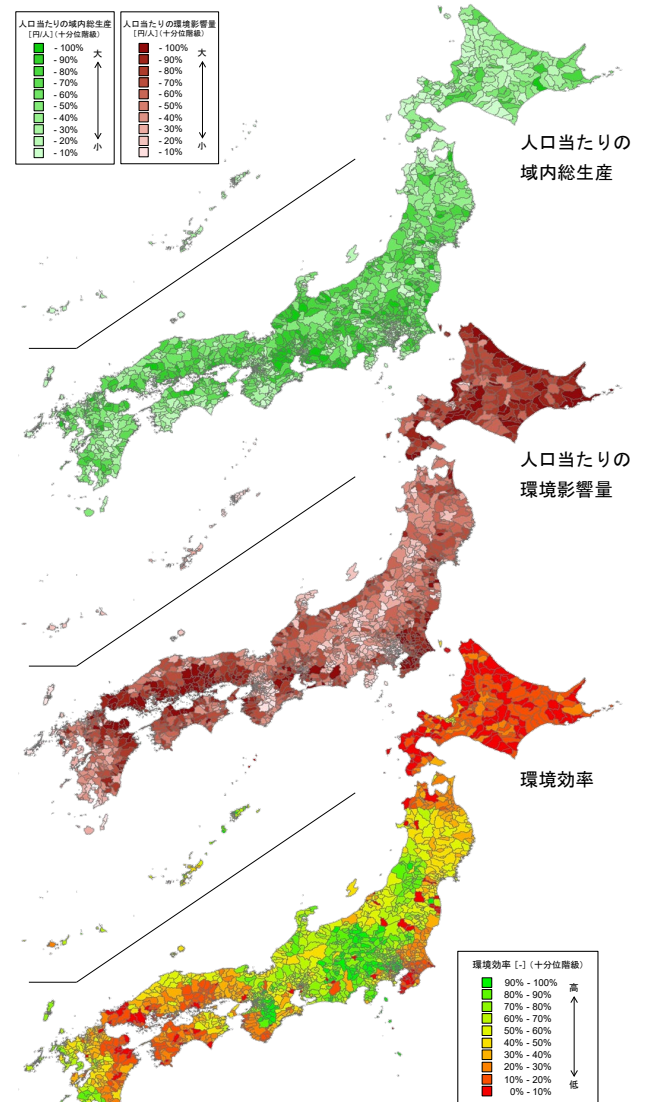


図1 全国市区町村の評価結果 (製造業)

傾向とは異なり、同じように工業の活発な地域においても数値に格差が生じる結果となった。これらの地域的特徴が環境効率の項目においても大きく表れ、主に中部地方を中心とした地域にて数値が大きい結果が示された。

## 参考文献

1) 伊坪徳宏 他2名: 環境の外部費用を活用した国・企業・製品における環境効率指標の開発, 環境情報科学論文集, Vol.18, pp.373-376, 2004

キーワード 環境効率, 地方自治体, LIME2

## 気候変動に対する認知・経験と農家の適応

### The Nexus between Farmers Adaptation and their Recognition or Experience of Climate Change

明治大学大学院 ○岡村伊織, 明治大学 藤栄剛

#### 1. 背景と課題

気候変動による気温上昇や、降水パターンの変化が顕在化する今日では、適応をいち早く実施し、気候変動の影響を軽減することが求められている。特に、気象の変化に対して脆弱な農業では、作付の多様化や作期の移動などの適応の実施が、喫緊の課題となっている。

先行研究では、農家が適応を講じることで、気候変動の影響をどの程度緩和できるか、という点に焦点が当てられてきた。一方で、農家の適応実施要因について検討した研究は希薄であり、実証的研究の蓄積が求められるテーマである。また、適応実施要因について検討した先行研究（例えば、白井ら（2014）、今井ら（2020））は、農家の気候変動の実感など、農家の主観的な情報を用いた研究にとどまっており、気象データなどの客観的な情報を用いた研究はみられない。

そこで、本研究では、気象データを用いて、農家の適応実施要因を実証的に検討する。気象データを用いることにより、気候変動に対する農家の認知と経験が、適応へ及ぼす影響を峻別して検討できる。さらに、気象データを変数として用いる利点として、気候変動の進行とともに、農家の適応がどの程度普及するかを検討することもできる。

#### 2. データと方法

本研究で用いるデータは、株式会社マクロミルを通じて行った web 調査である。分析対象は、農業を主な職業とするマクロミルのモニターである。有効回答数は 657 であり、このうち回答者が農業経営主であったのは 220 である。

また、本報告では web 調査に付随する農家の所在地に関する情報と、農研機構が提供する「農研機構メッシュ気象データ」を用いて、気象条件と農家の適応に関するデータベースを作成した。

アンケートの質問項目は、農家による適応のほか、気候変動の影響に対する農家の認知や、農家のリスク態度、主観的な将来の重視度なども含めた。

以上のデータを用いて、気候変動に対する適応を、①作付構成や作付品種の変更など、適応の際に時間や

コストがかかるものと、②施肥量・灌漑水量の調整や作期の調整など、適応の際に時間やコストが比較的にかからないものの 2 つに分類した。

これらの適応実施の有無を被説明変数とし、ロジットモデルを用いて、適応実施に関連する要因を検討した。また、分析対象は、米の栽培農家、野菜の栽培農家とし、それぞれ独立して計測した。

#### 3. 結果の概要と考察

本研究で得られた結果の概要は、以下のとおりである。まず、①の適応については、農家が経験した気象条件と適応実施との間に相関が検出されたが、農家による気候変動の影響の認知と適応実施との間には相関が検出されなかった。一方で、②の適応については、農家が経験した気象条件と気候変動に対する影響の認知のいずれも、適応実施との間に相関が検出された。さらに、リスク選好や将来の重視度の変数についても相関が検出された。

先行研究では、農家が気候変動の影響を認知することにより、適応を実施することが指摘されている。本研究の結果から、①に分類された適応については、農家の認知よりも、気象条件などの外的要因がより大きな影響を及ぼすことが示唆された。一方で、②に分類された比較的实施コストが低い適応については、外的要因とともに農家の認知が、適応の実施に関連することが示唆された。さらに、気候変動への認知に加えて、リスク選好や将来の重視度が、適応実施に影響を及ぼすことも明らかとなった。

#### 参考文献

- 1) 今井葉子・田村誠・増富祐司・馬場健司（2020）農業従事者の気候変動適応に対する認知：適応策の実施意図に影響する要因の分析，土木学会論文集 G（環境），76（5），I\_205-I\_210.
- 2) 白井信雄・馬場健司・田中充（2014）気候変動の影響実感と緩和・適応に係る意識・行動の関係—長野県飯田市住民の分析—，環境科学会誌，27（3），127-141.

キーワード 気候変動，適応，経験と認知，気象データ

# 高分解能質量分析による構造推定が困難な環境汚染物質の新規構造推定技術の開発 A method for structural elucidation of unknown environmental contaminants with traveling wave ion mobility mass spectrometry

鹿児島大院・理工 ○中村友拓, 高梨啓和, 中島常憲, 上田岳彦

## 1. はじめに

環境試料中から未知汚染物質を探索する場合, 高分解能質量分析による分析が有効である。高分解能質量分析計を用いれば, 未知汚染物質の分子式の決定と部分構造を推定することが可能である。その一方で, 異性体を区別すること, とくに, 位置異性体を区別して推定することは困難である。

そこで本研究では, 進行波イオン移動度分析 (TWIMS) を利用した構造推定方法を発案し, モデル物質 (位置異性体) を用いて実証することを目的とした。

## 2. 方法

TWIMS (Synapt G2-Si HDMS, Waters) を用いてモデル物質 A (*o*-tolyltetrazolium red), B (*p*-tolyltetrazolium red) の drift time ( $t_A, t_B$ ) を実測し, 得られた値を基にイオンの軌跡を求め, その値からモデル物質の有効温度 ( $T_A, T_B$ ) を算出した。さらに軌道法<sup>1)</sup>を用いて, モデル物質の構造の運動量移行断面積 (MTCS) を統計平均的に求めた ( $MTCS_{TM,A}, MTCS_{TM,B}$ )。その際,  $T_A, T_B$  を用いた。校正物質 (1-aminonaphthalene, acridine, 1-aminopyrene, 6-aminochrysene, nitron) を用いて, drift time ( $t_k, k=1\sim5$ ) と MTCS ( $MTCS_{TM,k}$ ) の関係 (校正直線) を取得した。校正直線を用いて,  $t_A, t_B$  からモデル物質の MTCS ( $MTCS_{IM,A}, MTCS_{IM,B}$ ) を求めた。

## 3. 結果と考察

### 3.1. イオン移動度分析と有効温度の推定

TWIMS の電場および分析種の軌跡シミュレータを構築し, 実測した  $t_A, t_B, t_k$  を用いて各物質の  $T_A, T_B, T_k$  を求めた。その結果, 有効温度は 340~403 K となり, 既報<sup>2)</sup> の値と比較して低くなった。本研究で構築した電場のシミュレーションモデルが二次元モデルであり, 三次元モデル化などの改良が必要である。

### 3.2. 運動量移行断面積の算出

校正直線の決定係数を求めたところ  $R^2=0.9969$  となり, 良好な結果を得た。そこで, 校正直線を用いて  $t_A, t_B$  から  $MTCS_{IM,A}, MTCS_{IM,B}$  を求めたところ,  $MTCS_{TM,A}, MTCS_{TM,B}$

の大小関係と  $MTCS_{IM,A}, MTCS_{IM,B}$  の大小関係が一致していた (図 1)。すなわち, drift time と構造情報から, 差が小さい構造異性体の  $MTCS_{TM}$  を十分な精度で推算できることが実証された。しかし, 未知異性体を判別するには, 精度が不足していた。

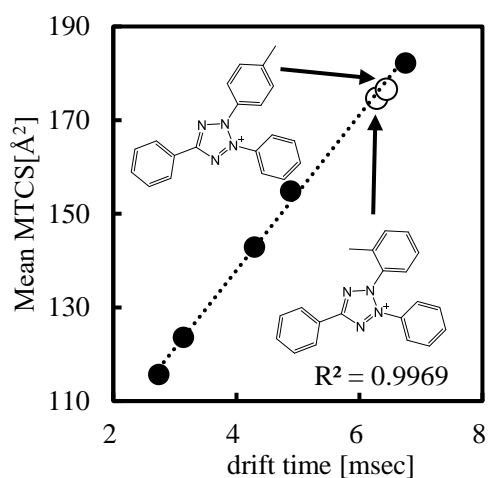


図 1 MTCS による異性体判別の実証結果

## 4. 結論

MTCS に基づいた異性体の判別方法を確立した。未知物質の構造推定に拡張するには, 一旦, もっともらしい構造を仮定して推算した  $MTCS_{TM}$  と  $MTCS_{IM}$  が一致するかを検討すればよい。しかし, 未知異性体を判別するためには精度が不足しており, 改善の余地が認められる。現在, 有効温度の推定精度を向上させるべく, 軌跡シミュレータの改良に取り組んでいる。

## 5. 謝辞

本研究の一部は, 環境省環境研究総合推進費 (5-1406) および JSPS 科研費 16K12636 により実施された。

参考文献 1) *J. Phys. Chem.*, 1996, 100, 16082-16086, 2) *Anal. Chem.*, 2011, 83, 5775-5782.

キーワード 進行波イオン移動度分析, 有効温度, 位置異性体



# 還元剤の担持が高分子ゲル吸着剤のクロム(VI)吸着に与える影響

## Effect of Reducing Agent Loading on Chromium (VI) Removal by Polymer Adsorbent

広島大学 ○宋 玉, 後藤健彦, 中井智司

### 1. 緒言

六価クロム (Cr(VI)) は工業排水に広く存在している重金属汚染物質である。今まで、イオン交換、吸着、還元と化学沈殿など、クロム廃水を処理するための多くの方法が研究されている<sup>1)</sup>。従来のクロム廃水処理は、還元剤を用いて六価クロムを低毒性の三価クロムに変え、その後吸着法によりクロムを除去するというプロセスで行われている。しかし、従来法には①還元剤が環境に二次汚染を及ぼすリスクがある②複数のプロセスが必要という欠点がある。

そこで、吸着サイトが多く存在するカチオン性高分子の4級化ジメチルアミノプロピルアクリルアミド (DMAPAAQ) とジメチルアミノプロピルアクリルアミド (DMAPAA) から作製した共重合高分子ゲル吸着剤に還元剤 (アスコルビン酸) を担持することにより、重クロム酸イオンなどの六価クロムを還元して三価に変え、たうえで大量吸着することを目的とする。本研究では、アスコルビン酸を担持した共重合ゲル (DA/DQ/VC) の吸着機構の解明、および実用化への検討を行った。

### 2. 実験方法

#### 2.1. ゲルの合成

24 時間、常温でラジカル重合法により、DMAPAAQ を用いて DMAPAAQ ゲルを合成した。同じ方法で DMAPAA-DMAPAAQ (濃度比 500 : 500) 共重合ゲルを作製した。このゲルを、0.01mol/L のアスコルビン酸に 24 時間浸漬して乾燥した後 DA/DQ/VC ゲルができた。

#### 2.2. 吸着実験

ゲル 0.01g を  $K_2Cr_2O_7$  溶液 10ml に 24 時間浸漬し、外部溶液の濃度変化から除去率と吸着量を計算した。まず、溶液の初期 pH の除去率への影響を検討するために、初期濃度を 20ppm、pH を 2~12 の範囲で吸着を行った。吸着の経時変化や共存イオンなどの影響も検討を行った。

### 3. 結果と検討

#### 3.1. pH の Cr(VI)除去への影響

溶液の pH は、吸着剤の表面電荷に影響を与えるだけでなく、クロム種の変換にも影響を与える。<sup>2)</sup>

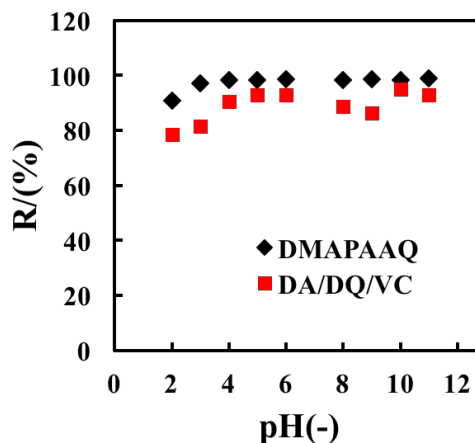


Fig.1. Effect of pH on Cr(VI) removal by DMAPAAQ and DA/DQ/VC gel.

Fig. 1 に pH が Cr (VI) の除去に及ぼす影響を示す。図より、Cr (VI) の除去率は、pH の上昇してもほぼ変化がないことがわかった。これは、pH が 2 以上の場合、クロムがイオンとして存在するためである。ただし、pH が 3.0 から 2.0 に低下すると、Cr (VI) の除去率が低下してしまった。

### 4.まとめ

還元剤を担持した共重合ゲルは酸化還元反応により、一部の六価クロムを三価クロムに還元することで吸着効率が增加することがわかった。イオン交換により、六価クロムもゲルに吸着された。

### 参考文献

- 1) Zhao, R., et al.,(2017), Branched polyethylenimine grafted electrospun polyacrylonitrile fiber membrane: a novel and effective adsorbent for Cr(VI) remediation in wastewater, J. Mater Chem. A, 5, 1133-1144.
- 2) Lu, T., et al.,(2021), Synthesis of gallic acid functionalized magnetic hydrogel beads for enhanced synergistic reduction and adsorption of aqueous chromium, Chem.Eng.J., 408, 127327.

キーワード：アスコルビン酸、高分子ゲル、クロム、除去、酸化還元

# 東京 23 区における事故物件の立地分析--大島てるデータを活用して

## An Empirical Analysis on Elements of the Occurrence of Stigmatized Properties in Housing Environment

早稲田大学政治経済学術院 ○矢島 猶雅, 共著者, 成城大学 定行 泰甫

### 1. 研究背景

近年、高齢化による孤独死の増加などを背景として、不動産取引における所謂「事故物件」の取り扱いが大きな社会問題となっており、国は不動産取引における心理的瑕疵の告知に関するガイドラインの作成を始めた（国土交通省 2021）。日本の法律では、不動産取引の際、借手や買手の判断に重要な影響を及ぼす事項（心理的瑕疵）について、不動産仲介業者は告知しなくてはならないが、どのような事件が人々の関心を集め、また、不動産取引に対してどのような影響を及ぼすか、これまでデータに基づいたエビデンスが十分に蓄積されていない。本研究は、事故物件に関する第三者情報投稿サイト「大島てる」のデータを活用し、①事故物件に関する投稿の傾向を把握し、②事故物件の発生要因について計量分析したうえで、事故物件の現状と今後の制度の在り方について検討する。

### 2. データの概要

「大島てる」に投稿する際、投稿者は①事件の内容、②事件の住所、③事件の発生日時、の 3 項目を投稿する。サイト上では、投稿された住所をもとに、地図上に事故物件の詳細が示されるようになっている。また、投稿内容には詳細な月日や住所が含まれていないこともある。サイトは 2005 年より開始されており、2019 年 7 月時点で約 5 万件の投稿情報がある。

本研究は、東京都内の事故物件について、2017 年 4 月までに投稿された 8798 件の投稿情報をもとに分析を行う。また、殺人、自殺及び火災に着眼する。事故物件の発生要因の分析には、2015 年の国勢調査データ、及び国交省の国土数値情報を用いる。

### 3. 分析結果

#### 3.1. 投稿の傾向

まず、事件別の投稿の傾向を分析する。8798 件の投稿情報のうち、事件発生日が明記されているのは 2450 件である。これらのうち、自殺、火災及び殺人について、事件発生日から投稿日までの経過日数に対する投稿累積割合を、14 日まで図 1 に示している。これを見

ると、火災は事件発生日から 3 日以内にほとんどの事件が投稿される傾向にある。その一方で、自殺と殺人は徐々に投稿されていく傾向にある。これは、事件の発覚しやすさや等を表していると考えられる。

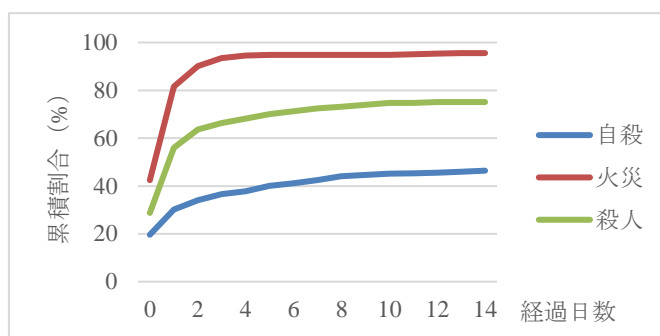


図 1 事件発生から投稿までの経過日数と投稿件数の累積割合

#### 3.2. 事故物件の発生要因

最後に、事故物件がどのような地域で発生するかを計量分析した。分析の結果、高齢者比率が高い地域では、火災による死亡事故が発生しやすいこと、商業地域比率が高い地域では、自殺や殺人による死亡事故が発生しやすいこと、住宅専用地域比率が高い地域では、自殺と火災による死亡事故が発生しやすいことが明らかになった。

#### 謝辞

本研究を遂行するにあたり、「大島てる」サイト運営者である大島てる氏より、貴重なデータ提供を頂いた。また、公益財団法人日本住宅総合センター、成城大学特別研究助成、及び JSPS 科研費 JP19K13697 より助成を頂いた。

#### 参考文献

1) 国土交通省(2021)「不動産取引における心理的瑕疵に関するガイドライン (案)」, [https://www.mlit.go.jp/tochi\\_fudousan\\_kensetsugyo/const/content/001405362.pdf](https://www.mlit.go.jp/tochi_fudousan_kensetsugyo/const/content/001405362.pdf), 2021 年 7 月 28 日閲覧

キーワード 事故物件, 大島てる, 計量分析

# プラスチックに収着した有機汚染物質の光分解挙動に対するエイジングの影響 Effects of aged plastics on photodegradation behavior of sorbed organic pollutants

Hassan Md NAZMUL, Satoshi NAKAI, Takehiko GOTOH (Hiroshima University, Grad. School Engineering)  
Wataru NISHIJIMA (Hiroshima University, Environment Research Management Center)

## 1. Introduction

Our previous study investigated the photodegradation of tetra- and pentachlorophenol adsorbed onto the virgin plastic sheets and found that photodegradation was accelerated on polyethylene (PE) sheet and suppressed on poly (vinyl chloride) (PVC) and poly (ethylene terephthalate) (PET) sheets<sup>1</sup>. Plastics are fragmented in the real environment by aging with changes in physical and chemical characteristics such as specific surface area, transparency, and functional groups<sup>2</sup>. Because of these, aging may affect photodegradation behaviors of hydrophobic organic chemicals (HOCs) on plastics. This study investigated the photodegradation behavior of 2,4,5-trichlorophenol (TriCP) on virgin and artificially prepared aged plastics surfaces to find the aging effects.

## 2. Materials and Methods

TriCP was used as a model HOCs. Virgin PE, PVC, and PET sheets of thickness 1.0 mm were commercially obtained. Aged plastic samples were prepared by irradiating PE, PVC, and PET sheets with 75 mW/cm<sup>2</sup> of light in a Q-sun Xenon test chamber at 40°C and 50% humidity for 24 h. Before use, each plastic sheet was washed three times with distilled water and then dried. The circle-shaped plastic sheet samples were placed at the bottom of quartz-glass Petri dishes, and hexane containing TriCP (100 mg L<sup>-1</sup>) was decanted on the plastic sheets. After evaporation of hexane in a fume hood at 25°C, the Petri dishes were covered with lids, and UV (254 nm) was irradiated using a 10 W low-pressure UV lamp.

Plastics transparency was measured from the attenuation of UV light intensity using a UV meter which was set below the light source at a distance of 10 cm, and then samples were placed on the UV sensor.

## 3. Results and Discussion

The photodegradation rate of TriCP followed pseudo-first-order reaction kinetics on the virgin and aged plastic sheets (Figs. 1(a) and (b)). On virgin plastics, the photodegradation rate was higher on PE and suppressed on PVC, PET surfaces. However, artificial aging suppressed the photodegradation of TriCP on all plastics. The possible explanation for the

suppression might be the change of surface shapes such as skewness (Fig.2(a)) and decrease of plastics transparency (Fig.2(b)).

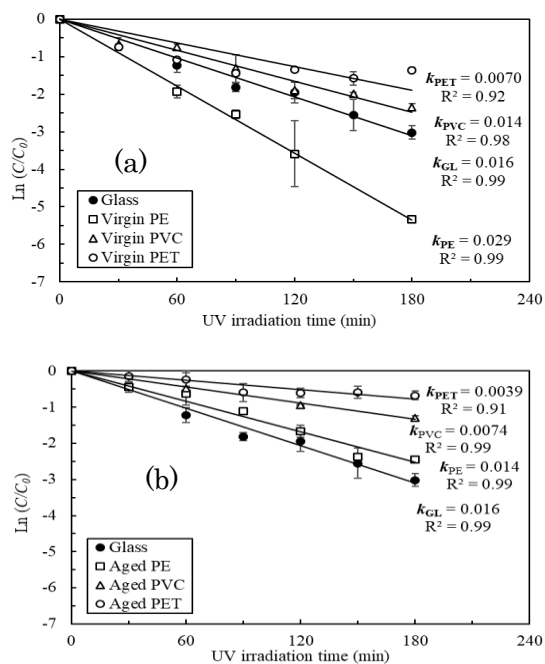


Figure 1. Photodegradation of TriCP on the plastics sheets: (a) virgin ( $n = 3$ ) and (b) aged plastics (PVC and PET,  $n = 2$ ).

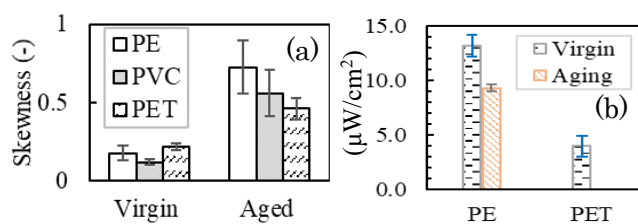


Figure 2. Changes of plastics (a) skewness and (b) transparency by aging ( $n = 3$ ).

## Conclusions

Aging suppressed photodegradation of TriCP on PE, PET, and PVC sheets. The possible causes for the suppressed photodegradation might be the changes in the surface textures such as skewness and transparency.

## Reference

- 1) Hassan et al., 2020, *J. Chem. Eng. Japan*, 53, 660-666.
- 2) Gewert et al., 2015, *Environ. Sci.: Pro. Impacts*, 17,1513

**Keywords:** Aging, Photodegradation, Plastic, Trichlorophenol

# 地方環境研究所の研究成果が行政活用されるための条件の探索

## Factors on contribute the local environmental institutes' research to environmental policy

○豊永悟史<sup>1,2</sup>, 小原大翼<sup>1,3</sup>, 宮崎康平<sup>1,4</sup>, 古澤尚英<sup>1,5</sup>

- 1.九州環境政策研究会, 2.熊本県保健環境科学研究所, 3. 熊本県環境生活部環境局環境保全課,  
4. 福岡県保健環境研究所, 5.熊本県人吉保健所

### 1. はじめに

地方環境研究所（以下、「地環研」）は、自治体が適切に環境行政を推進するための調査研究を行う機関である。地環研で実施された調査研究の成果は、各自治体の環境政策の立案・実施に活用（以下、「行政活用」）されることが求められるが、どの程度行政活用されているのか、その実態を調査した例はない。そこで本研究は、全国的な政策課題であるPM<sub>2.5</sub>に関する調査研究を対象に、アンケート調査による実態調査を行い、行政活用の多寡に影響する主要な要因を明らかにすることを試みた。

### 2. アンケート調査の方法

地環研を有する66自治体を対象として、地環研と地環研を所管する行政部署に対して、それぞれ個別にアンケート調査を行った。最初に行政部署への調査（2020年9-10月実施）を、次に地環研への調査（同年10月末-11月）を行った。

アンケートは次の3カテゴリーで構成され、項目は地環研と行政部署で基本的には共通しているが、①については地環研のみに回答を求めた。

- ①PM<sub>2.5</sub>に関する調査研究の件数及び行政活用の有無等の調査研究の実施状況に関する項目
- ②人員数や予算額等の体制に関する項目
- ③調査研究の実施について、地環研と行政部署の役割分担の認識や連携状況に関する項目

地環研の有効回答は50自治体（76%）から得られ、そのうちの44自治体（67%）については行政部署からも有効回答を得た。

### 3. 結果と考察

2013-2019年に実施された調査研究について、研究成果の自治体政策への活用の有無と調査研究の実施件数の関係を調べたところ、「活用有り」と回答した自治体では、調査研究の件数が多いという関係性が認められた。この結果に基づき、地環研をタイプA（活用有・研究多）、タイプB（活用無・研究多）、タイプC（活用無・研究少）の3タイプに分類することができた。

地環研のタイプと、(i)体制、(ii)行政部署との関係性、(iii)他の研究機関との関係性、(iv)リソースの4つの要因との関連を調べた。結果として、(i)と(ii)については研究の行政活用と関連性が認められたが、(iii)と(iv)については直接的には関連性を確認できなかった（図1）。なお、(i)と(ii)のほとんどの項目は研究の行政活用に対してプラスの関係性を示したが、「研究に関する認識のずれ」についてはマイナスの関係性が示された。

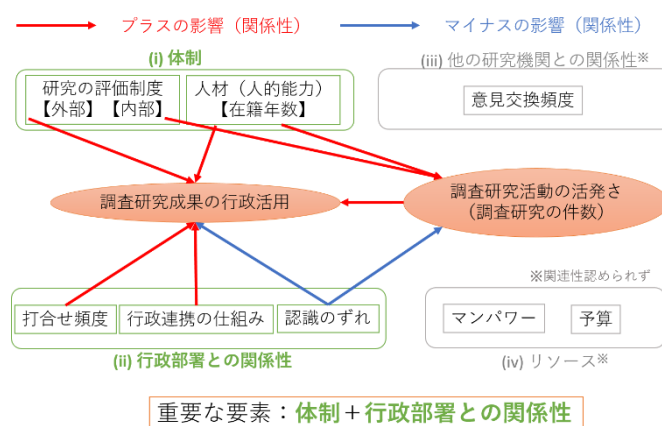


図1 研究成果の行政活用と各要因の関係

### 4. まとめと今後の課題

アンケート調査により、地環研の体制や行政部署との関係性が重要な要因であることが明らかとなった。今後は、インタビュー調査等を併用した総合的な分析を進めていく予定である。

### 謝辞

アンケート調査に協力いただいた皆様に感謝申し上げます。本研究の一部は科学研究費(奨励研究)21H03880の支援を受けて実施しました。

キーワード 地方環境研究所, 研究成果の行政活用, アンケート調査, 地方自治体の組織内連携

# アミン基を持つ高分子ゲルによるセレン吸着とそのメカニズム

## The adsorption of selenium and its mechanism by gel with amino group

広島大学 ○清田昂志, 後藤健彦, 中井智司

### 1. 研究背景

近年工場排水に含まれるセレンの除去法が課題に挙げられている。特に Se(VI)は高い溶解性を持つため、環境への移動性を持つことが知られている。従来は比較的安価で操作が簡易な吸着法により除去されているが、用いられる薬剤が高価であり製造工程が複雑であることが問題である。またセレン吸着除去時に、共存する陰イオンの影響を受けることが報告されている<sup>1)</sup>。

そこで本研究では、第三級アミンを持つ DMAPAA (*N,N*-dimethylaminopropyl acrylamide)と第四級アミンを持つ DMAPAA-Q(*N,N*-dimethylaminopropyl acrylamide methyl chloride quaternary)、またその共重合ゲルに着目した。アミン基は水中でプロトン化し、陰イオンを吸着することが期待される。

本研究ではこれらのゲルを用いたセレン除去を目標とし、ゲルのセレン吸着特性について検討した。

### 2. 実験方法

初期 pH6、Se 初期濃度が 10 ppm に、共存イオンとして  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ それぞれの初期濃度が 10 ppm となるように溶液を調製した。50 mL の溶液に DMAPAA ゲル、DMAPAA-Q ゲル、DMAPAA/DMAPAA-Q 共重合ゲルとセレンの汎用吸着剤としてシュペルトマナイト系吸着剤(A)またハイドロタルサイト系吸着剤(B)を所定量浸漬させた。25°C、120 rpm で振盪させ、48 時間後上澄み液を採取した。上澄み液は 0.22  $\mu\text{m}$  のメンブレンフィルターで濾過し、発光分光分析装置(ICP-OES)より残留 Se 濃度を測定した。

### 3. 実験結果

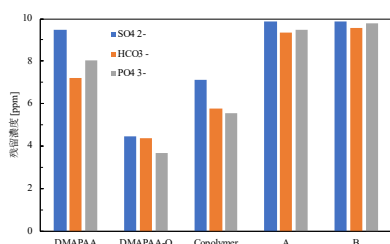


図1 各吸着剤のセレン除去能力の比較

0.003 g ずつ各吸着剤を浸漬させた平衡吸着量を図1に示す。共存陰イオン存在化において汎用吸着剤を使用した場合と比べて、DMAPAA-Qゲルを用いた場合が最も高い除去効果が確認された。これは DMAPAA-Qゲルの第四級アミンが常にイオン化しているため、汎用吸着剤よりも陰イオンを吸着しやすいためである。

次に初期濃度 30 ppm、ゲル浸漬量を 2g/L とした時、pH の影響による共存陰イオンの影響を図2に示す。ここでは  $\text{SO}_4^{2-}$  の影響を示す。

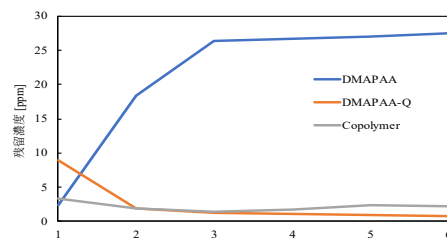


図2  $\text{SO}_4^{2-}$  共存の影響

DMAPAA-Qゲルを用いた場合に pH1 付近でセレン残留濃度が増加した。これは、低 pH で過剰な水素イオンにより  $\text{SeO}_4^{2-}$  のイオン化が抑制されるために、イオン化したアミノ基に吸着されにくくなったと考えられる。一方 DMAPAA が持つ第三級アミノ基は、低 pH で水素イオンと反応してプロトン化するため、 $\text{SeO}_4^{2-}$  のイオン化が抑制されずにセレンを吸着したと考えられる。そのため両者の特徴を併せ持つ共重合ゲルは pH の影響をほとんど受けず除去することができたと考えられる。

### 4. 結言

第3級アミンを持つ DMAPAA-Q と第4級アミンを持つ DMAPAA およびその共重合ゲルを合成しセレンの吸着除去特性を検討した。両者の特徴を持つ共重合ゲルを用いると、弱酸性域では第四級アミンにより、強酸性域低では第三級アミンのプロトン化により幅広い pH でセレンを吸着できることが明らかになった

### 参考文献

1) Lixun Zhang et al.(2021), Environ Res, 110667, 194

キーワード 高分子ゲル、吸着、セレン

# アップサイクル製品に対する購入者意識調査

## Japanese consumer attitudes towards upcycling products

国立環境研究所 ○吉田綾, 田崎智宏 (株)三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング 加山俊也, 萩原理史, 細井山豊

### 1. 背景と目的

近年、不要になった物や素材を使い、元の製品よりもデザイン性を高めた、アップサイクル製品が注目を集めている。例えば、廃タイヤやトラックの幌などを加工したバッグなどがあるが、これらの製品は一点もので、工程の大部分が手作業のため、通常の商品に比べて高額となる。消費者が、アップサイクル製品の価格設定についてどのように感じているか、どのような目的・理由で購買しているかを知ることは、アップサイクル製品の普及を推進する上でも有意義と考えられる。

本研究では、金沢市内で海洋プラスチックからアクセサリをアップサイクルする事業 A の社会的インパクト評価の実施する上での基礎的なデータ収集を目的として、製品購入者を対象とした意識調査を実施した。

### 2. 方法

過去に当該事業者の公式オンラインショップで海洋プラスチックアクセサリを購入した消費者(約 500 名)に、調査への協力を依頼するメールを配信し、Web で回答を依頼した。調査項目は、商品を知るきっかけ、購入理由、製品の満足度、環境意識、生活価値観、属性の計 31 問である。調査期間は、2021 年 2 月 15 日~3 月 12 日(25 日間)で、調査有効数(率) 85 人(17%) があった。

### 3. 結果

#### 3.1. 回答者の属性

回答者のほとんどが女性(93%)であった。年齢構成は、20 未満・20 代(15%)、30 代(28%)、40 代(39%)、50 代以上(18%)、地域は 1 都 3 県(東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県)の居住者が半数(55.3%)を占めた。

学歴は、大学院卒(12%)、大学卒(49%)、専門学校・短大・高専(20%)、高卒・未満(17%)であり、大学・大学院卒の割合が高かった。

#### 3.2. 製品の購入理由

製品を知ったきっかけ(複数回答)は、Instagram(41%)、当該事業者の公式ホームページ(31%)、友人や家族から聞いて(18%)の順に多かった。

購入理由は、「海洋プラスチックで作られているから」(27%)、「海洋生態環境の保全」(20%)および「環境保

全(全般)」(15%)、「デザインが気に入った」(12%)、「障がい者雇用への貢献」(8%)の回答が多かった。一方、「新聞や雑誌への掲載」や「ロコミ」といった第三者の評価を購入理由に挙げた人はほとんどいなかった。また、価格については、「普通」(54%)が、「やや高い」と「高い」の合計(42%)を上回った。

#### 3.3. 製品購入後の環境意識、行動変化

回答者の 80%が、購入前と比べて、環境に対する意識が向上したと回答した。また、購入をきっかけにいくつかの環境配慮行動に意識して取り組むようになったと回答した(図 1)。



図 1 意識して取り組むようになったもの(複数回答)

### 4. まとめ

メインの購買層は環境意識の高い 30 代・40 代女性であり、当該事業者のソーシャルメディアでの発信をきっかけに、海洋プラスチックで作られているデザイン性の高い同商品に関心を寄せ、環境保全に貢献できるという理由で製品を購入していることが推察された。

購入者の約 8 割が、環境意識が向上したと回答し、約 5 割がリユース意識やプラスチック消費量の削減に取り組むようになったと回答した。

#### 謝辞

調査に協力いただいたカエルデザイン合同会社および(株)クリエイターズに感謝申し上げます。

キーワード 環境配慮型製品, 消費者行動, 属性

# 神奈川県における人口社会増減の特徴把握の基礎的研究

## Basic study on understanding characteristics of population changes in Kanagawa Prefecture

横浜市立大学データサイエンス学部 ○大西 暁生

### 1. はじめに

我が国では人口減少が進み、いかに持続可能な社会を構築していくのかが大きな課題となっている。特に、人口は空間的に一様に減少する訳ではなく、地域によっては利便性や生活環境等が充実しており多くの転入者が集まるのに対して、ある地域では逆に転出者が増加し、人口分布に地域差が生じる。こうした転入・転出による人口の空間分布を計画的に誘導することで新しい社会や都市の空間構造が模索できる。既存研究である高取り<sup>1)</sup>では、愛知県の社会増減がどのような空間的な要素と関係しているのかに着目した。本研究では、この高取り<sup>1)</sup>の手法を踏襲し、人々がどのような空間的な特徴で転入や転出を決定しているのかを、神奈川県を対象に人口社会増減の特徴として把握する。

### 2. 分析方法

2010年の国勢調査3次メッシュの5歳階級別の人口<sup>2)</sup>に、人口問題研究所から出されている市区町村ごとの5歳階級別の生存率<sup>3)</sup>を乗じて2015年の封鎖人口を求める。そして、2015年の国勢調査3次メッシュの5歳階級別の人口<sup>4)</sup>から先に求めた封鎖人口を差し引くことで、各メッシュの社会増減数を算出する。ここでは、推計上の問題から5~85歳未満の人口を対象としている。次に、社会増減数の特徴をもとに因子分析を行い子育て世代、若者世代、新入社員世代、管理職世代、高齢者世代とした。人口社会増減は地域の利便性や生活環境等によって変わるため、国土数値情報<sup>5)</sup>から施設等のデータを入手した。社会増減数とこれらの空間データとの関係性を相関係数や重回帰分析で把握した。

### 3. 結果

社会増減数と空間データとの関係をまずは総当たりに把握するため、相関分析を行った。これによって、因子ごとに相関係数の上位をもとに、重回帰分析を行った。全変数を考慮すると、多重共線性が発生するため、変数は増減法を用いた。頁の制約上、すべての因子の社会増加と社会減少の結果を示すことはできないため、若者世代の社会増加と空間データの結果のみを表-1に示す。

表-1 若者世代の社会増加と空間データの結果

R	修正R	R2乗	修正R2乗		
0.60	0.60	0.36	0.36		

変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値	P 値
大学距離	-0.01	-0.12	-3.80	0.0002 **
駅数	45.98	0.14	4.26	0.0000 **
東京駅距離	0.00	-0.12	-3.39	0.0007 **
市街化調整区域面積割合	-80.36	-0.13	-4.04	0.0001 **
全産業事業所数	0.08	0.14	3.94	0.0001 **
保育所数	11.35	0.10	2.79	0.0053 **
児童福祉施設数	20.09	0.16	4.75	0.0000 **
老人福祉施設数	3.09	0.07	1.97	0.0488 *
定数項	152.32		7.25	0.0000 **

\*: P<0.05、\*\*: P<0.01 n=842

この結果を見ると、例えば大学距離が遠くなれば社会増加が減少する傾向にあり、保育所数が増加すると社会増加が増えること等を表している。

### 4. まとめ

本研究では、神奈川県を対象に、人々がどのような空間的な特徴によって転入や転出を決定しているのかを、人口社会増減の特徴として明らかにした。

本研究は、空間的な特徴を十分に加味して分析したとは言い難い。そのため今後、空間的自己相関分析や地理的加重回帰モデルを用いて分析する。これによって、地域の特徴をより明確にできると考えられる。

### 参考文献

- 1) 高取千佳 (2018) 人口社会増減と空間指標の関連分析 愛知県を対象として、都市計画論文集、53巻3号、pp.392-399.
- 2) 国勢調査 (2010) 平成22年国勢調査地域メッシュ統計、CD-ROM.
- 3) 国立社会保障・人口問題研究所ホームページ、<http://www.ipss.go.jp/pp-shicyoson/j/shicyoson13/t-page.asp>、2021年4月3日.
- 4) 国勢調査 (2015) 平成27年国勢調査地域メッシュ統計、CD-ROM.
- 5) 国土数値情報ダウンロードサービス、<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>、2021年4月3日.

キーワード 神奈川県, 人口社会増減, 空間的な特徴

# リンゴ黒星病感染リスク低減のための大気バイオエアロゾル観測 Atmospheric bioaerosol observation for the environmental risk reduction of Apple scab

弘前大学大学院 ○小林史尚, 田中和明, 佐野輝男

## 1. 緒言

弘前大学の所在地である青森県は、「リンゴ栽培」が最も主要な産業であり、国内ばかりか国際的にも有名な産地である。リンゴは、感染症に弱く、無農薬で栽培することが非常に難しい。例えば、2016年6月に、青森県などにおいてリンゴ黒星病が発生・拡大し、大きな被害が出た<sup>1)</sup>。リンゴ黒星病は *Venturia inaequalis* という糸状菌の一種による病斑であり、その孢子の拡散などによって生存地域を広げ、リンゴ黒星病感染地域が拡大する<sup>2)</sup>。一方、「大気バイオエアロゾル」とは大気中を浮遊する生物粒子のことで、ウイルスから微生物、花粉などを含む。登壇者の小林は、これまで南極上空の大気バイオエアロゾル観測<sup>3)</sup>など多くの地域で観測を実施した実績と経験を持っている。

本研究では、リンゴの黒星病感染リスク低減のために、登壇者の小林の大気バイオエアロゾル採集・分析技術（理工学部）およびリンゴ感染症研究者である佐野と田中（農学生命科学部）による共同研究によって *V. inaequalis* の大気バイオエアロゾル観測とその監視を実施する。

## 2. 実験方法

大気バイオエアロゾル観測は、弘前大学農学生命科学部附属リンゴ農園において行った(40.59N, 140.47E)。サンプリングは2020年3月20日から11月25日まで行った。大気中のサンプルの採集は、空気用ポンプを使用して吸引し、メンブレンフィルターで大気中の菌を採集した（図1-a）。フィルターは滅菌済みのものを1週間に1度交換した。雨水の採集は、50mL遠沈管を図1(b)のように設置して採集した。遠沈管はガンマ線滅菌済みのものを1週間毎に交換して行った。採取されたフィルターと雨水から直接DNAを抽出し、次世代シーケンサーを用いたITS領域のアンプリコン解析を行った。

## 3. 結果と考察

リンゴ黒星病原因菌である *V. inaequalis* の大気中のコピー数濃度は、主に8月上旬、8月中旬、および9月の中旬の3つのピークが検出された。雨水中のコピー数

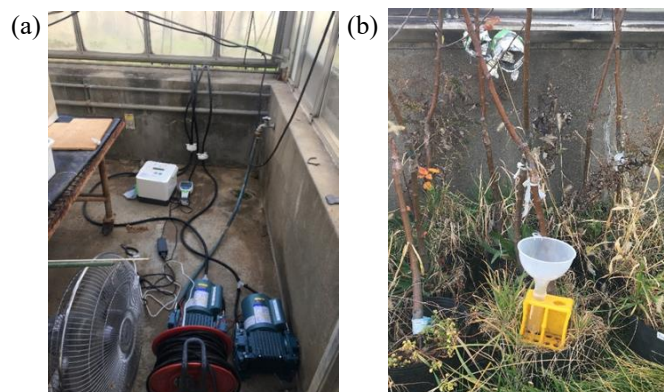


図1 大気サンプリング(a)および雨水サンプリング(b)

濃度は、6月下旬と、大気中濃度と同様に主に8月上旬、8月中旬、および9月の中旬の計4つのピークが検出された。雨水中の6月下旬のピークは一次伝染にしては少し時期が遅すぎるので、分生孢子による初期の二次伝染と考えられる。病斑からの分生孢子的形成、拡散（二次伝染）を何回も繰り返し、8月の中旬と中旬に一番大きなピークがあり、9月の中旬にも、もう一度ピークが検出されたと思われる。黒星病は、一般に夏の暑い時期に一時的に勢力が弱くなり、9月になって涼しくなるとまた活発化するとされているが、本研究結果では8月にむしろ一番活発に分生孢子が飛散していることがわかった。

## 謝辞

本研究は基盤研究(B)特設分野(17KT0067)の助成を受けたものである。

## 参考文献

- 1) <https://www.pref.aomori.lg.jp/release/files/2016/56205.pdf>
- 2) 田中和明, 佐野輝男 (2004) 弘前大学リンゴ病害データベース, <http://nature.cc.hirosaki-u.ac.jp/kohou2/database/index.html>
- 3) 小林史尚 (2017) 南極上空大気中の微生物—第54次南極観測隊同行者報告—, 極地, 53, 61-64

キーワード 大気バイオエアロゾル, リンゴ黒星病, メタゲノム解析



# How much waste do tourists bring to remote islands?

Soka University ○Takehiro USUI

## 1. Introduction

Overtourism has come to be pointed out as a negative aspect of tourism. How much “waste” do tourists bring to the islands? In islands around the world, the amount of waste generated per capita is high compared to other places. This is because the tourism industry is concentrated in remote islands. However, it is difficult to measure the contribution of tourism to the amount of waste generated in remote islands. Because the waste from tourists and residents is collected and counted together (United Nations, 2010).

Several studies deal with the waste generation associated with the increase in the number of tourists. Arbulú et al. (2015) evaluated the impact of the quantity and quality of tourism by using environmental Kuznets for each country in the EU, which is a macro perspective. In contrast, impacts on remote islands are more precise compared to the country-specific analysis, e.g. including the Catalina Islands (Diaz-Farina et al., 2020) and the Hawaiian Islands (Saito, 2013). Since these remote island studies share a common collection system, it is not possible to evaluate policies such as the charging of household waste.

Therefore, this study analyzes the impact of tourists on waste generation using data from 318 inhabited remote islands in Japan and identifies the factors that contribute to the reduction of waste generation at the municipal level with various collection systems.

## 2. Data and Result

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism’s “Annual Report on Outlying Islands Statistics (Ritou Toukei Nenpou)” records data for each remote island. Since they are surrounded by the sea, it is easy to keep track of the people and goods. For example, using the data on the number of tourists and the amount of garbage collection for each remote island, it is possible to statistically estimate the amount of garbage generated in association with tourists.

We employed a random-effects model of panel data for the number of inhabited islands (Table 1) to estimate the marginal effect of the increase in the amount of garbage associated with increases in the in the number of tourists.

## 3. Conclusion

A 1% increase in the number of tourist nights per islander results in a 0.14-0.19% increase in the amount of garbage. However, the index for the number of visitors does not indicate an increase in household waste. It suggests that tourists who stay longer than day-trippers have a greater impact on the increase in the garbage.

**Table 1**

Random-effects GLS regression									
Dep. Var.: natural log of amount of household garbage collected per person per day									
Variables	Coef.	Std.	z	Coef.	Std.	z	Coef.	Std.	z
<b>Socioeconomic variables</b>									
In(population density)	0.196	0.048	0.00 ***	0.197	0.048	0.00 ***	0.250	0.061	0.00 ***
In(family size)	-0.454	0.308	0.14	-0.570	0.318	0.07 *	-0.471	0.390	0.23
Proportion of females	-0.285	0.704	0.69	-0.452	0.713	0.53	-0.266	0.844	0.75
Proportion of aged 15 and under	0.005	0.009	0.59	0.001	0.009	0.90	0.013	0.010	0.20
Proportion of aged 65 and over	-0.002	0.004	0.64	-0.003	0.004	0.43	-0.008	0.005	0.13
Percentage of workers: agriculture or forestry	-0.004	0.004	0.33	-0.004	0.004	0.41	-0.008	0.007	0.26
Percentage of workers: fishing	-0.001	0.004	0.81	-0.000	0.004	0.95	-0.008	0.005	0.12
Percentage of workers: service sector	-0.003	0.004	0.40	-0.002	0.004	0.60	-0.010	0.005	0.04 **
<b>Policy variables</b>									
Dummy: pricing bag on waste collection	-0.048	0.090	0.59	-0.056	0.090	0.53	-0.136	0.151	0.37
Dummy: pricing bag on recyclables collection	-0.093	0.112	0.40	-0.070	0.113	0.54	0.080	0.149	0.59
In(total number of travellers per islander)	-0.003	0.044	0.95	-0.009	0.044	0.85	0.065	0.055	0.24
In(total number of overnight stays per islander)	0.183	0.043	0.00 ***	0.187	0.043	0.00 ***	0.135	0.053	0.01 **
<b>Physical and geographical features in islands</b>									
In(perimeter of island)	0.048	0.053	0.36	0.052	0.053	0.3	0.196	0.092	0.03 **
In(perimeter per unit area of island)	-0.240	0.085	0.01 ***	-0.233	0.086	0.01 ***	-0.149	0.126	0.24
Dummy: water supply come from the mainland	0.119	0.401	0.77	0.094	0.402	0.82	-0.398	0.606	0.51
Dummy: carrying out seawater desalination	0.092	0.115	0.42	0.102	0.116	0.38	-0.080	0.176	0.65
<b>Year dummy / Groups of islands dummies</b>									
Year dummy ?	No			0.087	0.061	0.15	0.025	0.067	0.71
Islands groups dummy ?	No			No			Yes		
constant	7.386	0.460	0.00 ***	7.482	0.465	0.00 ***	7.401	0.763	0.00 ***
sigma_u		0.419			0.423			0.348	
sigma_e		0.380			0.377			0.377	
rho (fraction variance)		0.549			0.558			0.460	
R-sq:	within	0.01		within	0.02		within	0.03	
	between	0.37		between	0.37		between	0.70	
	overall	0.31		overall	0.32		overall	0.62	
Number of obs		255			255			255	
Number of groups		152			152			152	

## Acknowledgments

This work was supported by Sumitomo Foundation for 2020.

## Reference

- Arbulú, I., Lozano, J. and Rey-Maqueira, J. 2015. Tourism and solid waste generation in Europe: A panel data assessment of the Environmental Kuznets Curve. *Waste Management* **46**: 628-636.
- Diaz-Farina, E., Díaz-Hernández, J. J., and Padrón-Fumero, N. 2020. The contribution of tourism to municipal solid waste generation: A mixed demand-supply approach on the island of Tenerife. *Waste Management* **102**: 587-597.

Keywords: Overtourism, panel data analysis, waste generation

# 揮発性有機塩素化合物による土壤汚染地周辺での多様な曝露経路を想定した健康リスク Health risks from various exposure pathways of chlorinated volatile organic compounds around contaminated soil sites

横浜国立大学 ○小林 剛、金 美辰、丸田 有美、李 京

## 1. はじめに

揮発性有機塩素化合物（CVOC）による土壤汚染が多数顕在化しており、人体への影響が懸念されている。土壤汚染問題に対しては、環境基準を超過すると社会問題となることも多く、多額な費用や他の環境影響、社会に多大な負担があっても、掘削除去等の場合によっては過剰と思われる対策が行われることも多い。環境基準は「これ以上だと危ない濃度」ということではなく、生涯その濃度で曝露されても「悪影響は生じないとみなせる濃度」を環境の目標値として定めている。基準超過した場合には、どの程度の大きさのリスクになるかを評価して、対策を検討する必要がある。

本発表では、土壤汚染のリスク評価ツールとして、産業技術総合研究所の GERAS モデルを用い、またシャワー時の曝露など、考慮されていない曝露経路は別に考慮することとして、多様な曝露経路を想定した健康リスク評価を試みることにした。

## 2. 方法

GERAS およびオランダの CSOIL でのシャワー時の曝露量の計算式を用いて、評価対象とした曝露経路（農作物摂取、地下水飲用、土壤直接摂取、屋内空気吸入、屋外大気吸入、シャワー時蒸気の吸入、シャワー時経皮吸収）毎の曝露量を求めた。さらに GERAS モデルでパラメータの感度解析も行った。

PCE、TCE、1,2-DCE、VC の経口、吸入と経皮経路ごとの耐容 1 日摂取量（TDI）、ユニットリスクの情報は、清涼飲料水評価書（食品安全委員会）や WHO 飲料水水質ガイドライン（第四版）などから情報を得た。非発がんのリスク評価は、ここでは計算された曝露量が TDI の何倍に相当するかで評価し、発がん性リスクは計算された曝露量とユニットリスクから、生涯発がん確率を求めて評価した。

モデル汚染サイトとして、汚染範囲 2.5m、汚染深さ 20m、帯水層までの距離を 10m、土壤有機炭素含有率 0.03、曝露期間を 5 年（大人）、TCE と VC の土壤汚染濃度をそれぞれの基準値の 2 倍（0.06mg/L, 0.004mg/L）と設定して、他のパラメータは GERAS で使われるデフォルト

表 1 経路毎の TCE の曝露量の計算例

曝露経路	曝露経路ごとの曝露量 (mg/kg 体重/day)	経路ごとに総リスクへの寄与率
①農作物摂取	4.00E-05	38.8%
②地下水飲用	1.28E-08	0.12%
③土壤摂取	8.80E-06	0.85%
④屋内空気吸入	2.19E-05	21.3%
⑤屋外大気吸入	4.06E-09	0.00%
⑥シャワー時蒸気の吸入	2.56E-06	24.8%
⑦シャワー時の経皮吸収	1.45E-06	14.1%

表 2 経路毎の VC の曝露量の計算例

曝露経路	曝露経路ごとの曝露量 (mg/kg 体重/day)	経路ごとに総リスクへの寄与率
①農作物摂取	4.61E-07	4.0%
②地下水飲用	5.54E-09	0.05%
③土壤摂取	3.76E-08	0.3%
④屋内空気吸入	8.66E-06	75.6%
⑤屋外大気吸入	1.62E-09	0.01%
⑥シャワー時蒸気の吸入	1.61E-06	14.1%
⑦シャワー時の経皮吸収	6.79E-07	5.9%

値で固定して計算を行った。

## 3. 結果・考察

TCE および VC の曝露経路別の土壤汚染の発がんリスクの計算結果の例を表 1 および表 2 に示した。TCE の計算例では、農作物の摂取による曝露経路のリスクが最も大きくなったが、土壤汚染地で汚染地下水で農作物を栽培することは想定しにくい。農作物を除くと、シャワー時の蒸気吸入や経皮吸収が重要な曝露経路となり、その次は屋内空気の吸入となった。また、シャワー時の蒸気吸入と経皮吸収からの曝露は総リスクへの寄与率は 39%程度で、帯水層までの距離が小さいほど、地下水の濃度が高まるため、TCE についてはシャワー時の蒸気吸入と経皮吸収の曝露量が大きくなった。揮発性が高い VC については、屋内空気の吸入による曝露がほとんどで、シャワー時の蒸気吸入と経皮吸収からの曝露は総リスクへの寄与率は比較的小さくなったが無視できなかった。帯水層までの距離のパラメータが小さくなると、地下水濃度も高くなるため、シャワー経路の曝露量が大きくなる傾向があった。多様な曝露を考えることの重要性が確認できた。

キーワード 揮発性有機塩素化合物、土壤汚染、多様な曝露による健康リスク

# アオウキクサと微生物による水質浄化のための培養方法 How to cultivate Lemna aoukikusa and microorganisms for water purification.

山梨英和中学校・高等学校 ○池田 遥音

## 1. 初めに

私達は、生活排水によって河川や海の中に有害化学物質を排出している。その物質が水中の生物に悪影響を与える場合もある。様々な水質浄化技術がある中、学校内に生息するウキクサの浄化能力に着目し、この研究を始めた。本研究では、ウキクサと微生物が共存し、浄化効率を高めているか検証する。

## 2. 方法

### 2.1 実験 1

学校のビオトープに生息しているアオウキクサを使用し、LAS 溶液 (検体①)、微生物がいるビオトープの水+LAS (検体②)、LAS 溶液+ウキクサ (検体③)、微生物がいるビオトープの水+LAS 溶液+ウキクサ (検体④) の 4 つの条件で、三角フラスコに 24 日間 25°C で定温放置した。3 日置きにそれぞれのフラスコから検体を採取し、LAS 溶液の濃度を炭素数ごとに液体クロマトグラフィーで測定した。

### 2.2 実験 2

ウキクサの水質浄化のための最適な光条件、温度条件を見つけるため、次のような条件で実験した。

温度が 25°C で光照射時間を 9 時間 (A)、15 時間 (B)、温度が 20°C で光照射時間が 9 時間 (C)、15 時間 (D) で行った。ビーカーに蒸留水と本校にあるビオトープの水を入れたものを条件ごと 3 つずつ用意し、それぞれにウキクサを葉状体 10 枚ずつ浮かべた。約 3 日置きに葉状体数を計測し、開始日からの増加率で比較をした。

## 3. 結果

### ・実験 1

炭素数 (C10)、炭素数 (C11) とともに①以外のすべての条件に減少が見られ、最も減少したのは検体②の条件であった (図 1)。

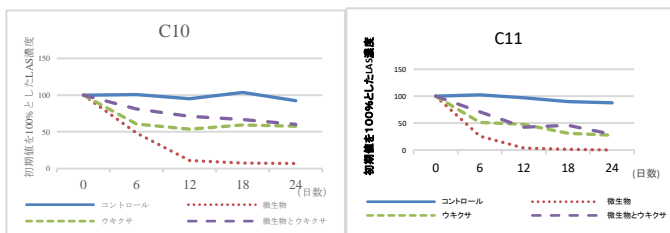


図 1 C11・C12 の LAS 減少速度の結果

### ・実験 2

A では初期値 (10 枚) から 18 枚、B では 24 枚、C では 14 枚、D では 5 枚増加した (表 1)。この増加枚数は、各条件 3 つのビーカーの平均値とする。

表 1 葉状体の増加枚数と増加率

	増加枚数	増加率
A	18	1.771429
B	24	2.352381
C	14	1.37619
D	5	0.547619

## 4. 考察

実験 1 の結果より微生物、ウキクサそれぞれに LAS を分解する能力があることが明らかになった。しかし、②から④よりウキクサと微生物による LAS を浄化する能力の相乗効果が見られなかった。それは、光条件を操作できない恒温器でウキクサの葉状体が白化し、状態が悪化したことも関係すると考えられる。そのことから LAS をより効率よく減少させるためには、ウキクサと微生物が共生するだけでなく、光条件、温度条件が重要であると推測する。

実験 2 の結果より光照射時間を 15 時間、温度を 25°C の条件がウキクサにとって最適な増加条件と考えられる。

## 5. 展望

今後は、ウキクサの増加率と LAS の浄化効率との関係性を調べ、ウキクサの LAS を分解、または吸収する力が最も発揮される条件を見つける。

## 参考文献

- 1) 森一博・遠山忠・清和成・河野哲郎 2005 年 日本水処理生物学会誌
- 2) 水生植物の根圏における界面活性剤分解作用とその強化

キーワード ウキクサ、水質浄化、LAS

# ミズダニを指標動物とした山梨県の水環境の評価Ⅱ

## Evaluation of the water environment in Yamanashi using water mites as index animals Ⅱ

山梨英和中学校・高等学校 ○北出 乃愛, 池上 花実

### 1. はじめに

山梨県は78%の面積が山林で水明の県と呼ばれているが、最近、河川の水質の変化が懸念されている。そこで環境省の発表している水質評価法を準用しミズダニにスコアを与え、それを指標として山梨県下全体の水環境を4段階に分けて客観的に評価しようと考えた。

### 2. 研究方法

県下54本の河川に183箇所の調査地点を決め、主要河川は四季を通じて年間4回、他は1回、以下のように調査した。

- ①各地点の理化学、生物調査（水生動物）した。
- ②生物調査は1地点1m×1mのコドラート3箇所からキック法で動物を採取した。その後ピッキング、検鏡し、属の同定を行った。
- ③採取個体は90%エタノールに属ごと分けて保存した。
- ④環境省の水生動物平均スコア法を準用してミズダニ属のスコアを算出した。

### 3. 研究結果・考察

- ・水生生物（環境省指定）64属（シン普森多様度指数0.9045）、ミズダニ属14属（多様度指数0.8660）を採取し、その個体数比率はほぼ10：1であった。
- ・ミズダニ属の県下平均密度は1.1匹/m<sup>2</sup>である。
- ・最高密度河川は平等川（3.7匹/m<sup>2</sup>）で優占種はアオイダニ、ナガレダニである。
- ・ミズダニ属は水質（4段階）により住み分けていて指標動物としての妥当性が $\chi^2$ 乗検定により示唆された。
- ・年齢によって評価基準を定性的と定量的の2種類作成し水質評価の試行を行い有意差がないことが分かった。

### 4. 結論

県下54本の河川の水生動物とミズダニを採取し、ミズダニの分布と多様性を明らかにした。ミズダニ属の平均スコアと評価基準の妥当性を検証できた。ミズダニ属の評価基準を小・中学生向け、高校生・一般向けの2種類作成し、検討した。後者の定量的方法を用いて河川の水環境評価を実施し90%の調査地点の水質が良好であると判断できた。

表1 捕獲水生動物

目名	科名	目名	科名
カゲロウ目	フタオカゲロウ科	アミメカゲロウ目	クロツツトビケラ
	チラカゲロウ		カクツツトビケラ
	ヒラタカゲロウ	コウチュウ目	ゲンゴロウ
	コカゲロウ		ミズスマシ
	マダラカゲロウ		ガムシ
	カワカゲロウ		ヒラタドロムシ
	モンカゲロウ		ドロムシ
トンボ目	カワトンボ		ホタル
	サナエトンボ	ハエ目	ガガンボ
	オニヤンマ		アミカ
カワゲラ目	アミメカワゲラ		チョウバエ
	カワゲラ		ブユ
カメムシ目	ナベフタムシ		ユスリカ
アミメカゲロウ目	ヘビトンボ		アブ
	ヒガナガカワトビケラ	ウズムシ目	サンカクウズムシ
	カワトビケラ	ニナ目	カワニナ
	シマトビケラ	モノアラガイ目	モノアラガイ
	ナガレトビケラ	ハマグリ目	シジミガイ
ヨコエビ目	ヨコエビ	ミミズ綱	エラミミズ
ワラジムシ目	ミズムシ		ミミズ
エビ目	サワガニ1	ヒル綱	ヌマビル

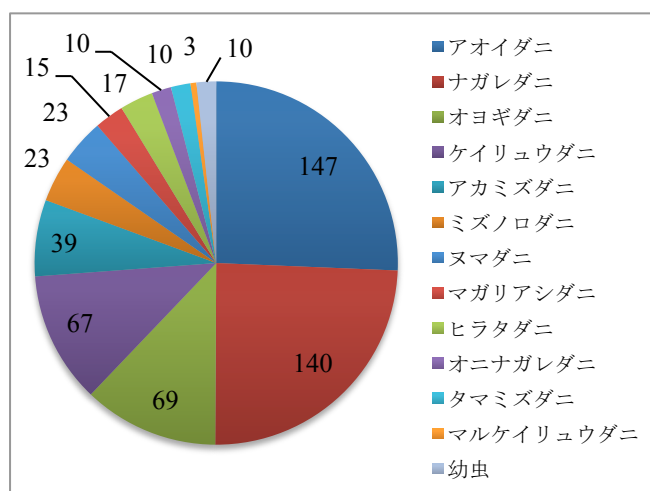


図1 捕獲ミズダニ一覧

### 参考文献

- 今村 泰二 ミズダニ類の生態・ミズダニ形態と種類  
日本淡水生物学 近代文芸社 (1996 244-322)
- 吉成 暁 日本産ミズダニ類移一科および属への検索  
兵庫陸水生物 (2010 ; 61 62 : 117-147)
- 大高 明史 日本陸水域に生息する水生ミズダニ類相の解明と目録作成 科学研究費助成金研究成果報告書 (2005 ; 3)

### キーワード

ミズダニ, すみわけ, 指標妥当性, 評価基準, スコア法

# 係留型回収装置を用いた都市沿岸域における浮遊ゴミの回収 The survey using Seabin to trap floating debris found along coastal area

武蔵野大学 工学部 渡邊 翔也、坂井 拓海、○真名垣 聡、  
平泉洋行 (株) 池田 隆

## 1. 背景

地球規模で広がる海洋プラスチックによる海洋汚染の対策が急務となっており、過去 20 年ほど、国内外の様々な機関が海洋ゴミの研究や回収作業をおこなっている。回収作業については現在、25 万トン以上漂っている<sup>1)</sup>と推測されている浮遊ゴミ (海洋プラスチック) の採取にスキネットを使って船などで直接採取する<sup>2)</sup>方法と、海洋に浮遊しているものを係留型の装置を設置して回収する方法の 2 つが主に用いられている。係留型は実際に海洋に浮上しているプラスチックをオンサイトで受動的に回収できることが特徴であり近年、技術開発や適用が検討されている。しかしながら、回収できる浮遊ゴミの詳細は把握できておらずその有用性に関して検討の余地が残されている。本研究は、そのような背景をもとに使用が検討されている海ゴミの回収装置を用いて回収量、種類判別からその有用性を明らかにすることを目的とした研究をおこなった。

## 2. 研究方法

研究対象試料として、係留型回収装置(Seabin 平泉洋行)にて回収された内容物を採取した。係留型回収装置は 1 時間当たり 25,000L の海水をネットを付けた吸込み口 (口径 50 cm、公称目合 0.50 mm) から 24 時間吸引し、海水中に含まれる浮遊物を捕集した。調査対象地点は、神奈川県湘南港、及び東京都夢の島を選定し、2020 年 9 月から 12 月に複数回採取した。

採取した試料は研究室に持ち帰り、乾燥させた。乾燥試料を目視で分別し、木片、葉や砂等の自然由来の物とプラスチック類などの人工物に分けた。プラスチックに関してはふるい (2mm、1mm、0.5mm、0.18mm) にかけて大きさを分別した後、顕微鏡を用いてプラスチック断片や繊維を選別、全長を測定した。分別した試料についてフーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR, 日本分光) を用いて、成分同定を行った。

## 3. 研究結果

係留型回収装置から回収された内容物の総重量の 1 週

間の平均値は湘南港、夢の島でそれぞれ 1.2kg、1.1kg であった。この重量の内、68% (湘南港)、57%(夢の島)を木片などの自然由来の物が占めていた。人工物 (プラスチック) の個数を同日で採取した回収物について比較すると湘南港では 133 個/日 (緑 36 黄 4 赤 47 青 39 白 7 個)、夢の島では 203 個/日となり全体的に夢の島の方がプラスチック個数は多い傾向にあった。

人工物 (プラスチック) の FT-IR による材質の同定結果例を図 1 に示す。今回、回収された人工物について FT-IR にて材質を同定したところ、湘南港ではポリプロピレン (64%) とポリエチレン (16%) で全体の約 80% を占めた。海洋中には様々な種類のプラスチックが存在していることが報告されているが、今回の回収物は浮遊ゴミを対象としており、プラスチックの中で比重の軽い (<1.0) ポリプロピレンやポリエチレンが回収された可能性が示唆された。

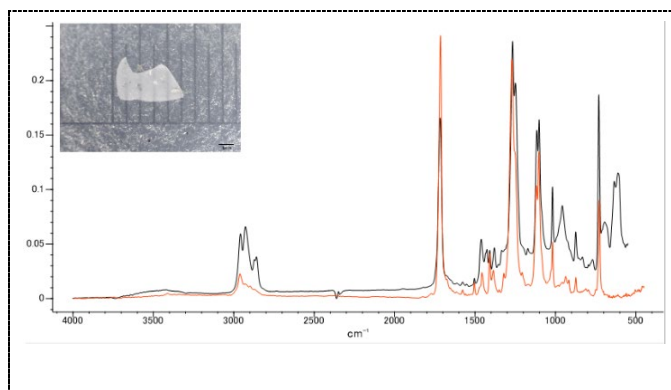


図 1 係留型回収装置中のプラスチック (PE) のスペクトル

## 参考文献

- 1) Eriksen M., et al.(2014) Plos one, 9(12) pp.1-15
- 2) 漂流マイクロプラスチックのモニタリング手法調和ガイドライン 入手先  
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/114043.pdf> 8

キーワード 海洋プラスチック, 浮遊ごみ, 海ごみ回収装置

# 企画シンポジウム

# シンポジウム

※全てのシンポジウムは、オンラインにて開催されます。

## シンポジウム-1

「学生によるSDGs活動の地域での認知拡大と深化」

9月10日（金） 9：30～12：00

## シンポジウム-2

「化学物質管理促進のためのPRTRデータの活用に向けた研究の取り組みと今後の課題」

9月10日（金） 14：00～16：30

## シンポジウム-3

「炭素中立の未来への地域環境イノベーション」

9月10日（金） 14：00～16：00

## シンポジウム-4

「世界環境憲章と日本の環境法政策——環境法の基本原則の視点から」

9月10日（金） 14：00～16：30

## シンポジウム-5

「シビックテックによる気候変動リスクの「自分事化」を促進する手法の開発—オンライン熟議の発展に向けて—」

9月11日（土） 9：30～12：00

## シンポジウム-6

「地域から脱炭素社会を構築するには—脱炭素政策検討支援ツールの開発と社会実装」

9月11日（土） 9：30～12：00

## シンポジウム-7

「東南アジアにおけるライフスタイルの変化と環境負荷」

9月11日（土） 9：30～12：00

## シンポジウム-8

「持続可能な社会形成とサステナビリティ・サイエンス～ポストSDGsを見据えた学の展開」

9月11日（土） 13：30～16：00

## シンポジウム-9

「カーボンゼロ社会に向けた社会目標と市民対話のデザインと実践」

9月11日（土） 13：30～16：00

# シンポジウムー1

## 「学生による SDGs 活動の地域での認知拡大と深化」

オーガナイザー 杉本卓也（千葉商科大学）准教授  
竹内彩乃（東邦大学）講師

趣旨説明： 学生による課外活動には様々な種類があり、近年では SDGs と関連した活動も行われている。活動が地域で展開される場合、学生組織の認知度合いによって地域との連携や協力の難易度は変わる可能性がある。活動を地域で積み重ねていくことで、認知度や信頼を獲得することができる。またそれ以外の方法として、活動を大学や第 3 者機関が認定し資格を発行することで、社会的な信頼を担保する方法もあり得る。

このシンポジウムでは、SDGs 活動を展開する上での学生組織の地域における認知向上について議論する。学生活動については、COVID-19 による社会状況下でのオンライン環境での学生活動を交えて報告する。外部評価制度を活用する利点や課題については、「SDGs アクター資格認定制度」を取り上げる。



# 学生による SDGs 活動の地域での認知拡大と深化

## Increasing Recognition and Deepening of SDGs Activities by University Students

オーガナイザー 千葉商科大学 杉本卓也, 東邦大学 竹内彩乃

### 1. はじめに

大学は教育研究機関であるが、地域社会における拠点という側面も存在する。大学の社会的責任（USR：University Social Responsibility）の観点からも地域から一定の役割が期待されていることは言うまでもない。地域向けの公開講座や授業の一環として地域で活動することもあれば、学生が課外活動として主体的に活動する場合も存在する。

学生による課外活動には様々な種類があり、近年では SDGs と関連した活動も行われている。活動が地域で展開される場合、学生組織の認知度合いによって地域との連携や協力の難易度は変わる可能性がある。活動を地域で積み重ねていくことで、認知度や信頼を獲得することができる。またそれ以外の方法として、活動を大学や第三者機関が認定し資格を発行することで、社会的な信頼を担保する方法もあり得る。

このシンポジウムでは、SDGs 活動を展開する上で学生組織の地域における認知向上について議論する。学生活動については、COVID-19 による社会状況下でのオンライン環境での学生活動を交えて報告する。外部評価制度を活用する利点や課題については、「SDGs アクター資格認定制度」を取り上げる。

### 2. 各報告の要旨

#### 2.1 多主体協働による環境人材育成手法の開発

竹内彩乃（東邦大学）

脱炭素社会の実現に向け、社会の様々な分野で「環境」という付加価値づけを行うことのできる環境イノベーション人材へのニーズが高まると考えられるが、その教育手法は発展途上にある。他者と関わることによって育成される能力であると考えられるため、座学ではなく多主体協働による手法が有効である。

本稿では、東邦大学理学部生命圏環境科学科の実習の一つである「生命圏環境科学プロジェクト実習」の事例紹介を行う。環境科学に関するプロジェクトに参加し、PDCA サイクルを意識したマネジメントについて学ぶ学部 2 年生対象の実習で、SDGs アクター資格認定制度の実践科目となっている。特徴的なのは、外部講師が関わっていることで、学生は現場の経験に則した助言を受

けることができる。2018 年度 1 件、2019 年度 4 件、2020 年度 4 件のプロジェクトが立ち上がった。

2019 年度の「地球を守ろうプロジェクト」は、キャンパスで 1 日に約 2,000 本（2019 年 10 月時点）のペットボトルが廃棄されていることに問題意識を持った学生が立ち上げた。当初は、ペットボトルリサイクル製品を作る予定であったが、外部講師からの助言や外部イベントへの参加によって、最終的には、女子美術大学の学生と協力してペットボトル削減の意識啓発のためのオブジェを制作することになった。学科の実習が終了した後も話し合いを継続し、2021 年度 6 月から 7 月にかけて、東邦大学習志野キャンパスメディアセンターで展示することができた。新型コロナウイルスの影響で予定が大幅に遅れてしまったが、オンラインツールを活用した継続した話し合い、各大学の強みを活かした役割分担ができたことが成功要因であったと考えられる。さらに、当初から関わっている図書館の関係者の紹介によって、近隣自治体の図書館での巡回展示が決まっている。地域への展開も学びの場として活用しつつ、多主体協働による教育手法の開発に貢献していきたい。

#### 2.2 遠隔状況下における SDGs 活動の展開

杉本卓也（千葉商科大学）

手嶋進（千葉商科大学）

千葉商科大学は 2017 年度より「自然エネルギー 100%」大学の達成に向けた取り組みを進めてきている。これは、「大学が所有するメガソーラー発電施設による創出エネルギー量」と「キャンパスで使用するエネルギー量」を同量とすることを目指している。2020 年度では、キャンパスで使用する全てのエネルギー量（電気+ガス）について、創出するエネルギー量と使用するエネルギー量が同量となり、自然エネルギー 100% 大学となった。

ただしこれは 2019 年度末以降新型コロナへの対応による部分が大きい。特に 2020 年度春学期はキャンパスへの学生の入校を制限し、遠隔（オンライン）による授業実施に転換した。秋学期には一部の授業をキャンパスで実施したが、2020 年度全体としてキャンパス内でのエネルギー使用量が減少し、自然エネルギー 100%

が達成されたというのが実情である。そのため新たに2023年度を目標年として設定し、省エネ施策を推進することで平常時でのエネルギー消費を踏まえた自然エネルギー100%大学の実現を目指すこととした。

他方で、コロナ禍でも様々な活動を展開することが出来た。特に、学生団体 SONE (Student Organization for Natural Energy) では、キャンパスへ入校できなかった時期においてもオンライン環境で実施可能な活動を見出した。例えば、千葉商科大学では卒業生を対象とした同窓会誌を年3回発行している。その同窓会誌内で、身近にできる省エネ方策の特集記事を寄稿した。記事の寄稿は SONE から学長プロジェクトの教員へ提案があり、教員から同窓会誌の事務局へ連絡したことで実現した。その他、千葉商科大が主催する自然エネルギー100%大学に関するオンラインセミナーへの出演や、企業が主催するオンラインイベントでの報告依頼などコロナ禍特有の活動展開もあった。

報告では千葉商科大学におけるコロナ禍での自然エネルギー100%大学の取り組みについて、学生団体 SONE の活動を交えて紹介する。

### 2.3 SDGs アクター制度の概要

中口毅博 (芝浦工業大学)

政府は2014年、地方創生法を制定し、すべての都道府県、市町村が「まち・ひと・しごと創生総合戦略」を策定し、移住政策を実施してきたが、地方都市から大都市圏への人口流入の流れはこの5年間で止まらなかった。持続可能な地域づくりの担い手は、人口減少の状況では限られたパイの奪い合いになり、勝ち組と負け組が出てしまう。全国のすべての自治体で持続可能な地域づくり同時成立させるためには、移住一辺倒ではなく社会活動に参加する人、すなわち「活動人口」を増加させることが不可欠である。

その担い手として、次世代、すなわち若い世代が期待されており、学校教育などにおいては、既に総合的な探求の時間や ESD などを通じて担い手育成は多かれ少なかれ実施されているが、10~20年後に期待するのではなく、次世代がリアルタイムで主役となって活動しなければ、人口減少や少子高齢化で疲弊する地方都市を救うことはできないと考える。

SDGs アクターとは、このような課題を解決するために設置された資格認定制度で、地域や国際社会の SDGs 達成のための活動を実践している者に与えられる資格である。大学教員・NGO・企業等からなる審査会で審査

し、非営利団体が認定するもので、2019年度2大学55名、2020年度は5大学111名が資格を取得した。資格取得者は、希望する進学先や就職先などに対し、SDGsに関する知識を習得し、活動を実践していることをアピールできる。ベーシック、スタンダード、プロフェッショナルの3段階があり、スタンダードはさらに第1グレード、第2グレード、第3グレードと複数のステップからなっている。現在は5つの指定校から申請した大学生のみが資格を取得しているが、SDGsに関する基礎的講座を受講し、SDGs達成に貢献する活動の実績があれば、中学生、高校生、大学生、社会人のいずれでも申請できるよう、規格を改良中である。

本発表では SDG アクターの現状と課題について報告することで、次世代の参画による地域課題解決に向けてのしくみについて問題提起し、意見交換をさせていただきたい。

### 3. 総合討論

総合討論では次の3点を中心に議論したい。

- ・地域や連携先とのコミュニケーション  
特に、連携初年度は互いの目的意識や認識の違いを埋めるところから始める必要がある。信頼関係の構築のためのコミュニケーション方策や、その際の第三者による資格制度の活用について議論したい。
- ・コロナ禍での活動展開 (プロジェクト管理)  
キャンパス内外での活動に大きな制約が入ったのが実情である。どのような創意工夫をし活動を展開していったのか、また、今後どのように展開していくのかについて議論したい。
- ・学生の活動意欲 (モチベーション管理)  
モチベーションは、自己実現といった内発的なものから、報酬等による外発的な物まで様々である。コロナ禍において学生のモチベーション管理についても重要であると考えられる。またその際の、資格制度による活動認定の効用についても検討したい。

下記の学生も交えてディスカッションを行う。会場からも積極的なご意見、ご感想を求めたい。

学生団体 SONE 堀川春花 (千葉商科大学)

東邦 Ecolution 中川愛珠 (東邦大学)

高橋克英 (東邦大学)

SDGs アクター連絡会 船山尚久 (芝浦工業大学)

キーワード SDGs, 地域連携, 認証制度

## シンポジウムー2

### 「化学物質管理促進のためのPRTRデータの活用に向けた研究の取り組みと今後の課題」

プロジェクト名：環境研究総合推進費 SⅡ-4

「ライフサイクル全体での化学物質管理に資する PRTR データの活用方策に関する研究」

化学物質管理戦略研究会共同企画

オーガナイザー 小口正弘（国立環境研究所）主幹研究員  
亀屋隆志（横浜国立大学）教授

趣旨説明： わが国の化学物質排出・移動量届出制度（PRTR）は2001年の法制化以降、制度の浸透と多くの時系列データの蓄積、排出抑制のための自主管理の改善が行われてきた。一方で、PRTR データをより実践的に活用していくことが次のステップとして求められている。本シンポジウムでは、最終年度を迎える環境研究総合推進費戦略的研究開発領域課題 SⅡ-4「ライフサイクル全体での化学物質管理に資する PRTR データの活用方策に関する研究」（2019～2021 年度）の成果を報告するとともに、化学物質管理の一層の促進に向けた PRTR データのより実践的な活用や PRTR 制度のあり方等について残される今後の課題について議論する。

# 化学物質のフロー・環境排出量把握における情報基盤としての PRTR データの活用

## PRTR data as primary information for understanding chemical substance flows and environmental emissions

国立環境研究所 ○小口正弘, 大久保伸, 谷川昇

### 1. はじめに

「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」に基づく PRTR 制度では、現行 462 種の幅広い化学物質について排出移動量を継続的に把握、公表しており、これを化学物質の排出インベントリや物質フローデータの一部として活用できると考えられる。ただし、PRTR 制度は個々の事業者の自主管理を目的としたものであり、化学物質の排出インベントリや物質フローの把握を主たる目的とはしていないことから、環境排出量や物質フローの把握に活用する際には、PRTR データの特徴をふまえ、その活用可能性を判断することが必要である。

環境研究総合推進費 SII-4-1(1)では、PRTR データの算出方法等の実態把握をふまえ、PRTR データが環境排出量や物質フローの実態をどの程度反映しているか、またそれら全体のどの部分を捕捉しているかを業種・物質群等ごとに明らかにすることを目指している。本稿ではその進捗について紹介する。

### 2. 算出方法に応じた PRTR 届出データの正確性と捕捉範囲の整理

PRTR 制度において届出されている排出移動量は、経済産業省・環境省の算出マニュアル<sup>1)</sup>に示された物質収支、実測、排出係数、物性値を用いた計算、その他適切と考えられる方法のいずれかまたは組合せにより算出されている。著者らは、算出マニュアルで示されている算出方法選択の考え方や留意事項をふまえて、算出方法ごとに算出される排出移動量データの特徴を整理している(表 1)<sup>2)</sup>。

この整理によれば、PRTR 届出データが実際の環境排出や事業所外への移動をどの程度反映しているかは、取扱量に対する排出移動量の割合の大小、排ガス・排水・廃棄物等における対象物質の濃度レベルや濃度変動の大小、算出に用いるデータの根拠などに対して適切な算出方法を用いているかに左右される。そこで著者らは、これらについて PRTR 届出事業所を対象とした実態調査を行い、その結果に基づく PRTR 届出データの評価を行っている。その結果の例について以下に紹介する。

### 3. PRTR 届出データの算出方法等の実態調査と評価

#### 3.1. PRTR 届出データの算出方法等の実態

PRTR 届出データの算出方法等について、A 都道府県における届出事業所を対象としたアンケート調査を実施した。調査は届出データから見て排出移動量全体への寄与が大きいと考えられた 9 業種(化学工業、医薬品製造業、プラスチック製品製造業、ゴム製品製造業、鉄鋼業、非鉄金属製造業、金属製品製造業、電気機械器具製造業、輸送用機械器具製造業)の事業所を対象として 2020 年 2~3 月に実施した。約 220 事業所へ調査票を発送し、130 事業所からの回答を得た(回収率約 60%)。調査では主に、取扱量とその把握方法、排出移動量を算出している工程、排出移動量の算出方法とその詳細を物質や媒体ごとに質問した。

回答数が比較的多かった物質の届出大気排出量を例とし、その算出方法の回答内訳を図 1 に示す。届出大気排出量の算出方法は物質、事業所によって様々であり、全体としては一定の傾向は見られないが、無機化合物と有機化合物では異なる傾向が見られた。無機化合物では

表 1 算出方法に応じた PRTR 届出排出移動量の正確性と捕捉範囲の整理<sup>2)</sup>

算出方法	排出移動率(排出移動量/取扱量)		排出濃度		排出の変動		根拠データ		低含有・不純物由来の捕捉
	大	小	高	低	大	小	自社データ	マニュアル	
①物質収支	○	×	-	-	○	○	-	-	取扱量に低含有・不純物を含むか否かで決まる
②実測	○	○	○	×	△ (実測頻度による)	○	-	-	原理的に捕捉されている
③排出係数	×	○	○	○	△ (元データによる)	○	○ (定期的な見直し必要)	△ (データ精査の有無による)	取扱量に低含有・不純物を含むか否かで決まる
④物性値	×	○	○	○	△ (計算条件設定等による)	○	△ (計算精度による)	△ (データ精査の有無による)	取扱量に低含有・不純物を含むか否かで決まる

ゼロとしているケースが多く、それ以外では実測または排出係数による方法を用いているケースが多かった。ゼロとしているケースはその多くが物質が揮発性ではないためゼロと見なしているとのことであった。一方、有機化合物では、一部の物質を除いて物質収支または排出係数による方法を用いているケースが多かった。

3.2. 算出方法の実態をふまえた PRTR 届出データの評価  
届出大気排出量の取扱量に対する割合（以下、「排出率」と呼ぶ）と算出方法の関係を図 2 に示す。データ数が多い物質収支と排出係数による方法について見てみると、いずれの方法でも排出率は 0~1 の範囲で広く分布していた（なお、排出率が 1 を超えるケースも見られたが、それらは算出やアンケート調査回答時の誤差などによるものと考えられる）。

表 1 の整理では、排出率が小さいケースにおいて物質収支による方法は適していないが、実態としてはこのようなケースでも物質収支による方法が用いられているケースが多数見られた。特に、排出率が 0.01 未満（取扱量の 1%未満が大気排出）で物質収支による方法が用いられているケースも 20 以上あった。算出される届出大気排出量の値は、取扱量から差し引く他の媒体への排出移動量や製品への移行量（合計で取扱量の 99%以上）の算出精度に大きく左右されることから、これらのケースについては排出実態の反映の程度に課題があると考えられた。ただし、いくつかの回答では物質収支によって求めた化学物質量に除去率を乗じており（他の回答では未回答）、この場合には適切な算出が行われているものと考えられる。

一方、排出係数による方法を用いているケースでは、排出係数の根拠として 5 割が文献値、3 割強が過去の実測値を用いていた（残りは未回答）。文献値の出典は様々であるが、国や業界のマニュアルや指針などが挙げられていた。文献値、過去の実測値のいずれの場合でも、ごく一部の回答を除いて定期的な見直しは行われていなかった。このため、データの正確性、実態の反映の程度を確保するためには、事業者による過去の実測値データの収集整理や実態調査の追加に基づき、国や業界のマニュアルや指針の定期的な見直しと情報充実を行うことが重要であると考えられた。

#### 4. おわりに

現在、全国の事業所を対象とした PRTR 届出データの算出方法等の実態調査を計画している。データを充実し、

業種、物質ごとに算出方法等の実態の傾向把握と PRTR 届出データの評価を行うことで、業種および物質ごとに PRTR 届出データが実際の環境排出や事業所外への移動の実態をどの程度反映しているか、捕捉しているかを整理する予定である。

#### 謝辞

本研究は（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF19S20401）により実施した。

#### 参考文献

- 1) 経済産業省・環境省 (2019) PRTR 排出量等算出マニュアル第 4.2 版 第 I 部基本編
- 2) 小口 (2020) 環境科学会 2020 年会講演要旨集, 156-157

キーワード PRTR, 算出方法, 物質フロー, 排出インベントリ, データ評価

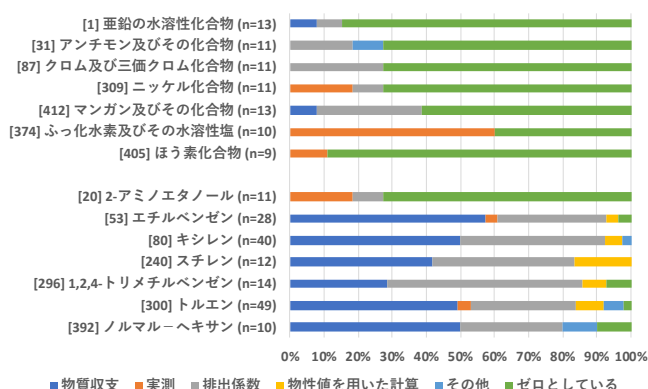


図 1 届出排出量（大気）の算出方法内訳（件数ベース）

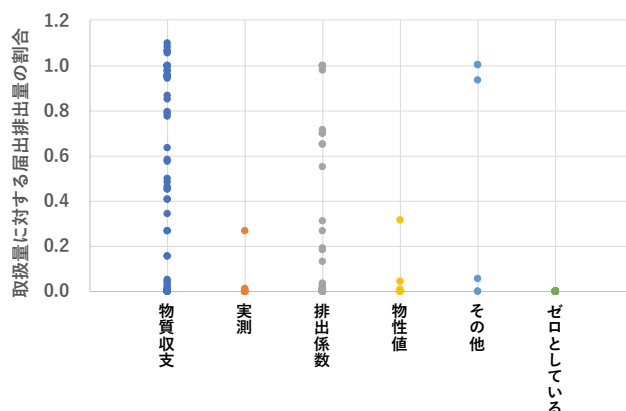


図 2 取扱量に対する届出排出量の割合と算出方法（図 1 に示した物質のデータを表示）

# 実測対象 PRTR 物質数の拡充と下水処理施設における排出量推計の高度化 Enhancement of the Database for Target Screening of Japanese PRTR Chemicals and Advanced Approach to Calculate Their Releases from Wastewater Treatment Plants

(国研) 土木研究所 ○高沢麻里, 平山孝浩, 對馬育夫, 山下洋正, 岐阜大学工学部 鈴木裕識

## 1. はじめに

「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」(化管法)に基づく化学物質排出・移動量届出制度 (PRTR 制度) では, 第一種指定化学物質の排出・移動量を毎年把握・公表している。本発表では, 下水中 PRTR 対象物質の効率的かつ網羅的な分析手法の検証と, 取得した流入下水実測値と下水道への届出移動量等に係る公表値の比較結果を報告する。

## 2. 方法

平成 28 年度の下水道への届出移動量<sup>1)</sup>に基づき, 下水道への移動量が届出されている物質数, および本研究チームで構築した LC-QToF-MS および ICP-MS のスクリーニングデータベース (DB) への登録内訳を整理した。併せて, 下水道への移動量と推計説明資料で整理された届出以外の移動量を合計後, 推定流入濃度を算出し, 流入下水実測濃度 ( $n=11$ ) と比較した。全国年間下水処理水量 (H28) を流入下水水量と同等とみなし, 下水道への移動量を処理水量で除することで推定流入濃度とした。

## 3. 結果および考察

下水道への移動量が届出されている PRTR 物質を整理した結果を表 1 に示す。有機物質と無機物質はそれぞれ 165 種および 20 種であった。本研究チームで構築した DB との重複はそれぞれ 23 種および 15 種であった。DB へ未登録である 147 種のうち 87 種は, GC-MS の質量スペクトル DB (NIST17, MS Search ver2.3) の登録物質であった。GC-MS 等の揮発性・半揮発性物質の測定が可能な装置を導入すれば, 下水中の PRTR 物質のスクリーニング範囲をさらに拡充することが可能と考えられる。本研究における流入下水実測濃度と下水道への推定

流入濃度を図 1 に示す。無機物質は実測濃度と推定濃度の濃度レベルが概ね一致, または推定濃度が低くなる傾向が見られた。有機物質のうち, メトリブジン, テブフェノジド, PFOS, ベンゾフェノン, は, 下水道への移動量も報告されておらず, 推計値が得られていなかった。このように実測値の取得により, これまで制度上で下水道への移動量が得られていなかった物質についても, 把握可能となることが期待される。

## 4. まとめ

GC-MS 等の揮発性・半揮発性物質が測定可能な装置を導入すれば, 下水中 PRTR 物質のスクリーニング範囲をさらに拡充できると考えられる。下水道への推定流入濃度は, 流入下水実測濃度と概ね一致または低い傾向が見られた。本知見は, 正確な流入量の把握に繋がり, 排出量推計の高度化に寄与するものである。届出量等の情報の欠落により推計不可である物質については, 実測値の取得により補完可能となることが期待される。

\*謝辞 本研究の一部は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF19S20402)により実施された。

\*参考文献(最終アクセス:2021年6月29日)1)環境省,平成28年度PRTRデータの概要 [https://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/past\\_gaiyoH28.html](https://www.env.go.jp/chemi/prtr/result/past_gaiyoH28.html),

キーワード 下水道, PRTR 物質, 推計, 精緻化

表 1 下水道への移動量が届出されている PRTR 物質数と本研究チームで構築したスクリーニングデータベースでの捕捉状況

下水道への届出移動量データ (H28年度)	PRTR物質数		PRTR-DB登録物質数	
	有機	無機	有機	無機
届出された移動量(>0)	165	20	23	15
届出された移動量(=0)	9	2	1	2
データなし	263	2	58	1
合計	437	24	82	18

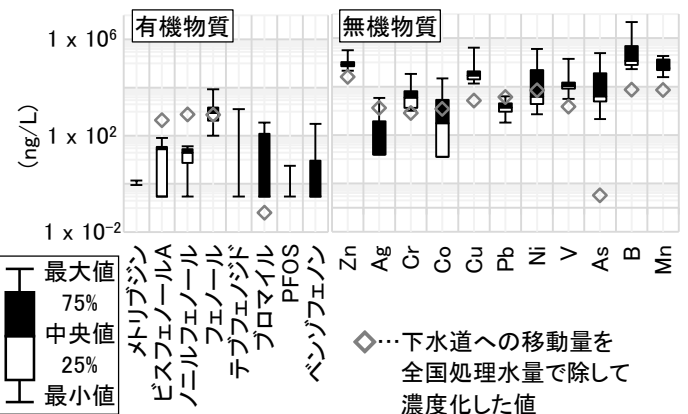


図 1 下水道への届出移動量と推計説明資料で整理された届出以外の移動量から算出した推定流入濃度(◇)および流入下水中 PRTR 物質の実測濃度(箱ひげグラフ)

# 化学物質環境リスクの管理支援ツールの活用に向けて To Install Support Tools for Environmental Risk Management of Chemicals

横浜国立大学 ○亀屋隆志, 小林剛

## 1. はじめに

化学物質排出把握管理促進法（化管法）の制定以降、化学物質の管理の改善が多面的に進められてきた。多くの排出事業所では、化学物質を管理するデータベースシステムの導入や排出抑制の取組みを進めるとともに、排出状況の公表や地域住民との対話等も行われるようになった。法施行後 20 年を迎え、これまでの取組みを見直し、さらなる効果的な改善につなげていくため、PRTR データを活用した環境リスクの評価を進め、事業者による効率的な管理の促進や、行政による環境改善の効率的な状況把握が期待される場所である。筆者らは、環境研究総合推進費戦略的研究開発 SII-4-2 において、PRTR 制度における排出源管理及び環境改善把握の支援ツールの開発に取り組んでいる。本報では、化管法の 2 回目の大幅見直しにおける物質指定の変化や、指定物質についての有害性情報のほか、筆者らが取り組んでいる尺度化法を用いた簡易なリスク評価手法や、GC-MS AIQS-DB 法を用いた簡易なスクリーニング分析手法の検討状況について報告する。

## 2. 化管法見直しによる新たな物質選定<sup>1)</sup>

化管法では、2020 年 8 月 31 日に指定物質の見直しについて答申<sup>2)</sup>が示された。前回見直し以降の新たな知見に基づき有害性要件への適否が見直された。また、環境での存在状況に係る曝露要件について、一般環境中での検出状況に加えて考慮されていた製造輸入数量に代わり、製造輸入数に排出係数を乗じて求めた推定排出量が新たに考慮されることになった。この結果、指定が見直される物質が大量に発生している。2020 年 12 月のパブリックコメント時点では 179 物質の指定除外候補と 267 物質の新規追加指定候補を含めて計 650 物質となる指定物質の見直し案が提示されている。この見直しの後には、しかるべき周知期間が設けられるはずであるが、事業者においては届出排出量の推計方法や関連情報の収集、管理体制の構築などを大幅に変更する必要が生じることになる。また、排出量ベースで選定された物質構成となるため、届出物質数や届出排出量が全体的に増加することも予想され、化学物質の環境排出の実態をより詳細に知ることができるようになると思われる。このため、

本研究では、後述する有害性情報の収集や GC-MS AIQS-DB 法を用いた簡易な分析手法の適用範囲の拡大についても検討している。

## 3. 化管法指定物質の有害性情報

リスクベースでの効率的な環境管理を考える上では、有害性は不可欠な情報である。化管法の物質選定においてキースタディとされた有害性の根拠情報は環境省サイト<sup>3)</sup>で示されているが、事業所近傍での環境濃度のレベルと比較できるものはほとんどなく、リスク把握が困難な状況となっている。例えば、吸入慢性毒性は、国内外の大気基準値が 7 物質のみ示されているが、その他の一種と二種を合わせて 35 物質については、試験動物に対する無毒性量等を区分して有害性クラス 1~3 として示されているのみであり、毒性強度 10 倍の違いでクラスが区分されているため、多様な指定物質間の毒性強度の違いを把握するにはかなり物足りないものである。このため、本研究では、環境省の「化学物質の環境リスク評価」における有害性指標<sup>4)</sup>やエコケミストリー研究会が提案する大気管理参考濃度<sup>5)</sup>を収集整理して、事業所近傍での環境濃度の簡易推計値や地域での環境モニタリングを評価することとしている。いまのところ両者に共通して 92 物質、前者のみに 16 物質、後者のみに 123 物質、合計で 231 物質について収録されている。もちろん、法令等によりオーソライズされた確定した数値ではなく、両者の数値に大きな乖離がある物質も存在する不確実性を含む参考値であるが、有害性情報がさらに精査されることも含め、リスク管理の検討を始める上でのきっかけとなることを期待している。

## 4. 尺度化法を用いた簡易なリスク評価手法

この方法は、尺度化された最小限のパラメータを順に選択して簡単な足し算を行うことで事業周辺環境リスクのレベルを判定できる簡易で実用的なアセスメント手法である。また、判定結果に大きな影響を及ぼすパラメータを逆算的に辿ることが容易であるため、効果的な管理対策メニューを探ることもできる。本研究では、経済産業省と産業技術総合研究所が開発した低煙源工場拡散モデル METI-LIS Ver3.02（2020 年 8 月 17 日現在：

Ver3.4 にバージョンアップされている) <sup>6)</sup>を用いて、尺度化における判定の信頼性を科学的に検証した。以下にその概要 <sup>7)</sup>を紹介する。

各パラメータの実際の想定範囲において環境濃度に大きな変化をもたらす重要パラメータ (有害性, 排出量, 排出点高さ, 排出点からの距離, 風向頻度) 5 つを感度分析によって抽出した。環境濃度の計算値に与える変化率  $\alpha$  が約3倍の幅となるように各パラメータを尺度化し, 各尺度に与えたポイントが1だけ変化すると環境濃度に約3倍の変化が与えられるようにした。尺度を順次選択し, 簡単な足し算のみでリスクレベルが判定できるアセスメントシートを作成した。このアセスメント結果を実排出ケースについて各尺度幅の幾何平均値を用いた METI-LIS 計算結果と検証したところ, 理論的に最大で  $(\sqrt{3})^5 = \text{約} 16$  倍の誤差が発生する可能性があるところ, 10 倍を超える誤差や 3 倍を超える過小評価はほとんど発生せず, 簡易な尺度化法の妥当性が確認された。

#### 5. GC-MS AIQS-DB 法を用いた簡易な分析手法

今般, 前述した化管法指定物質の見直しにより, 指定除外候補と新規追加指定候補の大量の入れ替えが予定されている。本研究では, 審議会の答申やパブリックコメントとして発信された情報をもとに, AIQS-DB (自動同定定量データベース) 法の適用範囲の拡大を図っている。これまでの検討 <sup>8)</sup>では, 新規追加候補の半揮発性 114 物質について AIQS-DB 作成を試み, 61 物質を新たに追加した。これにより, 現行化管法対象物質と合わせて, 375 物質の一斉分析が可能となる。

この AIQS-DB を用いて, 全国 13 地点で行った大気モニタリング調査で入手した Total Ion Monitoring (TIM) データの再解析を試みたところ, 375 物質のうち 248 物質が検出される結果となった。このうち, 全 13 地点で検出が確認された物質は 75 物質あった。また, 検出率が 50 %以上の物質は 20 物質存在し, そのうち, 今回の指定見直しにおいて継続候補となっている物質は 12 物質, 除外候補となっている物質は 2 物質, 新規追加候補となっている物質は 6 物質の検出が確認された。

さらに, 分析前に BSTFA+1%TMCS 試薬を添加することによる TMS 誘導体化処理を加えた GC-MS AIQS-DB 法の開発を行っており, 対象とする物質範囲のさらなる拡大を狙っている。一方, AIQS-DB 法による多数の検出事例には誤検出の場合も多く含まれることが指摘されている。高濃度あるいは高頻度で検出され

る物質については, リスク懸念と同時に誤検出の懸念についても精査が必要となるが, こうした事例を蓄積することにより, より多くの化管法指定物質を必要に応じて効率よく管理や監視できる手法として取りまとめたいと考えている。

#### 6. まとめ

環境リスクの懸念が生じないように, 化学物質はきちんと管理され, また監視されながら使われるべきである。その管理と監視を実践的に行えるようにするための支援ツールとして活用できることを目指したい。

謝辞 本研究は環境総合研究推進費 JPMEERF19S20403 を得て行われたことをここに記し, 謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 亀屋隆志 (2021) 国内の化学物質管理の現状と今後, 水環境学会誌, 44(8) .
- 2) 中央環境審議会 (2020) 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律に基づく第一種指定化学物質及び第二種指定化学物質の指定の見直しについて (答申), <http://www.env.go.jp/press/files/jp/114583.pdf>
- 3) 環境省, PRTR インフォメーション広場 対象化学物質情報, [https://www.env.go.jp/chemi/prtr/archive/target\\_chemi.html](https://www.env.go.jp/chemi/prtr/archive/target_chemi.html)
- 4) 川崎市, 化学物質の有害性データ (環境省「化学物質の環境リスク評価」より) <https://www.city.kawasaki.jp/300/page/0000013757.html>
- 5) エコケミストリー研究会, 大気管理参考濃度, <http://www.ecochemi.jp/>
- 6) 産業技術総合研究所, METI-LIS (経済産業省一低煙源工場拡散モデル), <https://meti-lis.aist-riss.jp/>
- 7) 亀屋隆志, 小林剛ら (2020) コントロールバンディング法を用いた環境リスクアセスメントシート, 環境科学会 2020 年会講演集, pp.162-163.
- 8) 大高悟, 亀屋隆志, 小林剛ら (2021) 化管法対象および新規追加候補の半揮発性物質の AIQS-DB 法によるモニタリング, 第 29 回環境化学討論会講演要旨集, WO-002.

キーワード PRTR, リスクアセスメント, 有害性情報, モニタリング



# 事業者の自主管理を支援するための簡易濃度推計ツールの開発状況について

## Development of a simple concentration estimation tool to support the voluntary management of chemical substances by business operators

川崎市環境局環境総合研究所 ○菊地美加, 重水洋平, 今村則子, 桜美林大学 片谷教孝

### 1. はじめに

本研究では、化学物質の自主管理を支援するため、PRTR データを活用した簡易なシミュレーション手法により、事業者が地域環境に与えている影響（濃度・リスク）と排出削減による効果を把握できる実践的ツール「簡易濃度推計ツール」（以下「ツール」という。）の開発を行っている。現在開発中のツールの概要、推計精度の検証、今後の活用に向けた展望について報告する。

### 2. ツールの概要

化学物質管理に関する事業者の自主的取組を促進するためには、リスク削減につながる動機付けが必要である。そのため、大気排出した化学物質による周辺環境への影響の程度や環境リスクの状況を表示し、リスク削減に関する事業者の合意形成に資するデータとして活用できるよう、ツールを開発することとした。

ツールで使用する大気濃度推計は、経済産業省一低煙源工場拡散モデル（以下、METI-LIS）で使用されている点源ブルーム式を活用した。ツールの設計にあたっては、事業者の要望を反映し、次のポイントを重視して設計を行った。

- ①入力項目はできるだけ簡易なものとする。
- ②排出量は必須項目とし、排出高さ、評価高さ等の項目を任意で入力できることとし、様々な条件による濃度変化（排出量の削減効果等）の可視化を行う。
- ③物質ごとに毒性情報とのリンクを行い、評価地点及び最大濃度地点の濃度表示とリスク評価を可能とする。
- ④事業所所在地区の濃度を示すことで、濃度比較を可能とする。
- ⑤リスク評価や濃度の比較により、優先的に対策をすべき化学物質の順位づけ、効率的なリスク削減を可能とする。

上記を踏まえて設計したツールの概要（主な入力項目、出力項目）を図1に示す。

主な入力項目	入力例	備考
評価物質	アクリロニトリル	ブルダウンから選択
排出量[kg/year]	1000	PRTR 排出データ等
排出高[m]	10	
評価地点[風下距離 m]	900	ブルダウンから選択
評価地点（風下）の方角	S	ブルダウンから選択
評価高さ[地上 m]	1.5	デフォルト 1.5m
表示項目	表示例	備考
同一方向に風が吹く頻度	8.4	自動計算
風速 u[m/s]	2.5	自動計算
大気安定度	D	D で固定

主な出力項目	出力例
有害性指標	指針値
管理基本濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2
評価地点の大気予測濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.149
リスク評価指標	13.4
評価地点のリスクレベル	レベル3 (○)
風下の最大濃度地点の距離 [m]	150
風下の最大濃度地点の濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	1.36
リスク評価指標	1.5
最大濃度地点のリスクレベル	レベル2 (△)
事業所所在地区の濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0.119

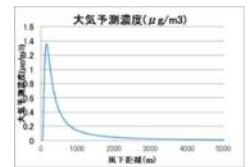


図1 簡易濃度推計ツールの概要

### 3. ツールの精度検証

ツールで算出した濃度推計結果をリスク削減に資するデータとして用いるためには、一定レベルの推計精度が必要である。ツールの精度を検証するため、ツールで算出した大気濃度推計値を METI-LIS で算出した大気濃度推計値や川崎方式による市内の大気環境濃度の推計値との比較を行った。

#### 3.1. 1 事業所の PRTR 排出量による検証

1 事業所の PRTR 排出量を使用し、METI-LIS で推計した値とツールで推計した値を比較し、検証を行った。検証に使用した METI-LIS とツールの計算条件を表1に、結果を図2に示す。

表1 検証に使用した METI-LIS とツールの計算条件

項目	METI-LIS	ツール
排出量[kg/年]	1000	1000
排出高[m]	10m, 50m	10m, 50m
気象	年間気象データ 時間ごとの風向・風速・ 気温・日射率	年間気象データ 年間風向頻度(16方位)と、 平均風速 【大気安定度はDで固定】
計算点	10mグリッド	10m
計算範囲	10 km四方	10m~3000m
評価高さ[地上 m]	1.5m	1.5m

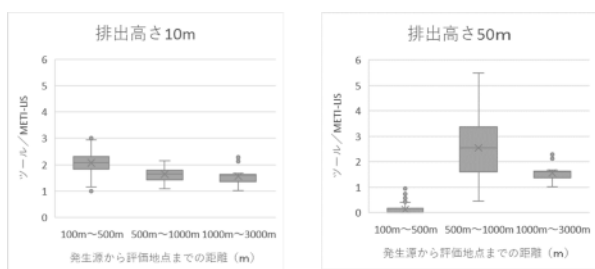


図2 評価地点におけるツールと METI-LIS の大気環境濃度推計値の関係

結果、排出高さ 10m においては、ツール推計値/METI-LIS 推計値が約 1～3 の範囲内となり、ツールは METI-LIS に比べ若干高めに推計されるものの、ほぼ同等の推計値であった。しかしながら、排出高さ 50m では、発生源近傍（約 500m 程度まで）の評価地点において、ツールの計算値をほぼゼロと算出することによる差が生じるため、今後、計算パラメータや排出高さの設定について検討を行っていく必要があることが示唆された。

### 3.2 全 PRTR 排出量による検証

千葉県、東京都、神奈川県の前 PRTR 排出量データを使用し、METI-LIS と産業技術総合研究所一曝露・リスク評価大気拡散モデル（以下、ADMER）を足し合わせて算出する「川崎市方式」により、8 物質について川崎市内の大気環境濃度の推計を実施した。当該推計値と、市内の前 PRTR 届出排出量を使用して算出したツール推計値との比較を行った。川崎市方式とツールの計算条件を表 2 に示す。また、8 物質に関する川崎市方式の推計値とツールの推計値の関係を図 3-1 に、市内の前 PRTR 排出量に占める届出排出量の割合が高い（90%以上）4 物質に関する関係を図 3-2 に示す。

表2 検証に使用した川崎市方式とツールの計算条件

項目	川崎市方式		ツール
	METI-LIS	ADMER	
計算範囲	川崎市	神奈川県、東京都、千葉県	排出事業所から 5 km の範囲
排出量	市内 PRTR 届出排出量 排出高さ 10m	PRTR 届出外排出量 (一部届出排出量)	市内 PRTR 届出排出量 排出高さ 10m
気象	市内年間気象データ 風向・風速・気温・日射率	年間アメダスデータ	市内年間気象データ 年間風向頻度（16 方位）と平均風速
計算点	200m グリッド	500m×500m メッシュ	10m きざみ
処理	METI-LIS の 500m×500m メッシュに含まれる濃度を平均化し、ADMER と足し合わせ		値を合計
物質名	エチレンオキシド、酸化プロピレン、ナフタレン、ジクロロメタン、クロロメタン、トリクロロエチレン、アクリロニトリル、1,3-ブタジエン		

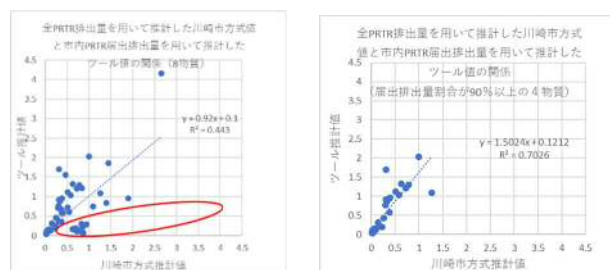


図3-1 川崎市方式とツールの大気環境濃度推計値の関係（8物質）（左）

図3-2 川崎市方式とツールの大気環境濃度推計値の関係（届出排出量の割合が90%以上の4物質）（右）

結果、届出排出量の割合が 90% 以上のエチレンオキシド等の 4 物質については、図 3-2 に示すとおり、ツールと川崎市方式の推計値の相関は良く、ツールの使用による市内濃度の推計や、当該物質の排出事業者の寄与率の算定が行える可能性が示唆された。一方、届出外排出量の割合が多いジクロロメタン等の物質（図 3-1 の囲み部分）については、ツールの使用による市内濃度の推計は困難であり、ADMER 等による届出外排出量の算定が必要である。

以上の検証結果から、ツールの精度については、一部排出高さの設定について再検討する必要があるものの、ツールに必要とされる一定レベルの推計精度が確保されていると考えられる。

### 4 ツールの活用に向けて

本ツールは、今までは難しかった事業者による化学物質の環境リスクの把握や、リスクベースでの排出量の削減効果の把握を可能とした。事業者が本ツールを利用することによって、目標削減量の設定、把握した環境リスクに基づくリスクベースの化学物質管理の実践、管理意識の向上など、化学物質管理の質的な向上が見込まれる。

現在、事業所に対してツールの汎用性等に関するヒアリングを行っている。今後は、その結果を反映したツールの改修、ツールマニュアルの作成を行い、事業者の自主管理に役立つツールとしていく予定である。

謝辞 本研究は環境総合研究推進費 JPMEERF19S20404 を得て行われたことをここに記し、謝意を表します。

キーワード PRTR データ、環境リスク

# 地域リスク評価のための大気中化学物質モニタリング手法の検討と都内化学物質モニタリング Examination of atmospheric chemical substances monitoring methods for regional risk assessment, and monitoring of chemical substances in Tokyo

(公財) 東京都環境公社 東京都環境科学研究所 ○星純也, 髙島智恵子, 加藤みか, 永妻はな子, 釜谷光保

## 1. はじめに

「特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律（化管法）」に基づく化学物質排出・移動量届出制度（PRTR: Pollutant Release and Transfer Register）によって把握されている化学物質の排出・移動量は化学物質管理政策の基盤となる情報インフラとなっている。この膨大で貴重な PRTR データを地方自治体での化学物質政策に実践的に活用していくための科学的基盤を提供することを目的として、環境総合研究推進費 SII-4-2(3)で「行政が実施する環境改善の状況把握を支援するためのデータベースの開発」を実施している。この研究テーマでは①PRTR データを活用した地域環境リスク推定の効率的な手法開発、②排出量データ及び環境モニタリングデータを用いた地域環境改善の検証、③時空間的モニタリングデータの収集方法の検討とデータ蓄積の3つの研究項目とそれらを統合する形でのデータベースの開発に取り組んでいる。本講演では③の研究を中心に報告する。これまでに本推進費の研究の中で演者らは1時間値を年間連続で収集する VOC 連続観測データの解析により、24時間年12回採取よりも1週間連続採取を年4回（季節毎）行うことで、年平均値の推定精度が向上することを明らかにしたり。そこで、有害大気汚染物質等測定方法マニュアルに準じた手法により1週間（168時間）連続採取した場合の大気試料中の揮発性有機化合物（VOC）の保存安定性を検討した。次に、検討した手法を用いて都内及びバックグラウンド地点におけるモニタリングを行い、その結果をもとに大気環境濃度から算出した化学物質のリスクの評価を行ったので報告する。

## 2. 1週間連続採取法の保存安定性の検討

### 2.1. 検討方法

検討には2019年11月から12月にかけて東京都環境科学研究所屋上において採取した試料を用い、VOC140物質を対象とした。ここでは1週間連続採取の分析結果と、併行して採取した24時間採取×7日間の試料の平均値を比較することで1週間連続採取法の保存安定性を評

価した。分析は有害大気汚染物質測定方法マニュアルに従い、1週間連続採取の採取流量のみ変更し、アルデヒド類9物質は、25 ml/min（総量252L）、酸化エチレン等2物質は100 ml/min（総量1008L）、容器採取したVOC129物質は0.5 ml/min（総量4.8L）とした。

### 2.2. 結果

大気中から検出された132物質の1週間連続採取と24時間採取の7日間平均値との比を図1に示した。アクロレイン等11物質で、1週間連続採取と24時間採取の7日間平均値との比が0.7~1.3の範囲を超えていた。一方、その他の121物質では、1週間連続採取と24時間採取の7日間平均値との比が0.7~1.3の範囲内であったことから、1週間連続採取であっても多くの物質で安定して試料が保存されることが示唆された。今後、他の季節における比較試験を行い、年間での1週間連続採取法の保存安定性の評価を行っていく。

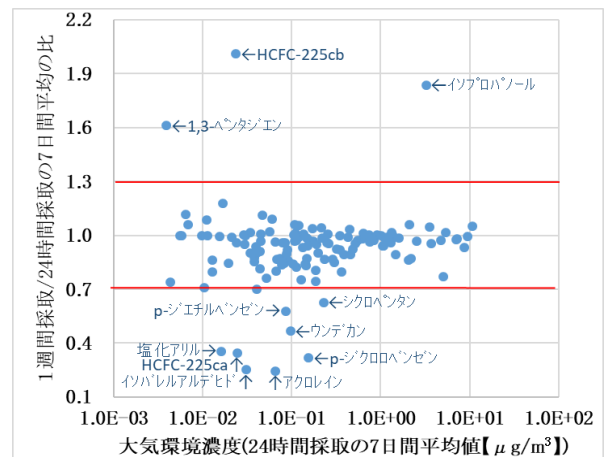


図1 1週間採取と24時間採取の7日間平均値の比較

## 3. 都内及びバックグラウンド地点の化学物質モニタリング

### 3.1. 試料の採取及び分析

化学物質モニタリングは都内の大気汚染常時監視測定局及び東京都環境科学研究所屋上の計6地点において行った（図2参照）。試料の採取は2020年5月、8月、10月、2021年1月に1週間連続採取を行った。バ

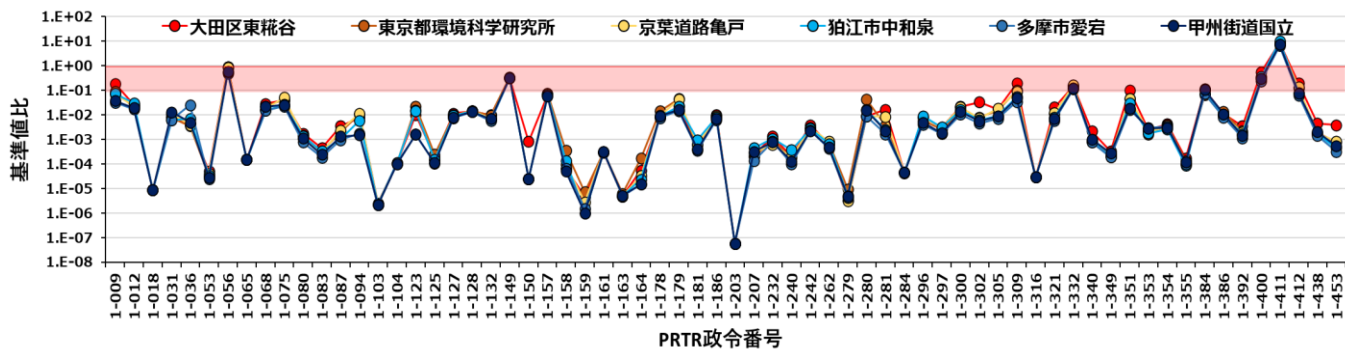


図2 PRTR 対象物質の都内大気中のリスク

ックグラウンド調査は小笠原諸島父島の国設小笠原酸性雨測定所において2020年7月、10月に行った。

### 3.2. 化学物質の環境リスクの推定方法

得られたモニタリング結果を健康影響の防止のための指標としての定められた基準値等で除し、基準値に対する比として表すことによって大気環境のリスクを推定した。基準値等としてエコケミストリー研究会が設定した大気管理参考濃度<sup>2)</sup>を一部改変して用いた。これまでに測定したPRTR対象の化学物質のうち、基準値等が設定されている物質は66物質であった。

得られたモニタリングデータを用いて、都内の平均濃度から算出されるリスクうちのバックグラウンド起源のリスクと都市起源のリスクの寄与割合の推定を行った。小笠原は半径1000km以内に都市域の存在しない太平洋上の島であり、ここでの測定値は全球的なバックグラウンドと見なし、残りを都市起源のリスクとした。寄与割合推定は現状で都内、小笠原双方の確定値が得られているPRTR対象の46物質について算出した。

### 3.3. 結果

図2に地点別、物質別に都内大気中化学物質のリスク(基準値比)を示した。6地点平均で基準値比が0.1~1.0(図2の赤帯)となったのは酸化エチレン等5物質であり、ホルムアルデヒドは1.0を超過した。各地点とも物質毎の基準値比の大小は同様の傾向を示しており、全物質の基準値比を合計すると6地点の変動係数は14%であった。リスクの大部分を占めるホルムアルデヒドを除いた場合でも6地点の変動係数は22%となった。

図3に各物質の基準値比の都市起源とバックグラウンド起源の値を示した。物質によってバックグラウンド起源がほぼ0%から100%までと幅がある。これは地域での排出削減がリスク低減に大きく寄与する物質とリスク削減に繋がらない物質があることを示している。また、都内の化学物質におけるバックグラウンド起源の割合は全物質合計で36%となった。バックグラウンドの影響は都内地点間の差異よりも大きく、地域で排出された化学物質によるリスクの評価と対策には正確なバックグラウンドの把握が重要であること示された。

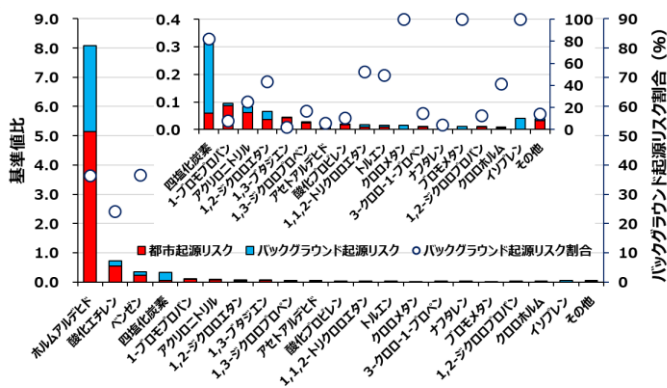


図3 PRTR 対象物質の都市起源及びバックグラウンドリスク

#### 【参考文献】

- 1) 櫛島ら, VOC 測定の周期と頻度による大気環境濃度の年平均値の推定精度, 環境化学, 31, 64-74(2021)
- 2) エコケミストリー研究会: 環境管理参考濃度と毒性重み付け係数,

<http://www.ecochemi.jp/PRTR2018/prtr-index.html>

#### 【謝辞】

本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF19S20405)により実施しました。

#### 【キーワード】

大気中化学物質, 1週間連続採取, バックグラウンド

## シンポジウムー3

### 「炭素中立の未来への地域環境イノベーション」

オーガナイザー 藤田 壮（東京大学）教授  
原 圭史郎（大阪大学）教授

趣旨説明： 本シンポジウムでは、カーボンニュートラルの未来を描き、そこに至るための先導的な取り組みを科学的に明らかにする社会実装研究のあり方について議論する。具体的には、気候変動への適応と緩和の地域実現、持続可能な目標 SDG s の地域展開、地域循環共生圏等のポストコロナ社会での新たな経済と環境と社会がバランスのとれた発展を地域と都市からめざす「地域環境イノベーション」について、水環境や、資源循環、エネルギーなど様々な分野からの取り組みを取り上げて、日本発信の環境イノベーションの可能性を議論する。

# 炭素中立の未来への地域環境イノベーション Regional Eco-Innovation System toward Carbon Neutral Future

シンポジウムオーガナイザー

東京大学 藤田 壮

大阪大学 原圭史郎

## 1. シンポジウムの主旨

2050年脱炭素社会の実現に向けては、地域の特性を活かしながら、環境・経済・社会の統合的向上に向けた取組の具体化を自立的に進め、経済社会システム、ライフスタイル、技術といったあらゆる観点からイノベーションを創出することが必要となる。そのためには、脱炭素社会での持続可能なカーボンニュートラルの未来を描くとともに、脱炭素社会に至る実現の道筋の先導的な地域のシンボル、ショーケース事業となる地域の環境イノベーションを具体的にかつ科学的に明らかにすることが求められる。本セッションではそのために、気候変動への適応と緩和の地域実現、持続可能な目標SDGsの地域展開、地域循環共生圏等のポストコロナ社会での新たな経済と環境と社会がバランスのとれた発展を地域と都市からめざす「地域環境イノベーション」について、様々な視点からの取り組みを取り上げて、そのアプローチの独自性、共通性を見るとともに、様々な取り組みとモデル、手法を包摂的に概観することによる一般的な理論と手法を提供できる可能性について協議する。共通するアプローチとして、マクロな地域のビジョン目標の構築、拠点事業とその地域展開システム、マクロな目標とミクロなソリューション設計を整合する論理シナジーなどを想定している。さまざまな地域環境イノベーションの実践的研究をナレッジプラットフォームとして社会と共有して、脱炭素社会実現を支援する学術的な研究基盤を機関連携で構築する意義を議論する。

各発表を通じて、環境、経済、社会基盤に関する地域資源の立地ポテンシャルを科学的に明らかにして、脱炭素社会への転換を社会的に需要可能な負担で実現する技術や、制度、事業などの拠点地区での環境社会イノベーションシステムを設計する理論と解析モデルを地域に実装するプロセス、それを脱炭素ナレッジとして一般化、共有化、発信するプロセスを開発する可能性についても議論することを期待する。

また、実際の自治体での総合計画、温暖化対策地方実行計画等の作成に活用するプロセスや、国際的な規準として発信するための要件についても共有できるこ

とを期待している。また、社会実証プロセスを定式化することで、計画理論と解析モデルの汎用性を高めるとともに理論・モデルの高度化の可能性を検討する。

## 2. 個別の研究発表

### 2.1. フューチャー・デザインから考える環境イノベーション 原圭史郎 (大阪大学)

気候変動や資源エネルギー問題などの長期課題に対処し、持続可能な社会を導くためには世代間利害対立を乗り越える必要がある。そのためには「将来世代」の選好を現代の意思決定に取り込むための新たな社会システムの構築が鍵となる。本発表では、将来世代に持続可能な社会を引き継ぐための社会の仕組みをデザインする「フューチャー・デザイン」を紹介し、まちづくりや環境計画への実際の応用事例を示すとともに、地域環境イノベーションへの示唆を議論する。地域のステークホルダー参画の下で実施したまちづくり（岩手県矢巾町）や環境計画（大阪府吹田市）の実践からは、「仮想将来世代」という新たな仕組み導入の効果が明らかとなっている。例えば、矢巾町の実践から、現世代の視点から議論したケースと比較して、仮想将来世代の立場から検討した場合、ビジョン構築や施策立案において、地域資源の活用をより重視することや、将来世代や他者に対する「共感」を基盤とした意思決定がなされること、などが明らかとなっている。また、参加者の認知にも変化が生まれて、例えば現世代の責任帰属がより強く認識されるようになる、といった効果も示唆されている。これらの既存の知見を踏まえて、フューチャー・デザイン導入が地域環境イノベーションに与える効果あるいは可能性を議論する。

### 2.2 環境から社会転換を先導する地域環境イノベーションの計画支援システム 藤田 壮 (東京大学)

地域特性に応じた重点戦略に資する政策、及び環境イノベーションの導入の地域での未来効果を算定する評価システムを議論する。地域における脱炭素社会実現の中核となる、地域の拠点地区・施設を重層的にネ

ットワークさせることにより、地域の短期・中長期の経済社会経済価値を高めつつ、脱炭素や資源循環などの「グリーンイノベーション」のショーケース事業を実装するためのガイドラインプロセスを構築する。脱炭素社会実現の包摂性を考慮して、その実現に向けての分野横断の効果の発現を図り、その評価についてもSDGs等の理念を援用する評価体制を構築することによって、地域自律エネルギー、次世代交通、脱炭素建設ストックのシステムの重層的な価値の創出による新しい脱炭素社会の構築のゴールとそこに至るロードマップを描くための論理と方法論の構築の研究の取り組みを紹介する。

これらのアプローチを地域の脱炭素計画に活用するために、先導的な地域での脱炭素イノベーションを一般化してほかの地域で活用してそこでの脱炭素地域を計画するために、バックキャストリングを可能とする地域統合評価モデル等を活用するプロセスを紹介する。将来の合理的な地域の脱炭素目標の設定、地域の特性を診断してフォアキャストリングのパイロットプロジェクトを整合的に描く計画ガイドラインシステム構築して、脱炭素社会実現の利用者との情報の相互共有を可能にするナレッジプラットフォームとしての提供を検討することをめざしている。地域、都市の脱炭素についての社会実装研究の理論、手法について、福島県新地町のスマート復興まちづくりへの展開の取り組みを紹介するとともに、脱炭素化の進捗を評価する共通の視軸、評価指標等評価、規準化することによって先導的な地域の経験を一般化、共通利用を進める検討を紹介する。

### 2.3 地域エネルギーの再構築を通じた環境イノベーション

芦名秀一（国立環境研）

カーボンニュートラル社会実現のためには、エネルギーシステムにおける化石燃料から太陽光や風力などの再生可能エネルギーへの転換が重要となる。しかし、再生可能エネルギーは、自然条件の違いや法令、土地利用の制約などにより、地域ごとに利用できる量（ポテンシャル）が大きく異なるほか、特に太陽光と風力は日射や風況により出力が変動するため、これら特徴も考慮した脱炭素型エネルギーシステムの設計が重要となっている。

ここでは、毎時の需要量と供給量をもとに、需給バランスを確保しつつ設備費や燃料費等の合計を目的関数とした最適化計算によりシステム設計するモデルを

開発し、熊本県4市町村（阿蘇市、小国町、南小国町、産山村）へ適用した。分析結果から、市町村それぞれ個別に地域の再生可能エネルギーを最大限活用したシステム設計をした（個別設計ケース）CO<sub>2</sub>削減率37%に対して、4市町が連携してエネルギーネットワークを構築して地域間融通を行う場合（地域連携ケース）には49%と、カーボンニュートラル社会に向けては、地域が連携して再生可能エネルギーなど地域資源を融通できるネットワークを構築し、それを活用することが肝要であることを示した。

### 2.4 建設資源の循環利用を推進する都市ストックマネジメント

谷川寛樹（名古屋大学）

脱炭素化を加速するには短中期的なエネルギー、交通の地域基盤と社会システムを転換することと合わせて、中長期的に都市の建設ストックを脱炭素型に誘導することが必要となる。都市形成に不可欠なセメントや鉄鋼材は、需要が強い一方で、炭素排出強度が高く、都市の強靱化と同時に脱炭素化に大きく関わる。建築物や社会基盤施設といった都市構造物は一度建設すると、長期間社会で利用されるため、近未来の気候変動への適応を考慮すると同時に、緩和策を同時に考慮する脱炭素建設ストックマネジメントが必要である。そこで、都市の建設ストックのライフサイクル全体を考慮した効果的な脱炭素効果を検討するために、1) 都市全体の建設資材のストックとフローの定量化、2) 建設資材生産時の脱炭素化、3) 建設時の資材歩留の改善、4) 建設ストックの長寿命化による新規資源投入減少とそれによる炭素排出回避、5) 建設ストックの点検など維持管理時の脱炭素・資材循環性能、6) 中間処理及びリサイクル材生産における脱炭素化、について研究フレームの提案を行う。

### 謝辞

本研究は、環境省環境総合推進費「1-2003：地域資源と地域間連携を活用した地域循環共生圏の計画とその社会・経済効果の統合評価に関する研究（課題代表：芦名秀一）」、環境省環境総合推進費「1-1801：SDGs 目標達成に向けた統合的実施方法の包括的検討（課題代表：藤田壮）」、文部科学省大学の力を結集した地域の脱炭素化のための基盤研究開発「各地域の脱炭素化に向けた将来目標や計画等の策定に資する「脱炭素地域計画支援システム」の開発（課題代表：藤田壮）」の研究成果の一部を紹介している。

## シンポジウムー4

### 「世界環境憲章と日本の環境法政策——環境法の基本原則の視点から」

プロジェクト名：環境研究総合推進費 1-1901

「世界環境憲章と国際・国内の環境規範のあり方に関する研究」

オーガナイザー 大塚 直（早稲田大学）教授  
赤渕芳宏（名古屋大学）准教授

趣旨説明： 世界環境憲章（Global Pact for the Environment）は、フランスのマクロン大統領によって2017年9月に提案され、現在、その草案が国連において議論されている。その内容は、日本や各国の環境法政策に対して大きなインパクトをもたらす可能性を秘める。本企画では、汚染者負担原則や予防原則、環境権など、環境法の基本原則に注目した上で、国際的な議論動向を踏まえつつ、憲章案に盛り込まれている基本原則の内容や国際法上の法的地位を検討し、日本の環境法政策に与える影響について考察する。あわせて、日本と主要国の国内法におけるこれらの基本原則について検討し、憲章案をめぐる議論に対し国内法の視点からのインプットを提供することを目指すとともに、日本の環境法政策の課題を提示する。



# 世界環境憲章と日本の環境法政策——環境法の基本原則の視点から

## Global Pact for the Environment and Environmental Policy in Japan: From the Perspective of Environmental Law Principles

オーガナイザー 早稲田大学 大塚直, 名古屋大学 赤渕芳宏

### 1. はじめに——本シンポジウムについて

本シンポジウムは、「世界環境憲章と国際・国内の環境規範のあり方に関する研究」（環境研究総合推進費 1-1901、研究代表者・大塚直）による研究成果の一部を報告するものである。

以下では、登壇予定の各報告者の報告要旨を紹介する（丸数字は登壇順序を表す）。

### 2. ①概観／⑥汚染者負担等（早稲田大学 大塚直）

2017年の国連総会に合わせて開催された首脳級会合で、マクロン大統領は、国際環境法の原則を法的拘束力のある国際約束にまとめる「世界環境憲章」の草案を示した。2022年2月の国連環境総会で国際交渉の結果が示される予定である。本企画では、各原則を素材として、世界環境憲章と国際・国内の環境規範のあり方について報告する。同憲章に関しては、国際的に法的拘束力のある文書にならない可能性が高いが、そうではあっても、国際環境法の原則を規定することには国際法の法的文書を補完し、国内の立法・行政を前進させる機能がある。

諸原則のうち、汚染者負担原則に関しては、OECD、EUでは、汚染、汚染者、汚染者の負担の範囲が拡張しており、憲章案はその傾向を踏まえている。この傾向は日本法の状況にも適合的である。他方、憲章案は同原則からの経済学的性格の排除を提案しているが、これについては、同原則の根拠を弱める可能性があり、支持すべきではないと考える。

### 3. ②環境権の国際的保障とその課題（東京大学 高村ゆかり）

国際法上、人の権利としての「環境権」は、実体的権利と手続的権利に大別することができ、前者は、人権として保障する地域条約はあるものの世界的な条約では明確な規定はない。他方、生命に対する権利、健康に対する権利などの国際的に確立した人権の保障を通じて、事実上環境権の実現が果たされている。後者の手続的権利、すなわち、環境に関する、①情報へのアクセス、②決定への公衆参加、③司法へのアクセスは、1992年のリオ宣言原則10に端を発し、これを人権として保障する

条約の締結や各国における権利保障が進んでいる。

本報告では、国連人権理事会などでの環境権をめぐる議論や検討、人権条約の機関や各国の裁判所における環境権の援用、適用などをふまえて、環境権の国際的保障の到達点とその課題について検討を行う。

### 4. ③国際法における未然防止原則、予防原則（仮）（北海道大学 児矢野マリ）

### 5. ④EU法における予防原則——生態系保全との接点を中心に（仮題）（名古屋大学 増沢陽子）

予防原則は、一定の科学的な評価を前提としつつ、これに基づく意思決定に関し一定の方向性を与えるものとして理解されている。しかし、科学的な評価がどのような精度・水準で可能であるかは、問題とされる活動や事象、あるいは懸念される影響の種類等により異なる。特に、自然保護や生態系保全、生物多様性への影響が問題となる場面では、「評価」の精度や範囲に限界がある。一方で、こうした領域は「人の健康」ほどには価値的優先順位が明確ではないことから、意思決定においては衡量が一層要請される。

EUにおいて予防原則は、分野ごとに適用方法の違いや濃淡が見られるものの、全体としてはかなり幅広い領域でその適用が見られる。本報告は、EU法、主としてEU判例において、生態系や自然の保護が関係する場合に予防原則の適用がどのようになされているかを分析し、その意義や含意について考察する。

### 6. ⑤予防原則における「科学的不確実性」要件（名古屋大学 赤渕芳宏）

本報告は、世界環境憲章案が6条で予防原則につき規定することを受け、その適用要件の1つである「科学的確実性の欠如」すなわち科学的不確実性の存在に焦点をあて、それがどのようなものと解されるべきかについて検討を加えるものである。

ここでは、検討の素材として、アメリカ連邦法に関する裁判例を用いる。同国では、「絶滅の危機にある種に関する法律」（Endangered Species Act）に関し、行政規制

(としてのリスク管理措置)の根拠となる科学的知見があまりに〈不確か〉であるがゆえに違法であるとされた裁判例があることに着目し、これらの裁判例を分析する。その上で、リスク管理措置を講ずることが認められないほどに〈不確か〉な科学的知見とはいかなるものかについて検討を進めるにあたっての示唆を得る。

#### 7. ⑦国際法における共通だが差異ある責任原則(明治学院大学 鶴田順)

本報告は、世界環境憲章において「共通に有しているが差異のある責任」(common but differentiated responsibilities (CBDR))を採用すべきか否か、採用する場合のそのあり方や考慮すべき事項を明らかにする。

第一に、CBDRは国際環境法の分野でひろく受容されている考え方であり、国際環境法の「定立」と「実施」を支える基本原則として確立していることから、世界環境憲章はCBDRを採用するべきである。

第二に、世界環境憲章でCBDRをいかなる内容で採用すべきかについては、温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組みとして2015年に採択されたパリ協定におけるCBDR (common but differentiated responsibilities and respective capabilities, in the light of different national circumstances)の採用のあり方を参考にして、責任の差異化は先進国と途上国を単純に固定的に二分することによる差異化ではなく、締約国の異なる事情に照らした個別的で可変的な差異化であることを明文で規定するべきである。

#### 8. ⑧欧州人権裁判所の環境判例の展開——環境権・参加権から見た意義と限界(大阪大学 大久保規子)

欧州人権裁判所は、欧州人権条約に基づき設立された裁判所であり、個人が直接国家を相手にして、訴訟を提起できるという特徴がある。1950年に採択された欧州人権条約には環境権に関する明示的な規定はないが、1990年代後半以降、とくに私生活・家族生活を尊重する権利(8条)に関し、環境分野の判例が次々に出されている。また、手続的環境権ともいうべき参加権の保障についても、欧州人権裁判所は、欧州司法裁判所やオーストリア条約遵守委員会とともに、欧州において一定の役割を果たしている。日本の法律にも明文の環境権規定はないが、環境・公害裁判では、伝統的に「人格権」が諸外国で環境権が果たすのと同様の役割を部分的に担ってきた。本報告では、環境に関する権利の日本の状況を国際的に適切に評価する作業の一環として、欧州人権裁判所と日本の

判例の展開を比較検討する。

#### 9. ⑨気候変動訴訟における権利論(大阪大学 松本和彦)

世界の各地で気候変動訴訟 (climate change litigation) が提起されている。その多くは、憲法あるいは国際法・ヨーロッパ法の保障する権利が、気候変動によって脅かされていることを問題視し、気候変動防止に法的責任がある法主体(特に各国政府)の作為義務を争点にしている。ただし、これまで裁判所において実際に法主体の作為義務違反が認められる例は多くなかった。

ところが、2019年12月20日にオランダの最高裁判所が、欧州人権条約違反を理由に、オランダ政府の気候変動防止義務を認めたことに続き、2021年3月24日にはドイツ連邦憲法裁判所が憲法異議(基本権訴訟)の訴えを認容し、ドイツの連邦気候変動防止法を一部違憲無効とする決定を下した。

本報告は、このオランダとドイツの司法判断を中心として、気候変動訴訟における権利論の展開を分析・検討し、そこから法的示唆を得ようとするものである。

キーワード 世界環境憲章、環境法の基本原則、未然防止原則、予防原則、汚染者負担原則、共通だが差異ある責任原則、環境権、参加権

## シンポジウムー5

### 「シビックテックによる気候変動リスクの「自分事化」を促進する手法の開発ーオンライン熟議の発展に向けてー」

プロジェクト名：JST-RISTEX「科学技術イノベーション政策のための科学」令和2年度採択課題  
「シビックテックを目指した気候変動リスクの「自分事化」に基づくオンライン合意形成手法の開発と政策形成プロセスへの実装」

オーガナイザー 馬場健司（東京都市大学）教授  
熊澤輝一（総合地球環境学研究所）准教授

趣旨説明：気候変動の科学的知見は文科省 DIAS、環境省 A-PLAT 等にてオープンデータとして提供されているが、科学者と政策立案者、一般市民とのシーズとニーズ、或いは認知のギャップはいまだ大きい。また、気候変動政策を緩和策(脱炭素施策)と適応策との統合的なものとして社会的受容性を高めるという課題も大きい。本企画では、市民参加モニタリングにより自らデータ生成の担い手となったり、オンライン熟議を通じて専門家の科学的知見と統合したりするなど、シビックテック(市民自身が ICT を活用して行政サービスの問題や社会課題を解決する取り組み)として実装化することにより課題の「自分事化」や解決に向けた行動変容を促す可能性を論じる。

# シビックテックによる気候変動リスクの「自分事化」を促進する手法の開発 —オンライン熟議の発展に向けて—

## Methodology Development of Encouraging a Sense of Ownership over Climate Change Risk by Civic Tech; Towards Improvement of Online Deliberation

東京都市大学 馬場健司、総合地球環境学研究所 熊澤輝一

### 1. はじめに

気候変動の科学的知見は文科省 DIAS、環境省 A-PLAT 等にてオープンデータとして提供されているが、科学者と政策立案者、一般市民とのシーズとニーズ、或いは認知のギャップはいまだ大きい。また、気候変動政策を緩和策(脱炭素施策)と適応策との統合的なものとして社会的受容性を高めるという課題も大きい。本企画では、市民参加モニタリングにより自らデータ生成の担い手となったり、オンライン熟議を通じて専門家の科学的知見と統合したりするなど、シビックテック(市民自身が ICT を活用して行政サービスの問題や社会課題を解決する取り組み)として実装化することにより課題の「自分事化」や解決に向けた行動変容を促す可能性を論じる。

### 2. ネットゼロシナリオの社会実装に向けた生活者への共有化の促進手法—滋賀県での事例より—(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター・金再奎)

滋賀県では、2050 年に CO<sub>2</sub> 排出量ネットゼロを達成するシナリオを作成した(図 1)。県民の日常生活も含めた社会経済の大幅な変革が求められるシナリオであり、地域社会における多様な側面の緻密な想定と、数理モデルを用いた統合的かつ定量的な社会描写を特長とするものである。

このシナリオを社会実装するには、そこに示された具体的な内容について、地域の生活者や事業者の視点で理解を深めてもらうことが重要であり、そのためには、親しみや意義を感じられるような切り口で「自分事」に結びつけられるよう、シナリオの見せ方や伝え方に創意工夫が必要である。

### 3. 滋賀県気候変動ステークホルダーの影響認識の構造的把握(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター・木村道徳)

地域で生じている気候変動影響や今後の不安などを把握するために、滋賀県を対象に、ステークホルダーインタビュー調査またはワークショップを通じて、気候変動影響の認識状況の把握を行った。

調査は 2019 年度から 2020 年度にかけて、10 回実施

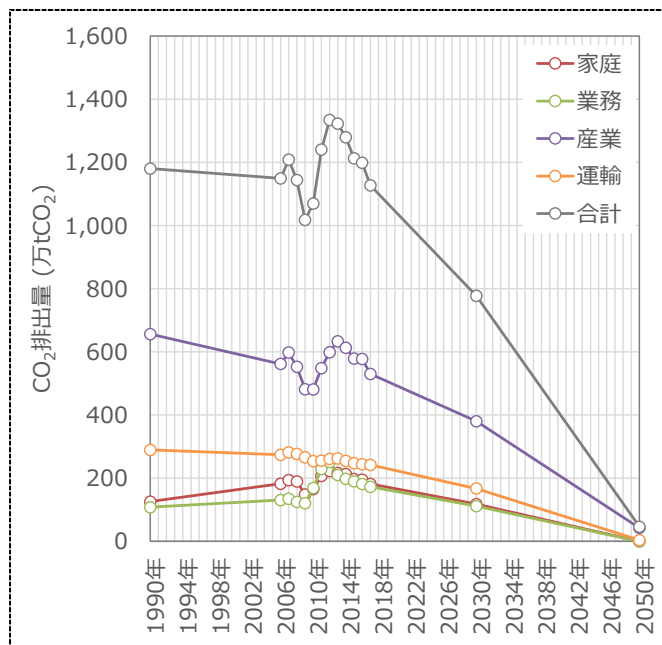


図 1 滋賀県のネットゼロシナリオ



図 2 滋賀県気候変動適応グループインタビューの様子

した。インタビュー調査およびワークショップでは、現在または将来に向けて不安に感じている気候変動影響について、分野と場所、生じている気象変化、それに伴う影響事象を構造的に把握し、整理を行なった(図 2)。

結果、滋賀県内では、気温の上昇と強雨の増加、降雪の減少などの気象変化を実感し、熱中症への配慮の必要性の増加、災害の激甚化と増加、スタッドレスタイヤや雪かきの減少で生活の面で楽になったなどの気候変動影響を認識していることがわかった。

#### 4. 相模湾沿岸域におけるステークホルダー分析とオンラインワークショップ(東京都市大学・小澤はる奈)

神奈川県相模湾沿岸地域におけるヒアリング調査の議事録に、テキストマイニングとネットワーク分析を適用して、気候変動影響や適応に関する論点を抽出した。ヒアリングの中で使用された語の関係性から 10 の論点が抽出され、このうち「砂浜の消失」「台風被害・気象災害」「高潮・津波対策」「水産業・磯焼けへの対策」は多分野のステークホルダーから言及されていた。これらのテーマについての実感は概ね共通しているが、「砂浜台風高潮」の話題については分野ごとに異なる語が出現していた。多くのステークホルダーの参画を得ようとする際、ある論点について分野ごとに異なる切り口でアプローチする必要があることが示唆された。また、以上の分析結果を調査対象のステークホルダーと共有するため、オンラインワークショップを実施した。関心の範囲が多分野に渡ることが分かったテーマについて専門家から情報提供を受け、グループディスカッションを行った。グループディスカッションでは、不確実性を含む気候変動影響や適応策に関する情報発信の手法について、参加者が検討を深めた様子が見受けられた。

#### 5. 気候変動リスクコミュニケーションと市民意識(静岡大学・小杉素子)

気候変動リスクに対する認知や態度を明らかにするための web 質問紙調査を 2021 年 3 月に実施した。回答者は、滋賀県(1500 名)と神奈川県(3000 名)に在住する成人男女で、年代と性別は人口統計に近似するよう割り付けた。分析の結果、気候変動リスクに対する認知に両県の違いはほとんどないが、「温室効果ガスの削減の必要」「工場や企業活動の寄与が大きいので、責任をもって対処すべき」について神奈川県の回答者の同意傾向が強かった。両県において、回答者は気候変動リスクに対する態度の特徴で 5 つのタイプ(リスク認知が高く、科学知識を持ち対策行動を行っている警戒派、それに態度は類似しているが行動はしない用心派、興味関心を持たない無関心派、どんな項目にも肯定的は反応を返す肯定派、気候変動リスクに疑いを持ち否定的態度の懐疑派)に分けられることが確認された。気候変動リスク情報が適応行動意図の形成に及ぼす影響を調べたところ、警戒派で最も強く無関心派で最も弱いことが示された。

#### 6. シチズンサイエンスを巡る環境 NGO の動態とシビックテックの可能性(東京都市大学・馬場健司)

前章で紹介された質問紙調査では、シチズンサイエンスの 1 手法としての市民参加モニタリングへの参加意向等も尋ねている。また、同様の設問を用いて全国の環境 NGO を対象とした質問紙調査も実施している(N=488)。以下ではこれらの比較分析結果を簡単に紹介する。まず、今後の参加については一般市民の 21%、NGO の 24.6% が肯定的な態度を示し、大きな相違はない。また、参加へのモチベーションアップ方策について尋ねた結果については、一般市民が「知的好奇心の刺激になること」(36.6%)、「楽しそうであること」(25.8%)等と続く一方で、NGO が「地元自治体の政策立案への寄与など地域社会への何らかの貢献になること」(74.4%)、「自らの団体の活動に役に立つ実践的な知識やスキルが得られること」(47.5%)等となっており大きく異なる。さらに、関心のある分野・対象については、一般市民が「身近な植物の生息分布の観察」(29.4%)、「降雨や降雪状況の観察」(26.0%)、「身近な環境の気温の定期観測など暑熱状況の観察」(21.2%)等、NGO が「身近な植物の生息分布の観察」(36.4%)、「外来種(植動物含めて)による身近な環境への被害や影響の監視」(30.8%)、「身近な生き物の生息分布の観察」(28.1%)となっており、共通する部分もあるが異なる部分もある。したがって、シビックテックとして市民参加モニタリングを実装化していく際には、個人や団体に異なるモチベーションに配慮し、分野・対象(コンテンツ)によって声がけする対象も大きく異なることに留意する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 木村道徳, 岩見麻子, 熊澤輝一, 王智弘, 河瀬玲奈, 金再奎, 小野聡, 堀啓子, 上須道徳, 松井孝典, 馬場健司 (2021) 市民参加による地域将来社会像作成の試みと受容要因の検討 -滋賀県高島市を事例として-, 環境科学会誌, 34(2), 108-123.
- 2) 馬場健司, 稲葉久之, 岩見麻子, 田中充 (2021) 岐阜県長良川流域における気候変動を入口とした将来シナリオ - 統合型将来シナリオ構築手法の開発と適用 -, 環境科学会誌, 34(2), 94-107.
- 3) 小杉素子, 馬場健司, 田中充 (2020) 地球温暖化リスクに対する日本人の態度変化, 土木学会論文集 G(環境), 76(5), I\_167-I\_176.
- 4) 小澤はる奈, 馬場健司, 木村道徳, 齊藤裕佳, 田澤慧(投稿中) 神奈川県相模湾沿岸地域の自然災害を入口とする気候変動影響や適応に対するステークホルダーの関心態度の分析, 土木学会論文集 G(環境).

キーワード ネットゼロシナリオ, オンラインワークショップ, リスクコミュニケーション, シチズンサイエンス

## シンポジウムー6

### 「地域から脱炭素社会を構築するにはー脱炭素政策検討支援ツールの開発と社会実装」

プロジェクト名：環境研究総合推進費 2-1910

「基礎自治体レベルでの低炭素化政策検討支援ツールの開発と社会実装に関する研究」

オーガナイザー 倉阪秀史（千葉大学）教授

栗島英明（芝浦工業大学）教授

趣旨説明： 2050年カーボンニュートラル社会の実現を宣言する自治体が広がっています。では、脱炭素社会に向けて、地方自治体・地域は具体的にどのような行動をすすめればいいのでしょうか。われわれの研究プロジェクトでは、基礎自治体別にカスタマイズされた「カーボンニュートラルシミュレーター」などの支援ツールを開発するとともに、これを活用して自治体での温暖化対策実行計画の策定や、中学校や高等学校などにおいて実施できるよう「脱炭素未来ワークショップ」の手法を開発してきました。このワークショップでは、本プロジェクトに関連する研究者が、これまでの成果を報告し、会場の方と議論を進めていきたいと思ひます。

シンポジウム  
地域から脱炭素社会を構築するには  
—脱炭素政策検討支援ツールの開発と社会実装—

**Building a Decarbonized Society from the Local Level: Development and Social Implementation of Supporting Tools for Developing Decarbonization Policies**

シンポジウムオーガナイザー 千葉大学 倉阪秀史  
芝浦工業大学 栗島英明

1. シンポジウムの趣旨

2050年カーボンニュートラル社会の実現を宣言する自治体が広がっている。脱炭素社会に向けて、地方自治体・地域は具体的にどのような行動をすすめるべきだろうか。

環境研究総合推進費の研究プロジェクト2-1910「基礎自治体レベルでの低炭素化政策検討支援ツールの開発と社会実装に関する研究」(2019-2021、研究代表者：倉阪秀史、愛称：OPoSuM-DS；Open Project on Supporting-tools for Municipalities towards De-carbonized Societies：OPoSuM-DS)は、地方自治体における脱炭素政策を検討するための支援ツールを開発し、その社会実装を図るものである。具体的には、基礎自治体別にカスタマイズされた「カーボンニュートラルシミュレーター」などの支援ツールを開発するとともに、これを活用して自治体での温暖化対策実行計画の策定や、中学校や高等学校などにおいて実施できるよう「脱炭素未来ワークショップ」の手法を開発してきた。このワークショップでは、本プロジェクトに関連する研究者が、これまでの成果を報告し、会場の方と議論を進めていきたい。

なお、プロジェクトの詳細は [website](http://opossum.jp.org/) に掲載しているので、参照されたい。

2. 研究プロジェクトの概要

本研究では、第一に、基礎自治体別にカスタマイズされた「脱炭素政策検討支援ツール」を開発する。支援ツールは、「カーボンニュートラルシミュレーター」と「気候変動リスク情報」からなる。このうち「カーボンニュートラルシミュレーター」は、選択した基礎自治体の人口、土地利用・建造物、産業構造等の現状と将来見通しを用いて、当該自治体の風土・連繋線などの状況に応じた脱炭素化技術システムオプションの導入シナリオを提供するものである。また、「気候変動リスク情報」は、温暖化に伴う気温や降水量の変化に

関する情報などをまとめたものとなる。

第二に、「脱炭素政策検討支援ツール」の自治体や地域人材育成の現場での社会実装を図る。まず、自治体職員など緩和・適応政策形成に携わる人々が「脱炭素政策検討支援ツール」を用いて政策オプションを検討する手法を提案する。また、地域を担う若者や中高生を対象として、簡易版を用いた「脱炭素未来ワークショップ(WS)」の手法を開発する。WSを核として、学習指導要領における位置づけを明確化した教育プログラムも併せて開発する。

「脱炭素政策検討支援ツール」は全自治体に適用可能なものとするが、その社会実装を個別フィールドで試行する。

3. シンポジウムの概要

シンポジウムでは、以下の分担で、研究プロジェクトの進捗状況を報告する(登壇者名のみ)。

- ①「カーボンニュートラルシミュレーターの考え方とその構造」 倉阪秀史(千葉大学)教授
- ②「気候リスク情報の活用—千葉県を事例として」 李 想(千葉大学)准教授
- ③「地域の資源を活用する技術・システムオプションの生成」 菊池康紀(東京大学)准教授
- ④「地域の資源を活用する技術・システムオプション生成を支援する情報基盤」 兼松祐一郎(東京大学)特任助教授
- ⑤「気候変動戦略策定プロセスへの脱炭素政策検討支援ツールの実装と課題」

栗島英明(芝浦工業大学)教授

- ⑥「脱炭素政策検討支援ツールの学校教育への導入と効果」 谷田川ルミ(芝浦工業大学)教授  
総合討論司会 宮崎文彦(千葉大学)特任研究員

キーワード ストックマネジメント、持続可能性、地方自治体

# カーボンニュートラルシミュレーターの考え方とその構造

## Concept of the carbon neutral simulator and its structure

千葉大学 ○倉阪秀史

### 1. 脱炭素における自治体政策の範囲

脱炭素を自治体で考える際に、まず、整理すべきは、自治体と産業界の役割分担をどのようにするのかという点である。たとえば、千葉県では臨海工業地帯からの排出量が大きく、域内全体の脱炭素の実現のためには、工業地帯からの排出削減が必須であるが、千葉県ではその部分は国の政策であるという考えで具体的な政策立案が十分に行われていない状況が続いていた。

この点について、工場・発電所をはじめとする産業部門の脱炭素は、原則としてその事業者に責任をもたせることとし、自治体としては、工場・発電所事業者がそのための取り組みを行っているかどうかを確認する立場という整理となる。たとえば、自治体は、地域内の工場・発電所の事業者と地球環境保全協定などを締結するなどし、脱炭素に向けた取り組みが確認されている事業者の比率を高めていく、多量排出事業者の報告制度を活用して取り組みが不十分な事業者に働きかけていくといった立場である。

一方、家庭やオフィスビルといった民生部門、農林水産部門、運輸部門の省エネ・再エネの普及については、建物の建て方、まちづくり（あるいは街のコンパクト化）のあり方、公共交通の活用のあり方といった形で、自治体の主体的な取り組みが求められる。

### 2. カーボンニュートラルシミュレーターの構造

「カーボンニュートラルシミュレーター」は、このような役割分担の考え方を前提として、開発を進めている。このシミュレーターでは、各自治体において、家庭やオフィスビル、農林水産業、自動車からの二酸化炭素の排出量を地域の再エネなどで差し引きゼロにできるかどうかを検討するものである。

このシミュレーターは、2050年から逆算して検討することを特徴としている。まず、対象自治体の2050年の人口・世帯数・就業者人口などを予測する。2050年の人口は、国立社会保障・人口問題研究所の人口予測を延長して自動計算したものをデフォルトでいれてあるが、各自治体の人口ビジョン目標などを踏まえて自由に選べるようにしてある。

次に、想定人口規模と世帯当たり人員数の傾向を用い

て2050年の世帯数を予測し、その自治体の世帯当たり平均住宅床面積を用いて2050年に必要な住宅床面積を推計する。そして、現在の住宅の建築年度から、将来どの時点でどの程度の住宅を建て替え・新設すれば2050年の必要住宅床面積が確保できるかを推計する。同様に、2050年の業種別就業者人口の予測をもとに、オフィスの必要床面積を推計し、今後の建て替え率を推計する。さらに、2050年の人口・就業者人口の規模に応じて、自家用車と業務用自動車の登録台数を予測する。これらによって、2050年の民生・農林水産・運輸のエネルギー消費量を概算する。これによって、人口減少による省エネ効果がどの程度なのかを把握できることになる。

シミュレーターでは、省エネ対策として、既設住宅のゼロエネルギー住宅（ZEH）改修比率、今後新築される住宅のZEH比率、既設事業所建物のゼロエネルギービル（ZEB）改修比率、今後新築される事業所建物のZEB比率、交通量の削減率、2050年に使用される自動車の電動化比率といった項目を入力できるようにした。電気自動車の導入によって、ガソリンなどの燃料消費が減少するが、電力消費は増加する形としている。

このような省エネ投資によっても、エネルギー消費量はゼロにはならない。シミュレーターでは、省エネ投資を行ってもなお残るエネルギー消費について、再エネ投資を行って賄えるかどうかを検討する。再エネ投資の可能性は各自治体の土地利用の状況や、再エネポテンシャルの状況によって異なる。太陽光は、その自治体においてすでに開発が行われている土地面積であって太陽光が設置可能な面積を自治体別に試算する（森林を切り開いて太陽光を置くような開発は想定しない）。太陽光以外の再エネについては、環境省の再エネ情報提供システムのデータを元に導入可能性を把握する。そして、これらのポテンシャルをどの程度実現させるのかを選択し、カーボンニュートラルを達成できるかどうかを検討する。

各自治体に適用できるシミュレーターは、われわれのウェブサイト (<http://opossum.jpn.org/>) で公開している（2021年9月以降）ので、ご覧いただければ幸いです。

キーワード 脱炭素社会、地方自治体



# 気候リスク情報の活用—千葉県を事例として

## Utilization of climate risk information: A case study in Chiba prefecture, Japan

千葉大学 社会科学研究院 ○李想

### 1. Introduction

Throughout human history we have relied on the environment for survival. It has been noticed that human-induced climate change has increased the risks of extreme weather disasters (Li 2019). There is an urgent need to obtain climate risk information and utilize it to remind us of the risks we may face. In Japan, self-sufficiency rate and fodder self-sufficiency rate are low (food self-sufficiency rate: 38%; fodder self-sufficiency rate: 25%) (Li 2019). To overcome these issues, feed rice production subsidy policy is developed to promote the production of feed rice. While past studies indicated that climate factors affect crop yields, little is known about the effects of climate risks on farmers' decision-making and policy evaluation. Thus, this study addressed these issues using climate data and survey data collected from farmers in Chiba prefecture, Japan, examining the feasibility of using climate risk information to analyze and predict farmers' risk perception and policy evaluation.

### 2. Materials and methods

Monthly precipitation anomaly in July plays a vital role in rice production. Monthly precipitation and normal data (calculated from 1981-2010 observations) were used to calculate it. An online questionnaire (questions included perception of climate risk, production experiences, policy evaluation (does the policy meet the needs of farmers), age, gender, education attainment level) was distributed to farmers in Chiba prefecture via the internet (period from November 2019 to April 2021). Fisher's exact test was performed to examine the risk perception differences between experienced group and non-experienced group.

### 3. Results and Discussion

Fifty-two participants (response rate: 19%; male: 100%) were recruited for the present study. Ages of most participants were above 50 years old and educational attainment levels of most participants were high school or lower level. Climate data indicated that monthly precipitation anomalies in July have increased significantly from 1981 to

2020 (Figure 1). More farmers in the non-experienced group perceived environmental change to be a risk than experienced group (Table 1.  $p = 0.03$ ). It has also been found that only 19.35% of farmers in the experienced group and 0% of farmers in non-experienced group felt that the policy met the needs of farmers.

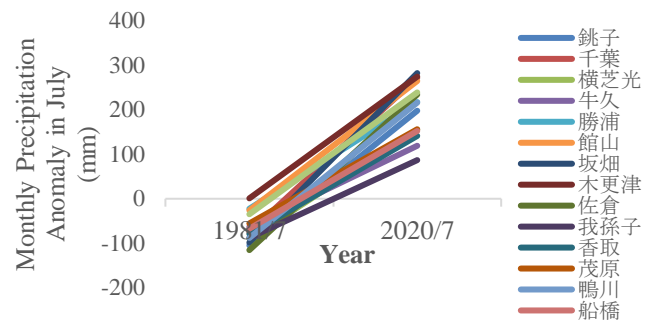


Figure 1 Monthly precipitation anomaly in July

Table 1 Risk perception between two groups [n (%)]

Factors	Exp (n=31)	Non-exp (n=21)	Fisher's exact test (p)
Environmental change	24 (77)	21 (100)	$p = 0.03^{**}$

\* $p \leq .05$ , \*\*  $p \leq .01$ , Exp=experiences to produce feed rice

### 4. Conclusion

Climate risk information such as monthly precipitation anomaly and survey data indicated that heavy rain has increased in Chiba, making farmers in this prefecture worry about disasters and hesitate to produce feed rice. The low policy evaluation given by farmers also reflects the policy needs to provide farmers additional supports to cover the loss from climate-related disasters.

### 5. References

- 1) 李想 (2019) 食料生産と農業のサステナビリティ, 地球環境, 24 (2), 179-184.

Keywords climate risk, environmental change, agriculture, risk perception, policy evaluation

# 地域の資源を活用する技術・システムオプションの生成

## Alternative generation of technological and systems options utilizing local resources

東京大学 ○菊池康紀

### 1. はじめに

持続可能開発目標（Sustainable Development Goals; SDGs）<sup>1)</sup>やパリ協定<sup>2)</sup>といった国際的な枠組みに加え、地域循環共生圏<sup>3)</sup>など国内事業とともに2050年二酸化炭素排出実質ゼロの達成を表明する自治体も増えている<sup>4)</sup>。2050年に二酸化炭素排出実質ゼロを達成するための技術・システムオプションは、多種開発されてきており<sup>5)</sup>、これらの研究進捗は技術成熟度を考慮しながら、計画的に、エネルギー変換効率の向上、二酸化炭素貯留や有効利用、燃料転換、再生可能エネルギーの導入加速等の各種取り組みを急速に推進する必要がある。その中でも重要な要素である再生可能エネルギーの導入を加速させるためには、従来の大規模・集中型のエネルギー供給に代わり、地域に分散して賦存している資源を中小規模の需給構造にて利用することが求められる。

本研究では、地域の特性を考慮し、資源を適切に活用しうる技術・システムオプションを効果的に生成するために必要となる観点について議論する。ここで資源とは、再生可能資源などの地域のフローとして流れているものに限らず、産業や土地、伝統・文化など、その地域の中にあるものすべてを含めている。

### 2. 資源・エネルギー分野における課題と対策

環境・エネルギー分野においては、多様な研究開発とともに、課題も確認されている<sup>5,6)</sup>。例えば、環境分野においては、食料生産に関しては水-エネルギー-食料の依存性（nexus）が課題となっており、農業由来の環境負荷が制御しづらいことと合わせ、モデル化や特定技術の寄与の分析が成されてきている。再エネに関しては低炭素化・化石資源消費削減などが主な環境影響とされることが多いが、環境の問題は地球温暖化だけではなく、多様な課題があることが分かっており、再エネ主力化においても、例えば、レアメタル等必要資源のリサイクルなどは関連する課題といえる。一方、エネルギー分野の課題は大きくエネルギー供給、利用、ネットワークに分割することができ、特に再エネ関連技術については低コスト化と変動調整に関する研究課題が多い<sup>5)</sup>。

### 3. 地域のランドデザインの作成と多面性評価

#### 3.1. 種子島の例

持続可能な地域のエネルギーシステムを設計するためには、技術導入や自治体の広域連携、政策支援などのアクションが実施されたときの変化をシミュレーションし、適切な技術評価を組み合わせる<sup>7)</sup>必要がある。これまで、課題先進地域である種子島において、地域資源であるサトウキビの気象感応性を反映した単収予測モデルの開発<sup>8)</sup>や、サトウキビ品種の改良と、サトウキビの圧搾残渣であるバガスを用いた発電、糖蜜エタノール生産による製糖工場のシミュレーション<sup>9,10)</sup>と温室効果ガス排出削減量の分析<sup>11)</sup>、排熱を利用した蓄熱輸送<sup>12)</sup>、木質資源と組み合わせた産業共生<sup>13)</sup>、地域熱供給<sup>14)</sup>など、農林工横断型で地域において検討可能な技術オプションが多種存在することが示されてきている。これらの技術・システムオプションの組み合わせ方により、将来の地域システムにおけるランドデザイン案を作成することができる。

#### 3.2. 他業種・他プロセスを組み合わせるオプション

地域には中心となる基幹産業が存在することがある。基幹産業は、当該地域における社会経済的な影響度の強さなどで特定されることがあるが、資源・エネルギーの観点から考えると、資源を供給・貯蔵・輸送等ができたり、地域の土地面積の多くを占めていたり、将来活用可能となる潜在性が高い副産物を有していたり、など、多様な事例を挙げることができる。例えば、前節の種子島におけるサトウキビ産業は、上述のいずれの観点においても当該地域の基幹産業であり、国内の南西諸島でサトウキビ産業を有する地域ではいずれも同様な技術・システムオプションからランドデザイン案を作成することができる。同様な産業は、農業や林業、畜産業などの一次産業から、製鉄業、製紙業、といった製造業も、立地する地域では重要な基幹産業となりうる。

これら基幹産業から得られる廃棄物等副産物や再生可能資源を、太陽光や風力といった変動性再生可能資源と組み合わせていくなど、他業種・他プロセスが産

業共生により連携することで資源の有効利用率が向上しうることが分かっている。

### 3.3. 多面性の評価

地域の資源を組み合わせ得られるランドデザイン案については、ライフサイクルアセスメント (LCA) やマテリアルフロー分析 (MFA)、産業連関分析などを用いて、真に当該地域の将来において望ましいものであるかどうか、評価していくことが必要である。このとき、地域にとっての未来ビジョンは地域の住民等が関わる形で検討されるべきであり、地域の情理に基づく解釈が不可欠である。

### 4. おわりに

カーボンニュートラルへ向かう社会の中、地域資源は新たな価値を持ちうる時代となってきた。資源・エネルギーに関しては課題も顕在化してきているが、対策も多く提案されてきている。こうした社会の変化において、適用可能なオプションを最適に組み合わせていく仕組みの開発と導入が必要である。

### 謝辞

本研究は、環境研究総合推進費 (2-1910)、JST 共創の場形成プログラム (COI-NEXT : JPMJPF2003) の成果を含んでいる。東京大学「プラチナ社会」総括寄付講座は、(株)地球快適化インスティテュート、三井不動産 (株)、信越化学工業 (株)、オリックス (株)、積水ハウス (株)、東日本旅客鉄道 (株)、豊田通商 (株) からの寄付で活動している。

### 参考文献

- 1) United Nations (2015); Transforming our world: the 2030 agenda for Sustainable Development.
- 2) The Paris Agreement, United Nations Climate Change, <<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>>, (参照 2021-7-7)
- 3) 地域循環共生圏の概要, 環境省ホームページ, 入手先 <<https://www.env.go.jp/seisaku/list/kyoseiken/index.html>>, (参照 2021-7-7)
- 4) 地方公共団体における 2050 年二酸化炭素排出実質ゼロ表明の状況, 環境省ホームページ 入手先 <<https://www.env.go.jp/policy/zerocarbon.html>>, (参照 2021-7-7)
- 5) 科学技術振興機構 研究開発戦略センター (2021)

(研究開発の俯瞰報告書) 環境・エネルギー分野 (2021) /CRDS-FY2018-FR-01

- 6) Kato, Y., Koyama, M., Fukushima, Y., Nakagaki, T. (Eds) (2016), Energy Technology Roadmaps of Japan, Springer: Tokyo
  - 7) Kikuchi Y., Nakai M., Kanematsu Y., Oosawa K., Okubo T., Oshita Y., Fukushima Y. (2020): Application of technology assessments into co-learning for regional transformation: A case study of biomass energy systems in Tanegashima, Sustainability Science, 15, 1473-1494
  - 8) 福島康裕, 中村遼太郎, 大野肇, 小原聡, 菊池康紀, 大内田弘太郎, 寺島義文, 服部太一郎, 杉本明(2018): 気象要因を考慮した植物資源利用システム設計のための単収予測統計モデル: サトウキビからの砂糖・エタノール複合生産システムへの適用事例、日本 LCA 学会誌, 14(4), 302-318
  - 9) 大内田弘太郎, 服部太一郎, 寺島義文, 大久保達也, 菊池康紀 (2018): サトウキビ品種と動力プラントにおける技術オプションを考慮したバガス発電の導入効果分析、化学工学論文集, 44 (2), 113-122
  - 10) Ouchida K., Fukushima Y., Ohara S., Sugimoto A., Hirao M., Kikuchi Y. (2017): Integrated Design of Agricultural and Industrial Processes: A Case Study of Combined Sugar and Ethanol Production, AIChE J., 63, 560-581
  - 11) 小原聡, 菊池康紀, 大内田弘太郎, 杉本明, 服部太一郎, 安原貴臣, 福島康裕 (2019): サトウキビを原料とする砂糖・エタノール同時増産技術のパイロット実証、日本 LCA 学会誌, 15(1), 86-100
  - 12) Fujii S., Horie N., Nakaibayashi K., Kanematsu Y., Kikuchi Y., Nakagaki T. (2019): Design of zeolite boiler in thermochemical energy storage and transport system utilizing unused heat from sugar mill. Appl Energ, 238, 561-571
  - 13) Kikuchi Y., Kanematsu Y., Ugo M., Hamada Y., Okubo T. (2016) : Industrial Symbiosis Centered on a Regional Cogeneration Power Plant Utilizing Available Local Resources: A Case Study of Tanegashima, J Ind Ecol, 20 (2) , 276-288
  - 14) Kanematsu Y., Oosawa K., Okubo T., Kikuchi Y. (2017) : Designing the scale of a woody biomass CHP considering local forestry reformation: a case study of Tanegashima, Japan, Appl Energ, 198, 160-172
- キーワード 資源と技術の組み合わせ, ライフサイクル工学, システム設計と評価

# 地域の資源を活用する技術・システムオプション生成を支援する情報基盤

## Information infrastructure to support alternative generation of technological and system options utilizing local resources

東京大学 ○兼松祐一郎

### 1. はじめに

各都道府県や市区町村、もしくは複数自治体の広域連携においてカーボンニュートラルや持続可能な地域を実現するためには、地域に存在する資源を知り、それら資源を活用可能な技術やシステムを列挙し、技術導入により期待される効果を早期に予測しながら導入計画を進めることが望ましい。このような技術・システムの導入計画においては、資源、産業、技術などに関する多種多様なデータを駆使して、技術導入によって物質やエネルギーのフローの変化をシミュレーションによって予測し、その物質・エネルギーフローの計算結果に基づいてライフサイクル評価（LCA）や技術経済性評価などを実施することが有効であるが、情報収集やシミュレーションは現状においては大きな労力と時間を要する。本発表では、オープンデータや個別取得データを効果的に組合せ、地域ごとの資源特性に応じた技術・システムオプション生成を支援するための情報基盤について、その構想と構築状況について報告する。

### 2. 地域システム計画の要件と課題

これまでに著者らは、農林業地域の資源を活用した産業共生を対象として、そのシステム計画で必要な「現状調査」、「代替案生成」、「シミュレーション」、「評価」の実務に加え、関係者間での「レビュー」の実行および、各段階において必要となる情報を明らかにしている。

にしている。

実際の自治体におけるエネルギーシステム等の計画を調査すると、職員に当該技術の専門家がいることは稀であり、コンサルティングファームやシンクタンクに調査外注を行うことが多いが、分散した情報源からのデータ収集によって現状調査に時間が割かれ、本来注力すべきシステム代替案の生成やその議論が不十分となりやすい。一方で、現状調査の段階で必要となるデータ項目には地域差は少なく、オープンデータで多くを賄えることもわかってきた。

また、代替案生成に関しては、適用可能な技術をできる限り広範に検討できることが望ましいが、多くの技術は資源を入力として、付加価値のあるエネルギーや物質を出力する変換プロセスであると解釈でき、それらを整理した技術データベースを構築しておくことで、地域の資源や需要をキーとした検索やリストアップが可能になると考えられる。これら技術に関してシミュレーションモジュールを整備しておくことや、地域でのプロジェクト推進を通して構築と蓄積を行っていくことで、物質やエネルギーのフローを定量化し、評価につなげることができる。

以上から、本研究で構築する情報基盤は以下のポイントを重視して開発を目指すこととした。

- ① 分散したオープンデータを統合し、現状調査の半自動化と高速化を実現
- ② 地域の資源と需要から適用技術を検索可能なアルゴリズムと技術データベースの構築
- ③ 要素技術のモデル化によるシミュレーションモジュールの構築と蓄積

以下、各項目に関して開発状況を報告する。

### 3. オープンデータを活用した現状調査の高速化

近年、官庁主導によるオープンデータの充実化が進みつつあるが、それらは各省庁や自治体に分散していることや、データフォーマットがデジタル処理に適していない場合も多いなどの課題がある。現時点では、再生可能エネルギー（再エネ）の資源ポテンシャルを環境省「再生可能エネルギー情報提供システム」から、

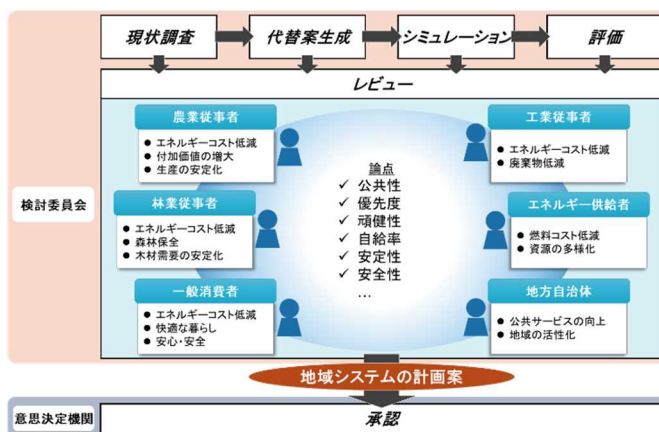


図1 地域システム計画の要件(文献<sup>1)</sup>に基づき著者編

再エネ設備の導入または認可の状況を経済産業省「固定価格買取制度」ウェブサイトからそれぞれ取得し、都道府県別または市区町村別で統合的に可視化、分析できるウェブアプリケーションを開発している。併せて、地域のエネルギー需要を既存の統計データの組合せから推算するアルゴリズムも開発を進めている。

#### 4. 技術・システムオプションの生成と評価

地域の資源情報やエネルギー需要特性に基づいて、適用可能な技術をリストアップできるよう、再エネ技術を中心とした技術情報の整理を、技術開発者やエンジニアリング企業とも連携しながら進めている。これは資源と技術の定性的マッチングといえるが（図2）、コストや導入効果も含めた比較や組合せを考え、技術導入につなげるためには、物質やエネルギーのフローを定量化するためのシミュレーションが必要となる。

また、太陽光発電や風力発電のような変動性再エネは現状の電力系統では既に一部地域で接続限界を迎え、発電量の多い日には出力抑制が行われるなど、蓄エネルギー技術（蓄エネ）やエネルギーキャリア技術（エネキャリ）の必要性が増している（図2）。太陽光、風力などシンプルな創エネルギー技術の発電ポテンシャルは既にデータとして整備されているが、蓄エネやエネキャリに関しては導入や研究の事例も少なく、時空間を考慮した解析も必要であることから、これら技術に関するシミュレータの開発が急務である。

これまでに著者らのグループでは、製糖プロセスで発生するサトウキビ残渣由来の未利用熱を化学蓄熱し地域で活用するシステム<sup>2)</sup>や、製紙工場に風力熱変換器と蓄熱を組合せて導入することによる地域エネルギー拠点化<sup>3)</sup>、太陽光発電と蓄電池を組合せた電解水素製造システム<sup>4)</sup>などに関して、シミュレーションに基づく設計やLCAを実施してきた。その過程で構築したシミュレータを再利用しやすいモジュールとして再構成

することを試みている。

#### 4. おわりに

今後は各種データを統合したデータベースと上記のシミュレータを接続し、地域特性を考慮した技術・システムの導入に関する設計と評価を、従来に比べて少ない労力で高速に実行できるような情報基盤として整備を進め、社会実装の加速を目指す。

#### 謝辞

本研究は、環境研究総合推進費（2-1910）、JST「共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT: JPMJPF2003)」、科研費(若手研究：21K17919)の支援を受けている。東京大学「プラチナ社会」総括寄付講座は、(株)地球快適化インスティテュート、三井不動産(株)、信越化学工業(株)、オリックス(株)、積水ハウス(株)、東日本旅客鉄道(株)、豊田通商(株)からの寄付で活動している。

#### 参考文献

- 1) 兼松 祐一郎・大久保達也・菊池康紀（2017）農業地域における産業共生の計画プロセスのアクティビティモデルとデータモデル，化学工学論文集，43, 347-357
- 2) Fujii, S., Horie, N., Nakaibayashi, K., Kanematsu, Y., Kikuchi, Y., Nakagaki, T. (2019) Design of Zeolite Boiler in Thermochemical Energy Storage and Transport System Utilizing Unused Heat from Sugar Mill. *Appl. Energy*, **238**, 561-571
- 3) Yamaki, A., Kanematsu, Y., Kikuchi, Y. (2020) Lifecycle Greenhouse Gas Emissions of Thermal Energy Storage Implemented in a Paper Mill for Wind Energy Utilization. *Energy*, **205**, 118056
- 4) Kikuchi, Y., Ichikawa, T., Sugiyama, M., Koyama, M. (2019) Battery-assisted low-cost hydrogen production from solar energy: Rational target setting for future technology systems, *Int. J. Hydrogen Energy*, **44**, 1451-1465
- 5) Sako, N., Koyama, M., Okubo, T., Kikuchi, Y. (2021) Techno-Economic and Life Cycle Analyses of Battery-Assisted Hydrogen Production Systems from Photovoltaic Power. *J. Clean. Prod.*, **298**, 126809

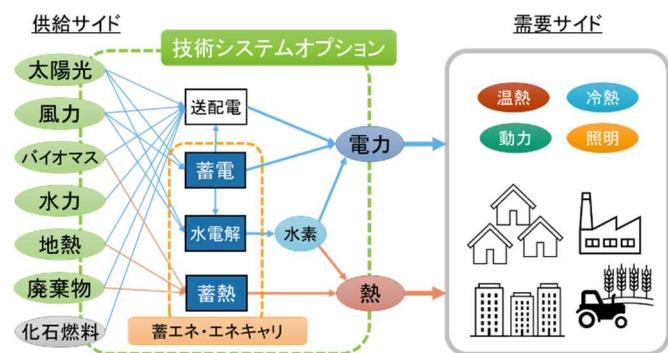


図2 資源、需要と技術・システムのマッチング

キーワード 再生可能エネルギー，オープンデータ，ライフサイクル評価

# 気候変動戦略策定プロセスへの脱炭素政策検討支援ツールの実装と課題

## Implementation and Challenges of Supporting Tool to Decide Local Decarbonization Strategy

芝浦工業大学 ○栗島英明

### 1. はじめに

2020年10月の菅義偉内閣総理大臣の所信表明演説において2050年脱炭素社会を目指すことが宣言されて以降、2050年のゼロカーボンを表明する基礎自治体が急速に増加している。しかし、表明した基礎自治体のうち、区域内の温室効果ガス削減等を推進するための地方公共団体実行計画（区域施策編）の策定率は5割を切っている<sup>1)</sup>。実行計画の目標年は2030年ではあるが、2050年の脱炭素を目指す際には、区域施策編の策定は必須と考えられる。策定がなかなか進まない直接的な理由は、都道府県・政令指定都市・中核市（施行時、政令市含む）以外は区域施策編の策定義務がないことであるが、これに加えて計画策定や対策実施に係る財源不足、気候変動や対策技術に対する知見不足、担い手となる人員不足が指摘されている。

そこで本研究プロジェクトでは、基礎自治体の気候変動戦略の策定を支援する脱炭素政策検討支援ツール（カーボンニュートラルシミュレーター）の開発とその実装手法の検討を行っている。本発表では、基礎自治体の気候変動戦略プロセスへのカーボンニュートラルシミュレーターの実装手法とその課題について報告する。

### 2. 全国基礎自治体調査の結果

脱炭素政策検討支援ツールの開発と実装手法の検討に際し、基礎自治体のニーズや抱える課題等を把握するために、2019年11月に基礎自治体に対するアンケート調査を実施した。その詳細な結果については投稿中<sup>1)</sup>のためにここでは割愛するが、基礎自治体の気候変動戦略の策定が進まない要因について多くの示唆を得た。中でも、環境省の区域施策編の策定・実施マニュアル<sup>2)</sup>においても触れられている気候変動対策の「コベネフィット」については、区域施策編に具体的な政策として反映させた自治体は39.7%に留まっており、支援の必要性があることがわかった。また、開発中の支援ツールに搭載してほしい機能としては、「将来人口・世帯数と連動した民生部門の温室効果ガス将来推計機能」、「地域特性を考慮した区域内に導入可能な施策の選択肢提示とその温室効果ガス削減効果・コスト推

計」、「地域特性を考慮した区域内に導入可能な技術システムの選択肢提示とその温室効果ガス削減効果・コスト推計」、「教育・人材育成に使用可能な簡易的なコミュニケーションツール」が上位となった。

### 3. 気候変動戦略検討プロセスでのツールの試行と課題

開発中の脱炭素政策検討支援ツールを、鹿児島県西之表市（2021年3月）および千葉県白井市（2021年4月）に実施した環境基本計画や気候変動戦略（区域施策編や適応計画）の策定を想定した市職員・住民協働のワークショップで試行した。

3月の鹿児島県西之表市では、5人の市職員（30～50代）と8人の市民（40～70代）との協働ワークショップを実施し、そこで開発中の脱炭素政策検討支援ツールを初めて使用した。参加した市職員の反応は好意的だったものの、市民からは「操作が難しい」、「何を入力すればよいかわかりづらい」、「内容の理解が困難」、「施策や技術システムの効果が分かりづらい」などの意見が寄せられた。そのため、インターフェースなどを大幅に改良し、操作画面を単純化するとともに、施策や技術システムの導入効果がグラフとして可視化されるように工夫を行った。

4月の千葉県白井市では、市内の地区ごとに6回のワークショップを開催し、合計で60人の市民（10～80代）が参加した。白井市のワークショップでは、先述のインターフェースの改良を行ったバージョンの試行を実施した。その詳細はシンポジウムで報告するためここでは割愛するが、西之表市での試行に比べると、市民の反応はおおむね良好であった。

### 参考文献

- 1) 栗島英明・谷田川ルミ・倉阪秀史（2021）気候変動緩和策に関する基礎自治体の現状と課題，E-journal GEO，（投稿中）
- 2) 環境省（2017）地方公共団体実行計画（区域施策編）策定・実施マニュアル（本編）ver.1.0，96頁

キーワード 基礎自治体，気候変動戦略，区域施策編，市民協働，アンケート調査

## 脱炭素政策検討支援ツールの学校教育への導入と効果

### Introduction of "Carbon Neutral Simulator" to School Education and its Educational Effect

芝浦工業大学 ○谷田川ルミ

#### 1. はじめに

本プロジェクトにおいては、地域の人的・人工・自然の各種資本基盤の状況に応じた脱炭素型の技術・社会経済シナリオを検討するため、基礎自治体ごとにカスタマイズされた「脱炭素政策検討支援ツール」を開発することを目的の一つとしている。ツールは政策検討に用いる詳細版とは別に、教育啓発目的に用いるレベルの簡易版を作成し、学校教育で活用することをとおして、社会実装することを目指している。具体的には、中学校、高等学校の「総合的な学習／探究の時間」に導入可能な「脱炭素未来ワークショップ」を核とした3年間の教育プログラムを開発し、中高生向けにアレンジした簡易版支援ツールである「カーボンニュートラルシミュレーター」を用いた脱炭素型社会の構築に向けた地域学習を実施するというものである。

#### 2. カーボンニュートラルシミュレーターの教育的意義

2020年度より小中高등학교に順次導入される新学習指導要領においては「持続可能な社会の担い手の育成」が重要な目標として掲げられ、「社会に開かれた教育課程」として、地域社会と連携した学びのほか、情報活用力の育成、データの傾向を踏まえて課題を解決する力の強化も目指されている。地域ごとの条件が反映されたカーボンニュートラルシミュレーターを用いて自分の住む地域の脱炭素を実現するプロセスをシミュレーターで体験することは、脱炭素の方法のみならず、地域の地理的条件、産業構造等も同時に学ぶことにつながり、地域理解と地域への愛着を高めることにつながるものと考えられる。

「脱炭素」は子どもたちにとって決して親和的なテーマではなく、他人事になりやすい。また、未来を経験することは不可能である。しかし、推計（シミュレーション）を用いることで、脱炭素に向けて「何を」「どのくらい」「どうすればいいのか」について直観的に体験することができ、理解の促進が期待できる。

#### 3. カーボンニュートラルシミュレーターの評価と効果

初めてカーボンニュートラルシミュレーターを中高生に体験してもらったのは2020年8月に鹿児島県西之

表市で実施した「にしのおもて未来ワークショップ」であるが、項目の多さやインターフェイスの問題などから、期待した効果が得られなかった。その後、中高生の発達段階に合わせ、脱炭素の理解をより促進させることを目的とした改良版を作成し、いくつかの中学・高校で実践を行った。シンポジウムでは、2021年6月に千葉県白井市立白井中学校の1、2年生約200名、鹿児島県西之表市立種子島中学校2年生約120名に対する実践とその教育効果について報告する。

表1は白井中学校の生徒の評価であるが「画面の見やすさ」「使いやすさ」については3割以上が「とてもそう思う」と回答しており、「少しそう思う」と合わせると8割の生徒が「見やすい」「使いやすい」と感じている。また約8割が「どうすれば脱炭素が実現できるのか」「脱炭素にかかるお金」が理解できたとしており、一定の教育効果がみられたといえる。

シンポジウムでは種子島中学校での取り組みの結果を加えて、学校教育における脱炭素政策検討支援ツールの導入の経緯と教育効果の検証についての報告を行う。

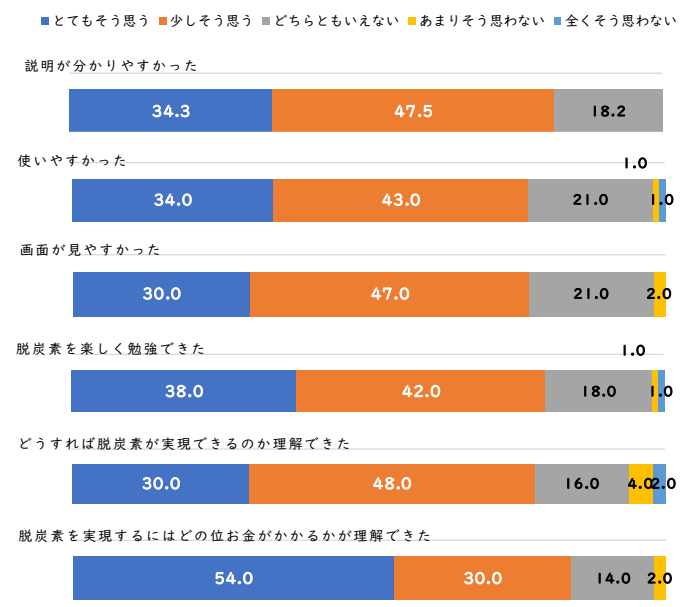


図1 生徒によるシミュレーターの評価（白井中学校）

キーワード カーボンニュートラルシミュレーター、ワークショップ、学校教育、総合的な学習／探究の時間

## シンポジウムー7

### 「東南アジアにおけるライフスタイルの変化と環境負荷」

プロジェクト名：科研費基盤B

「幸福論アプローチによるアジア熱帯農村の低炭素居住デザイン」

オーガナイザー 近藤加代子（九州大学）教授

加藤尊秋（北九州市立大学）教授

趣旨説明： 東南アジア諸国では、経済成長や社会の変化とともに自然環境を活かした環境負荷の低い伝統的ライフスタイルが変わりつつある。本シンポジウムでは、タイとベトナムの研究成果を中心に、ライフスタイルと環境負荷の関係を検証する。地域の特性に応じた住宅の特徴や変化、快適さや幸福を感じる居場所の選択やライフスタイルとエアコンの利用・消費エネルギーの関係を上げる。さらに生活水準やライフスタイルの変化は、廃棄物の内容と量にも影響している。養豚を核とした都市と周辺農村部における伝統的な食品廃棄物リサイクル、農村部における畜産廃棄物処理方法の変化などを上げる。



# タイとベトナムにおける都市住宅と農村住宅の現状

## Urban and Rural Housing in Thailand and Vietnam

九州大学 ○井上朝雄, 九州大学 近藤加代子

### 1. はじめに

タイやベトナムなどの東南アジア諸国では、経済発展が著しく、急速な都市化が進行している。都市近郊農村においてその傾向が顕著であり、伝統的な住まい方が急速に失われつつある。都市住宅と農村住宅の現状を観察することによって、タイとベトナムにおける住居における近代化の現状を明らかにすることを本報告の目的とする。

### 2. 調査の概要

タイは、バンコクの北 400km の地方都市スコータイを、ベトナムは、ベトナム中部の第 3 の都市ダナンを対象とし、都市住宅及び農村住宅について、スコータイでは 2018 年 9 月に 14 軒、ダナンでは 2017 年 9 月に 16 軒、実測調査を行った。

### 3. タイの住宅の近代化

スコータイの農村部には、タイの伝統的な住居である高床式の木造住宅から、現代的な住まいである RC 造の住宅まで、様々な年代の住居が混在していた。伝統的な木造の高床式の住居は年々減少していること、RC 造による自由な構成の住居が増えてきていることが分かった。また、住まいの近代化により家電製品の使用が増え、さらにはたことにより、キッチンが屋内化するなど、人々の居場所も屋外から屋内へ移行していることが分かった。

もともとタイの伝統的な住まいでは、キッチンは別棟で半屋外に設けられ、人々の日中の居場所も高床式の床下などの開放的な半屋外で過ごすことが多かったが、家電製品の普及が進むにつれ、居場所の屋内化が進行し、現代的な RC 造住宅へと移行していることが分かった。

### 4. ベトナムの住宅の近代化

ダナンには、ベトナムの伝統的な住居である木造架構の平屋建ての住宅は、都市部及び農村部ともにほとんど残っていなかった。都市部の住宅は 2000 年以降に建てられた 2 階から 4 階建ての RC 造の住宅が多く、農村部では 1999 年以前に建てられた平屋建てを改造した住宅が多かった。

農村部の住宅は、祭壇を中心とした住まい方という伝統的な住まいの形式の影響を受けたものが依然として多く残っていた。しかし、タイと同様、家電製品の普及から、伝統的な住居をもとに、現代的な住まい方へ移行しているものが多かった。

### 4. おわりに

タイ及びベトナムの都市住宅および農村住宅の現状から、都市部はもちろん、農村においても、家電製品の普及に伴い、半屋外の風通しの良い快適な居場所で多くの時間を過ごす伝統的な住まい方から、エアコンや扇風機で空気をコントロールする空間で多くの時間を過ごす現代的な住まい方へ移行しつつあった。また、家族がまとまって過ごす形から、個人がそれぞれの個室で過ごす形が増えつつあった。以上より、タイとベトナムにおける住居の近代化の実態を明らかにした。

### 参考文献

- 1) 有永他：ベトナム中部都市・農村における住宅の実態に関する研究，日本建築学会九州支部研究報告集，57 号 pp.149-152, 2018.03
- 2) 向島朋香他：北部タイ・スコータイの住居における近代化の実態に関する調査研究，日本建築学会九州支部研究報告集，58 号 pp.101-104, 2019.03

キーワード 都市住宅，農村住宅，近代化



図 1 スコータイの農村住宅(左)と都市住宅(右)



図 2 ダナンの農村住宅(左)と都市住宅(右)

# 熱帯地域における持続可能な居場所選択と幸福感—タイ・ベトナム調査から—

## Relationship between sustainable living and happiness in tropical region

九州大学 ○近藤加代子, 九州大学大学院 王東豪, 王雨童, 畢亦凡, 篠崎真美  
北九州市立大学 加藤尊秋

### 1. 研究概要・調査方法

本研究では、熱帯地域でエアコンに依存せずに快適に過ごせる居場所選択の社会的要因と空間的要因を明らかにし、幸福感とエアコン使用とが好循環に改善されるライフスタイルを探求している。

第一調査では 2018 年から 2019 年ベトナム（ダナン市）とタイ（スコータイ市）の現地調査及び各 100 件の訪問アンケート調査、第二調査では 2020 年 12 月ベトナムとタイで各 500 件のインターネットアンケート調査を行った。

第一調査での属性は、タイは中高年齢世代が 6 割、高齢世代が 4 割、住宅形態はほぼ戸建住宅である。ベトナムは 20 代から 60 代の各世代の割合が均等で、住宅形態は戸建住宅とペンシルハウスがそれぞれ半数である。第二調査は、タイは 20 代から 30 代の若い世代が約 7 割、住宅形態は戸建住宅が約 7 割、集合住宅が約 3 割である。ベトナムは 20 代から 30 代の若い世代が約 9 割、住宅形態は戸建住宅が約 8 割、集合住宅が 2 割弱である。

### 2. 第一調査結果

#### 2.1. 風土適応型による居場所選好

タイでは、伝統的に、ピロティ、ラビアン、チャーンなどのオープンな半室外空間がリビング機能を有し、そこで家族や近隣住民が気楽に談話する文化や習慣があり、室外滞在を好む割合が高く室外滞在時間が長い。

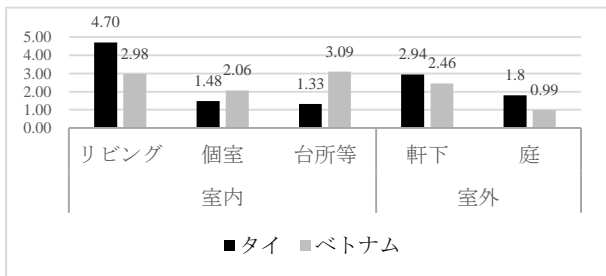


図 1. 一日当たりの滞在場所・時間

一方でベトナムでは、戸建住宅のリビングには間口が三か所あり、ペンシルハウスでもリビング接続の大きな間口、建物中央の吹き抜け階段など、通風のよい

伝統的な工夫がある。ベトナム人は文化や習慣から室内滞在を好む割合が高く室内の滞在時間が長い(図 1)。

#### 2.2. リビングの公共性認識

ベトナムの室外（道路など）に接続するリビングは開け放たれていることが多い。ベトナム人はリビングを人に見られてもよい、開放的な方がよいと答える人がほとんどで、公共空間であると答える人も半数以上いた。しかしタイ人は対照的であった。タイ人はタイトウンなどの室外空間に滞在を好むが、リビングはプライベート空間として閉鎖的な場合が多い(図 2)。室内滞在時間でタイがリビングがより多く、ベトナムが個室や台所がより多いのはプライベート空間認識によるのではないかと思われる。

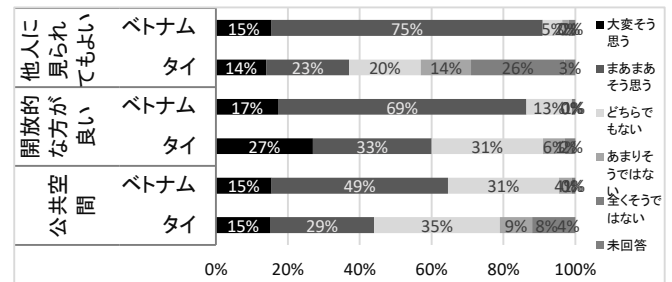


図 2. リビングに対する空間意識

室外空間を好む理由は、両者ともに冷房の電気代を節約することとともに、社交や昼寝の居場所空間としてのリラックス効果が高かったが、タイ人が後者をより重視していた。

#### 2.3. エアコン使用時間と幸福感の相関性

タイのリビングはベトナムより閉鎖的であることが多いため、エアコン使用時間がベトナムより長かった(図 3)。一方でベトナムのリビングの場合、通風を十分に考慮しているため、エアコンにあまり依存しておらず、ファンの利用だけで過ごしている人が多い。

幸福度は、タイもベトナムも、エアコンなしで室外滞在を好む人が高い傾向があった。エアコンがある場合も、室外滞在が好きな人の方が、幸福度が高く、電

気代も低かった(図 4)。

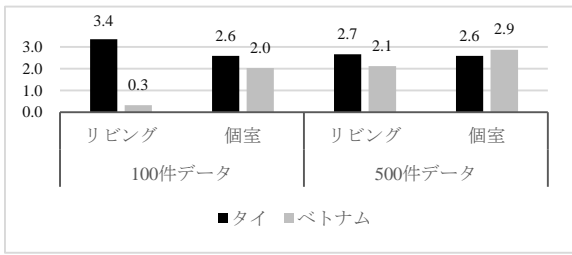


図 3. エアコンを持っている人の平均利用時間(昼間)

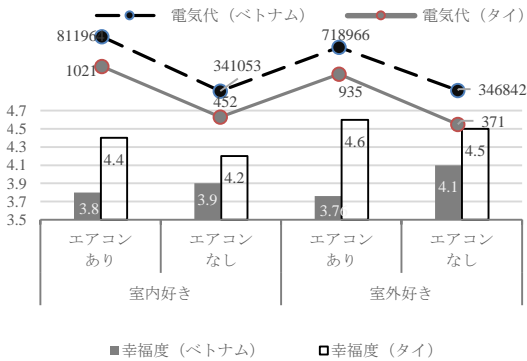


図 4. 幸福度とエネルギー消費との相関性

### 3. 第二調査結果

#### 3.1. 属性別の傾向

タイでは年齢とともに室外空間を好み、コミュニティ関係など社会意識が強まる。ベトナムでは年齢とともに室内滞在が増加する。

タイでは年齢とともに個室のエアコン使用時間が低下しリビングの滞在時間とエアコン使用時間が増加する。一方ベトナムでは、10代から40代はエアコンの使用時間は微小な増加傾向となる。

#### 3.2. エアコン使用時間とライフスタイルとの関係

リビングのエアコン使用時間に対するライフスタイル要因(重回帰分析)(表1)では、タイでは、近隣の親しい人との付き合いが低減要因であった。エアコンを使わないで快適に過ごせることも低減要因である。

ベトナムでは、リビングの通風の良いため、エアコンを設置しにくいことがエアコン使用時間の削減効果がある。

表1.リビングのエアコン時間への要因(重回帰分析)

ベトナム	エアコンを使って家にいることが多い	.118
	休日は遊びに出かけることが多い	.151
	リビングは通風よいので、エアコンの設置しにくい	-.206
	R <sup>2</sup> =0.062	

タイ	近隣の親しい人と過ごすのが好き	-.243
	エアコンを使わなくても快適に過ごせる	-.157
	友人を自宅に招くことが多い	.131
	エアコンを使って家にいることが多い	.138
	伝統文化が好き	.118
	近所に公園がある	.110
	R <sup>2</sup> =0.083	

#### 3.6. 幸福度の影響要因と電気代との関係

タイ人の幸福度の影響要因は主に室外での行為や空間特性にあり、ベトナム人の幸福度の影響要因は主に室内の行為にある(表2)。

表2. 幸福度への要因(重回帰分析)

	タイ	ベトナム
家族と過ごすのが好き	.240	.229
屋外で昼寝をすることが多い	.164	
伝統文化が好き	.149	.115
近所の建物に滞在できる日陰の空間がある	.133	
家の近くに滞在できる木陰がある	.148	
家の周りには木陰が多い	-.104	
テレビやパソコンをするのが好き		.164
友人を自宅に招くことが多い		.100
公園で体操やスポーツをするのが好き		.102
R <sup>2</sup> =0.227		R <sup>2</sup> =0.209

### 4. まとめ

タイとベトナムでは、伝統的な居場所滞在文化の違いが見られる。

風土適応型空間として、タイにはリビング機能を有する開放的な室外空間があり、そこで近隣の人々と親しく交流したり、昼寝などをおこなう。その空間特性や行為が人々の幸福度を高めているし、エアコンの使用を低減している。タイの室内のリビングは、通風性がよくないので、エアコンの使用時間が長くなる。

ベトナムでは、伝統的な風土適応空間として、間口の広く、吹き抜け階段があるリビングがある。通風性がよく、エアコンが設置しづらい。外との連続性が高い開放的な空間なので、近隣から見られたりする空間でもあり、公共空間という認識もある。ベトナムでは、室内の行動とともに、室外の空間滞在がエアコンの利用を低減するとともに幸福度を高める傾向がある。

熱帯地域のタイ・ベトナムでは室外および開放的な室内の涼しい場所で家族や近隣住民と快適に過ごすことは自身の幸福度を高めるとともに、エアコン依存を減らすといえる。

キーワード：エアコン利用、幸福、風土適応、室外、リビング

# 中国の熱帯地域におけるエアコンの使用の特徴について—タイ、ベトナムと比較して— Characteristics of the use of air conditioners in China's tropical region: compared with Thailand and Vietnam

九州大学大学院 ○王東豪, 王雨童, 畢亦凡, 篠崎真美, 九州大学 近藤加代子

## 1. 研究目的と調査方法

本研究では、中国の熱帯地域である広東省を研究対象地域として、休日の人々のエアコン使用に関する特徴をタイとベトナムとの比較から明らかにする。

2020年12月に中国広東省住民に向けて500件のネットアンケートを回収した。回答結果のうち中国の典型的な住宅類型である集合住宅が7割強占めていた。

## 2. 考察結果

### 2.1. 熱帯地域広東省とタイ・ベトナムとの相違点

#### ①高いエアコンの設置率

エアコンの設置率は、中国広東省では92%、タイの67%、ベトナムの75%に比べ高い設置率を示した。

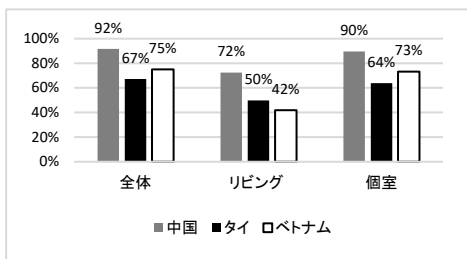


図1 エアコンの設置率

#### ②長時間のエアコン使用時間

エアコンを所持する人たちのエアコン平均使用時間は、リビングでの使用が3.5時間、個室でのエアコン(就寝時)使用が6.9時間となっており、タイ、ベトナムよりも有意的に長時間を占めている。

#### ③高いエアコンの依存度

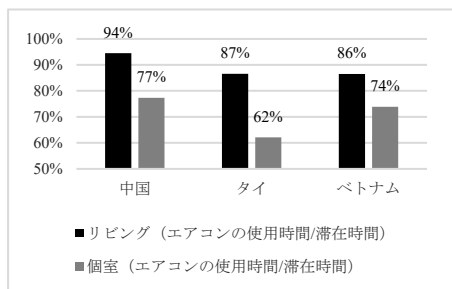


図2 エアコンの依存度

エアコンの依存度(エアコンの使用時間と室内滞在

時間の比率)は、中国広東住民のリビングでのエアコン利用時間はリビング滞在時間の94%比率となっており、個室での利用時間はタイが62%、ベトナムが74%と比較すると、より高く、77%を占めた。

特に、集合住宅に住んでいる広東住民の中間所得層と高所得層では、リビングのエアコン使用時間はリビングの滞在時間を超える現象がみられた。

#### ④高い冷房依存の意識

「エアコンなしで快適に過ごせない」や「経済が豊かになればエアコンを増設する」という考え方が、広東省住民はタイとベトナムの住民よりも高い傾向を示した。

#### ⑤コミュニケーションの少なさ

「家族と過ごす」「友人を招く」「近隣とおしゃべり」などのコミュニケーションに関する項目の中で、広東省住民はタイとベトナムの住民に比べて家族又は近隣との付き合いが少ないことが分かった。

#### ⑥住宅周辺の緑化の少なさ

広東省では、近所に公園が設置される条件が良く、住民たちは散歩を好む傾向があったが、住宅周辺に木陰は少なく、緑化環境の満足度が低く、休日に家の外で過ごすことが少ない結果を示している。

### 2.2. エアコン依存を減らす要因

集合住宅類別の重回帰分析結果として、中国広東省では「植栽が好きの人」は室外で活動するため、エアコンの使用を減らすことができる。一軒家類別の重回帰分析結果で類似される要因として「家の周りに木陰が多い」との結果が示された。

つまり、広東省におけるエアコン依存削減には、緑化手段として身近に涼しい空間を作ること、住民がより多く家の外に出る可能性が高まるとみられる。しかし、全体的に緑化量や滞在性を含む緑化満足度においても、タイやベトナムよりも緑化が不足している課題がある。

キーワード： 中国、エアコン、緑化

# ベトナム都市近郊における自然発生的食品廃棄物リサイクル Suburban food waste recycling without government support in Vietnam

北九州市立大学 ○加藤尊秋, 九州大学 近藤加代子

## 1. はじめに

ベトナムには、自然発生的な食品廃棄物リサイクルのしくみがある都市がみられ、政府の補助や支援、廃棄物管理政策の枠外で都市部の住宅や飲食店などから集めた食品廃棄物を郊外の農村部で養豚のえさとして活用している。中部の主要都市であるダナン市にも同様なしくみがあり、経済水準の変化や都市の拡大による影響を受けながらも現在まで継続している (Kato et al., 2012; Kato et al., 2020)。本研究では、ダナン市について、地域コミュニティのつながりの程度と食品廃棄物リサイクルへの参加の関係を現地調査結果をもとに示す。

## 2. 調査方法

2019年2月にダナン大学の協力を得てダナン市の都心部5区、および、郊外農村部の Hoa Vang 県において質問紙を用いた訪問聞き取り調査を行った。対象とする家屋をエリアサンプリングにより選び、都心部では56世帯、農村部では54世帯から回答を得た。各世帯を代表する1人に聞き取りを行った。

## 3. 調査結果

### 3.1. 都市部における食品廃棄物の排出

ダナン市では、環境公社(URENCO)が都市ごみの回収を行っており、市民にごみ分別の義務はなく、一部の新興住宅地を除き、家の前や街角におかれたごみを毎日収集している。一方、郊外の養豚農家やそこに食品廃棄物を販売する中間収集者(以下、収集者)が戸別に食品廃棄物の収集を行っている。都心部の回答者全体としては、URENCOのみへの排出が20.4%、収集者のみへの排出が35.2%、両者を利用している世帯が24.1%であった。

コミュニティのつながりの強さの指標として「近所の人々がひんぱんに集まり話す」との項目に、強く同意、同意、どちらとも言えない、不同意、強く不同意の5段階で解答を求めた結果を用いる。都心5区は、区によって都市化した時期が異なるが、この指標でみたコミュニティのつながりの程度については、区による明確な違いは見られなかった。

ここで、上述の収集者のみへの排出を行う世帯の割合は、コミュニティのつながり度合いとの関係が見られた。

つながり度合いが強い世帯(強く同意、ないし、同意)では、収集者に食品廃棄物を渡す割合が55.0%であるのに対し、つながり度合いが弱い世帯では、23.5%に留まった。この差は、Fisher 正確確率検定で有意であった( $p=0.037$ )。したがって、自然発生的な食品廃棄物リサイクル網は、地域コミュニティとのつながりが強い世帯を基盤としていることが示唆される。

### 3.2. 農村部での食品廃棄物の利用

農村部の回答者の職業(重複あり)をみると、45.3%が米作、73.6%が野菜作り、51.9%の28軒が養豚を行っていた。養豚を行う農家が用いるえさ(重複あり)は、配合飼料13.0%、野菜53.6%、食品残渣64.3%、米ぬか50.0%であった。

表1 コミュニティのつながりとえさの種類

近所の人々がひんぱんに集まり話す	食品残渣	配合飼料	野菜	米ぬか
強く同意 N=13	53.8%	30.8%	61.5%	61.5%
同意 N=9	66.7%	22.2%	66.7%	55.6%
どちらとも言えない N=6	83.3%	16.7%	16.7%	16.7%

表1は、コミュニティのつながり度合いの強さと使われているえさの種類を示す。標本が小さいために統計的に有意な関係ではないものの、つながりが弱い農家で食品残渣を使う割合が高く、逆に、つながりが強い農家では、配合飼料や米ぬかを使う割合が高いように見える。この見方が正しいか、正しい場合には、そうなる理由はなぜかについて、さらに検討する必要がある。

### 参考文献

1) Kato, T., Pham, T. X. D., Hoang, H. Xue, Y., and Tran, V. Q. (2012): Food residue recycling by swine breeders in a developing economy: A case study in Da Nang, Viet Nam. *Waste Management*, 32(12), 2431-2438.

2) Kato, T., Hoang, H., and Phan Hoang, T. T. (2020): Economic development and human ties in informal food waste recycling: A follow-up study in Da Nang, Vietnam. *Waste Management & Research*, 38(9), 1019-1027

キーワード 食品廃棄物、コミュニティ、ベトナム

## シンポジウムー8

### 学術賞受賞記念シンポジウム

### 「持続可能な社会形成とサステナビリティ・サイエンス～ポストSDGsを見据えた 学の展開」

プロジェクト名：環境研究総合推進費 2-2102  
「気候変動の複合的リスクへの対応に関する研究」

オーガナイザー 田崎智宏（国立環境研究所）室長  
亀山康子（国立環境研究所）領域長

趣旨説明：「持続可能な開発（発展）」は、1987年のブルントラント委員会で概念提示がされてから、より実務上の概念へと具体化・進化してきた。持続可能な開発目標SDGsはその一形態であるが、国連総会にて全会一致で合意されたことや社会を大きく巻き込んだという社会的意義は大きい。学術的にみれば人類史上の一通過点の産物ともいえ、ポストSDGs時代の政策を展開するうえではさらなる進化が期待される。持続可能な社会形成に向けた取り組みのアプローチにも変化がみられており、トランジション（社会転換）アプローチないしは創造型のアプローチへと変遷してきている。さらに、現代社会の基本制度・レジームそのものを再考する議論も展開されている。本シンポジウムでは、それらを概観するとともに、ポストSDGsを見据えた学の展開を議論する。

なお、本シンポジウムは、学術賞「気候変動に関する国際関係論と持続可能な社会形成に関する研究」（受賞者氏名：亀山康子）ならびに学術賞「循環型社会の制度設計・評価及び持続可能な社会形成に関する研究」（受賞者氏名：田崎智宏）の受賞記念合同シンポジウムである。

# 持続可能な発展の概念：抽象的概念から具体的規範へ

## Concepts of Sustainable Development: From Abstract Principle to Specific Norms

国立環境研究所 ○田崎智宏

### 1. はじめに

「持続可能な開発（発展）」（Sustainable Development 以下、SD という。）は、1987年のブルントラント委員会で概念が提示されてから、地球環境問題の解決を目指す環境科学ならびに人類の持続可能性を確保するサステイナビリティ・サイエンスにおける重要な概念である。近年の傾向は、その抽象的概念が、より実務上の具体的規範あるいは具体的なクライテリアとして様々な人間活動・経済活動にビルトインされようとしていることである。一つの具体化の例は、2015年9月に提示された持続可能な開発目標 SDGs である。しかし人類の長い歴史からみれば、SDGs は SD を具体化した一形態に過ぎず、国連総会にて全会一致で合意されたことや社会を大きく巻き込んだという社会的意義は大きい、学術的にみればポスト SDGs 時代をにらみ、さらなる概念の進化と各種の取り組みの深化が期待されている。

そこで本稿では、このような時代認識に基づき、SD の概念を深化し人間社会にビルトインさせるために著者が実施してきた研究成果を概説しつつ、本シンポジウムの全体像を説明する。

### 2. SD 概念の発展と帰納的アプローチによる具体的な SD 基準の特定

SD の概念についての先駆的な研究である森田・川島(1993)<sup>1)</sup>では、41 の SD に関する定義がレビューされ、自然条件を重視した定義、世代間の公平性からの定義、より高次の観点からの定義という3類型があることを指摘している。一口に SD といってもその射程に違いがあることが具体的に確認されている。この分野で長らく行われてきた「弱い持続可能性」「強い持続可能性」の議論も同様である。SD は 1990 年代以降、「持続可能な〇〇」「サステナブルな〇〇」といった表現とともに様々な活動が行われていくようになった。抽象的な概念論から歩を進め、このような具体的活動からボトムアップ的あるいは帰納的に SD 概念の普及を把握しようとしたのが、著者らによる付随語の研究<sup>2)</sup>と SD 指標が着目する分野の研究<sup>3)</sup>である。日本語圏では経済面の継続性が重視されており環境保全の視点が弱い傾向があること、SD を実現するための制度面への着目が弱く、あったとしても

技術的なものが多いといった知見が得られている。既存の経済システム内での修正や技術的対応を求める傾向があることを意味し、それが脱炭素のような大きな変革を求める時代にふさわしいかは今後の日本が注意しなければならない点である。

続いて、著者らは 25 の認証制度等が設定している SD 基準のレビューも行った<sup>4)</sup>。多くが着目する SD 基準(表 1) は、環境面では、持続可能性を直接計測するのではなく省エネや省資源という効率性向上を目指す代替的な基準が用いられることが多かった。個々の活動が現状の SD 基準を遵守したとしても、個々の活動の合成である社会全体の活動が SD 基準クライテリアを満たすわけではないことを示している。社会経済面のニーズを満たす SD 基準は多様で、何を設定すべきかの社会的合意は未確立であるが (EU タクソノミーの動向が注目になる。)、多くが着眼する人権と労働者の保護は必須基準といえるだろう。また、より高度なニーズの充足のための基準としては、当該活動の行われる地域社会のニーズを密なコミュニケーションで取り込む基準となっていることも明らかにした。活動主体の価値観に基づいて SD 基準を設定してもそれは地域のニーズとは乖離することがあることを含意しており、「私のために行ったことでも、私に相談しなかったのであれば、私の意思に反して行ったことになる。」という名言を胸に刻み、世のなかの仕組みにビルトインすることが期待される。

表 1 25 の認証制度等が着目する持続可能性基準

分野	多くが着目する基準
環境面の持続可能性の確保	・省エネ・省資源等の環境効率の向上 ・再生可能資源へのシフトとその持続的利用 ・生態系の保全
社会・経済面の発展ニーズの充足	・人権の保護 ・公正な労働条件 ・地域社会のニーズや価値の尊重
制度面の確立	・計画策定 ・モニタリングと評価 ・担当部署の設置 ・能力・意識の向上

※文献 4)をもとに作成

### 3. 目指す SD 状態の具体化と「複雑化」する人間－環境システムの理解と転換対策

目指すべき状態は、数量的に示し現状との乖離を把握することや、図解によって多くの方に理解されているこ

とで、実現を確保しやすくなる。この目的で使われるのが指標や図解という手法である。著者らは1790のSD指標をレビューし、5つの課題を指摘した<sup>5)</sup>。課題の1つが、人々の幸福などといった主観的な計測をいかに適切に行うかである。この点に関連して、最新のウェルビーイング研究を行っている鶴見が本シンポジウムにて、これまでの知見や研究展望などを紹介する。

他の課題の1つがシステム内の要素間の関係（「ネクサス（連環）」という）。を把握することであり、著者らはネクサス型のSD指標体系の提案<sup>6)</sup>、スコーピングの重要性の指摘<sup>7)</sup>、環境問題の図解<sup>8)</sup>を行ってきた。「複雑化」する人間-環境社会における対策実施の有効性確保と理解促進の重要性を認識するものである。個人や個々の企業への努力には限界があり、複雑化したシステムが機能不全に陥っている部分を含めてシステム転換を図る研究が求められている点については、持続可能な消費と生産（SCP）の分野で研究を行ってきた堀田・小出が、SCP政策のver1.0からver3.0への展開を論じ、システム転換の時代に適合した政策アプローチの必要性等を述べる。また、複雑化した人間-環境システムを的確に理解し、有効な対策を特定するうえでは数理モデルを構築し、有効な対策を特定したり、予防的に問題を回避したりすることが重要である。この点については、気候変動モデルの研究者である増井・高橋が論じる。

とりわけ、気候変動問題は地球規模でのメカニズムが複雑に絡み合う問題であり、今世紀中の深刻な問題悪化が懸念されている。本シンポジウムでは、亀山が気候変動の複合的リスクを中心にサステナビリティ研究の状況と研究展望を論じる。

人類のサステナビリティを確保するため、現代の人間社会の基本制度・レジーム、つまり経済活動のベースとなる市場経済や資本主義の考え方、社会の意思決定に関わる民主主義のあり方をも再構成する議論も展開されている。本シンポジウムでは、フューチャー・デザインによる持続可能社会への変革に向けたアプローチについて、将来世代を考慮するという観点から原がその概要と展望などを紹介する。

## 6. サステナビリティ・サイエンスの展望

著者が行ったサステナビリティ・サイエンスについての文献レビューでは表2のようなキーワードが得られている。バックキャストで社会を大きく発展させていくことが求められる現在においては、科学自体もあるべき論点から議論・深化させていくことが求められる。この点

を最後に論じて本シンポジウムを締めくくる。

表2 サステナビリティ・サイエンスのキーワード

環境の有限性（環境容量、限界）
発展（経済的、社会的、精神的）、ニーズ、幸福、富、格差
複雑系、フィードバック、ダイナミズム、ネクサス・連環、不可逆性、トリプルボトムライン（環境、経済、社会）
安定性、恒常性、脆弱性、冗長性、自律性
時間軸と空間軸、時間のスピード、世代間衡平性、倫理・規範、
価値非中立性、参加型アプローチ、専門性と代表性、効率性、
多様性、包摂性
自立性、適応力、自己変革力、組織や地域の学習力、創造力、
トランジション、イノベーション、ガバナンス、デザイン
包括的、学際的、分野横断的、知の融合、非従来型専門分野

## 参考文献

- 1) 森田恒幸・川島康子（1993）「持続可能な発展論」の現状と課題，三田学会雑誌，85(4)，4-33.
- 2) 田崎智宏・亀山康子・大島正子・本木啓生（2014）「持続可能」等の表現からみた日本人の「持続可能な発展」における対象分野の特徴把握．環境情報科学，43(3)，70-79.
- 3) Tasaki T., Kameyama Y. (2015) Sustainability Indicators: are we measuring what we ought to measure? [Global Environmental Research, 19 \(2\), 147-154.](#)
- 4) 田崎智宏・亀山康子・大島正子・本木啓生（2016）25の取組・認証制度における持続可能性の基準．[環境科学会誌, 29 \(6\), 305-314.](#)
- 5) Tasaki T., Kameyama Y., Hashimoto S., Moriguchi Y., Harasawa H. (2010) A survey of national sustainable development indicators. [International Journal of Sustainable Development, 13 \(4\), 337-361.](#)
- 6) 田崎智宏・亀山康子・松橋啓介（2017）将来像の相違や事象連関を考慮した社会目標の設定．環境情報科学，46(4)，12-16.
- 7) 田崎智宏・多島良・正嶋宏一・津田和俊（2012）持続可能性評価の方法論とその展開．[日本LCA学会誌, 8 \(2\), 272-281.](#)
- 8) 田崎智宏・亀山康子・山口臨太郎・近藤哲朗・沖山誠（2020）図解アプローチによるサステナビリティ問題の表現．[環境科学会 2020 年会講演要旨集, 48.](#)

キーワード 環境科学，サステナビリティ・サイエンス，持続可能性クライテリア、持続可能性指標



# ウェルビーイングの研究とその展望

## Well-being Studies and its Future Outlook

南山大学 ○鶴見哲也

### 1. ウェルビーイングと経済発展

ウェルビーイング (Well-being) は哲学や宗教学においてその概念が提示され、その計測の仕方について心理学、医学などにおいて議論がなされてきている。そして主観的にアンケートでウェルビーイングを測る取り組みもなされてきており、主観的福利 (Subjective Well-being : SWB) 指標を政策決定に役立てようとする取り組みが、国連、OECD、各国政府、そして自治体において近年なされはじめている。その背景には経済発展、大量消費がウェルビーイングに結び付いていないのではないかという学術的な指摘がある。

一般に SWB 指標は 2 種類に大別される。一つは人生の評価指標と呼ばれるもので、人生全体の評価を行うものである。もう一つは感情的幸福指標と呼ばれるもので日々の幸せを計測するものである。経済発展が SWB 指標に与える影響は、国によっても異なり、また SWB 指標の選択 (人生の評価指標と感情的幸福指標) で異なることも指摘されてきており、実証的な研究蓄積が待たれているところである。

### 2. 環境制約を踏まえた消費の在り方

図 1 は消費と SWB 指標の関係性を示したものである。Path A はフィンランド・スウェーデンにおける関係性であり、Path B は日本・米国・英国における関係性である。日本は単位消費量あたりに増大する SWB が北欧諸国と比較して小さい。プラネタリーバウンダリーなど将来の環境制約を考えると、先進国の消費水準はその限界をすでに超えており、日本は今後消費を減らしていく必要がある。しかし、現状の Path B では消費を減らしたときに SWB が大きく低下してしまう。SWB を維持していくためには Path A のように単位消費あたりに得られる SWB を今後高めていく必要がある。

### 3. 単位消費当たりのウェルビーイングを高める

それでは、どうすれば単位消費当たりの SWB を高めることができるのであろうか。図 2 に示すように物質的な消費よりも経験消費・社会関係消費に注目すべきこと、図 3 に示すように物質的消費については長く大切に活用すべきということが分かってきている。物質的な消費と

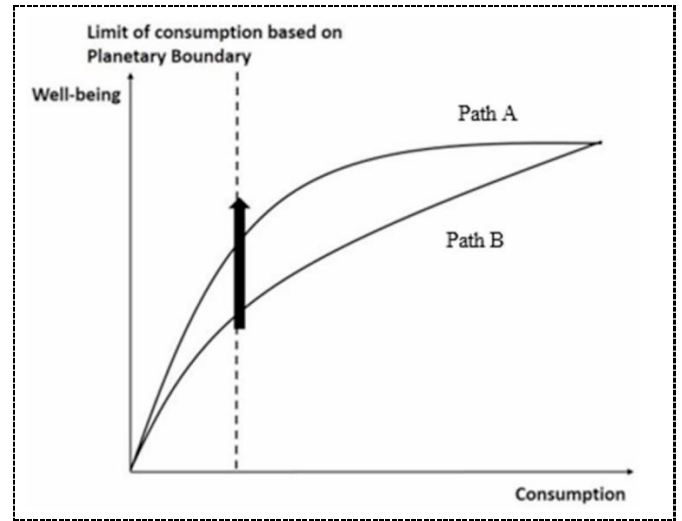


図 1 環境制約を踏まえたウェルビーイングの底上げ  
出典 : Tsurumi et al. (2021)<sup>3)</sup>

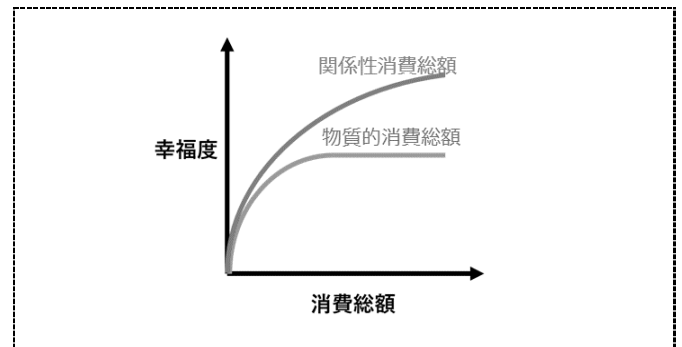


図 2 物質的消費と関係性消費の違い  
出典 : Tsurumi et al. (2020)<sup>1)</sup>を基に報告者作成

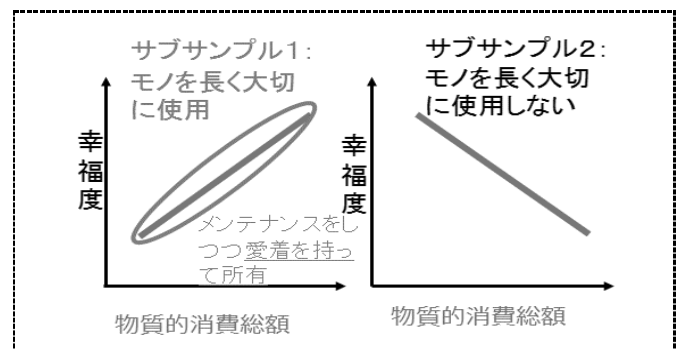


図 3 環境制約を踏まえたウェルビーイングの底上げ  
出典 : Tsurumi et al. (2020)<sup>2)</sup>を基に報告者作成

比較して、経験や人とのつながりに関係性の深い消費が単位消費当たりの SWB 向上に寄与しやすいこと、そし

て物質的な消費に関しては、所有するものに愛着を持ち、長くメンテナンスを重ねながら大切にそして活用していくことで単位消費当たりの SWB 向上が実現されること、を示唆している。

#### 4. 将来展望

新型コロナウイルス感染症の流行は世界各地でのいわゆる「巣ごもり生活」経験につながった。自宅やその近隣で過ごす時間の増大は、物質的消費についても経験消費や社会関係消費についてもその価値を見直す機会となったと考えられる。経験消費や社会関係消費の減少は SWB を大きく減少させた<sup>4)</sup>。

他方で、コロナ禍はテレワークの実践などで生活における時間的余裕に結び付いた可能性がある。そうした自宅で過ごす時間の増大は、所有しているモノのメンテナンス、そして DIY につながった可能性がある。物質的消費について、長く大切に活用していくようなライフスタイルの素晴らしさを経験する良い機会となった可能性がある。

単位消費当たりの SWB 水準が高い北欧はもともと気候要因から「巣ごもり生活」を実践してきた国である。同時にテレワークの実践、余暇を大切にする働き方など、ワークライフバランスにおけるライフを重視する国でもある。生活におけるこうしたライフの充実が、自宅やその周辺での生活時間の余裕が、物質的消費についても、経験消費・社会関係消費においても、ウェルビーイング増大の鍵となる可能性がある。この視点での研究はまだ十分ではなく、今後の研究蓄積とその政策活用が待たれる。

長く大切に活用する消費スタイルは大量消費・大量廃棄からの脱却すなわち責任ある消費の実践と言える。しかしながら環境負荷の高いものを長く使用し続けることの問題も同時に考えていく必要がある。この意味で、たとえば家電等においては長く所有している最中に自分自身で部品を取り換えることで技術進歩を反映できるような自分でメンテナンスが可能な商品設計が待たれる。長く大切に愛着を持って所有していけるような物質的消費が実現されていくことを期待したい。

当然ながら同時にリユースや中古品の流通によって、所有者が変わっても長く大切に活用されていくこと、製造時のリデュース、廃棄後のリサイクルもセットで考えていく必要があることは言うまでもない。物品に愛着を持ち、長く大切に、そして自分の手を離れても、廃棄後も活用されていくように最後まで消費者が「愛着を持つ

て」見守っていけるような消費スタイルがウェルビーイングの意味で重要であり、待たれる。加えて、社会関係消費は人とのつながりを重視する消費スタイルであり、子どもや孫など将来世代を考慮した環境配慮消費と共通点があることにも注目すべきであろう。社会関係消費についても環境配慮消費についても SWB を高めるといふ研究蓄積がある。

以上のような長く愛着を持って活用するような消費を行っていく「責任ある消費」が今後のウェルビーイング維持には重要と言えるのではないだろうか。

#### 参考文献

- 1) Tsurumi, T., R. Yamaguchi, K. Kagohashi, and S. Managi (2020) Are cognitive, affective, and eudaimonic dimensions of subjective well-being differently related to consumption? Evidence from Japan, *Journal of Happiness Studies*, <https://doi.org/10.1007/s10902-020-00327-4>.
- 2) Tsurumi, T., R. Yamaguchi, K. Kagohashi, and S. Managi (2020) Attachment to material goods and subjective well-being: Evidence from life satisfaction in rural areas in Vietnam, *Sustainability*, 12, 9913. <https://doi.org/10.3390/su12239913>.
- 3) Tsurumi, T., R. Yamaguchi, K. Kagohashi, and S. Managi, (2021) Material and relational consumption to improve subjective well-being: Evidence from rural and urban Vietnam, *Journal of Cleaner Production*, Volume 310, 127499.
- 4) 鶴見哲也・山口臨太郎・笹橋一輝・馬奈木俊介 (2021) コロナウイルス感染症流行下での消費と主観的福祉, *環境経済・政策研究*, 14(1), 66-70.

キーワード ウェルビーイング, 主観的福利, 消費

# SCP 政策の ver1.0 から ver3.0 への展開と Envisioning-Based Policy Making

## Expansion of SCP Policy Concept from Ver. 1.0 to Ver. 3.0 and Envisioning-based Policy Making

地球環境戦略研究機関 ○堀田康彦  
国立環境研究所 小出瑠

### 1. はじめに

本稿では、Hotta et al. (2021)<sup>1)</sup>での議論に基づき、持続可能な消費と生産 (SCP) の政策概念が、汚染防止とクリーナープロダクション (SCP 1.0) から、製品・物質のライフサイクルアプローチ (SCP 2.0)、さらに消費と生産を駆動する社会技術システムのシステムレベルでの転換アプローチ (SCP 3.0) へと展開してきたことを報告する。その上で、社会技術システムへの転換が SCP 政策の目的となった 2015 年以降、SCP1.0 と SCP2.0 で有効であった政策アプローチとデザインを意識的に更新する必要があることを論じる。最後に、こうした政策デザインの更新の方向性を Envisioning-based Policy Making (ビジョン創発型政策形成: EnBPM) として総括する。

### 2. SCP 政策概念の 3 段階での展開

SCP に関連する政策議論は、曖昧で複雑な様相を呈しやす。これは、SCP 政策の対象の段階的变化に要因を求めることができる。SCP 政策は、食品や容器包装・家電などの個別の製品やその生産プロセスやその廃棄物などを対象とすることもあれば、食・住・移動などの消費と生産を支える社会技術システム全体を対象とすることもある。システム的な変化を目指す場合と、個別製品の改善を目指す場合とでは必要とされる政策アプローチも異なる。そのため、政策概念の発展とその背景を整理することで、SCP 政策概念を更新し、持続可能な社会技術システムへの転換を目指していく上でも有用だ。

SCP 政策の第 1 段階は、1960 年代～1970 年代の先進国での急速な経済成長と産業化に伴う環境汚染への対応に端を発する。環境規制の徹底により、エンドオブパイプ型の技術の導入に加えて、原材料の見直し、省エネルギーのための生産システムの効率化、技術革新、産業構造の変化などを通じて、環境と経済の両立が可能になるという考え方が次第に発達してきた。1980 年代に入り、国連環境計画 (UNEP) と国連工業開発機関 (UNIDO) が提唱することになるクリーナープロダクション (CP) にこうした考え方が象徴的に反映されている。こうして発展してきた SCP の原型となる汚染防止とクリーナープロダクションを Hotta et al. (2021)<sup>1)</sup>では、SCP 1.0 と呼んだ。

1992 年の国連のアジェンダ 21 で重要な政策概念として位置付けられた CP は、その後、国連での SCP プログラムへと発展していくこととなる。

1990 年代に入り、製品のライフサイクルでの効率性改善が大きな影響力を有する概念となっていく。これは、1990 年代にグローバル化と大量生産・消費・廃棄に伴う、気候変動、生物多様性の喪失、廃棄物問題の深刻化などが大きく注目を集めたことと関係がある。貿易とグローバル化した生産消費システムは、生産と消費の距離を乖離する傾向を強めた。こうした中で、資源や製品のライフサイクル全体で、より効率的な資源とエネルギー利用を行うことで持続可能性を達成できるとする政策概念が影響力を持つに至った。持続可能性を実現するためには、資源消費、生産・製造、流通、消費、リサイクル、廃棄物管理のライフサイクルの各段階でそれぞれに効果的な政策介入を行うというライフサイクルベースの政策介入の考え方が主流化した。その効果を、ライフサイクル分析や、フットプリント指標で評価することの重要性が高まった。この製品・物質のライフサイクルに焦点をあてた SCP 政策概念を SCP2.0 と呼ぶ。SCP1.0 から SCP2.0 の発展は、環境と経済の調和に着目したエコロジー的近代化論<sup>2)</sup>が説明してきた環境政策の発展であると言える。

SCP1.0 から SCP2.0 への展開と同等かそれ以上の政策概念の変化が 2000 年代後半以降に起きつつある。SCP2.0 の目指す効率性の改善だけでは、リバウンド効果により環境負荷や資源消費の総量の抑制にはつながらないことが分かってきた。そのため、再生不可能な資源利用を抑制することを可能にする社会技術システムの創造が課題となっている。これを SCP3.0 と呼ぶ。SCP3.0 を体現するパリ合意、SDGs、大阪ブルーオーシャンビジョンといった野心的な中長期目標を達成するためには、ビジネスモデルやライフスタイルを含む社会・経済構造の根本的な変化が必要となる。すなわち、技術革新やライフスタイルの革新を含む社会技術システムへの転換の実現が政策目標となる。こうした考え方は例えば、効率性に対比して定義される充足性 (sufficiency) の政策概念の中に見られる。Spengler<sup>3)</sup>の議論に基づけば、政策とし

ての充足性アプローチは「個々人の消費の環境影響を削減するための個別最適化戦略から、消費パターンの変化そのものを狙った政策オプションを模索する全体最適化戦略への転換」を目指すものである。実際、パリ合意やSDGs、大阪ブルーオーシャンビジョンなどの2015年以降の国際合意の多くは、個別の製品の改善や個々人の行動変容だけで実現することが非常に困難な、持続可能な社会技術システムへの転換を必要とする野心的な政策目標を設定している。このような中長期目標の実現には、目指すべき社会を具体化していくためのビジョンの共有と、エビデンスの積み上げのプロセスが重要となる。

### 3 Envisioning-based Policy Making (ビジョン創発型政策形成)の必要性

2015年以降のSCP政策領域がSCP2.0からSCP3.0へと展開する中で、政策デザインの考え方を必要が出てきている。特に、以下の4つの課題への対応をする必要がある<sup>1)</sup>。

第1に、パリ協定やSDGsなど中長期的な目標の達成に向けて、社会がどうあるべきかという中長期的なビジョンを示し、将来への道程を示していく必要がある。第2に、いかに中長期的なビジョンを効果的に実現していくためのプロセスを構築していくかという課題である。第3に、ビジョンが実現した場合の環境面・持続可能性という点での便益をいかに評価するかという課題である。第4に、脱炭素、SDGs、プラスチックフリーな社会、COVID19からのグリーンリカバリーといった中長期目標の実施のモニタリングは、環境と経済の両立だけではなく、社会的な持続可能性という観点から行われる必要がある。今後のSCP政策研究は、いかに持続可能なライフスタイルとそれを可能にする社会インフラが機能していくのかという知見を深める必要がある。

そこで、Hotta et al. (2021)<sup>1)</sup>において、こうした課題に対応する政策デザイン枠組であるビジョン創発型政策形成 (Envisioning-based Policy Making: EnBPM) を提案した。これは、表1に示すように、SCP1.0~2.0時代の課題に対応するEvidence-based Policy Making (エビデンスに基づいた政策形成) と対比させて、考案したものである。EnBPMは、小出・堀田・渡部(2020)<sup>4)</sup>での議論を発展させたものである。

EnBPMは、中長期目標に基づいた持続可能な社会の将来ビジョンによる合意形成、完全な政策実施の前の社会的実験といったより幅広い政策課題を含有する。そのため、EnBPMは、関係者の間でビジョンを共有し社会

表1 SCP1.0~2.0時代の課題とSCP3.0時代の課題

	SCP1.0~2.0時代の課題	SCP3.0時代の課題
アプローチ	個別製品や行動の個別要素の改善	社会技術システムとライフスタイルの一体的な転換
目標の種類	改善、単体目標	転換、複数目標の両立
行動変容・施策案	確実	不確実
供給システム	単純	複雑
時間軸・外部環境	短い・変化が小さい	長い・変化が大きい
主体間の相互作用	少ない・不要	多い・必要
エビデンスの政策での活用	厳密な定量評価・既知の代替案の効果検証と拡大	広義・狭義のEBPMの活用 (ビジョン策定・条件特定・シナリオ研究・社会実験的なエビデンスの積み上げ)

出典：小出・堀田・渡部 (2020)<sup>4)</sup>の表1に加筆修正

の将来的方向性へ向けて協働することを基本に、関係者連携型の政策デザインアプローチを想定している。さらに、様々なコミュニティや地方レベルでの取組を連携させることでビジョンに即したプロトタイプを創発していくことが考えられる。そのため、将来の方向性を共有することを目的としたコミュニケーションツールや意思決定サポートツールが、様々なセクターによる持続的・分散的な取組の連携を促していくことに有効となる。そのため、グローバル課題を地域課題の中に位置づけ、解釈し、共感できるストーリーを創造することが合意形成・政策形成にとって重要となる。これは、過去の経験を語るものに限定されるのではなく、研究に基づいたエビデンスによる将来志向型のストーリーの創造を意味する。

### 参考文献

- 1) Hotta, Y., Tasaki, T., and Koide, R. (2021) Expansion of Policy Domain of Sustainable Consumption and Production (SCP): Challenges and Opportunities for Policy Design, *Sustainability*, 13: 6763. <https://doi.org/10.3390/su13126763>
- 2) 堀田康彦 (2003) エコロジー的近代化と脱国家的権威—グローバル化下の環境政策・技術戦略の形成について、年報 科学・技術・社会, 12, 65-95.
- 3) Spengler, L. (2016) Two types of 'enough': Sufficiency as minimum and maximum. *Environmental Politics*. <https://doi.org/10.1080/09644016.2016.1164355>
- 4) 小出瑠, 堀田康彦, 渡部厚志(2020) ライフスタイルのイノベーションに向けたEBPM：環境分野におけるエビデンスに基づく政策立案に向けて、環境経済・政策研究, 13 (1), 70-73

キーワード 持続可能な消費と生産、効率性、充足性、政策デザイン、ビジョン創発型政策形成

# 脱炭素にむけたモデル研究の状況と研究展望

## Integrated Assessment Model Analyses towards Decarbonization

国立環境研究所 ○増井利彦・高橋潔

### 1. はじめに

パリ協定における国際合意をふまえた気候変動問題への対処、昨今のキーワードでいえば脱炭素社会の構築は、持続可能な発展に向けたより幅広い取り組みと整合的にそれを実現していくことが求められる。そのためには、各国間協調、国別の緩和政策、企業活動、各家庭・個人の行動変容などのマルチスケール・アクターでの対応・対策や、資源・生態系・経済・人間健康・公平性などへの影響を多面的に捉え、各因子の相互関係についても考慮した社会的に受容される社会変化の道筋を描き論じる必要がある。

国立環境研究所では、1990年代前半以降、国内外の研究チームと連携し、アジア太平洋統合評価モデル(AIM)の開発・応用を通じて、上述の課題への取り組みを続けてきた。また、2021年4月からは、第5期中長期計画として、持続可能な社会の実現に向けたビジョン・理念の提示、ビジョン・理念の実現に向けた研究・技術開発、環境問題の解決に資する新たな技術シーズの発掘・活用、気候変動の緩和策に係る研究・技術開発、及び地球温暖化現象の解明・予測・対策評価、に取り組む「脱炭素・持続社会研究プログラム」を開始している。

本稿では、脱炭素社会構築に向けて実施中の研究課題のうち、特に「日本の脱炭素政策に関するモデル分析」および「気候目標と持続可能開発目標の同時達成に向けたモデル分析」について、研究の概要と展望について紹介する。

### 2. 日本の脱炭素政策とモデル研究

これまで日本の温室効果ガス排出削減目標は、2030年のNDC(国別約束)として2013年比26%削減、長期戦略として最終到達点として『脱炭素社会』を掲げ、今世紀後半のできるだけ早期に実現を目指すとともに、2050年までに80%削減に取り組むとしてきた。こうしたこれまでの目標に対して、2020年10月の菅首相の所信表明で2050年までに脱炭素社会を実現することが示され、2021年4月の米国主催の気候サミットで2030年の排出削減目標として2013年比46%削減が示された。こうした新たな目標を受けた定量的な分析が様々な機関で行われるようになっている。

国立環境研究所においても、2020年12月と2021年6月に総合資源エネルギー調査会基本政策分科会で2050年の脱炭素社会を実現する絵姿を、他機関と同様に示してきた。本稿では、それらの一部を紹介するとともに、これまでの分析との違いについて報告する。

これまでの分析では、想定された社会経済シナリオ(マクロフレーム)を前提に、省エネ技術や再エネの導入量などを技術選択型のモデルであるAIM/Enduseを用いて計算してきた。今回の分析では、これまでのシナリオ(図1中の「技術」とともに、IPCC(2018)のP1シナリオ<sup>2)</sup>を参考に、社会が必要とするエネルギーサービス需要量についても社会変容や行動変容の結果を踏まえて見直したシナリオで計算を行なっている(図1中の「技術+社会変容」)。さらに、変動性の高い再生可能エネルギーの導入量が増大すると、全国・年間での電力需給だけでは不十分となり、より詳細な地域や時間での電力需給も考慮する必要がある。このため、電源モデルを用いて再生可能エネルギーの導入量や必要となる地域間関係線の接続量、蓄電池の導入量、水素の製造量等の定量化を行っている。図1に最終エネルギー消費量の計算結果を示す。産業用の熱需要で化石燃料の消費が残り、BECCS等の負の排出技術によって2050年の温室効果ガス排出量は実質ゼロを達成できる見通しを示している。また、こうした状況を実現するために必要な追加投資額は2041~2050年の年平均で約10兆円となるが、脱炭素社会の実現によりエネルギー純輸入額は現状と比較して約12兆円低下する結果となった。

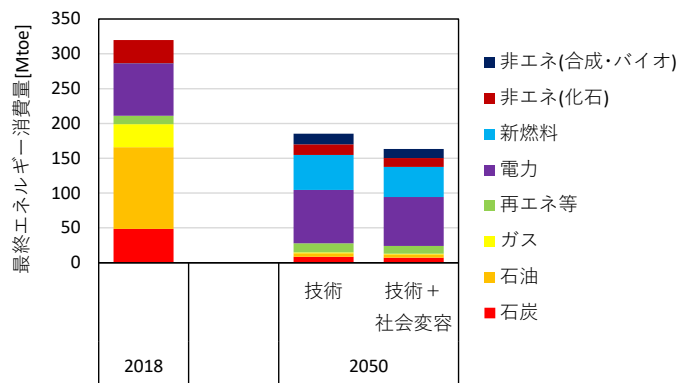


図1 日本の最終エネルギー消費量の計算結果

こうした国を対象とした分析以外にも、2050年までに二酸化炭素排出量の実質ゼロを表明する地方公共団体や民間企業を対象とした脱炭素シナリオの定量化を求め声が高まっている。これまでのマクロな分析に加えて、様々なステークホルダーが具体的に検討できるような分析結果が求められている。また、途上国においても脱炭素社会を実現するシナリオの必要性は高まっており、国立環境研究所においてもアジア途上国に対してモデルの共同開発等の支援を行っている。

### 3. 気候目標と持続可能開発目標の同時達成に向けたモデル分析

パリ協定において世界の国々は、長期気候目標としていわゆる2°C目標に合意した。その後、IPCC1.5°C特別報告書が1.5°Cと2.0°Cで生じる気候影響に有意な差があるとの結論を示したことを受け、全球平均気温上昇を工業化前比1.5°C以下に抑える目標を支持する声も強まりつつある。一方で、それらの長期気候目標の実現のために、21世紀後半には温室効果ガスのネットゼロ排出あるいは21世紀前半の排出量によっては大規模なバイオエネルギー作物や植林等を用いたマイナス排出(吸収・隔離)が必須であることも、専門家の間だけでなく政策決定者・市民の理解を得つつある。

しかし、そのネットゼロ・マイナス排出は具体的にいつ頃にどんな対策・政策を打つことで実現できるのか、それらの対策・政策に整合的な社会発展や変革の経路はいかなるものか、対策・政策の実施が気候影響以外の形で人間社会・生態系の持続可能性にもたらす深刻な波及影響はないのか、またそれらの波及影響への対処のために必要な追加的対策は何かといった問いに対して、科学的な見解を十分に示せていない。

以上のような問題認識に立ち、気候政策が各種の持続可能性に及ぼす波及影響をモデル・ツールの統合的活用により定量化し、気候目標とその他の持続可能開発目標の同時達成への道筋について提案することを目指す研究が重点的に取り組まれている。

例えば、環境研究総合推進費課題「世界を対象としたネットゼロ排出達成のための気候緩和策及び持続可能な開発」(課題代表者：高橋潔；2020～2022年)では、複数モデル・ツールを連結し、気候変動の緩和やその他の社会・環境変化がSDGs達成に及ぼす影響を評価している<sup>3)</sup>。指標定量化のために、一般均衡型経済モデルに、グリッド化土地利用配分モデル、生物多様性モデル、水不足評価ツール、排出量ダウンスケーリングツール、飢

餓推定ツール、簡易気候モデル、大気化学輸送モデルおよび健康評価ツールを連結し用いた。同研究では、CO<sub>2</sub>削減1%に波及して生ずるSDGs指標の変化をMSV(限界SDG指標変化)と定義・推計している。図2に、緩和無し想定と比較したCO<sub>2</sub>排出削減率(横軸)とSDG指標変化(縦軸)との関係を示す。図中の直線(線形回帰)の傾きがMSV(限界SDG指標変化)となる。また、各グラフ右上の信号機の緑、赤、黄はMSVに基づく「副次的便益」「トレードオフ」「統計的な有意性無し(5%信頼水準)」のいずれかを示している。大気質、再生可能エネルギーシェア、エネルギー強度、失業率、森林面積について副次的便益がみられる一方で、飢餓、農業価格、GDP、および生物多様性のリスクはトレードオフとなった。気候目標と持続可能開発目標の同時達成に向けた戦略の策定にあたっては、本稿で例示したような分野包括的なモデルを用いた分析結果の比較考量が重要になる。

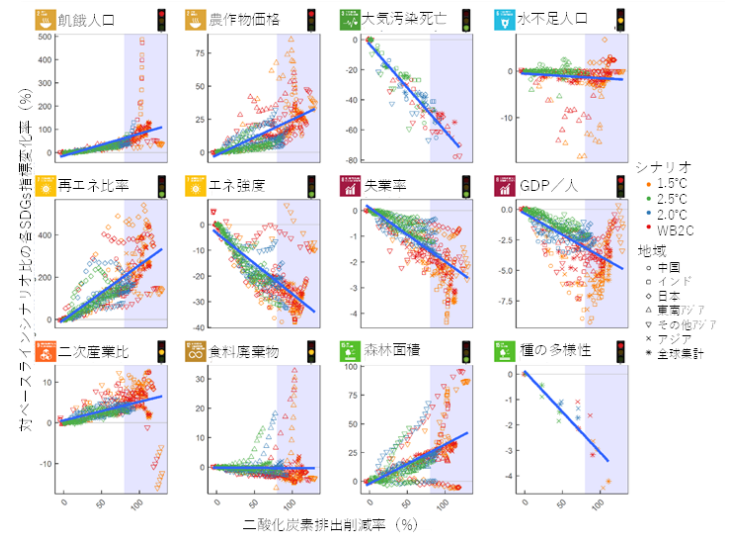


図2 CO<sub>2</sub>排出量削減率とSDGs指標との関係<sup>3)</sup>

#### 参考文献

- 1) 国立環境研究所 AIM プロジェクトチーム(2021)2050年脱炭素社会実現に向けたシナリオに関する一分析, 第44回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会 資料2
- 2) IPCC (2018) Summary for Policymakers, In: Global Warming of 1.5 °C, WMO, pp.32.
- 3) Fujimori et al. (2021) Measuring the sustainable development implications of climate change mitigation, Environmental Research Letters, 15, 085004.

キーワード 脱炭素、統合評価モデル、持続可能性指標

# 気候変動の複合的リスクとサステナビリティ研究の状況と研究展望

## Compound Risk of Climate Change and Sustainability Studies: Status and Outlook

国立環境研究所 ○亀山康子

### 1. 気候変動の複合的リスク

気候変動が世界各地にさまざまな悪影響を及ぼすことは一般的に認知されているが、気候変動によって生じるリスクを具体的に洗い出し、自身にとって最も深刻なリスクを選定し、それによる損失・損害を最小限に抑えるための措置を講じる、いわゆる適応策の実施については、まだ十分に理解が浸透していない。特に日本では、台風や浸水等の物理的な被害は語られがちだが、海外では、移民の増加や紛争、食料不足にまで目が向けられている。さらに、近年では世界が明確に脱炭素社会に向けて舵を切り始めた中で、排出削減策（緩和策）が企業にとってリスクとなる可能性もあり、この種のリスク（移行リスク）についても検討が求められるようになった。これらのリスクは、相互に関連し合い、他のリスクにもつながるため、「複合的リスク」と呼ばれている。

### 2. サステナビリティ研究

2015年に持続可能な開発目標（SDGs）が公表されて以来、この目標を中心としてさまざまな展開がみられている。そもそも持続可能性概念は、環境—経済—社会といった異なる種類の目標や価値の同時達成を目指すことが中心的意義と言えるが、SDGsの17の目標もそれぞれ個別に目標達成方法が議論される展開も見受けられる。異なる複数の目標間の関係性（連環）を紐解き、トレードオフやシナジーを確認しながら、一つの目標達成が他の目標に対して負の影響を及ぼさないように進める必要がある。

### 3. 気候変動リスクと持続可能性の研究統合化に向けて

気候変動リスクと持続可能性、それぞれが大きなテーマであり、それぞれの内部で多数の問題が複雑に絡み合う構造を有している点で共通している。全体として大きな問題であることは分かりつつも、それを整理して理解しやすい研究テーマとして設定するには工夫を要する。

#### 3.1. 誰にとってのリスク／持続性か

気候変動も持続可能性も、全球レベルで取り組まなくてはならない問題ではあるが、具体的行動に移そうとした時には、誰にとってのリスクかを明確にする必要がある。例えば、本誌掲載論文<sup>1)</sup>では、企業にとっての気候

変動リスクを分析対象としたところ、業種ごとに異なるタイプのリスクを懸念していたことが示された（図1）。

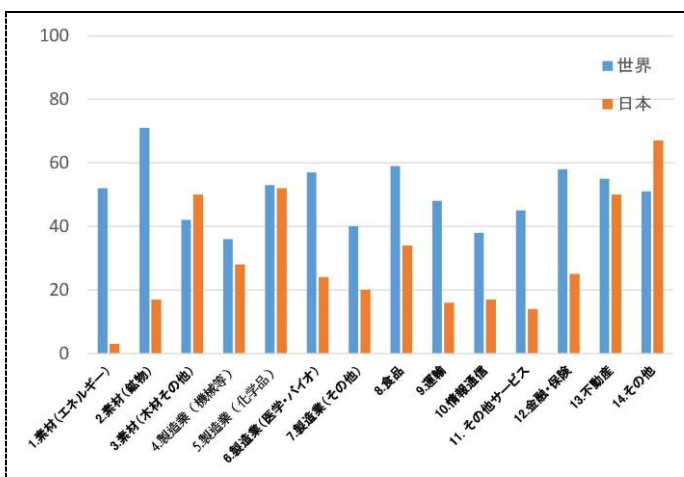


図1 企業が懸念する気候変動リスク：急激かつ集中的な降雨や干ばつ 出典<sup>1)</sup>より

#### 3.2. 将来世代に何を残すか

気候変動も持続可能性も、要は、将来世代にどのような状態の地球を残すのかという一言に尽きる。にもかかわらず、気候変動関連でもSDGsでも、現世代の中での脆弱性が優先的に検討されている。現世代の最も脆弱な部分を強化しつつも、将来世代に残すべき水準を確実に確保するための意思決定手続きが求められる。

#### 4. ポストSDGsを見据えた学の展開

上記に示した2つの観点で、今後特に新たな学の展開が待たれる方向性と考える。どちらにおいても、これまでの研究の主流であった物量的定量的な研究だけでなく、倫理的価値判断基準、人々の納得感、公平感、を学として取り込むことが必要とされている。そこでは異なる世代間の調和も必要となる。研究スタイルの面でも、非専門家との対話がより重要になるだろう。

#### 参考文献

- 1) 亀山康子・佐々木実紀 (2020) 気候変動リスク認識に関する世界および日本の企業業種別分析, 環境科学会誌, 33(6), 159-171.

キーワード 気候変動, 複合的リスク, 持続可能社会

# フューチャー・デザイン — 持続可能な社会への変革に向けて

## Future Design for Sustainability Transformation

大阪大学 ○原 圭史郎

### 1. はじめに

気候変動、資源エネルギー問題、インフラの維持管理など様々な長期的課題が顕在化している。これらの諸課題に対処し、持続可能な社会に向けた社会変革を導くためのサイエンスと社会実践が求められている。一方、既存の社会システムを所与として、これらの長期的課題に対処し未来に向けた社会変革は困難だと考えられる。その理由として、ヒトの近視性や楽観性といった人間の基本的性質に加えて、市場や民主制などといった既存の社会システムの課題が指摘されている<sup>1)</sup>。市場は将来世代を考慮して資源配分はできず、また民主制も現世代のニーズを実現するためのものであり将来世代の利益を取り込む仕組みではない。つまり既存の社会システムを所与とすると、現世代を中心とした意思決定が行われるため、世代間トレードオフ問題が内在するような長期課題には適切に対処できないことになる。持続可能な社会への変革を実現していくためには、「将来世代」の選好を現代の意思決定に取り込むための新しい社会の仕組みのデザインとその社会実装が必要である。

本発表では、将来世代に持続可能な社会を引き継ぐための社会の仕組みをデザインする「フューチャー・デザイン」の実践と社会実装について簡潔に俯瞰し、今後の研究の展望を述べる。

### 2. フューチャー・デザインの実践

将来世代の利益も考慮した持続可能な意思決定を導くための仕組みの一つとして「仮想将来世代」が提起されている<sup>1),2)</sup>。仮想将来世代とは、将来世代の代理として、将来世代の立場から現代の意思決定や議論に参画する主体を言う。社会機構でいえば将来省に相当する。経済実験を通して仮想将来世代導入の効果が検証されており<sup>3)</sup>、またこの実験結果に基づく分析では、仮想将来世代導入による討議ルール変更によって、実験参加者の「割引率」が大きく低下した可能性が示唆されている<sup>4)</sup>。

これら理論的背景をもとに、実際の政策課題への応用も進みつつある。2015年に岩手県矢巾町で行われたフューチャー・デザイン初実践では<sup>2)</sup>、2060年を目標年とした地方創成プランの設計をテーマとして、町民が現世代

グループと仮想将来世代グループに分かれ、今後導入すべき施策を6か月間にわたって別個に検討し、最後に両グループが対面して世代間合意形成を図った。この実践ではフューチャー・デザインの効果という意味で様々な点が明らかになっている。例えば仮想将来世代グループのビジョン設計や意思決定は、現世代グループと比較して独創的であり、将来世代の利益も考慮して長期的に考えてプラスとなる意思決定を優先化することなどが明らかとなっている。また、世代間交渉の結果、最終的な合意形成案は、将来世代にも大きく配慮した案となった。2017年に同町で実施された、公共施設管理の2050年プランをテーマとした別の実践<sup>5)</sup>では、将来世代の視点を取得するプロセスを通じて、討議参加者に「現世代と将来世代の双方を上位から眺める視点」(視点共有)が生まれ、この上位視点と、持続可能な意思決定・判断とが関係している可能性が示唆されている。

フューチャー・デザインは、将来の問題を含む様々な社会課題に応用されつつある。吹田市で実施された再生可能エネルギーの導入ビジョンづくり<sup>6)</sup>や、海外ではホーチミン市で実施された水環境問題への応用<sup>7)</sup>などがその一例である。さらに、産業界の研究開発戦略の設計などにおいてもフューチャー・デザインの導入が始まっており、持続可能性の観点から新たなイノベーションの方向性を導きうることを示唆されている<sup>8)</sup>。これらの実践から得られた研究結果を基に、ヒトの属性や志向性などの様々な要素と、フューチャー・デザイン導入による効果(ヒトの選好や意思決定変化)との間の関係性の詳細分析なども現在進みつつある。

### 3. フューチャー・デザインの社会実装

これらの応用実践の延長として、自治体での実際の政策立案や行政計画への応用、社会実装がこれからの重要課題である。京都市では2019年度に、2050年脱炭素社会形成をテーマとした実践が行われた(地球研プロジェクトの一部でもある)。本実践は、京都市長を本部長とする「1.5℃を目指す地球温暖化対策推進本部」の下で、庁内公募を通じて選ばれた市職員25名による「1.5℃を目指す将来世代職員フューチャー・デザインチーム」が設置された。このメンバー25名が主体となり、2019年9月



から2021年1月まで5回にわたって、2050年に脱炭素を実現した京都市の社会像とそこに至るロードマップの描写、そして2030年までの10年間に実施すべき施策の提案をミッションとして、フューチャー・デザインを実践した。特に「建物」「交通」「土地利用・緑」「ライフスタイル」の各領域で議論を深め、2050年の社会像と、その実現に向けた施策を「2050年将来職員（仮想将来世代）」として導いた（図1）。議論の過程では、社会像や施策の要素間の因果関係を記述するための、簡易なシステム分析手法である「因果ループ図」も活用するなど、必要となる施策やその優先順位を合理的に検討している。フューチャー・デザインチームが描いた2050年社会像の一部は、実際に市の新計画の中に記載の「2050年の京都が目指す社会像」としても反映されている。



図1 京都市職員による「2050年脱炭素都市構築」をテーマとしたフューチャー・デザイン実践の様子

別の例として、先述の矢巾町では、2019年度にフューチャー・デザインを応用した第7次後期総合計画策定が実施された。町民と、総合計画策定の審議会としての役割を有する「60人委員会」の一部メンバーが参画し、数か月をかけて、将来世代の代表者として総合計画の骨子とそれを支える施策集の素案をデザインしている。

以上2つのケースを紹介したが、いずれも「将来から今を考える」という新しい仕組みを導入することで、実際の政策デザインが検討された実例である。今後、行政機構のあり方を含めて、将来世代の利益を考慮した政策デザインや政策評価を恒常的に実施するための様々な仕組みを社会実装していく必要がある。

## 5. まとめ

脱炭素社会形成など、持続可能社会の形成に向けた社会転換を具現化するためには、将来のゴールにたどり着くための見通しとインセンティブが必要である。そのた

めの鍵は、将来世代の利益を踏まえた意思決定と世代間合意形成を導くための社会の仕組みの設計とその導入である。現在の延長で技術シーズや政策オプションの積み上げを検討するのではなく、社会変革を駆動するためのまったく新しいアプローチが必要であり、フューチャー・デザインはこの点で貢献しうる。今後は、フューチャー・デザイン理論の深化と、社会課題解決を意図した応用実践とを両輪として発展させていく必要がある。

## 参考文献

- 1) 西條辰義 (2018) フューチャー・デザイン - 持続可能な自然と社会を将来世代に引き継ぐために、環境経済・政策研究, 11(2), 29-42.
- 2) Hara K, Yoshioka R, Kuroda M, Kurimoto S, Saijo T (2019) Reconciling intergenerational conflicts with imaginary future generations - Evidence from a participatory deliberation practice in a municipality in Japan, *Sustainability Science*, 14(6), 1605-1619
- 3) 齊藤誠 (2018)「仮想将来世代との対話で現在世代の選好は変わるのか？」学術の動向, 23(6), 16-19
- 4) Kamijo Y, Komiya A, Mifune N, Saijo T (2017) Negotiating with the future: Incorporating imaginary future generations into negotiations, *Sustainability Science* 12(3): 409-420
- 5) Hara K, Kitakaji Y, Sugino H, Yoshioka R, Takeda H, Hizen Y, Saijo T (2021) Effects of Experiencing the Role of Imaginary Future Generations in Decision-Making - a Case Study of Participatory Deliberation in a Japanese Town, *Sustainability Science*, 16(3), 1001-1016
- 6) Uwasu M, Kishita Y, Hara K, Nomaguchi Y (2020) Citizen-participatory Scenario Design Methodology with Future Design Approach: A Case Study of Visioning for Low-Carbon Society in Suita City, Japan, *Sustainability*, 12(11), 4746
- 7) Kuroda M, Uwasu M, Bui X.T, Nguyen P.D, Hara K (2021) Shifting the Perception of Water Environment Problems by Introducing “Imaginary Future Generations - Evidence from participatory workshop in Ho Chi Minh City, Vietnam, *Futures*, 126,102671
- 8) Hara K (2021) Future Design and Socio-technical Innovation, *Proceedings of EcoDesign 2021* (to appear)

キーワード フューチャー・デザイン, 社会システム, 将来世代, 持続可能社会

## シンポジウムー9

### 「カーボンゼロ社会に向けた社会目標と市民対話のデザインと実践」

オーガナイザー 白井信雄（山陽学園大学）教授  
杉山範子（名古屋大学）客員准教授

趣旨説明：カーボンゼロ宣言を行なう地方自治体が増えているが、専門家と政治家、一部企業の主導による取組みでは地域の持続可能な発展に結びつかない。カーボンゼロに向けて、市民参加による将来目標のデザインと市民主導のプロジェクトの共創が期待される。また、SDGs（持続可能な開発目標）においても強調されている社会的包摂（誰も取り残さない）、大胆な変革、分野間の連環等の規範を盛り込んだ将来目標とプロジェクトを検討する事が望まれる。このような観点から、カーボンゼロに向けた社会目標と市民対話に関して、関連する基礎的研究やアクションリサーチの成果を共有し、それらの推進の一助とする。

# カーボンゼロ社会に向けた社会目標と市民対話のデザインと実践

## Design and Practice of Social Goals and Civic Dialogue for a Carbon Neutral Society

シンポジウムオーガナイザー  
山陽学園大学 白井信雄  
名古屋大学 杉山範子

### 1. はじめに

カーボンゼロ宣言を行なう地方自治体が増えているが、専門家と政治家、一部企業の主導による取り組みでは地域の持続可能な発展に結びつかない。カーボンゼロに向けて、市民対話による将来目標のデザインと市民主導によるプロジェクトの共創が期待される。

また、目指すべきカーボンゼロ社会は、カーボンゼロさえ実現すればよいという目的短絡的なものであってはならない。SDGs (持続可能な開発目標) においても強調されている社会的包摂 (誰も取り残さない)、大胆な変革、分野間の連環等の規範を盛り込んだ将来目標とプロジェクトを検討する事が望まれる。すなわち、サステナブル・カーボンゼロ社会という目標を具体化する必要がある。

サステナブル・カーボンゼロ社会はなりゆきの延長上の改善により実現できるとは限らない。経済の質、産業の基軸・構造、仕事や生活のスタイル、地域の土地利用・交通体系等も含めた構造転換も検討の選択肢とすべきである。

このような観点から、本シンポジウムでは、地域におけるカーボンゼロに向けた社会目標と市民対話に関して、関連する基礎的研究やアクションリサーチの成果を共有し、それらの推進の一助とする。

### 2. 本シンポジウムで検討したいこと

カーボンゼロ社会の実現に向けた地域での取り組みを共有し、次の点を検討する。

- ① カーボンゼロ社会を実現するうえで、市民等が検討すべき論点 (問い) をどのように設定するか。
- ② カーボンゼロ社会を検討するうえで、市民等が持つべき専門知をどのように共有、学習を促すか。
- ③ 目指すべきカーボンゼロ社会をどのような規範、根拠、方法により描きだすか。
- ④ バックキャストिंगにより、共創していくプロジェクトをどのように検討し、実践していくか。
- ⑤ 上記のプロセスにおいて、異なる考え方を持つ主体の相互理解、関係形成、共創をどう図るか。

### 3. 個別の研究発表

- #### 3.1. 世界気候エネルギー首長誓約における市民参加： 欧州と日本の比較

杉山範子 (名古屋大学)

EUが2008年から開始した「気候エネルギー首長誓約」(Covenant of Mayors for Climate & Energy) は、自治体の首長のリーダーシップにより、温室効果ガスの国の削減目標以上の削減、気候変動の適応、持続可能なエネルギーの導入など地域気候政策を推進する仕組みである。誓約自治体は、具体的なアクションプランを策定し、モニタリングしながら取り組む。現在は世界140カ国10,700を超える自治体が参加する「世界気候エネルギー首長誓約」(Global Covenant of Mayors for Climate & Energy) となり、日本では29自治体が署名している。誓約自治体における市民参加の事例を報告する。

欧州では、リヨン県 (フランス) が気候変動の適応策について、市民や企業などステークホルダーが参加するワークショップを開催した。地域への影響、脆弱性の把握、取り組みの優先順位の決定、対策実施の呼びかけに有効である。グルノーブル市 (フランス) では、気候中立な2050年ビジョン策定にあたり、市民参加をロードマップの中核にして地域の未来像について議論した。日本の誓約自治体にも、市民会議の開催を検討する自治体が出てきている。脱炭素社会とレジリエントな地域を実現するための「地域のリデザイン」にはステークホルダーの参加が欠かせないと思われる。

- #### 3.2. カーボンゼロ社会に向けた脱炭素かわさき市民会議の進捗

松橋啓介 (国立環境研究所)

脱炭素かわさき市民会議の進捗を報告する。

2020年前後に、フランスとイギリス等の欧州、国内では札幌市で「気候市民会議」が行われた。いずれも、無作為抽出の市民に参加を呼び掛け、参加日当を払い、居住地域・性別・年齢階層・環境意識等に偏りのない構成を目指すこと、2050年脱炭素社会の実現を前提として、その実現策を議論・提案することが大き

な特徴である。

川崎市において、これらの手法を取り入れた市民会議を2021年5月～10月の6回に渡って実施中である。欧州との違いは、対象が国ではなく地方自治体であること、発案が大統領や国会ではなく川崎市地球温暖化防止活動推進センター他であることなどである。

3月に、無作為抽出した市民3,201名に参加意志等をたずね、参加希望者92名から、性別・年齢・地域を考慮して75名を選考した。ただし、参加希望者が極めて少ない若年層については追加募集を行った。

1～2回目に川崎市や脱炭素社会に関する情報提供を行い、3～5回目に市民に関わりの深い居住、消費、移動をテーマに専門家による情報提供とグループ議論を進め、6回目にまとめを行う。参加市民が政策決定者の立場で議論できるかがポイントである。

### 3.3 カーボンゼロ社会の実現を目指す、市民の学びと計画のプロセス：岡山での未来塾・実践塾・大作戦 白井信雄（山陽学園大学）

カーボンゼロ社会の実現においては、企業や市民が関心や専門性を高め、主体的に取り組んでいけるように、アクションを共創していくプロセスをつくっていくことが望まれる。このプロセスとして、岡山市立富山公民館では、2020年度に、地区のリーダー層30名弱により、とみやま未来塾「気候変動の地元学」を実施した。同年度には並行して、研究会を設置し、岡山市のカーボンゼロ社会を実現する方策の試算、地域で検討すべき論点、市民等で検討していくプロセスの構想をまとめた。

2021年度は、研究会の成果を活かして、岡山市に提案し、「気候変動のおかやま学」実践塾を実施中である。同実践塾は、気候変動の緩和と適応に関するビジョンづくり、ビジョンを実現するプロジェクトの創出、実践の先駆者（フロントランナー）となる人づくりを狙いとする。現在、30名弱の参加を得ている。

これらの成果と状況を報告する。特に、ビジョン検討に必要な“問いのデザイン”、異なる考え方の相互理解と共創を狙いとする“哲学対話の組み込み”等、こうしたプロセスでこだわるべき点を提起する。

### 3.4 フューチャー・デザイン—自治体レベルでの参加討議と施策立案の実践

栗島英明／谷田川ルミ（芝浦工業大学）  
地域レベルの脱炭素を進めるには、多くの市民の気

候変動問題への知識・関心が必要不可欠である。特に、2050年という目標を踏まえると、将来を担う若者への気候変動教育が重要と考える。しかしながら、日本における気候変動教育は、これまで正課で行われることはほとんどなかった。

一方、2017・18年に改定された学習指導要領においては、小・中・高校のほぼ全教科にわたって「持続可能な社会の創り手」の育成を視野に入れた教育目標が掲げられている。中でも主体的に考え、問題解決的視点を持って課題に取り組む姿勢を身に付けることを目的として導入された「総合的な学習／探究の時間」については、内容、指導法、評価方法の充実が求められており、これまでよりも一段と重要な教育活動として位置づけられている。

そこで筆者らは、バックキャスト思考を鍵として、脱炭素、SDGs、地域課題の同時解決をテーマとした「総合的な学習／探究の時間」の単元プログラム（指導案、授業計画、教材、評価方法等）を開発し、その実践を複数の中学・高校で試みている。今回は、開発中のプログラムやその実践状況等について報告する。

### 3.5 カーボンニュートラルシミュレーターを用いて考える脱炭素社会

倉阪秀史（千葉大学）

カーボンニュートラルの実現可能性は地域によって異なる。たとえば、地域における建築物の状況、自動車使用の状況、土地利用の状況におうじて、省エネ投資や再エネ投資が行われる機会が異なる。また、再エネ投資については、地域に応じて導入可能な再エネ種も異なる。

各地域でのカーボンニュートラルの実現可能性を検討できるように、われわれの研究プロジェクト「基礎自治体レベルでの低炭素化政策検討支援ツールの開発と社会実装に関する研究」において、「カーボンニュートラルシミュレーター」を開発してきた。このシミュレーターでは、自治体別の人口、産業構造、建築物量と建設年度、自動車使用台数、再エネ導入ポテンシャルなどのデータを用いて、2050年の脱炭素の可能性を地域別に検討できるようにした。

このシミュレーターの内容とこれを用いて得られた地域別の脱炭素可能性の違いなどについて報告する。

キーワード カーボンゼロ社会、市民対話、バックキャストिंग、アクション・リサーチ

エネルギー・環境事業で、  
持続可能な社会の実現に貢献します。



# Make your gas supply a little greener.

従来のガスボンベやバルク液体タンクの代わりにピークのガスジェネレーターを使用することで、ガスの繰り返し充填供給を排除することにより、運搬時などに発生する二酸化炭素排出量削減や、環境への影響を軽減することに貢献します。



## Precision Hydrogen SL

- ・ GC-FID用水素発生装置
- ・ 純度99.9995%100psi
- ・ 流量100~200cc/mi
- ・ フェールセーフ自動停止機能

詳しくはこちら → URL: [www.yourgreenlab.com](http://www.yourgreenlab.com)



Your local **gas generation** partner



## Your local **gas generation** partner

私たちは、ワークフローを明確にし、最終的に様々な分野におけるコストを削減するのに役立つテクノロジーを提供することを目標としています。オンデマンドでガスを生成する能力は、利便性と生産性につながるだけでなく、長期的に見るとは多くのグリーンな活動へ貢献することができます。ボタンを押すだけで信頼性の高いガスをラボアプリケーションに提供するPEAKのガス発生装置は、危険性と不便さを取り除き、より効率的な作業貢献に繋げる事ができます。

- ・ 配達是一次きり
- ・ 再生可能資源
- ・ オンデマンドで廃ガスなし
- ・ 地球に優しい活動



Visit: [www.peakscientific.com](http://www.peakscientific.com) to discover more.



Your local **gas generation** partner

## 公益社団法人 環境科学会 2021 年会

### 年会実行委員会

委員長	西嶋 涉	広島大学
若手育成事業委員会理事	中井智司	広島大学
幹事	後藤健彦	広島大学
幹事	末永俊和	広島大学
若手育成事業委員会幹事	杉本憲司	宇部工業高等専門学校
表彰委員会幹事	立花潤三	富山県立大学
若手育成事業委員会幹事	戸敷浩介	宮崎大学

### 年会委員会

委員長	大西暁生	横浜市立大学
理事	島崎洋一	山梨大学
幹事	徳村雅弘	静岡県立大学
幹事	青木えり	東洋大学
幹事	松本健一	東洋大学
幹事	佐伯 孝	富山県立大学
事務局	林 信宏・村瀬 彩子	

公益社団法人 環境科学会 2021 年会 講演要旨集

編集・発行:公益社団法人 環境科学会

〒162-0801 東京都新宿区山吹町 358 番地 5

TEL:03-6824-9383

E-mail:sesj-office@bunken.or.jp

URL:<http://www.ses.or.jp/>