

研究分野

研究分野名 資源循環・廃棄物研究分野

研究体制 (別添 1 参照)

代表者：資源循環・廃棄物研究センター
研究センター長 大迫政浩

構成者：

研究副センター長	川本克也
循環型社会システム研究室	大迫政浩 (室長)、田崎智宏、稲葉陸太 (主任研究員)、河井紘輔、加用千裕 (特別研究員)
国際資源循環研究室	寺園淳 (室長)、南齋規介 (主任研究員)、吉田綾、中島謙一 (研究員)、横尾英史 (特別研究員)
ライフサイクル物質管理研究室	滝上英孝 (室長)、鈴木剛、梶原夏子、小口正弘 (研究員)、藤森崇 (特別研究員)
循環資源基盤技術研究室	倉持秀樹 (室長)、山本貴士、肴倉宏史 (主任研究員)
廃棄物適正処理処分研究室	山田正人 (室長)、遠藤和人、石垣智基 (主任研究員)、石森洋行、金喜鍾 (特別研究員)
環境修復再生技術研究室	徐開欽 (室長)、蛭江美孝 (主任研究員)、神保有亮、佐野彰、小林拓朗 (特別研究員)
研究開発連携推進室	大迫政浩 (室長)

※所属・役職は平成 23 年 11 月 1 日時点のもの。また、*)印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1. 1 研究の概要

生産・消費活動の負の側面である廃棄物問題を解決し、資源の効率的な利用と健全な物質循環が確保された循環型社会への転換を進めることが、わが国のみならず世界共通の課題であり、問題解決のための科学的、技術的課題の克服が求められている。そこで、社会経済活動に伴う物質の利用と付随する環境負荷の実態解明及び将来展望、資源性・有害性の両面からみた物質の評価・管理手法の構築、並びに資源の循環的利用、廃棄物・排水等の適正処理及び汚染された環境の修復・再生のための技術・システムの開発、評価及び社会実装に関する調査・研究を行う。

また、平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災は被災地各地に大量の災害廃棄物をもたらし、さらに、原子力発電所の事故により放出された放射性物質に汚染された廃棄物や土壌等が広域かつ大量に発生し、その除染や適正処理処分が危急の課題となっている。これらの課題を取り巻く状況の変化に適応しながら各課題に迅速かつ適切に対応するため、所外の関係機関との連携を図りつつ、環境省及び地方自治体からの協力依頼・要請等に対応しながら、緊急的な調査研究を実施し、災害廃棄物及び放射性物質汚染廃棄物等の処理の推進に貢献する。

このような資源循環・廃棄物研究分野は、より大きな資源循環・廃棄物分野のパラダイムである循環型社会の構築に関する研究をプログラムとして柱立てし機動的に推進するとともに、政策課題でありかつ廃棄物管理に関する個別の研究課題を政策対応型廃棄物管理研究として着実に進めていくこととした。また、資源循環・廃棄物分野の新たな研究技法や概念に関する萌芽的な基盤研究及び環境研究の基盤となる情報・データ等の整備に関する環境研究基盤の整備を研究の柱として構成した。今期より資源循環・廃棄物研究センターに新設した「研究開発連携推進室」を本格的に立ち上げ、連携推進のテーマに応じて「アジア等研究・技術開発推進基盤チーム」「循環型社会地域再生チーム」「災害・放射能汚染廃棄物等対策チーム」の三チームを編成した。これらのチームを機動的に機能させ、研究プログラムや政策対応型廃棄物管理研究と連携し、さらには国内外の諸機関とも協力・連携しつつ、精力的な活動を展開する。

○研究プログラム (重点研究プログラム)

・循環型社会研究プログラム

(別添 2) (別添 3) (別添 4) 参照)

○研究プログラム以外の研究活動

- ・政策対応型廃棄物管理研究
 - ・萌芽的な基盤研究
 - ・環境研究の基盤整備
- (別添2 参照)
- ・研究開発連携の推進
 - ・災害・放射能汚染廃棄物等対策研究
- (別添5 参照)

1. 2 今年度の実施計画概要

【研究プログラム】

《循環型社会研究プログラム》

資源性・有害性物質の適正管理に資するマテリアルフロー・サプライチェーン及び環境影響の基礎情報の取得、ESM（環境上適正な管理）概念のレビュー等を行う。準好気性埋立技術のガス・浸出水挙動の定式化、アジア都市の液状廃棄物の性状等の現状調査、アジアの普遍性特異性を考慮した廃棄物発生量等の調査等を進める。国内地域特性を活かした地域づくりの既往研究レビュー・事例調査、地域循環圏の定義づけと構成要素の作業仮説、潜在的な循環資源存在量等のデータ収集を行う。

地域循環・地域再生に関するPJ3については、環境都市システム研究プログラムとの連携を図る。

【研究プログラム以外の研究活動】

《政策対応型廃棄物管理研究》

焼却施設を熱・資源回収施設の視点で調査し、指標を用いた類型化と課題抽出を行うとともに、低温型ガス化改質プロセスにおける触媒性能およびガス精製能を従来保有技術以上に向上させる。浄化槽等の温室効果ガス排出に係る影響パラメータ抽出を進めて評価方法の基盤を提示するとともに、節水、ディスプレイ等のライフスタイル変化が処理システムに及ぼす影響解析に着手する。廃棄物の資源価値、環境負荷ならびに処理費用に着目した分類の見直しに着手し、新規埋立類型を検証するための埋立廃棄物で生ずる現象を記述するパラメータの実験的な取得を進める。石綿や廃POPの処理技術やブラウン管等ガラス素材中の有害元素の分離技術等の実験的検討を行うとともに、不法投棄・不適正処分場の環境修復技術の評価方法について検討する。建設用循環資材の化学平衡の変化を評価するシリアルバッチ試験の開発、プラスチック再生製品中の添加剤・重金属類の含有量・溶出試験を実施し、基礎データを得るとともに、再生製品の環境安全品質評価試験法を開発してその適用性を考察する。

《萌芽的な基盤研究》

循環資源等に含まれる有害物質や資源物質の同定、毒性、物性等に係る測定・評価手法を開発し、新規性状・特性や手法の有用性を提示するとともに、処理・資源化技術フローを整備しつつ、それらの技術開発に着手する。将来の資源需要と国際物質フローの構造解析手法や物質ライフサイクルにおけるリスク管理方策、循環型社会・廃棄物分野の施策等を国際的、科学的視点から提示するために、解析手法の開発やデータ収集、事例調査に着手する。

《環境研究基盤の整備》

資源利用に関わる物質フローや性状、費用等の適切な循環利用と廃棄物処理に必要なデータの調査とデータベース整備において、まず、国際資源フロー、製品含有資源量、廃棄物処理時系列データ、最終処分場データなどの情報集積を行う。

《研究開発連携の推進》

国内における循環型社会を基調とした地域再生と3Rのアジア等国際展開に向けて、外部連携の推進による社会実装に向けた今後の戦略・戦術を具体化する。特に、独自の資源化技術や環境修復再生技術等の適用、広域的な計画策定、循環資材の環境安全管理に関する東アジア標準規格化などに向けた連携体制を立ち上げる。

《災害・放射能汚染廃棄物等対策研究》

国内研究者・技術者で構成される震災対応ネットワークを活用し、また、関係研究機関等と連携しつつ、各種技術情報の策定・提供、現地調査等の実施及び助言指導等を実施し、国及び地方自治体における災害廃棄物及び放射性物質汚染廃棄物等の処理推進への支援を行うとともに、各種緊急調査研究等を実施し、国における放射性物質汚染対処に関する法令及び指針等の策定への支援を行う。活動に際しては、所内における連携、所外の関係機関との連携も重視する。

1. 3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
①運営費交付金	305					
②総合科学技術会議が示した競争的資金	262					
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	23					
④その他の外部資金	12					
総額	602					

1. 4 平成 23 年度研究成果の概要(研究分野：資源循環・廃棄物研究分野)

【研究プログラム】

《循環型社会研究プログラム》

循環型社会研究プログラムにおいては、国内地域から世界(アジア圏)までの安定かつ環境負荷低減性と環境効率の高い資源循環と廃棄物管理、それを支える社会システムづくりに貢献することを目的としている。各プロジェクトは空間的に研究対象の場が異なるが、プログラム全体として共通の研究アプローチを体系的に構築し、各プロジェクト間の融合を図るための検討を行った。結果として、(1)モノとカネのフローを明らかにし、モデル化する、(2)制御すべき資源の消費や環境の影響を明らかにする、(3)適切なシステムを構築する上で、関連する要因を構造化する、(4)実効的な政策や技術システムを設計・評価し提示する、の4つの研究ステージで、自然科学と社会科学における研究技法を適用することとした。

各プロジェクトの成果を上記の(1)～(4)に沿って再構成すると、(1)については、国際的なサプライチェーンを念頭に置いて、ベースメタルに着目した物質フローモデルの構築に着手した。国内においては、フードシステムにおける資源・廃棄物のマテリアルフローを明確にするとともに、地域レベルにおいてはバイオマス資源に着目したモデル作り、高知県を対象にした地域循環モデルを構築しつつある。(2)については、金属元素に着目した廃棄物処理システムにおけるサブスタンスフローモデルを検討しており、有害性の観点から循環過程における有害物質の環境影響について、国内外で調査を実施し知見を得た。(3)については、地域資源循環と地域再生に影響する要因を構造化するとともに、国際的な紙資源需要に影響する要因を計量経済学的な統計分析手法により考察して有用な知見を得た。(4)については、バーゼル条約における環境へ配慮した管理(ESM)の概念検討や、リサイクルに関する各国制度のインセンティブへの効果を明確にした。また、アジア新興国・途上国に適用可能な技術・システムとして、準好気性埋立と分散型液状廃棄物処理技術に関して検討し、適用可能性に関する基礎的な情報を得た。

【研究プログラム以外の研究活動】

《政策対応型廃棄物管理研究》

低炭素社会に適合した熱的処理技術については、焼却施設の運転管理データを収集し、低炭素化への適合度指標を検討中である。新しい埋立・管理手法の構築については、放射性物質汚染という新たな事象に対して求められる埋立処分の概念づくりと科学的評価を緊急的に実施した。流域内自然循環と調和した低炭素型液状廃棄物処理については、浄化槽の温室効果ガス実態調査、省電力運転による効果確認などの検討を実施中である。負の遺産対策・難循環物質処理・計測手法については、震災ガレキを例にアスベストの偏光顕微鏡を用いた迅速分析法の適用可能性に知見を得た。有機フッ素含有製品の燃焼試験によるPOPs制御効果の確認、不法投棄・不適正処分場の環境制御として、震災廃棄物仮置き場での火災防止のためのモニタリング調査等により多くの知見を得た。鉛ガラスからの塩化揮発法による鉛除去に塩素源として塩ビが利用できる可能性を確認した。再生製品の環境安全品質評価については、建設資材、プラスチックについて評価を進め、検査方法の基本的な枠組みについて標準化、アジア規格化に

向けた取り組みも開始した。

《萌芽的な基盤研究》

日本の資源需給構造を動学的に記述する国際サプライチェーンモデルとして GLIO (Global Input-Output、国際産業連関) モデルの開発に着手した。また、金属資源を最適 (社会的厚生最大化) にリサイクルする割合の経済理論を構築した。米国カリフォルニア州におけるカーペット・リサイクル制度と建設解体廃棄物制度を調査し、制度の特徴と課題を確認した。また、製品規格、2R (リデュース・リユース) の政策動向を調査、レビューした。

新たに導入したバイオアッセイ法を用いて、室内での製品使用時に放出する化学物質を評価し、有害性を抽出できた。化石燃料代替利用を目標として、廃グリース中の油分に対して燃料代替としての適性を評価し、代替利用における課題を明らかにした。

《環境研究基盤の整備》

国際貿易に伴う金属の各国間移動量に関するデータベースの構築、自治体政策情報、製品中資源賦存量調査を進めている。アジア廃棄物管理データ整備については、全体の廃棄物管理におけるデータ利用の全体像を整理し、必要なデータを収集中である。

《研究開発連携の推進》

アジア関連研究、国内の地域再生に関連する研究、災害・汚染対策に関する三チーム体制を立ち上げた。アジア関連については、JSPS 事業により若手の埋立研究者を招聘しトレーニングプログラムを実施した。また、成果を社会実装につなげる戦略を検討中である。国内地域再生については、循環型社会プログラム PJ3 と連携して実態調査を実施中である。災害・放射能汚染廃棄物等対策研究は、震災発生後優先的に資源を投入して被災地及び環境省の全面的支援を行い貢献している。

《災害・放射能汚染廃棄物等対策研究》

研究開発連携の推進の一環で立ち上げた災害・放射能廃棄物等対策研究チームの活動により、震災対応ネットワークによる技術報告の発出、情報提供、現地への専門家派遣、環境省と共同での巡回現地指導、海水被り瓦礫の燃焼実証試験、津波堆積物の処理指針策定、仮置き場の火災防止に関する調査・現地指導、津波廃棄物の現地処理施行事業との連携による実証評価、放射性物質汚染廃棄物適正処理に向けた環境省技術基準策定のための調査研究などにより、多大な貢献を果たした。

1. 5 今後の研究展望

【研究プログラム (循環型社会研究プログラム)】

空間的な研究対象は異なるが、モノとカネ、情報は密接に関連していることから、各プロジェクトを包含するプログラム全体のフレームとプロジェクト間の連携のための体系的な研究アプローチについての共通理解をさらに進め、プロジェクト間の連携を進めていきたい。

【研究プログラム以外の研究活動】

緊急時対応は国立研究機関の使命であり、東日本大震災、原発事故がもたらした環境問題への対応は、政策対応型廃棄物管理研究としても、優先的に取り組むべき課題である。よって、今後も研究開発連携推進室の災害・放射能汚染廃棄物対策チーム体制を基盤として、災害廃棄物対策については、今後の二次処理 (中間処理・リサイクル) の進捗の中で生じる課題に対応しつつ、これまでの成果を体系的に取り纏めて、国際発信を含めて広く提供することに努める。また、放射性物質汚染廃棄物対策については、放射性物質汚染対処特別措置法に基づく廃棄物処理や除染措置等の事業の推進を支援するために、引き続き、技術的課題解決に向けた調査・研究を精力的に実施し、現状の国難を打開、解決するために、使命感をもって取り組む。その他の政策対応型廃棄物管理研究についても、緊急対応とのバランスを考慮しつつ、外部連携も含めて着実に取り組む。萌芽的な基盤研究については、新たな領域としての「災害と環境」「環境と放射能問題」についても、実践的な対応を通じて得た研究課題を、学分野としての体系化を意識しつつ展開する。また、循環型社会研究プログラムでの共通的な研究アプローチにおける研究技法を洗練化させるための基盤研究、特に国間と地域間のサプライチェーンを融合していくような方法について検討する。環境研究基盤の整備については、研究開発連携推進の活動とも融合し、国の資源循環・廃棄物研究分野の中核となる研究基盤整備に取り組んでいきたい。

【第1回外部研究評価委員会での指摘に対して取り組んだ内容】

前回の外部研究評価委員会において今後の期待としてご指摘のあった点のうち、「アジア地域全体の廃棄物適正管理におけるリーダーシップの発揮」については、研究開発連携推進室の機能を強化し、廃棄物処理研究の拠点化や技術等の標準規格化戦略などを明確にして、関係主体との連携の下、戦略的に

進める。「ライフサイクルアセスメント LCA に関する研究強化、サプライチェーンに関するデータベースの構築」については、国内外の研究者、関連学会とも連携し、戦略的に進める。「災害廃棄物処理への取組みに際しての廃棄物の有効利用への展開」については、二次処理の本格開始は今からであり、被災地の復興計画を踏まえた有効利用技術の評価を進める予定。

1. 6 自己評価

循環型社会研究プログラムについては、東日本大震災への緊急対応のために、十分なエフォートを割けなかった部分もあり、プロジェクトごとには進捗の遅れもみられるが、個別には進捗が見られたものは着実に成果があがっている。課題として、各プロジェクトを包含するプログラム全体のフレームとプロジェクト間の連携のための体系的な研究アプローチについての共通理解を早急に進める必要があるとの認識。循環型社会研究プログラム以外の研究活動については、東日本大震災、原発事故がもたらした放射能問題の国難への緊急対応として、現状のリソースの下では最大限の成果を出し、貢献できたと考えている。その分、当初計画の進捗に遅れを生じている部分は少なからずあるが、緊急対応に携わった者以外の研究者は、計画通り着実に成果を出していると自己評価している。特に、災害廃棄物・放射性物質汚染廃棄物対策に係る緊急的な調査研究、また、現地での多くの支援活動は、少なからず大震災からの復旧・復興に貢献できたのではないかと考える。廃棄物資源循環学会等の「学」の一員として、多くの機関や専門家と連携し、廃棄物分野で総力を結集できたことも、社会貢献を果たせた大きな要因であった。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
15	21	2	115	35	0

資源循環・廃棄物研究分野の研究体制

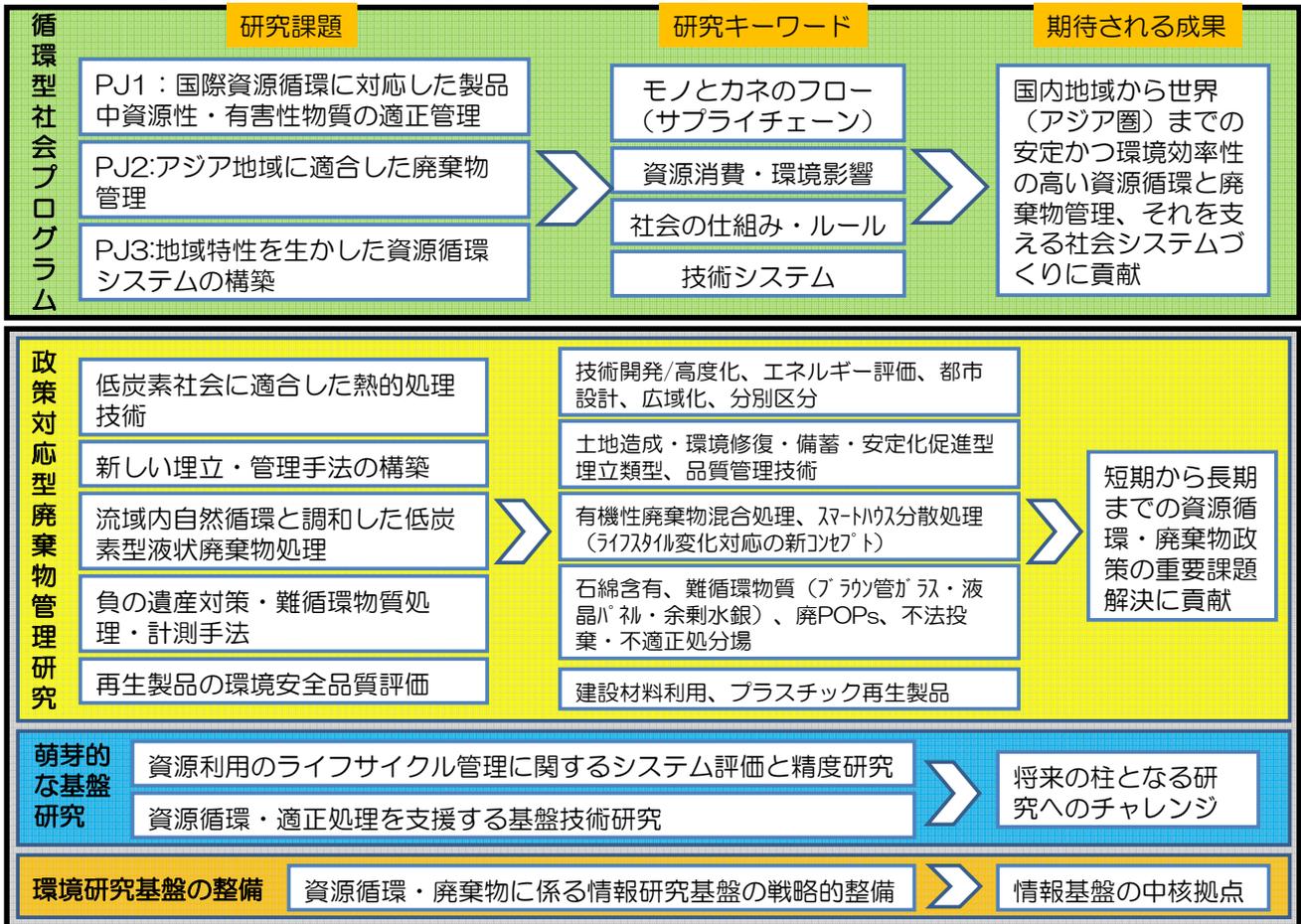
資源循環・廃棄物研究センター

正規研究員（センター長・副センター長含む）：20名 研究系契約職員：13名

専門分野：工学（環境工学、土木工学、化学工学等）、
理学（環境化学、分析化学等）、環境経済学、その他

循環型社会システム研究室	循環型社会に関するシステム分析手法、制度設計、3R技術の総合的なシステム設計・評価に関する調査・研究を行う。
国際資源循環研究室	資源の国際的循環の実態およびこれに伴う環境影響の把握・評価、適正な国際資源循環のための制度設計の支援に関する調査・研究を行う。
ライフサイクル物質管理研究室	有害性・資源性の両面からみた製品・循環資源中の各種物質の挙動解明、ライフサイクル管理方策に関する調査・研究を行う。
循環資源基盤技術研究室	廃棄物・資源循環に係る試験評価手法および性状・物性評価手法の開発、資源循環・廃棄物管理の基礎となる要素技術開発に関する調査・研究を行う。
廃棄物適正処理処分研究室	効率・信頼性が高く、適正な固形状・液状廃棄物の処理・処分技術の開発・評価および地域特性に応じた国内外への社会実装に関する調査・研究を行う。
環境修復再生技術研究室	物質利用・水利用に伴って生じる都市域や流域における土圏・水圏環境の汚染・汚濁の修復と資源の再生・循環利用技術に関する調査・研究を行う。
研究開発連携推進室	資源循環・廃棄物分野の技術の開発および社会実装のための国内外の他機関との連携を推進する。

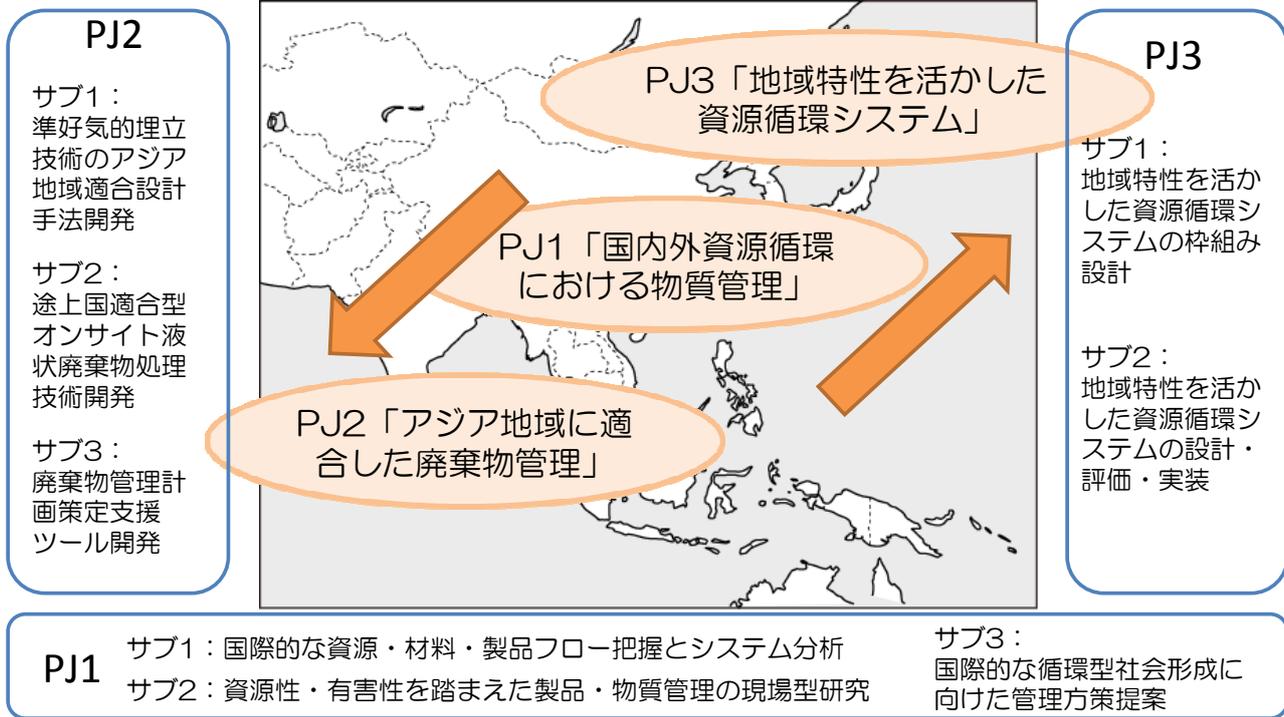
資源循環・廃棄物研究分野の研究活動体系



循環型社会研究プログラム

～研究概要・全体像～

研究の目標：国内地域から世界（アジア圏）までのモノとカネの連鎖と社会の因果関係を捉え、安定かつ環境効率性の高い資源循環と廃棄物管理、それを支える社会システムづくりの構想・概念・戦略・戦術を示すこと



循環型社会研究プログラム

～研究アプローチ～

- モノとカネのフローを明らかにし、モデル化する
 - 国際産業連関モデル
 - 新興国内の産業連関モデル
 - 国内の地域レベルの産業連関モデル
- 制御すべき資源の消費や環境の影響を明らかにする
 - サブスタンスフローモデル
 - 国内外でのフィルード調査による影響把握
- 適切なシステムを構築する上で、関連する要因を構造化する
 - 様々な要因間の関係性を整理、分析
 - 計量経済学的な統計分析手法等により決定要因等を考察
- 実効的な政策や技術システムを設計・評価し提示する
 - バーゼル条約におけるESM（Environmental Sound Management）、貿易協定における各種制度等
 - 各種の経済的なインセンティブ施策
 - それぞれの国・地域の条件に応じた適切な技術システム（開発・評価・適用）
 - 社会共通関連資本（ソーシャルキャピタル）

研究開発連携の推進 ～研究開発連携推進室の本格立ち上げ～

ミッション

- (1) 3R分野におけるアジア等研究・技術開発推進基盤構築
- (2) 循環型社会を基調とする地域再生プロジェクト
- (3) 東日本大震災を受けた復旧・復興貢献における連携推進

体制

研究開発連携推進室

1. アジア等研究・技術開発推進基盤チーム
(循環型社会研究プログラムPJ2と連携)
2. 循環型社会地域再生チーム
(循環型社会研究プログラムPJ3と連携)
3. 災害・放射能汚染廃棄物等対策チーム
 - (1) 熱処理技術・システム班
 - (2) 処分等技術・システム班 (収集運搬・保管等を含む)
 - (3) 再生利用技術・システム班
 - (4) 測定モニタリング班 (兼放射能測定器・スペース等整備班)
 - (5) 情報整備・地域コミュニケーション班

当該分野の研究活動

(研究プログラムと個別評価を受ける環境研究の基盤整備を除く)

研究体制

【政策対応型廃棄物管理研究】

研究プロジェクト1：**低炭素社会に適合した熱的処理技術**

代表者：資源循環・廃棄物研究センター

研究副センター長 川本克也

構成者：

副センター長室

魯保旺（特別研究員）

研究プロジェクト2：**新しい埋立・管理手法の構築**

代表者：資源循環・廃棄物研究センター 廃棄物適正処理処分研究室

室長 山田正人

構成者：

廃棄物適正処理処分研究室

遠藤和人、石垣智基（主任研究員）、石森洋行、金喜鍾（特別研究員）

循環資源基盤技術研究室

肴倉宏史（主任研究員）

研究プロジェクト3：**流域内自然循環と調和した低炭素型液状廃棄物処理**

代表者：資源循環・廃棄物研究センター 環境修復再生技術研究室

室長 徐開欽

構成者：

環境修復再生技術研究室

蛭江美孝（主任研究員）、神保有亮、佐野彰、小林拓朗（特別研究員）

研究プロジェクト4：**負の遺産対策・難循環物質処理・計測手法**

代表者：資源循環・廃棄物研究センター ライフサイクル物質管理研究室

室長 滝上英孝

構成者：

循環資源基盤技術研究室

倉持秀敏（室長）、山本貴士、肴倉宏史（主任研究員）

ライフサイクル物質管理研究室

鈴木剛、梶原夏子、小口正弘（研究員）、藤森崇（特別研究員）

廃棄物適正処理処分研究室

山田正人（室長）、遠藤和人（主任研究員）

国際資源循環研究室

寺園淳（室長）

研究プロジェクト5：**再生製品の環境安全品質評価**

代表者：資源循環・廃棄物研究センター ライフサイクル物質管理研究室

室長 滝上英孝

構成者：

循環資源基盤技術研究室

倉持秀敏（室長）、肴倉宏史（主任研究員）

ライフサイクル物質管理研究室

鈴木剛、梶原夏子（研究員）

廃棄物適正処理処分研究室

遠藤和人（主任研究員）、石森洋行（特別研究員）

【萌芽的な基盤研究】

研究プロジェクト1：資源利用のライフサイクル管理に関するシステム評価と制度研究

代表者：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

主任研究員 田崎智宏

構成者：

循環型社会システム研究室 大迫政浩（室長）、田崎智宏、稲葉陸太（主任研究員）、河井紘輔（特別研究員）

国際資源循環研究室 寺園淳（室長）、南齋規介（主任研究員）、吉田綾、中島謙一（研究員）、横尾英史（特別研究員）

ライフサイクル物質管理研究室 滝上英孝（室長）、小口正弘（研究員）

循環資源基盤技術研究室 倉持秀敏（室長）

廃棄物適正処理処分研究室 山田正人（室長）、遠藤和人（主任研究員）
（社会環境研究センター）

環境経済・政策研究室 日引聡（室長）

研究プロジェクト2：資源循環・適正処理を支援する基盤技術研究

代表者：資源循環・廃棄物研究センター 循環資源基盤技術研究室

室長 倉持秀敏

構成者：

循環資源基盤技術研究室 山本貴士、肴倉宏史（主任研究員）

ライフサイクル物質管理研究室 滝上英孝（室長）、鈴木剛、梶原夏子（研究員）

【環境研究の基盤整備】

代表者：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

主任研究員 田崎智宏

構成者：

循環型社会システム研究室 大迫政浩（室長）、稲葉陸太（主任研究員）、河井紘輔、加用千裕（特別研究員）

国際資源循環研究室 寺園淳（室長）、南齋規介（主任研究員）、吉田綾、中島謙一（研究員）

ライフサイクル物質管理研究室 小口正弘（研究員）

循環資源基盤技術研究室 倉持秀敏（室長）、肴倉宏史（主任研究員）

廃棄物適正処理処分研究室 山田正人（室長）、遠藤和人、石垣智基（主任研究員）

環境修復再生技術研究室 徐開欽（室長）、蛭江美孝（主任研究員）

【研究開発連携の推進】

連携推進プロジェクト1：3R分野におけるアジア等研究・技術開発推進基盤の構築

代表者：資源循環・廃棄物研究センター 廃棄物適正処理処分研究室

室長 山田正人

構成者：

廃棄物適正処理処分研究室 石垣智基（主任研究員）

循環型社会システム研究室 河井紘輔（特別研究員）

国際資源循環研究室 寺園淳（室長）

循環資源基盤技術研究室 肴倉宏史（主任研究員）

環境修復再生技術研究室 徐開欽（室長）、蛭江美孝（主任研究員）

研究開発連携推進室

大迫政浩（室長）

連携推進プロジェクト2：循環型社会を基調とした地域再生プロジェクト

代表者：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 大迫政浩

構成者：

循環型社会システム研究室 田崎智宏、稲葉陸太（主任研究員）

【災害・放射能汚染廃棄物等対策研究】

代表者：資源循環・廃棄物研究センター

研究センター長 大迫政浩

構成者：

研究副センター長

川本克也

ライフサイクル物質管理研究室 滝上英孝（室長）、鈴木剛、小口正弘（研究員）、藤森崇（特別研究員）

循環資源基盤技術研究室 倉持秀敏（室長）、山本貴士、肴倉宏史（主任研究員）

廃棄物適正処理処分研究室 山田正人（室長）、遠藤和人（主任研究員）、石森洋行（特別研究員）

環境修復再生技術研究室 蛭江美孝（主任研究員）

※所属・役職は11月1日時点のもの。また、*印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

生産・消費活動の負の側面である廃棄物問題を解決し、資源の効率的な利用と健全な物質循環が確保された循環型社会への転換を進めることが、わが国のみならず世界共通の課題であり、問題解決のための科学的、技術的課題の克服が求められていることを踏まえ、廃棄物・排水等の適正処理及び汚染された環境の修復・再生のための技術・システムの開発、評価、及び将来の資源循環・廃棄物研究分野の新たな概念な研究技法に繋がる萌芽的な基盤的調査・研究、さらには研究で得られた知見を社会実装するための研究開発連携に関する活動を行う。具体的には、資源化・適正処理に係る試験法や分析技術等の基盤技術、資源の効率的・循環的利用及び廃棄物の適正処理・処分に係る技術、汚染された環境の修復再生に係る技術に関する開発・実証・評価・システム化に関する研究を行う。また、アジア圏の国際資源循環システムの適正化とアジア諸国の廃棄物・環境衛生問題の改善手法の提案に向けた研究を行う。

資源や廃棄物に関する情報取得が困難である一方で、様々な環境政策・活動への情報的手法の適用が拡大していることを踏まえ、5年、10年といった中長期視点から戦略的に我が国やアジア圏における資源循環・廃棄物研究の情報基盤構築を先導・実施する。具体的には、我が国における資源・物質利用、廃棄物処理の長期データの整備、資源のフローデータや資源利用に伴う環境負荷に関するデータ整備、廃棄物等に含まれる循環資源の賦存量データ整備等を行うとともに、廃棄物の分別区分や有料化等の自治体政策情報の整備や処分費用データ、アジア圏を対象とした国際廃棄物管理に関するデータの調査・整備を行う。更に、地球環境問題や環境リスク等との接点で生じる問題に対する研究の促進のための情報整備と発信を行い、我が国における資源循環・廃棄物研究の中核拠点としての機能を果たす。

調査研究の実施にあたっては、地域特性に応じた環境技術の社会実装のための対外連携や、我が国の資源循環・廃棄物処理及び環境修復再生技術における国際競争力の学術的側面からの強化と普及支援、資源循環・廃棄物行政に対する科学的・技術的側面からの先導的支援を進める。

以上の調査・研究を推進することにより、以下の方向を目指す。

① 低炭素かつ循環型の社会構築に向けて、固形・液状廃棄物に対する従来技術の評価・改良、新規技術の開

発を行い、システムの管理戦略等を提示する。石綿や廃 POPs 等の難循環物質及び不法投棄・不適正処分場を対象として、分析調査、リスク評価、修復及び管理に関する一連の手法を提示する。公的制度の構築、東アジア等との制度共有展開に貢献するよう、再生品の環境安全品質レベルの設定、品質管理の枠組み・検査法の標準化のための科学的知見を提供する。

- ② 廃棄物の資源化の促進及び資源循環における低炭素化に貢献するよう、廃棄物処理・資源化に係る基盤計測技術と性状評価手法を開発するとともに、資源化・処理に係る要素技術の開発を行う。
- ③ 長期的視点を含む資源管理や物質の低環境負荷型利用並びに行政や企業に対する先導的知的支援に貢献するよう、将来の資源需要と国際物質フローの構造解析手法や物質ライフサイクルにおけるリスク管理方針、循環型社会・廃棄物分野の施策等を国際的、科学的視点から提示する。
- ④ 独自の資源化技術や環境修復再生技術等の社会的実現を早期に達成し、地域環境再生政策に貢献するよう、外部連携を推進しつつ循環型社会形成に寄与できる実質的な技術システムを提示する。
- ⑤ 将来の施策判断等に資する情報整備に貢献するとともに、物質情報に関わる国際的な情報基盤構築を先導できるよう、資源利用に関わる物質フローや性状、費用等の適切な循環利用と廃棄物処理に必要なデータの調査とデータベース整備を行う。

また、平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災は被災地各地に大量の災害廃棄物をもたらし、さらに、原子力発電所の事故により放出された放射性物質に汚染された廃棄物や土壌等が広域かつ大量に発生し、その除染や適正処理処分が危急の課題となっている。これらの課題を取り巻く状況の変化に適応しながら各課題に迅速かつ適切に対応するため、所外の関係機関との連携を図りつつ、環境省及び地方自治体からの協力依頼・要請等に対応しながら、災害廃棄物及び放射能汚染廃棄物に関する緊急的な調査研究を実施し、これらの処理の早期かつ円滑な処理の推進に貢献する。

1.2 今年度の実施計画概要

廃棄物・排水等の適正処理及び汚染された環境の修復・再生のための技術・システムの開発、評価、及び将来の資源循環・廃棄物研究分野の新たな概念な研究技法に繋がる萌芽的な基盤的調査・研究、さらには研究で得られた知見を社会実装するための研究開発連携に関する活動を行う。また、東日本大震災に伴い発生した災害廃棄物及び放射能汚染廃棄物等の安全かつ効率的な処理処分技術・システムの確立のための調査・研究を行う（今年度における具体的目標は 1.4 参照）。

1.3 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
①運営費交付金	218					
②総合科学技術会議が示した競争的資金	106					
③②以外の競争性のある資金(公募型受託費等)	12					
④その他の外部資金	10					
総額	346					

1. 4 平成23年度研究成果の概要（当該分野の研究活動：資源循環・廃棄物研究分野）

構成するプロジェクト・活動等	平成23年度の目標	平成23年度の成果（成果の活用状況を含む）
政策対応型廃棄物管理研究	《低炭素社会に適合した熱的処理技術》（別添1-1 参照）	
	<p>①焼却施設を熱・資源回収施設の視点で調査し、指標を用いた類型化と課題抽出を行う。</p> <p>②低温型ガス化改質プロセスにおける触媒性能およびガス精製能を従来保有技術以上に向上させる。</p>	<p>①焼却施設の低炭素社会への適合性評価指標開発の趣旨のもと、とくに大震災後の電力ひっ迫の状況を背景にごみ焼却発電と地域への電力供給の実態にも焦点をあて、東北および関東地域所在の約70の焼却施設の運転管理データに関し、アンケートに基づく調査を行った。評価指標試案として、「外部へのエネルギー供給率」と「搬出残さ量」を指標とすることで施設の持つ異なる2面性を表示可能であることを示した。</p> <p>②ガス化改質プロセスの開発においては、経済効率性のよい合金触媒で付加的にNi等の金属種を含む試料を用いた試験を行い、H₂ガス等の生成に良好な初期性能を示すことを見いだした。また、生成ガスの活用を拡大するため、H₂共存下で特殊な触媒系を用いたCO₂のCO還元反応およびCO、CO₂のメタン化反応に関する基礎特性を探索し、メソポーラスな触媒担体の調製および反応温度制御、H₂濃度およびNiの量が反応効率に大きく影響することを明らかにした。</p>
	《新しい埋立・管理手法の構築》	
<p>廃棄物の資源価値、環境負荷ならびに処理費用に着目した分類の見直しに着手し、新規埋立類型を検証するための埋立廃棄物で生ずる現象を記述するパラメータの実験的な取得を進める。</p>	<p>福島第一原子力発電所事故による東日本広域に放出された放射性物質により、埋立処分を含めた廃棄物管理システム大幅な変更を余儀なくされている。したがって、本研究課題を「災害・放射能汚染廃棄物対策研究」としても位置づけ、研究の内容を「放射能汚染廃棄物に対応した廃棄物の品質管理技術システムの開発」に変更した。空間線量と廃棄物等の放射能濃度の関係を利用して、放射性物質に汚染された焼却残さの発生量の評価と予測を行った。産業廃棄物統計等を解析して放射性物質が再生利用に向かうフローを特定した。破碎選別や堆肥化など、焼却以外の中間処理技術における放射性物質の挙動把握に着手した。埋立による放射能汚染廃棄物の環境放出を制御するため、焼却灰やその固化体の溶出・吸着試験を実施して、具体的な封じ込め技術を数値埋立モデルを援用して提案し、実処分場での指導や特措法ガイドラインの科学的根拠として利用した。ゼオライトを利用したセシウム対応の浸出水処理技術を検討し、浸出水に含まれる塩類等の影響により、大量のゼオライトが必要であることを明らかにした。中型カラム通水試験において、対象物質毎に適切なカラムサイズ（高さ×断面積）を室内試験により評価した。埋立類型上、複合型に分類される海面最終処分場の廃止期間同定法を提案し、実処分場への適応を進めた。</p>	

<p>《流域内自然循環と調和した低炭素型液状廃棄物処理》(別添1-2 参照)</p>	
<p>①浄化槽等の温室効果ガス排出に係る影響パラメータ抽出を進め、評価方法の基盤を提示する。節水、ディスプレイ等のライフスタイル変化が処理システムに及ぼす影響解析に着手する。</p> <p>②環境負荷を低減させる環境修復技術と資源・エネルギー循環技術システムの開発・評価を行い、地域環境再生のための流域適正管理の基盤構築を目指す。</p>	<p>①水処理プロセスにおける温室効果ガス排出に係る影響パラメータ抽出を進めるため、実家庭の浄化槽に連続ガス分析計を設置し、併せて水使用量の終日試験を実施しており、今年度末までに解析を進める予定である。また、汲み取り便槽、浄化槽の現地調査を実施予定であり、その成果は、日本国温室効果ガス排出量算定方法(廃棄物分科会)へ提供される見込みである。さらに、東日本大震災以降の節水というライフスタイル変化が処理システムに及ぼす影響を解析するため、実家庭における節水機器導入前の状態での浄化槽処理性能、温室効果ガス排出特性の調査を実施しているところである。</p> <p>②水処理プロセスにおいて、運転機器の電力を制限することにより、処理性能を維持すると同時に、消費電力を50%削減できる運転条件のモデル実験を実施している。このコベネフィット型排水処理プロセスでは、総合的な温室効果ガスに対して20%の削減効果が得られた。汚泥や植物残渣などの環境修復から派生するバイオマスからの有用マテリアル回収技術の開発として、水熱処理プロセスにおける金属挙動の解明を進めている。閉鎖水域の環境修復に貢献する緩衝帯の機能強化として、水耕植物+沈水植物+水生動物との共存系の浄化性能が最も大きいことを明らかにした。</p>
<p>《負の遺産対策・難循環物質処理・計測手法》(別添1-3 参照)</p>	
<p>①石綿の処理技術等の実験的検討を行う。</p> <p>②廃POPの処理技術やブラウン管等ガラス素材中の有害元素の分離技術等の実験的検討を行う。</p> <p>③不法投棄・不適正処分場の環境修復技術の評価方法について検討する。</p>	<p>①石綿の管理に関して、迅速判定方法について検討し、偏光顕微鏡を用いることでJIS法より短時間でがれき中の石綿含有物を判定できた。</p> <p>②POP類の処理技術に関して、有機フッ素含有製品の燃焼処理実験を行い、全フッ素やフッ化水素は燃焼及び排ガス処理で完全に除去されることを確認した。ブラウン管ガラスからの鉛除去技術に関して、「塩化揮発法」の基礎的検討を行い、塩素源としての塩化ビニルの活用性を確認した。</p> <p>③不法投棄・不適正処分場の環境修復に関して、仮置場の堆積廃棄物の火災について被災3県の全件調査を行い、予防方策を取りまとめた(環境省の事務連絡に反映された)(本研究課題を「災害・放射能汚染廃棄物対策研究」としても位置付け)。</p>
<p>《再生製品の環境安全品質評価》(別添1-4 参照)</p>	
<p>①建設用循環資材の化学平衡の変化を評価するシリアルバッチ試験を開発する。</p> <p>②プラスチック再生製品中の添加剤や重金属類の含有量試験と溶出</p>	<p>①製鋼スラグを用いてpHを8または9に制御した海水中での溶出試験を適用し、70日間の挙動として有害金属の溶出濃度は極めて低いことを確認した。銅スラグと再生石膏について、シリアルバッチ試験等を適用し、カラム通水試験との互換性評価のための基礎情報を得た。</p> <p>②再生ポリエチレン樹脂の品質評価を行い、不良品において酸化劣化による極性官能基が生じていることを赤外分光法により確認し、また熱脱着分析により不良品から脂肪族アルデヒド、アルコール類が生</p>

	<p>試験を実施し基礎データを得る。</p> <p>③再生製品の品質管理の枠組みについて環境安全品質評価試験法を開発し適用性を考察する。</p>	<p>成することがわかり、これらの分析がプラスチックの再生品質を評価する上でのツールになることが分かった。</p> <p>③建設系の様々な循環資材・再生製品に共通の環境安全品質とその検査方法に関する基本的考え方をとりまとめ、個別の循環資材への適用法を提示した。</p>
萌芽的な基盤研究	<p>《資源利用のライフサイクル管理に関するシステム評価と制度研究》</p>	
	<p>①将来の資源需要と国際物質フローの構造解析手法を開発する。</p> <p>②将来日本が備えるべき制度の具体的内容を提示するため、物質ライフサイクルにおけるリスク管理方策や循環型社会・廃棄物分野の施策等に関する調査等を行う。</p>	<p>①日本の資源需給構造を動学的に記述する国際サプライチェーンモデルとして GLIO (Global Input-Output、国際産業連関) モデルの開発に着手し、日本の国際的な資源依存構造を評価するため、資源の供給国 (国別埋蔵量、生産能力、政策動向等) についての調査を進めた。また、金属資源を最適 (社会的厚生最大化) にリサイクルする割合の経済理論を構築し、完全代替的な循環資源を想定した場合でも、限界費用の高いリサイクルを資源枯渇前に行うことが最適となる場合があることを示した。</p> <p>②米国カリフォルニア州におけるカーペット・リサイクル制度と建設解体廃棄物制度を調査し、両制度は州当局の関与が限定的であること、行政関与で生産者の責務が大きくなるとは限らないこと、自由裁量による柔軟性と有効性の確保の両立に課題があること等を確認した。また、製品環境政策において重要な政策の一つである製品規格に着目し、近年の製品機能の多様化がもたらす持続可能な生産・消費への影響とその規格設定の方法論を考察した。さらに海外における 2R (リデュース・リユース) の政策動向をレビューし、その成果を学会誌に発表した。制度研究は、特に、センター内の研究者の専門分野ではカバーしきれない領域も多いが、センター外や所外の研究者 (例えば、スウェーデン・ルンド大の研究者) との連携が増えつつある。</p>
	<p>《資源循環・適正処理を支援する基盤技術研究》</p>	
	<p>①循環資源・廃棄物に含まれる有害物質の同定、毒性等に係る測定手法を開発し、その有用性を提示する。</p> <p>②循環資源・廃棄物の物性等に係る評価手法を開発し、その有用性を提示する。</p> <p>③処理・資源化技術フローを整備しつつ、技術開発に着手する。</p>	<p>①新たに導入したバイオアッセイ法を用いて、室内での製品使用時に放出する化学物質が蓄積するハウスダストを評価し、製品ライフサイクルで評価対象とすべき化学物質の有害性を抽出できた。</p> <p>②化石燃料代替利用を目標として、廃グリース中の油分に対して既存の燃料規格に関する不純物の含有量や粘性等の物性を測定し、燃料代替としての適性を評価するとともに、代替利用における課題を明らかにした。また、リン酸系難燃剤の蒸気圧データの実測を進め、環境分配特性を評価した。</p> <p>③資源化に関するフロー整備では、一般廃棄物 (主に粗大ごみ、不燃ごみ) として収集された家電の自治体における処理・資源化方法について実施したアンケート調査に基づき、フローデータの整備を行った。</p>
環境研究基盤の	<p>資源利用に関わる物質フローや性</p>	<p>国際貿易に伴う金属の各国間移動量に関するデータベースの構築についての具体的な調査計画を立て</p>

<p>整備</p>	<p>状、費用等の適切な循環利用と廃棄物処理に必要なデータの調査とデータベース整備において、まず、国際資源フロー、製品含有資源量、廃棄物処理時系列データ、最終処分場データなどの情報集積を行う。</p>	<p>た。現在は、貿易統計(BACI 等)から貿易量を抽出するための品目分類の検討および品目別の元素含有量に関する収集を実施している。</p> <p>自治体政策情報としては、約 780 自治体（人口カバー率 83%）の一般廃棄物として排出される代表的な電気電子機器および乾電池の分別収集区分についての情報を整理するとともに、自治体の分別収集区分の情報収集を進めている。</p> <p>また、製品中の資源賦存量を把握するために、前期中期計画から実施している製品中の金属含有量調査を継続して進めている。今年度はスマート Z フォンなどの新製品についてもカバーできることをねらいの一つとしている。</p> <p>アジアの廃棄物管理データ整備については、整備されたデータがどのように使われるかを的確に見極める必要があることから、廃棄物管理計画の策定、政策の方向性議論、廃棄物システムの評価といったことを想定し、全体の廃棄物管理におけるデータ利用の全体像を構築した。ベトナムを事例にデータ整備の有用性を確認するため、年度後半に検討を進める予定である。</p>
<p>研究開発連携の推進</p>	<p>① 3R のアジア等国际展開に向けて、外部連携の推進による社会実装に関する今後の戦略・戦術を具体化する。特に、循環資材の環境安全管理に関する東アジア標準規格化などに向けた連携体制を立ち上げる。</p> <p>② 国内における循環型社会を基調とした地域再生に向けて、外部連携の推進による社会実装に関する今後の戦略・戦術を具体化する。特に、独自の資源化技術や環境修復再生技術等の適用などに向けた連携体制を立ち上げる。</p>	<p>① (別添 2 参照) アジアにおける廃棄物管理研究の拠点作りの一環として 9 月に 1 ヶ月間、東南アジア 4 カ国 13 名の修士課程以上の学生・研究者を招聘してセミナーコースを開催した。また、準好気性埋立技術研究はタイのカセサート大学、キングモングット大学と現地実験等で連携している。今後はタイにてアジアとの研究連携に関するシンポジウムを開催する予定である。アジアと英国間における E-waste 共同研究プロジェクト（事務局：台湾国立成功大学）に参画するとともに、H24 年 1 月にはフィリピンにおける E-waste 問題啓発ワークショップ開催を予定している。現地に適した液状廃棄物の適正処理技術の評価・普及について、中国科学院生態環境研究センター、中国環境科学研究、上海交通大学等関連機関と連携して推進している。韓国 NIER と中国 CRAES を訪問し、各国で発生するスラグや石炭灰等の産業副産物の利用と環境安全品質管理の課題を把握し、さらに評価法の開発・共有等で NIES と連携していくこととした。</p> <p>② 当初は関東圏域における広域的な循環型社会形成推進計画の策定指針の提案に向けて、関係する主体を集めたフォーラムを発足し、循環型社会研究プログラムと連携しながら検討を進める予定であったが、東日本大震災の関係で延期しているところである。</p>

<p>災害・放射能汚染廃棄物等対策研究</p>	<p>環境省及び地方自治体からの協力依頼・要請等に対応しながら、①災害廃棄物（津波廃棄物等）及び②放射能汚染廃棄物等に関する緊急的な調査研究を実施し、これらの処理の推進に貢献する。</p>	<p>(別添3-1 参照)</p> <p>災害廃棄物（津波廃棄物等）及び放射能汚染廃棄物等について具体的に以下の活動を主に行い、成果を環境省等に提供すること等により積極的な貢献を行った。</p> <p>①津波廃棄物等への対応 (別添3-2～別添3-5 参照)</p> <p>1) 現場課題への技術レポート作成・情報提供支援</p> <p>東日本大震災発生後の緊急時を中心に、全国の大学、国及び地方の研究機関、自治体、関連団体、民間等の知識・技能を有する方々から構成される「震災対応ネットワーク」を立ち上げ、災害で発生した廃棄物や被災地の生活で発生する廃棄物等に関する技術的課題について、専門家の知見を収集集約し多数の技術レポートを作成発出して、環境省や被災地域自治体等による現地対応を支援した。活動にあたっては、廃棄物資源循環学会災害廃棄物対策・復興タスクチームと連携しつつ対応した。技術レポートに関しては、「水産廃棄物への対応について」、「津波堆積物への対応について」、「災害廃棄物の野焼きについて」など、これまでに15報以上を発出した。</p> <p>2) 緊急的実証研究</p> <p>海水被り瓦礫処理については、研究所内の小型焼却設備による試験により、適正に処理するための条件等を提示した。ミンチ瓦礫分別については、釜石市での試行事業の下で分別解体の有効性の評価やアスベストの事前スクリーニング法などについて提示した。津波堆積物処理については、廃棄物資源循環学会への環境省請負業務の下で、主に津波堆積物の性状調査や効率的な処理方法選択のための判断プログラムなどについて検討し、環境省の指針策定に貢献した。仮置場火災防止については、現地での温度等のモニタリングによる温度上昇のメカニズムや発火防止対策のための判断基準などを提示し、その成果が環境省が策定した通知に反映された。</p> <p>3) 現地での助言指導</p> <p>4月以降、廃棄物資源循環学会とも連携しながら被災地各地への現地調査を実施し、自治体及び現場関係者への助言を適宜実施してきた。7月からは環境省が編成する巡回チームに参画し、東北3県の各市町村における災害廃棄物処理に関する技術的助言を行った。さらには、環境省の現地支援チームと連携して、各地仮置場での火災防止に関する巡回指導を精力的に実施した。</p> <p>以上の1)～3)の活動・成果は、環境省から発出された多数の通知・指針・事務連絡に反映され、現地での災害廃棄物（津波廃棄物等）の処理の推進に貢献することができた。</p> <p>②放射能汚染廃棄物等への対応 (別添3-6～別添3-8 参照)</p>
-------------------------	--	--

		<p>1) 焼却施設における安全性評価</p> <p>放射性 Cs の物性や燃焼時の挙動予測、文献等からの基礎的なデータ収集による排ガス処理設備での放射性 Cs の除去効果の評価、研究所内焼却設備及び実炉での挙動把握試験などを行い、多くの基礎的な知見を得た。</p> <p>2) 安全な埋立処分方法の確立</p> <p>フィールド調査、実験的検討により多くの基礎情報を得て、焼却灰等からの溶出性評価、土壌等の吸着能評価、埋立層内挙動のモデリングと予測、浸出水処理技術の評価などについて、有用な知見を得た（詳細は、先述の政策対応型廃棄物管理研究「新しい埋立・管理手法の構築」を参照）。これらの調査・実験と並行して、環境省及び自治体からの依頼や協力により、一般廃棄物最終処分場の巡回調査を実施し、焼却灰等の埋立方法に関する助言・指導を精力的に行った。</p> <p>3) 調査測定分析方法の標準化</p> <p>放射性物質を含む廃棄物等の調査・測定分析法に関しては、十分な知見がなく、また体系的な整理がなされていなかったことから、公的機関、民間機関のメンバで構成される「廃棄物等の放射能調査・測定法研究会」を設けて、「廃棄物等の放射能調査・測定法暫定マニュアル」を作成、発出した。</p> <p>以上の 1) ～3) の活動・成果は、環境省から発出される通知・事務連絡、環境省災害廃棄物安全評価検討会、放射性物質汚染対処特別措置法における省令基準などに反映され、放射能汚染廃棄物等の処理に関する技術的知見の基礎・基盤の構築に多大な貢献を果たすことができた。</p>
--	--	--

1. 5 今後の研究展望

【政策対応型廃棄物管理研究】

(低炭素社会に適した熱的处理技術)

焼却施設の評価手法開発に関しては、施設能力指標に加え立地特性等を含む総合的でわかりやすい指標の創出をすべく展開を図っていく。ガス化改質プロセスの開発では、より反応が促進可能でかつ実用性の高い触媒系の開発を進めていく。

(新しい埋立・管理手法の構築)

対象範囲を一般・産業・災害廃棄物から除染廃棄物に広げ、より精緻な放射能汚染廃棄物の発生量予測法と処理処分へのロジスティクス計画法、中間処理や再生利用フローにおける放射性物質制御手法、固化体等における放射性物質の長期溶出挙動把握、大規模実験や現場適用による封じ込め技術の検証と数値モデルによる再現性の向上、海面処分場における放射性物質の挙動解明、実行可能なセシウム対応浸出水処理技術の開発等を進めてゆく。

(流域内自然循環と調和した低炭素型液状廃棄物処理)

温室効果ガス排出に係る影響パラメータ抽出を行うとともに、対策および評価方法の確立を進める。汲み取り便槽、浄化槽の現地調査では、今年度の冬季調査に引き続き、次年度の夏季調査を実施予定であり、季節変動解析も実施する。さらに、実家庭における節水機器の導入と浄化槽処理性能、温室効果ガス排出特性の解析を進める中で、事業性や社会受容性についても言及し、実装可能性の高い技術開発・評価を実施する。また、排水処理プロセスにおける N_2O 発生メカニズムを解明し、排水処理分野での温室効果ガス削減に貢献する。アセトン・メタン製造システムの開発を進め、その導入効果を明らかにする。緩衝帯の機能強化や浄化効果の要因を解析する。

(負の遺産対策・難循環物質処理・計測手法)

石綿の適正管理に関して集じん装置の使用履歴とこれに捕集された石綿繊維との関係や再飛散について実験的に検討する。POPs の適正処理に関して POPs 候補物質であるヘキサブロモシクロデカンについて燃焼実験を行い、分解挙動や臭素化ダイオキシンの生成等について明らかにする。ブラウン管ガラスからの鉛の分離回収に関する研究として、塩化揮発法の継続発展的検討および還元溶融法の基礎的検討を行うと共に、溶出試験等の環境影響評価も実施する。不適正処分場の問題に関しては、不適正処分場の斜面安定化の室内実験による検討、震災対応では二次処理時の石綿含有建材のライン管理、堆積廃棄物の火災防止の検討を進める。

(再生製品の環境安全品質評価)

国内ならびに海外（東アジアと欧州を主対象）における循環資材有効利用と評価管理制度の実態調査、ならびにスラグや石炭灰等を用いてカラム通水試験、乾湿サイクル試験等の開発と適用について検討を進める。再生プラスチックにおいては、製造時の金型腐食等の問題解明に取り組む。射出成形時のガスや金型残渣を採取し、ハロゲン等の問題となる物質の含有量を測定し、腐食要因等についての原因解明に取り組む。

【萌芽的な基盤研究】

(資源利用のライフサイクル管理に関するシステム評価と制度研究)

GLIO（国際産業連関）モデルの開発を進めるとともに、適正な国際循環のための二国間もしくは他国間協定についての経済研究、拡大生産者責任（EPR）の認識についてのアンケート調査および EPR 政策と 3R 対策優先順位との整合を図る方策を検討する。また、機能に着目した物質フロー解析や多機能製品の製品標準の検討を行う。

(資源循環・適正処理を支援する基盤技術研究)

資源循環・適正処理を支援する基盤技術研究については、様々な分析・物性測定法や測定結果に基づく安全性や品質の評価法に対してその有用性を考察するとともに、対象とした循環資源の利用における課題につ

いて対策技術を開発する。

【環境研究基盤の整備】

今後の基盤整備の方向性を議論して、第3期中期計画期間における実施事項を明確化するとともに、求められるデータベースの整備を進める。

【研究開発連携の推進】

(3R分野におけるアジア等研究・技術開発推進基盤の構築)

各研究分野における連携を維持および発展させてゆくと共に、アジアに根ざした研究交流・支援をより推進するために、国外(タイ、AITを想定)に研究拠点を設置する構想をより具体化し、現地との交渉等に着手する。

(循環型社会を基調とした地域再生プロジェクト)

循環型社会プログラムの国内の地域循環・再生に関するプロジェクトでの研究の枠組み・概念を踏まえて、研究成果を社会実装につなげる上での施策課題を明確にして、関係主体を集めた議論の場を設定し、プロジェクト研究と連携しながら、社会実装の戦略、戦術を検討する。

【災害・放射能汚染廃棄物等対策研究】

災害廃棄物対策については、今後の二次処理(中間処理・リサイクル)の進捗の中で生じる課題に対応しつつ、これまでの成果を体系的に取り纏めて、国際発信を含めて広く提供することに努める。

放射能汚染廃棄物対策については、特別措置法に基づく廃棄物処理や除染措置等の事業の推進を支援するために、引き続き、技術的課題解決に向けた調査・研究を精力的に実施し、現状の国難を打開、解決するために、使命感をもって取り組む。

1.6 自己評価

緊急時対応は国立研究機関の使命であり、東日本大震災、原発事故がもたらした環境問題への対応は、政策対応型廃棄物管理研究としても、優先的に取り組むべき課題である。その対応に注力したために、当初計画の進捗はかなり遅れた部分はあるが、災害廃棄物・放射性物質汚染廃棄物対策に係る緊急的な調査研究、また、現地での多くの支援活動は、少なからず大震災からの復旧・復興に貢献できたのではないかと考える。廃棄物資源循環学会等の「学」の一員として、多くの機関や専門家と連携し、廃棄物分野で総力を結集できたことも、社会貢献を果たせた大きな要因であった。一方、緊急対応に精力をつぎ込んだために、将来的な研究の基盤となる萌芽的な研究に取り組む余裕が損なわれた感はある。しかし、「災害と環境」「環境と放射能問題」という、環境分野で新たに体系化が必要な領域に、実践的な対応を通じてその入口に立ったという認識に立てば、将来に繋がる萌芽を視野に入れることも可能である。研究開発連携推進については、今回の緊急対応を通じて機能を強化し、特に放射性物質汚染廃棄物対策チームの立ち上げと機動的運営により、国への支援、貢献を果たしていると考えている。また、緊急対応の厳しい状況の中で、アジアの若手研究者の研修プログラムを実現できたことは、外部の他機関の協力によるところが大きく、今後の戦略的な連携推進の核として育てるべきと考えている。国内外の資源循環・廃棄物研究分野において求心力となる場として機能するようにさらに強化していきたい。環境研究の基盤整備については、限られたリソースでは、自身の研究のベースとなる情報基盤等を整備し、それを社会に広く公開発信することが中心になっている。そのため、十分な成果が出ていないが、先の研究開発連携推進の活動とも融合し、研究基盤整備に取り組んでいきたい。

以上まとめると、資源循環・廃棄物研究分野の研究活動全体としては、現状の国内に対する緊急対応として、現状のリソースの下では最大限の成果を出し、貢献できたと考えている。その分、当初計画の進捗に遅れを生じている部分は少なからずあるが、緊急対応に携わった者以外の研究者は、計画通り着実に成果を出していると自己評価している。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
7	11	1	73	19	0

低炭素社会に適合した熱的処理技術

～焼却処理の評価・低温型ガス化改質プロセスの開発～

研究の目的

廃棄物の適正処理を一層堅固にするとともに、エネルギー回収能等に優れた新規熱的処理技術体系を創出するため、下記を推進する。

1. エネルギー回収効率や立地特性等を踏まえた焼却施設の低炭素社会適合性評価方法の確立
2. 触媒を活用した低温型ガス化改質プロセス実用化のための技術の確立

①焼却処理の評価

調査方法

東北および関東地域約70の焼却施設実運転管理データの調査

平成22年度1年間の詳細運転管理データ調査

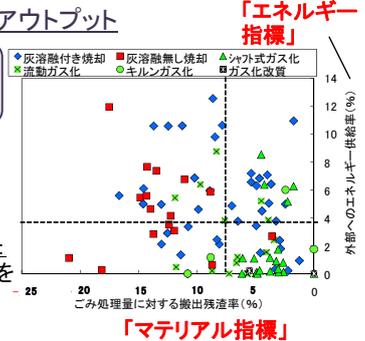
震災後の発電量増加対応に関する調査

施設の種類	焼却方式	処理能力 (t/日)	稼働年数	消費電力 (kW)	発電能力 (kW)	CO ₂ 排出量 (t/年)	CO ₂ 削減率 (%)	
焼却	ストーク方式	246	2	2002	3600	15	18842	0
	ガス化	140	2	2002	2412	18.6	11923	0
焼却	ストーク方式	600	2	1995	9000	16	40523	3628
	ストーク方式	600	3	1985	3500	8	15456	619
焼却	ストーク方式	600	3	2004	17500	17	50939	1734
	ガス化	230	2	2002	2700	12.5	15720	-
ガス化	ガス化	400	2	2002	8500	19	48226	25000

解析とアウトプット

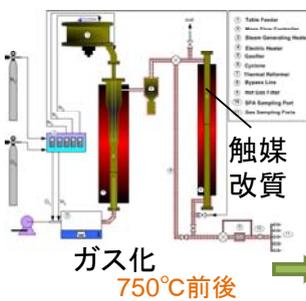
指標の抽出

今後の展開：立地特性等を含めた総合的指標化



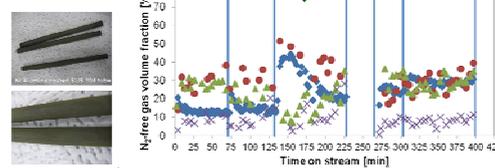
②低温型ガス化改質プロセスの開発

実験方法



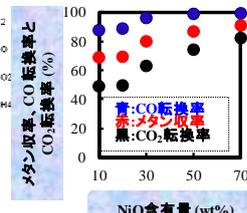
実験結果

合金触媒適用



【ガス化ガスの改質反応】

ガス変換反応への展開：逆シフト反応，メタン化反応



【メタン化反応の基礎特性】

今後の展開：
・ガス化ガス改質合金触媒の長期適用性の把握と性能向上
・CO₂ガス変換反応の効率向上

流域内自然循環と調和した低炭素型液状廃棄物処理

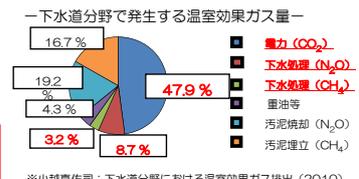
～省エネ活性汚泥法における温室効果ガス削減～

背景と目的

排水処理プロセスにおける温室効果ガスの発生

- 発生要因
 - ・運転機器の利用による間接的なCO₂
 - ・生物処理過程から発生する直接的なN₂O、CH₄

排水処理プロセスにおける温室効果ガス排出の約6割



◎ 排水処理プロセスからCO₂、N₂O、CH₄を総合的に削減する必要がある。

<水環境の健全化>

- ・良好な排水処理性能の維持

<GHGsの削減>

- ・電力削減による間接的なCO₂の削減
- ・生物処理過程からのN₂O、CH₄の削減

大気環境・水環境への負荷低減を両立できるコペナフィット型の適正排水処理プロセスの構築

研究結果

総合的に環境負荷低減を図る。

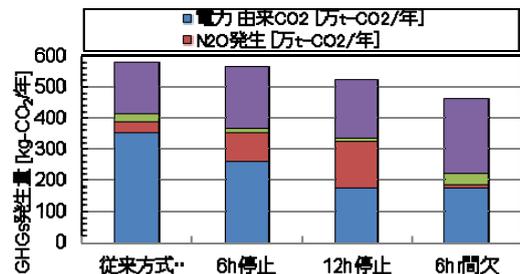
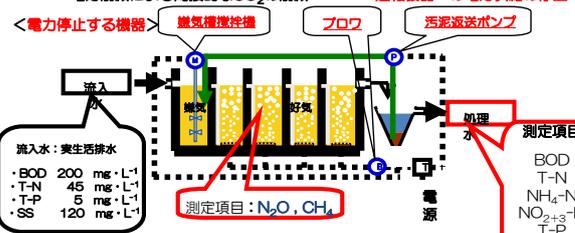


図 排水処理プロセスにおける省エネ活性汚泥法（電力供給制御）導入による温室効果ガス削減効果（下水道基準）

技術開発 ～実験的検討～

- ・電力削減による間接的なCO₂の削減 → 運転機器への電力供給の停止



<電力停止条件>

No	時間	電力供給	電力停止
Run1	(24h運転)	0 → 6 → 12 → 18 → 24	
Run2	(6h運転停止)	0 → 6 → 12 → 18 → 24	6 → 12 → 18 → 24
Run3	(12h運転停止)	0 → 6 → 12 → 18 → 24	6 → 12 → 18 → 24

研究成果

- ・運転機器への電力供給を制御することで、**処理水質を維持したままで**、電力由来のCO₂発生を50%（曝気12h停止）削減することができた。
- ・停止時間が長くなるにつれて、好気槽における硝化反応が低下するので、N₂O発生量は高くなるが、**電力停止条件の適性化**により（6hr間欠運転）にすることで、N₂O発生を抑制することができた。
- ・総合的にGHGs発生量の積算値は従来方式よりも**20%程度削減**できた。
- ・運転条件の最適化（汚泥循環、間欠運転）により、さらなるGHGs発生量の削減が期待できる。

負の遺産対策・難循環物質処理・計測手法

～廃POPの適正処理に関する研究～

熱処理プラント等を用いて有機臭素・フッ素化合物等のPOP及びPOP候補物質の分解処理実験を行い、処理物の精密化学分析から分解機構や生成物を明らかにしつつ、物質収支の把握を行い、技術の安全性を定量的に評価する。

H23年度の研究内容及び成果

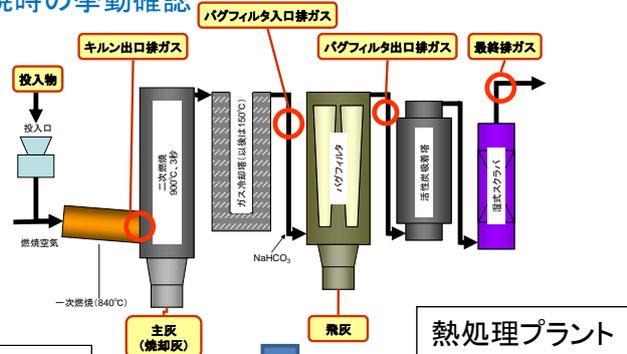
- 新製品開発(有機フッ素化合物含有紙製品)に伴う適正処理性の事前確認のため燃焼実験を実施
- フッ化水素や多くのフッ素化合物について燃焼時の挙動確認

実験条件

- ✓ Run1: RDF+半製品20% (ブランク実験)
- ✓ Run2: RDF+製品20% (低濃度実験)
(対象物質濃度: 400mg/kg(0.04%))
- ✓ Run3: RDF+製品20%+対象物質0.5%(高濃度実験)
(対象物質: 5400mg/kg(0.54%))

測定項目

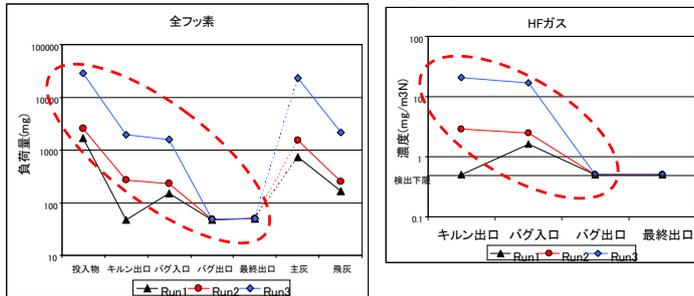
- ✓ HF, SF₆, PFCs, HFCs,
- ✓ ペルフルオロカルボン酸 (PFCAs: C4~C14, C16, C18)
- ✓ ペルフルオロスルホン酸 (C4, C6, C8, C10)
- ✓ フルオロテロマー酸 (飽和C8, C10, C12、不飽和C8, C10, C12)
- ✓ フルオロテロマーアルコール (C6, C8, C9, C10, C12)



全フッ素、フッ化水素が燃焼及び排ガス処理の過程で除去されることを確認

今後の研究展望

POP候補物質であるヘキサブロモシクロデカンについて燃焼実験を実施、分解挙動や臭素化ダイオキシンの生成等について評価



再生製品の環境安全品質評価

～再生品利用に係る環境安全品質試験の開発・標準化と適用～

(1) 廃棄物・副産物の建設資材への利用

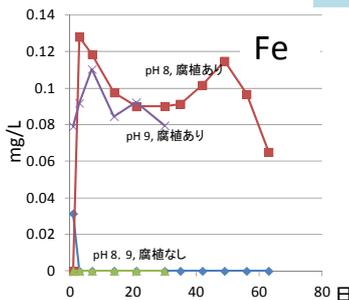


pH制御溶出試験装置

「循環資材」が備えるべき環境安全品質とそのための検査方法を提案

スラグJIS環境安全品質指針検討会で採用

実海水を用いた製鋼スラグからの長期溶出挙動評価法を検討



pH = 8, 9 に保持した長期試験 ⇒ 70日間の有害物質溶出抑制を確認 (継続中)

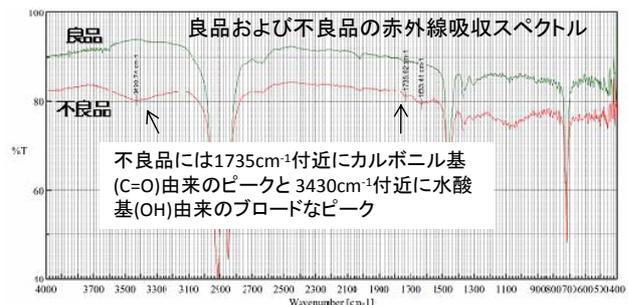
- As < 0.005 mg/L
- Cd < 0.005
- Cr < 0.005
- Ni < 0.005
- Pb < 0.005
- Sb < 0.005
- Se < 0.005

有害金属は極低濃度で保持されることを確認。Feは腐植物質の存在下で溶出

(2) 再生プラスチック製品

良品と不良品(臭いあり)の再生ポリエチレンの性状比較を行い、再生品の品質劣化の状態を判定する評価手法を検討

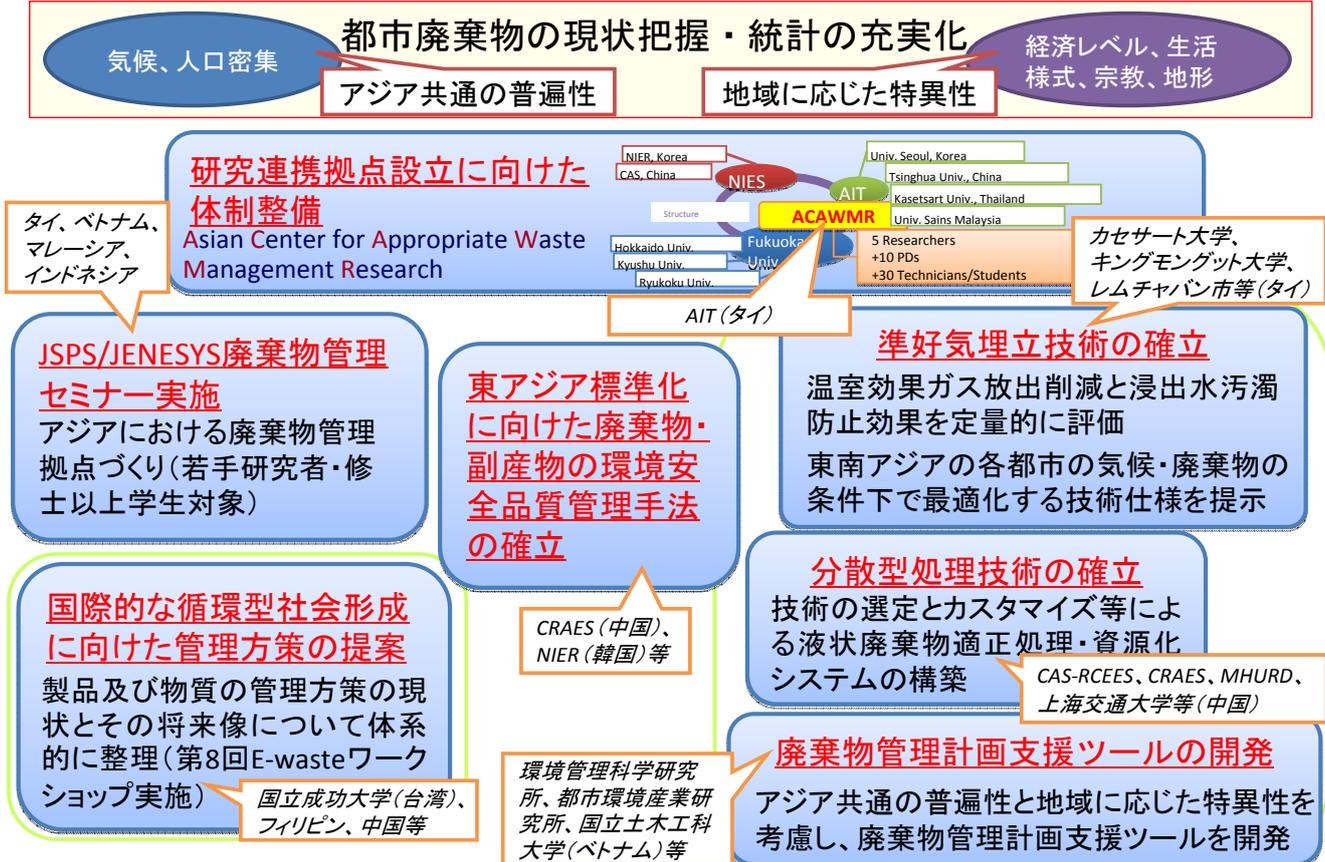
- 赤外吸収スペクトル測定 (高分子の酸化劣化測定)
- 示差走査熱量測定 (融点測定)
- 熱脱着分析 (熱分解生成物同定)
- 瞬間熱分解分析 (同上)



不良品のポリエチレンは、添加剤などに含有する微量のヒドロペルオキシド基(-OOH)やカルボニル基(C=O)などの活性種により酸化劣化が進行しているものと推察

研究開発連携の推進

～ 3R分野におけるアジア等研究・技術開発推進基盤の構築～



災害・放射能汚染廃棄物等対策研究

～ 主要な活動概要～



○津波廃棄物等への対応

- 1) 震災対応ネットワークによる現場課題への技術レポート作成・情報提供支援
- 2) 緊急的実証研究(海水被り瓦礫処理、ミンチ瓦礫分別、津波ヘドロ処理、仮置場火災防止、etc.)
- 3) 現地指導(環境省巡回チームへの参画、仮置場火災防止巡回指導)

⇒環境省が発出した多くの通知・事務連絡・指針等への反映

○放射能汚染廃棄物等への対応

- 1) 焼却施設における安全性評価(放射性Cs挙動、バグフィルター除去能など)
- 2) 安全な埋立処分方法の提示(焼却灰等からの溶出性評価、土壌等の吸着能評価、埋立層内挙動予測、浸出水処理技術評価、etc.)
- 3) 調査測定分析方法の標準化(マニュアル作成)

⇒環境省災害廃棄物安全評価検討会への知見提供と技術基準への反映

災害廃棄物(津波廃棄物等)への対応

～ 震災対応ネットワークの活用による各種技術情報の作成・提供～

【震災対応ネットワーク】

災害で発生した廃棄物や被災地の生活で発生する廃棄物等について、環境省や被災地域自治体等による現地対応を技術的観点から支援するため、全国の大学、国及び地方の研究機関、自治体、関連団体、民間等の知識・技能を有する方々から構成されるネットワーク

【各種技術情報(技術報告)の提供】

震災対応ネットワークの活用により、震災以降これまでに15報以上の技術情報(技術報告)を環境省及び自治体等に提供

「水産廃棄物への対応について」
「津波堆積物への対応について」
「災害廃棄物の野焼きについて」等

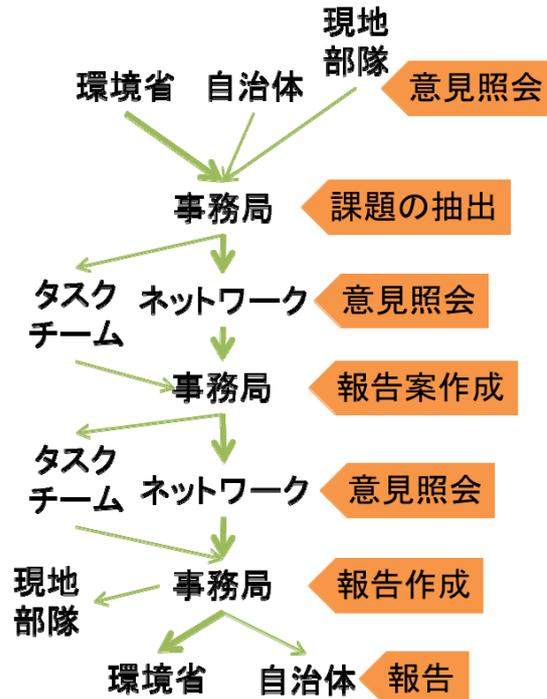


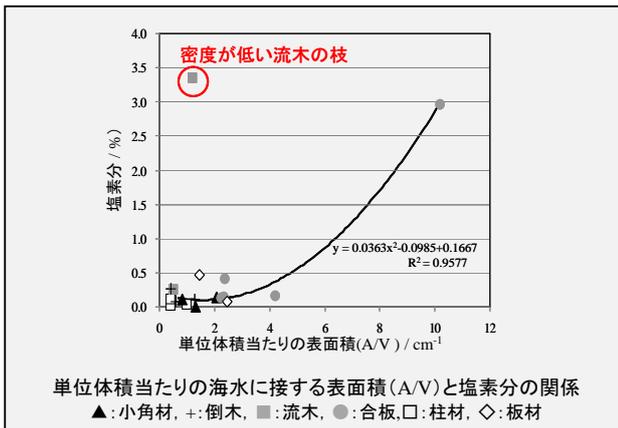
図 情報提供までの流れ

災害廃棄物(津波廃棄物等)への対応

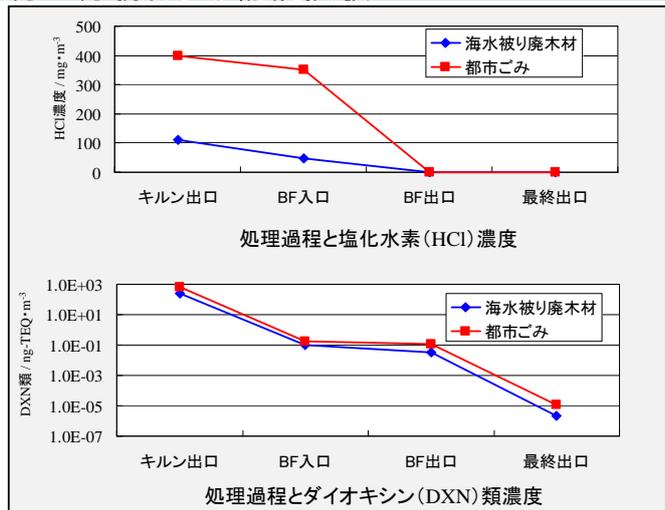
～ 海水被り廃木材の塩素分の分析および燃焼試験～

【実施項目】

- ・様々な廃木材の塩素分を測定
- ・形状と塩素分の関係を考察
- ・簡易測定の実用性評価
- ・燃焼時の塩化水素、ダイオキシン類等の排出について検証
- ・塩分量、混在物質、燃焼温度を変化させて、その影響を把握



表面積と塩素分の関係



燃焼試験の結果(都市ごみと比較)

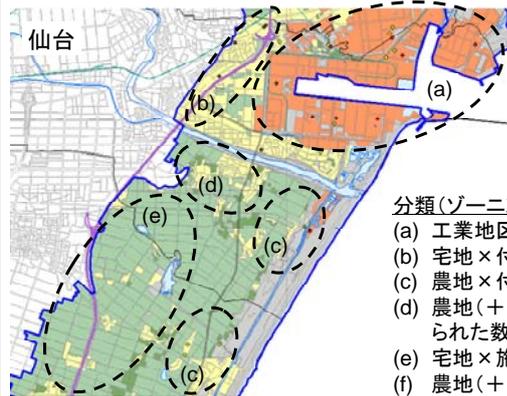
【結果】

- ・**表面積の大きい合板や密度の低い流木は塩素分が高い。一方、表面積の小さい柱の塩素分は低い。**
- ・海水被り廃木材を燃焼しても**塩化水素やダイオキシン類の発生量は都市ごみの場合よりも低い。**

災害廃棄物(津波廃棄物等)への対応 ～津波堆積物の性状調査と適切な利用・処理の検討～

【概要】

- ・津波堆積物の量は被災地域で合計1,300～2,800万トンと推計され、その処理が課題
- ・廃棄物資源循環学会と連携し、3月から6月にかけて、宮城県、岩手県の津波堆積物の現地調査、試料採取(100検体超)、化学物質等分析を実施
- ・地理情報システム(GIS)を活用して土地利用や施設の立地状況の情報を整理し、地域特性によって津波浸水地域を分類(ゾーニング)



- 分類(ゾーニング)の例
- (a) 工業地区×多数の施設
 - (b) 宅地×付近に多数の施設
 - (c) 農地×付近に多数の施設
 - (d) 農地(+宅地)×付近に限られた数の施設
 - (e) 宅地×施設なし
 - (f) 農地(+宅地)×施設なし

浸水地域の土地利用や立地施設の情報に基づいたゾーニングの例



津波堆積物の例と現地調査の様子

・地域特性によるゾーニングや詳細化学分析などの結果に基づき、性状に応じて津波堆積物の適切な有効利用・処理方法を判断するための指針(環境省)の策定に貢献

災害廃棄物(津波廃棄物等)への対応 ～仮置場での堆積廃棄物の火災予防・安全性評価～

○災害廃棄物仮置場の課題

- ・混合状態(ミンチ状)の場合が多く、中には10m超の堆積高や1山が広大な面積のものも
- ・可燃性廃棄物の混入が一般的であり、不適切な堆積は火災の危険性を増大
- 火災予防、さらには悪臭・衛生問題に着目した仮置場の適正管理が重要

【火災予防モニタリング】

- ・発火を防ぐためには「内部の発熱速度<表面からの放熱速度」の維持が最も重要
- 蓄熱抑制のため堆積高を5m以下にする
- ことで発火の危険性を大幅に軽減可能
- ・火災予防管理には温度モニタリング(表層から1m程度深さ)が有効(60℃以下は危険性小、75～80℃以上は危険信号)



図 温度モニタリングの様子

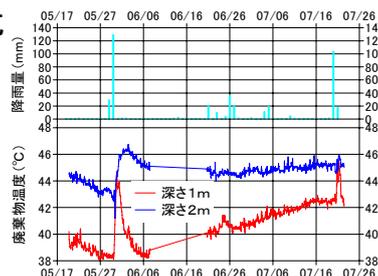


図 温度モニタリングの結果

【安全性評価チャート】

- ・現場での安全性を簡易的に判断するためのチャートを作成
- ・採点項目は8項目(高さ、面積、可燃物量、廃棄物大きさ、経過時間、管理状況、危険物混入、目視確認)
- 環境省通知に反映されるとともに、環境省巡回チームのチェックツールとして活用

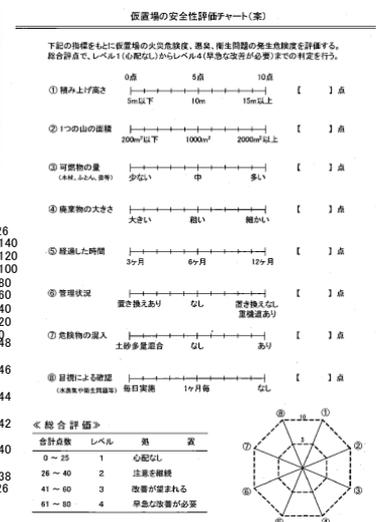


図 仮置場の安全性評価チャート(案)

放射性物質に汚染された廃棄物等への対応

～放射能汚染廃棄物の安全かつ効率的な処理技術・システムの確立に向けて～

主要研究テーマ

1. 除染・処理処分プロセスにおける放射性物質の実態把握・挙動解明

放射能に汚染された廃棄物の処理について、フィールド調査や実験等により、放射性物質の処理処分への流入から各プロセス内での挙動及びプロセス外移行に関する実態の把握と挙動のメカニズム解明について研究実施

2. 放射能汚染廃棄物の特性に応じた処理処分技術の開発・高度化・評価

処理処分プロセス内における放射性物質の挙動を踏まえて、放射性物質汚染廃棄物に関する分離濃縮、隔離、輸送などを効率的・効果的に行う一連の技術の開発あるいは既存技術の高度化・システム化を行い、実証的な評価について研究実施

3. 廃棄物に含まれる放射性物質の調査測定・モニタリング技術の確立・標準化

種々雑多の性状をもつ廃棄物について、処理対象物、排出物、作業環境及び敷地境界等における放射性物質の検査・調査測定・モニタリング技術、表面線量率や空間線量率に基づく日常的な管理に必要な簡易検査方法などを確立し、標準化・マニュアル化について研究実施

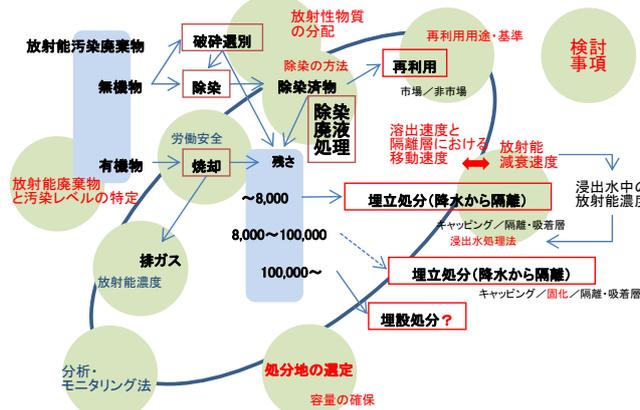
相互連携



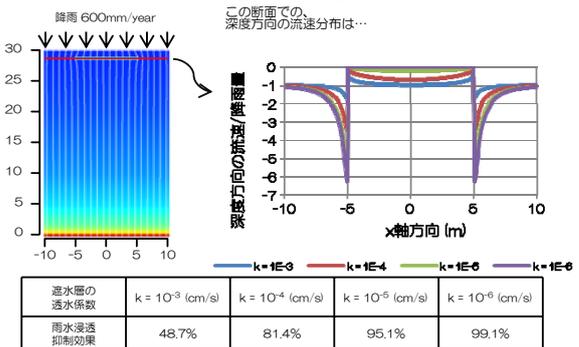
放射能汚染廃棄物等への対応

～放射能汚染廃棄物に対応した廃棄物の品質管理技術システムの開発～

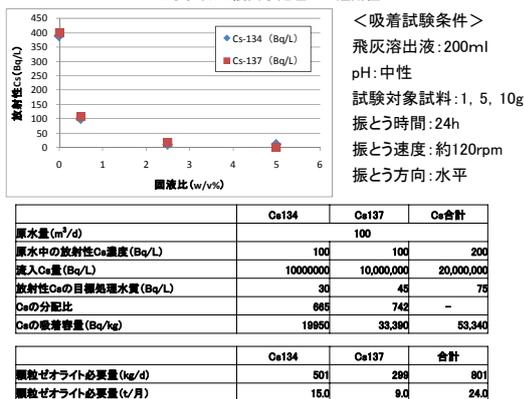
※「政策対応型廃棄物管理研究」(新しい埋立・管理手法の構築)の一環として実施



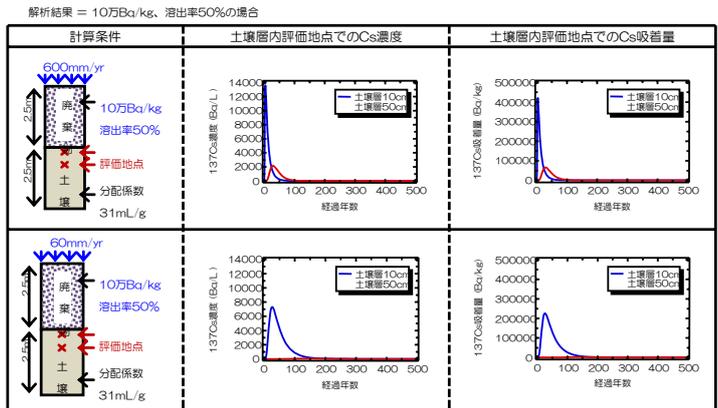
遮水層を流れる雨水の流速と、雨水浸透抑制の効果



ゼオライトの浸出水処理への適用性



放射性セシウムの埋立層内における溶出・移動のシミュレーション例

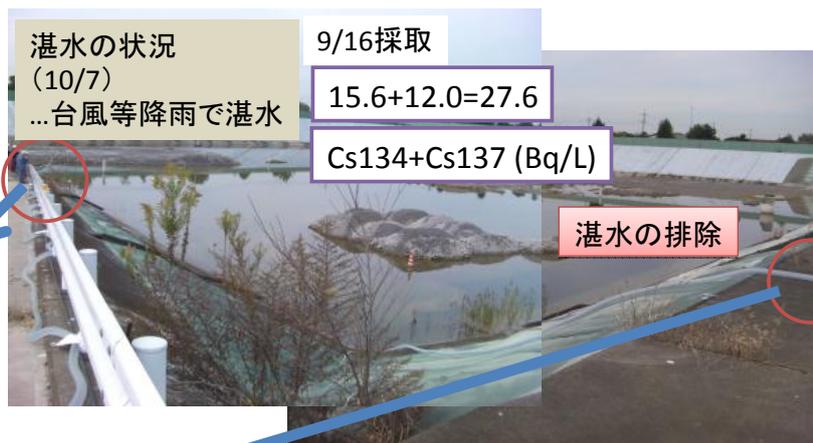


放射能汚染廃棄物等への対応 ～一般廃棄物最終処分場の巡回指導(例)～



湛水を水中ポンプで取水

約100L/min



11/10までに230m³移送(残り約2,000m³)

10/26

14+13

Cs134+Cs137 (Bq/L)



ろ過水を第1次区画に浸透

10/26

ND+ND

Cs134+Cs137 (Bq/L)

研究プログラム

研究プログラム名 循環型社会研究プログラム

実施体制

研究プロジェクト1：国際資源循環に対応した製品中資源性・有害性物質の適正管理

代表者： 資源循環・廃棄物研究センター 国際資源循環研究室
室長 寺園淳

構成者：

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	田崎智宏（主任研究員）
国際資源循環研究室	南齋規介（主任研究員）、吉田綾、中島謙一（研究員）、横尾英史（特別研究員）
ライフサイクル物質管理研究室	滝上英孝（室長）、鈴木剛、梶原夏子、小口正弘（研究員）、藤森崇（特別研究員）
循環資源基盤技術研究室	肴倉宏史（主任研究員）

研究プロジェクト2：アジア地域に適した都市廃棄物の適正管理技術システムの構築

代表者： 資源循環・廃棄物研究センター 廃棄物適正処理処分研究室
室長 山田正人

構成者：

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	大迫政浩（室長）、河井紘輔（特別研究員）
廃棄物適正処理処分研究室	遠藤和人、石垣智基（主任研究員）
環境修復再生技術研究室	徐開欽（室長）、蛭江美孝（主任研究員）、神保有亮、小林拓朗（特別研究員）

研究プロジェクト3：地域特性を活かした資源循環システムの構築

代表者： 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
主任研究員 田崎智宏

構成者：

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	大迫政浩（室長）、稲葉陸太（主任研究員）、河井紘輔、加用千裕（特別研究員）、小島英子（リサーチアシスタント）
国際資源循環研究室	南齋規介（主任研究員）、中島謙一（研究員）
ライフサイクル物質管理研究室	小口正弘（研究員）
廃棄物適正処理処分研究室	山田正人（室長）、石垣智基（主任研究員）
社会環境研究センター	
環境都市システム研究室	藤井実、平野勇二郎（研究員）

※所属・役職は11月1日時点のもの。また、*印は過去に所属していた者を示す。

1. 研究成果の概要

1.1 研究の概要

循環型社会の概念や、その実現手段としての3R（リデュース、リユース、リサイクル）が国際的にも広がり、さまざまなスケールでの地域循環圏の構築が期待されているが、経済社会の発展段階に応じて、改善、解決を求められる多様な問題が存在する。

そこで、日本とアジアの近隣諸国にまたがる国際的な資源循環、アジアの開発途上国の廃棄物適正管

理、国内の地域特性を活かした資源循環という三つの地域区分に着目して、廃棄物の適正管理を資源の有効利用や地球温暖化対策との協調のもとで行うための科学的・技術的知見が求められる課題に取り組み、国内外の循環型社会構築を支援する。

具体的には、国際資源循環に対応した製品中資源性・有害性物質の適正管理の視点から、国内と国際社会（主にアジア）において 3R を促進する適正管理方策について、物質（製品、素材を含む）のフロー把握・解析と製品ライフサイクル挙動調査に基づいた提言を行う。また、アジア地域に適した都市廃棄物の適正管理技術システムの構築の視点から、日本国産の埋立技術や液状廃棄物処理技術等のカスタマイズと廃棄物管理システムの導入支援ツールの開発を行い、アジア地域の都市や地域への実装を目指して適化する。

更に、地域特性を活かした資源循環システムの構築の視点から、様々な地理的規模において、その地域特性を活かしつつ適正な資源循環システムを構築するための枠組みの提示とシステム設計・評価、及び実装についての検討を行う。

以上の調査・研究を推進することにより、以下の方向を目指す。

- ① 資源性・有害性物質の適正管理に資するマテリアルフロー・サプライチェーン及び環境影響にかかる情報の取得、並びにそれらを活かした ESM（環境上適正な管理）の基準の考え方など、国内及び国際的に通用する政策的な見通しを持った提言を行う。
- ② 日本が途上国における環境問題解決と温暖化対策をリードするための廃棄物処理に関するハード及びソフト技術を明示し、適正な廃棄物管理システムを実際の都市や地区へ実装することを目指す。
- ③ 地域特性を活かした資源循環システムの構築のためのシステム設計・実装を通じて、地域活性化や地域振興と調和した循環型社会づくりに貢献する。学術面では、資源循環の適正な地理的規模を推定する論理や地域における資源循環利用のための概念設計を目指す。

1. 2 今年度の実施計画概要

日本とアジアの近隣諸国にまたがる国際的な資源循環、アジアの開発途上国の廃棄物適正管理、国内の地域特性を活かした資源循環という三つの地域区分に着目して、廃棄物の適正管理を資源の有効利用や地球温暖化対策との協調のもとで行うための科学的・技術的知見が求められる課題に取り組み、国内外の循環型社会構築を支援する。平成23年度には以下の目標を達成する。

- ① 資源性・有害性物質の適正管理に資するマテリアルフロー・サプライチェーン及び環境影響にかかる基本情報の取得を行う。また、関連した ESM（環境上適正な管理）の概念をレビューし、必要な考え方を整理する。
- ② 準好気性埋立技術におけるガスと浸出水の挙動の定式化を進める。アジアの都市の集合住宅等から排出される液状廃棄物の性状、処理の現状調査を行う。アジア共通の普遍性と地域に応じた特異性を考慮した、廃棄物発生量、環境負荷、コスト等の調査を進め、データ集積を図る。
- ③ 地域特性を活かした地域づくりの事例を広く国内外にわたって調査するとともに、地域の潜在的な循環資源の存在量、これらを利用できる既存産業の規模や施設立地状況等のデータ収集を行い、地域循環圏形成の主な課題と可能性の基本情報を整理する。

1. 3 研究予算

（実績額、単位：百万円）

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	累計
①運営費交付金	87					
②総合科学技術会議が示した競争的資金	156					
③②以外の競争性のある資金（公募型受託費等）	11					
④その他の外部資金	2					
総額	256					

1. 4 平成23年度研究成果の概要（循環型社会研究プログラム）

研究プログラム・プロジェクト・サブテーマ	平成23年度の目標	平成23年度の成果（成果の活用状況を含む）
<p>プロジェクト1 「国際資源循環に対応した製品中資源性・有害性物質の適正管理」</p>	<p>資源性・有害性物質の適正管理に資するマテリアルフロー・サプライチェーン及び環境影響にかかる基本情報の取得を行う。また、関連したESM（環境上適正な管理）の概念をレビューし、必要な考え方を整理する。</p>	<p>（別添1-1～別添1-3 参照） 国際マテリアルフローについて、国際貿易に伴う元素の移動量の推計手法の提案を行うとともに、事例研究として、日本を中心とした鉄およびアルミニウムのフローの推計を行った。システム分析については、金属の製錬・再溶解プロセスにおける元素の分配挙動解析を行い、マグネシウム再溶解プロセス、チタン再溶解プロセス、ならびに一般廃棄物の溶融プロセスを対象として、元素の分配挙動を明らかにした。 海外におけるフィールド研究については、E-waste リサイクル現場の土壌・ダストに着目して、フィリピンとベトナムにおいて実施中である。製品中の資源性・有害性物質評価に関して、自動車（内装材）に関する調査と、難燃剤を対象に有害化学物質の代替化の現状に関する調査を開始している。E-waste などの循環資源のESMの概念については、バーゼル条約関連などの海外における取組のレビューを行い、労働安全衛生やモニタリングに関する手続きなどは必須要件とされていることが多かった。国内における不用品回収に関する調査結果のとりまとめを行い、関連法規などの周知が課題であることがわかった。</p>
<p>サブテーマ1 「国際的に流通する資源・材料・製品のフロー把握とシステム分析」</p>	<p>資源性・有害性物質の適正管理に資するマテリアルフロー・サプライチェーンにかかる基本情報の取得を行う。</p>	<p>国際マテリアルフローについて、国際貿易に伴う元素の移動量の推計手法の提案を行った。自動車など加工度の高い製品を含めた約400品目の製品区分で230か国との取引に伴う元素の移動量の推計可能とするものである。事例研究として、日本を中心とした鉄およびアルミニウムの国際マテリアルフローの推計を行った。 システム分析については、金属の製錬・再溶解プロセスにおける元素の分配挙動解析を行った。マグネシウム再溶解プロセス、チタン再溶解プロセス、ならびに一般廃棄物の溶融プロセスを対象として、元素の分配挙動を明らかにするとともに、酸素分圧や温度などの変化に伴う分配傾向の操作可能性を明らかにした。</p>
<p>サブテーマ2 「資源性・有害性を踏まえた製品、物質の循環管理のためのフィールド研究</p>	<p>資源性・有害性物質の適正管理に資する環境影響にかかる基本情報の取得を行う。</p>	<p>海外におけるフィールド研究については、E-waste リサイクル現場の土壌・ダストに着目して、フィリピンとベトナムにおいて実施中である。金属類、POPs（ダイオキシン類、難燃剤）の組成や毒性に関する調査を行っている。 また、製品中の資源性・有害性物質評価については、従来の家電製品に加えて自動車（内装材）に関する調査を開始した。さらに、難燃剤を対象に有害化学物質の代替化の現状に関する調査を開始し、代替難燃剤の有するハザードについて同定を試みている。</p>

<p>サブテーマ3 「国際的な循環型社会形成に向けた管理方策の提案」</p>	<p>関連したESM（環境上適正な管理）の概念をレビューし、必要な考え方を整理する。</p>	<p>E-wasteなどの循環資源のESMの概念について、バーゼル条約関連などの海外における取組のレビューを行った。その結果、労働安全衛生やモニタリングに関する手続きなどは必須要件とされているが多かったが、取引後の下流フローの管理について課題となりえることがわかった。また、国内における不用品回収に関する調査結果のとりまとめを行い、関連法規などの周知が課題であることがわかった。</p>
<p>プロジェクト2 「アジア地域に適した廃棄物管理」</p>	<p>準好気性埋立技術におけるガス・浸出水挙動の定式化を進める。アジアの都市の集合住宅等から排出される液状廃棄物の性状・処理の現状調査を行う。アジア共通の普遍性と地域に応じた特異性を考慮した廃棄物発生量・環境負荷等の調査・データ集積を図る。</p>	<p>(別添2-1～別添2-4 参照) 準好気性埋立におけるガス・浸出水の挙動を酸素濃度に着目して定式化し、熱帯地域に適用する際の技術の改善点についていくつかの知見を得た。中国における戸別メタン発酵の現状の調査と新規プロセスの開発を進め、地域に適したし尿・生活排水処理の選択方法を検討した。東南アジア都市の廃棄物LCIデータの取得を進め、分別排出を左右する料金体系や情報共有などの因子を示した。</p>
<p>サブテーマ1 「準好気性埋立技術のアジア地域に適した設計手法の開発」</p>	<p>準好気性埋立技術におけるガスと浸出水の挙動の定式化を進める。</p>	<p>好気・嫌気共存条件下での埋立地内の廃棄物分解について定式化とパラメータの精緻化を実験的に行った。また、得られた式をライシメータ実験の結果と統合し、埋立地内酸素濃度の代表的な数値表現に関する知見を得た。タイに設置したテストセル実験から、現地環境においては覆土を經由した酸素浸透による廃棄物分解促進が期待できること、および準好気性管理による水分流出や乾燥による生物反応の抑制が考えられること、などの知見が得られた。</p>
<p>サブテーマ2 「アジア地域に適した分散型有機性廃棄物・廃水処理技術の開発」</p>	<p>アジアの都市の集合住宅等から排出される液状廃棄物の性状、処理の現状調査を行う。</p>	<p>中国における有機性廃棄物の戸別メタン発酵に関してレビューを行い、処理現状・技術特性・事業手順等に焦点を当てた調査・解析を実施した。また、技術開発の面では、生物脱硫の戸別施設適合理化を目指し、新規なプロセスのデザインと性能評価に着手した。し尿・生活排水処理の最適技術選択方法の確立について、これまでに取得したハノイ、クルナ等、複数の都市における地域的・社会的制約条件を踏まえ、適合性をスコアリングするアルゴリズムの構築を進めた。</p>
<p>サブテーマ3 「アジアの都市に適用可能な廃棄物管理計画支援ツールの開発」</p>	<p>アジア共通の普遍性と地域に応じた特異性を考慮した、廃棄物発生量、環境負荷、コスト等の調査を進め、データ集積を図る。</p>	<p>東南アジアの主要都市における都市廃棄物管理の実態より処理システムの環境負荷評価（廃棄物LCI）に資するデータを取得した。また、ベトナムのハノイ市では廃棄物手数料の違いによって事業者（準従量制）と家庭（定額制）での有価物の分別排出に異なる傾向があることを示した。さらにハノイ市の生ごみの分別事業では、分別排出への協力・非協力の規定因のひとつとしてコミュニティ内での分別に関する情報共有の頻度が挙げられた。JICAベトナム事務所と本研究の成果を共有することにより、JICAの廃棄物分野における今後の案件形成に貢献しつつあると考えられる。</p>
<p>プロジェクト3 「地域特性を活かした資源循環システムの構築」</p>	<p>地域特性を活かした地域づくりの事例調査を行うとともに、地域特性を表すデータ収集を行い、地域循環圏形成の</p>	<p>(別添3-1～別添3-2 参照) 国内外の事例調査を行い、地域経済の発展、定住人口の確保、および住民満足度の向上等が地域の活性化に重要であることを確認した。また、データ収集については、金属資源やバイオマス資源についての地域の技術・産業プロフィールや資源量プロフィール、物質フロー・プロフィールなどか</p>

	主な課題等の基本情報を整理する。	らデータ収集作業に着手した。さらに、地域特性を表すパラメータおよびその種類、地域特性を活用することの具体的意義、構築される資源循環システムの方向性についての視点や情報を整理した。
サブテーマ1 「地域特性を活かした資源循環システムを構築するための支援ツール」	地域特性を活かした地域づくりの事例を広く国内外にわたって調査する。	地域づくりのレビューについては、国内の様々な事例とともにオーストラリアとスウェーデンの事例調査を進めた。国内の事例からは、バイオマス利用などに関して、地域経済の発展、定住人口の確保、および住民満足度の向上等が地域の活性化に重要であることを確認した。また、海外の事例からは、 Distributed Economy という考えが存在することが分かった。
サブテーマ2 「地域特性を活かした資源循環の設計・評価・実装」	地域の潜在的な循環資源の存在量、これらを利用できる既存産業の規模や施設立地状況等のデータ収集を行う。	循環資源を利用できる既存産業の規模や施設立地状況等のデータ収集については、アジア圏内の各地域（国）における金属製錬・精製施設の立地状況・リサイクル設備容量や能力のデータ、バイオマス発生量と再生品需要量など、データ選定を行うとともに、情報整備に着手した。前者は地域の技術プロフィール、後者は地域の資源量プロフィールを構成するもので、資源循環システムの設計における基本情報となるため、本プロジェクト期間前半（平成23～25年度）でデータ整備を進める予定である。年度後半から次年度にかけては、日本全国のデータをさらに充実させてスクリーニングし、様々な資源毎に特に重要となる地域特性を明らかにする予定である。 高知県を対象とした事例研究では、廃棄物と畜産・水産副産物に加えて、林業と耕種農業関係のバイオマス資源について物質投入産出表を作成し、資源採取から需要、排出までの複雑な物質フローを記述した。今後は、バイオマス資源に含有される元素等の情報を追加し、それらのフローも記述し、地域循環システムの設計等に活用する予定である。

1. 5 今後の研究展望

【PJ1：国際資源循環に対応した製品中資源性・有害性物質の適正管理】

日本を中心とした鉄およびアルミニウムの国際マテリアルフローに加えて、中古品やスクラップの組成に留意しながら、自動車など加工度の高い製品を含めた約 400 品目製品区分で 230 か国との取引に伴う元素の移動量の推計を行う。一般廃棄物の破碎施設における金属元素挙動の調査を行い、金属の回収可能性を考察する。また、海外におけるフィールド研究については、フィリピンとベトナムにおける E-waste リサイクル現場の調査結果をとりまとめるとともに、フィリピンにおいて E-waste 問題啓発ワークショップを開催し、情報提供や改善のあり方について関係機関と討議する。E-waste などの循環資源の ESM の概念については、バーゼル条約関連などの海外における取組のレビューを継続し、環境負荷の高いプロセスの同定や、取引後の下流フローの管理方法に関して整理する。

【PJ2：アジア地域に適合した廃棄物管理】

準好気性埋立技術の機能向上と汎用性を高めるため、含水率が生物代謝に与える影響を定式化し、数値解析を用いて工学的な制御手法の構築を進める予定である。準好気埋立技術およびアジアに適合した浸出水処理技術の開発にも着手する。分散型液状廃棄物処理技術の現地適合化のレビューをさらに進め、中国の現行戸別バイオガス施設の技術特性評価と、家庭向けにカスタマイズした生物脱硫プロセスの開発を実施する予定である。し尿・生活排水処理の最適技術選択のアルゴリズムを組み込んだソフトウェアを開発し、各都市のステークホルダーと議論を詰める予定である。都市廃棄物ストリームに影響を与え得る活動因子を特定し、それらが変化あるいは持続する要件を特定する。アジア地域特有のパラメータを用いて都市廃棄物管理システムの環境影響を精緻に評価するためのモデルを構築する。

【PJ3：地域特性を活かした資源循環システムの構築】

地域特性を活かした地域づくりの事例についてさらなるレビューを進め、資源循環システムが地域振興や地域産業の活用と調和するうえでの要点等を次年度中に明らかにする予定である。地域の技術プロフィール、資源量プロフィール等のデータ収集には継続して実施し、地域特性を活かした資源循環システムにおける地域特性とは何かを特定していく予定である。

1. 6 自己評価

東日本大震災への緊急対応のために、十分なエフォートを割けなかった部分もあり、プロジェクトごとには進捗の遅れもみられる。

PJ1 については、国際的なマテリアルフローとして、金属元素を対象にしたモデルづくりが進展し、アジア途上国における E-waste のリサイクル過程における環境影響調査、国際資源循環における環境に配慮した管理 (ESM) のあり方に関する実態調査などによる知見は着実に集積されつつある。サブテーマを包含する概念作りと連携が課題である。

PJ2 については、東南アジア、中国への準好気性埋立技術や分散型の液状廃棄物処理技術のカスタマイズと移転について、現状では基礎調査の段階であり、年度後半に現地調査などが計画されている。

PJ3 については、個別課題ごとに検討は進みつつあるが、地域循環や地域再生に関するプロジェクト全体としての概念作りに関する議論を重ねるとともに、基礎情報の収集を行っている。今後、明確な共通概念の下にそれぞれのサブテーマの作業仮説を見直し、研究の展開を図る所存である。

以上から、個別には進捗が見られるものの、各プロジェクトを包含するプログラム全体のフレームとプロジェクト間の連携のための体系的な研究アプローチについての共通理解を早急に進める必要がある。

2. 誌上発表及び口頭発表の件数

(件)

誌上発表		書籍	口頭発表		特許等
査読なし	査読あり		国内	国外	
8	10	1	42	16	0

PJ1 国際資源循環に対応した製品中資源性・有害性物質の適正管理

目的と達成目標

国内と国際社会（主にアジア）において3Rを促進する適正管理方策について、物質（製品、素材を含む）のフロー把握・解析と製品ライフサイクル挙動調査に基づいた提言を行うことを目的とする。

サブ1「国際的に流通する資源・材料・製品のフロー把握とシステム分析」

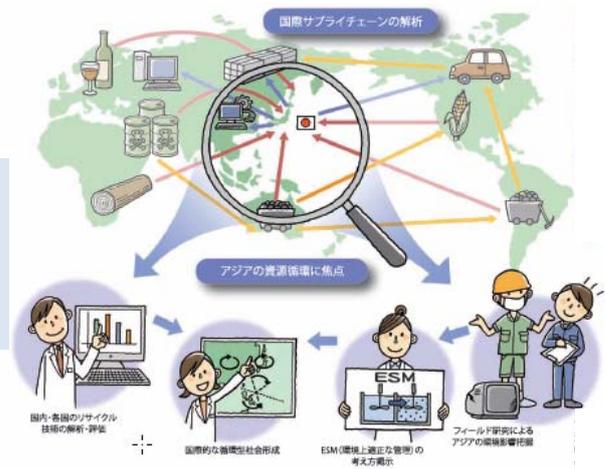
国際的に流通する資源・材料・製品を対象として、それらのフローを把握しながら、国際資源循環のシステム分析を行う。

サブ2「資源性・有害性を踏まえた製品、物質の循環管理のためのフィールド研究」

リサイクル・廃棄過程における資源の回収性、有害物質の環境排出や影響を国内外のフィールドで把握し、より効果的な方策の検討を進める。

サブ3「国際的な循環型社会形成に向けた管理方策の提案」

製品及び物質の管理方策の現状とその将来像について体系的な整理を行う。

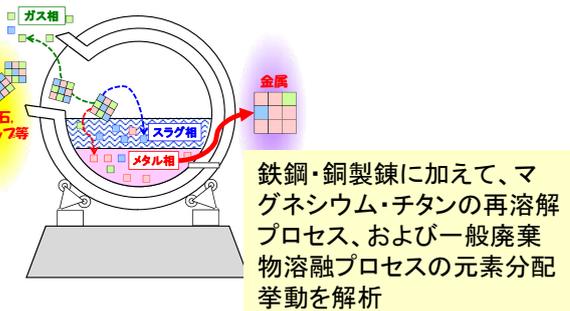
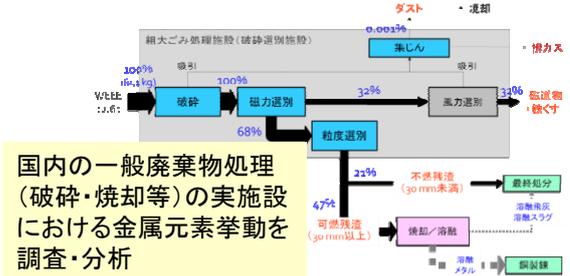


PJ1 国際資源循環に対応した製品中資源性・有害性物質の適正管理

サブテーマ1: 国際的に流通する資源・材料・製品のフロー把握とシステム分析



国際マテリアルフロー



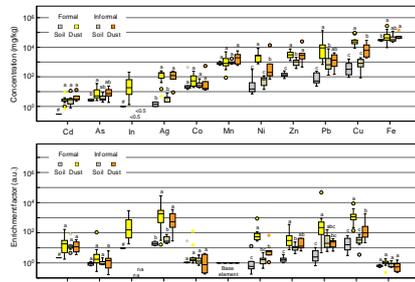
プロセスレベルのマテリアルフロー・システム分析

PJ1 国際資源循環に対応した製品中資源性・有害性物質の適正管理

サブ2: 資源性・有害性を踏まえた製品、物質の循環管理のための
フィールド研究



ベトナム・フィリピンにおける環境負荷調査と結果の解析。インフォーマル現場ダストから重金属・貴金属、フォーマル現場から重金属・レアメタルを検出。管理向上の必要性指摘



E-wasteリサイクルに関する
フィールド研究(第2期から継続)

フィリピンにおけるE-waste問題啓発ワークショップ開催(2012年1月予定)



情報提供と管理方策検討

サブ3: 国際的な循環型社会形成に向けた
管理方策の提案

無許可の廃棄物収集がみられるなど関係法令の周知が課題



国内の不用品回収調査とりまとめ(第2期から継続)

バーゼル条約関連の海外の取組みから、労働安全衛生手続きなどを把握。下流フローの管理が課題



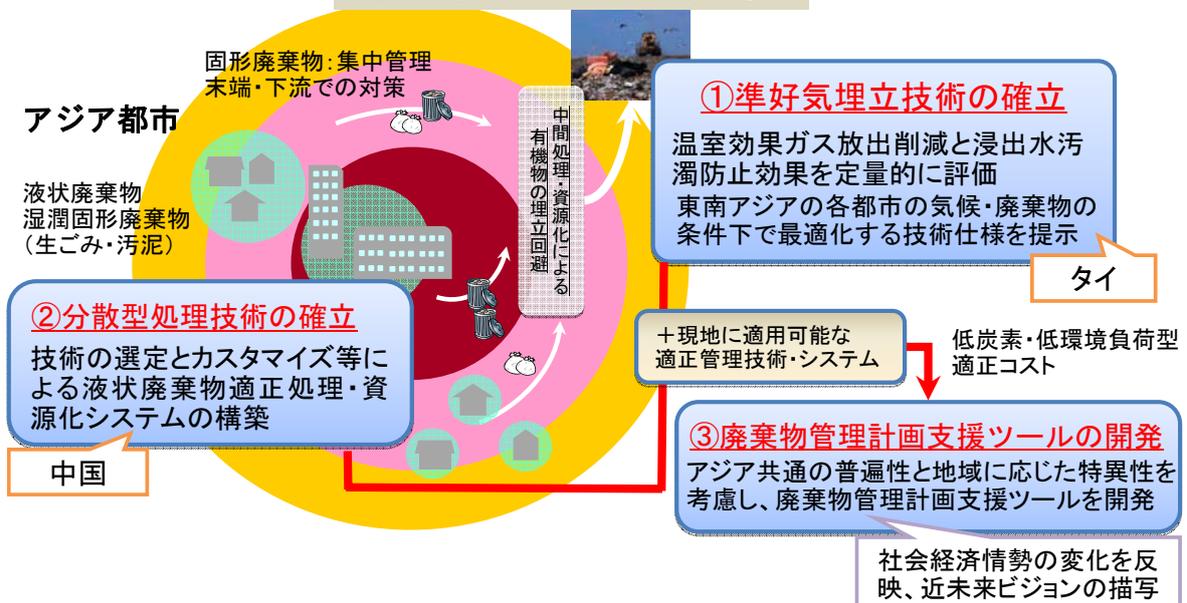
海外におけるESMの
取組みレビュー

PJ2 アジア地域に適した都市廃棄物の
適正管理技術システムの構築

目的と達成目標

東南アジアに研究拠点を形成し、アジアの都市における廃棄物の現状を把握し、**国産技術のアジア各地域へのカスタマイズ**を行う。また、これらを既存の技術と併せて評価することで、各都市域において適正な処理・資源化を実現するための**計画支援ツールを開発**する。以上の研究成果を踏まえて適正な廃棄物管理システムを実際の都市や地区へ**実装**することを目指す。

研究の構成(サブテーマ構成等)



PJ2サブテーマ1: 準好気性埋立技術の確立

準好気性埋立のガス発生定式化・GHGs排出量比較

$$A_{i,T} = W_{i,T} \cdot \left[(1 - e^{-k_i \cdot f_{O_2} \cdot \eta_n}) + (1 - e^{-k_i \cdot f_{AN} \cdot \eta_e}) \right]$$

既存の算定方法

(IPCC-FOD: MCF 0.5)

新算定法:

嫌気阻害定数 K_I 9000ppmv

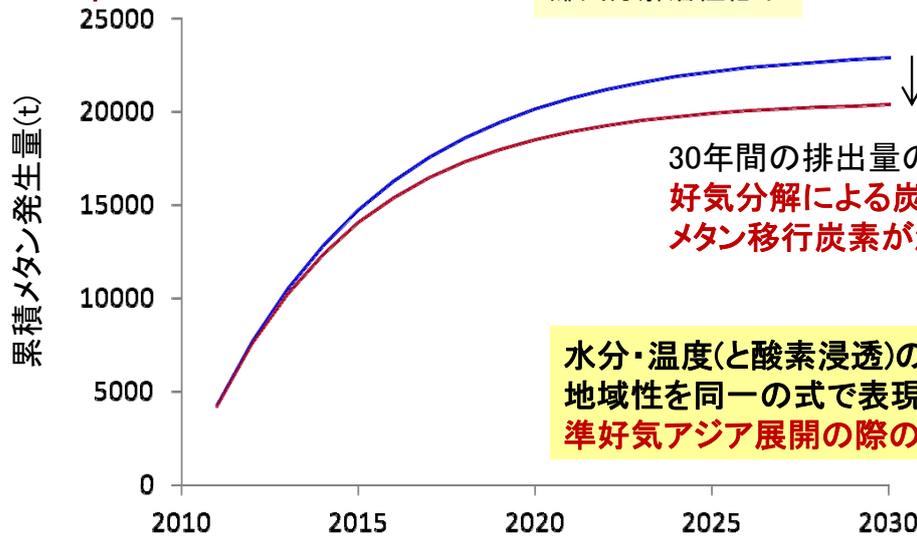
埋立地内 O_2 9966ppmv

好気阻害定数 K_I^* 13%

$$f_{O_2} = \left(1 - \frac{S_{O_2}}{K_I + S_{O_2}}\right) \quad f_{AN} = \left(\frac{S_{O_2}}{K_I^* + S_{O_2}}\right)$$

酸素混入による
嫌気分解活性低下

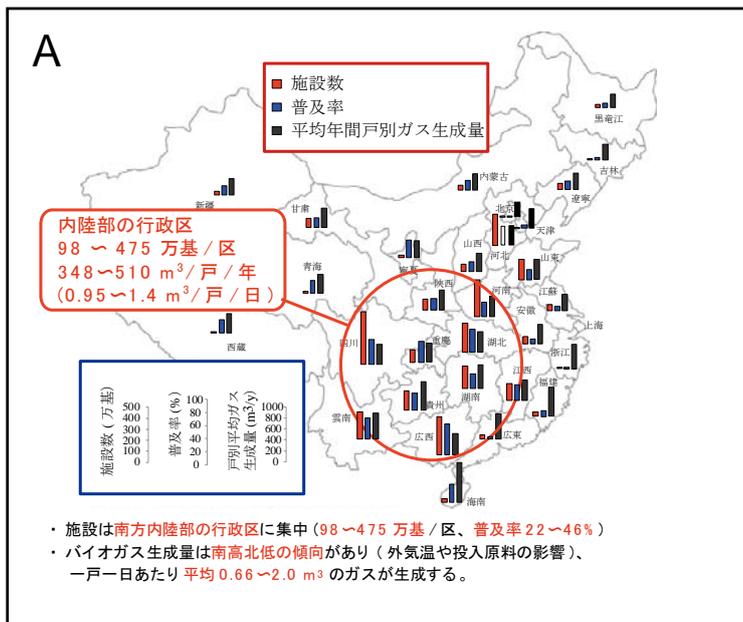
酸素欠乏による
好気分解活性低下
(水分閉塞も含む)



30年間の排出量の差 11%
好気分解による炭素の消失の分
メタン移行炭素が減少

水分・温度(と酸素浸透)の埋立技術特性と
地域性を同一の式で表現可能な算定方法
準好気アジア展開の際の効果検証手法

PJ2サブテーマ2: 分散型処理技術の開発



- 施設は南方内陸部の行政区に集中 (98 ~ 475 万基 / 区、普及率 22 ~ 46%)
- バイオガス生成量は南高北低の傾向があり (外気温や投入原料の影響)、
一戸一日あたり 平均 0.66 ~ 2.0 m³ のガスが生成する。

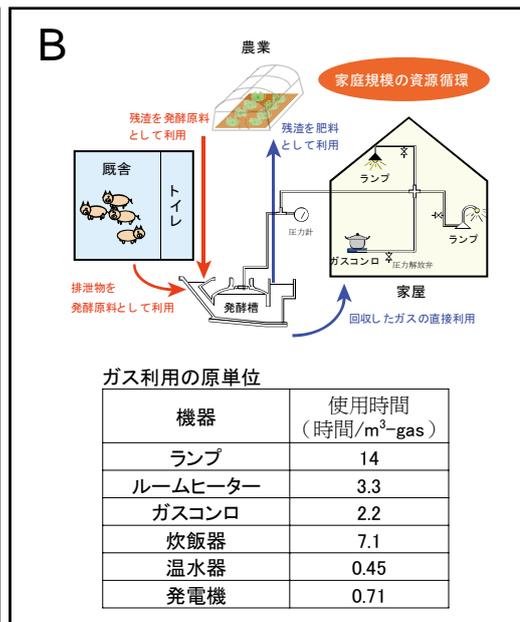


図 中国における戸別バイオガス施設の分布調査結果(A)、中国戸別バイオガス施設の典型的システムとガス有効利用方法の調査結果(B)

- 施設は南方内陸部の行政区に集中 (98 ~ 475 万基 / 区、普及率 22 ~ 46%)
- ガス生成量および普及率は南高北低の傾向がある(地域特性として外気温の影響)
- 一戸一日あたり平均約 1 m³ のガスが生成する(地域により 0.66 ~ 2.0 m³ の範囲)
- 様々な機器を通してガスが利用されている。ただし、高度なガス機器利用には脱硫が必須

廃棄物の収集手数料と廃棄物排出量の削減動機

—ベトナム国ハノイ市での事例調査—

有価物(=売れるもの)

再資源化主体: インフォーマルセクター



表1 世帯月収に占める廃棄物収集手数料(平均値, n=121)

月収 (/月/世帯)	収集手数料 (/月/世帯)	月収に占める収集手数料
13,559,504 VND (≒56,000円)	11,775 VND (≒50円)	0.11%



●家庭

世帯収入と比較して廃棄物手数料が相当安価な定額制なので、廃棄物の排出量を削減する動機が働かないと思われる

●事業者

準従量制^{注1)}なので廃棄物の排出量を削減する動機が働くと思われる

⇒有価物の分別排出=「有価物売却利益」+「廃棄物手数料削減」(一石二鳥)

^{注1)}160,000 VND/m³ (≒660円/m³)あるいは380,000 VND/ton (≒1,600円/ton)

PJ3 地域特性を活かした資源循環システムの構築

目的と達成目標

様々な地理的規模において、その地域特性を活かしつつ適切な資源循環システムを構築するための枠組みの提示と、具体的なシステム設計・評価、及びその実装について検討する。

サブ1: 枠組み設計

＜空間スケール＞

- 市町村レベル
- 都道府県レベル
- 圏域レベル

＜リサーチ・クエスチョン＞

- ・考慮すべき地域特性とは？
- ・構築するシステムの方向性は？ 等



サブ2: 設計・評価・実装

＜対象物＞

- ・廃プラスチック
- ・廃棄物系バイオマス
- ・クリティカルメタル等を含む製品

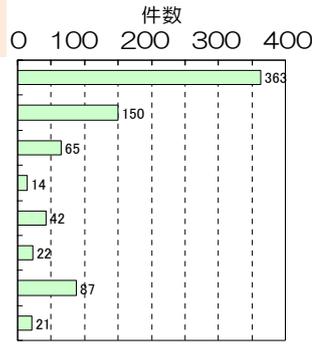
＜今年度の達成目標＞

- ・地域特性を活かした地域づくりの事例を広く国内外にわたって調査するとともに＜サブ1＞、地域の潜在的な循環資源の存在量、これらを利用できる既存産業の規模や施設立地状況等のデータ収集を行い＜サブ2＞、地域循環圏形成の主な課題と可能性の基本情報を整理する＜全体＞。

サブ1: 事例調査・レビュー

バイオスタウン構想の傾向分析

- 産業の活性化・雇用創出
- 地域振興・交流促進
- コスト削減
- 生活環境改善
- 地球環境・自然環境保全
- 自給力向上
- 普及啓発
- その他



<国内の様々な事例>
 エコタウン、循環型社会
 地域支援事業、循環型
 社会計画部会での地域
 循環圏、リサイクルポート
 事業、コンパクトシティ、
 都道府県の産業支援(滋
 賀の支援プラザ)、地域
 づくり・まちづくり(原満
 博)、復興計画等
 <海外の事例>
 Distributed Economy
 (瑞)、Veil Project(豪)

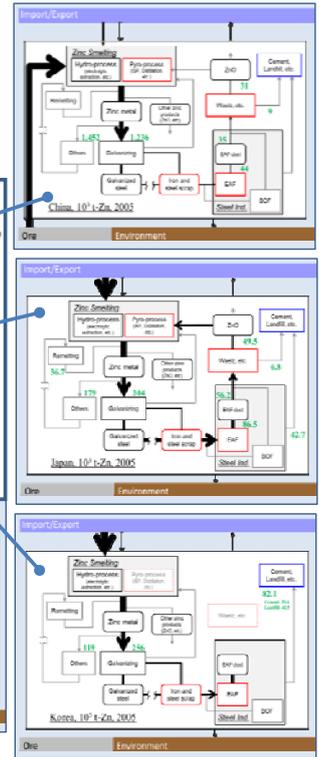
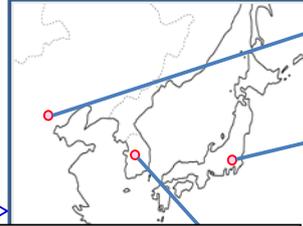
<期待する社会経済的効果>

- 地域経済の発展
 - 定住人口の確保
 - 住民満足度の向上
- などが地域活性化に重要

サブ2: 地域プロフィール・データの収集

技術・物質フローの
プロフィール(金属)

- ✓ 物質フロー・ストックの解析
- ✓ 技術情報の収集・解析
- ✓ 情報のマッピング



未利用資源の需要・供給
プロフィール(バイオマス)

需要・供給の
地域特性を
収集モデルで
結合して、
地域循環システム
の設計へ



空間分布を考慮した収集過程簡易モデル

$$L_i = \sum_j f_{i, col} \times a \times \sqrt{\frac{p_j}{p_{i, col}}} + \frac{W_{i, per} \times \sum_j (2 \times p_j \times (|x_j| + |y_j|))}{B_{i, col}}$$

研究分野業績リスト

研究分野名

1. 誌上発表（査読あり）

（当該分野の研究活動）

- 1) Akira Sano, Akira Senga, Hiroshi Yamazaki, Hiroki Inoue, Kai-Qin Xu, Yuhei Inamori (2011) Application of vibration milling for advanced wastewater treatment and excess sludge reduction, Waster science and technology, in press
- 2) Hiraki T., Takeda O., Nakajima K., Matsubae K., Nakamura S., Nagasaka T. (2011) Thermodynamic criteria for the removal of impurities from end-of-life magnesium alloys by evaporation and flux treatment. SCIENCE AND TECHNOLOGY OF ADVANCED MATERIALS, 12
- 3) Kajiwara N., Noma Y., Takigami H. (2011) Brominated and organophosphate flame retardants in selected consumer products on the Japanese market in 2008. Journal of Hazardous Materials, 192 (3), 1250-1259
- 4) Kobayashi J, Kawamoto K., Fukushima R, Tanaka S (2011) Woody biomass and RPF gasification using reforming catalyst and calcium oxide. Chemosphere, 83, 1273-1278
- 5) Ma H., Matsubae K., Nakajima K., Tsai M., Shao K., Chen P., Lee C., Nagasaka T. (2011) Substance flow analysis of zinc cycle and current status of electric arc furnace dust management for zinc recovery in Taiwan. Resources, Conservation and Recycling, 56, 134-140
- 6) Nakajima K., Takeda O., Miki T., Matsubae K., Nagasaka T. (2011) Thermodynamic Analysis for the Controllability of Elements in the Recycling Process of Metals. Environmental Science & Technology, 45, 4929-4936
- 7) Sakai S., Yoshida H., Hirai Y., Asari M., Takigami H., Takahashi S., Tomoda K., Peeler M. V., Wejchert J., Schmid-Unterseh T., Douvan A. R., Hathaway R., Hylander L. D., Fischer C., Oh G. J., Jinhui L., Chi N. K. (2011) International comparative study of 3R and waste management policy developments. Journal of Material Cycles and Waste Management, 13 (2), 86-102
- 8) Tasaki T., Yamakawa H. (2011) 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
- 9) 河井紘輔, 大迫政浩 (2011) ベトナム国ハノイ市における有価物フロー推計. 環境衛生工学研究, 25 (2), 21-29
- 10) 孫穎, 宮寺哲彦, 藤田壮 (2011) 中国における産業別グリーンサプライチェーンマネジメント (GSCM) の実証研究 - 瀋陽市の製造企業の事例 -. 土木学会論文集 G(環境), (環境システム研究論文集), 39, II 395-II 403

- 11) 孫穎, 渡邊雅士, 森晶寿, 宮寺哲彦, 藤田壮 (2011) 環境配慮型経営の展開と推進要因-日中企業の国際比較-. 環境科学誌, 24 (4), 275-288

(研究プログラム)

- 1) Hiraki T., Takeda O., Nakajima K., Matsubae K., Nakamura S., Nagasaka T. (2011) Thermodynamic criteria for the removal of impurities from end-of-life magnesium alloys by evaporation and flux treatment. SCIENCE AND TECHNOLOGY OF ADVANCED MATERIALS, 12
- 2) Kajiwara N., Noma Y., Takigami H. (2011) Brominated and organophosphate flame retardants in selected consumer products on the Japanese market in 2008. Journal of Hazardous Materials, 192 (3), 1250-1259
- 3) Ma H., Matsubae K., Nakajima K., Tsai M., Shao K., Chen P., Lee C., Nagasaka T. (2011) Substance flow analysis of zinc cycle and current status of electric arc furnace dust management for zinc recovery in Taiwan. Resources, Conservation and Recycling, 56, 134-140
- 4) Nakajima K., Takeda O., Miki T., Matsubae K., Nagasaka T. (2011) Thermodynamic Analysis for the Controllability of Elements in the Recycling Process of Metals. Environmental Science & Technology, 45, 4929-4936
- 5) Sakai S., Yoshida H., Hirai Y., Asari M., Takigami H., Takahashi S., Tomoda K., Peeler M. V., Wejchert J., Schmid-Unterseh T., Douvan A. R., Hathaway R., Hylander L. D., Fischer C., Oh G. J., Jinhui L., Chi N. K. (2011) International comparative study of 3R and waste management policy developments. Journal of Material Cycles and Waste Management, 13 (2), 86-102
- 6) 河井紘輔, 大迫政浩 (2011) ベトナム国ハノイ市における有価物フロー推計. 環境衛生工学研究, 25 (2), 21-29
- 7) 小林拓朗, 徐開欽, 李玉友 (2011) 中国農村地域における家庭用バイオガス施設の現況. 用水と廃水, 53 (9), 707-717
- 8) 小林拓朗, 徐開欽, 李玉友, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2011) バイオガス循環曝気式新規生物脱硫プロセスの連続実験による性能評価, 環境工学研究論文集, 48, 印刷中
- 9) 小林拓朗, 呉亜鵬, 徐開欽, 李玉友, 稲森悠平 (2011) 循環式水素・メタン二段発酵プロセスにおける消化液返送方法が水素発酵に及ぼす影響, 水環境学会誌、印刷中
- 10) 神保有亮, 蛭江美孝, 桂萍, 稲森悠平, 徐開欽 (2011) 生活排水を処理するハイブリッド型人工湿地における STEP 流入による窒素除去性能の向上と N2O 排出量の削減、用水と廃水、Vol. 53(12)、印刷中

2. 誌上発表 (査読なし)

(当該分野の研究活動)

- 1) 蛭江美孝 (2011) 東日本大震災における生活排水処理の状況と復旧・復興に向けた浄化槽の役割. 平成 23 年度版浄化槽普及促進ハンドブック, 1-9
- 2) 徐開欽 (2011) 海外での MBR システムによる排水再利用の動向—アメリカにおける事例を中心

に. 環境浄化技術, 10 (3), 30-37

- 3) 田崎智宏, 渡辺浩平 (2011) 海外における廃棄物発生抑制・リユースの取り組み. 廃棄物資源循環学会誌, 22 (44), 272-278
- 4) 寺園淳, 吉田綾, 滝上英孝 (2011) 国際資源循環における有害性・資源性を持つ物質の管理. 環境研究, (162), 28-36
- 5) 寺園淳 (2011) 循環資源貿易の考え方と金属スクラップ(雑品)の事例. 化学物質と環境, (109), 7-10
- 6) 林一毅, 山崎裕貴, 川本克也 (2011) 木質およびRPFを用いたガス化メタノール合成試験, タクマ技報 19-2 (印刷中)
- 7) 山川肇, 橋本征二, 田崎智宏, 藤井実 (2011) 2R研究の現状と課題-2R効果指標の可能性-. 廃棄物資源循環学会誌, 22 (4), 300-307

(研究プログラム)

- 1) 小林拓朗, 徐開欽, 李玉友, (2011) 中国農村地域における家庭用バイオガス施設の現況, 用水と廃水, 53(9), pp. 707-717
- 2) 田崎智宏, 渡辺浩平 (2011) 海外における廃棄物発生抑制・リユースの取り組み. 廃棄物資源循環学会誌, 22 (44), 272-278
- 3) 寺園淳, 吉田綾, 滝上英孝 (2011) 国際資源循環における有害性・資源性を持つ物質の管理. 環境研究, (162), 28-36
- 4) 寺園淳 (2011) 循環資源貿易の考え方と金属スクラップ(雑品)の事例. 化学物質と環境, (109), 7-10
- 5) 徐開欽 (2011) 海外でのMBRシステムによる排水再利用の動向—アメリカにおける事例を中心に. 環境浄化技術, 10 (3), 30-37
- 6) 徐開欽 (2011) : 海外でのMBRシステムによる排水再利用の動向—アメリカにおける事例を中心に. 環境浄化技術, Vol. 10(3)、P30-37
- 7) 徐開欽, 小林拓朗, (2011) 中国における水環境の現状とその保全対策の動向, 産業と環境, 印刷中
- 8) 徐開欽, 加藤善盛, 稲森悠平 (2011) 中国における水環境保全対策の動向と水ビジネスへの展開, 配管技術, 印刷中

3. 書籍

(当該分野の研究活動)

(1件)

Ishigaki T. (2011) Greenhouse Gas Emission from Solid Waste Disposal Sites in Asia. In: Sunil Kumar 編, Intergrated Waste Management volumeII, INTECH, 461-472

(研究プログラム)

(1件)

Ishigaki T. (2011) Greenhouse Gas Emission from Solid Waste Disposal Sites in Asia. In: Sunil Kumar 編, Intergrated Waste Management volumeII, INTECH, 461-472

4. 口頭発表

(当該分野の研究活動)

国外：19 件

国内：73 件

招待講演：14 件

- 1) Agusa T., Takigami H., Eguchi A., Fujimori T., Bekki K., Yoshida A., Terazono A., Ballesteros Jr.F.C., Takahashi S., Iwata H., Tanabe S. (2011) Human Exposure to Trace Elements from e-waste Recycling Sites in the Philippines. The Life Cycle of Metals: Improving Health, Environment and Human Security, Abstracts, 8
- 2) Kawamoto K. (2011) Energy from waste-Technologies and policy-. ISWA2011, Abstracts
- 3) Terazono A. (2011) Collection and Recycling of E-waste in Japan and Other Asia. Regional Workshop on the Public Private Partnership for E-Waste Collection, -
- 4) Terazono A., Yoshida A., Takigami H. (2011) Material flow, environmental effect and management measures of E-waste in Asia. World Congress of International Solid Waste Association (ISWA2011), Proceedings, 129-136
- 5) Terazono A., Yoshida A. (2011) Transboundary movement, recycling and management measures of E-waste in Asia. The Life Cycle of Metals: Improving Health, Environment and Human Security, Abstracts, 7-8
- 6) 石垣智基 (2011) 東日本大震災に起因する漂流漂着物問題について. 海ごみサミット愛媛会議, なし
- 7) 石垣智基 (2011) 廃棄物埋立地の安全利用に係るガス発生状況調査報告. 網干地区埋立地発生ガス関連調査中間報告会, なし
- 8) 鈴木剛, 滝上英孝, 酒井伸一 (2011) 室内での製品使用を通じた化学物質リスクの検索同定と評価. 第 14 回日本水環境学会シンポジウム, 同講演要旨集, 17-18
- 9) 滝上英孝, 大迫政浩, 酒井伸一 (2011) 震災廃棄物処理と化学物質対策について. フォーラム 2011 衛生薬学・環境トキシコロジー, 同講演要旨集, 97
- 10) 滝上英孝 (2011) バイオアッセイの環境分野での適用戦略: 化学分析代替法と毒性影響分析. フォーラム 2011 衛生薬学・環境トキシコロジー, 同講演要旨集, 101
- 11) 滝上英孝 (2011) 災害廃棄物と化学物質. 平成 23 年度全国環境研協議会廃棄物資源循環学会併設研究発表会, 同予稿集, 2-8
- 12) 滝上英孝 (2011) BFR のライフサイクルを通じた環境影響とその管理について (研究サイドから). 第 22 回廃棄物資源循環学会研究発表会企画セッション (物質フロー研究部会), なし
- 13) 寺園淳 (2011) 震災とアスベスト. 第 52 回大気環境学会年会, 講演要旨集, 122-123
- 14) 寺園淳 (2011) 諸外国におけるリサイクル資源の活用. 消費者大学講座第 175 期「国際化の中の日本の位置～環境・エネルギー」第 12 回学習会, なし

(研究プログラム)

国外：16 件

国内：42 件

招待講演：11 件

- 1) Agusa T., Takigami H., Eguchi A., Fujimori T., Bekki K., Yoshida A., Terazono A., Ballesteros Jr.F.C., Takahashi S., Iwata H., Tanabe S. (2011) Human Exposure to Trace Elements from e-waste Recycling Sites in the Philippines. The Life Cycle of Metals: Improving Health, Environment and Human Security, Abstracts, 8
- 2) Terazono A. (2011) Collection and Recycling of E-waste in Japan and Other Asia. Regional Workshop on the Public Private Partnership for E-Waste Collection, -
- 3) Terazono A. (2011) Transboundary Movement of Wastes between China and Japan. The 4th China-Japan Inter-Ministerial Working Group on Import and Export of Waste, Abstracts
- 4) Terazono A., Yoshida A., Takigami H. (2011) Material flow, environmental effect and management measures of E-waste in Asia. World Congress of International Solid Waste Association (ISWA2011), Proceedings, 129-136
- 5) Terazono A., Yoshida A. (2011) Transboundary movement, recycling and management measures of E-waste in Asia. The Life Cycle of Metals: Improving Health, Environment and Human Security, Abstracts, 7-8
- 6) 石垣智基 (2011) 廃棄物埋立地の安全利用に係るガス発生状況調査報告. 網干地区埋立地発生ガス関連調査中間報告会, なし
- 7) 鈴木剛, 滝上英孝, 酒井伸一 (2011) 室内での製品使用を通じた化学物質リスクの検索同定と評価. 第 14 回日本水環境学会シンポジウム, 同講演要旨集, 17-18
- 8) 滝上英孝 (2011) バイオアッセイの環境分野での適用戦略: 化学分析代替法と毒性影響分析. フォーラム 2011 衛生薬学・環境トキシコロジー, 同講演要旨集, 101
- 9) 滝上英孝 (2011) BFR のライフサイクルを通じた環境影響とその管理について (研究サイドから). 第 2 2 回廃棄物資源循環学会研究発表会企画セッション (物質フロー研究部会), なし
- 10) 寺園淳 (2011) 震災とアスベスト. 第 52 回大気環境学会年会, 講演要旨集, 122-123
- 11) 寺園淳 (2011) 諸外国におけるリサイクル資源の活用. 消費者大学講座第 175 期「国際化の中の日本の位置～環境・エネルギー」第 12 回学習会, なし

5. 特許等

(当該分野の研究活動)

(0 件)

(研究プログラム)

(0 件)

注)同一論文が、複数の項目に重複して掲載されている場合がある。