

I. 重点研究プログラム

2. 循環型社会研究プログラム

1) 実施体制

重点プログラム代表者： 循環型社会・廃棄物研究センター
センター長 森口 祐一

中核研究プロジェクト1：**近未来の資源循環システムと政策・マネジメント手法の設計・評価**

中核研究プロジェクト代表者： 循環型社会・廃棄物研究センター 循環技術システム研究室
室長 大迫政浩

分担者：

循環型社会システム研究室 橋本征二（主任研究員）、南齋規介（主任研究員）、阿部直也*（NIESポ
ストドクフェロー）、加用千裕（NIESポストドクフェロー）、横尾英史（NIES
ポストドクフェロー）

国際資源循環研究室 村上進亮*（研究員）、村上理映（NIESポストドクフェロー）

循環技術システム研究室 田崎智宏（主任研究員）、藤井実*（研究員）、稲葉陸太（研究員）、河井
紘輔（NIESポストドクフェロー）、鄭昌煥*（NIESポストドクフェロー）

中核研究プロジェクト2：**資源性・有害性をもつ物質の循環管理方策の立案と評価**

中核研究プロジェクト代表者 循環型社会・廃棄物研究センター 物質管理研究室
室長 滝上 英孝
(前代表者 循環型社会・廃棄物研究センター 副研究センター長 野馬幸生*)

分担者：

物質管理研究室 肴倉宏史（主任研究員）、渡部真文（研究員）、梶原夏子（研究員）、
小口正弘（NIESポストドクフェロー）、小瀬知洋*（NIESフェロー）、
白波瀬朋子*（NIESアシスタントフェロー）

廃棄物試験評価研究室 貴田晶子*（室長）、山本貴士（主任研究員）、鈴木剛（研究員）、川口
光夫（NIESフェロー）、藤森崇（NIESポストドクフェロー）、高橋史武*（NIES
ポストドクフェロー）

国際資源循環研究室 中島謙一（研究員）、村上進亮*（研究員）

循環技術システム研究室 田崎智宏（主任研究員）

中核研究プロジェクト3：**廃棄物系バイオマスのWin-Win型資源循環技術の開発**

中核研究プロジェクト代表者 循環型社会・廃棄物研究センター 資源化・処理処分技術研究室
室長 川本 克也

分担者：

副研究センター長 井上 雄三*)
資源化・処理処分技術研究室 山田 正人 (主任研究員)、小林 潤*) (研究員)
循環技術システム研究室 大迫 政浩 (室長)、稲葉 陸太 (研究員)
廃棄物試験評価研究室 倉持秀敏 (室長)
バイオエコ技術研究室 徐 開欽 (室長)、蛭江 美孝 (研究員)、佐野 彰 (NIESポスドクフェロー)、小林 拓朗 (NIESポスドクフェロー)、稲森 悠平*) (室長)、楮 春鳳*) (NIESフェロー)、李 東烈*) (NIESフェロー)、近藤 貴志*) (NIESポスドクフェロー)

中核研究プロジェクト4：**国際資源循環を支える適正管理ネットワークと技術システムの構築**

中核研究プロジェクト代表者 循環型社会・廃棄物研究センター 国際資源循環研究室
室長 寺園淳

分担者：

副研究センター長 井上雄三*)
国際資源循環研究室 吉田 綾 (研究員)、中島謙一 (研究員)、村上 (鈴木) 理映 (NIESポスドクフェロー)、村上進亮*) (研究員)
循環技術システム研究室 河井紘輔 (NIESポスドクフェロー)、崔 基仁*) (NIESポスドクフェロー)、李淑熙*) (NIESリサーチアシスタント)
資源化・処理処分技術研究室 山田正人 (主任研究員)、遠藤和人 (主任研究員)、石垣智基 (主任研究員)、Komsilp Wang-Yao*) (NIESポスドクフェロー)
廃棄物試験評価研究室 貴田晶子*) (室長)
物質管理研究室 滝上英孝 (室長)、肴倉宏史 (主任研究員)、渡部真文 (研究員)、梶原夏子 (研究員)、小口正弘 (NIESフェロー)
バイオエコ技術研究室 徐開欽 (室長)、蛭江美孝 (研究員)、神保有亮 (NIESポスドクフェロー)、稲森悠平*) (室長)、劉 超翔*) (NIESポスドクフェロー)、桂 萍*) (NIESポスドクフェロー)

関連研究プロジェクト1：**循環型社会形成のためのライフスタイルに関する研究**

関連研究プロジェクト代表者 社会環境システム研究領域 環境計画研究室
室長 (主任研究員**) 青柳みどり

分担者

社会環境システム研究領域
環境計画研究室 三瓶由起*) (NIESポスドクフェロー)

関連研究プロジェクト2：循環型社会実現に資する経済的手法、制度的手法に関する研究

関連研究プロジェクト代表者 社会環境システム研究領域 環境経済・政策研究室
室長 日引聡

関連研究プロジェクト3：特定地域における産業間連携・地域資源活用によるエネルギー・資源の有効利用の実証

関連研究プロジェクト代表者 アジア自然共生研究グループ環境技術評価システム研究室
室長 藤田壮

分担者：

循環型社会・廃棄物研究センター
循環技術システム研究室 藤井実** (研究員)
アジア自然共生研究グループ
環境技術評価システム研究室 孫穎 (NIES ポスドクフェロー)

関連研究プロジェクト4：資源作物由来液状廃棄物のコベネフィット型処理システムの開発

関連研究プロジェクト代表者 水土壤圏環境研究領域水環境質研究室
主任研究員 珠坪一晃

分担者：

水土壤圏環境研究領域
水環境質研究室 富岡典子 (主任研究員)、Wilasinee Yoochatchaval (NIES ポスドクフェロー)
循環型社会・廃棄物研究センター
バイオエコ技術研究室 徐開欽 (室長)、蛭江美孝 (研究員)

重点研究プログラムのその他の活動：廃棄物管理の着実な実践のための調査・研究

代表者 循環型社会・廃棄物研究センター 資源化・処理処分技術研究室
室長 川本 克也
(前代表者 副研究センター長 野馬幸生*)
(前々代表者 副研究センター長 井上雄三*)

分担者：

循環技術システム研究室 崔 基仁*) (NIESポスドクフェロー)
資源化・処理処分技術研究室 川本克也 (室長)、山田正人 (主任研究員)、遠藤和人 (主任研究員)、石垣智基 (主任研究員)、安田憲二*) (NIESフェロー)、朝倉宏*) (NIESポスドクフェロー)、成岡朋弘 (NIESポスドクフェロー)、石森洋行 (NIESポスドクフェロー)
廃棄物試験評価研究室 山本貴士 (主任研究員)、野馬幸生 (室長) *)、貴田晶子*) (室長)
物質管理研究室 滝上英孝 (室長)、渡部真文 (研究員)、肴倉宏史 (研究員)

バイオエコ技術研究室 徐 開欽(室長)、蛭江美孝(研究員)、佐野彰(NIESポスドクフェロー)、
稲森悠平*) (室長)、近藤 貴志*) (NIESポスドクフェロー)

基盤的な調査・研究：資源循環・廃棄物管理研究

代表者 循環型社会・廃棄物研究センター
センター長 森口 祐一

副研究センター長 野馬幸生*)、井上雄三*)
循環型社会システム研究室 橋本征二(主任研究員)、南齋規介(主任研究員)
国際資源循環研究室 中島謙一(研究員)
循環技術システム研究室 大迫政浩(室長)、田崎智宏(主任研究員)、稲葉陸太(研究員)
資源化・処理処分技術研究室 川本克也(室長)、小林 潤*) (研究員)、佐伯孝*) (NIESポスドクフェロー)、
黄仁姫*) (NIESポスドクフェロー)
廃棄物試験評価研究室 倉持秀敏(室長)、山本貴士(主任研究員)、野馬幸生*) (室長)、
貴田晶子*) (室長)
物質管理研究室 小口正弘(NIES フェロー)
バイオエコ技術研究室 蛭江美孝(研究員)

知的研究基盤整備：循環型社会・廃棄物研究分野の知的研究基盤整備

代表者 循環型社会・廃棄物研究センター
センター長 森口 祐一

分担者：

副研究センター長 井上雄三*)
循環型社会システム研究室 橋本征二(主任研究員)、南齋規介(主任研究員)、加用千裕(NIESポ
スドクフェロー)、横尾英史(NIESポスドクフェロー)
循環技術システム研究室 大迫政弘(室長)、田崎智宏(主任研究員)、稲葉陸太(研究員)、河井耕
輔(NIESポスドクフェロー)、
資源化・処理処分技術研究室 山田正人(主任研究員)
廃棄物試験評価研究室 貴田晶子*) (室長)
物質管理研究室 滝上英孝(室長)、肴倉宏史(主任研究員)

※所属・役職は年度終了時点のもの。また、*)印は過去に所属していた研究者を示す。**)印は研究実施
当時の所属、役職

2) 研究の目的

循環型社会形成推進基本計画が策定されるなど、法制度の制定・改正・施行や各種取り組みの進展によって、廃棄物の最終処分量は減少しリサイクル率は上昇しているが、排出量はここ数年横ばい傾向にあり、廃棄物の発生抑制、循環資源の再使用・再生利用を引き続き促進する必要がある。また、従来型の廃棄物処理においてもアスベストや製品含有物質等の適正な処理が確保できない事例が依然として生じている。

このため、資源採取、生産、流通、消費、廃棄等の社会経済活動の全段階を通じて、資源やエネルギーの利用の面でより一層の効率化を図り、健全な物質循環をできる限り確保することによって、衛生的な生活環境を保ち、環境への負荷を少なくし、循環を基調とする社会経済システムを実現することが重要である。さらに、このような循環型社会の実現は、我が国のみにとどまらず、国際的にも重要な課題となっている。

そこで、本研究プログラムにおいては、「廃棄物の処理処分や資源の循環的利用が適切な管理手法のもとで国民の安全、安心への要求に応える形で行われることを担保しながら、科学技術立国を支える資源循環技術システムの開発と国際社会と調和した3R（リデュース（発生抑制）、リユース（再使用）、リサイクル（再生利用））推進を支える政策手段の提案によって、循環型社会の近未来の具体的な姿を提示し、そこへの移行を支援すること」をプログラム立案時の目的に掲げた。

3) 研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	累計
運営費交付金	463	497	530	528	505	2,523
その他外部資金	561	322	226	271	208	1,588
総額	1,024	819	756	799	713	4,111

4) 平成18～22年度の実施概要およびその成果

(1) 中核研究プロジェクト

1) 中核プロジェクト1：近未来の資源循環システムと政策・マネジメント手法の設計・評価

近未来における循環型社会の形成を目指し、日本社会がどのような方向に行っても、持続可能な資源利用と廃棄物管理が達成された循環型社会のビジョンと必要な対策パッケージを提示する。具体的には、10～20年後の社会条件の変化（社会シナリオ）から循環資源・廃棄物の物質フローの変化を予測するためのモデルを構築するとともに、循環型社会に向けた地域・国レベルの具体的な技術システムと政策・マネジメント手法を検討し、モデル分析を援用してその実現可能性と効果を評価することによって、循環型社会ビジョン実現のための対策パッケージを示す。以上を全体計画とした。

10～20年後の近未来における様々な社会条件の変化とそれに伴う循環型社会への影響を、ワークショップ形式での検討などシナリオプランニングの手法を援用して明らかにし、資源価格と国・地域の自立性の軸で分類される複数のシナリオを作成した。これに合わせて、各種の社会変化や対策導入がもたらす製品・サービス需要への影響、天然資源消費量・環境負荷発生量への影響を推計するため、製品フロー・ストックモデル、生産プロセスモデル、廃棄物管理プロセスモデルから構成される分析モデルを作成した。以上をもとに、個人主義・技術志向・速い社会変化等で特徴付けられる社会シナリオAと共生主義・自然志向・遅い社会変化等で特徴付けられる社会シナリオBを設定し、それぞれ天然資源消費抑制や環境負荷低減につながる対策を講じない場合と講じた場合の天然資源消費量・環境負荷量を推計した。以上をもとに、近未来の対策パッケージとしての2つのシナリオを作成した。

シナリオプランニングの成果は、UNEP 資源パネルの WS で紹介され議論に貢献した。資源循環による天然資源消費抑制量・環境負荷削減量の推計結果は、循環型社会形成推進基本計画の進捗状況の検討に活用された。成果の一部は環境・循環白書に掲載され、デポジット制度研究の成果は R シリーズ報告書として出版した。このほか、研究成果や研究実施過程での議論は、随時環境省のその他の検討会等における議論に反映された。

2) 中核プロジェクト 2 : 資源性・有害性をもつ物質の循環管理方策の立案と評価

廃棄物の適正管理及び、製品、資源の循環的利用が有害性と資源性（有用性）の両面を見据えた新たな物質管理手法の下に行われることを目指し、国民の安全、安心への要求に応えつつ、資源の循環的利用を促進し、資源回収・適正処理の高度化を支援することを目的として実施した。資源性と有害性の両面を見据えた物質管理方策を提示し、再生品促進のための環境安全品質の管理手法を確立することを到達目標とした。

リサイクルが拡大する中で有害性と資源性の二面性をもった物質の適切な管理が重要であり、物質管理の実態の把握とそのあり方について研究を実施した。特にテレビやパソコンといった資源性、有害性の観点から重要度の高い家電製品を対象に研究を実施した。製品使用や廃棄/リサイクルなどの製品ライフステージの各段階での臭素系難燃剤等の環境排出、制御方策の検討やヒトへの曝露について解析を実施し、製品製造過程の環境排出寄与、製品使用過程のヒト曝露寄与が高いことが分かった。製品の中でのリサイクル必要性の優先度や、製品中金属の回収性について見通しをつけるため、家電製品を対象に金属資源としての価値を相対的に評価、整理し、金属含有量と総量の両面が重要であることを示した。廃プラスチック再生製品について、特に有害物質混入可能性の視点から情報収集調査を実施し、原料受入基準設定や品質情報伝達等による品質管理の実態を把握した。物質管理方策の方法論あるいは管理方策の基本モデルの提示に向けた取り組みを行い、物質管理方策として、曝露・被害防止、クローズド化、チェックゲート、情報管理（情報伝達とトレーサビリティ）、管理体制の整備の5つがあることを抽出し、管理方策の重点はハイリスクからミドルリスク物質へ、またチェックゲート管理から情報管理へと変遷していることが確認できた。

3) 中核プロジェクト 3 : 廃棄物系バイオマスの Win-Win 型資源循環技術の開発

エネルギー/マテリアル回収技術の開発サブテーマにおいて、比較的水分の少ない木質系バイオマス等から熱分解ガス化-低温触媒改質によって、また水分の多い食品系バイオマスから水素-メタン二段発酵プロセスによって、高効率で回収できることを示した。ガス化-改質においては、補助材と組み合わせた触媒適用により 850℃以下という低温で最大 66 mol/kg-dry原料の水素ガスおよび発電利用に十分な熱量保有ガスを回収し、水素-メタン発酵においては、最適条件の確立によりバイオガス収率を 5.2 mol-H₂および 20 mol-CH₄/kg-(dry 生ごみ)まで高めるとともに、微量栄養塩添加により標準的なメタン発酵運転条件の半分以下の滞留時間での運転を可能とし、プロセスの完成形を示した。一方、リンの高品位マテリアル回収を可能とする技術をほぼ確立した。また、廃油脂類を原料としたBDF油の製造技術に関して、反応速度と収率において従来法を 100 倍上回る革新的技術を開発した。以上の技術開発から数件の特許申請を行った。

一方、開発技術をシステム化することで地域循環圏の計画手法を構築するため、食品および木質廃棄物系バイオマスに焦点を絞り、賦存量データベースと需給解析に立脚した地域に最適な技術適用のケーススタディを実施するとともに、プロジェクト内での開発要素技術を導入した統合システムを提案・設計・評価した。また、プロセスシミュレーションによる本開発技術およびその複合システムの総合評価を行い、検証した。

4) 中核プロジェクト 4 : 国際資源循環を支える適正管理ネットワークと技術システムの構築

アジア地域での資源循環の適正な促進に貢献すべく、途上国を中心とする各国での資源循環、廃棄物処理に関する現状把握を通して、アジア地域における資源循環システムの解析を行った。また、技術的側面から

の対応として、適正処理及び温暖化対策を両立する途上国に適合した技術システムの設計開発と適用による評価を実施した。

家電・パソコン等の国内・国際フローの分析から、推定中古輸出台数が伸びていることや、輸出先は規制が緩い国へ変化していることを明らかにした。アジア諸国での E-waste 発生量の増加傾向や、中国に廃基板が集中している状況も把握した。中国、フィリピン、ベトナムなどでは E-waste のリサイクル技術の類型化を行い、途上国の管理制度設計に向けてフォーマル化などの必要性を指摘した。

家電等が金属スクラップに混入して輸出されている現状や、火災現場でのダイオキシン類発生特性を明らかにして、国内取引や輸出規制強化の必要性を指摘した。また、途上国での E-waste の不適正リサイクルを想定して、国内での各種模擬実験からは非制御燃焼下での PBDEs の排出増加を示した。海外の現地調査からは、インフォーマルリサイクル現場周辺の POPs や鉛など重金属による汚染、貴金属回収における金属拡散事例を確認した。

国内外の埋立地においては、温室効果ガス放出を評価する新たなパラメータを取得したことで、タイで準好気性埋立のパフォーマンスを評価する実証実験の段階に達した。液状廃棄物については、中国の農村地域における汚水性状を把握し、人工湿地による高度処理と温室効果ガス削減を両立可能な条件を明らかにした。また、地域特性に応じた最適な処理技術を選択するシステムの基盤を構築した。

(2) 関連研究プロジェクト

循環型社会・廃棄物研究センター以外の研究ユニットの研究者が中心となるプロジェクトとして、

- 1) 関連 PJ1：循環型社会形成のためのライフスタイルに関する研究
- 2) 関連 PJ2：循環型社会実現に資する経済的手法、制度的手法に関する研究
- 3) 関連 PJ3：特定地域における産業間連携・地域資源活用によるエネルギー・資源の有効利用の実証
- 4) 関連 PJ4：資源作物由来液状廃棄物のコベネフィット型処理システムの開発

の4課題を実施した。これらのうち、関連 PJ1 については、平成 20 年度まで、関連 PJ2 は平成 21 年度までで終了した。また、関連 PJ4 は平成 21 年度から開始した。その実施概要を以下に示す。

関連 PJ1 では、循環型社会の形成のための市民の意識や行動に関する研究を実施し、特に、エネルギー消費や廃棄物問題等市民の行動が必要不可欠な分野に焦点をあて、持続可能な消費形態のあり方や社会全体の持続可能な消費への移行についての方策を探った。ライフスタイル変革のための有効な情報伝達手段とその効果に関する研究として、環境に関する情報源について全国調査と時系列調査、マスメディアの内容分析を実施した。情報源に関する全国調査の結果、テレビは気候変動問題に対する「関心」の喚起に効果があり、新聞は「理解」に効果があるらしいことが判明した。気候変動問題についての市民の理解と対応についての調査分析および文化モデルの構築として、社会人を対象として映像とレクチャーを用いたフォーカス・グループ・インタビュー調査を実施した。これまでの調査において、知識および理解に欠如（知識がない、もしくは間違った知識を持ったまま修正されていない・修正のチャンスがない）が多く観察されたため、気候変動問題の「科学的側面」、「対策的側面」に関するレクチャーを追加して調査を実施した。レクチャーの効果は大きく、調査対象者の自己評価での「理解度」、「対策行動やる気度」のいずれも大きな上昇を示した。

関連 PJ2 では、経済的手法がごみ排出行動等に与える効果について行動モデルを構築するためにデータ収集、フレームワークの検討、モデルパラメータの推計を行った。家計のごみ排出行動、リサイクル行動に関する家計調査を実施し、基礎的なデータを収集した。また、ごみ処理手数料、ごみ回収頻度、資源ごみの分別数、個別回収かステーション回収か、家計の属性変数（家計所得、家計人員、職業など）などを明示的に考慮した家計のごみ排出行動、リサイクル行動モデルのフレームワークを構築した。また、データを使ったモデルのパラメータ推計手法についても検討した。家計調査によって構築したデータベースを用いて、家計のごみ排出モデルのパラメータを推計し、各種政策変数とごみ排出行動（ごみ排出量）との関係を分析した。

具体的にはごみ排出の価格弾力性を算出し、政策手法（資源ごみ回収品目、収集頻度、処理手数料等）の導入効果を算出した。

関連PJ3では、東京圏域を対象に、スケールの異なる循環圏を科学的な算定をもとに同定し、その形成支援の技術・政策システムの設計と評価のシステム構築に取り組んだ。家庭ごみや廃プラスチックや緑地・農林副産物などの有機再生資源（含炭素廃棄物）の分布特性の解析に基づき、地域の循環基盤及び産業施設の分布特性を活かす「循環圏域」の設計と評価システムを構築した。「東京圏域（1都3県）」を対象として、都市活動集中や先進的産業集積、農地緑地などの「循環資本」を活かす循環圏形成のプロセスを構築した。環境技術の開発と政策、循環ビジネスの展開軸を明らかにし、産業間の副産物連携拡大や都市・産業連携などの循環形成方を設計・評価するシステムを構築した。

関連PJ4では、資源作物（サトウキビ等）由来液状廃棄物（廃液）の適正処理法の開発を行い、コベネフィット型処理技術の確立を目指す。高濃度有機性廃液の処理に対応可能なラボスケールメタン発酵処理システムを独自に設計・作製し、温室効果ガスの放散等の要因となっている糖蜜系廃液の処理試験（国内：糖蜜廃液、タイ：バイオエタノール蒸留廃液）を行った。酸生成槽の設置やメタン発酵槽の高さ方向に複数設置したガス分離装置の効果により、効率的なバイオガス（硫化水素を含む）の系外排出が可能になり、汚泥の高濃度保持（60 gVSS/L以上）と硫化物濃度の低減が達成され、有機物負荷 30 kgCOD/m³/day（安定化池の30倍程度の負荷）の条件下で有機物除去率 85-90%（後処理含め 95%）、除去有機物のメタン転換率 90%の安定した処理性能を発揮している。処理後の廃液を、サトウキビ栽培のための液肥（灌漑用水）としての利用する際の影響評価をタイの試験圃場において行い、処理後の廃液の散布では畑地からのメタンの放出を低減できることが分かった。

(3) 重点研究プログラムのその他の活動：廃棄物管理の着実な実践のための調査・研究

廃棄物行政が直面する種々の課題の解決を支援するため、以下の4課題に取り組んだ。

- 1) 循環型社会に対応した安全・安心な適正処理・処分技術の確立
- 2) 試験評価・モニタリング手法の高度化・体系化
- 3) 液状・有機性廃棄物の適正処理技術の高度化
- 4) 廃棄物の不適正処理に伴う負の遺産対策

課題1)では、入り口制御を重視した新たな最終処分場の類型（土地造成型・備蓄型・安定化促進型）を設定し、廃棄物の発生源まで遡上して管理するシステムを提案した。産業廃棄物は素材や汚れの有無等により細分化され取引されていた。中間処理を経由する産業廃棄物の物流を取引先の費用分布で表現するモデルを構築した。建設廃棄物破碎選別残渣から木くず等を削減するためには追加の手選別と比重差選別が必要であった。新しい埋立類型の社会適合性等について検討した。ライシメータ実験で中間覆土の透気性を高めると浸出水汚濁負荷の低下が加速された。ホウ素除去に対応した膜分離による浸出水処理システムを現場で実証した。アスベスト埋立跡地の形質変換ガイドライン案を提示した。海面最終処分場の集排水設備の機能を数値解析で評価し、跡地利用へ向けた維持管理技術システムを提案した。

焼却処理施設等に関する管理手法の構築に関しては、各種焼却施設に係る詳細実態調査から、発電・熱利用指標等をはじめ施設特性が表示可能な指標を抽出した。また、簡易で迅速な有機ハロゲン量の測定が施設管理に適用できることを実測を通じて示した。さらに、廃プラスチック圧縮工程等からのVOC排出および除去特性を明らかにした。

課題2)では、次期POPs候補物質等として、ペンタクロロベンゼン、ニトロPAH、ベンゾトリアゾール、リン系難燃剤、有機フッ素化合物(PFOS)の分析方法を検討し、一部の物質について燃焼実験を行い、燃焼・分解挙動を把握した。廃棄物中のダイオキシン類やPCBの簡易測定法の公定法化に貢献し、環境省における技術評価、マニュアル策定に深く関与した。PCBについては主体的にとりまとめた生化学的分析法

の JIS 通則が成立した。再生製品・廃棄物のモニタリング手法として、カートリッジ式ボルタンメトリーによる溶融スラグの鉛の分析を行い、感度、精度について現場適用の目処を付け、蛍光 X 線分析法で多種廃棄物の含有組成を分析し、類似度検索機能を持ったデータベースを作成した。生殖毒性等に関連する各種核内受容体を発現するレポーター遺伝子アッセイ系の導入・確立を行い、簡易包括毒性評価システムとして提示し、底質、大気粉塵やハウスダスト等の試料への適用展開を図り、結果の類型化を行って、対象媒体やサンプリング地域で観察される共通点や差異について解析した。

課題 3) では、液状廃棄物の処理フロー全体を捉えた効率的な処理・資源化システムを確立するため、生ごみディスポーザ対応浄化槽の実験的検討、温室効果ガス排出量の算定、汚泥の質・量的調査、生物・物理化学的手法の導入による汚泥減量化技術の開発等を通じて、液状廃棄物処理の高度化のためのシステムおよび技術開発を行い、地域特性に応じた環境低負荷・資源循環技術システムによる液状廃棄物の適正管理手法の構築を図った。これらの液状廃棄物適正処理・温暖化対策について、所期の目標に向けて概ね順調に遂行できた。また、浄化槽の実規模試験をバイオエコ施設において実施し、温室効果ガス排出量の算定・削減のための基盤技術を構築するとともに、実現場の浄化槽における温室効果ガス排出量の調査を進めており、インベントリへの貢献がなされる見込みである。今後は、既存の処理フローにとらわれず、社会全体の最適化を考慮し、地域で発生するバイオマス資源の利活用、省エネ、低炭素化および適正処理技術システムの構築に繋げることが課題である。

課題 4) では、POPs 廃農薬の処理に関して、処理時の排出指針値や適正処理方法の評価を行い、POPs 廃農薬の処理に関する技術的留意事項の改訂案を作成した。PCN 含有製品の焼却処理や製造施設の除染に関し、排ガス等や周辺環境のモニタリングを通じ適正処理に貢献した。PCN 原体の分解処理に関し、ジオメルト法による分解実証やメカノケミカル法の実験的検討を行い、PCN の分解と周辺環境の汚染がないことを確認した。

不法投棄・不適正処分場における堆積廃棄物火災の消火に必要な機器類や制御方法等について検討し、技術選定プロトコルを作成し、研究成果を報告書としてとりまとめた。また出火危険性を把握する現場調査法と評価法を発火が疑われる重点調査地点の抽出フローとして提案した。建設系解体廃棄物と木くず堆積現場にて発生した無炎燃焼火災が有炎燃焼となることを未然に防止するため、廃棄物中の温度分布やその変化に着目することの重要性について明らかにした。

(4) 基盤的な調査・研究：資源循環・廃棄物管理研究

中期計画に明示した課題 1)「廃棄アスベストのリスク管理に関する研究」および課題 2)「資源循環に係る基盤技術の開発」の 2 課題に取り組むとともに、外部研究資金の獲得を交えて、資源循環・廃棄物管理分野の長期的な視点に立った研究課題に取り組んだ。

課題 1) では、将来的な廃棄アスベストによる健康被害の拡大防止の観点から、以下の各課題を実施した。①無害化処理物の確認試験法として、水分散法による試料調製と透過型電子顕微鏡(TEM)法による測定を組み合わせた方法を考案した。本試験法は環境省の石綿含有廃棄物無害化処理の大臣認定に活用された他、同省の石綿検定方法通知に反映された。また、廃棄物処理・資源化に関連する試料の分析で必要となる固体試料分析法の検討を行った他、分析精度管理手法に関して位相差顕微鏡(PCM)法や電子顕微鏡法でのクロスチェック等により誤差要因やその改善方法について検討した。②5 種のアスベスト標準熱処理物を調製して X 線回折法と TEM 法で分析し、処理温度の上昇に伴い結晶構造(鉱物種)が変化し、繊維数濃度が減少することを確認するとともに、in vitro 及び in vivo 試験による毒性評価から処理温度と各種物性や毒性の変化との関係を明らかにした。③土壌や底質等一般環境試料中のアスベストを TEM 法や偏光顕微鏡(PLM)法等により分析して国内のデータを集積し、廃棄アスベストの無害化処理レベル検討のための知見を得た。④建設廃棄物及び一般廃棄物処理施設でのアスベストの飛散実態の把握のための調査を行った。

課題 2)では、環境装置メーカー等に属すメンバーとの間で、「環境・資源化技術研究会」を組織し、廃棄物資源化および環境保全技術動向の調査、各メーカーの保有技術に関する情報交換および実機プラントの実地調査・ヒアリング等を行った。一方、小規模の実験主体のシーズ研究については、①高温・高圧流体を適用した有価物の抽出技術、②電磁波を利用した資源化技術および③炭化による資源化技術に関し、実験を主体に検討し、最適抽出条件、加熱温度と材料剥離性、炭化とガス化の物質収支等を明らかにした。

また、第2期中期計画開始時点で計画の別表に明示した上記2課題以外に、外部研究資金の獲得を交えて、資源循環・廃棄物管理分野の長期的な視点に立った課題を実施した。

廃棄物管理を下支えする基礎的な課題として、廃棄物処理等科学研究費による課題「家庭系廃製品の残留性化学物質と3Rシナリオ解析」および「循環過程を含む製品ライフサイクルにおけるBFRのリスクコントロールに関する研究」(平成18～22年度)において、臭素系難燃剤および代替難燃剤の蒸気圧等の物性を測定する手法を開発し、それらの物性値を初めて明らかにした。さらに、多成分系に対応した物性予測モデルの開発、pHの影響の数式化、プラスチックから環境媒体への分配予測モデルの開発等を行い、処理・資源化・再利用過程を意識した多様な条件下における難燃剤の分配挙動を推定することが可能となった。

また、比較的研究が少ないリデュース、リユース分野の研究として、循環型社会形成推進科学研究費による課題「リデュース・リユースの分析・評価手法の体系化とその適用研究」(平成20年度～)に取り組むとともに、科研費による課題「廃棄物政策のインセンティブ設計」(平成21年度～)では世界規模のリユースの経済研究を進めた。近年の3R研究が学際的かつ多彩な傾向を強めていることを確認するとともに、今後はビジョン提示型やマネジメント、参加型アプローチといった政策研究、高度化、低コスト化、システム志向といった技術研究が重要になると考えられた。省エネ製品の買替研究では、等環境負荷線を用いたLCA手法を提案し、具体的な行動指針の知見(大型化、トップランナー機種への買替等)を得た。また、中古電気電子製品が輸出された後に環境問題を引き起こす場合に、輸出国での廃棄物税や回収への補助金等で世界の厚生水準を効率的な水準に示すことを示した。

さらに広義の循環型社会に関するテーマとして、「国際サプライチェーンを含む生産消費システムを対象とした環境負荷分析の理論と実践」を財団の助成金により、平成20年度から実施した。分析の中心となる国の部門解像度を高め、かつ国際サプライチェーンを整合的に記述するGlobal Link Input-Output Model(GLIO)を開発した。230カ国の経済とGHGデータを整備し、日本の最終需要に伴い国内外で発生するGHGを定量化した。金属、バイオマスに関する貿易データを整備し、マテリアルフロー分析に向けたGLIOの拡張を行った。

なお、物質・エネルギーフローに着目したシステム分析研究については、平成18年度まで、地球環境研究総合推進費「物質フローモデルに基づく持続可能な生産・消費の達成度評価手法に関する研究」においても実施しており、それらの実績をもとに、資源生産性や資源効率に関するOECD、UNEP等の国際的活動に継続的に参画した。その成果は、循環型社会形成推進基本計画における物質フロー指標の改訂、フォローアップに活用された。

(5) 知的研究基盤の整備

資源循環・廃棄物分野における知的研究基盤として関連データの収集を継続的に実施して、データベース(以下、DBという)の整備を行った。これらは、①物質フローDB、②廃棄物・再生材の化学特性DB、③資源循環・廃棄物処理技術DBに大別することができ、①については、明治以降の日本の資源投入時系列DB、一般廃棄物実態調査アーカイブDB、平成17年産業連関表に対応させた環境負荷・廃棄物DB、製品・ストックの使用年数DB等の整備を行った。また、平成20年度からは、アジアの廃棄物フロー等のデータ収集も実施した。②については、産業廃棄物の性状データならびに溶融スラグ、焼却残渣、鉍滓等の再生製品溶出試験データを収集して、建設系再生製品の環境安全性DBとして整備を行った。また、食品残渣の性状

等のDB化を進めた。③については、循環技術プロセスの投入・産出DBの整備を進めた。さらに、政策DBとして、国外のデポジット・リファンド制度の情報源情報を公開した。

5) 平成22年度の実施概要およびその成果

(1) 中核研究プロジェクト

1) 中核プロジェクト1：近未来の資源循環システムと政策・マネジメント手法の設計・評価

これまでに検討してきたモデル、シナリオの妥当性を検討するため、食品、容器包装、耐久消費財、耐久財の分野ごとに5名程度の専門家を招聘してのヒアリング会を実施した。ヒアリングの結果をもとにモデル及びシナリオの改善を行い、近未来の対策パッケージとしての2つのシナリオを提示した。以上の改善によって、循環利用技術のデータ整備を完了させるとともに、技術システムの観点からのシナリオの妥当性を向上させた。また、各分野での対策や自治体の施策を①各シナリオに向かうための対策と②各シナリオにおいて講じなければならない対策などに区別しながら、その背後にある基本的考え方をふまえて、概念等を整理した。さらに、デポジット制度、資源回収ポイント制度については、その検討結果を研究所のRシリーズ報告書として刊行した。22年度には循環型社会の中長期グランドデザインの検討等が始まっており、構築したモデルを用いての分析や提示した対策パッケージ等が今後の検討に役立つものと考えられる。

2) 中核プロジェクト2：資源性・有害性をもつ物質の循環管理方策の立案と評価

プラスチックリサイクル・廃棄過程における化学物質管理方策の検討として、繊維製品を対象に使用時挙動実験を実施し、曝露・リスク評価を行う上で重要なパラメータを得た。プラスチックリサイクルで再生材料の品質管理上、問題となっている課題解決へ向けた取り組みを実施した。プラスチックリサイクル実施におけるVOC挙動解析に活用すべく室内実験により圧縮過程でのVOC排出原単位を算定した。

また、基板等の複合素材に含まれる金属分析のための試料分解方法を詳細に検討した。自治体における電気・電子製品含有物質のフローを推計した。また、使用済み電気・電子製品の収集・処理方法をアンケートにより調査し、国内の処理フローの実態をとりまとめた。熱力学解析に基づいて、乾式製錬・再溶解プロセス及び焼却灰の熔融プロセスにおける元素の分配挙動の解析を実施した。

これまでに開発した再生製品の環境安全品質管理手法を各種再生製品へ適用し、これらの環境影響に関するデータを蓄積した。循環資材の環境安全品質評価と管理に関する「基本的考え方」をとりまとめた。

前年度までに整備した約40法制度の物質管理規定をレビューを継続実施した。その上で、物質管理の目的や保護すべき対象の変遷、さらに基本管理方策の変遷を整理し、過去から現在までの物質管理方策を展望し、今後の物質管理方策に求められる方向性を考察した。

3) 中核プロジェクト3：廃棄物系バイオマスのWin-Win型資源循環技術の開発

要素技術研究においては、熱分解ガス化、水素およびメタン発酵プロセスに関する技術的因子は前年度までにはほぼ明らかにしたことから、ガス化-改質においては副成するタール分等の発生特性とその制御、発酵においては排出される高濃度の残液（脱離液）の高度処理等システム全体での環境負荷の低減に実験研究として注力した。その結果、次段階の技術開発に生かせる技術要素すなわち有効な触媒や充填材等のもつ効果を明らかにすることで成果を得た。一方、要素技術の確立を踏まえて、実用化において重要なパラメータを加味した成立要件等を明確にするため、システムインテグレーションに係るシミュレーションを実施した。

上記開発3要素技術を導入した統合システムを提案し、企業への聞き取り調査等を通じて技術やコストのデータを収集・整理した。また、関東圏の都県を各種バイオマス発生比率で類型化し、プロセスシミュレーターを活用して各類型に対応する統合システムを設計・評価することによって、地域循環圏の適合性を確認した。

4) 中核プロジェクト4：国際資源循環を支える適正管理ネットワークと技術システムの構築

国際共同研究によってアジア各国内における E-waste のリユース・リサイクルの実態を調査し、類型化を試みた結果、各国のインフォーマルリサイクル現場をはじめとするリサイクル技術の概要や特徴を把握し、金属回収や有害物質汚染の状況及び対策を検討する情報を入手できた。また、ベトナム、フィリピン及びインドネシアの複数のリサイクル現場において、作業環境や人の健康試料を採取・分析し、POPs や重金属による汚染、貴金属回収における金属拡散事例、ならびに新技術由来とみられる有害金属曝露の可能性を確認した。国内外の携帯電話のリサイクル制度を比較検討し、回収率向上などに向けた課題を指摘した。日本から輸出される金属スクラップについては、国内取引や火災発生状況を調査し、国内取引、輸出関連規制や安全管理にかかる適正管理方策を示した。

アジア諸国における廃棄物対策シナリオ設定に向けて、中間処理の導入途上にある近年の欧州諸国をレビューした結果、都市ごみのストリームでは、まず生物処理が導入され、同処理率が4割程度に達すると焼却処理が導入され始めるというパターンを示した。準好気性埋立の効果を実証するために設置したテストセルにてモニタリングを行い、埋立初期の発生ガス量等のデータを取得した。周波数を調整したレーザーメタン検出器を超音波3次元風向風速計と同期させる手法を示した。好気及び嫌気が共存する条件下の有機物分解パラメータのオーダーを把握した。埋立地内における保有水の挙動把握のため、水みちを亀裂性岩盤モデルによって表現し、水の流れや溶出、有効間隙率の影響の程度を把握した。

液状廃棄物については、地域特性に応じた小規模分散型污水处理システムの処理機能解析を実施し、地域によって技術の適合性に大きな差があることを明らかにした。また、人工湿地システムにおいて、流入方法の改変による高度処理化の最適条件の確立に目途をつけた。さらに、様々な処理方法の技術的制約条件の調査を行い、技術データベースの拡充を図るとともに、技術選択に必要となる自然的・社会的制約条件の整理を進め、地域特性に応じた最適な液状廃棄物処理技術を選択するシステムの基盤を構築した。

以上について、ワークショップの開催や国際研究協力の実施により研究者ネットワークの構築に努めるとともに、関連する各種行政支援も行った。

(2) 関連研究プロジェクト

全4課題のうち、2課題は21年度以前に終了し、22年度は2課題を実施した。

「特定地域における産業間連携・地域資源活用によるエネルギー・資源の有効利用の実証」では、物質代謝の空間情報を関係主体間で共有する地理情報データベースを構築し、循環圏形成の中核となる転換技術の代謝プロセスモデルと、輸送プロセスを含む循環チェーンとLCAを用いて評価するグリッドシティシステム構築した。また、拠点整備事業から統合的都市・産業政策など多様な代替的施策を設計・評価する基本フレームを構築した。

「資源作物由来液状廃棄物のコベネフィット型処理システムの開発」では、高濃度有機性廃液の処理に対応可能なラボスケールメタン発酵処理システムを独自に設計・作製し、糖蜜系廃液の処理試験（国内：糖蜜廃液、タイ：バイオエタノール蒸留廃液）を行った。また、酸生成槽の設置による酸生成と硫化物除去の促進に関する検討と、保持汚泥への硫化物やカチオン類の阻害の影響評価を行い、安定運転のための基礎知見を収集した。さらに、処理後の廃液を、サトウキビ栽培のための液肥（灌漑用水）としての利用する際の影響評価（温室効果ガスの発生等）をタイの精糖関連企業と連携して行った。

(3) 重点研究プログラムのその他の活動：廃棄物管理の着実な実践のための調査・研究

1) 循環型社会に対応した安全・安心な適正処理・処分技術の確立

新規埋立類型に埋め立てる廃棄物の埋立後の挙動を評価する実験系の設定と数値埋立モデルの構築を進め、平衡と物質移動を評価できるモデルを構築した。産業廃棄物物流モデルにより破碎選別技術の機能を評

価した。浸出水の膜処理技術の性能を現場試験と生物試験等によって評価した。海面埋立処分場の廃止基準適合評価手法の一般化と、国土交通省等と連携して跡地利用を考慮した処分場のあり方について検討した。焼却処理施設管理手法の構築に関しては、資源化や熱回収等の面でとくに優れた焼却施設を対象とした実運転データを求め、物質収支および熱収支等の解析から適正管理指標の改良をはかった。最新の廃プラスチック類圧縮中間処理施設において、VOC等の低濃度有機汚染物質を測定し光触媒および活性炭処理設備の除去特性評価を行った。

2) 試験評価・モニタリング手法の高度化・体系化

実製品に使用されている化学物質として臭素化難燃剤の代替物質である有機リン系難燃剤について、廃棄物処理過程（焼却）における分解挙動を把握し、それらの制御性について考察した。絶縁油中の微量PCBに関する簡易測定法、特に基準値について陰性判定を行うための迅速判定法についての導入検討を行い環境省マニュアル第2版に反映された。多種類の核内受容体結合／レポーター遺伝子アッセイを底質、大気粉塵やハウスダスト等の試料へ適用し、得られた活性結果から、ハザードの類型化を行い、対象媒体やサンプリング地域で観察される共通点や差異について解析した。

3) 液状・有機性廃棄物の適正処理技術の高度化

液状廃棄物処理フロー全体の最適化を目指し、生ごみディスポーザ対応浄化槽における処理スケール等に応じた処理特性、汚泥発生特性の解析を行った。また、汚泥発生量の低減については、技術の比較・評価を行った。さらに、温室効果ガスについては、浄化槽や汲み取り便槽からの温室効果ガス排出量の算定を進めるとともに、液状廃棄物処理システム全体での温室効果ガス最小化システムを検討した。

4) 廃棄物の不適正処理に伴う負の遺産対策

堆積廃棄物現場の火災事例について、これまで実施してきた研究成果を報告書としてとりまとめた。PCN原体やその製品の処理に関して技術的助言を行った。また、PCN原体のジオメルト法による分解実証試験結果を評価した他、メカノケミカル法による分解実験においてPCNの分解を確認した。

(4) 基盤的な調査・研究：資源循環・廃棄物管理研究

「廃棄アスベストのリスク管理に関する研究」において、排ガス等低濃度試料の分析法の検討を進め、集じん物を濃縮することにより電子顕微鏡法においても低濃度のアスベスト繊維を定量できた。分析精度管理手法の検討に関し、PCM法ではクロスチェックで確認された誤差要因をフィードバックすることによる精度が改善すること、また電子顕微鏡法では繊維同定の機関毎の違いが誤差要因であることを確認した。一般廃棄物処理施設における調査において、家庭からの石綿含有製品の排出があること、破碎排ガス集じんダスト等の試料中にアスベストが検出されることを確認した。

「資源循環に係る基盤的技術の開発」において、内外のエネルギー回収・資源化技術を調査し、実証・実用運転に関する情報を集積した。廃棄物からのエネルギー回収の比較的新しい事例として、韓国ソウル市街地に設置された厨芥類、食品廃棄物等を対象とした乾式メタン発酵施設を調査し、性能、実績および課題等について把握した。平成18年度以降調査活動の上蓄積された技術情報に関し、キーワード等による検索が可能なデータベースとして整備した。

低炭素社会形成に役立つ廃棄物等からのエネルギー回収技術およびシステムに的を絞ったシンポジウムにおいて、高効率な熱回収技術・システム、水処理と固形廃棄物処理の複合化システムによるエネルギー回収、さらに太陽熱エネルギーの利用技術等を取り上げ、異なる要素技術間での連携システムの可能性を示した。

中期計画の別表に明示した2課題以外の課題のうち、臭素系難燃剤等の物性の測定・推定手法については、気体流動法を用いて常温で高粘性の芳香族リン酸エステル系難燃剤（臭素系難燃剤の代替物）の蒸気圧を測定するため、従来法に対してサンプルの低粘性化による試料導入法の改良や試料導入量の最適化を行った。

その結果、今まで未測定であった芳香族リン酸エステル系難燃剤に対しても再現性のよい蒸気圧データを取得することができ、さらに、蒸気圧の温度依存性も明らかにすることができた。

リデュース・リユースの分析・評価手法の体系化とその適用研究では、EUにおけるリデュースの取組の調査・検討を行うとともに、国際的なリユースに伴う環境負荷を低減する方策についての経済理論的知見を得た。EUの取組をみてもリデュースに単一の有効な施策はないことに加え、取組のデータベースの作成や業界との協定締結という点が我が国には見られない特徴であることを確認し、日本でも情報的手法と自主的手法の検討を深めるべきと考えられた。さらに、国際的なリユースに伴う問題については、輸出国側の廃棄物税や回収への補助金等の経済的手法で世界全体の厚生水準を効率的な水準に示すことを示した。

2005年産業連関表を基に部門別の内包型グローバルGHG排出原単位（t-CO₂eq/百万円）（原単位）をGLIOより算定した。国外商品のGHG排出データを各国の産業連関表を用いて整備することで、原単位の精度向上を図った。日本が国内外に誘発する総GHGの定量化に加え、加工度の異なる国産品のグローバルなGHG排出構造を解析し、商品需要の適切な将来見通しが国内外の効率的なGHG削減において需要と指摘した。また、GLIOへの接続を意識し、日本の輸出入に伴う資源フローを効率的に推計する方法論を提示した。

（5）知的研究基盤の整備

前年度までのデータ整備を引き続き実施した。なかでも建設系再生製品の環境安全性DB、明治以降の日本の資源投入時系列DB、一般廃棄物実態調査アーカイブDB、国外のデポジット・リファンド制度の情報源情報DBにより重点をおいて検討を進めた。

6）目標・目的の達成度と自己評価

中核PJ1では、近未来の社会条件の変化に応じた物質フローと循環型社会ビジョン実現のための技術システムや政策・マネジメント手法等の対策パッケージの効果を予測する基本的なモデルが構築でき、その過程で、各種リサイクル法や循環基本計画のフォローアップ等の政策貢献も効果的に行うことができた。中核PJ2では、資源性・有害性をもつプラスチックや金属類のリサイクル・廃棄過程の管理方策の検討、再生製品の環境安全品質管理手法の検討、物質管理方策の現状及び将来像の検討からなるサブテーマ群を統合し、製品を共通対象とした研究が実施できた。中核PJ3では、独自のバイオマス資源化・エネルギー回収要素技術開発を進め、各技術が目標とする効率達成をはかった。さらに、開発技術を組み込んだ工業的プロセスシミュレーションを実施し、地域循環圏の設計・構築手法との連携で社会実装に向けた方向性を示した。中核PJ4では、家電・パソコンなどのE-wasteの国内・国際フロー、途上国での不適正リサイクルによる有害物質の排出挙動を明らかにするとともに、タイで準好気性埋立の性能を評価する実証実験の段階に達した。廃棄物管理の着実な実践のための調査・研究で得られた知見は法改正や指針策定等に活用されており、現在の行政支援という目的は十分に達成されている。また、新埋立類型や液状廃棄物統合処理技術等、近未来の廃棄物管理政策立案に資する研究も着実に進行した。このように、重点研究プログラムの主要な構成要素は、所期の目標を達成したと認識している。

前回の外部評価委員会での指摘に対し、「出口として、国内、アジア諸国の双方の地域の実情にあった具体的対策につながることをより強く意識して、今期の成果の取りまとめ、次期計画の立案に取り組む。」こととしたことを踏まえ、地域スケールごとの課題に焦点を絞った「循環的社会」研究プログラムを次期中期計画に向けて立案した。

誌上発表及び口頭発表

1 誌上発表（査読あり）

5年間の報告数（件数） 計231件

中核1：32件 中核2：52件 中核3：31件 中核4：40件

廃棄物管理の着実な実践：56件 基盤的調査研究等：20件

平成22年度分の成果

[中核1]

- 1) Murakami S., Oguchi M., Tasaki T., Daigo I., Hashimoto S. (2010) Lifespan of commodities, part I: The creation of a database and its review. *J.Ind.Ecol.*, 14 (4), 598-612
- 2) Oguchi M., Murakami S., Tasaki T., Daigo I., Hashimoto S. (2010) Lifespan of commodities, part II: Methodologies for estimating lifespan distribution of commodities. *J.Ind.Ecol.*, 14 (4), 613-626
- 3) Oguchi M., Tasaki T., Moriguchi Y. (2010) Decomposition analysis of waste generation from stocks in a dynamic system: Factors in the generation of waste consumer durables. *J.Ind.Ecol.*, 14 (4), 627-640
- 4) Inaba R., Nansai K., Fujii M., Hashimoto S. (2010) Hybrid LCA of CO2 Emission with Management Alternatives for Household Food Wastes in Japan. *Waste Management & Research*, 28 (6), 496-507
- 5) Hashimoto S., Daigo I., Eckelman M., Reck B. (2010) Measuring the status of stainless steel use in the Japanese socio-economic system. *Resources, Conservation and Recycling*, 54 (10), 737-743
- 6) 谷川寛樹, 大西暁生, 高平洋祐, 橋本征二, 東修, 白川博章, 井村秀文 (2010) “ストック型”かつ“低炭素型”社会へ向けた都市構造物の物質・エネルギー消費の4Dマッピング：名古屋市の建築物を対象としたケーススタディ. *日本LCA学会誌*, 6 (2), 92-101
- 7) Reck B., Chambon M., Hashimoto S., Graedel T. (2010) The global stainless steel cycle exemplifies China's rise to metal dominance. *Environmental Science and Technology*, 44 (10), 3940-3946

[中核2]

- 8) Suzuki G., Someya M., Takahashi S., Tanabe S., Sakai S., Takigami H. (2010) Dioxin-like Activity in Japanese Indoor Dusts Evaluated by Means of in Vitro Bioassay and Instrumental Analysis: Brominated Dibenzofurans Are an Important Contributor. *Environmental Science and Technology*, 44, 8330-8336.
- 9) Takigami H., Suzuki G., Sakai S.-i. (2010) Screening of dioxin-like compounds in bio-composts and their materials: chemical analysis and fractionation-directed evaluation of AhR ligand activities using an in vitro bioassay. *J. Environ. Monit.*, 12, 2080-2087.
- 10) 滝上英孝, 光原好人, 松山喜代志, 酒井伸一 (2010) 金属ナトリウム法によるPCB処理過程のバイオアッセイモニタリング. *環境工学研究論文集*, 47, 141-148.
- 11) 辻本浩子, 王寧, 肴倉宏史, 大迫政浩 (2010) 最終処分場から採取したキレート処理溶融飛灰中重金属の長期安定性の評価. *廃棄物資源循環学会論文誌*, 21 (2), 86-93.
- 12) Tue N.M., Suzuki G., Takahashi S., Isobe T., Trang P.T.K., Viet P.H., Tanabe S. (2010) Evaluation of dioxin-like activities in settled house dust from Vietnamese e-waste recycling sites: Relevance of polychlorinated/brominated dibenzo-p-dioxin/furans and dioxin-like PCBs. *Environmental Science and Technology*, 44, 9195-9200.
- 13) Watanabe M., Noma Y. (2010) Behavior of 2-(3,5-di-tert-butyl-2-hydroxyphenyl)benzotriazole (DBHPBT) and 2-(3,5-di-tert-butyl-2-hydroxyphenyl)-5-chlorobenzotriazole during incineration of solid waste contaminated with thousand mg/kg levels of DBHPBT. *J.Hazardous Mater.*, 178 (1/3), 1065-1069.
- 14) Watanabe M., Noma Y. (2010) Behavior of polychlorinated benzenes, PCDD/Fs and dioxin-like PCBs during incineration of solid waste contaminated with mg/kg levels of hexachlorobenzene. *J. Environ. Sci. Health A*, 45 (7),

846-854.

[中核3]

- 15) Chu C-F, Ebie Y., Xu K-Q., Li Y-Y., Inamori Yuhei (2010): Characterization of microbial community in two-stage process for hydrogen and methane production from food waste. *Int.J.Hydrogen Energy*, 35 (15), 8253-8261
- 16) Ebie Y., Yamazaki H., Xu K-Q.,(2010) : Influence of Polyferric Sulfate Coagulant on the amoA mRNA Expression of Ammonia Oxidizer in Activated Sludge. *Journal of Water and Environment Technology*, 8, 413-419
- 17) Lee D-Y., Ebie Y., Xu K-Q., Li Y-Y., Inamori Y. (2010) Continuous H₂ and CH₄ production from high-solid food waste in the two-stage thermophilic fermentation process with the recirculation of digester sludge. *Bioresour.Technol.*, 101 (1,Suppl.1), S42-S47
- 18) 前田光治, 倉持秀敏, 大迫政浩, 中川究也, 朝熊裕介, 福井啓介(2010)バイオディーゼル関連物質の融解特性, *化学工学論文集*, 36(5), 432-434
- 19) 前田光治, 高本佳典, 倉持秀敏, 朝熊裕介, 福井啓介(2010) 海水資源に関する電解質の溶解度モデルの開発 *日本海水学会誌*, 64, 329-334
- 20) S. Kato, R. Shibata, K. Shiraishi, H Kuramochi (2010) : The Acceleration of Phase Separation by Phase Inversion Transesterification in Alkali-Catalyzed Biodiesel Production, *Solvent Extraction Research and Development, Japan*, 17, 63-71
- 21) Kobayashi J., Kawamoto K. (2010) Catalyst durability in steam reforming of thermally decomposed waste wood. *J.Mater.Cycles Waste Manag.*, 12 (1), 10-16

[中核4]

- 22) 吉田綾 (2010) 国際資源循環の観点から見た日本からの循環資源輸出の現状と課題. *新世代法政策学研究*, 9, 165-176
- 23) 布施正暁, 中島謙一, 八木田浩史 (2010) 中古車貿易に伴う金属資源の国際流動. *日本金属学会誌*, 74 (3), 171-178
- 24) Liu C., Xu K-Q., Inamori R., Ebie Y., Liao J., Inamori Y. (2010) Pilot-scale studies of domestic wastewater treatment by typical constructed wetlands and their greenhouse gas emissions. *Front.Enviroin.Sci.Engin.China*, 3 (4), 477-482
- 25) Nakajima K., Takeda O., Miki T., Matsubae K., Nakamura S., Nagasaka T. (2010) Thermodynamic Analysis of Contamination by Alloying Elements in Aluminum Recycling. *Environmental Science & Technology*, 44, 5594-5600
- 26) 寺園淳 (2010) 循環資源の越境移動の実態と中古家電・金属スクラップの事例にみる適正管理方策. *新世代法政策学研究*, 9, 77-104
- 27) Yamamoto T., Gui P., Osaka T., Ebie Y., Xu K-Q., Sugiura N., Inamori Y. (2010) Comparative evaluation of wastewater purification performance among ten different macrophytes in the constructed wetland. *Jpn.J.Water Treat.Biol.*, 46 (1), 59-69
- 28) Yoshida A., Terazono A. (2010) Reuse of secondhand TVs exported from Japan to the philippines. *Waste Manage.*, 30 (6), 1063-1072

[着実な実践(1)]

- 29) Ishimori H., Endo K., Katsumi T., Fukagawa R., Inui T. (2010) Barrier Performance of GCLs against Sodium Chloride Solutions at Elevated Temperature Conditions. In: Koemer R.M.,Gartung E.,Zanzinger H.eds., *Geosynthetic Clay Liners:Proceedings of an International Symposium,Numberg,14-15 April 1994*, Aa Balkema, 145-154
- 30) Asakura H., Yamada M., Inoue Y., Watanabe Y., Ono Y. (2010) Investigation on the components removed in loss on ignition test of sandy crushed construction and demolition waste. *Waste Manage.Res.*, 28 (1), 11-19

- 31) Asakura H., Endo K., Yamada M., Inoue Y., Ono Y., Ono Y. (2010) Influence of oxygen flow rate on reaction rate of organic matter in leachate from aerated waste layer containing mainly incineration ash. *Waste Management*, 30, 2185-2193
- 32) Asakura H., Watanabe Y., Ono Y., Yamada M., Inoue Y., Alfaro A. M. (2010) Characteristics of fine processed construction and demolition waste in Japan and method to obtain fines having low gypsum component and wood contents. *Waste Management and Research*, 28, 634-646
- 33) Montero A., Tojo Y., Matsuo T., Matsuto T., Yamada M., Asakura H., Ono Y. (2010) Gypsum and organic matter distribution in a mixed construction and demolition waste sorting process and their possible removal from outputs. *Journal of Hazardous Materials*, 175, 747-753
- 34) Sawamura H., Yamada M., Endo K., Soda S., Ishigaki T., Ike M. (2010) Characterization of microorganisms at different landfill depths using carbon-utilization patterns and 16S rRNA gene based T-RFLP. *J.Biosci.Bioeng.*, 109 (2), 130-137
- 35) 澤村啓美, 石垣智基, 遠藤和人, 小野雄策, 原雄, 香村一夫, 惣田訓, 池道彦 (2010) 微生物の基質利用性・系統分類に基づく最終処分場の安定度評価. *環境技術*, 39 (6), 355-364
- 36) Katsumi T., Inui T., Ishimori H., Kamon M. (2010) Geosynthetics Applied in Waste Landfills and Containment Facilities. *Proceedings of the 9th International Conference on Geosynthetics*, 323-342
- 37) Watanabe N., Kawamoto K., Asada S., Fujiyoshi H., Miyata H., Watanabe G., Suzuki S. (2010) Surrogate study for dioxins from municipal waste incinerator in startup condition: applicability as a dioxin control indicator and an organohalogen emission warning. *J.Mater.Cycles Waste Manag.*, 12, 254-263
- 38) 遠藤和人, 中川美加子, 肴倉宏史, 井上雄三, 井真宏, 杉原元一 (2010) 廃石膏・石灰系地盤改良における硫化水素ガス発生ポテンシャル試験に関する考察. 第9回地盤改良シンポジウム論文集, 181-184
[着実な実践(2)]
- 39) Asakura H., Sakanakura H., Matsuto T. (2010) Alkaline solution neutralization capacity of soil. *Waste Manage.*, 30 (10), 1989-1996
- 40) Sato M., Takigami H., Hayakawa K., Sakai S. (2010) Water-quality monitoring technique for dioxins during dredging using onsite solid phase extraction with graphitic carbon and analysis with DR-CALUX. *J.Environ.Sci.Health A*, 45 (7), 867-874
[着実な実践(3)]
- 41) Wang X-J., Huang B-B., Hu Z-P., Xu K-Q. (2010) An incentive compatible double auction mechanism in emission permits market. *China Environ.Sci.*, 30 (6), 845-851 <in Chinese with English Abstract>
- 42) Xu K-Q., Qi L-h., Ebie Y., Inamori Y., Sudo R. (2010) Measures and policies for lake eutrophication in Japan. *China Environ.Sci.*, 30 (Suppl.), 86-91 <in Chinese with English Abstract>
- 43) 山崎宏史, 鈴木理恵, 蛭江美孝, 徐開欽, 稲森悠平, 西村修 (2010) ディスポーザ対応浄化槽の高度処理化とLCCO₂評価. *日本水処理生物学会誌*, 46 (2), 99-107
[基盤的調査・研究]
- 44) Hwan in-Hee, K. Kawamoto(2010) : Survey of carbonization facilities for municipal solid waste treatment in Japan, *Waste Management*, Vol.30, Issue 7, 1423-1429
- 45) Kinnaman, T.C., Yokoo, H. (2011) Economic policies to address the environmental consequences of global reuse. *American Economic Review*, 101 (2) <Accepted>
[他ユニットの研究者が主導する関連研究プロジェクト]
- 46) 孫穎, 渡邊雅士, 藤田壮 (2010) 中小企業の環境配慮型経営の促進要因に関する実証分析. *環境情報科学論文集*, 24, 183-188

- 47) 大西悟, 陳旭東, 藤田壮 (2010) エコタウン事業の物質循環特性に関する実証研究. 環境システム研究論文集, 38, 429-436
- 48) 熊倉真也, 佐藤浩太, 山下拓也, 幡本将史, Pairaya Kucivilize Choesai, 珠坪一晃, 荒木信夫, 山崎慎一, 山口隆司 (2010) 2槽式 UASB 反応槽と DHS 反応槽による高濃度硫酸塩含有天然ゴム製造廃液の連続処理. 環境工学研究論文集, 47, 579-584
- 49) 永井寛之, 佐藤浩太, 幡本将史, 渡邊高子, Pairaya Kucivilize Choesai, 珠坪一晃, 大橋晶良, 山口隆司 (2010) 脱タンパク質化天然ゴム廃液の再資源化処理-カルシウムを用いた前処理と嫌気性処理-. 環境工学研究論文集, 47, 609-614

2 誌上发表 (査読なし)

5年間の報告数 (件数) 計 182 件

中核 1 : 22 件、中核 2 : 28 件 中核 3 : 20 件、中核 4 : 49 件

廃棄物管理の着実な実践 : 53 件 基盤的調査研究等 : 10 件

平成 22 年度分の成果

[中核 1]

- 1) 大迫政浩, 肴倉宏史 (2010) 都市ごみ焼却残渣の処理およびリサイクルの行方. 都市清掃, 63 (297), 422-426
- 2) 大迫政浩 (2010) 日本および欧州のリサイクル政策の変遷. 日本エネルギー学会誌, 89 (6), 482-489
- 3) 大迫政浩 (2010) 平成 21 年度 2020 年における我が国環境ビジネスに関する調査研究. 産業機械, (718), 4-11
- 4) 村上進亮, 橋本征二 (2010) 経済社会の物質ストックに関わる研究の意義と現状. 日本 LCA 学会誌, 6 (2), 76-82
- 5) 森口祐一 (2010) 容器包装等のプラスチックの 3R の課題と展望. 廃棄物資源循環学会誌, 21 (5), 318-327

[中核 2]

- 6) 大迫政浩, 肴倉宏史 (2010) 都市ごみ焼却残渣の処理およびリサイクルの行方. 都市清掃, 63 (297), 422-426
- 7) 肴倉宏史 (2010) 建設材料利用される副産物・廃棄物の欧州における環境安全管理方策. 安全工学, 49 (2), 87-93
- 8) 肴倉宏史 (2010) 土の化学・物理と環境影響評価法. 地盤工学会誌, 58 (12), 54-61

[中核 4]

- 9) 遠藤和人, 山田正人 (2010) 廃棄物処分場からの温室効果ガスの測定と維持管理への応用, 環境システム制御学会誌, 15(1), 24-27
- 10) 稲森悠平, 徐開欽, 稲森隆平, 陶村貴, 須藤隆一 (2010) 地球環境問題としての低炭素社会型の排水処理の方向性と国際的展望. 用水と廃水, 52 (10), 788-797
- 11) 田崎智宏, 吉田綾 (2010) 電気電子製品のリユースの現状と課題. エネルギー・資源, 31 (5), 264-268
- 12) 徐開欽 (2010) 統合的流域管理の手法で世界の湖沼生態系の保全を推進-「第 13 回世界湖沼会議」に参加して-. 用水と廃水, 52 (1), 14-18
- 13) 徐開欽, 蛭江美孝, 神保有亮 (2010) 中国農村地域における液状廃棄物処理の現状と課題 -北京市延慶県永寧鎮新華営村の事例紹介-. 用水と廃水, 52 (2), 96-102

[着実な実践(1)]

- 14) 山田正人 (2010) 焼却施設と最終処分場には経済の調節機能の役割がある. 月刊廃棄物, (4), 12-15

- 15) 遠藤和人, 山田正人 (2010) 廃棄物処分場からの温室効果ガスの測定と維持管理への応用. 環境システム計測制御学会誌, 15 (1), 24-27
- 16) 中村拓郎, 山本陽介, 井上愛子, 澤村啓美, 石垣智基 (2010) 集積培養微生物による廃棄物系バイオマスの水素発酵における原料品質の影響. 用水と廃水, 52 (9), 735-740
- 17) 濱田武志, 古田祐介, 井上大介, 石垣智基, 惣田訓, 池道彦, 山田正人 (2010) 8 個所のコミュニティ・プラントの温室効果ガス排出量の調査. 用水と廃水, 52 (6), 58-65
[基盤的調査研究等]
- 18) 田崎智宏, 吉田綾 (2010) 電気電子製品のリユースの現状と課題. エネルギー・資源, 31 (5), 264-268

3 書籍

5年間の報告数(件数) 計64件

中核1: 6件 中核2: 2件 中核3: 8件 中核4: 24件

廃棄物管理の着実な実践: 17件 基盤的調査研究等: 7件

平成22年度分の成果

[中核1]

- 1) 田崎智宏, 沼田大輔, 松本津奈子, 東條なお子 (2010) 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～, 国立環境研究所報告書 R-205, 204p.
- 2) Wen Lih-Chyi, Lin Chun-Hsu, 村上理映, 朴勝俊 (2010) 台湾の廃電子・電気機器(WEEE)のリサイクル政策に関する評価. LEE Soochol 著, 東アジアの環境賦課金制度-制度進化の条件と課題, 昭和堂, 273-300

[中核3]

- 3) 川本克也 (2010) 第7節 「バイオマス・廃棄物からの水素製造技術」、水素製造・吸蔵・貯蔵材料と安全化, pp.78-9

[中核4]

- 4) 吉田綾 (2010) 第9章 資源の循環利用. 堀井伸浩編, 中国の持続可能な成長—資源・環境制約の克服は可能か?, アジア経済研究所, 245-269
- 5) Yoshida A. (2010) 第3章 中国における廃棄物原料の輸入規制. In: 小島道一編, 国際リサイクルをめぐる制度変容—アジアを中心に—, アジア経済研究所, 45-81

[廃棄物管理の着実な実践]

- 6) 川本克也 (2010) 6.3 環境影響. 藤吉秀昭 他編, 廃棄物安全処理・リサイクルハンドブック, 丸善, 276-287
- 7) 徐開欽 (2010) アメリカにおける MBR システムによる排水再利用の例. 山本和夫監修, MBR(膜分離活性汚泥法) による水活用技術, サイエンス&テクノロジー, 223-240

[基盤的調査研究等]

- 8) 川本克也, 長岡裕, 澤田繁樹 (2010) 水環境工学-水処理とマネジメントの基礎-, 共立出版, 東京
- 9) 森口祐一, 武内和彦 (2010) 第5章 循環型社会の指標 —地域から評価する. 小宮山宏・武内和彦・住明正・花木啓祐・三村信男編, サステナビリティ学 3 資源利用と循環型社会, 東京大学出版会, 121-144

4 口頭発表 件数のみ*招待講演のみ書誌事項も記載。括弧内は平成22年度の新たな報告数。

重点プログラム全体での5年間総数

国外：298件（59件）

国内：780件（149件）

中核1	中核2	中核3	中核4
国外：32件（6件）	57件（11件）	39件（10件）	61件（8件）
国内：68件（12件）	168件（16件）	110件（16件）	178件（45件）

廃棄物管理の着実な実践 基盤的調査研究等：

国外：94件（19件） 15件（5件）

国内：209件（49件） 47件（11件）

招待講演 中核1：2件 中核2：23件 中核4：16件

廃棄物管理の着実な実践、基盤的調査研究等については集計略

- 1) 肴倉宏史 (2010) スラグ類の化学物質検査方法について. 第75回電気炉部会,
- 2) 肴倉宏史 (2010) 循環資材の利用意義と環境安全品質管理. 秋田県リサイクル製品認定事業者連絡会
- 3) 肴倉宏史 (2010) 廃棄物・副産物の循環利用に向けた評価試験法の開発と課題. 第32回共同分析研究会
- 4) Suzuki G. (2010) Evaluation of potential endocrine-disrupting compounds in various samples such as wild animals and house dust for future monitoring study. NCET (Network for Cincinnati EPA Trainees) Seminar,
- 5) 鈴木剛 (2010) 欧州におけるバイオアッセイ法適用の動向及び野生生物への適用研究紹介. 第52・53回日本環境化学会講演会, 同予稿集, pp.83-108
- 6) 滝上英孝 (2010) 絶縁油に含まれる微量PCBの生化学的分析法と精度管理について. 第52・53回日本環境化学会講演会, 同予稿集, pp.109-128
- 7) 滝上英孝 (2010) 絶縁油に含まれる微量PCBへの生化学的分析法の適用. 生物化学的測定研究会第15回(2010年)学術集会, 同講演要旨集, pp.20-41
- 8) Takigami H. (2010) Official use of dioxin bioassays in Japan. The 4th Workshop on the Reduction of Unintentional POPs in East Asian Countries, -
- 9) 小口正弘 (2010) 余剰回収水銀の長期保管形態の熱力学的探索. 2010年度FactSageユーザー会
- 10) 寺園淳 (2010) 金属スクラップの輸出管理と資源回収の課題. 安全工学シンポジウム2010, 同講演予稿集, 294-297
- 11) Terazono A. (2010) Management of E-waste and mixed metal scrap: Current issues and future tasks. E-waste 2010 Workshop, Proceedings, 29
- 12) Terazono A. (2010) Current E-waste issues and future tasks in Asia. 2010 Gordon Res.Conf.Ind.Ecol., Program
- 13) 寺園淳 (2010) E-Scrapのアジアでの移動. 資源・素材2010, 同講演資料, 139-142
- 14) Yamada M. (2010) Reduction of GHG from MSW Stream: Experience in Japan. 2010 Int.Symp.Resour.Recycling Green Growth, Proceedings, 35-50
- 15) 吉田綾 (2010) 中国におけるリサイクルと廃棄物原料の輸入規制. 2010年アジア経済専門講座「アジアにおけるリサイクル最新動向—国際リサイクルをめぐる制度変容と再生資源貿易—
- 16) 森口祐一 (2010) リサイクル手法と制度との関連. 第21回廃棄物資源循環学会研究発表会, 廃棄物資源

- 17) Nansai K. (2010) Modeling the Japanese Carbon Footprint Structure, International Scientific Workshop, Current Input-Output Studies in Post-Soviet Countries, Moscow.
- 18) Kuramochi H. (2010) Application of a semi-empirical molecular thermodynamic method for efficient development of POPs reduction technology, The 4th Workshop on Reduction of U-POPs in East Asian Countries, Tokyo.

5 特許等

- 1) 川本克也, 呉畏, 倉持秀敏, 酒井伸一, 福島龍太郎, 田中新吾 : 水素含有ガス製造方法および水素含有ガス製造装置 (特願 2006-175328)
- 2) 倉持秀敏, 前田光治, 大迫政浩, 酒井伸一 : 液化ジメチルエーテルによるメタノール抽出型高速バイオディーゼル燃料製造方法 (特願 2007-210501)
- 3) 倉持秀敏, 前田光治, 大迫政浩, 酒井伸一 : 液化ジメチルエーテルによる水および脂肪酸含有油脂類の抽出型高度脱水方法 (特願 2007-210517)
- 4) 佐藤茂雄, 稲森悠平, 徐開欽, 李東烈 : 水素・メタン発酵方法とそのシステム (特願 2009-269784)
- 5) 鬼頭俊雄, 佐野彰 : 水素の生産方法 (特開 2010-51306)
- 6) 佐野彰, 安江幸七郎 : 有機性排水の処理及び処理設備 特願 2010-179660