

スマートコミュニティの実現に向けた環境配慮エネルギー・循環システムの 構築に関する研究

研究代表者 小野田 弘士
(環境・エネルギー研究科 教授)

1. 研究課題

環境配慮型社会の実現に向けて、自立・分散型エネルギーシステム、資源循環システム、次世代モビリティシステム等を導入したスマートコミュニティの構築が国内外で注目されている。本研究では、地域・産学官等との強固なネットワークを活用し、新たな社会システムを提示することを目的とした実証研究を展開している。本報では、2020 年度に注力した 3 件のプロジェクトの概要について報告する。

2. 主な研究成果

(1) 温暖化防止に向けた廃棄物エネルギーの産業利用の可能性調査 ―蒸気供給・熱利用による高効率エネルギー利用―

わが国ではこれまで主に発電による廃棄物のエネルギー化が推進されてきたが、発電効率が 20% 程度と低く、エネルギー利用率という面で改善の余地が残されている。また、電力会社の系統連系空き容量の関係上、実際に発電を行っても電力を買い取ってもらえない廃棄物焼却施設も顕在化しつつある。一方、海外では発電と共に蒸気を利用した熱供給による廃棄物のエネルギー化が普及している。熱供給というと地域暖房が連想されるが、石油製油所や製紙工場等へ蒸気を供給する産業利用も盛んに行われており、日本よりエネルギー利用率が高い。日本には一部の地域を除き地域暖房のインフラが存在しないが、太平洋ベルトを中心とした工業地帯が全国に展開されているため、石油製油所等へ蒸気を供給する産業利用による廃棄物のエネルギー化の可能性が大いに残されている。そこで、本研究では、石油・化学産業等が集積している京葉臨海工業地帯に焦点を当て、わが国において、実現されていない廃棄物エネルギーに産業利用の実現に向けた調査研究を行うものである（図 1）。2020 年度は、3 年計画の 2 年目と位置づけ、千葉県内の廃棄物処理の現状調査とそれに基づくエネルギーセンターの環境性・経済性評価を行った。その結果、本研究で想定するエネルギーセンターの事業性が確保できることが示唆される結果を得られた。この間、コロナ禍や脱炭素化、DX 化に向けたパラダイムシフトが加速化している。とりわけ、脱炭素化に向けた取り組みに関しては、製造業との連携を念頭におく本研究においても重要なアプローチとなる。単に、廃棄物の回収・焼却・エネルギー回収はなく、大規模ソーティングセンターによって、ケミカルリサイクル用の選別、エネルギーセンターらの CO₂ を回収する CCUS 等との組み合わせを検討する必要がある。2021 年度は、こうした動向を考慮ながら、提案するモデルを改善し、社会実装に向けた取り組みを加速化させることを目指す。

*一般財団法人環境対策推進財団。温暖化防止に向けた廃棄物エネルギーの産業利用の可能性調査―蒸気供給・熱利用による高効率エネルギー利用―。

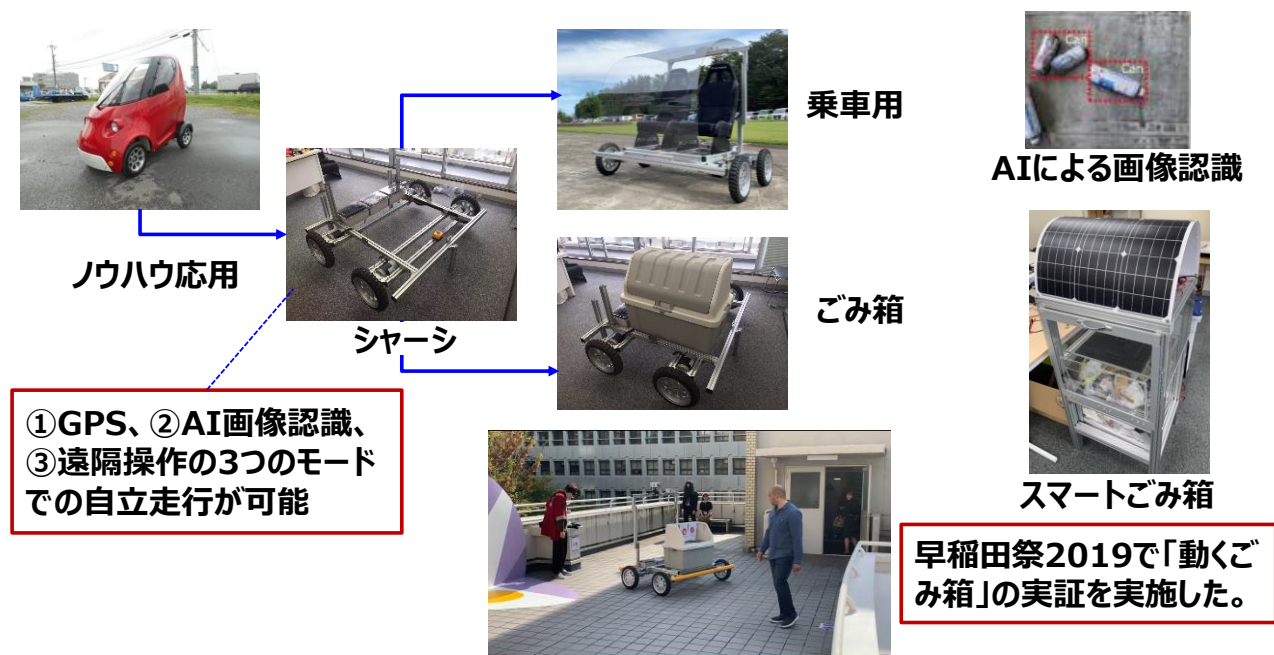


図2 マルチベネフィット型モビリティのプロトタイプ

3. 共同研究者

内藤克彦 環境総合研究センター・客員上級研究員
 村元康 商学学院・客員教授
 永井祐二 環境総合研究センター・主任研究員（研究院准教授）
 胡浩 環境総合研究センター・客員主任研究員
 Pandyaswargo, A. H. 環境総合研究センター・客員次席研究員

4. 研究業績

4.1 学術論文

（査読付）

- (1) Onoda, H. (2020). Smart approaches to waste management for post-COVID-19 smart cities in Japan. IET Smart Cities, 2(2), 89-94.
- (2) (Scopus) Kitajima, S., & Onoda, H. (2021). Efforts to Reduce CO₂ Emissions in the Japanese Automobile Recycling Industry. In EcoDesign and Sustainability I (pp. 163-174). Springer, Singapore.
- (3) (Scopus) Ihara, I., Pandyaswargo, A. H., & Onoda, H. (2021). The Readiness Levels of Japan Supported Biomass Energy Conversion Technology Development Projects in Emerging Southeast Asia: Verification of the J-TRA Results. In EcoDesign and Sustainability II (pp. 541-555). Springer, Singapore.
- (4) (Scopus) Yoshidome, D., Kikuchi, R., Pandyaswargo, A. H., & Onoda, H. (2021). Evaluation

- and Improvement Proposals for a Business Facility Solar and Ground-Heat Hybrid Heat Supply System. In *EcoDesign and Sustainability II* (pp. 557-573). Springer, Singapore.
- (5) (Scopus) (Web of Science) Pandyaswargo, A. H., Ruan, M., Htwe, E., Hiratsuka, M., Wibowo, A. D., Nagai, Y., & Onoda, H. (2020). Estimating the Energy Demand and Growth in Off-Grid Villages: Case Studies from Myanmar, Indonesia, and Laos. *Energies*, 13(20), 5313.
- (6) (Scopus) (Web of Science) Baba, Y., Pandyaswargo, A. H., & Onoda, H. (2020). An Analysis of the Current Status of Woody Biomass Gasification Power Generation in Japan. *Energies*, 13(18), 4903.
- (7) (Scopus) (Web of Science) Cheng, T., Pandyaswargo, A. H., & Onoda, H. (2020). Comparison of Torrefaction and Hydrothermal Treatment as Pretreatment Technologies for Rice Husks. *Energies*, 13(19), 5158.
- (8) (Scopus) Ogawa, A., Pandyaswargo, A. H., Yoshidome, D., & Onoda, H. (2020). Environmental and Economic Evaluation of a Mechanical Biological Treatment System for a Small and Medium-Sized Waste Treatment Facility Considering the Karatsu Smart Disaster-Resilience Base Construction Project. *International Journal of Automation Technology*, 14(6), 984-998.
- (9) 中野健太郎, 永井祐二, & 小野田弘士. (2021). 豊島廃棄物等処理事業における情報可視化システム開発～ 合意形成を促進する地域情報プラットフォームの構築～. *国際 P2M 学会誌*, 15(2), 136-154.
- (10) 中野健太郎, 李洸昊, 永井祐二, 小野田弘士, & 松岡俊二. (2020). 福島復興における多世代共創プロジェクトマネジメントの実践と分析. *国際 P2M 学会誌*, 15(1), 101-117.
- (11) 吉留大樹, 石井靖彦, & 小野田弘士. (2020, December). 高気密・高断熱住宅のエネルギー消費量の実測評価と熱収支シミュレーション 施工技術および断熱施工精度が戸建住宅の熱性能に及ぼす影響の評価. In *環境情報科学論文集 Vol. 34 (2020 年度 環境情報科学研究発表大会)* (pp. 252-257). 一般社団法人 環境情報科学センター.
- (12) 小川聡久, & 小野田弘士. (2020, December). ごみ焼却施設と下水処理施設の連携の実現可能性の検討 自治体向けアンケート調査と GIS による可視化に基づく考察. In *環境情報科学論文集 Vol. 34 (2020 年度 環境情報科学研究発表大会)* (pp. 305-310). 一般社団法人 環境情報科学センター.
- (13) 趙書恒, & 小野田弘士. (2020, December). 無電化地域におけるエネルギーシステムの需要推定およびその自立化に向けた考察. In *環境情報科学論文集 Vol. 34 (2020 年度 環境情報科学研究発表大会)* (pp. 317-322). 一般社団法人 環境情報科学センター.

(査読なし)

- (14) 伊藤雄太郎, & 小野田弘士. (2020). 東南アジアにおけるバイオマス利活用システムの技術成熟度と CO2 削減効果 の評価. In *環境工学総合シンポジウム講演論文集 2020.30* (p. 212). 一般社団法人 日本機械学会.
- (15) 阮梦依, 趙書恒, 魏麟, & 小野田弘士. (2020). 東南アジア諸国の無電化地域におけるエネルギー需要の予測手法の構築. In *環境工学総合シンポジウム講演論文集 2020.30* (p. 215). 一般社団法人 日本機械学会.

- (16) 鄒亮星, 吉留大樹, & 小野田弘士. (2020). IoT 活用による医療廃棄物の小口回収システムの効率化 (第 1 報: 廃棄物管理の実態把握およびトレーサビリティシステムの構築). In 環境工学総合シンポジウム講演論文集 2020.30 (p. 211). 一般社団法人 日本機械学会.
- (17) 小川聡久, 上原穂乃佳, 田籠尚子, 吉留大樹, & 小野田弘士. (2020). ごみ焼却施設と下水処理施設の連携による MBT (Mechanical Biological Treatment) システムの実現可能性に関する検討~ 自治体向けアンケート調査と GIS による可視化を通じて~. In 環境工学総合シンポジウム講演論文集 2020.30 (p. 213). 一般社団法人 日本機械学会.
- (18) 呉スイ, 程天驕, & 小野田弘士. (2020). 低品位バイオマスの前処理技術の適用可能性に関する研究~ トレファクションと水熱処理に着目して~. In 環境工学総合シンポジウム講演論文集 2020.30 (p. 208). 一般社団法人 日本機械学会.
- (19) 山口龍太郎, 友成一暉, 吉留大樹, & 小野田弘士. (2020). モジュール式小型モビリティの開発と応用 (第 1 報: プロトタイプの開発と静脈分野への展開). In 環境工学総合シンポジウム講演論文集 2020.30 (p. 221). 一般社団法人 日本機械学会.
- (20) 馬場安嗣, 宮原樹, & 小野田弘士. (2020). 未利用木質バイオマスの利活用システムの構築に関する検討~ 奈良県を例とした FIT 施行後の原料供給の実態把握~. In 環境工学総合シンポジウム講演論文集 2020.30 (p. 210). 一般社団法人 日本機械学会.
- (21) 吉留大樹, 唐澤匠, 小野田弘士, & 瀬戸俊之. (2020). 廃棄物エネルギーの産業利用に関する検討 (第 1 報: 工業地帯における熱需要の把握). In 環境工学総合シンポジウム講演論文集 2020.30 (p. 214). 一般社団法人 日本機械学会.

4.2 総説・著書

- (1) 小野田弘士. (2021). 廃棄物処理システムの中長期的な展望: 脱炭素社会とデジタル化への対応を中心として. JEFMA: Japan Environmental Facilities Manufactures Association, (69), 12-17.
- (2) 小野田弘士. (2021). 太陽光発電設備の廃棄費用等の確保について: 制度化の議論の経緯と求められる対応 (太陽光発電設備の大量廃棄に備えて). Indust= いんだすと: 産廃処理の総合専門誌, 36(2), 11-17.
- (3) 小野田弘士. (2020). ごみ焼却施設と下水処理施設の連携検討支援ツールの開発: GIS による可視化と環境性・経済性評価のケーススタディ. 環境施設= Journal of water & solid waste management, (161), 10-21.
- (4) 小野田弘士. (2020). 廃棄物処理・資源循環における AI・IoT を活用したソリューション開発 (特集 廃棄物分野における AI, IoT 等の ICT の利活用 (その 2)). 都市清掃= Journal of Japan Waste Management Association, 73(357), 465-472.

4.3 受賞・表彰

- (1) Pandyaswargo, A. H.. (2020, June 25). 一般社団法人日本機械学会環境工学部門 環境工学総合シンポジウム研究奨励表彰. Technology Readiness Assessment of Biomass Energy Projects using J-TRA method : Application on Southeast Asian Countries

5. 研究活動の課題と展望

これまでのプロジェクトの継続案件に加え、下記の点に注力したアプローチを行う。

(1) 廃棄物・資源循環分野のデジタル化と脱炭素化に向けた包括的研究

千葉県における廃棄物エネルギーの産業利用に関する検討を基軸に据えながら、脱炭素化に対応した廃棄物処理・資源循環システムの社会実装モデルを提示する。その際、労働力不足、非接触化を見据えた AI・IoT の導入が必然となる。これまで蓄積してきたノウハウに基づき、実用化につながるプロタイプの開発を目指す。

(2) マルチベネフィットに対応したモジュール式小型モビリティの開発と実証

非接触型ごみ収集システムを核として、マイクロコミュニティにおけるマルチベネフィット型モビリティの社会実装モデルに関する検討を行う。筆者が関与している下記のプロジェクトとの連携を念頭におく。

- ・ NEDO『石狩湾新港地域ロボットシェアリング型配送サービス実証研究会（座長：小野田弘士）』
- ・ 岡崎スマートコミュニティ推進協議会（会長：小野田弘士）
- ・ 秩父市生活交通・物流融合推進協議会（会長：小野田弘士）

なお、上記以外にも有力な連携候補先があり、社会実装に向けた取り組みを加速化させる。