

# 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 (3K143016)

研究代表者: 藤井 実  
(国立環境研究所社会環境システム研究センター)

研究期間: 平成26年5月30日～平成29年3月31日  
累積予算額: 49,855,000 円

研究分担者:

藤田壮 (国立環境研究所 社会環境システム研究センター)

田崎智宏 (国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター)

稲葉陸太 (国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター)

後藤尚弘 (豊橋技術科学大学 環境・生命工学系)

田畑智博 (神戸大学 大学院人間発達環境学研究科)

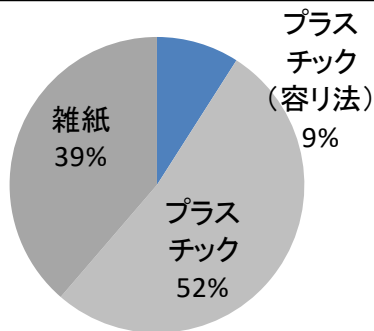
大西悟 (東京理科大学 理工学部)

# 研究の目的

大小の各都市において発生する廃棄物から、**経済的かつ極めて効率的に資源・エネルギーを回収する発電・熱供給と廃棄物収集のシステム**について提案するとともに、**自治体が計画作成・評価に利用可能なモデルを作成**することを目的とする。

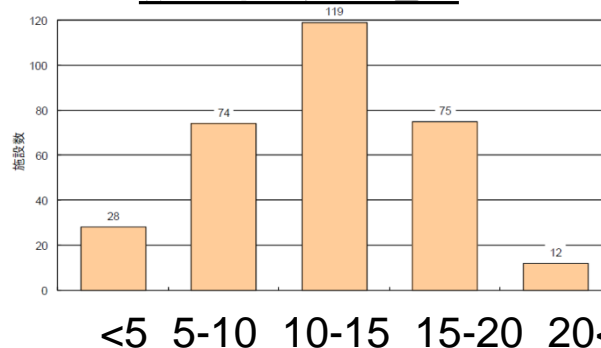
対象：**可燃一般廃棄物**（プラスチック、紙、食品等）

現状 **ごく一部**  
素材に合わせたリサイクル



一廃中の**廃プラ、雑紙の1割**だけが**容器法ルート**でリサイクル

**大部分**  
焼却(発電)



焼却発電効率 (%) 環境省資料(H24年度)

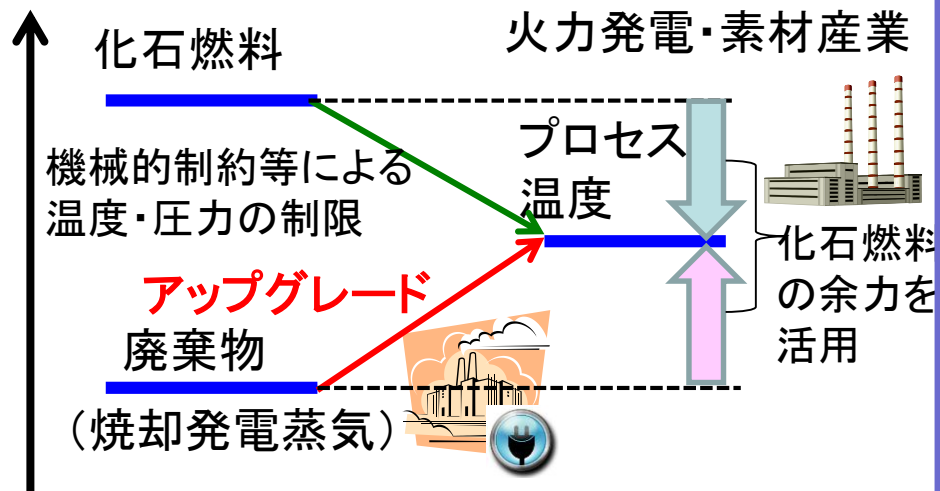
焼却発電の現状の効率は**10~15%**

# 費用対効果向上の方針

## 産業利用による効率向上と低コスト化

### ■アップグレード利用(効率向上)

エネルギーの質  
(高温=高品質)



### ■既存施設の利用(低コスト化)



排ガス・排水  
処理を備えた  
既存産業施  
設の活用

## 実施事例

### 大規模自治体:千葉市

(人口97万人)

- プラスチック、雑紙類(現状は製紙原料利用)等、分別リサイクル推進
- これにより焼却炉を3基から2基に削減

### 小規模自治体:羊蹄山麓地域

(人口3万5千人)

- 生ごみ分別後、固形燃料に加工して産業利用(生ごみはたい肥化)
- 焼却施設と比べて2800t-CO<sub>2</sub>/年の排出削減、費用は約2/3

出典:開発工営社資料

# 研究の概要

良質なマテリアルリサイクルの一定規模での実施と両立しながら、**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、その費用対効果を自治体の政策担当者等が評価可能なツールを作成する。**このために、主として以下の4項目の研究を実施する。

## 資源・エネルギー回収を高度化するオプション

(主な担当者)

(テーマ1)複合発電施設のプロセス設計とモデル化

(稲葉・藤井)

(テーマ2)資源・エネルギーの地域利用モデルの作成

(田畑・大西)

## 都市規模に合わせた最適化

(テーマ3)施設と収集の総合的最適化モデルの作成

(藤井・後藤)

## 中長期のエネルギー回収計画と評価

(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

(田崎・後藤・藤田・稲葉・大西)

# 中間評価でのご意見(抜粋)

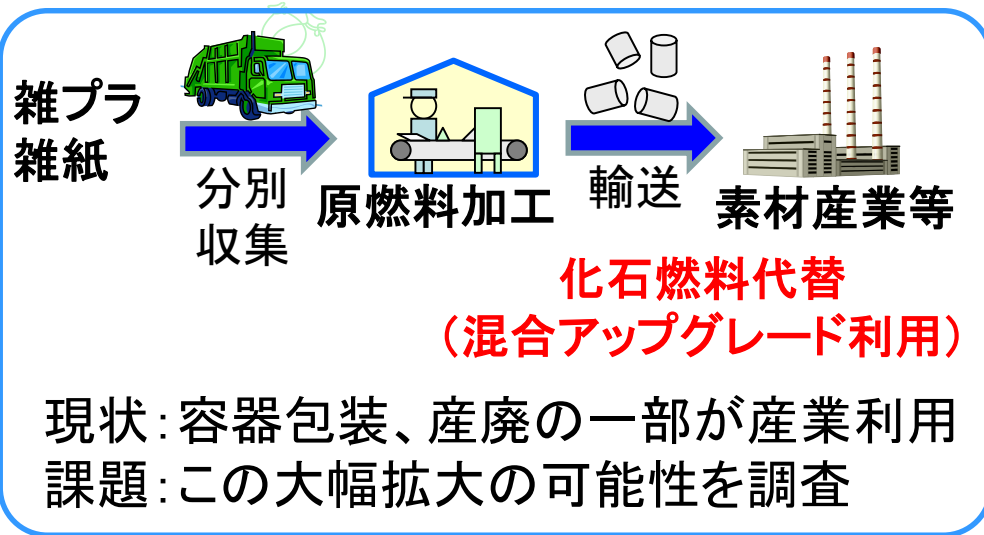
- **産業側での、熱利用に対する障害**を明らかにしてほしい。
- 全体に一貫した目標、ポリシーがよくわからない。例えば**テーマ2 だけ絞れば**、話は分かりやすい。
- 机上での議論の感が強く、**現実の場への適用視点を強めてもらいたい**。ケーススタディが必要であろう。
- 予測的研究において、**将来の状況変化**をどのように取り入れて長期総合シミュレーションツールを作成するのか。先見性が問われるであろう。
- 研究成果が、自治体にとって利用しやすいものになるように進めてもらいたい。**もう少しテーマ(ポイント)を絞ったらどうか**。
- 現実的な行政提案ができる内容である。
- このまま継続してほしいが、どうも現状を認めるところから出発している。それはそれでいいが、**少し遠い将来のモデル**も出したらいいのでは？
- ある**地域が計画するにあたって、有用なモデル(メニュー)を提示**してほしい。
- 産業界とのコンバインドの推進はタイミングと各主体の調整方法も検討すべき。
- やや網羅的となっていること、ケーススタディの調査に成果が依存していること、さらに熱の利用と産業間利用については**産業政策の扱い**やトレードオフの処理が甘いことが難点である。しかし、全体として大いに期待している。
- 提言後の**現場課題を踏まえた「実施手法」を示す**。これまでも複合化、効率化提案はされてきたが、多くは実施まで至らず。



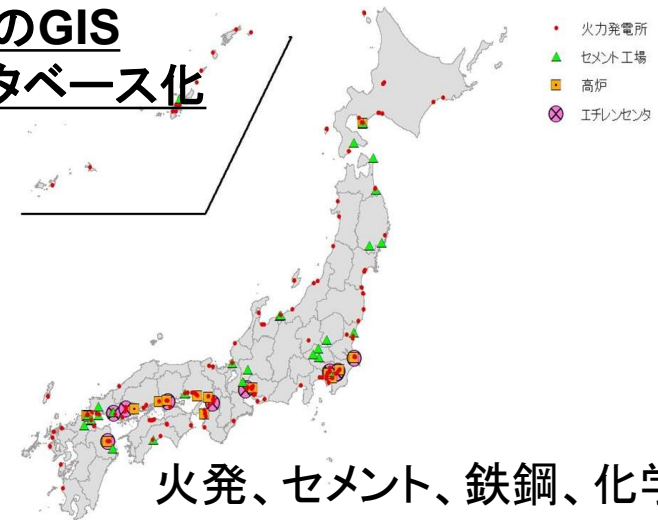
- **エネルギーの地域利用を重点的に調査。関係者と事業化に必要な課題を整理。**
- **自治体等が利用可能な事例集(メニュー)を作成。**

# テーマ2 産業での原燃料利用

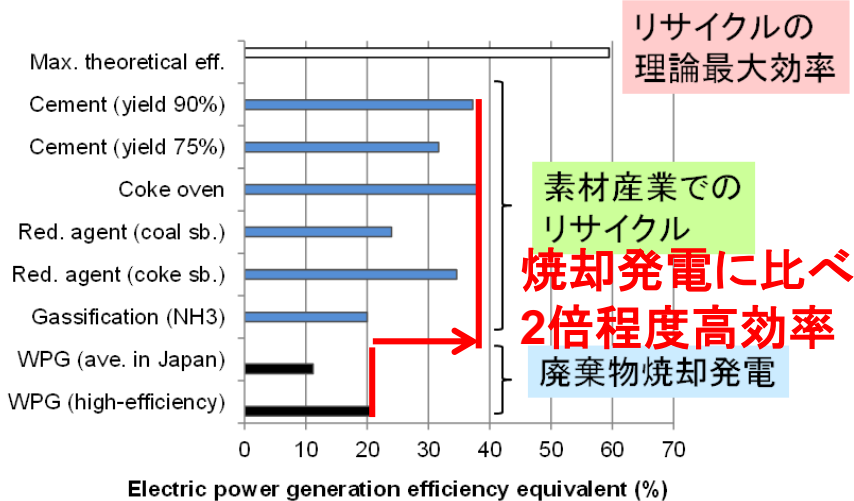
分別が行われれば高い効率で利用可能。大規模自治体ほどコスト面でも有利。



## 産業のGISデータベース化



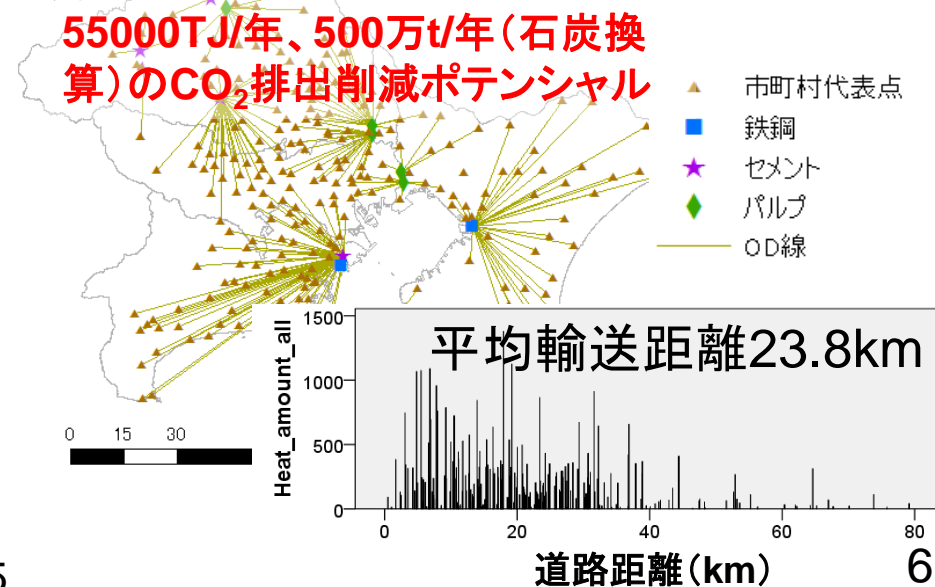
## 素材産業における高効率エネルギー回収



焼却炉数の削減によりコスト低減の可能性

Fujii et al., J. Clean. Prod. 2015

## 一都三県での工場への道路距離算定例



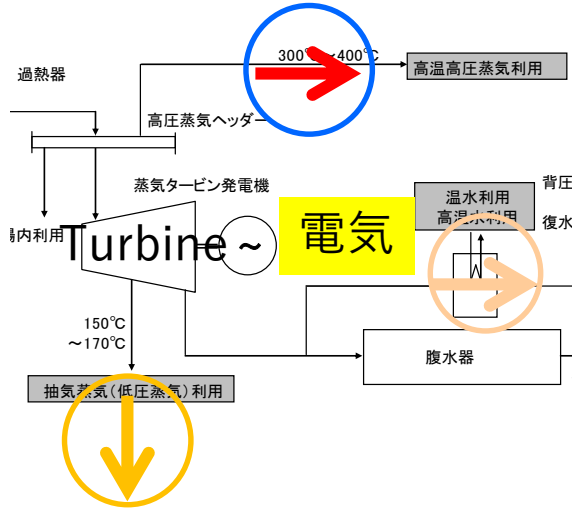
# テーマ2 焼却熱の産業利用

発電・抽気・蒸気供給の熱力学的な計算により、産業への蒸気供給が発電より2倍程度効率的であることを確認

電気利用中心

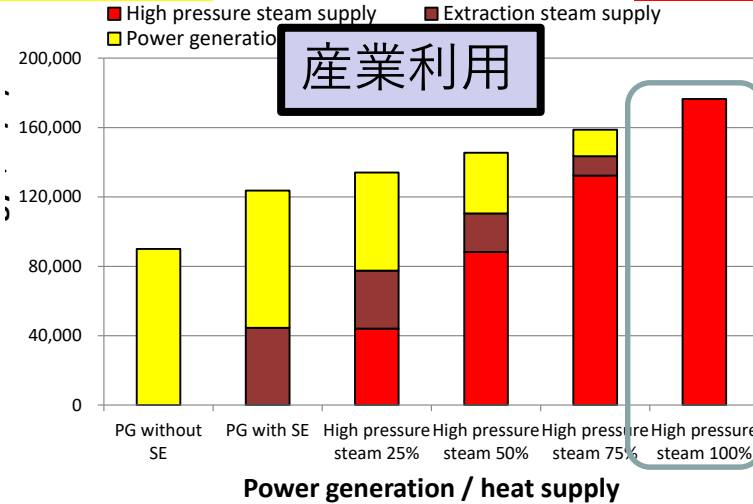
熱利用中心

高温・高圧蒸気



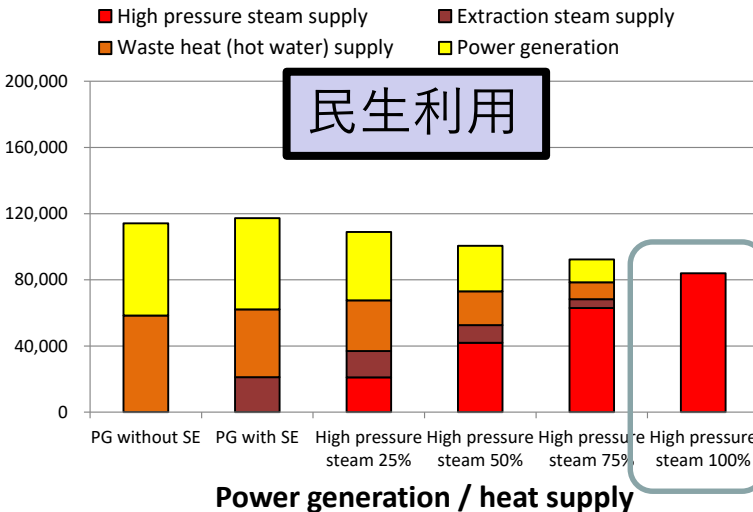
低圧蒸気 温水

化石燃料消費削減効果



高温蒸気は高いままの温度で利用することで効率が高まる

化石燃料消費削減効果



● COP 5 程度 (給湯・暖房平均) のヒートポンプ利用と比較

民生への蒸気供給は不利

# テーマ2 素材産業等への焼却熱供給の検討

マクロな分析では、既存の清掃工場の立地の範囲でも、産業への熱供給の大きなポテンシャルが存在することを確認。

焼却施設  
(一廃)

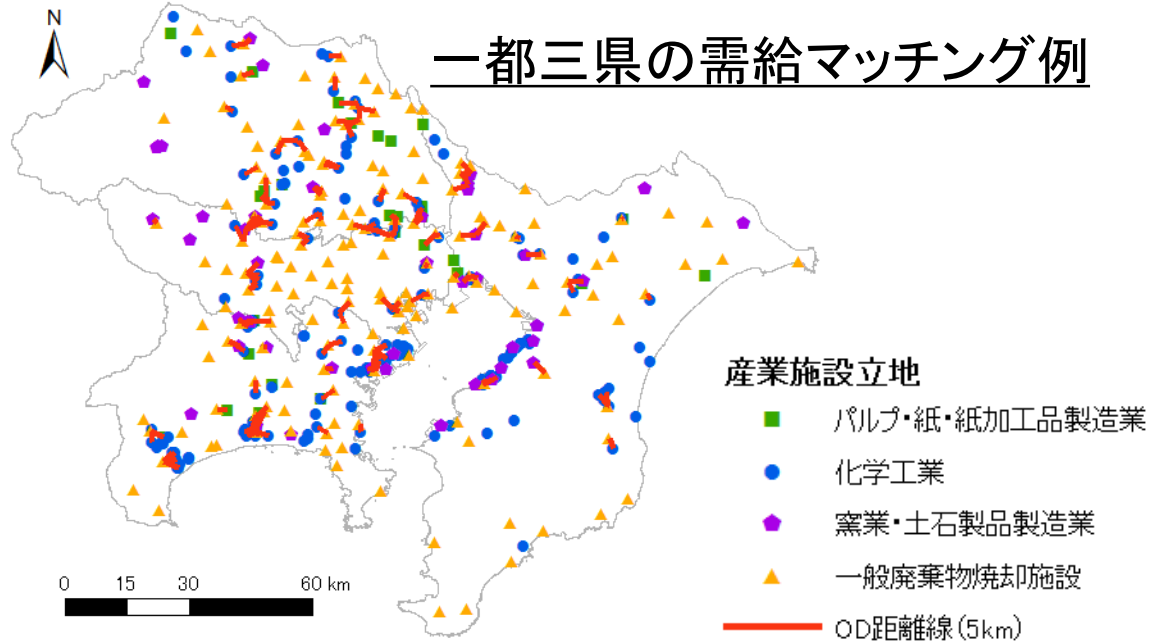
産業施設  
温度・需要量  
から選定  
・紙パルプ  
・化学  
・窯業(石膏)

施設間道路距離

道路沿いのパイプライン  
建設を想定

施設間熱需給

既往研究より5km以内  
の組み合わせを抽出  
費用・削減効果推計



## 一都三県における需給マッチング結果

一般廃棄物焼却施設	188か所	接続可能な焼却施設	84か所
産業施設	295か所	接続可能な産業施設	144か所
ルート数(離島を除く)	45920	接続可能な供給量	35,000TJ
5キロ範囲内ルート数	187	接続可能な需要量	69,000TJ

重油換算で250万t/年のCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャル<sup>8</sup>



# テーマ2 熱供給に関するヒアリング調査

- 熱供給の潜在的事業者等(供給、需要、地域事業)にヒアリングを実施
- 清掃工場から産業への熱供給への期待、課題、解決策等を整理

カテゴリー	ヒアリング実施企業、団体等
産業	蒸気の潜在的な需要家である工場やその業界団体、潜在的に供給元となる火力発電所、両社を結ぶ地域エネルギー会社に係り得る企業等にヒアリング実施した。
自治体	都市部から郊外まで、清掃工場やリサイクル施設を持つ複数の自治体にヒアリングを実施。一部は外部への熱供給を実施。

## 主要な意見

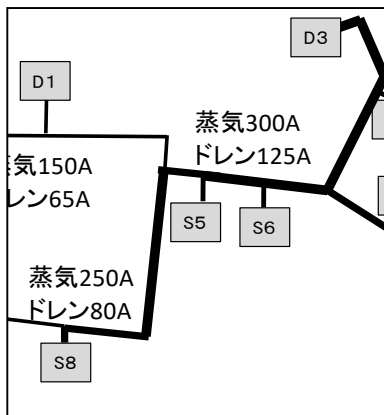
- 業界として清掃工場の熱利用を検討したことがなかったが、関心を持った
- 多様な供給源・需要家が接続するネットワーク化が安定供給に有効
- 長期の供給継続が見込める清掃工場の存在は重要
- 民生への熱供給は、経済的にも、環境的にも競争力を失いつつある

# テーマ2 清掃工場・工場間熱供給ネットワーク

具体的地域の熱供給ネットワークを想定し、焼却発電施設を仮想的に接続してその効果や実現可能性を評価

具体的な工業団地

熱の潜在的な需要家、供給元が複数立地する工業団地を選定して、熱供給のネットワークを構築するケースを想定し、更に清掃工場を仮想的に接続して、建設費用や燃料消費の正味削減便益、CO2削減効果等を評価。関係者と実際の課題等も議論。



清掃工場(仮想的に設置)及び周辺の工場、発電所等を結ぶ熱供給ネットワークを設計して評価

ネットワーク全体の費用対効果

パイプライン敷設コスト  
18.2億円

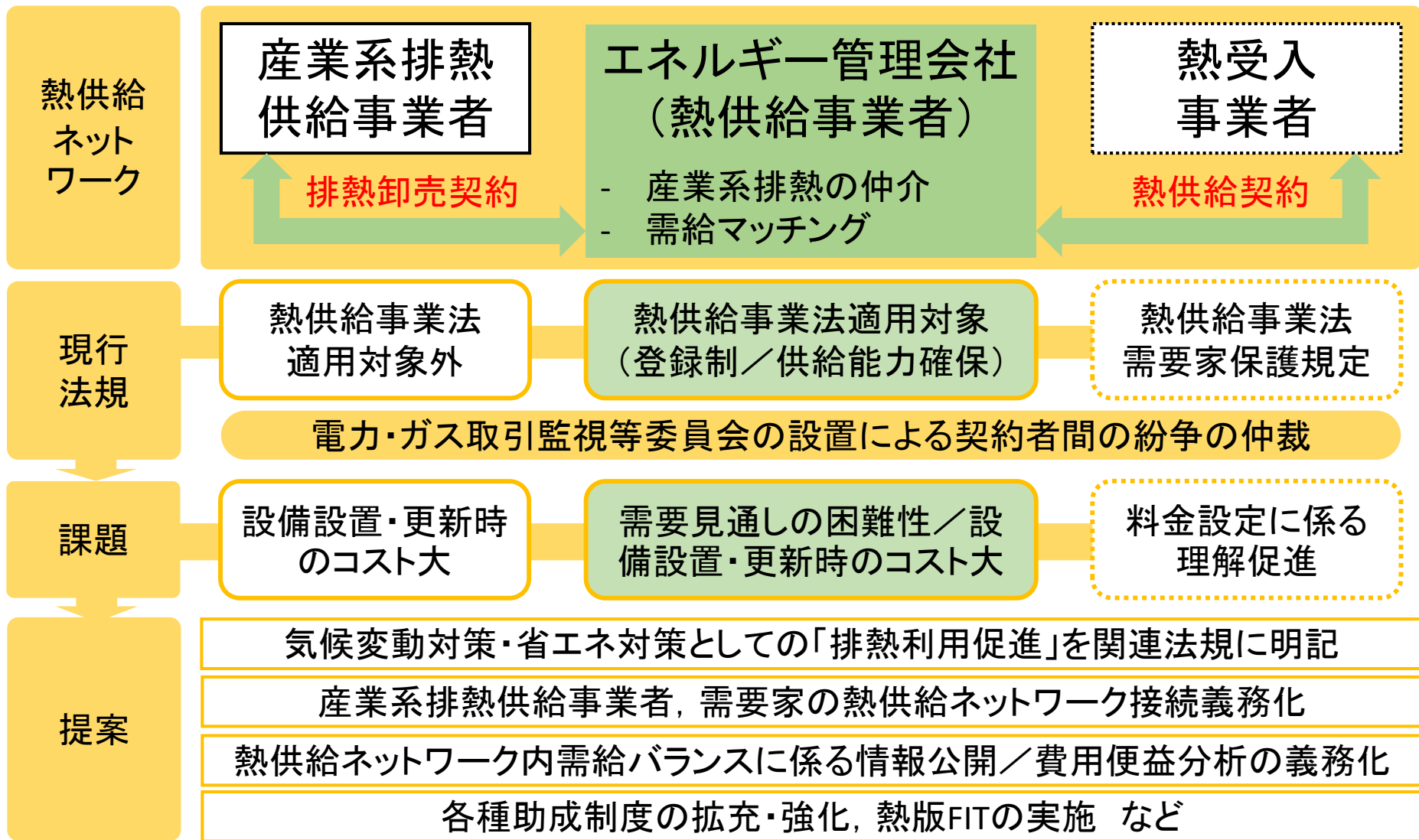
燃料削減費\*  
-売電量低下の収益減\*\*  
10.5億円/年

\* 原油価格47.3US/バレル  
(ドバイ平均、2015年)  
\*\*FIT価格32円/kWh,30%  
産業用電気14円kWh,70%

CO2削減量  
51,100 t-CO<sub>2</sub>/年

# テーマ2 熱供給ネットワーク構築への課題・提言

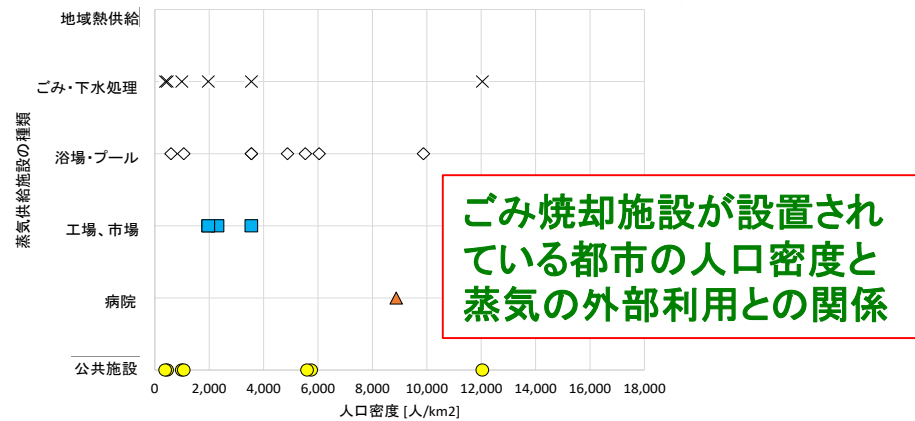
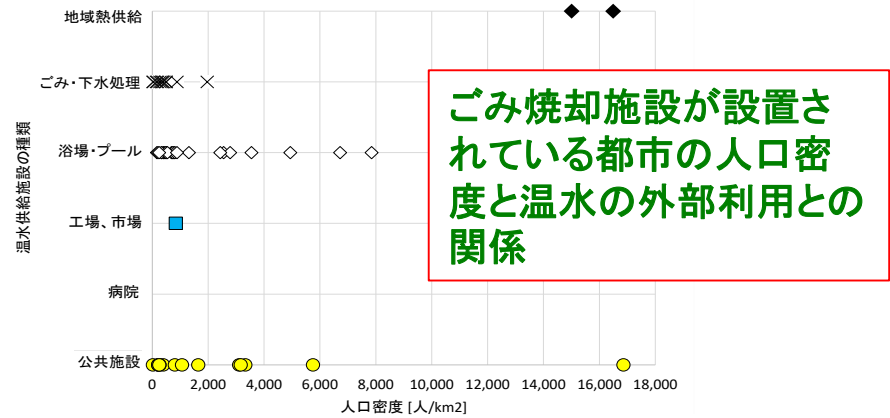
## 熱供給ネットワークの構築に向けた課題を整理し対応策を提案



# ごみ焼却施設で生産した温水・蒸気の外部利用の現状調査

熱供給についてアンケートを実施。関心のある自治体との連携を次年度以降検討。

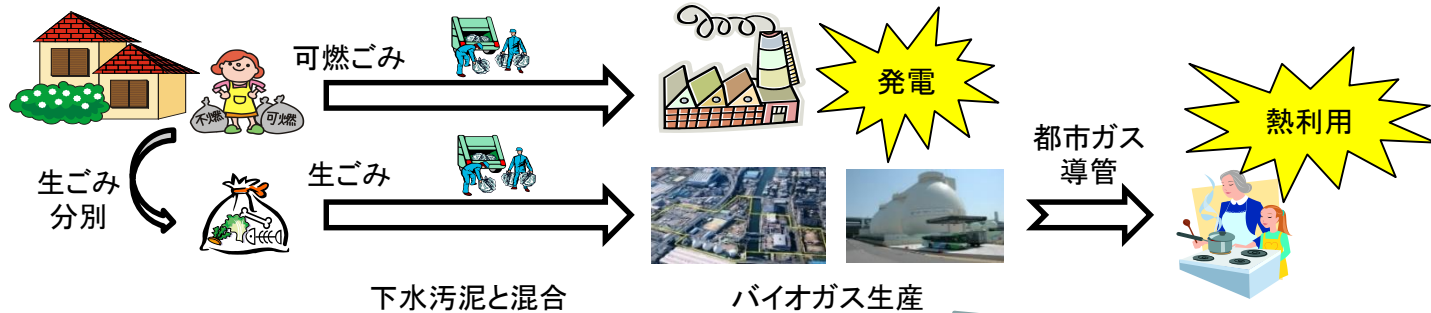
- 全国の地方公共団体を対象とした郵送アンケート調査(2014年)・・・回答528施設(回収率38.8%)
- 温水は64施設で、蒸気は47施設で外部利用されている
- 温水・蒸気的主要外部利用先
  - ・・・公共施設、病院、工場・市場、浴場・プール、ごみ・下水処理施設、地域熱供給(住宅)



- 温水・蒸気生産を行っていない施設の理由
  - ・・・近くに需要施設がない、余熱利用できる規模でない、焼却施設が建設されて時間が経っているので、新たに設備投資するメリットがない等

# 大都市での熱利用の検討：神戸市での生ごみのバイオガス化と都市ガス導管による環境負荷、コスト削減効果の評価

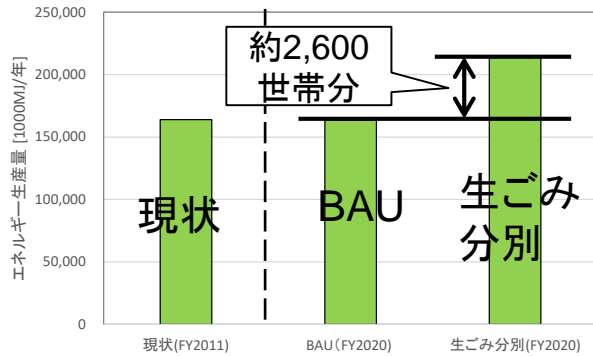
## バイオガス化と都市ガスへの供給について費用対効果を評価



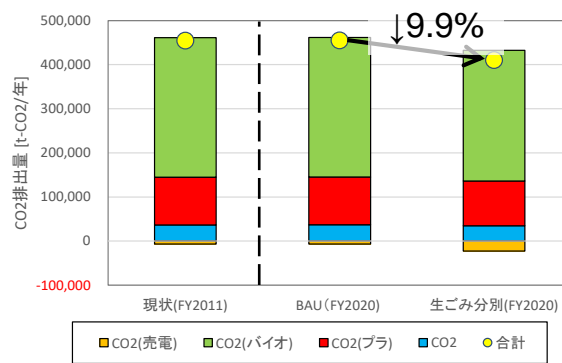
➤ 2020年度時点において、生ごみ分別を実施するシナリオと実施しないシナリオでの比較評価を行う

KOBE グリーン・スイーツプロジェクト  
(@東灘下水処理場、2012年1月～)

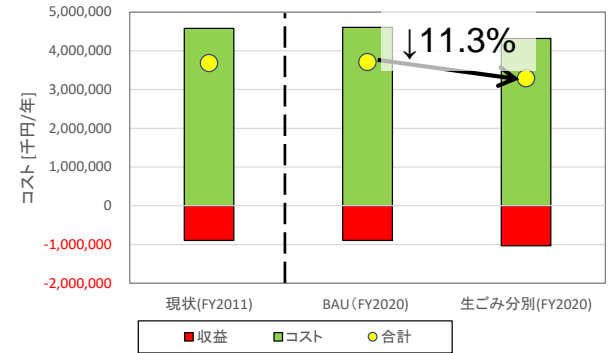
### エネルギー生産量



### CO<sub>2</sub>排出量



### コスト



- 生ごみ分別およびバイオガス利用により、環境負荷、コストの低減が期待できる
- 都市ガス導管により、熱利用に要する既存インフラの改造、住居等のリフォームに伴うコスト負担を抑制できる

# テーマ1 複合発電施設のプロセス設計と評価

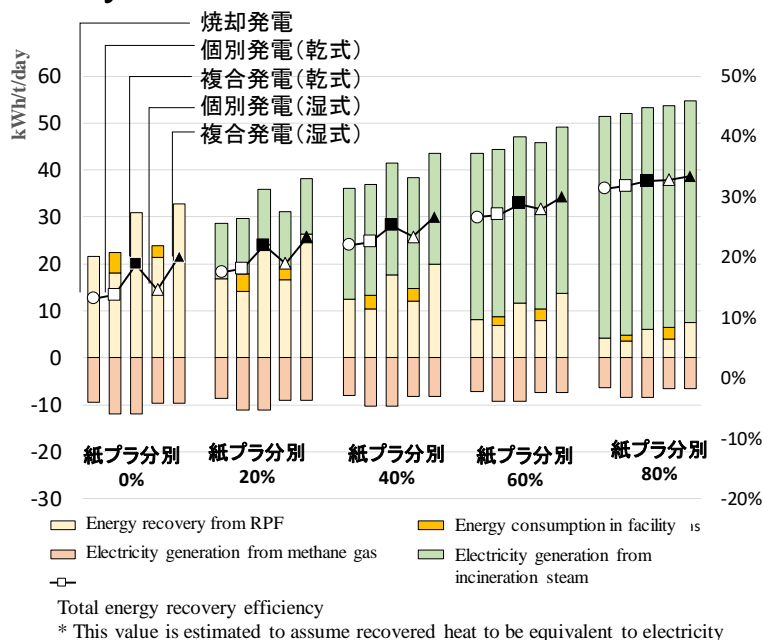
- 周辺に有効な熱需要先がない際の高効率エネ回収の一方策
- 実事例が限定的なため、プロセスモデルにより条件別の評価を可能とした



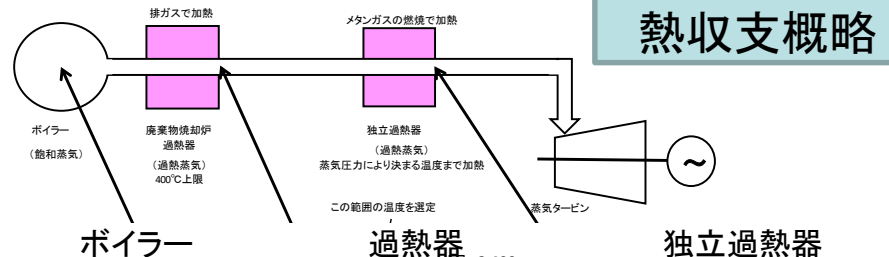
防府市クリーンセンター

防府市、川崎重工へのヒアリングを実施

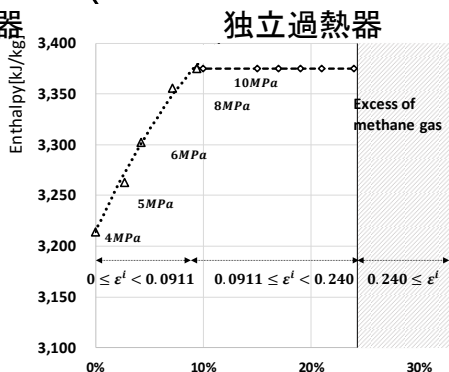
## 150t/dayの自治体でのシミュレーション結果



### 熱収支概略



焼却回収熱とメタン燃焼熱の比で発電量を関数化



## 複合発電のメリットの確認

- 中小規模でも高効率発電が可能
- 産業原燃料利用後の低発熱量廃棄物からも高効率で発電

他の技術オプションとの比較が可能な形で一般化

# テーマ3 施設整備と収集の総合最適化モデル

## 施設のプロセス・費用モデル

- 焼却・発電施設
- メタン発酵施設
- 複合施設
- 原燃料化施設

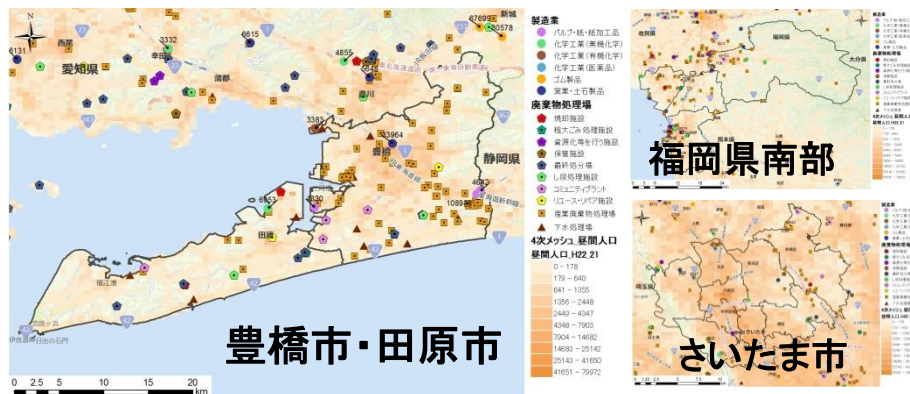
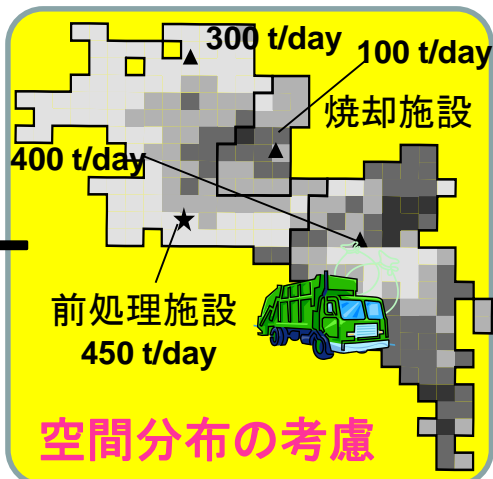
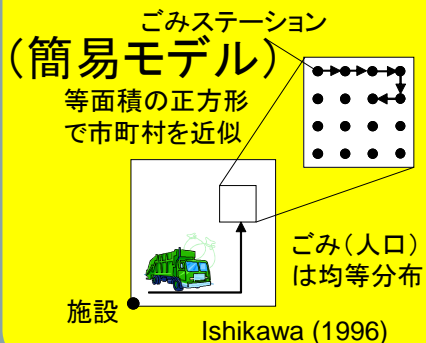
規模別に  
モデル化

## 施設整備(延命、更新)、処理方法に関するヒアリング調査

さいたま市、防府市、秩父広域市町村圏組合、豊橋市、日本環境衛生センター、全国都市清掃会議、エネルギー総合工学研究所、川崎重工など  
施設整備補助金のメニュー(CO<sub>2</sub>削減)、  
建設用地の有無などの影響が大きい

## 分別収集プロセス・費用モデル

### グリッドシティモデル



施設配置、廃棄物発生分布データ整備(例)  
ヒアリング、感度分析等から抽出された  
重要なパラメータ

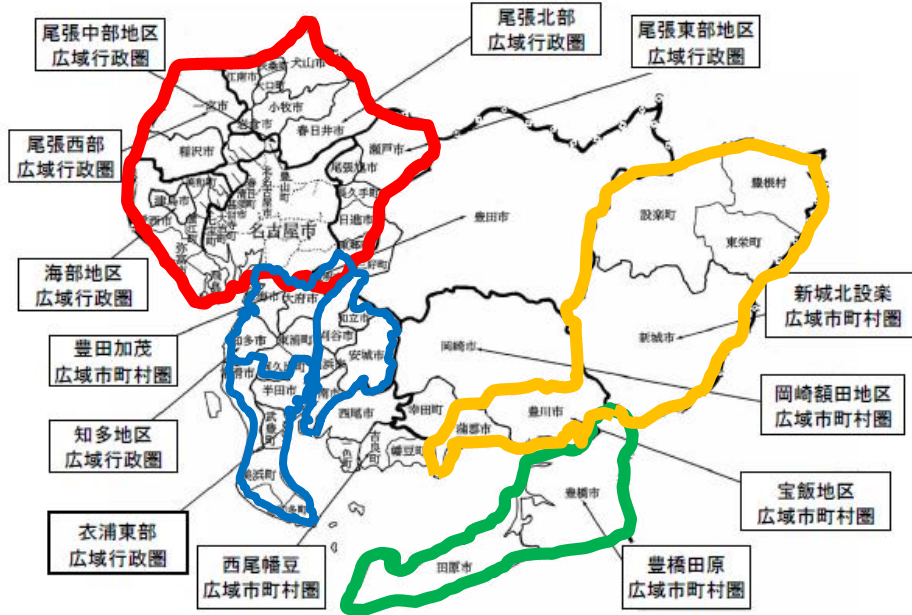
- (1) 廃棄物発生密度、(2) 収集頻度、(3) 処理施設の規模、(4) 施設の建設・維持費、(5) 作業員賃金、(6) 燃料・電気代

グリッドシティモデルとGIS(地理情報システム)の組み合わせで、簡易で正確\*なモデル化

\*収集運搬距離の推計精度が大幅に向上(実測値との比較)

# 愛知県広域化計画の詳細な分析による将来の廃棄物処理行政の在り方

## 規模の異なる自治体間の広域化が計画・一部実施されている



豊橋市・田原市  
→中規模都市と小規模都市 1対1

豊川市・蒲郡市・新城市他  
→中規模都市と小規模都市 広面積

名古屋市ブロック  
→大規模都市と小規模都市  
尾張西部、尾張北部  
→中規模都市と小規模都市  
春日井、海部津島  
→達成済み

知多北部、知多南部、衣浦東部  
→中規模都市と小規模都市 狭面積

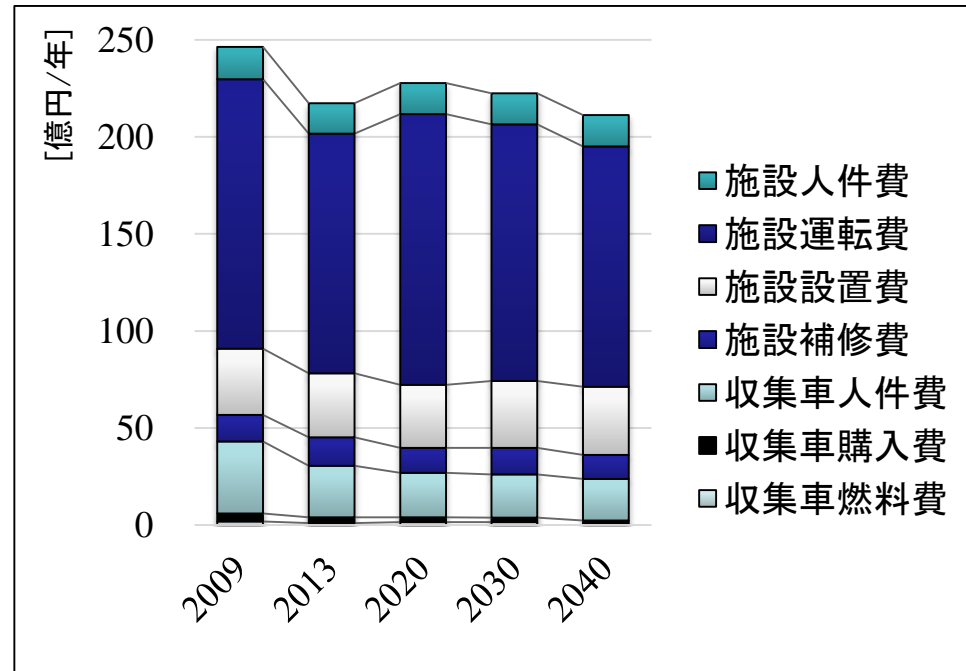
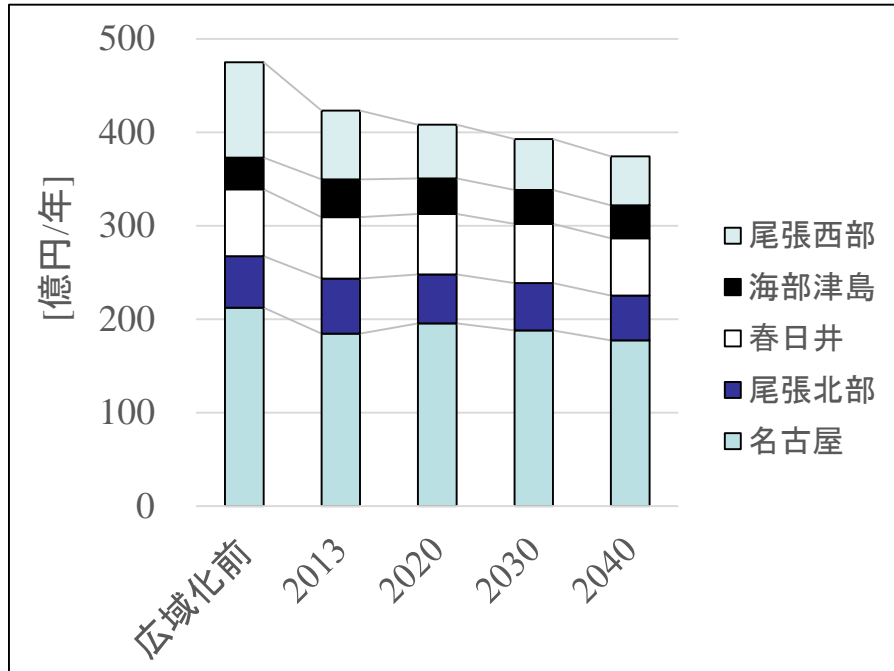
小規模都市 ~10万人  
中規模都市 10~40万人  
大規模都市 40万人~

	大規模都市	中規模都市	小規模都市
大規模都市	✖	✖	○(狭)
中規模都市		✖	○(1体1、 広、狭)
小規模都市			✖



# 広域化によるコストの変化

小規模の自治体に特にコストメリットが大きい



## 愛知県北部5ブロックの処理コスト推計

## 名古屋ブロックの処理コスト内訳

コストの縮減が予測される  
 →特に小規模都市メリットが大きい  
 例 名古屋ブロックの北名古屋市や豊山町

- ・施設運転費(4焼却場→5焼却場)の削減が総コスト縮減に**影響力大**
- ・焼却施設の処理能力平準化により**運搬距離の短縮**が可能

北名古屋市**53.6%**のコスト縮減  
 豊山町**48.1%**のコスト縮減

・廃棄物焼却の処理単価は**9.6%**増大 17

## 広域化評価まとめ

- 小規模な市町村でより処理コスト削減効果がある。
- 広域化は焼却施設に起因するコスト削減が大きい。
- 広域化によって焼却施設の数減らすことが重要である。
- 収集運搬に起因するコストは増加する場合がある。
- CO<sub>2</sub>排出量も焼却施設に起因する部分が多い

## 本研究の評価以外で意思決定に及ぼす要因

- 市
  - 焼却施設の延命化を行い、他市と広域化の時期をそろえる。
  - 災害廃棄物の処理を考慮すると広域化を進めてよいのか自信が持てない。
  - 補助金の有無が高い優先順位をもつ。
  - 大きな市の意向が大きい。
- 市民
  - 焼却施設周辺住民には広域化への違和感・反対がある。
  - 市間の分別種類の違いによる対立がある。

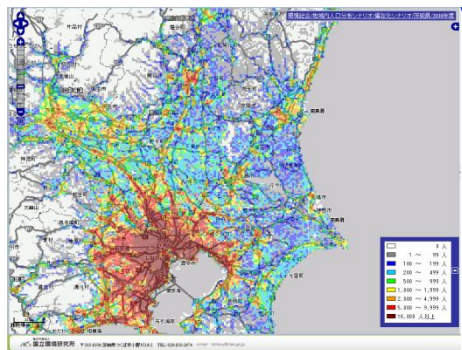
## 政策への提言

- 市町単位のごみ行政(環境省→県→市(組合))の限界
  - 分別等のきめの細かい市のごみ行政と、複数の市が集まる焼却施設運営との間に、組織上の「かい離」が多数起こる。
  - 効率的なごみ行政のためには焼却施設だけでなく、資源化施設の集約化も必要だが、その場合分別種類の市間の相違が大きな障害になる。
  - **ごみ行政を包括的に管理する組織が必要(県の役割も明確にして)**

# 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

中長期のエネルギー回収・処理の費用対効果を評価するシミュレーションツールを作成。都市条件(規模)別に相応しいシステムを提案

将来の人口  
分布推計例  
(2030年)  
国立環境研究  
所・環境展望台



<シナリオの検討>

- ・人口変化
- ・廃棄物組成、分別方法変化
- ・資源価格高騰 etc.

施設プロセスモデル  
収集・輸送モデル

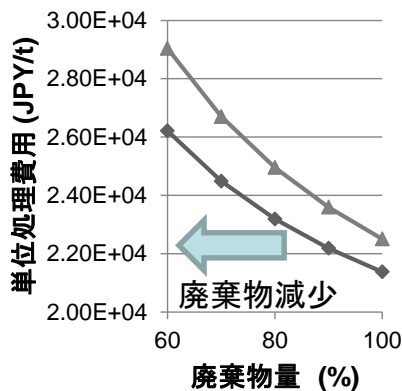
<計算条件>

現在・将来  
の廃棄物空  
間情報

焼却施設等  
空間分布・更  
新情報

廃棄物・熱  
需要施設空  
間配置

廃棄物量  
変化に対す  
る単位処理  
費用の安  
定性を確認



<シミュレーション>

廃棄物からのエネルギー回収量とコスト  
を経過時的に評価(中長期費用対効果)

行政等への貢献(抜粋)

環境省: 市町村等による廃棄物処理施設整備の適正化推進事業検討委員会(H25~27)

環境省: 廃棄物発電の高度化支援事業への助言(H27予定)

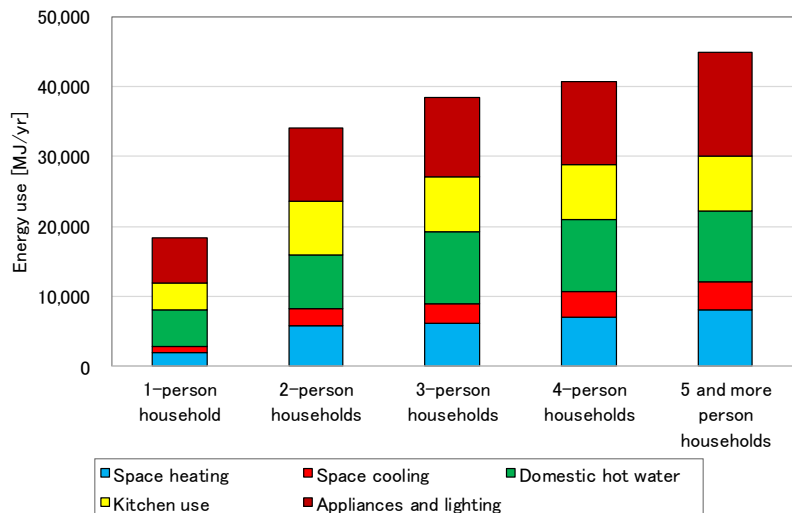
環境省: エコタウン検討会への参画及び全国エコタウン会議での講演等

北九州市: タイ・ラヨン県・都市廃棄物管理及びエコ・インダストリアルタウンの低炭素化推進事業アドバイザー

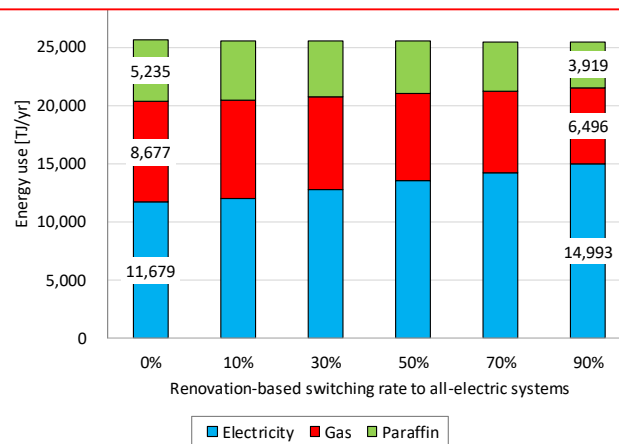
# テーマ4 神戸市の家庭における電力・ガス需要、ごみ分別の調査

## 高齢化による分別の困難さをデータで確認。将来計画の基礎情報となる。

居住人数・熱源別でのエネルギー消費量(N=1,300)

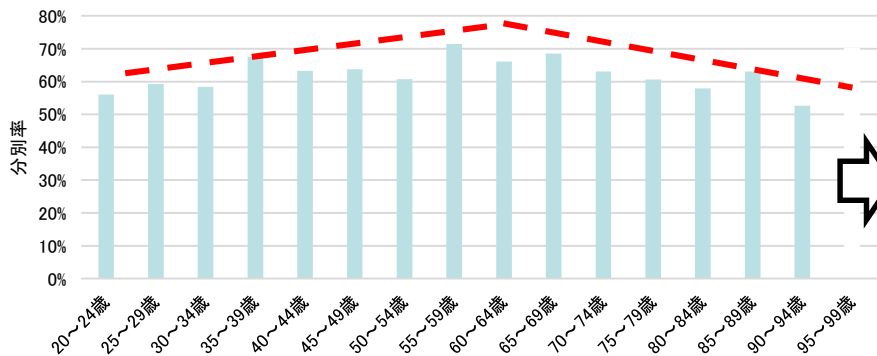


電化住宅の増加によるエネルギー消費構造の変化 (2035年時点での評価)

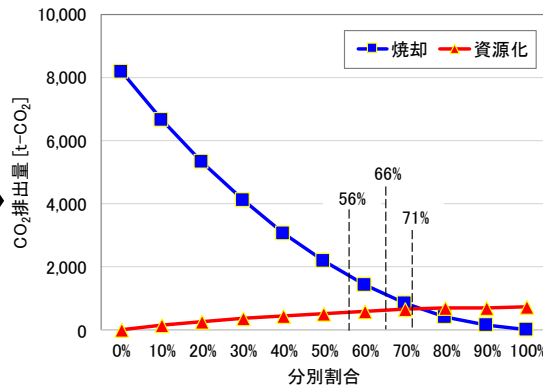


高齢者世帯の増加  
⇒電化住宅の増加

年齢階級別での容器包装プラの分別率の違い (N=2,260)



➤ 将来のガス消費量の減少を踏まえて、バイオガスの使い道を考える必要がある



➤ 高齢化が進展すると、分別率は減少し、容器包装プラの資源化量が減少する  
➤ 焼却量とCO<sub>2</sub>は増加する。熱利用によりCO<sub>2</sub>削減が重要

# テーマ4 シミュレーションツールと事例集の作成

- 地域特性を入力することで、資源・エネルギー回収高度化の選択肢の費用対効果を概算、推薦事例集の提示

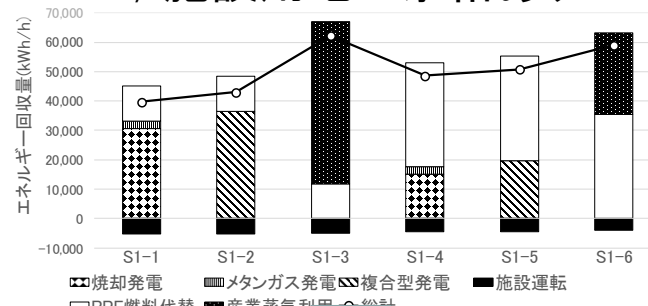
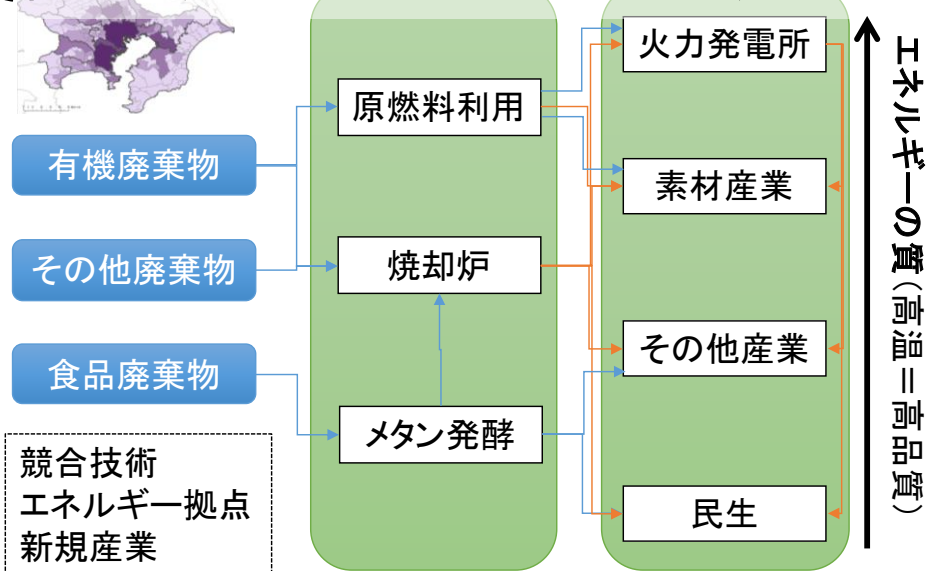
## 地域特性に関する重要パラメータの入力

発生量・質(人口密度分布)、分別・収集(処理システム)、敷地条件、他セクターとの地理的近接性

## 費用対効果(システムごと)

例) 都市 i: 1,000ton/day, 人口密度2,000人/km<sup>2</sup>, 産業との距離1.0km, 施設用地に余裕あり etc.

## 高度化システムのシミュレーションモデル



## 推薦事例の提示

- 産業での原燃料利用
- 広域・集約化
- 下水汚泥との連携ガス化
- 産業での蒸気利用
- (第4世代) 地域熱供給
- 複合発電

※来年度、本システムを拡張した双方向アンケートシステムを開発予定

# 高度化技術オプションの事例集

## 例：焼却熱の産業利用

事例1：韓国・蔚山市  
「エコインダストリアルパーク事業」

### 概要

韓国は、2003年からEIP（エコインダストリアルパーク）事業を開始し、...  
蔚山市は、浦項市らとともに第一号のEIPに認定され、...  
Sungam清掃工場は、1炉あたり115,000t/年を2炉有し、300t/日の焼却結果として...

### 地域特性

蔚山市は、韓国最大の産業都市で大規模な産業団地を有している、...  
Sungam清掃工場は産業団地内に立地しているため、配管延長が数kmで済み、経済性が確保されている...

### 推進体制

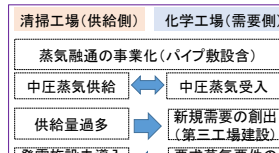
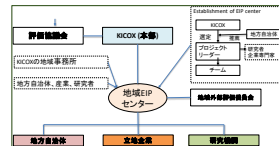
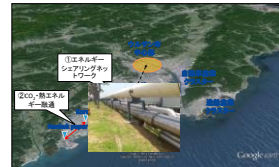
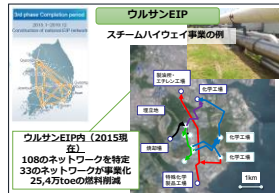
EIPを運営するKICOXの地域組織地域EIPセンターは地方自治体、産業、研究者で構成されている。地域EIPセンターは、中立な立場をとり、交渉での主なプレーヤーを担い、企業の紹介、MOUへの合意とサインの交渉など...

### 事業化の経緯

中圧蒸気による第一次供給の成功を受けて、Sungam清掃工場の新設する焼却炉（第二工場）はボイラ設計に高圧蒸気（45kgf/c㎡=4.4MPa）を供給できるようにボイラ設計を変更した。...

### 政策的な支援

韓国EIP事業では、フィージビリティ調査への補助が中心で、ビジネスの仲介役を行っている。...



## 地域特性に応じた 推薦・高度化技術オプションの整理

- ✓ 高度化技術オプションの概要
- ✓ 技術・社会システムの明示化
- ✓ これまでの実績
- ✓ 事例地域の地理的特性
- ✓ 廃棄物処理計画とその他の計画との関係
- ✓ 立地場所の制約
- ✓ ステークホルダーの概説
- ✓ セクター間の連携体制
- ✓ 実装に至った経緯
- ✓ 苦労した教訓
- ✓ ハード・ソフト支援
- ✓ 他地域間連携体制

# 研究計画の進捗状況

		H26年度	H27年度	H28年度
テーマ1 複合発電 施設	計画	複合発電施設の規模別、組成別設計	地域特性に合わせたシステム設計	建設・運転費用の推計・費用対効果分析
	進捗	焼却・メタン発酵の複合施設を、規模別、廃棄物組成別にモデル化。各条件別に発電量、売電量等を推計可能に。(計画通り進捗)		
テーマ2 地域資源 エネ利用	計画	国内外の地域利用事例収集	前処理施設、熱輸送のモデル化	建設・運転費用の推計・費用対効果分析
	進捗	熱搬送、発電所等への蒸気供給などをモデル化。熱利用に関する海外事例の収集、ヒアリング・アンケート調査実施。(計画以上進捗)		
テーマ3 施設・収集 モデル	計画	分別パターン検討、主要パラメータ抽出	収集モデル作成、市民の協力度検討	資源、CO <sub>2</sub> 、費用などで最適化
	進捗	施設のモデル化、収集モデルの作成、ヒアリング、感度分析によるパラメータ抽出、ケーススタディを実施。(計画通り進捗)		
テーマ4 長期計画 政策提言	計画	ヒアリング調査、課題の整理	都市規模別のエネルギー回収効果推計	中長期費用対効果推計ツール作成
	進捗	施設統合に関するヒアリング調査実施、委員会等への知見提供による行政への貢献、一般市民への講演、寄稿等。(計画通り進捗)		

# 研究成果の科学的意義

- 廃棄物の産業施設を利用したアップグレード利用について、効果を熱力学計算やライフサイクル分析等により評価。
- 焼却施設、原燃料化施設、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。
- 上記施設のモデルに、収集運搬のモデルを組み合わせて、将来計画の作成と評価を可能とした。
- 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。



# 環境・廃棄物政策への貢献

- 検討したエネルギー回収の高度化の手法は、従来の**焼却発電(発電効率20%)**の**1.5倍から2倍程度効率的なエネルギー回収が可能**。
- 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、改善策を提案。
- 収集モデルを含む全体のモデル化により、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。**事例集**として整理。
- 今後の**人口減少**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。

# 研究成果を用いた、日本国民との科学・科学技術対話の活動(研究開始～プレゼン前日まで)

## ②地域の科学講座・市民講座での研究成果の講演

実施日	主催者名	講座名	開催地	参加者数	講演した「研究成果」、「参加者との対話の結果」等
H28.12.19	特定非営利法人ソーシャルデザインセンター淡路大学コンソーシアムひょうご神戸公益財団法人ひょうご科学技術協会	第4回サイエンスカフェ*SODA / サイエンスカフェひょうご in 南あわじ	兵庫県	30名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生ごみのバイオガス化による熱供給量の評価および家庭における電力・熱需要の推計という成果につき講演。</li> <li>・参加者から淡路島での熱供給の可能性に関する質問があった。</li> </ul>

## ④一般市民を対象としたシンポジウム、博覧会、展示場での研究成果の講演・説明

実施日	主催者名	シンポ名	開催地	参加者数	講演した「研究成果」、「参加者との対話の結果」等
2016.2.21	神戸大学アクティブエイジング研究センター	アクティブエイジング研究センター設立記念シンポジウム	兵庫県	200名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住民のごみ分別行動の分析という成果につき説明。</li> <li>・参加者からアンケート調査の実施に関する質問があった。</li> </ul>
H27.12.16 -12.17	神戸大学大学院人間発達環境学研究科	Workshop on Inclusive Sustainable Development in Asia	兵庫県	150名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生ごみのバイオガス化による熱供給量の評価という成果につき講演。</li> </ul>

## 本課題の成果に係る「査読付」論文(国際誌・国内誌)の発表

執筆者名	発行年	論文タイトル	ジャーナル名等
Minoru Fujii, Tsuyoshi Fujita, <i>et al.</i>	2016	Possibility of developing low-carbon industries through urban symbiosis in Asian cities	Journal of Cleaner Production , Vol. 114, p376-386
Inaba, T., Tabata, T. <i>et al.</i>	Accepted	Development of a Basic Rate of Household Energy Consumption Considering Usage Time and Quantity of Consumer Durables	Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems

他10本。以上は全て、脚注又は謝辞に「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」を記載。

## 本課題の成果に係る「査読付論文に準ずる成果発表」論文の発表 又は 本の出版

執筆者名	発行年	タイトル	ジャーナル・出版社名等
藤井実	2016	都市廃棄物からの高効率なエネルギー回収	日本LCA学会誌(12), pp.239-242
田畑智博, 小田実 紀他	2016	超高齢社会に対応した廃棄物処理システムのあり方に関する考察	日本LCA学会誌(12), pp.243-251

他1本・冊。

## マスコミ発表(プレスリリース、新聞掲載、TV出演、報道機関への情報提供等)

種類	年月	概要	その他特記事項(あれば)
神戸新聞	2016年 2月16日	「神戸大アクティブエイジング研究センター設立 活力ある高齢化社会めざして11プロジェクト立ち上げ」	社会面、32頁

以上は全て「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」の掲載を情報提供先に依頼。

## 国内外における口頭発表(学会等)

学会等名称	年月	発表タイトル	その他特記事項(あれば)
21 <sup>st</sup> International Forestry and Environmental Symposium	2016.9	Waste management system and energy recover in case of Japan	招待講演
第11回日本LCA学会研究発表会	2016.3	廃棄物からのエネルギー回収の高度化に関する検討	

他36件。 以上は全て「環境省」・「環境研究総合推進費」・「課題番号」を明示。

## 知的財産権

知的財産権の種類	概要(簡潔に)	その他特記事項(あれば)
なし		

## 行政ニーズに即した 環境政策への貢献事例

概要(簡潔に)	その他特記事項(あれば)
環境省平成27年度廃棄物発電の高度化支援事業への専門家としての助言	
廃棄物処理施設の整備やエコタウンに関わる複数の環境省委員会に委員として参加	

他2件。

# 行政ニーズに即した 今後の環境政策への貢献「見込み」

## 概要(簡潔に)

## その他特記事項(あれば)

検討したエネルギー回収の高度化の手法は、従来の焼却発電(発電効率20%)の1.5倍から2倍程度効率的なエネルギー回収が可能。

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、改善策を提案。

収集モデルを含む全体のモデル化により、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。事例集として整理。

今後の人口減少を見据えた、今後の廃棄物処理計画の策定に貢献することができる。

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。

成果の一つで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。

成果の一つである家庭における電力・熱需要の推計は、自治体が家庭の電力・熱需要を考慮して再生可能エネルギーに関する計画を検討する際の基礎データに貢献できる可能性がある。

成果の一つである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。

## その他特記事項（最大5項目程度）

### 概要（箇条書きで簡潔に）

- 1) 廃棄物の産業施設を利用したアップグレード利用について、効果を熱力学計算やライフサイクル分析等により評価を行った。
- 2) 焼却施設、原燃料化施設、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行った。
- 3) 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。
- 4) 家庭における家電、冷暖房器具の保有数量や使用時間を考慮して、エネルギー消費量を推計し、住居形態、世帯人数、世帯主年齢等を考慮した電力・熱需要量に関する原単位を作成することで、地域エネルギーの需給に関する予測を可能とした。
- 5) 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。