

【3K143016】都市廃棄物からの最も費用対効果の高い資源・エネルギー回収に関する研究（H26～H28 累計予算額 49,910 千円）

研究代表者 藤井 実（国立研究開発法人国立環境研究所）

1. 研究開発目的

化石燃料を含む天然資源の消費削減と、温室効果ガスの排出削減、廃棄物の適正な処理は、持続可能な社会の構築にとって重要かつ喫緊の課題である。これらに同時に対応する対策として、可燃廃棄物からのエネルギー回収効率を最大化す技術・システムを提案し、その費用対効果を評価し、自治体の政策担当者をはじめとする関係者に知見を提供し、計画作成を支援することを目的とする。このために、本研究課題では主として以下の4項目の研究を実施するものとした。

サブテーマ1：複合発電施設のプロセス設計とモデル化

従来の焼却発電、メタン発酵発電の規模別評価に加えて、焼却とメタン発酵を適切に組み合わせた複合型高効率発電システムを検討し、その施設規模別、廃棄物組成別のプロセス設計を実施する。複合化の一例として、発酵によるメタンガスで焼却炉の蒸気をスーパーヒートして高温、高圧化することで発電効率を上昇させ、タービン廃熱による発酵槽の加温、発酵残渣の焼却などにより熱効率や経済性を高めるケースを想定する。

サブテーマ2：資源・エネルギーの地域利用モデルの作成

地理的条件に合わせて、施設周辺への熱供給及び分別廃棄物の産業利用を行う場合の費用・効果の算定するモデルを作成する。周辺熱供給は熱導管の建設コストや熱量低減を評価する。プラスチックや紙類の前処理と産業での原燃料利用は、申請者らの既存の研究成果を活用して評価する。

サブテーマ3：施設と収集の総合的最適化モデルの作成

地理情報システム（GIS）を活用する分別収集モデルと組み合わせて、施設の建設・運転と収集が総合的に最適化される分別収集のパターンと規模を検討可能なモデルを作成する。また、モデルで利用するための、施設の規模別の費用に関するインベントリを整備する。

サブテーマ4：長期総合シミュレーションツールの作成と政策提言

地域の人口動態等の変化を含め、廃棄物からのエネルギー回収と費用を長期間評価する、シミュレーションツールのプロトタイプを作成する。地域の特性に合わせてエネルギー回収のオプションを選択し得るシステムを設計し、都市規模別に費用対効果の高いエネルギー回収の最大化方を提案する。日本国内の地域その他、アジア各国にも適用可能な政策提言を行う。

なお、本課題採択時の審査や中間評価時に頂いた審査コメントを踏まえ、特にサブテーマ2の、エネルギーの地域利用モデルの作成に、より多くの研究資源を投入して検討を実施した。また本研究は行政推進課題であるが、自治体担当者にとっては、効率的なエネルギー回収方法に関して、利用にハードルを感じるシミュレーターよりも、地域条件別に整理された事例集があることが望ましいとの環境省のご意見を踏まえ、サブテーマ4では事例集の作成を実施した。

2. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

- 主として可燃性の一般廃棄物を対象に、その効率的なエネルギー回収の指針として、産業施設を利用したアップグレード利用を提案し、その燃料消費削減効果等を熱力学計算やライフサイクル分析等により評価して有効性を示した。
- 焼却（発電）施設、廃棄物の再生原燃料化施設、焼却とメタン発酵の複合発電施設等について、規模別や廃棄物組成別にエネルギー回収効果や費用を求めるモデル化を実施した。これにより、様々な地域条件下において、エネルギー回収を高度化する対策の予備的検討に利用することが可能となった。

- ・ 上記の施設のモデルに、地理情報システムを利用した収集運搬のモデルを組み合わせ、廃棄物の処理計画の作成と評価を可能とした。また愛知県を事例に、広域化の費用や二酸化炭素の排出削減面での効果を評価した。
- ・ ごみ焼却施設から外部施設への熱供給の実態調査を行うことで、地方公共団体が熱供給を含むごみ処理計画の立案を検討することが可能な基礎的知見を得た。
- ・ 生ごみと下水汚泥の混合によるバイオガス生産および都市ガス導管による環境的・経済的効果を試算することで、ごみ処理事業と下水処理事業を組み合わせたシステムの構築方法を提案した。
- ・ アンケート調査に基づき、高齢化により住民によるごみ分別が将来どのように変化する可能性があるかについて、シミュレーションすることが可能な基礎的知見を得た。
- ・ 査読付き論文 12 報、学会等での報告 38 件などにより、研究成果を国内外に発信した。

(2) 環境政策への貢献（研究代表者による記述）

- ・ 検討した、産業を活用したエネルギー回収の高度化の手法（産業での再生原燃料利用、工場や火力発電所への焼却炉からの蒸気供給）は、従来の焼却発電（発電効率約 20%）の 1.5 倍から 2 倍程度大きな化石燃料消費削減効果を期待できる上、条件次第で経済的にもより安価な対策となり得る。低炭素化を推進する施策としても重要な選択肢となる。
- ・ 焼却熱の産業での活用について、蒸気の潜在的な需給の対象者になる自治体や産業側の関係者にヒアリング調査を実施し、蒸気供給事業に対する高い関心が示されるとともに、実現に向けた課題等も指摘された。これらの結果を踏まえて、焼却熱の利用方法のより効率的な選択肢として自治体等の計画策定に資することが期待される。
- ・ 高度なエネルギー利用を進めるための制度的な課題を整理し、欧州等の事例調査も踏まえて、熱版 FIT 制度などの改善案をまとめた。
- ・ 成果の一つである全国のごみ処理施設における熱利用の状況調査は、地方公共団体が熱利用を進めるための基礎データの作成に貢献できる可能性がある。
- ・ 生ごみと下水汚泥の混合バイオガス化および家庭での熱利用方法の提案は、導管工事や家庭の改造を伴わない熱利用に貢献できる可能性がある。

<行政が既に活用した成果>

- ・ 本研究課題の成果の一部（焼却熱の産業利用の提案や事例調査）は、環境省による平成 27 年度廃棄物発電の高度化支援事業の成果報告書に引用されるとともに、当該事業の調査方法の一部に対し課題代表者が助言を行った。また、課題代表者や分担者の一部は、廃棄物からの資源・エネルギー回収の高度化に関わる国や地方自治体の複数の委員会等に参画し、本課題の成果を踏まえて助言等による貢献を行っている。

<行政が活用することが見込まれる成果>

- ・ 収集モデルを含む廃棄物処理工程のモデル化により、地域特性別に費用面からも合理的なシステムの提案に繋げることができる仕組みを構築した。事例集として整理し、関係者で活用できる仕組みとした。
- ・ 高齢者のごみ分別行動の分析は、超高齢社会を見据えたごみ処理施策の検討に貢献できる可能性がある。構築したモデルと合わせて、今後の人口構成等の変化を見据えた、将来の廃棄物処理計画の策定に貢献することができる。

3. 委員の指摘及び提言概要

資源・エネルギーを回収する発電・熱供給と廃棄物収集システムについていくつかの提案をしていることは評価でき、全般的には一定の成果を得ている。しかしながら、ごみ処理事業と下水処理事業を組み合わせたシステムを一般化したときのメリットについては不明確である。また、実行・実現可能

性の点からの説得性が弱いので、実現を阻害する要因を明らかにできれば、次の段階に研究が進むと考える。高齢化社会の進展と関係させたサブテーマ 4 については、別途の研究テーマとして突っ込んだ検討が望まれる。

4. 評点

総合評点：B