

国立環境研究所特別研究報告

Report of Special Research from the National Institute for Environmental Studies, Japan

SR-83-2008

循環型社会研究プログラム

(中間報告)

Studies on Material Cycles and Waste Management

平成18～19年度

FY 2006～2007

NIES



独立行政法人 国立環境研究所

NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

<http://www.nies.go.jp/>

循環型社会研究プログラム

(中間報告)

Studies on Material Cycles and Waste Management

平成18～19年度
FY 2006～2007

重点研究プログラム「循環型社会研究プログラム」(中間報告)

(期間 平成18～19年度)

重点研究プログラム責任者：森口祐一

重点研究プログラム研究幹事：森口祐一

報告書編集担当：森口祐一

序

本報告書は、重点研究プログラムとして実施している「循環型社会研究プログラム」の平成18～19年度の成果を取りまとめたものです。本プログラムは、第2期中期計画（平成18～22年度）の間継続して進める予定でありますが、中間的な成果を取りまとめて公表することで、今後の研究推進に反映するための貴重なご意見を各方面よりいただけることを期待しています。

大量生産、大量消費の社会は、負の側面としての大量廃棄をもたらしたと言われていています。問題解決への中心的な解の一つが循環型社会を構築することであり、このことは21世紀を生きる人類に課せられた大きな課題であると考えられます。国立環境研究所では、この重要な問題に対処するために、平成18年4月に開始した第2期中期計画において、『循環型社会研究プログラム』を地球温暖化、環境リスク、アジア自然共生と並ぶ重点研究プログラムの一つに設定し、研究を開始しました。本研究プログラムの目指すところは、天然資源の消費と廃棄物の発生を抑制し、循環利用する物質の流れを築くことと、廃棄物の適正な管理を担保することを車の両輪として、循環型社会を実現することにあります。このため、近未来に実現すべき循環型社会の具体的な姿を提示し、それへの移行を支援する研究に取り組んでいるほか、廃棄物の発生から再資源化、処理及び処分に至るまでの様々な局面での問題についての対策技術やシステムの開発に関する研究を進めています。また、有害物質の管理やリスクを念頭に置いた現象解明から制御に関する研究、さらに、第1期中期計画に引き続き、安全・安心な廃棄物管理を確保するための予防的・長期的な視点に立った調査・研究にも取り組んでいます。

この2年間に挙げた研究成果の詳細は本編をご覧くださいととして、いくつかの特徴的な研究事例を紹介いたします。まず、物質フロー分析・ライフサイクル分析とアジアの国際資源循環への適用として、シナリオ・プランニングと組み合わせた物質フローの将来展望を行うとともに、E-waste（電気電子廃棄物）や廃プラスチックについて、廃棄後の日本国内での物質フローの推定や輸出先でのリサイクル状況の実態調査を行っています。物質管理研究としては、有機臭素系難燃剤（BFR）について、住環境中での製品の使用段階における挙動解明や環境排出に関する実態調査を行うとともに、廃棄物系バイオマスを取り上げ、廃棄物の循環的利用と温室効果ガスの削減に同時に寄与できる資源循環技術の開発を目指しています。環境問題という現実の社会と深く結びついた研究対象を扱う公的研究機関として、研究成果が環境改善に結びつくよう留意しながら、引き続き努力を積み重ねていく所存です。

最後になりますが、本研究プログラムを進める上で、所外の多くの方々にご協力とご助言をいただいております。ここに深く感謝の意を表するとともに、今後とも、より一層のご支援をお願いする次第です。

平成20年12月

独立行政法人 国立環境研究所
理事長 大塚 柳太郎

目 次

I. 循環型社会研究プログラムの概要	1
1 研究の経緯と目的	1
2 研究の概要	1
II. 研究の成果	4
1 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	4
1.1 物質フローモデルに基づく資源利用・廃棄物等発生の将来予測と近未来ビジョンへの転換シナリオ評価	4
1.2 近未来の循環型社会における技術システムの設計と評価	9
1.3 政策手法・マネジメント手法の設計・開発と評価	13
2 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	18
2.1 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	18
2.2 資源性・有害性を有する金属類のリサイクル・廃棄過程での管理方策の検討	22
2.3 再生製品の環境安全品質管理手法の確立	25
3 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	28
3.1 炭素サイクル型エネルギー循環利用技術システムの開発と評価	28
3.2 潜在資源活用型マテリアル回収利用技術システムの開発と評価	32
3.3 動脈－静脈プロセス間連携／一体化資源循環システムの開発と実証評価	36
4 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	40
4.1 アジア地域における資源循環システム解析と評価手法開発による適正管理ネットワークの設計・評価	40
4.2 アジア諸国における資源循環過程での環境影響把握	44
4.3 途上国における適正処理・温暖化対策両立型技術システムの開発・評価（埋立分野）	46
4.4 途上国における適正処理・温暖化対策両立型技術システムの開発・評価（液状廃棄物分野）	49
5 廃棄物管理の着実な実践のための調査・研究	52
5.1 循環型社会に適応した安全・安心な適正処理・処分技術の確立	52
5.2 試験評価・モニタリング手法の高度化・体系化	54
5.3 液状・有機性廃棄物の適正処理技術の高度化	56
5.4 廃棄物の不適正処理に伴う負の遺産対策	58

6	基盤的な調査・研究	61
6.1	廃棄アスベストのリスク管理に関する研究	61
6.2	資源循環に係る基盤的技術の開発	63
7	知的研究基盤の整備	67
7.1	資源循環・廃棄物処理に関するデータベース等の作成	67

[資料]

I	研究の組織と研究課題の構成	71
1	研究の組織	71
2	研究課題と担当者	73
II	研究成果発表一覧	75
1	誌上発表	75
(1)	中核研究プロジェクト1	75
(2)	中核研究プロジェクト2	76
(3)	中核研究プロジェクト3	78
(4)	中核研究プロジェクト4	79
(5)	廃棄物管理の着実な実践のための調査・研究	82
(6)	基盤的な調査・研究	85
2	口頭発表	86
(1)	中核研究プロジェクト1	86
(2)	中核研究プロジェクト2	90
(3)	中核研究プロジェクト3	94
(4)	中核研究プロジェクト4	98
(5)	廃棄物管理の着実な実践のための調査・研究	105
(6)	基盤的な調査・研究	110

I 循環型社会研究プログラムの概要

1 研究の経緯と目的

大量生産、大量消費の社会は、負の遺産としての大量廃棄を結果としてもたらしたとよく言われる。その問題への解の一つが循環型社会の形成を進めることである。廃棄物問題に対する警鐘の声が起り始めたのは、そう古いことではなく、1980年前後からである。産業社会と消費社会の構造に起因する廃棄物の発生構造に対する対応策を、日本で公式に制度に盛り込むこととなったのは、1991年の「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（廃棄物処理法）の改正法である。それまでの安定化、減量化、エネルギー利用を基調とした廃棄物政策に、発生回避、リサイクルの視点を追加し、これらに高い優先性を与えた。その後、1993年に制定された環境基本法の下で策定された「環境基本計画」では、循環、共生、参加、国際的取組が基本理念とされ、この中の循環、特に経済社会における物質循環を中心とした社会を目指すための国の基本法として、「循環型社会形成推進基本法」（循環基本法）が2000年に成立した。そこでは、発生抑制、再使用、再生利用、熱回収、適正処分を廃棄物・リサイクル対策の基本的な優先順位と考えることが規定されている。循環基本法は、物質循環を基調とした社会の形成を図るための日本の憲法とも言えるが、その健全な展開のためには、技術的、制度的な多くの課題を克服していかなければならない。

こうした背景の中、国立環境研究所の第1期中期計画期間中（2001～2005年度）には、循環基本法の下に「循環型社会形成推進基本計画」が策定され、廃棄物処理法の改正法、各種リサイクル法が施行されるなど、制度面での整備が進んだ。しかし、一般廃棄物、産業廃棄物はともに最終処分量は減少しているものの、排出量はここ数年横ばい傾向にあり、最終処分場の受入可能量はひっ迫していることから、廃棄物の発生抑制と適正処分、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。

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、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、重点研究プログラム：循環型社会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目的とした。

2 研究の概要

今後の循環型社会を形成していく上で達成目標を明らかにして取り組む必要のある目的志向型の研究課題として、本研究プログラムのいわば顔となる4つの中核研究プロジェクトを次のとおり編成した。

（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、OECD等の国際的な研究の動向を踏まえながら、社会条件等の変化とそれに伴う物質フローの時空間的な変化を質的・量的に予測・評価し、循環型社会形成に向けた戦略的な目標設定を行う。また、それを達成するための資源循環型の技術システムと社会・経済システムへの転換を図るための政策・マネジメント手法の設計・評価を行い、近未来の循環型社会ビジョンに向けた転換シナリオを提示する。

（2）資源性・有害性を持つ物質の循環管理方策の立案と評価

資源性・有害性をもつ物質の利用・廃棄・循環過程におけるフローや各プロセスでの挙動、環境への排出、リスクの発生、資源価値を同定・定量化し、代替物利用やリサイクル等の効果を資源性・有害性の両面から評価し、リサイクル促進や製品中有害物質規制、有用資源回収に資する科学的な根拠・知見を得る。特に、個別リサイクル法や国際資源循環で注目される主要な物質群を対象とする。

(3) 廃棄物系バイオマスの Win-Win 型資源循環技術の開発

廃棄物からの高度な資源循環により、脱温暖化や他の環境対策にも寄与する炭素サイクル型エネルギー循環利用技術システム及び潜在資源活用型マテリアル回収利用技術システムを開発し、さらに、動脈-静脈プロセス間での連携的な資源循環システムの構築により、複合的な技術システムを確立する。これらにより、国や地域の施策目標に貢献し得る廃棄物排出量の削減、CO₂排出量の削減及び代替エネルギー創出に最大限に寄与する。

(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

アジア地域での適正な資源循環の促進に貢献すべく、途上国を中心とする各国での資源循環、廃棄物管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う。また、技術的側面からの対応として、液状系を含む有機性廃棄物の適正処理と温暖化対策とを両立した、途上国に適合した技術システムの設計開発とその適用による効果の評価を実施する。これらを総合し、該当地域における資源循環システムの適正管理ネットワークシステムの設計および政策の提案を行う。

中核研究プロジェクト以外の研究活動として、廃棄物の適正な管理のための研究を着実に進めるため、「廃棄物管理の着実な実践のための調査・研究」という区分を本プログラムに設け、“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”などの4課題を位置付けているほか、廃棄物管理分野の「基盤型な調査・研究」として、“廃棄アスベストのリスク管理に関する研究”等の研究課題に取り組む。

(5) 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

廃棄物の適正管理に関し、国・地方自治体等が実施する政策・対策現場に必要な知見や改善案を提供し社会への安全・安心を確保するため、埋立廃棄物識別・選別技術、熱的処理技術及び最終処分技術等の廃棄物処理・処分技術やシステムの開発・評価を行う。

②試験評価・モニタリング手法の高度化・体系化 循環資源・廃棄物を対象として、有害物質の挙動把握、

簡易測定技術の最適化、処理プロセスからの事故の未然防止等各種目的に応じた試験分析方法の整理、開発を進め、標準規格化、包括的な適用プログラムとして、試験評価・モニタリング手法の高度化・体系化を図る。

③液状・有機性廃棄物の適正処理技術の高度化

し尿、生活雑排水等の有機性廃棄物を対象として、窒素・リンの除去・回収にも対応した処理技術・システムを構築し、並びに有害物質や感染性微生物リスクからの安全性を確保するため、浄化槽の機能改善、バイオ・エコエンジニアリングを活用した土壌処理システム等の実証等を通じて、液状廃棄物処理の高度化のためのシステム及び技術開発を行う。

④廃棄物の不適正管理に伴う負の遺産対策

廃棄物の不適正管理に伴う環境汚染の修復事業を支援するため、廃PCB処理技術、事業のフォローアップ、埋設農薬の適正処理、管理方策の調査を実施するとともに、不適正処分場に対してそれぞれの環境リスクを踏まえた汚染修復対策プログラムを設計する手法を提示する。

(6) 基盤的な調査・研究

①廃棄アスベストのリスク管理に関する研究

アスベストを含む建材等の廃棄段階に着目し、将来的な廃棄アスベストによる健康被害の拡大を防止する観点から、溶融等の無害化処理技術の評価方法等に関する研究を実施し、廃棄アスベストの適正処理・管理に資する科学的知見を明らかにする。

②資源循環に係る基盤的技術の開発

将来の循環型社会を支える可能性を持つ新たなシーズ技術開発として、廃棄物中に含まれる希少性資源等の有用成分を、選択的かつ迅速に分離・回収する技術を始めとするマテリアル回収技術等の要素技術を開発する。

(7) 知的研究基盤の整備

①資源循環・廃棄物処理に関するデータベース等の作成

資源循環、廃棄物処理処分分野における技術開発情報やニーズ情報を継続的に収集・整備して取りまとめ、今後の研究プロジェクトの企画・実施等のための技術データベースとする他、廃棄物処理・リサイクル部門の物質フロー及びスラグ等の再生製品や有機性循環資源の組成等に関するデータベースを作成し、公開する。

なお、循環型社会研究プログラムの一環として、本プログラムの主な実施主体である循環型社会・廃棄物研究センター以外のユニットの研究者が主に担当する「関連研究プロジェクト」として、次の3課題を実施している。この成果については、競争的資金の報告書等として取りまとめられることから、本報告書には含めていない。

- 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
- 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
- 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

II 研究の成果

1 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

1.1 物質フローモデルに基づく資源利用・廃棄物等発生 の将来予測と近未来ビジョンへの転換シナリオ評価

(1) 目的

近未来における産業構造や人口動態、ライフスタイル等の変化やエネルギー、産業、医療、廃棄物等に関わる政策の動向を考慮し、これらの社会条件の変化が物質フローに及ぼす影響を表現する物質フローモデルを構築する。また、このモデルを用いて近未来の資源利用や廃棄物等発生について予測・評価し、循環型社会に向けた戦略的な目標設定を行う。さらに、他のサブテーマで設計する技術システムや政策などの近未来ビジョンとそれへの転換シナリオの効果を、このモデル等を用いて推計・評価する。以上により、転換シナリオ毎の目標の達成可能性や課題、近未来ビジョンに向けた政策の方向性に関する示唆を提示する。

(2) 方法、結果及び考察

本サブテーマでは、1) 近未来の資源・廃棄物フロー及び資源循環・廃棄物管理システムに関するシナリオ・プランニング、2) 資源消費の要因分解に基づいた資源消費を削減するための近未来の技術メニューの検討、3) 鉄・土石を対象としたモデル分析の事例研究、4) 消費構造変化に関するモデル分析の事例研究を行った。以下、これらの課題ごとに、その目的、方法、結果および考察を記す。

1) 近未来の資源・廃棄物フロー及び資源循環・廃棄物管理システムに関するシナリオ・プランニング

①目的

何らかの意思決定を行う際に、起こりうる未来の変化を見通しておくことは必要不可欠な作業である。しかしながら、今日、未来は極めて不確実であり、正確に予測することはほとんど困難な状況にある。近年、起こりうる未来のシナリオを複数想定することで未来に備えるシナリオ・プランニングが盛んになっている。循環型社会のビジョン・政策・事業を検討する上でも、起こりうる未来のシナリオを複数想定しておくことは有益である。

そこで、シナリオ・プランニングの手法を援用し、日本の近未来（10～20年後）の資源・廃棄物フロー（以下、物質フロー）及び資源循環・廃棄物管理システム（以下、管理システム）について、大きく異なるいくつかのシナリオを作成することを試みた。また、このシナリオの作成のため、後述するワークショップを開催した。なお、ここでの目的は、現状の成り行きとしての複数の未来像を描くことにある。

②シナリオ作成の手順

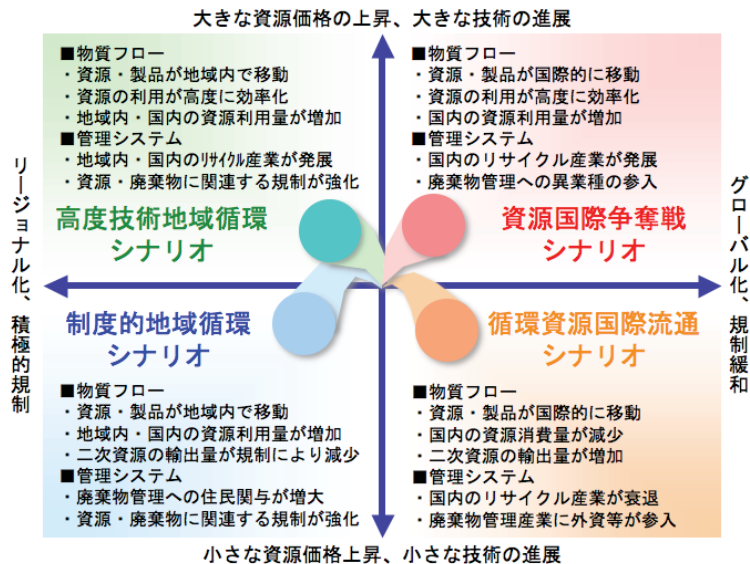
本研究では、既存のシナリオ・プランニングの手順を参考に、以下の手順でシナリオを作成した。まず、近未来に起こりうる物質フローや管理システムの変化とその原因となる外部環境の変化の構造を網羅的に整理した。次に、このうち重要性が高くかつ不確実性の高い変化を同定し、これをもとにシナリオを作成した。

このため、2007年8月31日（金）～9月1日（土）の2日間にかけて、参加者40名、進行・調整・記録等16名（1日のみの参加を含む）によるワークショップを開催した。作業はいずれもグループで行い、1グループを5～6名で構成して6グループで行った。なお、各グループとも、学術・研究から3名、行政から1名、企業から1名、非営利団体から1名で構成されるようにした。

③ワークショップの結果

ワークショップ前に主催者側で準備した近未来に起こりうる物質フローの変化（資源・廃棄物のフロー量の変化）、管理システムの変化（資源・廃棄物のフローを管理する、もしくは資源・廃棄物のフローを管理することに関わる様々なシステムの変化）、外部環境の変化（資源循環・廃棄物管理に関わる様々な主体が一般的に容易にはコントロールできない社会や経済の変化）の因果関係表にワークショップで新たに得られた視点を追加し、結果として200弱に上る因果関係の連鎖を同定した。また、外部環境の変化については、グルーピングの結果、22項目の変化が得られた。

得られた22項目の外部環境の変化のうち、重要性が高くかつ不確実性の高いと評価された変化は、物質フロー、管理システムとも、「国際市場・貿易体制の変化」「資源価格の変化」「技術の変化」であった。これらの外部環境の変化は、他の外部環境の変化と比較的多くの因果関係があった。



④ワークショップの結果の考察とそれをもとにしたシナリオ・プランニング

重要性が高くかつ不確実性の高い外部環境の変化が、物質フローや管理システムの近未来を大きく変えうる要素、すなわちシナリオの軸になる要素と考えられるものである。

軸の候補となる外部環境の変化のうち、特に「国際市場・貿易体制の変化」と「資源価格の変化」が他の外部環境の変化と多くの因果関係を形成していたことから、この2つを中心として、これらと一体的に取り扱える外部環境の変化について考察し、この2つの変化をベースに2軸「貿易体制・地域社会・規制の変化（横軸）」「資源価格・技術の変化（縦軸）」を設定した。なお、IPCCの温室効果ガス排出シナリオ、Millennium Ecosystem Assessmentの生態系サービスシナリオにおいては、「GlobalかRegionalか」がその1軸として採用されているが、この軸は日本の物質フローや管理システムの未来においても重要と同等されたことになる。

上述の2軸を用いて、4つのシナリオを作成した。その結果の概要が図1である。グローバル化や規制緩和が現状よりさらに進み、資源価格や技術が現状からかけ離れて大きく上昇しない状態が「循環資源国際流通シナリオ」である。このシナリオでは、規制緩和によって廃棄物を自由に取引できるようになる一方で、技術レベルが現状から大きく変化しないことから、国内で資源回収するより人件費の安い国外へ二次資源が輸出されることになる。また、グローバル化や規制緩和に加え、大きな

資源価格の上昇と大きな技術の進展が起こった状態が「資源国際争奪戦シナリオ」である。このシナリオでは、資源価格が非常に高いことから技術も高度化し、国内での資源回収が進展するとともに、廃棄物管理に関する活動の収益性が相対的に高くなり、多くの廃棄物管理が民間部門により担われることになる。また、資源価格が高い中で、地域ブロック化が進み様々な規制が強化された状態が「高度技術地域循環シナリオ」である。国内産業の空洞化が避けられ、廃棄物処理や資源回収が現在より身近な空間的スケールで展開され、廃棄物管理に行政が多く関与する。また、「制度的地域循環シナリオ」は、資源価格が大きく上昇せず、技術もあまり進展しない中で、廃棄物管理に対する規制や制度が積極的に導入されており、廃棄物管理や資源回収が地域ブロック内や国内で規制的制度的に行われる社会である。

2) 循環型社会形成のための要因分解と脱物質化の諸対策の検討

①目的

循環型社会の形成を推進するには、リデュース、リユース、リサイクルの3Rの各対策を効果的に組み合わせて実施する必要がある。第2次循環型社会形成推進基本計画においては、資源生産性（＝GDP/天然資源等投入量）、循環利用率（＝循環利用量/（循環利用量＋天然資源等投入量））、最終処分量の各指標と、これらを補完する補助指標が挙げられている。本研究では、上流側の物質フローの蛇口を閉めればいずれ下流側の物質フローも

減少することや、近年の資源価格の高騰、また、バイオマスの適正な利用拡大が望まれていることなどを踏まえ、枯渇性天然資源の消費量削減を脱物質化に繋がる優先的な指標としながら、循環型社会への移行を効率的に進めるための方策について検討することを目的としている。

②方法、結果及び考察

生活レベルを本質的には低下させることなく、自然界との間で出入りする物質フローを減少させ、より高度な循環型社会に移行するための方策について検討する。前述のように、化石資源や鉱物資源などの枯渇性資源の消費量削減を最優先のターゲットにするが、循環型社会を構成する各断面の物質フローもそれぞれ検討対象としては重要である。生活レベルを表すものとして、活動量を用いる。活動量は、社会が利用（消費）する製品やサービスなどの量である。ただし、物の所有には必ずしもこだわらないものとし、移動量（人×km/年）や輸送量（ton×km/年）、住宅（m²）、手提げ袋の使用（回/年）などのように、複数の手段によって実現可能な単位量で表現される量とする。活動量と枯渇性天然資源の消費量との関係は、次のような恒等式で整理した。

枯渇性資源投入量

$$= \text{活動量} \times \frac{\text{新規製品量}}{\text{活動量}} \times \frac{\text{原燃料使用量}}{\text{新規製品量}} \times \frac{\text{枯渇性資源投入量}}{\text{原燃料使用量}}$$

右辺の活動量に掛かる3つの要因は、(A) 活動量あたり新規製品量（＝新規製品量／活動量）、(B) 新規製品量あたり原燃料使用量（＝原燃料使用量／新規製品量）、(C) 枯渇性資源投入率（＝枯渇性資源投入量／原燃料使用量）を表している。図2にも示すように、社会の様々な活動のために新たに製品が使用され、その製品を製造するために原料・燃料を使用し、原料・燃料の供給

表1 枯渇性資源投入量削減のための要因と主な改善策

要因	活動量あたり新規製品使用量	新規製品あたり原燃料使用量	枯渇性資源使用率
	新規製品量 / 活動量	原燃料使用量 / 新規製品量	枯渇性資源投入量 / 原燃料使用量
関連の深い分野	ライフスタイル	動脈産業の生産技術	動脈産業の技術 再生可能資源
主な対策	既存ストックの効率的な活用	歩留まり向上	バイオマス利用
	長期使用	小型化	リサイクル率向上
	シェアリング	容器の軽量化	非活用ストック素材の再生利用

のために枯渇性資源が採取されている、という順で整理している。

各要因とその改善に繋がる対策をまとめた結果を表1に示す。

これまで整理した3つの要因は、式の構造から明らかのように、互いに独立ではない。それぞれに対策を考慮の上では扱いづらい部分もあるが、むしろマテリアルフローの各断面やそれらの組み合わせに対して設定する指標や目標が、全体のフローとどのように係わるのかを把握することの意義が大きいと考えられる。例えば循環資源の使用量(⑥)を増やそうとしても、廃棄される量(④)が確保されなければ、循環資源使用量の増加には限度がある。このような状態では、むしろ他の要因を改善して、枯渇性資源投入量の抑制を図ることが有効である。一方、現在から未来への時間積分値としては、A、Bの要因の改善は最終処分量の削減に寄与するが、最終処分場の新規建設には時間を要するため、一時的に極大化するマテリアルフローの変化には対応できない可能性もある。物質フローの全体を経年的な変動も踏まえて把握した上で、無理なく無駄のない対策を実施していくことが重要であると考えられる。

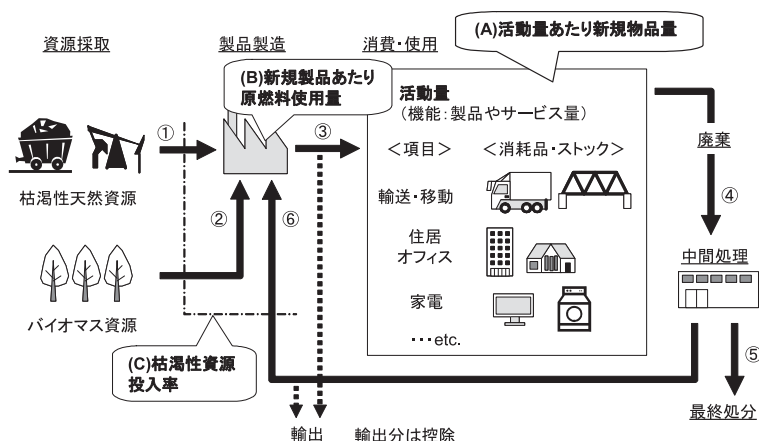


図2 枯渇性資源投入量削減の要因と物質フロー

3) 脱物質化効果の推定のための物質フローモデル
の作成と適用—鉄・土石資源のケーススタディ

①目的

脱物質化された循環型社会の構築に向けて、様々な対策の効果的な導入方法について検討する必要がある。3Rの各対策はマテリアルフローの変化を通して相互に影響し合うため、対策の総合的な効果を算出することが求められる。そこで、現在の物質フロー及び、過去からのストックの蓄積を出発点とし、将来に渡って経年的に物質フローとストックを算出するモデルを作成する。外部環境の変化による物質フローの変化を考慮しながら、諸対策の導入による枯渇性天然資源採取量の変化や、資源循環・廃棄などの各断面における物質フローの変化を算出し、相乗効果の得られる効果的な対策の組み合わせや、今後予想される廃棄物排出量の経年変動に予め対応した廃棄物政策の提案を行うことなどを目標とする。その予備的検討として本研究では、ストックの扱いについて簡略化した物質フローモデルを作成し、表1で整理した要因別の対策や、それらを同時に導入したケースを想定して、マテリアルフローの変化を算出することを目的とする。

②方法

モデルは、物質フローの変化に対する説明力が高いことから、プロセスを連関させるタイプのモデルとした。対象とした資源は鉄と、セメントや骨材などの土石資源である。天然資源は、鉄と土石資源の生産のために必要となるもののうち、以下に示すものを対象とした。

鉄鉱石（鉄鋼用）、鉱石以外の鉄源（鉄鋼用）、石灰石（鉄鋼用、セメント原料）、珪石（セメント原料）、天然粘土（セメント原料）、天然骨材、その他の工業鉱物（鉄鋼用）、原料炭、一般炭、原油随伴ガス、

表2 導入を想定した対策とその効果

		土石類	鉄	合成樹脂	木材	合計
活動量あたり 製品使用量	家庭用品の長期使用	—	185	20	—	241
	電気・機械類の長期使用	—	—	36	—	—
	乗用車の長期使用	—	120	12	—	132
	建築物の長期使用	19,200	1,300	—	1,260	21,760
	乗用車のシェアリング	—	122	13	—	135
物品あたり 使用量	乗用車の小型・軽量化	—	120	12	—	132
	容器包装の簡素化	—	—	95	—	95
枯渇性資源 利用率	建築物の木造化	1,650	195	—	—165	1,680
	廃棄物等の再資源化利用	585	—	—	—	585
削減効果の合計（万t/年）		21,435	2,042	188	1,095	24,760
天然資源等投入量（万t/年）		80,000	10,000	1,120	4,500	95,620
天然資源等投入量に対する削減効果の割合		27%	20%	17%	24%	26%

原油、天然ガス

なお、対象の製品を鉄鋼、セメント、骨材に限定していることから、石灰石、珪石などの消費量は、日本全体の消費量ではなく、対象とした製品の原料となる分だけに限定したものである。

現状の物質フロー（2004年度程度）を再現した「BAUケース」と、BAUケースに対し脱物質化対策を実施する「対策ケース」の二つのケースを設定し、両ケースにおける天然資源消費量及びCO₂排出量の差を削減量とした。導入を想定する対策を表2に示す。家庭用品や機械類などの使用期間を25%延長する長期使用、建築物の使用期間の30年から100年への延長、乗用車の20%の省資源化（小型化）、2階建て以下の住宅の木造化などを想定した。なお、表中に示す数値は各対策を単独で導入した際の資源採取量の削減量であり、縦方向の合計値は目安として示すもので、あまり意味がない。

また、本研究においては、国内で利用する製品やサービスに関する脱物質化を意図しているが、輸出量も同様に減少させることは想定していない。国内の生産設備が他国に比べて高効率である場合、国内で生産することが結果的に世界の資源消費の抑制に寄与する可能性があるためである。国内での対策の導入効果を測る上では、輸出に係わる資源消費量を含めないで議論する方が、その寄与や限界が明確になると考えられるため、輸出製品に関する天然資源消費については控除した結果を示す。

③結果

天然資源採取量の削減効果及び、関連するプロセスにおけるCO₂排出量の削減効果について表3に記載する。

表3 想定した対策による天然資源及びCO₂排出の削減量

		削減量	比率	対BAU削減率	
天然資源 (千t)	国内資源	鉄源(鉄鉱石以外)	4,150	(1.8)	54.9%
		石灰石	32,539	(14.0)	41.8%
		天然粘土	5,112	(2.2)	39.5%
		珪石	1,930	(0.8)	39.5%
		その他の工業鉱物	1,300	(0.6)	53.8%
		骨材	154,283	(66.6)	27.0%
		(合計)	199,312	(86.0)	29.5%
	海外資源	鉄鉱石	36,017	(15.5)	54.8%
		原料炭	16,151	(7.0)	54.7%
		一般炭	6,618	(2.9)	47.2%
		原油	1,153	(0.5)	44.9%
		原油随伴ガス	22	(0.0)	44.9%
		天然ガス	-141	(-0.1)	-70.5%
		(合計)	59,820	(25.8)	30.3%
(合計)	259,132	(111.8)	29.7%		
CO ₂ (千t CO ₂)	国内排出	56,938	(24.6)	48.0%	
	海外内排出	2,685	(1.2)	53.9%	
	(合計)	59,623	(25.7)	48.3%	

前述の対策を導入した場合、着目している範囲の物質については、資源採取量が概ね3割減との結果となった。今後は、ストックについてモデルで明確に取り扱うとともに、対策の導入可能量について緻密な設定が可能となるように、技術や費用の情報を収集する。また、貴金属やレアメタルのように、マテリアルフローとしては大きくないが、価値の高い資源の取り扱いについても検討する予定である。

4) シナリオに基づく消費形態の変化と環境負荷に関する事例分析

①目的

消費形態の変化は、財やサービスの生産量やその生産工程に変化を与える。また、生産量の変化は、家計所得の増減をもたらす、ひいては消費量の拡大縮小につながる。本研究では、上記の消費と生産の連関的構造を記述する分析モデルを作成し、社会シナリオに基づき設定する消費の変化に起因する環境負荷への影響を分析する。そして、影響の回避または緩和に資する対策を消費者側と技術側の両面から検討することを目的とする。本稿では、事例分析として、消費者の「食の安全意識」の高まりによる食品の国産率の増加がもたらす産業廃棄物とCO₂排出量への影響を分析した。

②方法

Miyazawa 家計内生化モデルに基づく環境産業連関分析モデルを構築した。内生部門を生産部門の401部門と

家計消費部門の1部門で構成し、外生部門は家計消費を除くその他の最終需要部門とした。なお、家計消費部門から生産部門への産出量は、「賃金・俸給」、「社会保険料」および「その他の給与及び手当」の合計額で記述した。産業廃棄物の種類を、「有機性汚泥」、「無機性汚泥」、「廃プラスチック類」、「家畜ふん尿」、「その他」の5つに区分し、部門別の排出量（発生量から有価物として処理される量を差し引いた量）を推計した。部門別のCO₂排出量は地球環境研究センターで公開している3 EIDから引用した。分析は2000年を基準年とした。

国産率の増加を仮定する食品関連部門を野菜や肉類などの農林水産品（20部門）と調味料やレトルト食品を含む加工食品（33部門）に分け、それぞれの国産率を現状の値（現状の輸入率）から段階的に国産率100%（輸入率0%）まで変化させた。国産率の変化に伴う、各生産部門の生産額の増加分に部門別の廃棄物排出量、CO₂排出量を乗じて、現状からの廃棄物とCO₂の追加的な国内排出量を推計した。

③結果と考察

図3は横軸に現状の輸入率を1とした1割毎の輸入率の減少を示し、左側の縦軸には追加的な国内の廃棄物排出量（積み上げ棒グラフ）を示す。右側の縦軸は、追加的な国内CO₂排出量（折れ線グラフ）である。

廃棄物に着目すると、農林水産品も加工食品も全て国産化した場合、約50Mt（Mt=10⁶t）の追加的排出が見込まれ、これは現状の総排出量より9.8%の増加となっ

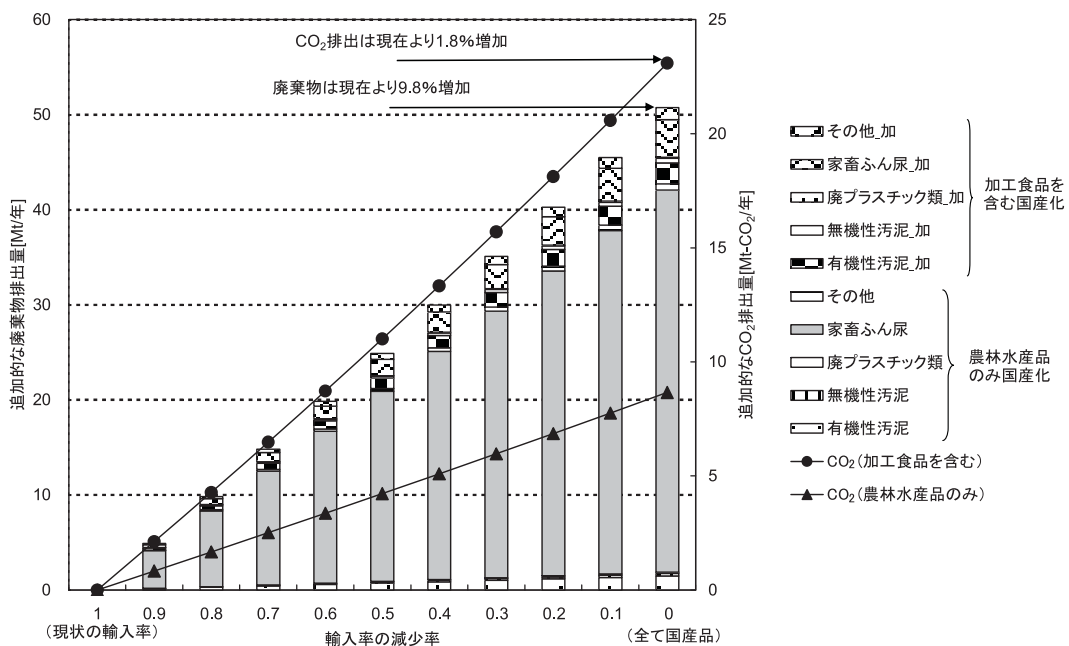


図3 シナリオ（農林水産品と加工食品の国産率増加）に基づく産業廃棄物およびCO₂排出量の変化量

た。この主たる要因は肉類の国産化に伴う家畜ふん尿の増加である。加工食品を含めて国産化した場合、加工食品の原料となる農林水産品は既に国産化されているため、食品加工くずが原因である有機性汚泥の排出増加が確認される。また、国産化により加工食品の原料が追加的に生産されるため、家畜ふん尿も大きく排出増加となる。

一方、CO₂排出量は、農林水産品も加工食品も全て国産化した場合、1.8%に相当する約23 Mt-CO₂の増加が見込まれた。農林水産品のみを全て国産化した場合は、約8.6 Mt-CO₂の排出が増加し、加工食品も含めると、更に1.7倍の約14.4 Mt-CO₂の排出が考えられる。この傾向は農林水産品の寄与が大きい廃棄物の場合と異なっており、食品の加工段階において加熱や冷凍で消費するエネルギーが大きいことを示唆する。

消費者の「食の安全意識」の高まりが、食品の国産化という形で表れた場合、食品メーカーや飲食業では消費者のニーズに応える形で、国産品の食材や国内での食品加工に切り替えることも考えられる。上記の分析結果によれば、食品の国産率の向上に伴い、国内のCO₂排出量は当然ながら増加する。しかし、その一方で、家畜ふん尿の排出が増加するため、適切にバイオガス化、残渣コンポスト化などの家畜ふん尿の有効利用技術を導入することで、CO₂排出の増加を緩和することも期待できる。今後は、想定するシナリオを多様化させ、技術的対策による削減効果を含めた、消費の変化に伴う環境負荷の影響分析へと発展させる。

(3) まとめ

以上、本研究で得られた結論は以下の通りである。

1) シナリオ・プランニングの手法を援用し、近未来物質フロー及び管理システムについて、大きく異なるいくつかのシナリオを作成することを試みた。その結果、近未来の物質フロー及び管理システムに重要かつ不確実な影響を与える外部環境の変化として、「国際市場・貿易体制の変化」「資源価格の変化」「技術の変化」を同定した。また、これをもとにシナリオ作成のための2軸「貿易体制・地域社会・規制の変化」「資源価格・技術の変化」を設定した。また、この2軸をもとに4つのシナリオ「循環資源国際流通シナリオ」「資源国際競争シナリオ」「高度技術地域循環シナリオ」「制度的地域循環シナリオ」を描いた。

2) 脱物質化された循環型社会の形成に向けて、枯渇性資源投入量の削減に着目して、(A)活動量あたり新規製品量(=新規製品量/活動量)、(B)新規製品あたり原燃料使用量(=原燃料使用量/新規製品量)、(C)枯渇性資源投入率(=枯渇性資源投入量/原燃料使用量)の三つ要因に分解した。そのうえで、マテリアルフローとの関係を整理しながら主要な物質についての要因別対策をリストアップした。

3) 外部環境の変化による物質フローの変化を考慮しながら、諸対策の導入による枯渇性天然資源採取量の変化や、資源循環・廃棄などの各断面における物質フローの変化を算出し、効果的な対策を提示するための物質フローモデルを作成する第一歩として、鉄、土石資源を例としてモデルを構築し、先に提示した要因ごとの対策の組み合わせ効果として、資源採取量を3割削減できるとの試算結果を得た。

4) 消費形態の変化についてシナリオを設定し、廃棄物排出量やCO₂排出量の変化を試算する分析モデルの開発と事例分析を行った。消費者の食の安全意識の高まりが食品の国産率を高めると仮定し、農林水産品と加工食品の国産率が向上した場合に発生する追加的な産業廃棄物とCO₂排出量を求めた。国内CO₂排出量の増加と廃棄物では家畜ふん尿の排出増加が確認され、家畜ふん尿のバイオガス化、残渣コンポスト化などの有効性を示唆した。消費形態の変化がもたらす環境負荷の将来的な変化を勘案し、近未来の対策技術を検討することの重要性を確認した。

1.2 近未来の循環型社会における技術システムの設計と評価

(1) 目的

近未来における対策シナリオの重要な役割を担う技術システムについて、主要な循環資源を対象として循環技術システムの設計を行い、ライフサイクルアセスメント(Life Cycle Assessment: LCA)手法を適用して評価を行う。

(2) 方法、結果及び考察

含炭素循環資源(バイオマス系及びプラスチック系)や鉱物系循環資源についてインベントリーデータの情報基盤整備を行い、その中で食品廃棄物等を対象としたパ

イオマスエネルギーシステム、廃プラスチックのリサイクルシステム、鉄鋼、非鉄、セメントの三大素材産業を中核とした動脈・静脈連携による産業システム形成の効果を評価した。以下では、そのうちの主要なケーススタディの成果を報告する。

1) 持続的炭素含有資源循環技術システムの提案

①目的

本研究では、化石資源と生物資源を併せて「炭素含有資源」と捉え、それらの混合利用・代替利用・再生利用も視野に入れた、包括的かつ持続的な炭素資源循環技術システムを提案することを目的とする。

②手法

本研究で適用する手法とその手順を以下で示す。

a) 炭素含有資源循環技術の情報整備

炭素含有資源の採掘から最終処分までを含めた循環技術システムを考え、各工程の技術・経済・社会面の情報を収集・整理し、データベース化する。

b) 炭素含有資源循環技術システムの検討・設計

炭素含有資源循環の具体的な方策として①各種工程（生産、輸送、再生等）の効率向上、②生物資源による化石資源代替、③廃棄物系炭素含有資源の再生利用などが挙げられる。これらについて単独および複合の循環技術システムを検討・設計する。

c) 炭素含有資源循環技術システムの評価・提案

整備したデータベースを活用して、設計した循環技術システムを環境・経済・社会の面から評価する。環境面では、対象システムの構築・運用に伴う環境負荷の排出量について、LCA等を実施する。経済面では、対象システムのライフサイクルコスト（Life Cycle Cost: LCC）や、工程ごとの経済収支を評価する。社会面では、労働環境や住民合意などの要素を評価する。以上の評価に基づいて、持続的な炭素含有資源循環技術システムを提案する。

③成果・進捗状況

上記手順毎にこれまでの成果・進捗状況を以下で示す。

a) 炭素含有資源循環技術の情報整備

これまで、エネルギー・プラスチックの生産技術のデータベースを作成した。具体的には、新規化石資源（石油・石炭・天然ガス等）からの燃料・プラスチック生産、新規生物資源（資源作物等）からの燃料生産、再生生物資源（生ごみ・下水汚泥・家畜ふん尿・廃食用油・木屑等）からの燃料生産の技術データベースである。

b) 炭素含有資源循環技術システムの検討・設計

これまで、廃棄物系生物資源の再生利用等による新規化石資源の代替、およびエネルギー効率向上を図るシステムを検討・設計した。具体的には、都市ごみの焼却発電あるいはバイオガス化（生ごみのみ）システムで、火力を含む通常発電を代替し、さらに焼却発電の発電端効率も向上させるものである。

c) 炭素含有資源循環技術システムの評価・提案

これまでに整備したデータベースや文献値等に基づき、設計した技術システムの運用に伴うCO₂排出量についてハイブリッドLCAを実施した。その結果、生ごみを焼却発電する場合とバイオガス化する場合のいずれもCO₂削減効果がみられ、バイオガス化の効果がより大きかった。これは、火力を含む通常発電が回避され、バイオガス化の発電効率が大きいためである。また、火力発電の発電端効率を10%から15%に向上させるとCO₂削減効果はさらに大きくなった。設定した15万人都市では都市ごみが年間約5.5万t（生ごみは約2.7万t）排出されるが、CO₂削減効果は約0.2から0.4万tの範囲と推定された（図4）。

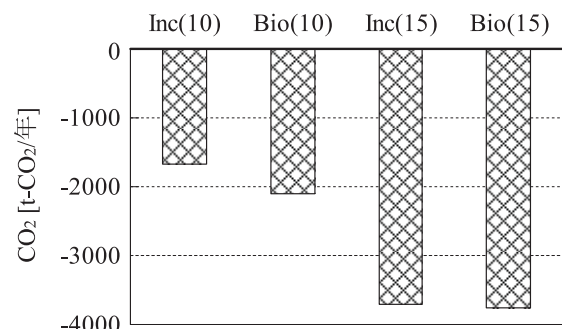


図4 炭素含有資源循環技術システムの比較
(Inc: 焼却発電, Bio: 焼却発電+バイオガス化, 括弧内は焼却発電効率%)

④今後の計画

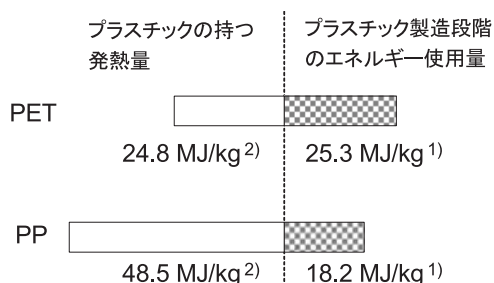
データベースの技術品種を増やし、データ精度を高める。循環技術システムは、炭素含有資源の全体像や将来像をより包括的に把握し、優先順位を明確化した上で、検討・設計を行っていく。

2) 廃プラスチックの循環技術システムの設計と評価

①目的

プラスチックの製造には多くのエネルギーを消費するため（図5）、単一種類で異物の混入もなく、劣化のな

い良質な廃プラスチックについては、マテリアルリサイクルを行って、素材の特性を活かした再利用を行うことが望ましい。一方、建築解体現場から排出されるプラスチックや、容器包装に用いられるプラスチックなどについては、一般に複数種類の樹脂や異物が混在するケースが多く、マテリアルリサイクルが容易ではない。このような雑多な廃プラスチックのリサイクル方法については、一概には優れたリサイクル方法を決められない状況にある。一方、プラスチックはバイオマス由来の資源に比べて大きな発熱量を持っているため、バイオマスと組み合わせると発熱量を高めてエネルギー利用されるケースもある。これらの状況を踏まえて、バイオマスとの相互補完も含めた廃プラスチックの望ましい循環技術システムを提示することを目標とする。



1) JLCA-LCAデータベース, 2) プラスチック処理促進協会
図5 プラスチックの発熱量の製造エネルギー

②システムの設計方針

環境負荷、資源消費、費用のいずれの削減についても、廃プラスチックのリサイクルの効果を最大化するのは、同種の新規樹脂を1対1で代替するマテリアルリサイクルである。これが優先的なリサイクル方法となるが、このような条件を満たせる再生製品の需要量、廃プラスチックの供給量とも限られている。これまで新規樹脂が利用されているが、高い品質を必要としないような製品については、順次廃プラスチックで置き換えていくことが有効である。一方、プラスチックの持つ高分子構造や、その構成モノマーの構造を直接的には利用しない、一部のケミカルリサイクルやエネルギー回収については、類似の原子組成を持つバイオマスと、理屈上は代替的な利用が可能である。どちらも供給量には制限があり、また季節的な変動も存在することから、これらを安定的に効率よく利用できるシステムを構築することが重要である。動脈産業においては、発生する廃プラスチックの持つ発熱量をはるかに上回る量の化石資源をエネルギーや原料

として消費しており、これらとともに大規模に利用することが、規模の効果による高効率化、異物の希釈効果、供給量変動の緩和などの観点から、望ましい場合が多いと考えられる。

廃プラスチックのマテリアルリサイクルとエネルギー回収によるCO₂削減効果をLCAの観点から比較した結果を図6に示す。縦軸、横軸は各リサイクル方法において、置き換えられる元のプロセスと比較した歩留まりの比や性能の比の違いを示したものであり、数値が1の場合が樹脂や燃料を1対1で代替した場合、0の場合が、全く代替効果が無かった場合を表す。図中の太い実線が、マテリアルリサイクルとエネルギー回収の効果が逆転する分岐線で、これより上の領域がマテリアルリサイクルの有利な領域である。廃プラスチックの性状に応じて、リサイクル方法を適切に使い分けることが重要である。

ただし、図の評価では元のプロセスとの相対的な効率が変数であって、エネルギー利用施設などでの絶対的な効率を評価に反映させていない。低効率施設の淘汰・更新も含めたビジョンを描くことが今後の課題である。

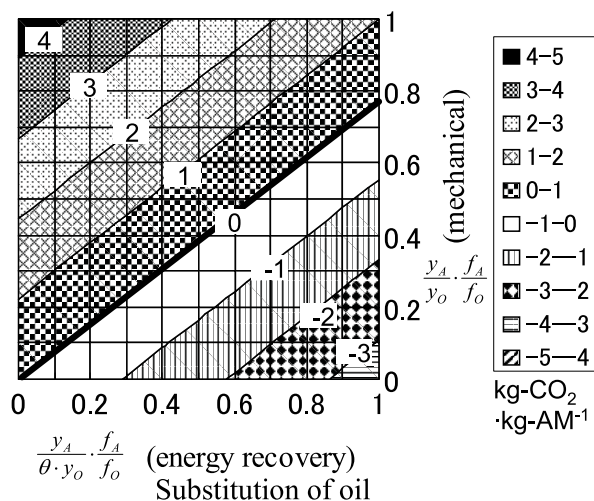


図6 廃プラスチックのマテリアルリサイクルとエネルギー回収の比較 (CO₂削減効果)

3) 非鉄製錬と廃棄物溶融プロセスの連結による動脈静脈連携システムの設計・評価

①目的

溶融飛灰の非鉄製錬への山元還元を組み込んだ溶融技術を中核とする新たな資源循環システムについて、従来型の焼却+埋立処分や溶融飛灰の山元還元の有無などを

比較対照シナリオとしたLCAによる分析を行う。

②方法

a) 機能及び機能単位

LCAを実施する上での評価対象システムの機能として、都市ごみ(可燃系ごみ)の適正な処理、対象システム内の各プロセスでの発電あるいは代替する通常の電力系統から供給される電力、溶融スラグあるいは代替する天然系資材の土木資材生産、溶融飛灰の山元還元による回収金属資源あるいはそれが代替する天然鉱石からの金属資源生産、を取り上げる。また、シナリオ間の比較を行う際の機能単位は、可燃系ごみ1トンの処理とし、そのごみ組成及び熱量は、松藤による廃棄物処理対象のLCAソフトウェア(H-IWM)に基づき設定した。

b) 比較シナリオ

以下の5つのシナリオを比較分析した。

シナリオ1(S1):焼却/埋立のベースシナリオ、単純なストーカー炉による焼却と焼却残渣埋立

シナリオ2(S2):焼却/灰溶融、溶融スラグの土木資材利用による天然系資材生産の回避、溶融飛灰埋立処分

シナリオ3(S3):焼却/灰溶融、溶融スラグの土木資材利用による天然系資材生産の回避、溶融飛灰山元還元による天然鉱石からの金属資源生産回避(Zn,Pb,Cu)

シナリオ4(S4):ガス化溶融、溶融スラグの土木資材利用による天然系資材生産の回避、溶融飛灰埋立処分

シナリオ5(S5):ガス化溶融、溶融スラグの土木資材利用による天然系資材生産の回避、溶融飛灰山元還元による天然鉱石からの金属資源生産回避(Zn,Pb,Cu)

なお、上記のシナリオにおいて発電プロセスが設置さ

れている場合には、相当分の発電所における電力生産を回避するものとした。

c) データ収集及び適用モデル

ごみ処理としての焼却、埋立、溶融プロセスに関するインベントリー分析にはH-IWMのモデルを適用した。また、山元還元に関わる各種プロセスや天然系土木資材生産、天然鉱石からの金属資源生産など、H-IWMに存在しないデータについては実施設備保有企業へのヒアリング調査や関連の既存文献から収集した。

③結果と考察

まず、各シナリオにおける最終処分量(埋立処分量)の結果については、従来の焼却/埋立(シナリオ1)に対して溶融技術を用いたシステム(シナリオ2~5)は格段に最終処分量を削減可能である。溶融飛灰の山元還元の有無で比較すると、灰溶融の両ケース(シナリオ2と3)では大きな違いはないが、溶融飛灰発生量の多いガス化溶融の両ケース(シナリオ4と5)では、溶融飛灰の山元還元による最終処分量の削減効果は無視できない。

つぎに二酸化炭素の排出量についての結果を図7に示す。ベースシナリオ1に比較して、溶融技術を導入したシナリオ2~5では1~2割程度排出量が増加している。内訳をみると、ごみの燃焼・分解に由来する非エネルギー起源の二酸化炭素排出量(バイオマス由来は計上せず)が、各シナリオ共に同等に大きく寄与している。先の1~2割程度排出量が増加するというシナリオ間の違いには、システム内で利用する燃料や電力に由来して間接的に誘発される二酸化炭素排出量(エネルギー起源)、システム内での発電による発電所での二酸化炭

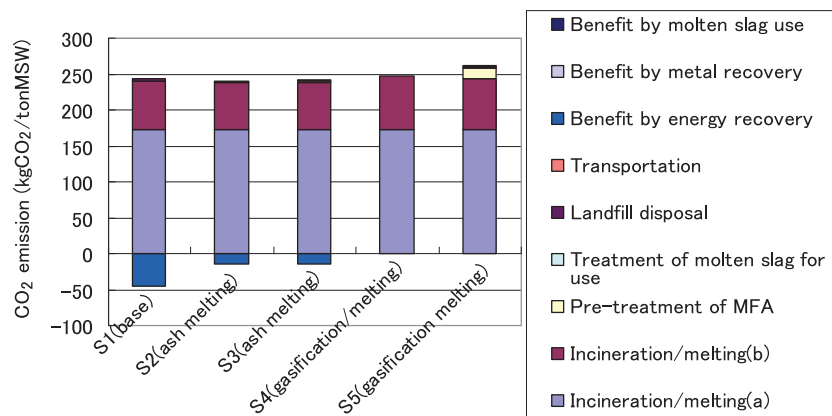


図7 各シナリオにおける温室効果ガス排出量の試算結果。凡例中の焼却/溶融(a)及び(b)は、それぞれ廃棄物の燃焼由来による直接およびエネルギー消費等に伴う間接的なCO₂排出量を表す。

素排出回避分の影響が反映している。なお、溶融飛灰の山元還元のために新たに付加しなければならないプロセスの寄与は微々たるものである。

以上のように、溶融技術を活用したシステムと従来型の焼却／埋立システムでは、最終処分量と二酸化炭素排出量の間トレードオフの関係が存在しており、総合的な評価の際に考慮する必要がある。日本の最終処分量ひっ迫問題への対応と、地球温暖化問題における廃棄物部門での対応において、どちらの費用対効果が大きいかなどを冷静に判断すべきであろう。

(3) まとめ

1) 化石資源と生物資源を併せた「炭素含有資源」

由来の循環技術のデータベースを作成した。また、炭素含有資源の再生利用等による新規資源代替およびエネルギー効率向上を図るシステムを設計・評価した。具体的には都市ごみの焼却発電あるいはバイオガス化システムで、ハイブリッドLCAを実施した結果、いずれのシステムもCO₂削減効果がみられ、バイオガス化の効果がより大きかった。今後は、炭素含有資源の全体像を把握し、対策に優先順位を付けて評価していく。

2) 廃プラスチックのマテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、エネルギー回収における合理的なシステム設計における考え方を示し、マテリアルリサイクルとエネルギー回収の温室効果ガス削減効果をライフサイクル分析により比較し、歩留まりや性能の違いによって両者の優位性が異なってくることを示した。

3) 溶融飛灰中に濃集されている有用な金属資源の山元還元システムを組み込んだ、溶融技術を中核とする資源循環システム形成の新たな展開を紹介し、LCAを適用してシステム評価を試みた。その結果、新たなシステムが最終処分量削減には寄与するが、若干の二酸化炭素排出量の増加が生じ、異なる影響要素間でのトレードオフの関係が存在することがわかった。

1.3 政策手法・マネジメント手法の設計・開発と評価

(1) 目的

循環型社会の形成に向けて今後の政策・マネジメントを的確に行っていくためには、個別の政策手法・マネジ

メント手法を開発するとともに、既存の手法をより洗練させていくことが必要である。我が国においては、2001年以降、個別リサイクル法をはじめとした新たなリサイクルシステムが運用されてきており、これまでの経験を的確に評価することが求められる。また、これまでのリサイクル法見直しの議論のなかでも、資源循環・廃棄物処理のコストの明確化など、新たな政策手法に対するニーズが生じている。

そこで、現存する資源循環に関わる政策の実態調査ならびに実態評価を行うとともに、新たに求められている政策手法・マネジメント手法の開発を行うこととした。

(2) 方法、結果及び考察

まず、現行のリサイクル制度の実態を調査するとともにその評価を行った。具体的には個別リサイクルにおける費用情報収集や「見えないフロー」を含めた物質フローの把握、建設リサイクルにおける問題視的検証型の実態評価による政策課題明確化等の検討を行うとともに、EUの拡大生産者責任の下での責任・役割分担の形態や諸外国のデポジット制度の状況を明らかにした。

次に、自治体の廃棄物処理事業を対象とした環境会計表の開発を行った。これまでに環境省等が開発してきた環境会計のガイドラインは基本的に企業、工場等を対象としたものであるが、その考え方は公共部門の活動にも適用することができる。容器包装リサイクル法の見直しにおいて自治体の廃棄物処理コストに対する説明が強く求められたことをふまえ、自治体の廃棄物処理事業を対象として、その費用効果や効率性を検討できる環境会計の枠組みを設計し、報告のフォーマットを開発した。

さらに、自治体間のパフォーマンスを比較可能にし、各自治体が自らのマネジメントを改善していくための手法としてベンチマーキング手法の開発を行った。以下、上記の研究を3つに分けて詳細を述べる。

1) リサイクル制度研究

まず、容器包装リサイクルについては、法の見直しにおいて費用の問題が大きかったことから、第一期中期計画後半から実施していた容器包装リサイクルに関わる費用情報の収集作業を継続し、それらを体系的に表示する資源循環会計表への入力を行った。容器包装廃棄物のリサイクルなどの費用については既に調査がされているが、資源循環システム全体の費用を包括的に把握するためには、自治体の処理費用を収集、中間処理、最終処分といっ

た活動ごとに推計しておく必要がある。また、分別されずに処分される容器包装廃棄物（以下、未分別品）の量の把握も必要である。これらの調査・推計を実施した。活動別の一般廃棄物処理費用は平成16年度において収集：中間処理：最終処分が約4：5：1であり、このうち、中間処理と最終処分のランニングコストの処理量あたりの費用単価が平成8年度以降増加の一途をたどっていることが示された。特に新規の最終処分場については、イニシャルコストの増加も著しく、今後の処分費用が高騰することを示唆しているものと考えられた。また、未分別品のフロー推計結果によれば、未分別の容器包装プラスチックはPETボトルや白トレーを含めその1/4～1/3が埋立処分されており、残りは焼却処理されていると推計された。未分別率は、PETボトルで2割、白トレーと容リプラで7.5～8割と推計された。

「見えないフロー」が問題となった家電・パソコンリサイクルについては、中核研究プロジェクト4の国際資源循環研究との連携を図り、法施行前後での使用済み製品のフロー変化の推計と解析を行い、輸出が増加している状況などを定量的に明らかにした。家電リサイクル法のシステムにおいては小売業者を経由して輸出されるケースが一定割合存在しており、この適正化を図ることが法見直しの審議会で求められることとなったことから、小売業者による中古品リユースの特徴等を整理し、リユースを行ううえでの必要な条件を検討した。

さらに、EUの政策実態を調査して、使用済み電気電子製品のリサイクルはEPR（拡大生産者責任）に基づいて実施されているものの、家庭等からの排出品回収における責任・役割分担はEU内でも様々な責任分担の形態があることが確認できたことから、回収システムの検討に着手することとした。まず、回収インセンティブを付与する施策として、諸外国のデポジット制度を調査することとした。デポジット制度に係る既存の報告書ならびにホームページの情報をもとに、各国のデポジット制度の存在状況を確認した。表4に示すように、飲料容器に係る制度が多かったが、その他にも、電池、タイヤ、車、有害物容器、電気電子製品、フロン類、ガラス、廃油、蛍光灯などといった対象物についてもデポジット制度が適用されており、デポジット制度を既成概念で捉えてしまうことはデポジット制度の可能性を見過ぐすことになると考えられた。そこで、デポジット制度の対象を「廃棄物」、「有用物」、「有価物」、「有害物」に区分し、

その概念・特徴を整理・考察した。例えば、有害物デポジットについては、「保管・退蔵中に有害物が漏洩することを防ぐためには、単に分別保管されているだけでは不十分で、速やかに回収されることが望ましい。」といった特徴付けを行った。このような概念・特徴を整理した結果に基づいて、具体的な制度設計を行うことは、残りの研究期間における課題である。

表4 各国のデポジット制度の対象物

対象物	制度数
飲料容器	42 (28)
電池	17 (5)
タイヤ	5 (1)
車	4 (2)
有害物容器	2 (4)
電気電子製品	2 (1)
フロン類	1 (4)
ガラス	1 (3)
廃油	1 (3)
蛍光灯	1 (0)
包装材	0 (5)
プラスチック	0 (2)
紙	0 (1)
金属類	0 (1)
その他	2 (8)

() 内は存在が確認できなかったが文献には情報があつた制度の数

また、デポジット制度の欠点として制度運営上の負担があることがしばしば指摘されることから、制度運営上の負担軽減方策や有効性を高める方策を整理した。7つの海外のデポジット制度からは、品目の絞り込み（一定数量以上を扱う場合の除外、大型容器の除外）、手続きの省略、重量計測の利用、回収強化（一定数量未満であれば手数料等の無料化）、選別強化、処理強化、業界反対への対応といった視点で工夫がされていることが分かった。

建設リサイクルについては問題指摘検証型の実態評価を行った。これは関係者のヒアリングを通じて、問題の発見・構造化を行い、それに対する対策を検討するものである。建設リサイクル法には様々な問題点があることが指摘されたが、特に、対象工事規模の引き下げ、有害物質対策、届出・通知制度の有効化、費用徴収の4点が重要であると考えられた。このうち、対象工事引き下げについては、対象規模未満において無分別解体が認められることで、無分別解体の習慣が残ってしまっている

ことと、アスベストなどの有害物質が含まれているという問題点を指摘できた。有害物質対策については、解体工事が始まってから有害物質が見つかったも、新たな費用を解体業者が施主に請求することは難しいという問題点があった。これを回避するには、有害物質やそれらを含む資材を分別解体前に把握することが重要となる。その方法として、例えば、発注者に有害物質等に係る事前調査の義務を課し、調査後でなければ解体にとりかかれない仕組みとすることなどが考えられた。届出・通知については、例えば、届出書類、届出内容と完了報告の内容・整合を気にする発注者は少ない、完了報告の内容を理解できる発注者は少ない、工事完了結果を自治体が把握できないなどの問題が残されていた。

2) 自治体の廃棄物処理事業を対象とした環境会計表の開発

開発した環境会計は表5に示すように、環境ストック計算書、環境フロー計算書、環境財務計算書の3つの計算書から構成される。この枠組みは以下の特徴を持っている。

まず、この枠組みはストック計算書を持っている。環境省の環境会計ガイドラインの枠組みにおける課題で大きなものの1つはストック情報の取り扱いである。環境省の枠組みは基本的にフロー情報を記述するものだが、フロー情報のみに基づく環境会計では、投資した環境対策資産や環境負荷の蓄積が評価されず、誤った解釈や意思決定を導きかねない。本研究では、環境価値ストックを積極的に評価する環境会計の枠組みとして提案されている「創造型環境会計」の枠組みを援用した。

次に、この枠組みでは自治体ごとの実施可能性の違いを考慮し、3種類の相互に整合的な報告フォーマットを用意している。すなわち、環境省の環境会計をベースとした環境会計拡張型、廃棄物会計をベースとした廃棄物

会計拡張型、これらを統合した統合型を用意した。

最後に、この枠組みでは、廃棄物処理という環境保全活動（以下、廃棄物処理活動）と、廃棄物処理に伴って発生する環境負荷を低減するための環境保全活動（以下、その他の環境保全活動）を区別している。企業、工場等を対象とした環境会計では、基本的に後者の環境保全活動を取り扱うが、廃棄物処理はその活動そのものが環境保全活動であり、これらを区別する考え方が必要となる。同じような事業としては下水道事業があり、その環境会計ではこれらを区別する考え方が用いられている。

3) ベンチマーキング手法の開発

一般廃棄物処理事業を対象として、自治体間のパフォーマンスを比較可能にするベンチマーキング手法に基づくマネジメントの枠組み及び評価指標を検討し提案した。

まず、事業へのインプットとしての予算・人員等、アウトプットとしての各種施策の取組およびその水準、事業がもたらす社会への効果としてのアウトカムからなる階層的なベンチマーキング指標のフレームを図8のように提示した。アウトカムを構成する要素として、新公共経営（NMP）の概念に基づき、有効性（環境保全性、利便性など）、効率性（経済効率）、公平性（排出者負担など）、公正性（情報透明化、弱者配慮など）の四つを提示した。

つぎに、一般廃棄物処理事業に対する実際の住民の意識構造について、事業をどのような観点（評価軸）で評価しているか、個別の取組との関係を含めて明らかにするための検討を試みた。地域特性や処理事業形態の異なる12の市町村を対象に、約3千名のインターネットモニターにアンケートを配布し、半分の約千五百名の有効回答を得た。ごみの有料化、分別収集、処理施設の整備、発生抑制への意識啓発事業等、の大きく四つの施策群に分類し、各施策の在り方に対する質問を行った。回答デー

表5 自治体の廃棄物処理事業を対象とした環境会計の枠組み

計算書	構成要素	環境会計		廃棄物会計 拡張型
		拡張型	統合型	
環境ストック計算書	環境資産（自然・人工） 環境負債（固定・累積）		○	○
環境フロー計算書	環境資産変動計算書		○	○
	環境負債変動計算書	○	○	○
環境財務計算書	投資・費用 収益・費用節減	○	○	○

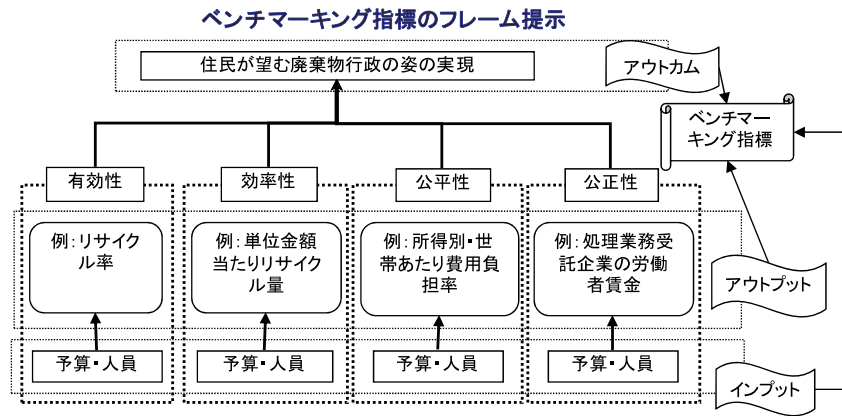


図8 ベンチマーキング指標のフレームの提示

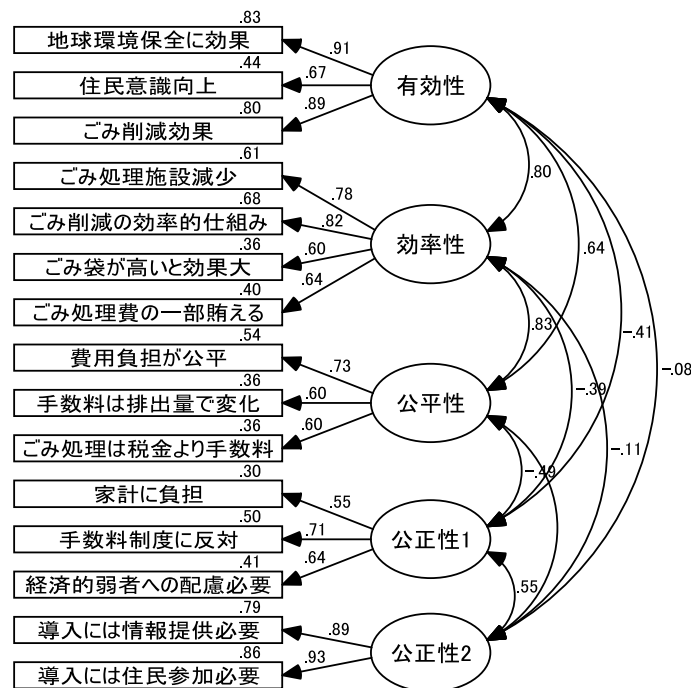


図9 一般廃棄物処理事業に対する評価の意識構造についての共分散構造分析の結果（有料化施策の例）

タをもとに探索的因子分析及び検証的因子分析により因子を抽出したのちに共分散構造分析を行った。結果の一例として、有料化施策に対する評価における意識構造の結果を図9に示す。先に設定した有効性、効率性、公平性、公正性の4軸が住民からみた評価の判断軸として妥当であることが明らかとなった。有料化以外の施策群についても、同様に四つの要素を評価軸として重視していることがわかったが、それらへのウェイトは施策群ごとに大きく異なっていることも明確になった。以上の成果に基づいて、住民の評価についてどのような観点でモニタリングすべきか、また、住民が満足する事業に向けて、どのような評価軸を重視し効果的に施策を設計・改善していくべきかの示唆が得られると考えられる。

この成果の一部については、環境省の「市町村における循環型社会づくりに向けた一般廃棄物処理システムの指針（平成19年6月策定）」作成に貢献した。

なお、このような研究で得られた経験・知見をもとに、一般廃棄物実態調査で調査すべき項目を精査し、調査項目の追加・変更を環境省に要望してその実現に至った。

また、これと関係して、廃棄物の処理施設・リサイクル施設のライフサイクルコスト（LCC）のデータを収集した。従来あまり調査されていなかった廃棄物処理施設の建設以前にかかる各種費用や解体費用の調査を行い、施設の全ライフサイクルにわたるデータを得ることができ、ベンチマーキングにも利用できる基礎情報とすることができた。さらに、この情報を活用して、廃棄物処理

施設の最適更新年数を検討する研究を行った。いくつかの施設のデータを用い、異なるコスト上昇傾向の前提条件で経済的耐用年数を求めたところ、表6に示すように多くの場合は20～28年となった。また、そのいずれの場合も経済的耐用年数に対して±5年程度の範囲でLCC/LCW（LCW：Life Cycle Waste、ここでは廃棄物の総処理量）は同程度であり、施設更新を行う経済的な最適期間は幅があると理解してよいと考えられた。

表6 経済的耐用年数の算出結果

	トレンド①	トレンド②	トレンド③
焼却施設 A	21	23	22
焼却施設 B	37	20	20
破碎施設 A	25	*	*
破碎施設 B	21	28	26

* 運営・維持管理費が減少という結果となったため、経済的耐用年数を算出できなかったもの。

(3) まとめ

以上、本研究で得られた結論は以下の通りである。

- 1) 制度の実態調査として、リサイクルや廃棄物処理に係る費用やリサイクル法の対象から漏れている未分別品の廃棄量、電気電子製品の「見えないフロー」などを明らかにするとともに、リサイクル法の実態

評価を実施し、制度の問題点を把握した。また、国外の制度の調査を行い、欧州におけるEPRの実態や日本では限られた地域でしか導入されていないデポジット制度の特徴が明らかとなった。

- 2) 自治体の廃棄物処理事業を対象として、その費用効果や効率性を検討できる環境会計の枠組みを設計し、報告のフォーマットを開発した。開発した環境会計は、環境ストック計算書、環境フロー計算書、環境財務計算書の3つの計算書から構成され、①ストック計算書を持っている、②3種類の相互に整合的な報告フォーマットを用意している、③廃棄物処理という環境保全活動と、廃棄物処理に伴って発生する環境負荷を低減するための環境保全活動を区別している、という特徴を持っている。
- 3) 一般廃棄物処理事業の評価におけるベンチマーキング指標のフレームを提示し、事業のアウトカムとしての評価軸として有効性、効率性、公平性、公正性を新自治体経営の概念として提案した。また、住民意識をアンケートにより調査し、事業の評価の観点として左記の4つの評価軸が関係していることや、施策ごとに評価軸のウェイトが異なることが明らかとなった。

2 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

2.1 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

(1) 目的

プラスチック添加剤等を安全性確保の面からレビューし、有用性・有害性をもつ物質群を選定し、分析法の検討を行うとともに、物性、毒性データを整備する。プラスチック製品、再生製品における臭素系難燃剤等、混入化学物質の調査を行い、製品使用に伴う臭素系難燃剤等の室内における挙動、環境排出に関する実態調査、各種リサイクル過程や燃焼処理過程における添加剤や樹脂分解物の挙動調査を行い、化学曝露メカニズムについて一定知見を得て、リスク評価、得失評価に資する。

(2) 方法、結果及び考察

プラスチック添加剤の中でもその環境残留性や毒性が指摘されている臭素系難燃剤（BFRs）に着目し、1）ヒトへの重要な曝露媒体であるハウスダストを対象にした、BFRs及び関連物質の分析及びバイオアッセイによる毒性評価、2）TVを対象とした製品からハウスダストへのBFRs移行及び、TVケーシング上でのBFRsの光分解性についての研究、3）モデルルームを用いた実際の製品使用を想定した家電製品及び繊維製品の負荷試験による排出特性評価と排出量見積りの3つの課題に取り組んだ。また、廃プラスチックのリサイクル・廃棄処理において様々な化学物質の発生・揮発が懸念されているため、関心が高く情報が不足している2つの課題、す

なわち4）圧縮梱包や再生品製造など低温～中温域でのリサイクル過程で揮発する化学物質の挙動、5）燃焼過程におけるニトロ多環芳香族化合物（ニトロPAHs）の挙動に関する研究を行った。以下、これらの課題ごとに、その方法、結果及び考察を記す。

1) ハウスダスト中のBFRsの分析及び毒性評価

ハウスダストの中に家電プラスチックや繊維に使用される臭素系難燃剤（BFRs）のひとつ、ポリ臭素化ジフェニルエーテル類（PBDEs）が高い濃度レベルで含まれていることが、ここ数年間、世界中で盛んに報告されている。ハウスダストは、室内環境の至るところに存在するため、呼吸を通じて吸入摂取するだけでなく、食品等とともに手に付着したものを摂取する可能性も指摘されており、ヒトのPBDEsの重要な曝露ルートになっている可能性が高い。そこで、我々は化学分析/*in vitro* バイオアッセイを用いてハウスダストに含有されるPBDEs等の有機臭素化合物に焦点を当て、濃度把握と毒性評価を行った。具体的には、国内の一般家庭及び事業所で採取したダスト33検体を対象として、PBDEs濃度レベルを調査するとともに、有機臭素化合物に起因するハザード（毒性）を検索すべく、*in vitro* バイオアッセイを用いてAhレセプター結合活性（ダイオキシン様活性）及びヒト甲状腺ホルモン運搬タンパク（TTR；Transthyretin）結合活性を測定した。

ハウスダスト分析の結果、PBDEsや臭素化ダイオキシン類（PBDD/DFs）の濃度レベルは、港湾底質や下水汚泥の既報告値と比較して同等以上であることが示された。国内で採取したハウスダスト中のPBDEsの濃度レ

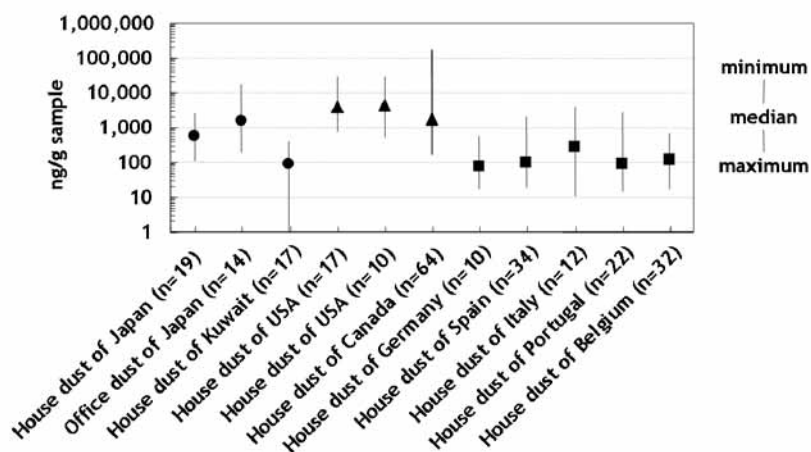


図10 本研究（日本）と諸外国におけるハウスダスト試料中のPBDEレベルの比較

ベルは、高濃度汚染が報告されている北米と欧州での分析報告値の中間に位置していた（図10）。*In vitro* バイオアッセイにより、ダイオキシン様活性及びTTR結合活性が全てのダストにおいて検出された。適用した *in vitro* バイオアッセイでは、残留性有機汚染物質のたまり場とされる底質よりもハウスダストで活性が高い傾向であり、我々の身近に存在するがゆえに、また、テレビをはじめとする家電等、日常使用製品に発生源が存在する可能性が高く、より留意すべき曝露媒体であることが懸念された。高活性を示すハウスダストを高速液体クロマトグラフィー等による化学分画に適用して活性寄与物質の分離/同定を試みた結果、ダイオキシン様活性物質は、本研究で分析対象としたPBDD/DFsが総活性の10～30%程度を占めており主要な活性寄与物質であると考えられた。TTR結合活性物質は、BFRs関連物質である2,4,6-トリブロモフェノール（TriBPh）と殺虫剤成分である2,3,4,5,6-ペンタクロロフェノール等が活性寄与物質として同定された。これらの物質は全てのハウスダストで検出され、その検出濃度と比活性値から総活性の40～70%の寄与を占めるものと試算できた。

2) TVを対象とした製品中BFRsの挙動調査

ハウスダスト中のBFRsは、室内製品に使用されているBFRsに由来する可能性が高く、室内製品のひとつとしてテレビを取り上げ、廃テレビ5台（1989～1998年製）の内部に蓄積したダストとテレビ部材（ケーシング、基板）試料中のBFRsやPBDD/DFsについて分析を行い、試料間の関連性について考察を行った。テレビ内部ダスト中におけるPBDEs総濃度とPBDFs総濃度は各々、67-500 μ g/g、180-650ng/gの範囲にあり、PBDEs濃度は日本や欧米で報告されているハウスダスト中濃度に比べて2～3桁高いレベル、PBDFs濃度は日本のハウスダストで報告されている濃度に比べて2桁高いレベルにあった。このようなテレビ内部ダストに特異的に高い有機臭素化合物の濃度は、テレビの外部環境からの影響よりも、部材中からの移行の可能性を強く示唆するものである。テレビ内部ダスト中のBFRsの濃度及び組成を部材中のそれらと比較すると、1台のテレビ内部ダスト中のPBDEsのパターンではDecaBDEが卓越し、フロントカバー及びバックカバー中濃度との類似性が高く、プラスチックカバーからのダスト移行が示唆された。また、別のテレビでは内部ダストのPBDEsのパターンは低臭

素化のPBDEsの比率が高く、プラスチックカバー中の組成とは一部異なっており、基板からの影響も受けているものと考えられた。

BFRsを含む製品の使用時や廃棄、リサイクル過程でBFRsがどのような化学変換を起こすかはよく分かっていない。PBDE（DecaBDE）を含有するテレビケースに太陽光を暴露して、生成物の発生分解挙動を調べたところ、PBDFs濃度は経時的に増加し、200日以上光暴露後には初期値の20倍以上のPBDFs濃度が検出された。以上のことから、テレビケースに添加されたDecaBDEは光分解を受け、有害性の高いPBDFsの生成に寄与していることが明らかとなった。テレビケースなど、高濃度にDecaBDEを含む難燃化製品は長期継続的にPBDFsを生成し、室内空気やダスト中PBDFsの主要な汚染源となる可能性が示唆された。

3) モデルルームを用いた製品負荷試験における難燃剤の室内放散研究

実際の住環境におけるBFRsの製品から室内環境への化学放散特性について解析を行うために、BFRsを含有する家電製品及び繊維製品をモデルルーム（3種換気採用）に設置し、室内空気（及び空气中飛散ダスト）中のBFRsの濃度調査を行った。

図11にモデルルームにおける室内空気中有機臭素化合物濃度の変化を示す。家電製品負荷時のPBDEs総濃度（80 μ g/m³）は、ブランク試験時（16 μ g/m³）の約5倍に上昇した。同様の傾向はPBDD/Fsにおいても認められた。TriBPhも家電製品負荷による濃度上昇が認められ、家電製品がその起源となることが示唆された。しかしながらブランク試験時にも比較的高値を示したことから、室内材に何らかのTriBPhsの発生源が存在する可能性が考えられた。一方、ヘキサブロモシクロドデカン類（HBCDs）の室内空気中濃度は繊維製品負荷時に明らかな上昇が認められたことから、HBCDsが主に繊維製品から放散されていることが示された。PBDEs、PBDD/Fs、TriBPhsについては、家電製品負荷時と比べ、家電及び繊維両製品の負荷時に室内空気中濃度が低下したが、これは季節変化に伴う室内気温の低下による放散抑制が一因と考えられた。この原因については、さらに詳細な調査を行い明らかにしていきたい。

試験時の家電製品及び繊維製品の表面積負荷率はそれぞれ0.37 m^2/m^3 、0.74 m^2/m^3 であり、製品負荷に伴う室内

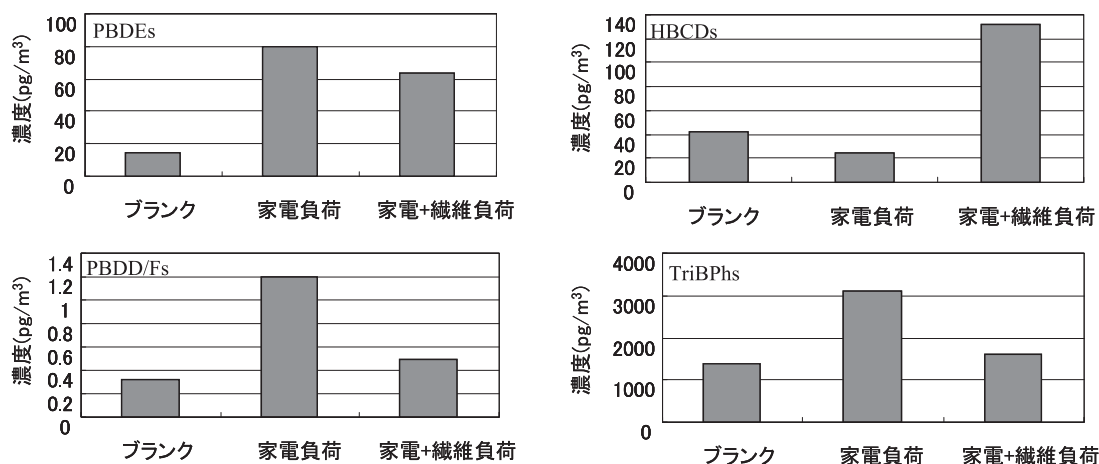


図11 モデルルーム試験における室内空気中の有機臭素化合物濃度の変化

空気中濃度の増分がPBDEsについて66 pg/m³、HBCDsについて110 pg/m³であった。ここでPBDEsが家電製品、HBCDsが繊維製品のみから放散され、放散速度には製品毎、部位毎の差が無いと仮定すると、室内の換気速度を基に、PBDEs及びHBCDsの製品からの単位表面積あたりの放散速度はそれぞれ710 pg/m²・h及び620 pg/m²・hと推算された。上記の放散速度に基づくと、試験を実施したモデルルームの環境下においてテレビ1台（29型ブラウン管テレビ）からのPBDEs年間放散量は7.0μg、カーテン1枚（220cm×180cm）からのHBCDs年間放散量は22μgと推算された。

上記のように、室内環境において、BFRsを使用した家電製品及び繊維製品の設置は室内空気、ひいてはハウスダストへのBFRsの負荷源となることが実験的に検証できた。

4) 廃プラスチックのリサイクル施設における化学物質の挙動

廃プラスチックの圧縮梱包施設、廃棄物固形燃料(RPF)製造施設、再生製品製造施設の作業環境や排ガスを採取し、揮発性有機化合物(VOCs)やアルデヒド類、特定悪臭物質、作業環境評価対象物質、難燃剤や紫外線吸収剤などの樹脂添加剤、PAHsや*n*-アルカン等の副生物など多種の化学物質を調査することで、揮発挙動を把握した。

検出頻度が高い物質はトルエンや*n*-アルカン類、低分子のアルデヒド類であった。エチルベンゼンやスチレンなど樹脂由来の物質は、検出頻度及び濃度とも中程度であった。一方、付着腐敗物由来と考えられる特定悪臭

物質は検出頻度が低いものの、検出された場合は濃度が高かった。ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤や臭素系難燃剤、リン酸トリエステル類などの添加剤は、検出頻度及び検出濃度とも低い。これらの添加剤は、特定用途の樹脂(例えば容器包装系樹脂)にほとんど使用されておらず、また、高頻度に検出された物質に比べ分子量が大きく揮発性が低い。

圧縮梱包施設では、圧縮梱包時発生ガスと作業環境中の化学物質の種・濃度に大きな差はなく、関連する基準値等を大きく下回った。このことは、常温で処理される圧縮梱包工程では揮発する化学物質量が少なく、作業環境中の濃度に影響するレベルでないことを示唆している(図12)。

RPF製造施設の作業環境中の化学物質濃度は、ほぼ作業環境評価基準値や同許容濃度を下回り、RPF造粒時発生ガスと比較して濃度が減少していた。また、集塵や脱臭処理による排ガスからの化学物質除去効果を確認した。

再生品製造施設の作業環境は同評価基準値や許容濃度を大きく下回っていた。また、1,3-ブタジエンやスチレンなどの化学物質の濃度は、処理する樹脂種に依存していた。

5) 廃棄物燃焼時におけるニトロPAHsの挙動

ニトロPAHsは変異原性や発癌性の強い物質で、ダイオキシン類の排出削減対策として高温燃焼すると廃棄物焼却炉からの排出量が増加するとの指摘があるが、ニトロPAHとダイオキシン類の関係を確認した研究はない。そのため、パイロットスケールの実験炉で燃焼試験を実

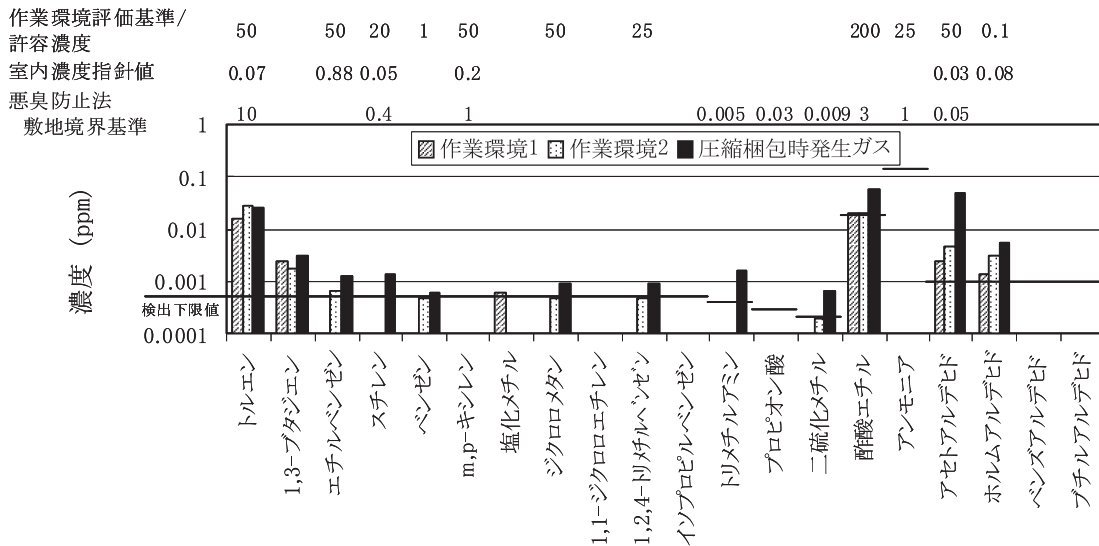


図12 圧縮梱包施設の作業環境及び圧縮梱包時発生ガスから検出された化学物質濃度

施し、ニトロPAHsの挙動に燃焼温度や排ガス処理が及ぼす影響を明らかにするとともに、実際の廃棄物焼却施設46施設における排出実態を把握し、ダイオキシン類の排出削減対策がニトロPAHs放出に及ぼす影響を調査した。

燃焼試験の結果、一次燃焼ではニトロPAHsが生成したが、燃焼温度を高くすると生成量が減少した。これはPAHsと類似した挙動であったが、燃焼温度による生成量の変化がほとんどないダイオキシン類や窒素酸化物と異なっていた。二次燃焼を行うことで、一次燃焼で生成したニトロPAHsの大部分が分解され、ニトロPAHsの排出抑制に二次燃焼が重要であることが明らかになった。これらのことから、燃焼状態を適正に制御することで、ニトロPAHsの環境放出を抑制できることを示した。

実際の廃棄物焼却施設の最終排ガスから検出されたニトロPAHsの濃度は、 ng/m^3 オーダーでダイオキシン類と同程度の低いレベルであった。排ガス中のニトロ

PAHsの濃度は、PAHsとの間に有意な正の相関関係がみられたのに対し、ニトロ基のもととなる窒素酸化物との関係はなかった(図13)。このことは、廃棄物焼却炉においてニトロPAHsとPAHsの挙動が類似しており、PAHsの削減がニトロPAHsの排出削減に繋がることを意味している。ニトロPAHs濃度とダイオキシン類の濃度あるいはTEQの間に有意な正の相関関係がみられ、ダイオキシン類の排出削減対策を実施することで、ニトロPAHsの環境放出も抑制できることが明らかとなった。

(3) まとめ

プラスチック添加剤であるBFRsの曝露源としては、廃棄物処理・リサイクル過程とともに、家庭における摂取(曝露)による寄与が高いことが明らかになってきており、製品のライフサイクルにおける化学物質のシंकとしての生活環境における制御の視点の重要性が認識できた。このことは、家庭や職場で使用する製品の設計、

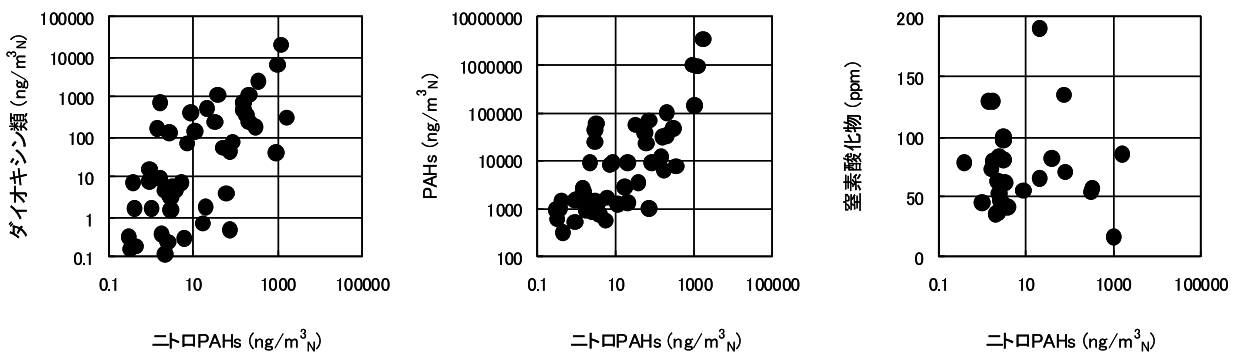


図13 廃棄物焼却炉の最終排ガスにおけるニトロPAHsと化学物質及び燃焼温度との関係

化学的素材の選択が、ヒトへのBFRs等の化学曝露を制御する上で根本的に重要であることを示唆している。また、廃プラスチックの圧縮梱包施設や再生品製造施設などで化学物質の揮発挙動を調査した結果、VOCsやアルデヒド類の他、付着腐敗物由来と考えられる悪臭物質が重要であること、常温で処理する圧縮梱包時では化学物質はほとんど揮発しないこと、ほとんどの化学物質に関連する基準値等を下回ること、特定の化学物質は樹脂種に依存した揮発であることが確認できた。廃棄物燃焼において、ダイオキシン類排出削減対策を実施した炉で適正に燃焼することが、ニトロPAHsの排出も抑制できることが確認できた。このように、RoHS規制などの対象となる製品の生産、流通など上流（動脈）側からの規制や知見を獲得することのみならず、廃棄物処理・リサイクル過程など下流（静脈）側からの化学物質の排出、制御に関する知見を充実させることが、BFRsをはじめ、その他の添加剤、関連する不純物などのリスクを認識し、その制御を効果的に実施していく観点から重要であることが確認できた。

2.2 資源性・有害性を有する金属類のリサイクル・廃棄過程での管理方策の検討

(1) 目的

循環すべき資源性金属の条件・優先性について検討し、資源性あるいは有害性を有する金属類全般について、サブスタンスフローを精緻化する。そのために廃製品中の

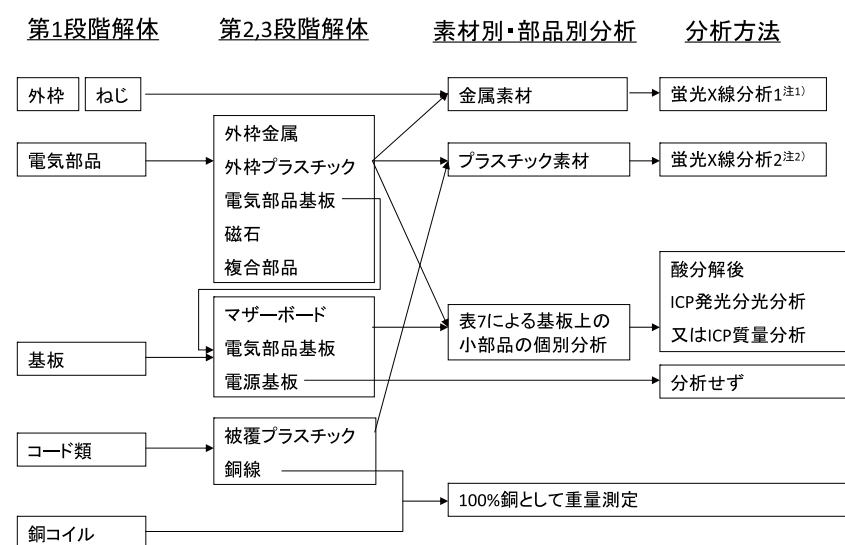
金属量把握に必要な分析方法を確立し、金属存在量と共に製品の最終形態に応じた環境影響の推定を含めた包括的な試験法とする。この手法により廃製品中の金属存在量情報を集積する。有害性金属に対して、廃棄物処理・リサイクル過程における環境排出及びその低減方策を提示する。資源性金属では、電気・電子機器製品を中心に資源の回収性に関わる要因を明らかにし、コスト比較を行う。また国際的マテリアルフローも含めた物流に付随し移動する金属量を把握する。金属類について循環型社会における資源回収率の増加及び有害性低減の両立を目指した管理方策を提示する。

(2) 方法、結果及び考察

上記目的のために、1) 廃電気・電子機器製品に注目し、含有金属量把握と残渣の環境影響量把握のための包括的な試験法の検討、及び上記方法により求めた廃パソコン中の金属量の評価、回収可能な金属量推定、及び廃パソコン中の金属の資源性評価、2) 国際的排出削減対策が求められている水銀について、廃棄物処理過程を含む全排出源からの大気排出インベントリー作成を行った。以下、各課題について方法と結果及び考察を記述する。

1) 廃電気・電子機器製品中の金属量把握のための試験法の確立

廃パソコンをケーススタディとして、表7に示す方法を用いた。①詳細解体と各小部品の化学分析を組み合わせた積み上げ方式、及び②基板等異種素材の混合物に



注1) 蛍光X線分析1: FP法による定量値

注2) 蛍光X線分析2: プラスチック(PP及びPVC)をベースにした標準物質の検量線を用いた定量値

図14 廃パソコンの解体過程と分析方法概要

ついでに焼方式である。廃製品の解体後、素材に応じて図14に示す方法により化学分析を行った。

解体の段階に応じた素材・部品等の割合を図15に示す。詳細な解体によって回収可能な物質質量が増加することが分かる。例えば貴金属を多く含む基板は、マザーボード2枚(817g)から9枚(1174g)と倍増した。廃パソコン(1998年製)1台の積み上げ方式による金属量の結果は、表8のとおりである。筐体等に用いられる鉄が65%と最も多く、アルミニウム3.7%、銅2.8%が主要元素である。ハンダに使用される鉛は0.18%含まれる。金、銀、パラジウムは基板に多く含まれ、基板中濃度は、そ

れぞれ140, 790, 190mg/kgである。金濃度は金鉱石(一般に5mg/kg)よりも数十倍高い。銅及び鉛も基板中濃度が高くそれぞれ、18%、1.8%である。

本研究で得られた濃度から、パソコンに使用されている金属量(金、銀、パラジウム、銅、鉛)、及び廃パソコンから回収される量を推定した。パソコンの製造量

表7 廃製品中の金属の分析方法

		特徴・試料量等	分析対象物	金属総量の求め方 その特徴
部品積み上げ方式		1台の製品 ・詳細解体	小部品・単一素材の化学分析	Σ個数×部品中金属量 他の部品に適用可
基板等異種素材混合部品	石英管焼方式	<100g	焼廃ガス&焼残渣の化学分析	Σ廃ガス中濃度+焼残渣積み上げ方式との比較検証
	大量焼方式	数十kg	焼廃ガス&焼残渣の化学分析	Σ廃ガス中濃度+焼残渣平均値 or 代表値

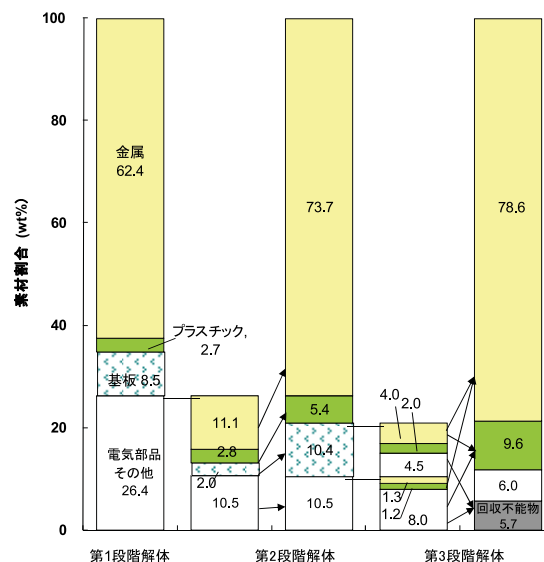


図15 廃パソコンの解体段階と素材・部品重量

表8 廃パソコン本体(11kg)中の金属濃度

名称		Ag	Au	Pd	Al	Cu	Fe	Ni	Zn	Nd	Sn	Sb	Pb	
外枠	プラスチック	HIPS										0.00		
		ABS										1.35		
	金属	外枠 上						3,900		11.70				
		外枠 下						2,000		6.18				
		CDドライブ上カバー						90		0.27				
		CDドライブ下カバー						270		0.83				
		仕切り板 小							77		0.23			
仕切り板 大							186		0.88					
電源カバー							280		0.92					
ねじ	ねじ						30	14.5	16.6					
基板	マザーボード1	0.35	0.067	0.089	58	77.1	3.99	1.21	0.1	0.06	14	0.02	8.89	
	マザーボード2	0.072	0.015	0.020	19	46.7	0.75	1.01	0.0	0.01	7.5	0.03	4.60	
	ネットワークカード	0.073	0.015	0.015	7.1	20.4	3.80	0.14	0.1	0.01	1.5	0.00	1.05	
	メモリーカード	0.048	0.010	0.008	0.4	5.0	0.16	0.08	0.0	0.00	0.8	0.00	0.56	
電気部品	CPUパッケージ	0.045	0.008	1.013	154	8.3	7.36	0.65	0.0	0.01	1.7	0.00	1.09	
	CDドライブ	0.105	0.012	0.024	5.5	23.6	91	1.73	33.2	0.02	1.5	0.00	0.94	
	FDドライブ	0.014	0.001	0.003		14.9	300	1.25	2.7	0.00	0.5	0.00	0.30	
	HDドライブ	0.087	0.013	0.014	174	18.2	130	36.53	3.0	23.08	0.7	0.01	0.60	
その他	コード類						87.8	0.00	0.0	0.00		0.67	1.96	
	銅コイル(一部)						20.0							
合計		0.79	0.143	0.19	420	320	7,400	57	76.6	23.2	28	2.09	20	
PC1台中の金属含有量(mg/kg)		69	13	17	37,000	28,000	650,000	5,000	6,800	2,000	2,000	183	1,800	
基板中の金属含有量(mg/kg)		794	142	186	91,000	187,000	10,000	3,100	198		27,900		17,800	

その他の元素(廃パソコン全体の濃度 mg/kg)

Ca	3,900	Mo	11
Ba	270	Co	2.5
Mg	140	Nb	2.0
Na	130	Cd, Te	1.5
Mn	88	V, Sc, Ga	1.1
Ti	45	As, Be, Bi, Hf, In, Ir, Li, Pt, Rh, Ru, Se, Ta, TL, Y	1 mg/kg以下
K	39		
Sr	24		
La, zR	12		

は年間1268万台（2005年）である。金は、国内需要282t（2004年）のうち、電気・電子機器類が134トン（48%）を占め、製造されるパソコンへの使用量は1.68トンと推定された。年間に回収される廃パソコン747万台（2004年）には、1.1トンの金が含まれ、国内循環量は0.5トン、製品として海外へ輸出される金の量は0.4トン、退蔵されている量は0.1トンと推定された（図16）。

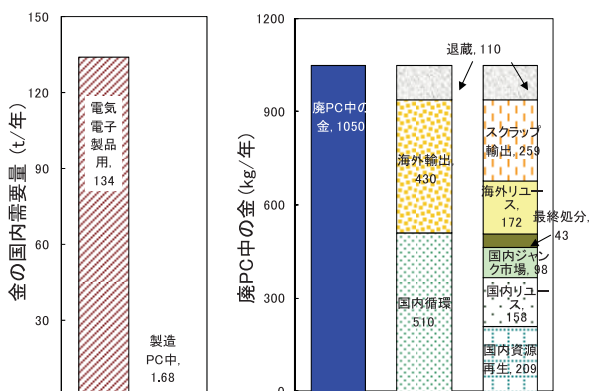


図16 廃パソコンから回収される金の量

同様に廃パソコンから回収される銀、パラジウム、銅、鉛は、それぞれ、5.9トン、1.4トン、2400トン、149トンと見積もられた。

2) 廃棄物処理過程を含む全排出源からの大気排出インベントリー作成

水銀の大気排出量については、Pacynaら (*Atmos. Env.*, 40, 4048-4063, 2006) の推定によれば、日本の排出量は143トンで、世界で4番目とされている。そこで廃棄物焼却を中心に、製造業、石炭等燃焼過程における排出量について、実態調査及び文献レビューにより排出係数を求めた。

水銀の大気排出量 (E) の推定には、活動量 (A)、排出係数 (EF)、排ガス処理装置による排出低減効率 (RE) を用いて、“ $E=A \cdot EF \cdot (1-RE)$ ” から求める方法が一般的である。推定精度を確保するために、3つのアプローチ（図17）で行った。活動量は2002年度データを基本とした。インベントリーは全水銀に加えて、一部の排出源については実施調査・ラボスケール燃焼実験により得られた化学形態別（粒子状、原子状、水溶性）のインベントリーも作成した。

排出源は、燃焼・焼却系では、石炭燃焼、石油燃焼、廃棄物焼却（一般廃棄物、下水汚泥、医療廃棄物、各種産業廃棄物）等14分類、製造業系では、鉄鋼、非鉄金

属、セメント等12分類、その他4分類とした。また火山からの自然由来も加えた。結果を図18に示す。排出量推定値は、21~28トン（2002年度）であり、そのうち火山からの排出1.4トンを除いたものが人為由来である。他国では石炭燃焼による排出量が多いのに対して、日本は少ない。廃棄物焼却が36%を占め、産業廃棄物焼却が25%と寄与が大きい。製造業では、鉄鋼業、非鉄金属精錬業、セメント製造の寄与が大きい。上記文献による推定値143トンに比較して100トン以上少ないといえる。

本研究で得た排出量を他国と比較した例を表9に示す。一人あたりの水銀の大気排出量をみると、イギリス

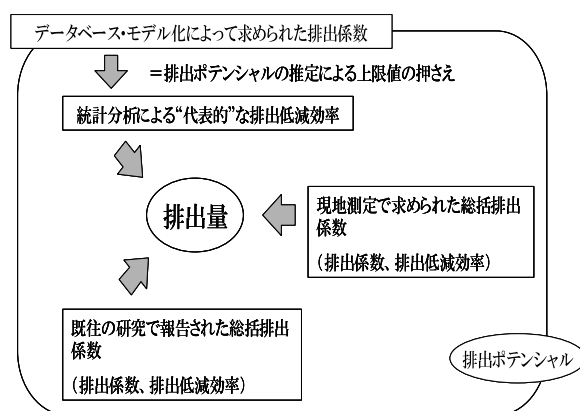


図17 水銀の大気排出インベントリー作成におけるアプローチ

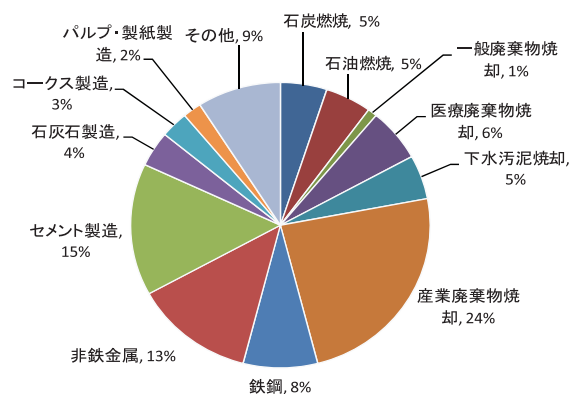


図18 日本の水銀排出量内訳（2002年度、21~28トン）

表9 水銀の大気排出量の国別比較

年度	日本	アメリカ			イギリス	中国
	2002	1995	2001	2020	2001	1999
排出量 (t-Hg/年)	21-28	158	113	87.2	8.8	535.84
人口 (百万人)	127	281			56	1242
g-Hg/人	0.17-0.22	0.56	0.40	0.31	0.13	0.43

とアメリカの中間に位置している。

水銀のマテリアルフローは、年間国内需要量10-20トンに対して、回収量は約90トンある。回収量の内訳は非鉄金属製錬業から75トン、製品由来15トン、乾電池0.19トン、蛍光灯0.2トンである。

(3) まとめ

廃電気・電子機器製品の海外移動（再利用と素材輸出）が近年増加しており、資源輸出となっている面もある。パソコンを例にして、廃製品中の金属量を、詳細解体と個別素材の化学分析による積み上げ方式によって全量を把握した。丁寧な解体は素材や部品の回収性を向上させ、基板はマザーボードに加えて電子部品からも回収すると2倍の重量となること等を示した。金、銀、パラジウム、銅、鉛について、廃パソコンから回収しうる金属の最大量（廃パソコン発生量×本研究で得た金属濃度）、国内で資源化されている量を推定した。今後は、電気・電子機器製品の種類を拡大し、優先的に回収すべき製品群の絞り込みを行う。

有害性が高く使用規制されてきた水銀であるが、不純物として含まれている水銀の燃焼・焼却過程から大気排出量が多く、特に廃棄物焼却過程について詳細に排出量推定を行った。結果は、年間21~28トン（2002年度）であり、廃棄物焼却が約1/3を占め、特に産業廃棄物焼却の寄与が大きかった。年間国内需要量10-20トンに対して回収量90トンであり、現在は輸出している。国際状況では、回収水銀の国外輸出禁止の動向があることから、今後は水銀の最終保管について検討することとしている。

2.3 再生製品の環境安全品質管理手法の確立

(1) 目的

再生製品の利用を円滑に進めるには、環境安全性の評価と管理は必須でなければならない。特に、地盤材料やコンクリート骨材等、建設事業への利用が可能な廃棄物や副産物は発生量が莫大であり、その再生製品の性状や、再生利用される環境も多様である。そこで、建設系再生製品（以下、単に再生製品と言う）に含まれる重金属類の土壌・地下水への溶出リスクに焦点をあて、環境安全性を評価するための体系的な評価試験システムを構築することを目的とした。

(2) 方法、結果及び考察

再生製品の環境安全評価試験システムを構築するために、1) 環境安全品質評価のための基本フレームの設計を行った。さらに、この基本フレームの構成要素である、2) 各種環境安全評価試験の開発と規格化、3) 試験データに基づく環境影響評価モデルの開発、の課題に取り組んだ。以下、これらの課題ごとに、その方法、結果及び考察を記す。

1) 環境安全品質評価のための基本フレームの構築

再生製品の土壌・地下水影響に係る環境安全評価を、個々の再生製品の特性や利用環境に応じて適切に進めるための基本的な考え方を表す基本フレームを提案した。その全体像を図19に示す。

基本フレームには各種溶出試験が配置されている。溶出試験は、環境安全品質管理を主目的とする「判定試験」と、個々の影響因子に特化して詳細な評価を行う「特性化試験」に大きく分類されるが、これらを「システム規格」として系統的に適用することで、環境安全性を適切に評価できるよう設計されている。基本フレームは、

- a 基本特性評価
- b 製品使用シナリオに基づく詳細評価
- c 品質管理

の3段階で構成され、a、bの順に試験を適用し、詳細な環境安全評価を行った後に、cで製品出荷や現場施工の際の品質管理を行う。なおaの結果から環境安全性が十分に低く管理を必要としないレベルと判断されるものは、bの詳細評価を省略できるものとした。

基本フレームの各段階の考え方と構成される溶出試験項目を以下に示す。

a 基本特性評価： 重金属含有量の他、再生製品の最も基本的な情報を評価する。初期溶出性として平成3年環境庁告示46号溶出試験（環告46号）またはJIS K 0058有姿攪拌試験（JIS攪拌試験）を、長期溶出性として環境最大溶出可能量試験（後述）を、それぞれ適用する。

b 製品使用シナリオに基づく詳細評価： 再生製品の「使用シナリオ」を記述し、それに基づき必要な特性化試験を適用する。特性化試験は環境暴露試験群と溶出挙動試験群から成り、環境暴露試験は乾湿サイクル試験、炭酸化促進試験、凍結融解サイクル試験等で、溶出挙動試験はカラム通水試験、シリアルバッチ試験、pH依存性試験等で構成される。試験結果を挙動予測モデルに適

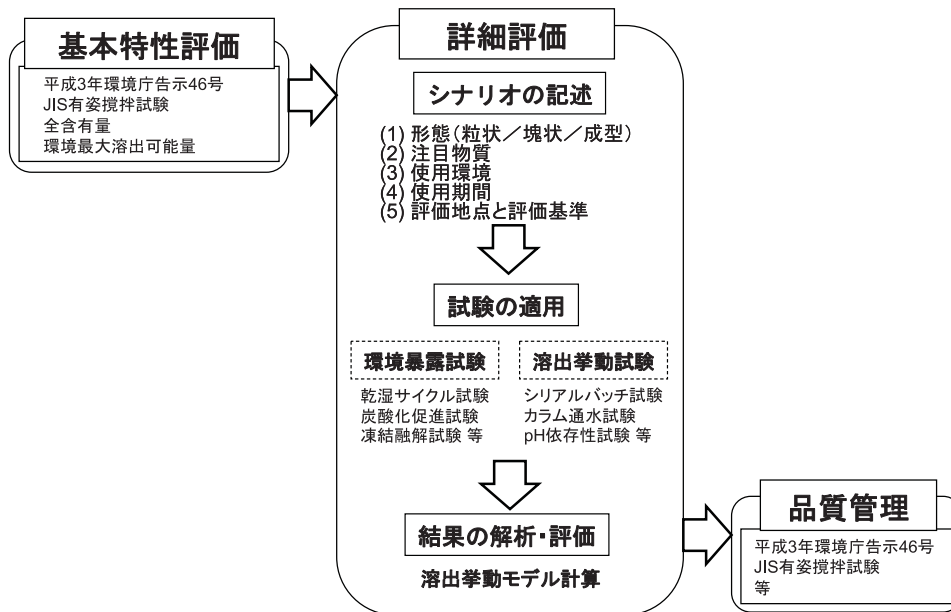


図19 再生製品環境安全評価の流れ（基本フレーム）

用し、環境への影響を評価する。

c 品質管理： 使用可能と評価された再生製品の環境安全品質管理のため、環告46号やJIS攪拌試験等の判定試験を所定の頻度で適用する。

基本フレームの活用により、再生製品の各々の性状や使用方法に適した評価に繋がるものと期待される。

2) 各種環境安全評価試験の開発と規格化

図19に示したフレームを構成する個々の環境安全評価試験（特性化試験）を開発し、その試験の精度評価を踏まえて、アカデミックスタンダードとしての規格化を目指した。各々の試験において、参考となるJIS規格や欧州規格が存在する場合は、それを原型に開発を進めた。

幾つかの規格化候補試験の中で、「環境最大溶出可能量試験」について先行的に取り組みを行った。環境最大溶出可能量試験とは、実際生じうる環境条件の中での溶出可能性のある最大量を評価するために、試料を微粉碎し、過酷なpH環境に暴露した際の溶出量を測定するものである。オランダ規格NEN 7375アベイラビリティ試験を原型とし、pH 4の酸性環境に加えてpH 12のアルカリ性環境も評価できるように拡張した。検討では、始めに試験方法の私案を作成し、溶出操作因子の影響を実験的に調査した。その結果、攪拌強度や容器開口度の影響が大きいことが明らかとなったことから、規格案では条件範囲を明確化した。次に、参加機関を公募して精度調査を実施した。溶出過操作を2段階で行い、各

段階ではpHを一定範囲に保持するなど、単純なバッチ試験と比べて誤差要因の多い方法ではあるが、最終的に、相対標準偏差20%前後（元素によっては10%未満）の値を得ることができた。これを受けて、廃棄物学会規格案として提出した。さらに、道府県リサイクル製品認定制度で認定を受けた再生製品13品目について試験データを取得したが、特に有害性が懸念される製品は見られなかった。

シリアルバッチ試験は、溶液を新たな溶媒に交換する操作を繰り返すバッチ試験である。カラム通水試験は保守頻度が高く、実行がやや困難であるため、これを代替できる簡易法として新たに開発した。すなわち、浸漬している溶媒を一部のみ交換することにより、カラム通水試験と同程度の交換速度を実現する。さらに、交換作業を実施する日を試験開始から1, 2, 4, 8日後、…の様に直前の2倍の期間となるように設定し、溶出フラックス勾配を計算することで溶出メカニズムを推定可能な方法を提案した。これにより、後述のモデル評価のためのパラメータが得られる。

環境暴露試験群は、乾湿繰り返し、凍結融解繰り返し、炭酸ガス暴露の各試験を開発し、各暴露試験の再生製品への影響を上述のシリアルバッチ試験により評価した。その結果、路盤材や埋戻し材として利用される粒状物（空冷スラグ等）は暴露試験の影響をほとんど受けなかった。コンクリート成型体については、溶出量への影響は試験の種類によって異なり、乾湿繰り返しはCa, Sr, Ba

表10 環境暴露試験による溶出量への影響
 (セメントや骨材の異なる12サンプルの平均を、暴露無しの溶出量を100とした相対値で示した。)

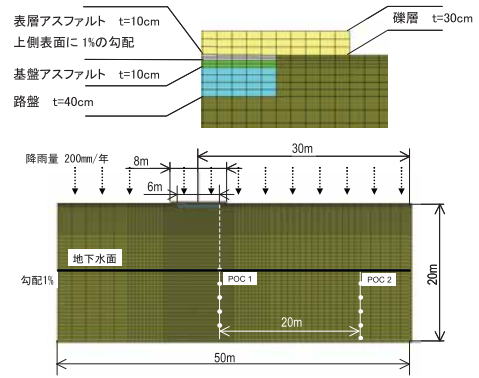
	乾湿繰り返し		凍結融解繰り返し		炭酸ガス暴露	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
Al	130	38	140	29	160	40
As	300	150	340	230	890	550
B	750	470	660	450	1100	730
Ba	2	1	52	17	6	2
Ca	19	8	76	18	30	8
Cr	50	18	170	38	1500	880
Fe	240	160	320	140	340	160
K	130	32	130	18	23	8
Mg	200	88	310	110	1000	340
Mo	30	9	150	29	990	460
Na	150	40	130	29	30	15
Pb	32	19	62	18	33	19
Se	100	5	150	55	360	200
Si	850	380	540	310	1200	510
Sr	16	5	83	11	12	5

のアルカリ土類金属の、炭酸ガス暴露はB, Cr, Moの酸素イオンをつくる金属の溶出速度をそれぞれ上昇させることが明らかとなった。また、表10に示すように、BとSiの溶出量はいずれの暴露試験によっても大きく増加した。CrとMoは乾湿繰り返しでは低下したが、炭酸ガス暴露では大きく上昇した。Pbなど2価陽イオンの溶出性は極めて低かった。適切な試験の選択ができるよう、今後、更なるデータ蓄積が重要である。

3) 試験データに基づく環境影響評価モデルの開発

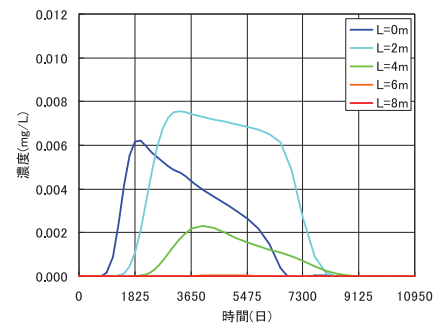
モデルに使用するパラメータを試験データから決定する環境影響評価モデルを開発した。3次元移流拡散解析ソフトの濃度境界条件部分について、内部拡散や溶解などによる放出速度変化を表現する式を組み込み、その中の溶出濃度と溶出速度に関するパラメータはシリアルバッチ試験から、最大溶出量は環境最大溶出可能量試験から決定することとした。さらに、再生製品と周辺地盤環境との相対的な透水性の違いから、再生製品の設定を、内部間隙が水が通過できる「透水体」と、水が通過できない「不透水体」の2種類を設定した。透水体は、体積(間隙、透水係数等)を持つ要素とし、不透水体は境界面として設置する。

ケーススタディとして、非鉄スラグとそのアスファルト合材利用及びコンクリート製品利用について各種溶出試験を実施し、本モデルを適用した。図20に、アスファルト合材の解析条件と結果を例として示す。最大溶出量



路盤に再生材(非鉄スラグ)を設置。POC:観測地点

(1) 解析条件



(L: 地下水面からの深さ)

(2) POC 1における濃度変化解析結果例

図20 挙動モデル解析の例(路盤材利用)

をパラメトリックに小さくした場合は濃度の上昇・低下が確認できる。一方、試験値に基づくパラメータでは、最大溶出量に対して溶出濃度(飽和値)が極めて低いため発生源は飽和のまま推移し、約10m下に設定した地下水面では飽和値に漸近する。このため、安全側の評価からは溶出試験での最大濃度が重要であり、他のパラメータに関しても、実際環境条件に適した設定を行うことが重要である。

(3) まとめ

建設再生製品の土壌地下水影響に注目し、環境安全性を系統的に評価する手法を提案した。多様な再生製品の用途を詳細に評価可能な本手法の活用は、環境安全性の評価は手探りの状況にある各道府県のリサイクル製品認定などにおいて大いに期待される。個々の特性化試験についても、規格化がなされたことにより、研究開発など様々な場面における共通の試験法として普及が期待される。その有効性を高めるために、試験データのさらなる蓄積や、環境影響評価モデルの精緻化等を重ねることが重要である。

およびER一定の条件においてS/Cを変化させた場合、S/Cの増加に伴いH₂およびCO₂生成量が増加すること、ERが低い場合にこの傾向が顕著であることが明らかとなった。これらの結果をまとめると、ガス化・改質温度750℃以上、ER=0.1以上およびS/C=2以上の条件において90%以上のカーボンガス化率を得られることが明らかとなった。

改質触媒の選定については、担体の異なるニッケル系水蒸気改質触媒数種類、CeO₂を担体とした白金触媒などの効果に基づき行われた。白金触媒は低温におけるタール分解特性に極めて優れた性能を発揮するが、コストの面において問題があるため、本研究では採用を見送った。一方、ニッケル系水蒸気改質触媒については、CaO・Al₂O₃を担体とする触媒が優れた改質反応特性を示すことを明らかにした。また、当該触媒にCaOを併用することで図22に示すような炭化水素類の分解促進を図ることが可能となり、タール濃度も200 mg/m³以下に低減できることが明らかとなった。さらに、改質反応温度を750℃以下に設定することでCaOの炭酸化反応によるCO₂除去が可能であることが明らかとなった。なお、改質ガスの発熱量は改質温度が低くERおよびS/Cが比較的小さいほど大きくなる傾向を示したが、概ね8 MJ/m³以上であった。

反応平衡計算ソフトを用いて実際の試験条件におけるガス化ガス組成を求めたところ、ガス化・改質温度850℃以上の条件では概ね平衡値と実験値が一致することが明らかとなり、比較的高温で操作することで十分な反応速度が得られることが示された。

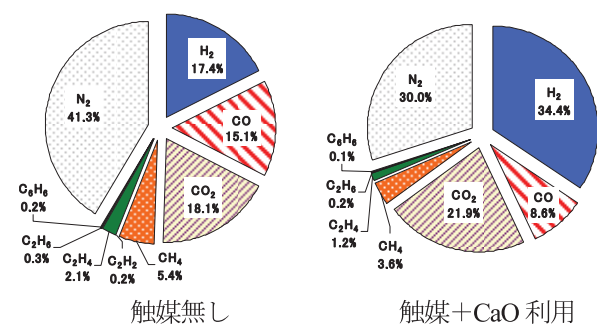


図22 改質触媒およびCaO適用の効果
(ガス化・改質温度：750℃)

当該改質触媒の耐久性については、触媒を用いた長時間改質反応試験の結果、図23に示す通り安定したH₂生成能を示すが、CH₄の濃度は徐々に増加する傾向が確認

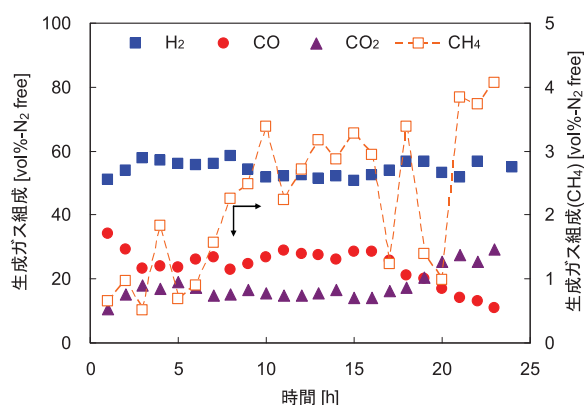


図23 改質触媒の耐久性評価試験

されている。これに対し、空気酸化処理により触媒活性が回復する現象を確認しており、その最適操作条件について、今後詳細な検討を実施する予定である。

これらの結果に基づき、10 t/d規模の廃棄物系バイオマスガス化発電プロセスのエネルギー・物質収支計算を行った結果、550kW級のガスエンジン発電の効率を30%とした場合、排熱回収の高効率化と断熱の高度化を図ることで冷ガス効率76%、発電端効率で23%となることが示されたが、ヒートポンプの利用などによりさらに排熱を有効利用する必要があることが示唆された。

2) バイオマス廃棄物からのクリーンエネルギー回収型物質循環技術システムの開発

バイオマス廃棄物のエネルギー化・適正処理システムの開発として水素発酵に着目し、可溶化・酸生成、水素発酵プロセスとメタン生成プロセスおよび脱離液処理プロセスとの効率的ハイブリッド化等のシステム設計・技術開発に関する研究を推進する。

① 液状廃棄物としての生ごみ等の基質特性評価

水素・メタン二段発酵システムによる生ごみ等有機性廃棄物からのエネルギー回収技術の開発として、未利用バイオマスの発酵プロセスへの受け入れに関して、液状廃棄物としての生ごみ等の基質特性を評価し、炭水化物、蛋白質、脂質等の割合に応じて水素・メタン二段発酵システムにおける分解率、ガス発生量、水素収率等が異なること、炭水化物分解細菌の多様性は超高温の方が低く、炭水化物を中心とする廃棄物からの水素回収においては超高温の効果は小さいことなどが示唆された。

② 水素・メタン二段発酵システムによる生ごみ等有機性廃棄物からのエネルギー回収技術の開発

国立環境研究所の食堂生ごみを対象として、ミニパイ

ロットプラントを構築し、連続試験による発酵特性解析を行った。食堂生ごみは水道水（1kg-生ごみ/1.4kg水道水）を加えて粉碎ポンプで粒径5mm以下に微粉碎し、TS濃度を10%に調節したスラリーを原料とした。食堂残飯は主にご飯類及び野菜類で構成され、微量の卵殻および魚類、肉類を含有している。有機物成分に関しては、全COD_{Cr}（Chemical Oxygen Demand）、全炭水化物および全タンパク質それぞれの濃度は101~110g/L、33~35g/Lおよび13~15g/Lであった。

ミニパイロットプラント（水素発酵槽：10L、メタン発酵槽40L）による連続試験の結果、水素発酵槽のpHを5.5に制御する等の適正条件の確立により、水素ガス回収効率の向上が図られ、脱離液処理プロセスを含めたシステム化の基盤が構築できた。また、このシステムによる水素発酵槽からの水素生成量は11m³/t-生ごみwetであり、水素収率は酢酸経由の生成時理論値の64%程度となり、一般のグルコースを基質として得られる水素収率（20~55%）に比較し、高い値を得ることができた（図24）。

生ごみ（TS 10%）からのバイオガス回収特性を明らかにするため、バイオガス収率に及ぼす投入有機物負荷（COD_{Cr} 負荷）の影響に関して検討した。高温水素発酵槽から発生した水素ガスの収率および水素生成速度は投入全COD_{Cr}をベースにして計算した（図25）。

水素生成量は投入量が増加するにつれ徐々に大きくなり、負荷に対する水素生成速度の増大から、さらなる高負荷運転が可能であることが示唆された。水素生成速度はCOD負荷13.65~40.95g-COD_{Cr}/(L・d)の範囲で比例して増加し、最大4.0L-H₂/(L・d)に達した。水素収率は水素生成速度と異なり、COD負荷と共に直線的に増加することはなく、COD負荷27.3g-COD_{Cr}/(L・d)で最大水素収率2.6mol-H₂/mol-hexoseを得られ、それ以上の負荷条件では低下する傾向が認められた。水素収率を消費した

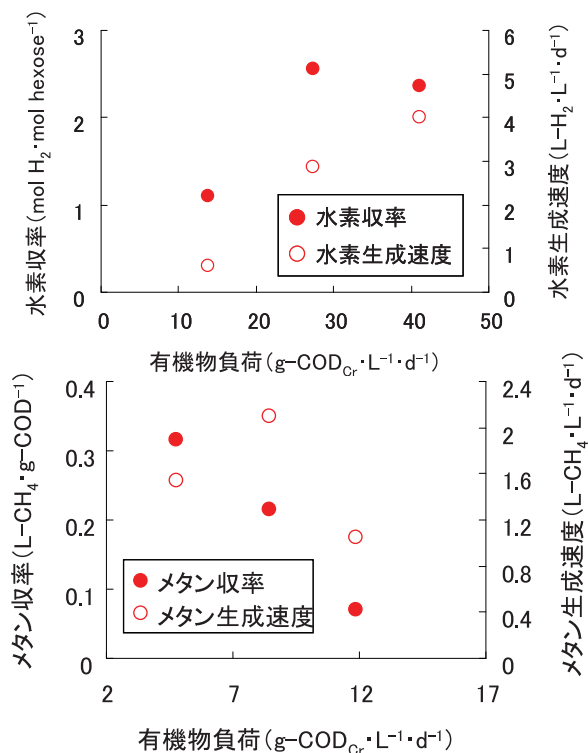


図25 有機物負荷と水素発酵、メタン発酵特性の関係

hexose から計算すると、COD負荷27.3g-COD_{Cr}/(L・d)および40.95g-COD_{Cr}/(L・d)では消化汚泥貯留槽からの未分解中間代謝産物濃度の影響を受けず、大きな差がなく(2.8mol-H₂/mol-hexose)、高い水素収率が得られた。このような結果から、高温水素発酵槽に菌体を高濃度で維持することで、さらに高い水素収率を得ることが可能であると考えられた。

③水素・メタン回収率

有機物COD負荷とメタンガス収率、メタン生成速度の関係解析の結果（図25）、高温メタン発酵における投入COD当たりのメタン生成速度はCOD負荷8.4g-COD_{Cr}/(L・d)で最大メタン生成速度が得られるものの、メタン収率はCOD負荷4.7g-COD_{Cr}/(L・d)において高い値が得られた。高温メタン発酵でのメタン収率がCOD負荷の

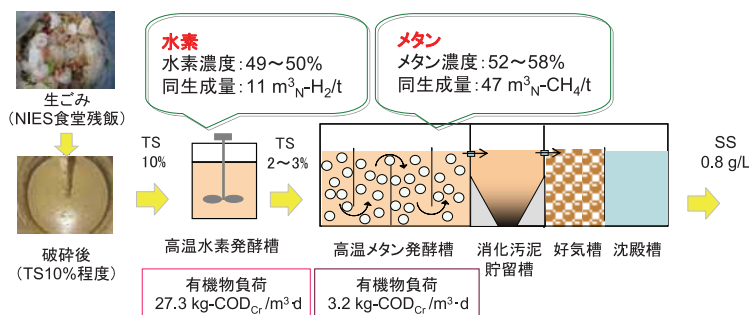


図24 水素・メタン二段発酵プロセスによる食品廃棄物からのエネルギー回収システムの構築

増加につれて減少する理由としては、反応槽内における代謝産物の蓄積による影響が大きいと考えられる。理論的に水素・メタン二段発酵から水素が4mol生成すると酢酸が2mol生成しメタンガス2molが回収できることから計算すると、生成した酢酸 ($127.92\text{g-COD}_{\text{c}}=2\text{mol} \times 60\text{g/mol} \times 1.066\text{g-COD}_{\text{c}}/\text{g}$) から発生するメタンガスは44.8L ($2\text{mol} \times 22.4\text{L/mol}$) になるため、二段メタン発酵槽でのメタン収率は最大0.35 L-CH₄/g-CODになる。本研究では、COD負荷4.7g-COD_c/(L・d)で理論収率の約91%となる比較的高いメタン収率 (0.31L-CH₄/g-COD) が得られたことから、高温発酵でのCOD負荷は重要な運転因子になると言える。

3) MAP-ANAMMOX (以下、MAX) ハイブリッド処理法による高濃度アンモニア除去技術開発

国立環境研究所、熊本大学および前澤工業(株)による共同研究として実施されている。それぞれ、①MAPによるバイオガス化槽脱離液中の高濃度アンモニアの超高速除去技術、②部分亜硝酸化処理とANAMMOX処理法、③ANAMMOX処理法のスケールアップ技術、を分担し、④実証施設運転によるMAX脱窒システムの評価と設計法の確立を最終目標としている。

①MAPによるバイオガス化槽脱離液中の高濃度アンモニアの超高速除去技術

アンモニア除去過程での炭酸塩、CaイオンによるMAPの劣化はpH調整により防止できること、またアンモニアガス脱離過程における1水塩形成機構を明らかにし、結晶劣化防止技術を提示した。さらに、MAPによるメタン発酵消化液中アンモニア除去コストを試算し、本プロセスで380円/m³-消化液と極めて低コストになることを示した。また、後段プロセスのガス溶解、部分亜硝酸化、ANAMMOX脱窒プロセスを考慮しても維持管理コストを大幅に低減できる可能性を示した。

②部分亜硝酸化処理

BFリアクタ(バイオフィリンジ:NET社製)により目標としていた超高速部分亜硝酸化リアクタをラボスケールで開発した。その性能は、①亜硝酸生成速度とSS濃度で確認された。すなわち、NO₂-N/NH₄-N比1.0、沈殿池無:1.0kgNO₂-N/(m³・d)、沈殿池有:1.7kgNO₂-N/(m³・d)、を1ヶ月以上継続でき、さらにANAMMOXリアクタへのSS負荷も14mg/L以下となった。

③ANAMMOX処理技術とスケールアップ技術

ANAMMOXリアクタの開発目標も窒素除去速度1kg-N/(m³・d)に達し、またDOの影響も少ないことを明らかにした。一方、ANNAMOXリアクタ(容積:200L)を用いて合成基質による馴養培養を行い、窒素負荷1kg-N/(m³・d)を達成し、実用化に向けてスケールアップが可能であることを明らかにした。

(3) まとめ

ガス化・改質技術開発において、750℃程度の温度条件においても十分なカーボンガス化率が得られ、生成ガスの発熱量もガスエンジンによる発電が可能な4.2MJ/m³以上を達成することが明らかとなった。また、改質触媒とCaOを利用することで、ガス化ガス中のタール濃度を200mg/m³以下に低減できることを明らかにしている。燃料電池への適用を考えた場合は生成ガス中のH₂組成がより高い方が望ましく、本研究では触媒改質反応プロセスにより40vol%以上(N₂フリーで60vol%近傍)を達成しており、十分なガス化性能を有することが明らかとなっている。

水素・メタン二段発酵プロセスによるエネルギー回収技術の開発については、生ごみ等の基質特性を解析した結果、炭水化物、蛋白質、脂質等の割合に応じて水素・メタン二段発酵システムにおける分解率、ガス発生量、水素収率等が異なること、炭水化物分解細菌の多様性は超高温の方が低く、炭水化物を中心とする廃棄物からの水素回収においては超高温の効果は小さいことなどが示唆された。

また、国立環境研究所の食堂生ごみを対象としたミニパイロットプラントの連続試験による発酵特性解析を行った結果、水素発酵槽のpHを5.5に制御する等の適正条件の確立により、水素ガス回収効率の向上と脱離液処理プロセスを含めたシステム化の基盤が構築できた。このシステムによる水素生成量は11m³/t-生ごみwetであり、一般のグルコースを基質として得られる水素収率と比較して高い値を得ることができた。水素・メタン回収率を踏まえた最適負荷条件を解析した結果、水素生成速度は負荷に比例して増加し、高温水素発酵槽に菌体を高濃度で維持することで、さらに高い水素収率を得ることが可能であると考えられた。また、COD負荷4.7g-COD_c/(L・d)で理論収率の約91%となる比較的高いメタン収率(0.31L-CH₄/g-COD)が得られた。

今後はさらに、回収エネルギーの利用形態との連携を

踏まえたガス化効率の向上を図ると同時に、モデル地域における発生バイオマスの特性に対応した水素発酵特性解析および適用性評価を行い、脱離液処理における栄養塩類除去技術の効率化、システム化技術の確立を図ることとしている。

高濃度アンモニア除去技術開発に関しては、ラボ実験、スケールアップ実験をとおしてMAX脱窒システムが実排水への適用可能性が高いことを明らかにし、同システムの処理フロー設計を行った(図26)。本処理フローに沿って鹿児島県垂水市大隅養豚生産組合内に設置されているバイオガスプラント(NEDOの地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業)にベンチスケールの実証装置を作成し、現在立ち上げ運転中である。本実証実験結果を解析し、MAX脱窒システムの評価と設計法を確立するものである。

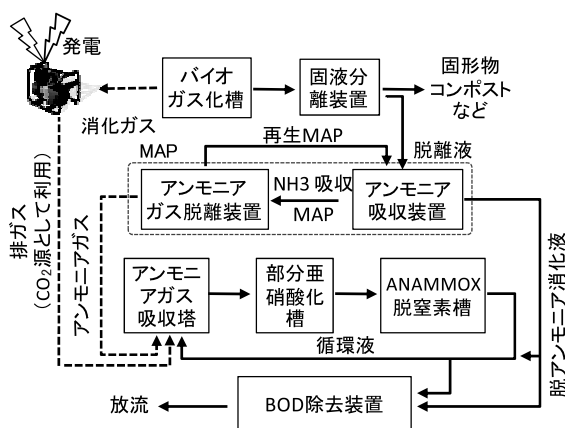


図26 MAP-ANAMMOXハイブリッド処理フロー

3.2 潜在資源活用型材料回収利用技術システムの開発と評価

(1) 目的

循環型社会構築への勢いを削ぎかねない、リサイクル率の低い食品廃棄物に関し、リサイクルシステムの構築においては、制度上の問題だけでなく、地域にマッチしたりリサイクル技術メニューが少ないことも問題となっている。本研究では排出源の異なる食品廃棄物から乳酸発酵によるL-乳酸製造によるバイオプラスチック原料の生産および発酵副産物(残さ)を製造し、発酵特性を明らかにするとともに、飼料化等のカスケード利用型循環システムの構築を目的としている。さらには食品廃棄物の再生製品利用者の需要を重視した環境・経済面で持続的な地域循環システム事業(ビジネスモデル)の計画・設

計・評価から事業化・普及に至る手法を確立する。

循環型社会の推進を図る上では、液状廃棄物に対し、従来の「除去・廃棄型」の処理から、「回収・資源化型」の処理システムへのパラダイムシフトが重要な課題となっていることから、地域における集中・分散スケールに応じたリン除去・回収資源化技術の開発として、高効率リン回収技術、システムの規模要件および廃液特性等に応じた技術システムの構築を目指して研究を実施した。

(2) 方法、結果及び考察

1) 乳酸発酵プロセスを用いた食品廃棄物からのバイオプラスチック生産・飼料化システムの構築

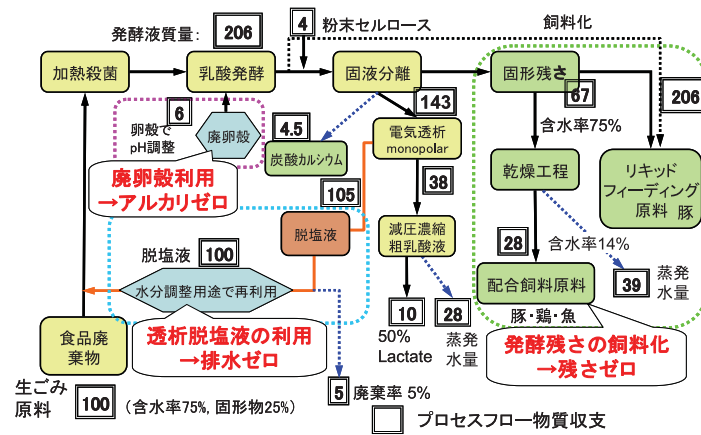
弁当、惣菜等の賞味期限超過物や大型店舗から排出される野菜くずと学校給食残さ(ご飯)を対象食品残さとして発酵プロセス物質収支や発酵副産物の性状を検討し、L-乳酸の生産・品質評価および発酵残渣の肉用鶏への飼養特性を実験的に検討する。

一方、食品廃棄物の持続的・地域循環事業の計画・設計・評価においては、茨城県を対象地域として、食品廃棄物の関連主体により創設された研究会に参加し、技術的・経済的・社会的情報を収集・整理するとともに、食品廃棄物の持続的・地域循環システムを構築するための事業計画・設計・評価から事業化・普及に至る手法を確立し、さらに、茨城県での評価・実践で得られた理論を一般化して、他地域でも普及するための手法論の提案を目指す。

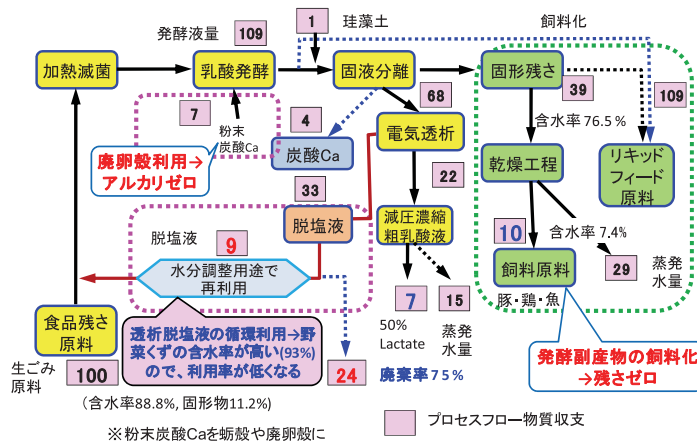
① 乳酸発酵、バイオプラスチック生産、飼料化の要素技術・技術システムの開発

L-乳酸発酵質変換プロセスを用い、食品残さ(Case 1: 厨芥系, Case 2: 野菜くず)について発酵実験を行い、発酵～固液分離・L-乳酸濃縮までの物質収支特性を明らかにした(図27, a, b)。その結果、質変換プロセスの性能として、含水率が、ゼロエミッション機能の実現性判定の重要なパラメータ(80%以下であれば可能)となり、厨芥残さでは可能だが、野菜ごみ(含水率90%以上)では困難になることが示された。また、透析脱塩液の繰り返し利用が可能なこと、L-乳酸菌のオンサイト噴霧処理+過熱蒸気殺菌で高品質のL-乳酸が製造可能ことが明らかにされた。

生産されたL-乳酸の光学純度は98%以上に達し、バイオプラスチックの原料として高品質を確保することが明らかになった。しかし、本研究では乳酸生成までであり、ポリ乳酸製造までは行わなかった。



(a) Case 1: 厨芥系食品残さ



(b) Case 2: 野菜くず等食品残さ

図27 食品残さの乳酸発酵特性

肉用鶏への飼養実験は2回に分けて行われ、飼養特性が調査された。その結果、乳酸発酵残さを鶏肉用飼料として利用する場合、飼料価値の高い溶解性糖質を全てL-乳酸に変換し、発酵固形物残さと脱水分離することから栄養価が低下し、他の飼料との適切な配合が必要となるが、グルタミン酸等のうまみ成分の増加やカルノシンやアンセリン等の機能性ペプチドの優位な増加や、コレステロールの低下など、肉質の向上に繋がる効果も一部見られた。また、Th1系サイトカインのIFN- γ は若干上昇するような傾向が見られ、細胞免疫性の向上の可能性も見られた。しかし、2回の飼養実験で、発酵飼料を同じ原料から作成しなかったことも原因となるが、同一の結果や傾向が明確には見られなかった。さらに、盲腸残留物や糞の有機酸やアンモニア濃度から、本発酵残さ飼料の難消化性の影響が示された。固液分離補助剤として用いた粉末セルロースや珪藻土が難消化の原因となった可能性があるため、今後の検討課題である。

②食品廃棄物の持続的・地域循環事業の計画・設計・評価

茨城県における食品廃棄物の循環システム事業化に関する研究会として、平成19年8月に「いばらき食品リサイクル研究会」が創設された。この研究会に参加し、持続的・地域循環システムの事業化に関する検討を行うとともに、同研究会での議論やヒアリング、および施設見学会を通じて、技術的・経済的・社会的情報を収集・整理した。

また、事業化・普及の実践としては、同研究会の会員である耕種農家・畜産農家らと共に、再生製品利用者側からの課題についても議論を積み重ね、多彩な事業提案を行ってきた。一事例を挙げると、干しいも生産が盛んなひたちなか地区で大量に排出されている干しいも残さに着目し、そのエコフィード事業（肥育養豚）を平成20年度からのモデル事業として計画・設計した。また、同研究会では他の食品廃棄物についても循環システム事業化を計画しており、さらに、いくつかの循環システム事

業を連携させた循環ネットワーク事業も検討した。

さらに、上記の情報収集・整理や事業化の実践を踏まえ、食品廃棄物の持続的・地域循環システムを構築するための事業計画・設計・評価から事業化・普及に至る手法を検討し、手引書「食品廃棄物の地域分散型リサイクルシステム設計のためのマニュアル」を作成した。

2) 液状廃棄物からのリン除去・回収資源化技術システムの開発

近年、リン価格の上昇傾向が顕著になってきており、リン資源の輸入価格高騰は肥料価格等に反映されるなど、農業ほか各種産業への影響も出てきている。このような背景から、将来のリン資源の枯渇に対応したリン回収技術の開発と循環利用の社会システムのあり方がクローズアップされてきており、排水処理プロセスの高度化（窒素・リン削減対策）の推進と同時に、排水からのリンの回収・循環利用技術の実現・普及に寄せられる期待は大きい。

本研究では、液状廃棄物処理システムにおける長期安定的なリン除去のための適正な維持管理技術を検討すると同時に、枯渇性リン資源の回収技術として、分散・集中のスケールに応じた吸着法、鉄電解法および汚泥減容化とのハイブリッド化等のプロセス開発を進めた。

①鉄電解脱リン法によるリン除去と汚泥からのリン資源回収技術の開発

鉄電解脱リン法は、鉄電極を使って溶出した鉄と排水中のリンを結合させてリンをリン酸鉄の形態で沈殿・除去する方法である。本研究では、小規模分散型の高度処理浄化槽におけるリン除去回収資源化技術の適用を目指す上で、処理特性、汚泥生成能、リン含有率、リン回収特性等について適正条件を明らかにすることを目的とし

て実家庭に設置した複数の高度処理浄化槽を対象に長期モニタリングを行った。

鉄電解脱リン法によるリン除去性能は高く、ほとんどの浄化槽でT-P1mg/L以下を達成した。また、嫌気槽貯留汚泥のリン含有率は鉄電解脱リン非導入系に比べて高濃度であり、かつ、不溶性となっていること、溶出した鉄のほとんどが汚泥中にリン酸鉄、酸化鉄等の形態で存在していることなどが明らかとなった。

リン回収のため、嫌気槽貯留汚泥に対し、酸性条件下でのリン溶出試験を行った結果、短時間に低濃度の硫酸でリンを溶出させる（70～95%）ことができ、リン除去のみならず、溶出リンを吸着法で回収することにより、資源循環も可能であることが示唆された。また、実生活排水を導入し、流入負荷条件を制御可能なバイオ・エコエンジニアリング研究施設において、高度処理浄化槽を1年間稼働し、リン収支解析を行った結果を図28に示す。本浄化槽においては、年間1.62kgのリンが除去され、浄化槽嫌気槽汚泥から算出した年間リン蓄積量は1.57kgであり、除去されたリンが汚泥として蓄積していることがわかった。さらに、溶出・回収試験により得られた溶出率80%、回収率100%に基づく、5人槽鉄電解浄化槽においては年間約1.3kgのリンが回収可能であることがわかった。

②吸着脱リン法によるリン除去・回収資源化技術の開発

吸着脱リン法は、リン吸着担体に排水中のリンを吸着させ、吸着飽和に達したリンはアルカリ条件下で脱離・濃縮し、吸着剤は再生・再利用することにより、リンの資源回収と吸着担体の再利用を高効率に行うものである。従来より推進してきた個別分散型の小規模対応システムとは別に、集中処理システムに対応したオンサイト型メ

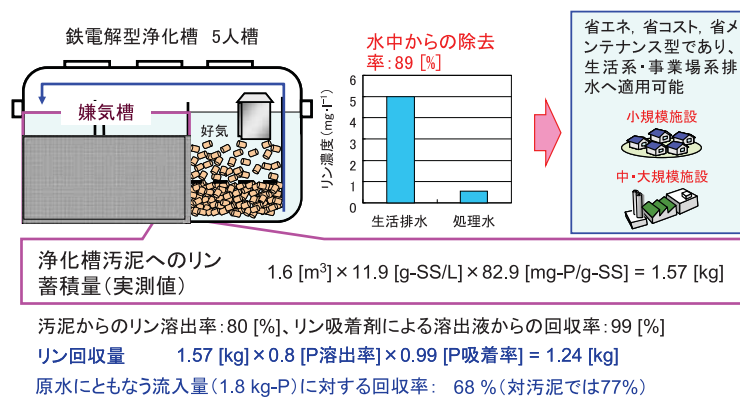


図28 鉄電解法を導入した浄化槽におけるリンの物質収支解析

リーゴーラウンドシステムにおいては、吸着剤充填槽を3基設置し、リンの吸着・脱離および吸着剤の再生の各工程を順次切り替えることにより、連続・効率的なプロセスの検討を行った。

日量数トンの処理スケールでのパイロット試験の結果、懸濁物質（SS）の影響は、1日1回の逆洗操作により対応可能であり、また、通水する排水のSSを事前に除去することにより、SSによる目詰まりや吸着部位の閉塞等を排除でき、所期の性能を十分に発揮できることが明らかとなった。高濃度排水対応としては、2槽を直列に連結し、順次、脱離・再生プロセスに移行することにより、吸着剤のリン吸着容量を有効に活用することが可能であり、幅広いリン濃度の排水に対して連続的・効率的な処理性能を得ることが可能であることがわかった。

また、回収・資源化工程での脱離液リン濃度や濃縮率を変化させることによる、低温真空濃縮法におけるリン回収率の適正化について検討した結果は図29に示す通りである。これより、脱離液リン濃度1,000mg/L以上においては、理論的なNaOH濃縮倍率（脱離液7%→20%）である3倍程度において回収率が85%以上、濃縮率4倍では回収率が90%以上となることを確認した。本システムでは、2段階脱離法を活用しており、脱離液リン濃度が約2,500mg/Lとなることから、濃縮率は3～4倍が最適であることが確認できた。しかしながら、安定性については共存イオン等による影響が考えられ、また、共存イオンの結晶化は回収対象であるリン酸ナトリウムの純度にも影響することから、共存イオンとの関係性を含めた最適化について、リンの活用方法に照らした回収

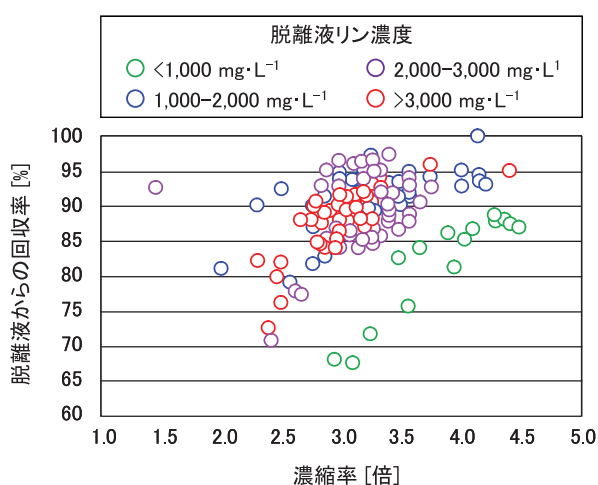


図29 脱離液の各リン濃度における濃縮率とリン回収率の関係

形態の検討を踏まえて研究を推進することとしている。

③汚泥減容化導入ハイブリッド吸着脱リン回収・資源化プロセス

本研究は、汚泥処理と高度かつ安定したリン資源回収を可能とする汚泥減容化リン除去回収ハイブリッドプロセス技術の確立を目指したものであり、脱窒性リン蓄積細菌を活用したAOA（嫌気/好気/無酸素）プロセスに着目し、活性汚泥法とマイクロバブル化オゾンとの組み合わせにより、高度処理・汚泥発生抑制と同時に、リン資源回収を図るものである。

本プロセスでは、同一細菌が窒素除去とリン除去を担うため、汚泥発生量が減少することが期待されている。本研究ではさらにマイクロバブル化オゾンを導入し、汚泥減容化と同時に、吸着脱リン法によるリン資源回収を目指し、ベンチスケールモデルによる実験的検討を行った。その結果、本法では、基質（汚濁物質）が分解される過程で一部バイオマス（細菌）に変換されるが、これをオゾン処理により再基質化することで汚泥の減容化が進行すると同時に、汚泥中の約65～70%のリンがリン酸態として溶出し、吸着剤により効率的に回収可能となることなどが明らかとなった。オゾン処理により増殖速度の遅い硝化細菌が影響を受け、一時、処理性能への悪影響が認められたが、生物反応槽における汚泥濃度を高めることにより、窒素除去性能の効率化が可能であることが明らかとなり、本法を導入した汚泥減容化・リン資源回収型の処理プロセスの基盤を構築できた。

(3) まとめ

乳酸発酵プロセスを用いた食品廃棄物からのバイオプラスチック生産・飼料化システムの構築では、食品残さから乳酸発酵によるバイオプラスチックの原料となる高品質なL-乳酸と、副産物である発酵残さを製造し、ゼロエミッションに必要な原料特性を明らかにした。また、発酵残さ飼料の飼養実験を行い、飼料品質を評価した。一方、持続的・地域循環事業の推進では、平成20年度既に進み始めているエコフィード事業をはじめ、いくつかの新たな事業計画とシステム設計を進めようとしており、新しい地域循環の形を提案しつつある。

液状廃棄物中リンに対する吸着・鉄電解法等の分散・集中処理に対応した要素技術開発について検討を行った。生活排水を対象とした鉄電解脱リン法においては、流入リン量の68%（対汚泥で77%）を回収可能であること

が明らかとなった。吸着脱リンシステムにおいては、集中処理対応としてのオンサイト型メリーゴーラウンドシステムおよびリン回収資源化工程の最適化のための基盤を確立することができた。汚泥減容化導入リン除去・回収システムにおいては、汚泥発生抑制型リン回収を進めると同時に、汚泥濃度制御等による処理性能の安定化を図ることができた。

今後、集中・分散の処理スケールに応じた技術開発を継続するとともに、回収資源の利用者視点に立った地域資源循環システムの基盤構築を図り、地域・排水種等に応じた高度処理を達成しつつ、地域における資源循環利活用特性、需用リン資源形態、流通・市場性、費用対効果等の解析に基づく環境低負荷・資源循環型のシステム設計を行うこととしている。

3.3 動脈-静脈プロセス間連携/一体化資源循環システムの開発と実証評価

(1) 目的

本サブテーマでは、新規資源からの製品やエネルギーの生産プロセスを「動脈プロセス」、再生資源（廃棄物）からの製品やエネルギーの生産プロセスを「静脈プロセス」と呼ぶことにする。また、動脈プロセスと静脈プロセスが物質・エネルギーの相互利用あるいは各種処理の共有化を実施して、天然資源・エネルギー消費や廃棄物を含む環境負荷排出およびコストの削減を図ることを「動脈静脈連携」と定義する。そのうえでまず、廃棄物系バイオマスの循環利用に係る各種事例を調査し、事例の類型化等を通して「連携」の形態を分類する。つぎに、下水汚泥のエネルギー回収を事例として、CO₂を含む温

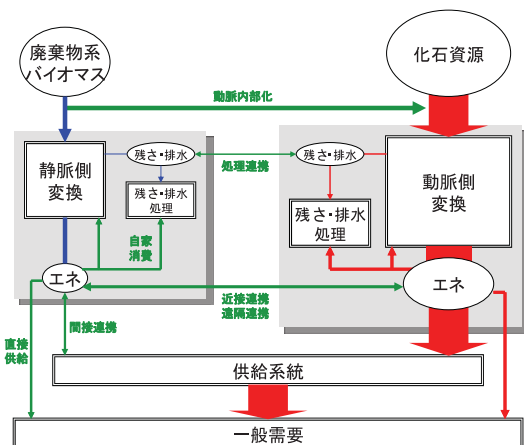


図30 エネルギー回収における動脈静脈連携のフローモード図

室効果ガス（GHG）のライフサイクルアセスメント（LCA）を実施して、動脈静脈連携の効果を分析する。

もうひとつの目標として、廃食用油だけではなく、より低品質な廃油脂類からバイオディーゼル燃料（BDF）を製造する技術を開発し、開発技術を地域実証する。まず、対象とする原料（廃油脂類）を選定するために、廃食用油含めて廃油脂類のフローを調査する。次に、BDF製造に必要な前処理、合成、精製プロセスを開発するために、各プロセスの相平衡関係を理解する必要があり、それらの相平衡の推算に適した活量係数推算モデルを選定・評価する。さらに、選定した活量係数推算モデルを用いて、前処理技術や合成技術を提示し、それらの技術特性を明らかにする。

(2) 方法、結果及び考察

1) 動脈-静脈連携システムの構築とシステム評価

①動脈静脈連携の分類

廃棄物系バイオマスの循環利用に関する具体的な事例について、文献およびヒアリング調査を実施し、動脈プロセスと静脈プロセス両者間の物質・エネルギーのフローや空間的配置、両者間に介在する物質・エネルギーの輸送工程等の観点から、図30に示すように、a) 自家消費、b) 直接供給、c) 間接連携、d) 遠隔連携、e) 近接連携、f) 処理連携に類型化した。

②動脈静脈連携の効果に関する分析事例

a) 分析対象

動脈静脈連携の事例として下水汚泥エネルギー回収システムを対象とし、そのGHG削減効果をLCAで分析する。対象システムは技術選択によっていくつかの代替案

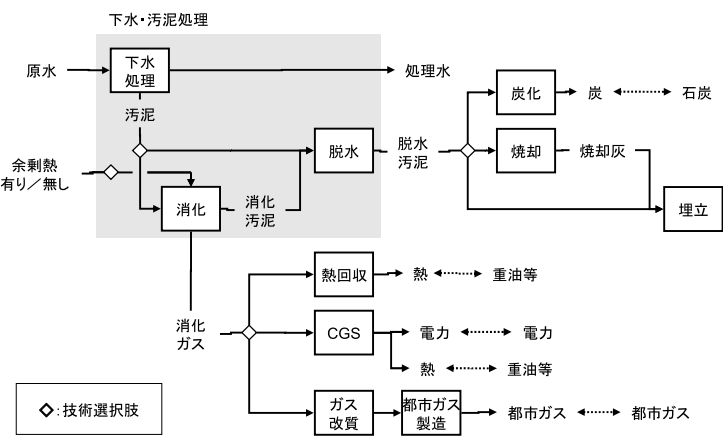


図31 下水汚泥エネルギー回収システムにおける物質・エネルギーフロー

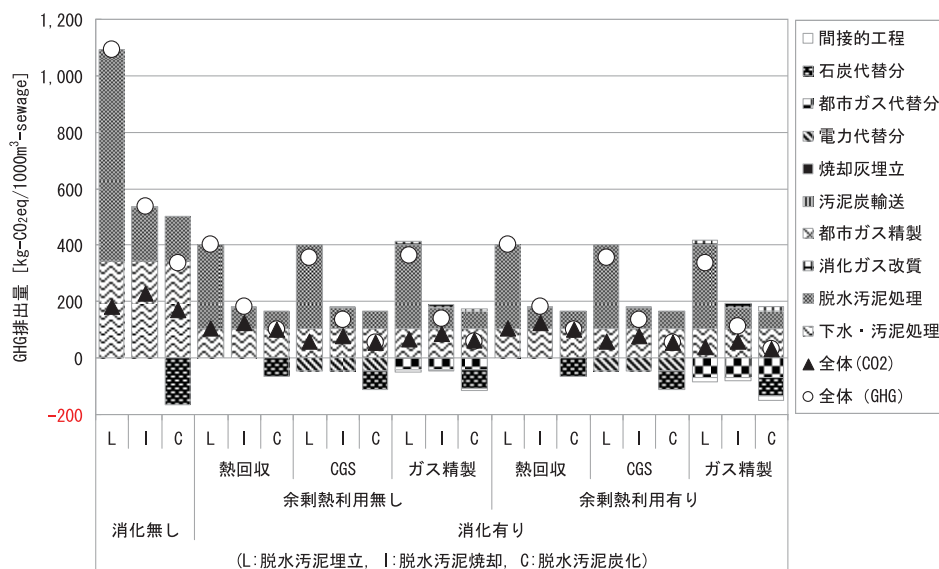


図32 下水汚泥エネルギー回収システムにおけるGHG排出量の比較
(工程種別内訳表示)

が考えられるため、それらのGHG排出量を比較分析する。留意した技術選択要素は「汚泥消化の有無」、「(隣接施設からの)余剰熱供給の有無」、「消化ガス利用の方式(熱回収、コージェネレーションシステム(CGS)、およびガス精製)、および「脱水汚泥処理の方式(炭化、焼却、および直接埋立)である。なお、代替案には「自家消費(消化ガスの熱回収・CGS)」、「直接供給(脱水汚泥の炭化=石炭代替)」、「直接連携(隣接施設からの余剰熱供給)」および「間接連携(消化ガス精製=都市ガス代替)」等の動脈静脈連携の要素が含まれている。対象システムにおけるフローを図31に示す。

b) 分析手法

分析の範囲は下水汚泥の処理、消化ガス利用(エネルギー生産)、脱水汚泥処理、埋立、代替されるエネルギー生産(控除分)とし、これらを含むシステム境界を設定した。消化ガスから生産されるエネルギー(燃料)は熱、電力およびメタンガスであり、脱水汚泥から生産される燃料は炭である。代替されるエネルギーは、熱に対しては石炭・重油、メタンガスに対しては天然ガス、および炭に対しては石炭である。比較分析で統一するシステム代替案の機能単位は、データの入手可能性等の理由から流入下水1000[m³]とした。生産されるエネルギーの種類と量はシステム代替案ごとに異なるが、各代替案で代替されるエネルギーを控除することにした。本研究ではGHG排出量を算出するインベントリ分析までとし、行列法を適用した。適用データは、下水汚泥処理施設等へのヒアリング調査および各種文献を参考にした。

c) 分析結果

下水汚泥エネルギー回収システム代替案のGHG排出量について、LCAで比較分析した結果を図32に示す。ここに示すように、「汚泥消化有り、余剰熱利用有り、消化ガス精製(都市ガス代替)・脱水汚泥炭化(石炭代替)」という代替案でGHG削減効果が最大になった。一方、「汚泥消化無し、脱水汚泥埋立」でGHG削減効果が最小になった。代替案のまとめり別にみると、「汚泥消化有り」の方が「無し」よりもGHG削減効果が大きかった。余剰熱の利用に関しては、「消化ガス精製(都市ガス代替)」においてわずかにGHG削減効果の増大がみられた。消化ガス利用方式別に見ると、余剰熱利用が無い場合は「CGS」「消化ガス精製」「熱回収」の順にGHG削減効果が大きく、余剰熱利用のある場合は「消化ガス精製」「CGS」「熱回収」の順にGHG削減効果が大きくなった。脱水汚泥処理方式別では、「炭化」「焼却」「埋立」の順にGHG削減効果が大きくなった。

工程種別内訳では、「脱水汚泥処理」「下水・汚泥処理」の順にGHG排出量が大きくなった。GHG削減に寄与する工程としては「石炭代替」「都市ガス代替」「電力代替」の順となった。

2) バイオディーゼル燃料(BDF)製造技術の開発
廃食用油のフローとそれ以外の廃油脂類、つまり、ダーク油(製油工程において排出される廃油脂類)、トラップグリース(厨房排水と下水排水の間に位置する水槽に浮かぶ廃油脂類)、BSE特定部位関連の牛脂の賦存量を

調査するとともに、トラップグリースについてはその組成に関して既報の学術論文や国内外の報告書などを収集・整理した。その結果、廃食用油については、事業系の廃食用油はすでに家畜飼料などへリサイクルされており、事業系廃食用油をBDF原料として利用することが比較的難しいこと、また、家庭系の廃食用油は十分利用されていないことが明らかとなった。他の廃油脂類に関する賦存量の推計から、トラップグリースが最も賦存量の多い原料（約31万トン/年と推定）と予想された。しかし、品質としては最も悪く、BDF合成阻害因子である水および遊離脂肪酸（FFA）が原料の数十パーセント以上を占めることがわかった。活量係数モデルの選定・評価では、分離精製プロセスの相平衡推算に用いられるUNIFAC（Universal Quasi-chemical Functional-group Activity Coefficient）モデルを適用した。UNIFACモデルには多くの種類が存在することから、5つのUNIFACモデルを選定した。BDF製造プロセスの設計において必要となる既報の相平衡データを収集または実測し、得られた相平衡データに対してUNIFACモデルを用いて相平衡を推算し、実測データと比較して各UNIFACモデルの有用性を評価した。BDF製造後にメタノール回収プロセスの設計に必要な気液平衡（VLE）の推算に適したモデルは、オリジナルUNIFACモデルおよびDortmund-UNIFACモデルであった。また、BDF合成系の構築、副生グリセリンの分離、BDF洗浄プロセスの設計に必要な液液平衡（LLE）の推算に最も適したモデルは、LLE-UNIFACであった。ただし、Dortmund-UNIFACモデルはLLEについても有用なモデルであった。

前処理技術の開発では、溶媒抽出によりトラップグリースから水と固形物を取り除き、脂肪酸および油脂成分、つまり、BDF原料成分を回収する方法を検討し、その技術特性を調べた。水-パルミチン酸（脂肪酸）-トリオレインからなるトラップグリースモデル系を構築し、有機溶媒を添加して溶媒抽出に適した溶媒を調査した。このテスト実験より、エーテル類が最も適した溶媒であり、本研究では、液化ジメチルエーテル（DME）を抽出剤として、その抽出特性を調べた。液化DMEの添加量を脂肪酸の溶解度付近に設定する方法が、脱水および原料成分の回収の観点から効率よい方法であることがわかった。また、図33のように、液化DMEを用いて実際のトラップグリースからバター状の原料成分（脂肪酸と油脂

の混合物）を回収できることも確認した。

合成技術の開発では、BDF合成は物質移動律速であり、従来の二相合成系を均一相系とすれば高速に合成反応が進むことが予想されるため、我々は均一相剤として液化DMEの適用を試みた。DME-メタノール-トリオレイン（植物油の代表成分）の相平衡を推算して均一相になる条件を予想し、均一相条件下でBDF合成を開始させ、反応時間と反応収率の関係を調べた。図34のように、反応系を均一相にすると反応時間10秒で収率が約60%に達し、非常に高速に進むことが明らかとなった。しかし、反応時間10秒を過ぎてしまうと、副生成物であるグリセリンが相分離し、反応系が二相になり、反応速度が低下してしまった。この相分離を防ぐために、合成系の相平衡を推算し、反応後にメタノールを追加する方法を提案した。メタノールの追加は、反応系を均一相として維持することが可能であり、図34に

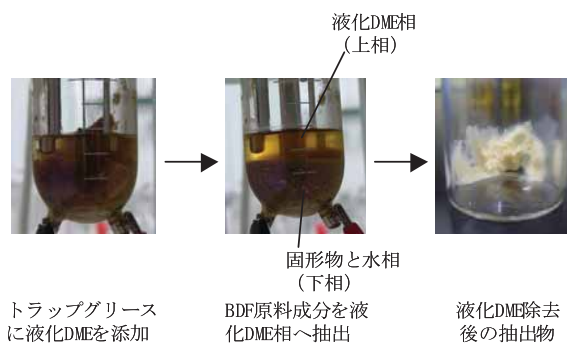


図33 液化DMEによるトラップグリースからのBDF原料成分（脂肪酸と油脂）の回収
抽出条件：温度25℃、溶媒/トラップグリース=0.5

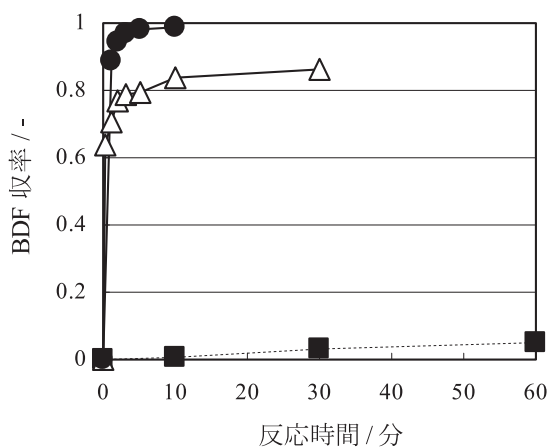


図34 液化DMEの添加がトリオレインからのBDF合成へ与える影響
■：液化DME添加なし，△：液化DME添加（反応初期のみ反応系が均一相），●：液化DME添加とメタノールの追加（終始反応系が均一相）

示すように、3分で97%の収率が得られることが明らかとなった。

また、液化DMEを用いた高速BDF合成技術は、廃食用油を脂肪酸系の処理剤で固化させた廃食用油固化物からのBDF合成へも適用できると予想され、廃食用油固化物からのBDF合成も試みた。脂肪酸系処理剤とトリオレインからモデル固化物を調製し、液化DMEを添加してBDF合成を行った。液化DMEは固化物を容易に可溶化させ、さらに、反応系を均一相とすることができ、固化物についても液化DMEによるBDF高速合成が可能であった。反応系を終始均一相化する条件下であれば、反応時間5分で反応収率が97%に達した。この反応系は高速に反応が進むものの、反応初期に脂肪酸系処理剤が触媒であるKOHによりセッケン化して不均一相化することから、脂肪酸系処理剤のないトリオレインからのBDF合成よりは反応速度が遅くなってしまうことが明らかとなった。

(3) まとめ

本サブテーマでは、廃棄物系バイオマス循環における動脈静脈連携に関して連携を「自家消費」、「直接供給」、「間接連携」、「遠隔連携」、「近接連携」および「処理連

携」の6形態に分類した。続いて、下水汚泥のエネルギー回収を事例として、CO₂を含むGHGのLCAを実施して、動脈静脈連携の効果を分析した。分析対象のシステム代替案は、「自家消費」、「直接供給」、「間接連携」および「近接連携」といった動脈静脈連携の要素が含まれており、いずれもGHG削減効果に寄与していた。今後、他の連携分類についてもその効果を分析することが必要である。

また、BDF製造技術の開発については、廃食用油を含む廃油脂類のフローを調査するとともにBDF原料としての賦存量を推計し、未利用かつその存在量の観点から、原料としてトラップグリースが有望であることを示した。BDF製造のプロセス開発に必要な相平衡（VLEおよびLLE）の推算に適したUNIFACモデルを選定・評価した。

液化DMEを用いてトラップグリースからBDF原料成分を抽出する技術を開発するとともに、UNIFACモデルを用いた相平衡計算を基に液化DMEを均一相剤とした新規BDF高速合成法を開発した。また、本提案の高速合成技術は、廃食用油を脂肪酸系処理剤で固化させた廃食用油固化物を原料とするBDF合成へも適用が可能であった。

4 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

4.1 アジア地域における資源循環システムの解析と評価手法開発による適正管理ネットワークの設計・評価

(1) 目的

日本では廃棄物として扱われてきた使用済み製品や材料などが、他のアジア地域では資源として有用に扱われることが近年多くなっており、国際規模で取引される循環資源の量が増加している。一方、経済成長に伴い、アジア各国での廃棄物発生量も増加している。

本研究は、アジア地域での資源循環の適正な促進に貢献するために、途上国を中心とする各国での資源循環及び廃棄物管理システムの現状を把握・解析し、その適正管理ネットワークを構築することを目的としている。また、中核研究プロジェクト4全体の特徴として、循環型社会研究プログラムの中でも国際的な展開と貢献を目指したものとなっている。グローバル化する経済活動と、実態として既に日本等の廃棄物が中国等へ大量に輸出され資源として活用されている現状を鑑みれば、アジア地域、ひいてはより大きな規模での適正な資源循環の構築は、本プログラムが総合的に目指す日本の循環型社会の将来ビジョンを描く上で不可欠な要素である。

(2) 方法、結果及び考察

本研究では、1) 国際資源循環及び関連する国内資源循環の現状把握、2) 国際資源循環の評価手法の開発・適用、3) 既存の国内・国際資源循環政策の分析、4) 適正管理ネットワークの活用・設計、の4つの課題に取り組んだ。以下、これらの課題ごとに、その方法、結果および考察を記す。

1) 国際資源循環及び関連する国内資源循環の現状把握

①家電製品（国内を中心とした物質フロー）

廃電気電子機器（E-waste）の中でも家電4品目（ブラウン管式テレビ（以下、特記ない限りテレビ）、エアコン、冷蔵庫・冷凍庫、洗濯機）について、経産省・環境省の推定を修正しながら、「見えないフロー」を含む国内フローの推定を行った。また、リユース目的の中古輸出台数について、国内フローから得られた推定量と、

貿易統計を用いた推定量とを比較しながら考察した。

2005年度における4品目の排出台数を2,129万台と推定したが、その半数程度が家電リサイクル法に基づくメーカーのリサイクルプラントに入らずに量の把握が困難な「見えないフロー」となっていると考えられた。国内フローの推定結果では、リユース目的の中古輸出台数は460万台であり、そのうちテレビが半数程度の223万台と大きく、エアコン114万台、冷蔵庫と洗濯機はともに62万台と推定した。

一方、貿易統計の単価区分を用いて行った推定からは、4品目のリユース目的の中古輸出台数は2005年で244万台となり、テレビ、エアコン、冷蔵庫、洗濯機はそれぞれ216万台、23万台、3.3万台、2.1万台となった。前述の推定と比較して、最も多いテレビでほぼ同数であるものの、他の3品目で差が大きい結果、4品目全体では貿易統計による推定が過小となっている。この原因として、少額貨物として貿易統計計上除外の製品があることや、エアコンなどの金属スクラップへの混入があることが考えられた。

また、2008年からは財務省の輸出品目分類において、家電4品目から中古品目新設も行われたが、これにも貢献した。

②家電製品（アジア規模での物質フロー）

日本・中国・香港の貿易統計を利用して、2001年以降のテレビの貿易量を分析した。この際、日本の輸出入については単価区分を用いて新品と中古品に分けて解析した。

図35に2006年の日本・中国・香港の間のテレビの物質フローを示す。日本においては、ブラウン管式テレビから液晶・プラズマの薄型テレビへの転換が進み、中国からの新品のブラウン管式テレビの輸入量は2001年の300万台以上から、2006年には97万台まで減少している。一方、近年の中古品の輸出量はほぼ同レベルで推移しており、特に輸出量の多い香港向けは2001年に148万台、2006年に154万台とほぼ変化がなかった。しかしながら、香港における日本からのテレビの輸入は全体（新品と中古品の合計）で37.5万台にとどまるなどのミスマッチが生じているとともに、2006年4月における香港の輸入規制強化が日本国内で2007年6月に通知されてからは、香港向けの輸出量が減少して結果的に他国へ振り分けられた。相手国の環境保全と輸入規制にも十分配慮したアジア規模での中古品貿易の管理が必要である。

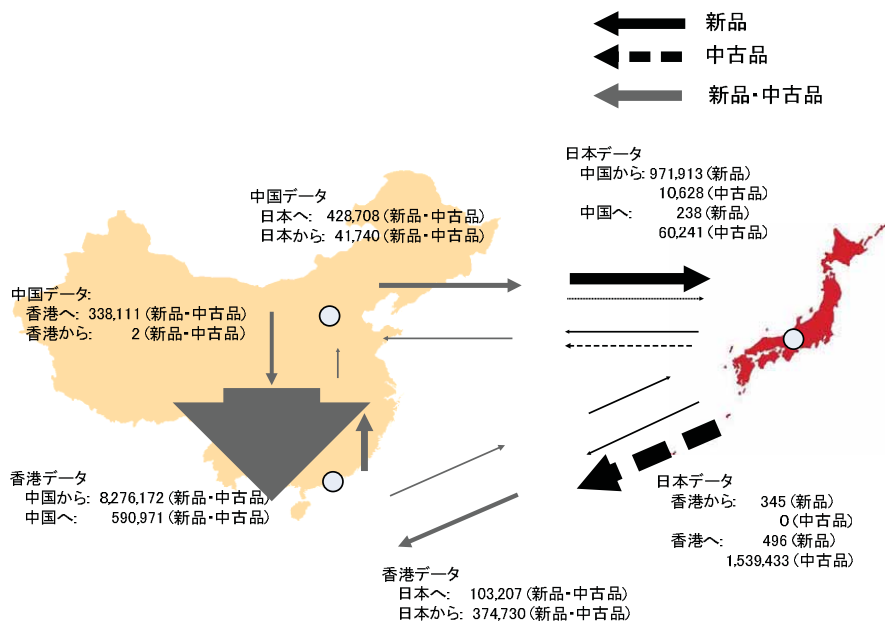


図35 日本・中国・香港間の2006年におけるテレビ（新品・中古）のフロー（単位：台）

また、日本からの中古電気電子製品の輸出が多いフィリピンに対して、梱包・積載・輸送状況を把握するために、日本からフィリピンへ輸入された中古電気電子製品のコンテナ積載率、輸送による破損率、修理可能率、残渣率などを調査した。日本の輸出業者の協力のもと、中古テレビを積載した40フィートコンテナ1本分を追跡調査した結果、フィリピン到着時の外装の破損率は3%程度と考えられた。すべての輸入中古テレビは、変圧器の取り付けとチューナーの改造・交換といった調整が必要になる。そのうち故障・破損しているテレビについては、追加の修理・修繕が行われるものの、その後は中古品として販売された。今回の調査結果からは、残渣として埋め立てられるものは非常に少ないと考えられた。ただし、処分場の近郊では、ブラウン管チューブをハンマーで破壊して金属部品等を取り出す様子や、細い電線を焼いて金属を回収する様子も見られ、有害物質の人体に与える影響および環境中への飛散が懸念された。輸出入の管理とともに、現地での使用済み製品の解体処理と廃棄に伴う環境保全を考慮する必要がある。

さらに、アジアでの電気電子機器の解体と部品・素材の流通状況を把握する一例として、ベトナムのハイフォン市のある廃家電解体工場で、実際に解体される家電製品などの回収部品・素材の種類・重量・価格などの情報を詳細に調査した。対象としては、現地で実際に解体されているものを考慮して、テレビ、ラジカセ、ビデオデッキ、パソコン、固定電話の5種類とした。CRTを含め

て全て売却され、逆有償の残渣は出ないという回答が得られたが、これは残渣も基板か鉄に混入させて売却しているためと考えられた。売却先について、鉄、銅、アルミ、プラスチック等はベトナム国内のリサイクル村に運ばれる場合と中国に輸出される場合があり、基板は直接、中国に輸出されていることが明らかになった。基板以外にも、ベトナムと中国の国境地域では中古のテレビとモニターが中国へ向けて多数流入していることが確認された。

加えて、アジア諸国での使用済み家電の排出台数について、各種の推定結果を収集・解析した。アジア諸国の排出量の推定方法については、時間遅れモデルがしばしば使われていた。これらの方法によって排出量が推定された結果、中国は2005年前後で日本の家電排出台数を

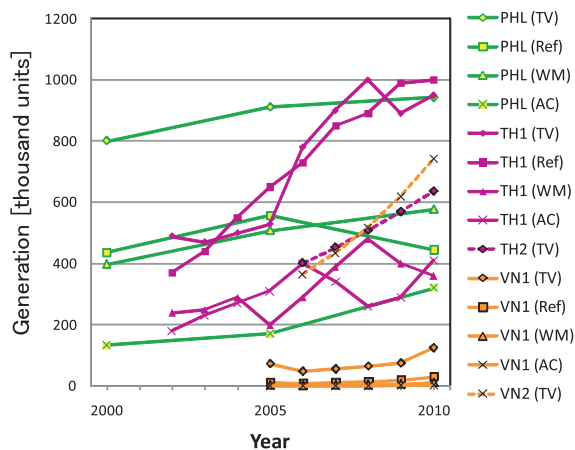


図36 フィリピン、タイ、ベトナムにおける家電排出台数の推定結果の比較

ほぼ超過しており、タイ、フィリピン、ベトナムなどいずれの国でも排出量の増加が見込まれた（図36）。一方で、推定に用いる統計情報などに中古品の輸入・販売量が含まれていることを把握するのは容易ではなく、それらの前提によって結果が大きく異なることが課題と認識された。

③パソコン

使用済みパソコンについては、物質フロー分析の誤差最小化法を用いて、2000、2001と2004年度のデスクトップ（本体）およびノートパソコンのフローをそれぞれ推計し、リサイクル制度の施行前後の変化を把握した。

その結果、2000年度は、排出台数392万台のうち67.4%が国内処理・リサイクルされ、24.4%が国内でリユース、8.2%が海外へ輸出されたと推計された。家庭系パソコンのリサイクルが開始された後の2004年度は747万台が排出され、国内処理・リサイクル、国内リユースおよび海外輸出の割合は37.1%（277万台）、36.5%（273万台）、26.4%（197万台）と推計された（図37）。事業所から販売店への引渡し台数の増加が国内リユースの増加に、リース・レンタル業者から中古品取扱業者（古物商）への引渡し台数の増加が海外輸出の増加にそれぞれつながったと考えられた。また、中古品取扱業者関連団体等の中古パソコン国内販売台数や貿易統計に基づいた中古輸出台数の推計値と、本研究の推計結果を比較し、妥当性について確認した。

④廃プラスチック

PET ボトルを中心とした廃プラスチックについて、

国内における排出・フローを各種統計を用いて調査するとともに、輸出要因などを分析した。また、貿易統計を用いて、廃プラスチックの貿易量を明らかにするとともに、現地調査などで中国のリサイクル状況を調査した。

容器包装リサイクル法に基づくPETボトルの再商品化事業者の落札単価は年々低下し、2006年度の入札で「買い取り」（有償入札）が初めて認められ、2008年度の落札単価は45.1円/kg（有償、以下同じ）になるなど、使用済みPETボトルの市場が大きく変化している。2006年度の指定PET樹脂販売量は54.4万tであるのに対して、市町村の分別収集量は26.8万t、このうち指定法人（容器包装リサイクル協会）ルートは14万t、指定法人以外（独自）ルートが12.8万tであった。指定法人以外ルート（独自）ルートは多くが輸出されているのに加え、特定事業者からの工程ロスなどの輸出量が明確になっていないことや、国内の再生製品の供給量・ルートが明らかになっていない点が課題である。

指定法人と独自ルートの併用を行っている市町村を33抽出し、それぞれのルートの落札単価を調査することで、指定法人と独自ルートの選択に与える価格の因子を把握することを試みた結果、独自ルートの落札単価はバラつきが大きく、加重平均は予想に反して指定法人よりも低い約33円/kgであった。同一市町村において独自ルートの単価が低い場合は、経済性のみが判断基準となっていない可能性が示唆された。

日本からの廃プラスチックの輸出量について、2000年には30.0万トンであったが、2007年には151.7万トン

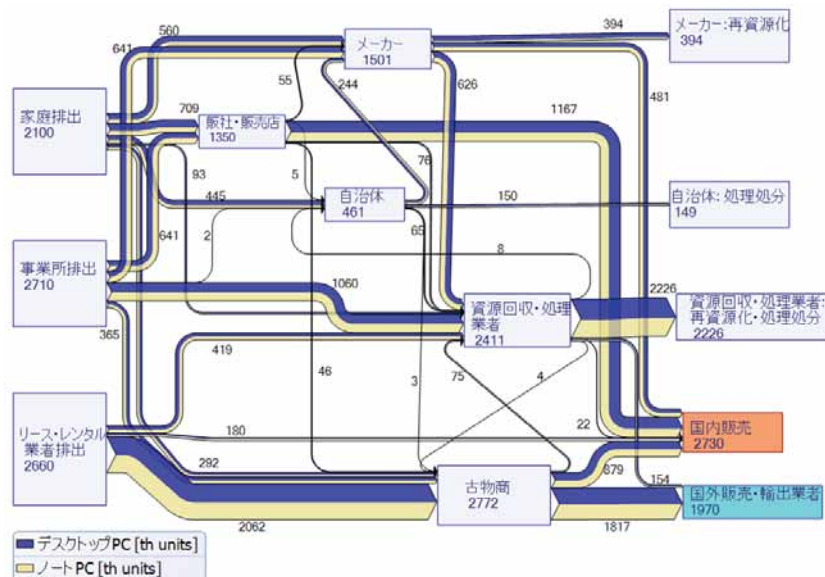


図37 2004年度の使用済みパソコンの国内フロー推定結果

に達しており、なかでも廃PETについては2007年で35.0万トンとなっている。ただし、香港の日本由来の同輸入量が6.6万トンと不一致が見られるなど、香港・中国では廃PETの貿易量が過小評価されている可能性が高いと考えられる。また、中国における日本由来の輸入停止措置（2004年5月から2005年9月まで）の期間中、香港が中継地点の役目を果たしていたが、その解除後、廃PETは中国向け直接輸出が香港向けを逆転することとなった。中国は世界から廃PETの輸入量を伸ばしており、日本のみならず世界で使用済みPETボトルの排出・リサイクルに影響を与えつつある可能性も考えられる。

中国における廃プラスチックのフローについては、各種統計や業界団体の推定値も十分整備されていないために容易ではない。中国における廃プラスチックのマテリアルリサイクルでは、ペレット化されるなどして、樹脂や繊維製品の原料として取引されることが多い。廃PETについては、大半は短繊維など繊維製品の原料として利用されている。中国では合成樹脂の生産能力が旺盛な国内需要には遥かに及ばないため、結果として輸入に頼っている。このため、バージン原料に比べ比較的価格が廉価で、国内産に比べ良質な海外の廃プラスチックの輸入が急増している。

2) 国際資源循環の評価手法の開発・適用

廃電気電子機器を対象とした国際資源循環の評価手法を有害性と資源性の観点から検討した。

有害性については、E-wasteの負の側面を評価するにあたり、1) 化学毒性、2) 有害性、3) 環境影響の3つに分類して、既往研究をもとに検討した。

資源性については、都市鉱山鉱床の評価を試み、収集・運搬と一次選別というスクラップ等を得るための第一段階のプロセスと、このスクラップ等を素材へと変換していく狭義のリサイクル（金属であれば製錬）という第二段階のプロセスを双方考慮して検討した。

資源性の視点からの評価手法の試算をパソコンなどの事例で行った。あるパソコン基板に対して各種の重み付け指標を適用した結果、価格による重み付けは金、銅、アルミ、銀と比較的現実に近い優先順位を与えるが、例えば埋蔵量の逆数を乗じた場合はスズの優先順位が高くなるなど、指標によって多様な結果がもたらされた。実際のビジネスの現場の評価と、中長期的な持続可能性を考慮した場合の評価が異なることは、価格が正しく資源

の枯渇性を評価できていないことの表れとも言える。

3) 既存の国内・国際資源循環政策の分析

拡大生産者責任（EPR）の概念を応用した管理制度について、家電などの電気電子機器に着目し、アジア諸国に欧州諸国を対象として加えて、比較分析を行った。

日本・アジア・欧州の家電リサイクル制度においては、生産者の責任範囲が一般に引取り以降に限定されていた。現状ではEPRは、生産者が直接リサイクルシステムにまで影響を持つことでDfEなどへの影響を期待しているというより、単純に「生産者が使用後の段階にまで責任を持つ」という点のみに着目した制度設計がなされているといえよう。

また、欧州数カ国や日本、台湾、韓国の仕組みには随所に相違点が見られた。例えば、欧州や韓国には生産者の責任の下での回収やリサイクルについて、生産者や政府によるチェック機能は設けられていない。一方、我が国では「生産者の責任の下で回収したもの」に対してはチェック機能がある。欧州諸国では自治体の回収ルートの活用が目立つが、大小様々な品目が対象であり、自治体ルートを回収に用いている場合の現実性が反映されているといえる。

今後EPR概念を用いた制度を導入する諸国にとって有効な提案をすることや、輸出入両国におけるEPRの制度設計のあり方を分析することが課題である。

4) 適正管理ネットワークの活用・設計

以上のE-wasteに関する成果は、2006年11月と2007年11月に主催した国立環境研究所E-wasteワークショップにおいても情報交換がなされ、各国専門家と有益な議論を行うことができた。このほか、アジア太平洋廃棄物専門家会議などの研究者ネットワークにも参加し、アジア諸国の廃棄物管理の現状と課題を議論した。

また、アジアにおける廃棄物の不法輸出入防止ネットワークや、日中の廃棄物輸出入に関する関係省庁連絡会議など、行政の各種ネットワークにも参加して、アジア地域の資源循環の適正管理のあり方に関して議論した。

(3) まとめ

国際資源循環の物質フロー分析として、家電・パソコン、廃プラスチックについて、物質フローの分析を行った。家電は4品目の推定中古輸出台数が460万台程度あ

ること、中古品輸入国としてのフィリピンでの残渣発生率、ベトナムでの解体調査から廃基板が中国へ集中していること、アジア諸国での排出台数の増加傾向、などを示した。パソコンについては国内フローを精査の上、中古輸出が200万台程度まで伸びていることを明らかにした。日本・アジア・欧州の家電リサイクル制度について、生産者の責任範囲が一般に引取り以降に限定されることを把握した。廃PETの輸出要因と中国でのリサイクルの現状を整理し、貿易統計や国内リサイクルの課題を示した。資源性の視点からの評価手法の試算をパソコンなどの事例で行い、評価手法ごとに多様な結果が得られることを示した。E-wasteに関する成果は、国立環境研究所E-wasteワークショップでも各国専門家と議論するなど、研究者ネットワークの構築にも寄与した。

4.2 アジア諸国における資源循環過程での環境影響把握

(1) 目的

本研究では、アジア諸国における廃棄物処理やリサイクルに関連して、残留性有機汚染物質 (POPs) 及びその候補物質の汚染実態や環境影響に関する基礎情報を収集するとともに、効率的なモニタリングや物質フロー解明のための技術および方法を確立することを目的とする。

(2) 方法、結果及び考察

本研究では、1) バイオアッセイによるPOPs候補物質のダイオキシン様活性の評価と底質、土壌を対象としたバイオアッセイ/化学分析統合評価、2) プラスチック中臭素系難燃剤の光分解挙動解明、3) 廃基板の不完全燃焼及び制御燃焼下における物質挙動解明の3つの課題に取り組んだ。以下、これらの課題ごとに、その方法、結果および考察を記す。

1) バイオアッセイによるPOPs候補物質のダイオキシン様活性の評価と底質、土壌を対象としたバイオアッセイ/化学分析統合評価

アジア諸国における効率的なフィールド調査に資するモニタリング技術としてのバイオアッセイ適用可能性を模索するため、途上国 (カンボジア、ベトナム、インド) で採取した土壌試料を対象に化学分析/バイオアッセイ統合評価を実施した。バイオアッセイとしては、遺伝子組み換え H4IIE-*luc* 細胞を用いたアрилヒドロカーボン受容体 (AhR) 結合/レポーター遺伝子アッセイであ

るDR-CALUXを採用した。

海外土壌試料については、化学分析の結果、塩素化ダイオキシン類 (PCDD/Fs)、ダイオキシン様PCBs濃度から算出される毒性等量 (WHO-TEQ) は0.14–1,700 pg/g dry weightであり、4桁の広がりをもっていた。一方、臭素化ダイオキシン類 (PBDD/Fs) や塩素・臭素混合ダイオキシン類の濃度はPCDD/Fsよりも2~3桁ほど低く、毒性等量寄与としてはPCDD/Fsが卓越していた。当該土壌におけるバイオアッセイ毒性等量 (CALUX-TEQ) は、<1.4–2,300 pg/g dry wtであり、定量下限未満の低濃度試料以外の土壌試料については、CALUX-TEQとWHO-TEQの比は、全て0.5–2.0の範囲にあった。これにより、対象とした土壌試料については、DR-CALUXによるモニタリングによりWHO-TEQ値を精度よく予測できていた。

本研究で取り扱ってきたような簡便迅速なバイオアッセイは特にアジア諸国において有用であると考えられるが、適切な精度管理を行って、バイオアッセイとしての必要精度を担保しなければならないと考えられる。そのための具体的な方法論について、バリデーション項目 (精度プロファイル、検出下限、定量下限等) 及び日常精度管理項目 (操作ブランク試料、濃度既知試料の測定、二重測定、管理図の作成等) の要点についても整理を行った。

2) プラスチック中臭素系難燃剤の光分解挙動解明

ポリ臭素ジフェニルエーテル類 (PBDEs) のうち、10臭素化ジフェニルエーテル (DecaBDE) 製剤もしくはデカプロモジフェニルエタン (DeBDethane) 製剤をそれぞれ約0.1%含有させたハイインパクトポリスチレン (HIPS+DecaBDE, HIPS+DeBDethane) および廃テレビケースの3種類の粉末試料を石英チューブに封入し、国立環境研究所内のガラス張りの温室で太陽光に暴露させた。暴露開始から7, 14, 28, 56, 112, 224日目に石英チューブを回収し、試料中のPBDEs, DeBDethane, PBDD/Fsを高分解能ガスクロマトグラフ/質量分析計 (HRGC/HRMS) で定性・定量した。化学分析の結果、太陽光照射によりHIPS+DecaBDE試料中のBDE209濃度の経時的な減少が認められたことから、DecaBDE製剤の主成分であるBDE209がプラスチック中で速やかに光分解されることが示された。一方、HIPS+DeBDethane試料では224日間の光暴露期間中に

DeBDethane 濃度の明瞭な減少が認められなかったことから、DeBDethane は BDE209 よりも紫外線に対して安定であることが示唆された。HIPS+DecaBDE 試料の場合、光暴露 7 日後に 6-9 臭素化異性体の濃度が数倍増加したことから、太陽光に当てることで BDE209 が脱臭素化され低臭素化 PBDEs が生成されることが示唆された (図 38)。しかしながら、生物や環境中で卓越する PBDE 異性体 (BDE-47, -99, -100 など) の生成は認められなかった。また本研究では、DecaBDE 製剤で難燃加工されたプラスチックを太陽光に照射するとより毒性の高い PBDFs が生成されることを初めて確認することができた。図 38 に示すように BDE209 濃度の減少に伴い HIPS+DecaBDE 試料中の PBDFs 濃度は急増したことから、BDE209 の光分解により PBDFs が生成されることが明らかとなった。ただし、HIPS+DecaBDE 試料中の PBDFs 濃度はその後減少したことから、生成した PBDFs も経時的に光分解されることが示された。一方、テレビケースの場合は、224 日間の太陽光暴露による BDE209 の減少および低臭素化 PBDEs の生成は不明瞭であった。しかしながら PBDFs 濃度は経時的に増加し、224 日間の光暴露後には初期値の 20 倍以上の PBDFs 濃度が検出された (図 38)。光照射試料中の PBDEs および PBDFs のマスを計算したところ、224 日間の光暴露により HIPS+DecaBDE 試料中の BDE209 の 90% 以上が光分解されたが、BDE209 分解量に対する低臭素化 PBDEs および PBDFs の生成量はごくわずかであることが明らかとなった。

3) 廃基板の不完全燃焼及び制御燃焼下における物質挙動解明

廃基板の不完全燃焼及び制御燃焼下における臭素系難燃剤等の挙動を把握するため、パイロットスケールの燃焼試験を実施した。廃基板の不完全燃焼下 (一次燃焼) では、BDE209 や DeBDethane など難燃剤で使用される物質や tetra~nonaBDEs は投入量の 30~99.999% が熱分解されるのに対し、ダイオキシン類や上記以外の PBDEs 及び PBBzs, PBPhs の異性体は投入物に対し数桁多い量が生成することが明らかとなった (図 39)。不完全燃焼後、ほとんどの物質は排ガス中の存在量が灰中と比べ数桁高いが、BDE209 と DeBDethane は排ガスと灰中の存在量がほぼ同程度であることが明らかとなった。

不完全燃焼後の排ガスに含まれる臭素系難燃剤等は、

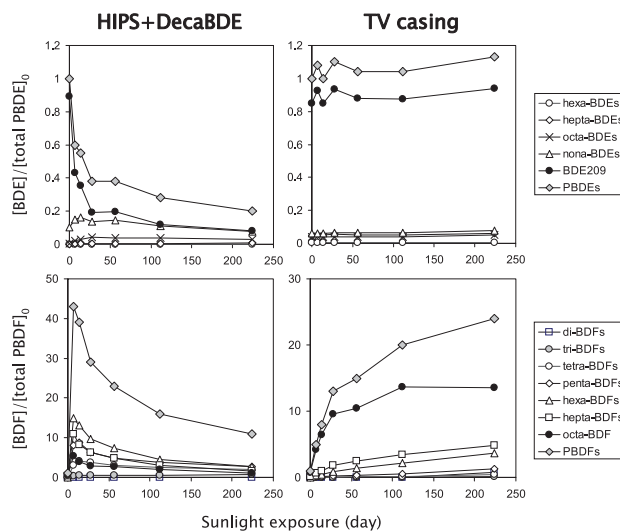


図 38 HIPS+DecaBDE 試料およびテレビケース試料中の PBDEs および PBDFs の分解/生成挙動。[A] : 物質 A のモル濃度

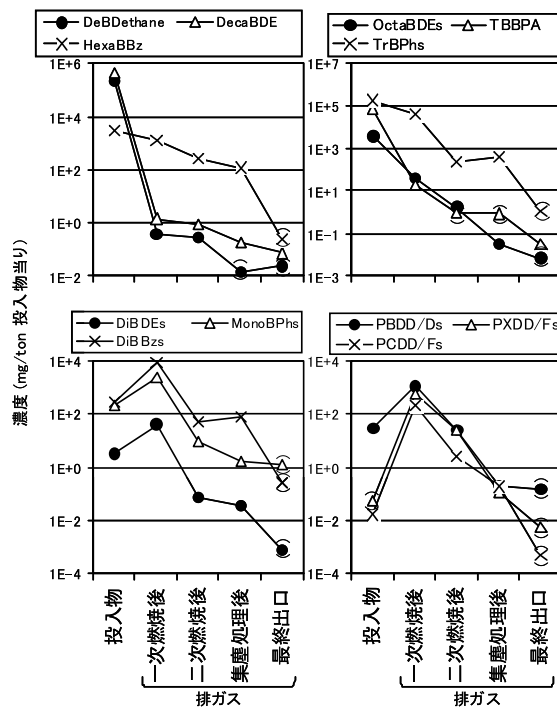


図 39 燃焼・排ガス処理過程における物質挙動 括弧付きは、検出下限値

その残存量の大部分が排ガス処理過程において分解除去された (図 39)。不完全燃焼後の排ガスと比較した場合、最終排ガス中の物質量は二桁以上減少していた。投入量と比較した場合、最終排ガス中の物質量は、不完全燃焼で分解する物質で五桁以上、生成するほとんどの物質で二桁以上減少した。

最終排ガスと灰中の物質量を比較した場合、すべての物質で灰中の存在量が数桁高くなっていった。ほとんどの

表11 基板の不適正処分による水系・大気系・土壌系への重金属の影響量の推定（単位：μg/g 基板）

	水系 溶出液		大気系 (燃焼排ガス)	土壌系 燃焼残渣	基板中の 金属濃度 μg/g
	基板の板 部分	ICチップ			
Ag	< 0.02	< 0.01	1.1	94	95
Al	0.5	0.001	4.4	68000	68000
Au	< 0.07	< 0.03	—	130	130
Ba	4.0	0.01	0.5	7100	7100
Ca	3.6	0.36	13	28000	28000
Cd	< 0.007	< 0.003	< 0.02	< 5	< 5
Co	0.28	0.01	0.09	38	38
Cr	< 0.007	< 0.003	0.02	24	24
Cu	2.0	0.23	3500	20000	24000
Fe	0.004	< 0.0002	2.0	8400	8400
La	< 0.007	< 0.003	< 0.02	180	180
Mg	1.3	0.05	2.5	15000	15000
Mn	< 0.007	< 0.001	0.3	1700	1700
Ni	0.09	0.05	0.3	2100	2100
Pb	1.5	9.6	840	4100	5000
Pd	< 0.03	< 0.01	0.6	93	94
Sb	0.07	< 4	110	1900	2000
Sn	< 0.3	< 0.1	34	3100	3100
Sr	0.07	0.000	0.07	500	500
Ta	< 0.07	< 0.03	< 0.2	310	310
Ti	< 0.007	< 0.003	0.20	2700	2700
Zn	0.07	0.12	7.6	1500	1500

物質は、投入量より灰中の物質存在量が減少していたが、ダイオキシン類等の一部の物質では、灰中の存在量が投入量と同等若しくは超過する場合もみられた。

次に廃基板から貴金属を回収した残渣が野積みされた場所で起こる水系、大気系への重金属類の環境影響量を、溶出試験と燃焼試験により推定した。実験に用いた基板試料はCDドライブの基板（45g）である。基板の板部分と、搭載されているICチップを分け、それぞれ溶出試験（水溶媒、液固比10）を行った。その後乾燥した基板を粗粉碎し、石英管中で750℃で燃焼させ、排ガスを1N硝酸の吸収液で捕集し、残渣を全量回収した。残渣は粉碎後、王水分解で処理し、ICP発光分析及びICP質量分析で金属を定量した。溶出量を水系汚染の、排ガス中の量を大気汚染の、そして焼却残渣量を土壌汚染の影響量とした。結果を表11に示す。水系への影響量はPbが11μg/gと最も多く、大気系（750℃）への影響量は、Cuの3500μg/g、Pbの840μg/g、Sbの10μg/gが多量である。燃焼残渣は土壌へ蓄積し、基板中の金属の90%以上が土壌蓄積量となる。基板の可燃割合は約60%であり、残渣中の金属量は表1の約2倍となる。Pbについては、燃焼前の基板ではPb-Sn合金であるが、燃焼後は酸化鉛となり、金属鉛より溶解度が大きく、酸化物を多く含むアルカリ性の残渣から鉛が更に溶出する可能性が

高い。

（3）まとめ

海外土壌を対象として、バイオアッセイ（DR-CALUX）による検討を行った結果、アッセイ結果（ダイオキシン様活性）と化学分析値（毒性等量値）との間に高い相関があることが確認できた。これにより、DR-CALUXを用いた環境、廃棄物中のダイオキシン類緑化化合物の検出を目的としたモニタリングへの適用の可能性が示唆された。

プラスチック中臭素系難燃剤の光分解試験より、プラスチックに添加されたDecaBDE製剤由来のBDE209は光分解し、PBDFsの生成に寄与していることが明らかとなった。BDE209の分解に伴ってPBDFsの生成は続くと考えられるため、テレビケースなど、高濃度にBDE209を含む難燃製品は長期継続的にPBDFsを生成し、環境汚染源となる可能性が示唆された。

廃基板の燃焼試験の結果から、不完全燃焼下では熱生成する物質もみられ、適切な排ガス処理を行うことが、臭素系難燃剤やその副産物の環境放出を抑制するために必要であることが分かった。一方、灰中の残存量が投入量を上回る物質もあり、灰の埋立処理や希少金属類の回収時（廃電子基板のリサイクル時）に、これらの化学物質の挙動に注目する必要性が示唆された。

また廃基板の不適正処理処分により惹起される金属類の環境汚染の推定量を実験的に求めた。水系へのPbの溶出、大気系へのCu、Pb、Sb、及び基板中金属の90%以上が土壌蓄積し、残渣からのPbの水系影響があることを示した。

4.3 途上国における適正処理・温暖化対策両立型技術システムの開発・評価（埋立分野）

（1）目的

我が国では京都議定書による温室効果ガス排出削減目標の達成が非常に困難な状況にあり、途上国等に対してクリーン開発メカニズム（CDM）等を活用する戦略が重要となる。廃棄物処理システムとして、直接埋立処分が主流である途上国においては、廃棄物処理分野からの温室効果ガス削減のためにはCH₄をもたらず炭素フローの制御が重要である。しかし、当該国における排出目録の精緻化なくしては事業実施の適切な評価が困難であり、個別サイトにおける観測が不十分であればベースライ

ン設定にも影響を与える。また、例えば欧米が採用する埋立地 CH₄ 回収技術では、温室効果ガスが削減される一方、浸出水の汚濁が長期化することがあり、主たる環境保全としての浸出水等への対策とも両立する技術を選ぶ必要がある。

本研究では、アジア途上国の廃棄物処理・処分過程における炭素フローを明らかにし、排出源分別・中間処理などによる有機物埋立回避と、準好気性埋立など埋立技術導入による CH₄ 削減および環境保全効果を求める。地域性、産業構造、気候帯毎に、埋立地 CH₄ の排出モデルパラメータと削減技術の適用性・効果を整理し、排出量算定と CDM 事業化のための技術導入のスキームを構築する。

(2) 方法、結果及び考察

1) アジア途上国における廃棄物処理・処分過程における炭素フローの解析

文献、ならびに専門家ワークショップより、アジア諸国の国または都市における廃棄物ストリームと廃棄物フローを把握した。コンポスト処理、嫌気性発酵等の有機性廃棄物の資源化と焼却処理の導入の度合いによって4つのタイプに分類した。これらを有価物回収量を除いた廃棄物排出量に対する焼却率と有機性廃棄物の資源化率で整理した(図40)。アジア諸国において経済成長が進むと、廃棄物ストリームにまず有機性廃棄物の資源化が導入され、次第に焼却処理へと移行していく遷移のパターンが示唆された。

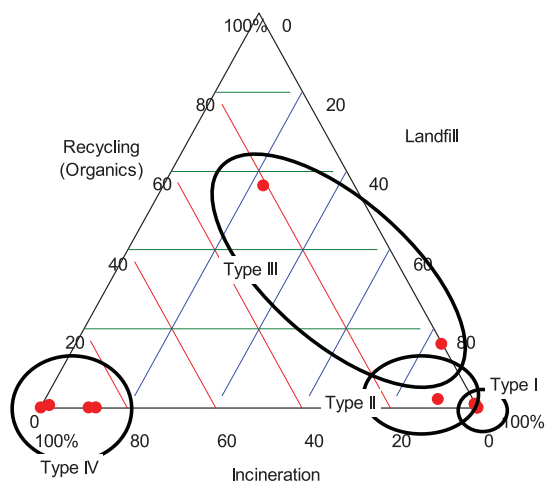


図40 焼却率・有機性廃棄物の資源化率と廃棄物ストリーム

2) 埋立地地表面メタンフラックスの計測手法の開発

タイ国ホアヒン市の都市ごみ埋立地において赤外線メタン検出器と静置式チャンバー法を組み合わせたメタンフラックスの現場測定法を試行した。赤外線メタン検出器のターゲットを振動板からリフレクタに変えたところ、従来法であるグラブサンプルで濃度を測定したフラックスとの相関が約350g-CH₄/m²/day以下の範囲では向上した。また、国内の処分場では約15g-CH₄/m²/day以上の範囲で相関が高かった。したがって、この範囲にある地表面メタンフラックスの測定において本手法が有効であり、従来法と代替可能であることが示された。

3) 埋立地 CH₄ の排出モデルパラメータおよび埋立技術の評価手法の開発

東南アジアであるタイ、マレーシア、また、我が国において生ごみ等の有機性廃棄物を埋め立てた実績のある埋立地において CH₄ 放出量等の計測を行った。

①好気性分解補正係数 (MCF) の評価

埋立地内で有機物の嫌気性分解が起きているとき、代謝産物として生ずるバイオガスにおける CH₄ 濃度は50~60%程度で(残りが CO₂)である。一方、好気性分解では生ずるバイオガスのほとんど CO₂であるから、メタン酸化が生ずる覆土の影響を受けない埋立地ガスの CH₄/CO₂+CH₄ (メタン比) が、0.6~0.5または計測された最大のメタン比より小さくなる割合が、MCFの実測値となることを示した。これは、準好気性埋立技術を導入した場合の効果の評価する指標となる。例えば、図41に示した領域でメタン比の最大値は0.60、平均値は0.57であり、ほとんどの領域で嫌気性分解が生じていることを示している。また、左上と下辺にメタン比が小さい領域

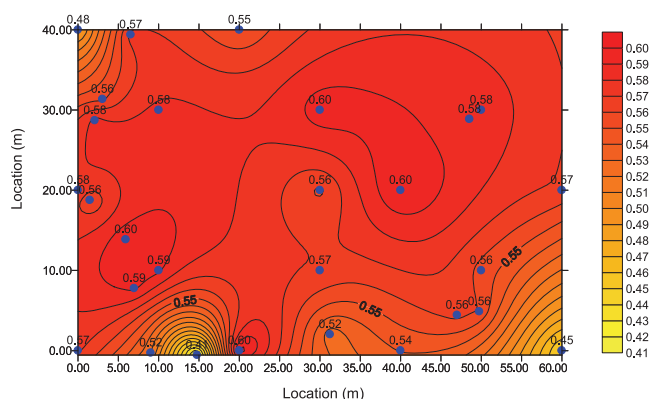


図41 Pulua Burung埋立地における孔内ガスのメタン比

があるが、それぞれ、覆土に粒径の大きい礫が用いられている部分と表面積が大きくなる埋立地の縁に相当し、大気の侵入の大きさを反映している。またメタン比の最大値をこの埋立地における嫌気性分解のメタン比とすると、MCFを0.95と評価することができる。

②覆土によるメタン酸化率 (OX) の評価

地表面フラックスにおけるメタン比の最大値がメタン酸化の影響を受けない埋立地ガスのメタン比を表し、代謝されたCH₄は全てCO₂に変換されると仮定すると、各測点における見かけのOX(-)は、 $OX=1-R/R_{max}$ (R_{max}は最大メタン比 (-), Rはメタン比 (-)) で表されることを示した。これは覆土によるメタン削減技術の評価する指標となる。例えば、図42では、見かけのOXの平均値は0.48 (標準偏差0.043)、また、みかけのメタン酸化速度の平均値は2.98 (標準偏差0.52) L/m²/hrと評価することができる。

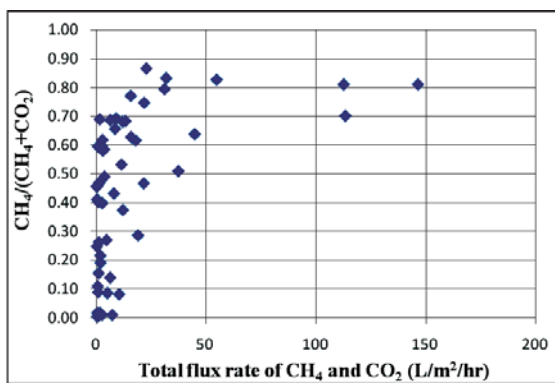


図42 Lamchabang 埋立地における埋立地ガスフラックスとメタン比の関係

4) 埋立地CH₄削減によるCDM事業の持続性評価手法の開発

有機性廃棄物埋立回避策等を導入した廃棄物ストリームの変化による温室効果ガス削減量、その他の環境影響の評価を、ライフサイクルアセスメント手法を用いて、ソウル市ならびにハノイ市において試行した。食品廃棄物を対象とした評価では、ソウル市では1997年に比較して2005年では総発生量が増加しているにもかかわらず温室効果ガス排出量は大幅に減少したことが確認された。ハノイ市において、現状シナリオと都市ごみ処理を改善する4つの代替シナリオ (1:埋立地ガス発電, 2:焼却発電, 3:コンポスト化, 4:コンポスト化+バイオガス発電) を設定した。それぞれのシナリオのライフ

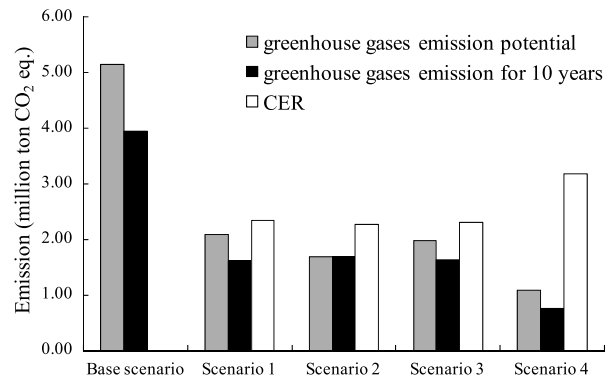


図43 シナリオごとの温室効果ガス排出量とCERポテンシャル

サイクルインベントリー分析をもとに、環境影響、エネルギー消費量、埋立処分量、CER (認証排出削減量)ポテンシャル (図43) を評価した。ハノイにおける都市ごみ処理の代替シナリオの中では、代替シナリオ4が、多くの側面において環境影響が少なく、望ましい代替シナリオであった。一方、代替シナリオ3はエネルギー消費量が多く、臭気問題だけでなく、酸性化及び富栄養化を引き起こすNH₃が堆肥化工程で発生していた。

5) アジアにおける廃棄物管理の改善と温室効果ガス削減に関するワークショップ

アジア7カ国より専門家を招聘して、「アジアにおける廃棄物管理の改善と温室効果ガス削減に関するワークショップ」を2007年1月ならびに2008年2月に開催した。アジア地域において廃棄物管理を改善し、かつ温室効果ガスを削減するためには、非公式な資源回収活動を含めた廃棄物フローと組成の把握、各国の気候や埋立地の構造等の状況に合わせた排出係数の取得が重要であり、各国の社会状況に合わせた削減技術について議論が必要であることがまとめられた。

(3) まとめ

アジア諸国の廃棄物処理フローをパターン化した。新たな埋立地地表面メタンフラックスの計測手法を示した。温室効果ガス排出量を抑制し、浸出水処理負荷を軽減することが可能な埋立技術の効果を評価する指標を示した。分別収集、資源化処理施設の導入、準好気性埋立技術の導入による環境負荷変動を評価するLCAモデルを作成した。「アジアにおける廃棄物管理の改善と温室効果ガス削減に関するワークショップ」を開催した。

4.4 途上国における適正処理・温暖化対策両立型技術システムの開発・評価（液状廃棄物分野）

（1）目的

アジア地域での廃棄物対策・資源循環の適正化に貢献することを旨とし、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および技術的側面からの対応として、適正処理およ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研究を推進する。

液状廃棄物分野においては、アジア太平洋地域を重点として環境低負荷資源循環技術開発研究を推進してきており、国立環境研究所の共同研究契約に基づくプロジェクト、TEMM 日中韓三ヶ国環境大臣合意プロジェクト、JICA プロジェクト技術協力（太湖水環境修復モデルプロジェクト）、JICA-KOICA 共同研修プログラム、日中環境保護協定に基づく共同研究、貴州省プロジェクト等による国際共同研究を実施しているところである。これらの実績を基盤とし、バイオ・エコエンジニアリング研究施設を中核としてカウンターパートとの有機的な連携を図り、効果的に研究を推進することとしている。

（2）方法、結果及び考察

本研究では、バイオ・エコシステムを適用した技術導入に関して、汚水性状、バイオマス性状、汚濁負荷の質・量特性の調査に基づく地域特性評価を実施するとともに、処理機能解析による処理の高度化を行う。また、廃棄物性状・発生特性に応じた機能解析によるこれらの技術の効率化と地域特性に応じた技術導入に関する検討を行うこととしている。以下、これらの課題ごとに、その方法、結果および考察を記す。

1) 汚水性状調査

中国環境科学研究院において、アジア地域における研究拠点としての分散型排水処理システム性能評価施設を活用し、中国における生活排水原単位調査を行った。すなわち、集合住宅を対象として、生活排水の水質および排水量の時間変化、季節変動等の調査を行った。

その結果、水量については、日本と同様に1日の間で朝晩の水量ピーク（日間水量変動）が認められた。また、季節による変化も若干認められ、継続的な調査が必要であるが、中国の生活排水組成は日本国内とは大きく異なることが明らかとなっており、BOD/N比が低く、

表12 我が国および中国での生活排水の特性比較

	SS	BOD	T-N	T-P	水量(L)	BOD/N
日本の原単位濃度(mg/L)	160	200	45	5	200	4.4
環科院データ(mg/L)	230	206	88.3	12.2	145	2.3
日本の原単位(g/人・日)	32.0	40.0	9.0	1.0	200	4.4
環科院データ(g/人・日)	33.2	29.8	12.8	1.8	145	2.3

高濃度・低水量という特性を有することが示唆され（表12）、アジア地域に適合した液状廃棄物対策技術開発の重要な基礎的知見を得ることが出来た。

このような調査結果を踏まえ、高度分散型排水処理技術の性能評価施設として「污水处理装置性能評価実験室」が整備され、高度処理浄化槽2基を導入し、汚水性状の違いに応じた処理特性解析を進めているところである。

2) 汚水性状の違いを踏まえた低コストな污水处理技術としての人工湿地システムの開発

中国の生活排水事例についての調査の結果、我が国の生活排水原単位と比較して、BOD/N比が低いこと、濃度が高く・水量が小さいことなどの特性が明らかとなったことから、実生活排水を実験装置に供給可能な設備を備えたバイオ・エコエンジニアリング研究施設において、低コストな污水处理技術としての人工湿地システム（図44）での処理性能解析を行った。人工湿地（CW）は3種類の流下方式（FWS：表面流方式、SF：浸透流方式、VF：垂直流方式）に加え、これら3種の組み合わせ方式（Combined）についても検討を行った。バイオ・エコエンジニアリング研究施設にて供給される実生活排水

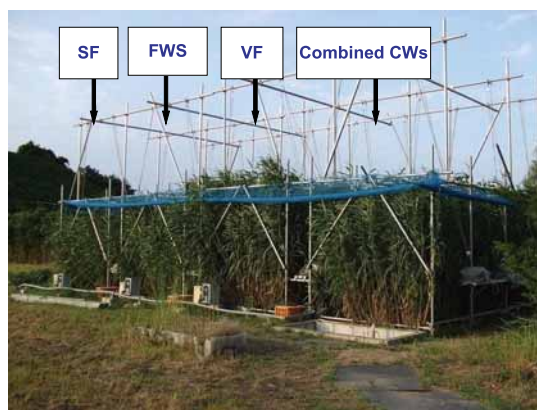


図44 バイオ・エコエンジニアリング研究施設に設置された人工湿地システム

は中国での調査結果に合わせて窒素、リン濃度を調整し、それぞれの人工湿地システムに供給した。なお、人工湿地から発生する温室効果ガス（メタン、亜酸化窒素）についても測定し、温暖化対策と廃棄物対策の両立を目指した人工湿地システムの最適化のための実験的検討を行った。

その結果、有機物については全ての人工湿地において、高い除去率が得られた。また、季節変動の影響は少なく、概ね80%以上の除去率を達成した。一方で、窒素除去率は流下方法によって大きく異なり、FWSは硝化反応が十分に進行しないために60%以下の除去率であり、VFにおいては、硝化反応は良好に進行するものの、脱窒反応が不十分であり、窒素除去率は50%程度に留まったが、SFおよびCombined方式は80%近い除去率が得られ、安定的に高い処理性能を維持可能であった。

生活雑排水・し尿の処理過程で発生する温室効果ガスの発生特性の季節変動解析を行い、通年での処理特性および温室効果ガスであるメタン、亜酸化窒素の発生特性を人工湿地の流下方法別に比較した結果、SFおよび3種組み合わせシステムにおいて他の流下方法よりも発生量が低く抑えられることがわかった（図45）。なお、組み合わせシステムでは、温室効果ガスのCO₂換算でメタンの寄与割合が高いことから、運転条件の改良により、さらに発生量を削減出来ることが示唆された。



図45 異なる流下方式の人工湿地システムにおける温室効果ガスのフラックスの比較

3) 傾斜土槽法による低コスト生活雑排水処理システムの開発

途上国におけるし尿と生活雑排水の分離処理（コンポストトイレ等）のケースを想定し、アジア地域に適用可能な省エネ・省コスト・省メンテナンス型の液状・有機性廃棄物対策技術の開発を進めた。すなわち、微生物の最も機能する土壌表層を活用したシステムである傾斜土

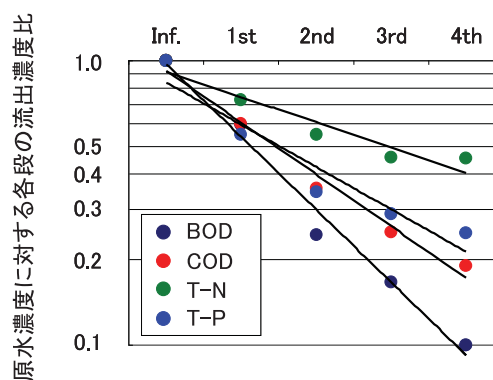


図46 傾斜土槽の段数と除去率との関係

槽法について、国内での現場試験を実施し、処理性能のモニタリングを行った。現場が戸別の実家庭（人員は2名）であるため、流入する原水の濃度変動は大きいものの、傾斜土槽の段数を経るに従って各段からの流出水の水質は高度化・安定化する結果が得られた（図46）。実際、本試験現場における通年試験の結果を見ると、本処理システムのBOD除去率は非常に高く、処理水の平均BODは10mg·l⁻¹以下であった。SS除去率も同様に高く、実現場において、通年での効率的な処理が可能であることが明らかとなった。

また、栄養塩類の除去機能の強化を図るため、バイオ・エコエンジニアリング研究施設内において、運転操作条件と原水流入パターンおよび有機物、窒素、リンの比率と酸化還元プロセスを踏まえた各段へのステップ流入等の改変による窒素除去の高度化・効率化を図った。傾斜土槽への流入負荷量は同じ（72L·m⁻²·d⁻¹）とし、連続流入系と間欠流入系（8時間に1回流入）における処理性能の比較を行った結果、特に生物学的硝化反応（アンモニアの酸化）に大きな違いが見られ、定常状態において、安定的な窒素除去率の向上が可能となったことが明らかとなった（図47）。

本研究ではエコエンジニアリングとしての傾斜土槽法を用いた生活雑排水処理システムの確立を図り、バイオトイレとの組み合わせによる新しいサニテーションシステムの基盤を構築することができた。本法では、排水分離によってし尿の混入がないため、処理水の再利用が容易であるなどの利点を有しており、また本法は、汚濁物質の酸化分解にばっ気（電力）が不要であり、ランニングコストが安価で、かつ、簡易・コンパクトであることから、適正な運転管理技術を確立することにより、途上国においても高度な処理が可能である。今後、本システ

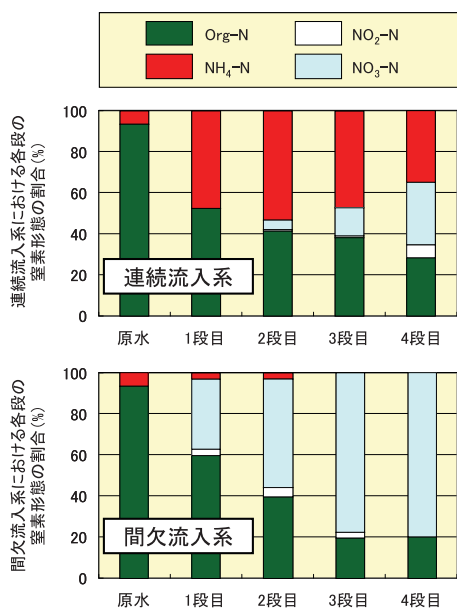


図47 傾斜土槽法における各段の窒素形態の変化

ムの更なる低コスト化，アジア地域の地域特性に応じた技術適応・普及を推進・展開することにより，大きな波及効果が期待できる。

(3) まとめ

本研究では，アジア地域における低コストで温室効果ガスの発生を抑制した液状廃棄物の適正処理技術システムの構築を目指して検討を行った。中国における生活排水の水量・水質の特性は日本の原単位とは大きく異なっており，有機物，窒素，リンのバランスが異なることから，

地域特性に応じた運転条件の適正化が重要であることが明らかとなった。

このような排水組成をベースとして，低コストで維持管理の容易な生態工学技法について実験的検討を行った結果，人工湿地システムにおいては，高い処理性能を有していると同時に，流下方法等の運転条件の最適化により，温室効果ガスの発生量を削減出来ることが示唆された。

し尿分離型のサニテーションシステムにおいては，国内事例において生活雑排水の簡易かつ高度な処理システムとして，傾斜土槽法が有望であることが示された。運転操作条件の最適化については，ラボスケールでの試験により，間欠的な流入方法により，その処理性能の向上および安定化が図られることが示された。

また，省コスト，高効率な排水処理システムの途上国への普及を推進する上では，地域特性に応じた処理システムの構築が重要となる。中国等のアジア地域においては，排水濃度が日本のものとは異なるケースも示唆されており，排水組成，経済状況，気候条件，社会条件等が異なることから，人工湿地の植栽植物や傾斜土槽法の充填土壌の変更等，対象とする地域の実情に併せたカスタマイズが重要な位置づけにある。特に，気候，BOD・窒素・リンの濃度および比率等については十分に考慮し，TEMM等のネットワークによる有機的連携を活用しつつ，地域特性に応じたカスタマイズを図ることにより，効果的な対策を提案することが可能となる。

5 廃棄物管理の着実な実践のための調査・研究

5.1 循環型社会に適応した安全・安心な適正処理・処分技術の確立

(1) 目的

各種廃棄物等における埋立適格性の把握と生態毒性や生分解性の評価手法の開発を進め、現行制度では把握が不十分な有害物質等を含む廃棄物や副産物をいち早く特定し、適正な中間処理・資源回収技術へ導く管理手法を示す。さらには、処分場の類型化を進め、埋立処分方法が安定化進行に及ぼす物理的要因を明らかにして管理期間を短縮できる最終処分システムを構築する。処分場ライフサイクルに対応した水処理最適化の室内実験に着手する。また、廃棄物中間処理技術の基本となっている焼却等の熱的処理技術を対象に、循環型社会形成に寄与するプロセスとして、安全と安心に基づく管理を適切に進めるための技術システムを構築する。

(2) 方法、結果及び考察

排出事業者ならびに産業廃棄物処理業者に対するアンケート調査を行い、実際に取引されている廃棄物・循環資源の特性を明らかにした。また、2種類のトビムシとシマミミズについて、直接暴露毒性試験による生態毒性特性を検討した。

発生源・品目毎に産業廃棄物の発生から資源化・処分までを追跡し、建設混合廃棄物を破碎・選別することによりプラスチック類、木くず、金属類、残さ等が分離される物量(収支)を表現した。また、分離物の組成データを用い、建設混合廃棄物に由来する重金属類等の最終処分量を評価した。

排ガス中ダイオキシン類濃度の傾向を迅速に把握し、適切な維持管理対応に役立つ指標として有機性ハロゲン(OHCs)濃度を検討した。連続かつ選択的にサンプリングが可能な装置を製作し、これをを用いて、a) ガス成分吸着剤の捕集特性等OHCs濃度測定システムの基礎特性、b) 施設の排ガス処理特性およびダイオキシン類の物質収支特性等を明らかにした。方式の異なる廃棄物焼却施設2施設で排ガス測定を行い、前記事項の解析を行った。

安定化促進対策として、埋立物の品質(入れる物)の選定と層内の安定化反応を活性化させる埋立工法(入れ物、入れ方)の改善に関する実験および埋立層反応モデ

ルの数値解析を行い、廃棄物品質と透気性などが早期安定化に及ぼす影響を評価した。

1) 埋立廃棄物識別・技術選択システム

実際に取引されている廃棄物・循環資源の多様性を示し、廃プラスチックと木くずについて材料品質により詳細品目を整理した。また、化学物質含有固体廃棄物に対応した生態毒性評価手法を開発するため、トビムシとシマミミズへの試験試料(埋立対象廃棄物)の直接暴露毒性試験を実施し、トビムシに対する致死毒性は主に高塩濃度が、シマミミズに対する忌避性には高塩、有機化合物及び重金属が関与していることを示した。

2) 持続埋立対応型中間処理技術システム

重金属類は、ほとんどが分離され資源として回収されるが、未だ埋立処分される残さに残存しており、資源循環と埋立廃棄物の質の制御に破碎・選別技術が重要であることを示した(図48)。

建設系廃棄物の物流の形成要因を明らかにするため、

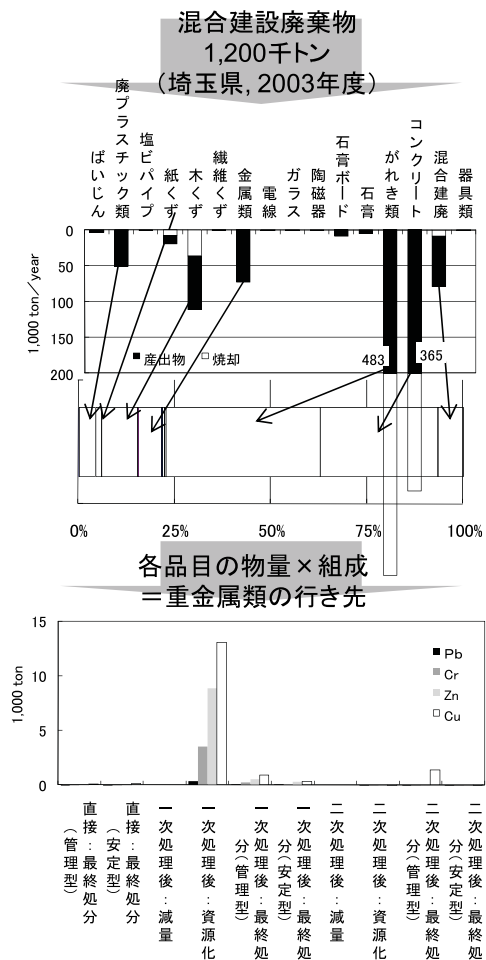


図48 建設混合廃棄物の破碎選別処理を経由するマテリアル/サブスタンスフロー

廃棄物／循環資源の到達点である資源引き取り価格と最終処分料金を把握し、物流の分岐点である破碎選別処理の技術コストを評価した。

建設混合廃棄物破碎選別施設の処理プロセスを調査し、重量と除去対象成分のフローを把握すると共に、残渣において石膏が存在する比重範囲を明らかにした。また、溶出TOCは木片を除去することによって低減できる可能性を示した。ただし、木片および廃石膏ボードはある粒径にかたよっていないため、ふるい分けによる除去は非効率であることを示した。

新たな破碎選別技術の開発を進めた。電気パルス粉碎では異相境界面で選択的に破壊が起こり、粉碎物の単体分離性の高いことが検証された。湿式破碎法として水中爆破粉碎を試み、機械的破碎が困難である密度の異なる複合材料や繊維パネルを良好に粉碎できることを示した。

3) 持続可能型最終処分技術システム

洗い出しや分解などの層内反応を表す既存モデルに対し、上下の覆土層からの外気の交換を表すモデルを組み込んだ。前述のライシメータ実験から得られた透気係数や安定化傾向から得られたパラメータを組み込み、数値解析を行い、感度解析から安定化特性を評価した。ここでは、初期埋立廃棄物の有機物含有量や覆土の透気性を変化させ、安定化に必要な時間の変化を比較検討した。計算値は、浸出水中のTOCで行い、その値が50mg-C/Lまで減少するのに必要な年数を比較した(図49)。覆土の拡散係数を1000倍(粘土→砂程度)にすると1/10以下に、初期有機物含有量を1/4倍(4倍量→標準の埋立一般廃棄物程度)にすると1/5以下になり、初期有機物含有量も覆土の透気性も安定化に大きな影響を与えることが分かった。

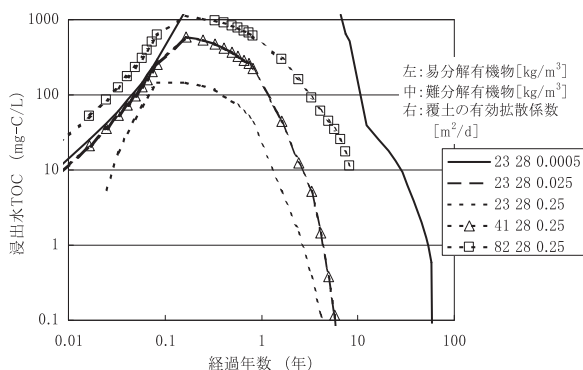


図49 モデル計算によるTOC濃度の経時変化

また、ごみ質が異なる処分場浸出液(n=26)のホウ素濃度についてデータを収集し、ごみ質とホウ素濃度の関係を整理した結果、産廃、一廃不燃物からの特異的な溶出(それぞれ平均30mg/L, 3.7mg/L)が示され、ごみ質による類型化の可能性が示唆された。

4) 熱的処理プロセス管理手法

図50に、産業廃棄物焼却施設において5日間にわたり4時間単位にOHCsを測定し、また1日に1回ダイオキシン類濃度を測定した結果例を示す。沸点別の有機塩素/臭素が最大数十 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で少なからず変動することが明らかになった。高沸点有機塩素とダイオキシン類との相関性が見出され、この物質の濃度および変動をモニタリングすることで迅速な対応が可能となることが示唆された。

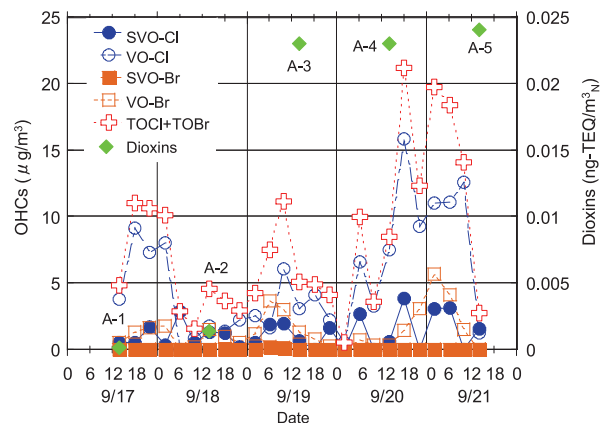


図50 産業廃棄物焼却施設における排ガス中有機ハロゲン各成分濃度の変化とダイオキシン類測定値

(4) まとめ

物流の分岐点である中間処理施設のフロー調査から産業廃棄物物流の形成要因を明らかにした。また、廃プラスチックと木くずを材料品質に応じて整理した。

トビムシとシマミミズによる埋立対象廃棄物の直接曝露毒性試験法の有効性を明らかにした。

埋立ごみ層の安定化に初期埋立ごみの有機物量や覆土の透気係数が大きな影響を与えることが示された。

熱的プロセスの適正管理においては、迅速な対応に結びつける知見をさらに蓄積する一方で、施設の有する資源化特性等を適正に評価する指標および方法の開発を今後進める必要がある。

5.2 試験評価・モニタリング手法の高度化・体系化

(1) 目的

資源循環・廃棄物処理過程において管理する必要のある注目すべき物質群の分析法開発、高感度化、精度管理手法確立、媒体ごとの適用性検討、簡易法開発等を行うことにより、廃棄物関連のリスク場における適正な管理に資する技術的知見を集積する。

(2) 方法、結果及び考察

本研究では、1) ニトロ PAHs の分析法確立、2) ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤の分析法確立、3) ダイオキシン類の生物検定法の精度確認や適用性、精度向上に向けた検討、4) 溶融スラグの Pb のポルタンメトリ分析法確立の4つの課題に取り組んだ。以下、これらの課題ごとに、その方法、結果および考察を記す。

1) ニトロ PAHs の分析法確立

ニトロ PAHs は、燃焼時の副産物として生成するが、変異原性など毒性の強い物質である。しかしながら、廃棄物燃焼過程における挙動・放出実態はわかっておらず、その分析法も確立されていない。このことから、これら化学物質の分析法を確立することを目的とした。ニトロ PAHs は常温・自然光照射時に分解しやすいため、紫外線カットをした蛍光灯下で、褐色器具を使って分析する必要性が明らかとなった。GC/MS のイオン化について、NCI では分子イオンが主体で選択性も高いのに対し、EI/MS ではニトロ基が開裂したイオンが主体となるため、感度・選択性が低くなった。このため、GC/NCI/MS の方がニトロ PAHs の測定に適していた。前処理は、活性化シリカゲル→硫酸シリカゲル→活性化シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより、 ng/m^3 オーダーのニトロ PAHs を分析できることを明らかとした。以上により、排ガス中における36物質のニトロ PAHs について、数 ng/m^3 レベルまで分析可能な手法を確立した (図51)。

2) ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤の分析法確立

ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤 (BTUV-S) は、2007年にその1種類が化審法第一種特定化学物質に指定され、廃プラスチックのリサイクル過程における作業環境暴露の可能性があり注目される物質であるが、化審法第一種特定化学物質に指定された物質を含む7種のBTUV-Sについて試料採取法及び分析手法の検討を行っ

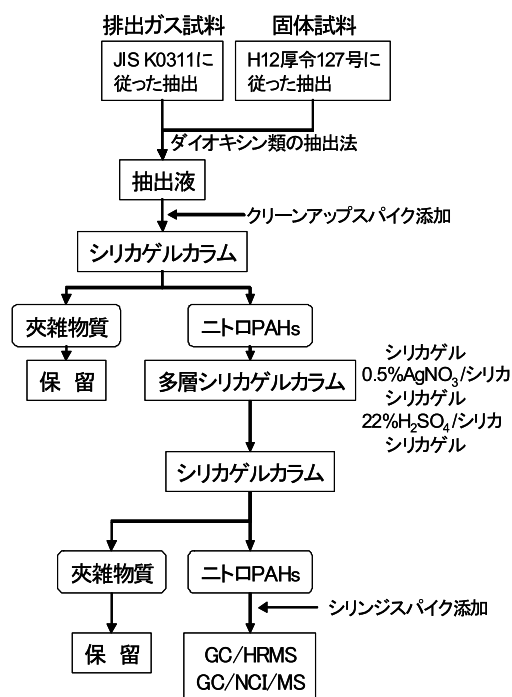


図51 ニトロ PAHs の分析フロー

た。まず、試料採取・保存の過程での予備検討を行った。分析過程での安定性 (分解性) について、 $1\ \mu\text{g/mL}$ の BTUV-S ヘキサン溶液をホウ珪酸ガラス製の試験管に入れ、実験室に1ヶ月間放置し、分解・吸着がみられないことを確認した。また大気試料採取用の捕集剤 (ミニカラム) の保持能力について、 10L/min の流速で4時間吸引し、BTUV-Sの破過がないことを確認した。次に分析の前処理条件について、夾雑物除去にアミノシリカゲルカラムを使った精製方法を検討し、良好な結果を得た。捕集剤に吸着したBTUV-Sは、50%アセトン/ヘキサン溶液40mLで溶出でき、良好な回収率を得た。GC/HRMSによる標準品の測定の結果、良好な検量線が得られ、それぞれのBTUV-Sが数pg (装置の検出下限値) まで測定できた。以上の方法により、数 ng/m^3 レベルまで作業環境中のBTUV-Sの分析ができる手法を確立した。

3) ダイオキシン類の生物検定法の精度確認や適用性、精度向上に向けた検討

ダイオキシン類の生物試験法 (多環芳香族炭化水素受容体 (AhR)/レポーター遺伝子アッセイである DR-CALUX アッセイ) を用いて食品および飼料 (食物連鎖に直結する循環資源と位置づけられる) 中のダイオキシン類測定に係る国際相互検定研究に参加し、精度に関する解析を行った。本研究には合計21機関が参加し、試

験は3段階に分けて実施された。結果を表13に示す。フェーズ1ではダイオキシン類標準品の評価を行い、いずれの試料についても想定される含有ダイオキシン類濃度とよく一致する結果が得られた。また、ばらつきは

表13 ダイオキシン類の生物検定法 (DR-CALUXアッセイ) の国際相互検定の結果

(a) フェーズ1: 化学物質基準品 (nM CALUX-TEQ)					
試料番号	1	2	3	4	5
n	17	17	17	17	17
average	1.0	1.7	0.31	0.087	0.15
mesian	1.0	1.7	0.31	0.094	0.16
stdev	0.28	0.42	0.059	0.027	0.052
CV(%)	27	24	19	31	35
X*(robust average)	1.0	1.7	0.31	0.087	0.15
S*(robust stdev)	0.28	0.38	0.063	0.028	0.056

(b) フェーズ2: 精製済抽出液 (nM CALUX-TEQ)					
試料番号	6	7	8	9	10
n	16	17	16	17	16
average	0.21	0.50	0.076	0.16	0.056
mesian	0.22	0.50	0.068	0.14	0.043
stdev	0.050	0.16	0.030	0.049	0.028
CV(%)	23	31	40	31	50
X*(robust average)	0.21	0.50	0.074	0.16	0.056
S*(robust stdev)	0.056	0.18	0.030	0.048	0.031

(c) フェーズ3: 魚油及び飼料 (ng CALUX-TEQ/kg)						
試料番号	11	12	13	14	15	16
n	15	15	15	16	17	16
average	4.5	8.6	15	0.80	0.93	1.4
mesian	4.5	5.6	16	0.54	0.88	1.1
stdev	3.2	5.6	5.7	0.64	0.55	0.69
CV(%)	71	65	37	79	59	51
X*(robust average)	4.0	7.9	15	0.78	0.89	1.3
S*(robust stdev)	2.3	4.7	5.7	0.66	0.53	0.69

低く、良好な再現性が得られた。フェーズ2では、調製した底質および飼料/食品の精製済抽出液の評価を行った。フェーズ2においても、データのばらつきは低く、良好な再現性が得られた。フェーズ3では、参加機関各自で魚油および飼料の前処理を行い、試験を実施した。いずれの試料についても含有ダイオキシン類濃度とよく一致する結果が得られるものの、低濃度になるほど変動係数が高くなる傾向がみられた。フェーズ3では、フェーズ2よりもばらつきが大きくなっていることを考慮すると、前処理の熟練度もばらつきに大きく関与していることが考えられた。データのばらつきは、主に特定の機関に起因するのか、又はデータ全体がばらつくことに起因するのか、それとも両者に起因するのか、Zスコアと変動係数を用いることによって判断が可能であった。現在、廃棄物焼却施設2カ所で排ガス及び焼却灰を採取し、化学分析と生物検定法の比較を行うこととしている。

4) 再生材の環境安全性評価のための簡易法開発— 溶融スラグの鉛のボルタンメトリー分析法確立

再生材を有効利用する上で、必要な安全性確認において土壌環境基準や土壌含有量基準が目標とされる。溶融スラグはPbで基準値を満足しないことが多く、発生したスラグのPbを高頻度で分析し、再生材利用者への情報提供が可能になれば有効利用の促進の一助となる。そこで、現場分析が可能なPbの分析法としてカートリッジ式ボルタンメトリーによる鉛の分析を検討した。本手

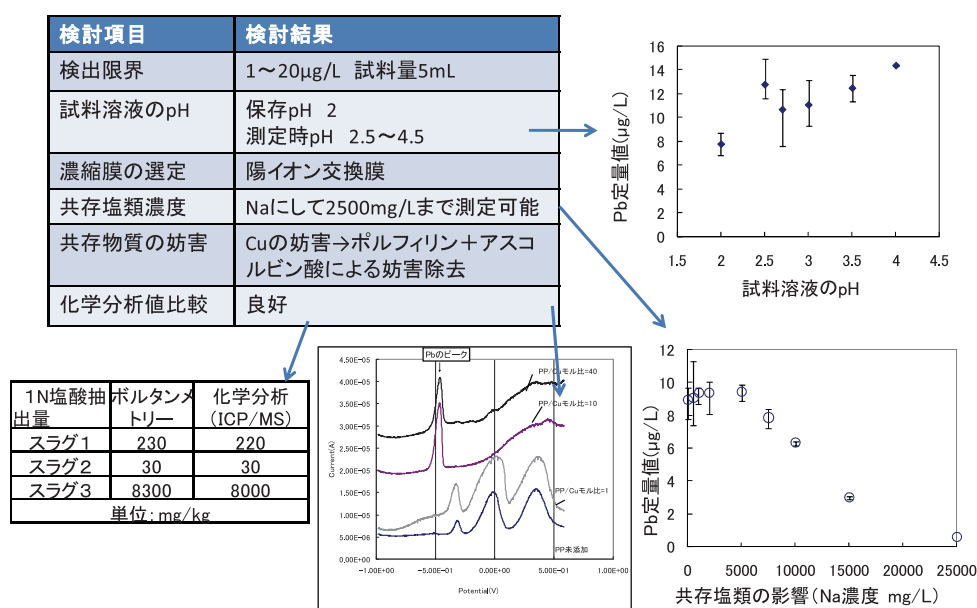


図52 溶融スラグのPbのボルタンメトリーによる分析法の検討結果

法は、前段の濃縮膜カートリッジとボルタンメトリー装置から成る。検出限界、測定時pH、濃縮膜の選択、共存物の影響及び除去などの項目について検討した結果を図52に示す。陽イオン交換膜カートリッジにより、定量限界1 $\mu\text{g/L}$ で溶出基準10 $\mu\text{g/L}$ に対応でき、高感度分析が可能であった。試料液保存はpH2とし、測定時pHを2.5~4.5で定量しうる。共存塩類はナトリウム量5000 mg/L までの陽イオン量が許容できる。共存物質として銅が妨害するが、マスキングにポルフィリン-アスコルビン酸を用いれば、鉛の2倍当量以上で妨害除去しうることを確認した。実試料の分析結果は、溶出液のみならず、含有量(1N塩酸抽出)でも化学分析と同等の値が得られた。今後は現場分析を短時間でできるよう、溶出操作の迅速化を図る。

(3) まとめ

排ガスや作業環境中のニトロPAHs及びベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤について、 ng/m^3 オーダーで分析できる手法を確立した。ダイオキシン類の生物検定法については、国際的な精度管理調査に参加し、分析精度の影響要因を解析した。再生材の環境安全性評価を現場で迅速に行うため、溶融スラグを例にカートリッジ式ボルタンメトリーによる分析法を検討し、実試料に適用し良好な結果を得た。

5.3 液状・有機性廃棄物の適正処理技術の高度化

(1) 目的

有機性廃棄物としてのし尿、生活雑排水、生ごみ、汚泥等の適正処理技術、技術システムを確立し、ならびに有害・難分解物質や感染性微生物リスクからの安全性を確保するため、バイオ・エコエンジニアリングを活用した浄化槽の機能改善、植栽・土壌処理システム等の実証等を通じて、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安全安心・適正管理手法を構築することを目指して着実な研究を推進する。

(2) 方法、結果及び考察

本研究では、生活・事業場排水等の汚水、生ごみおよびこれらの処理過程で発生する汚泥、植物残渣等の液状・有機性廃棄物に対し、浄化槽の機能改善・強化、生態工

学技術システム開発、汚泥量・発生負荷量等に基づく適正処理・再資源化物のリサイクル技術等の有機性廃棄物対策による地域特性に応じた環境低負荷・資源循環技術システムの開発・評価を行った。すなわち、浄化槽等について、ラボスケールや実際の処理装置を用いて、除去機構や処理水の解析評価を実施し、分子生物学的解析等を踏まえた適正評価手法、浄化槽ビジョンの実現を目指した維持管理特性等についての検討等を行った。また、液状廃棄物分野での温室効果ガス発生抑制、栄養塩類除去機能付加等の環境改善効果の評価手法、バイオマスの地域リサイクルの適正処理技術システムについて検討を行った。

以下、これらの課題について、その方法、結果および考察を記す。

1) 浄化槽の運転条件最適化・維持管理適正化による適正処理技術の高度化

生活排水処理システムに生ごみ破碎物を併せて処理する排水処理システムにおける生ごみ含有成分の嫌気および好気条件下の生ごみの可溶化・資化特性について明らかにすることを目的として解析を行った。生ごみの粒度変化に基づく可溶化特性を通気条件において解析した結果、投入生ごみがほぼ完全に可溶化するまでには、21日程度の時間を要することがわかった。また、生ごみのBOD、MLSS変化に基づく資化特性解析の結果、通気条件では急激にBODが減少し、嫌気条件では代謝経路の違いから中間生成物の生成・残存が見られ、D-BODの残存が認められた。一方、汚泥濃度に関しては、嫌気条件では残量汚泥濃度が約4倍高くなり、汚泥量の低減のための好気可溶化の適正なことが明かとなった。すなわち、ディスポーザ排水の可溶化特性は、通気あり(20 $^{\circ}\text{C}$)、通気あり(13 $^{\circ}\text{C}$)、通気なし(20 $^{\circ}\text{C}$)、通気なし(13 $^{\circ}\text{C}$)の順で速度が速く、通気条件等を適正に管理することで、余剰汚泥の減容化が期待できることがわかった。また、低温時には汚泥生成速度が2倍程度高く、水温上昇時に可溶化が進行し、移行水のBOD上昇により、好気槽のBOD負荷が増大することから、低温時から生ごみ貯留部に対して好気水の常時循環等により生ごみの可溶化を促進する等の水温上昇対応が重要であることがわかった。

さらに、排水の多様化への対応として、排水処理プロセスにおける主な有機炭素成分である炭水化物、タンパク質、脂質を指標として検討した結果、炭水化物は嫌気

条件で中間生成物までの代謝速度が速いため、嫌気プロセスの活用が重要であること、タンパク質は可溶化速度が遅いため、沈殿分離等による処理プロセスの導入が重要であること、脂質については、好気条件で最終生成物までの代謝が進行するため、好気条件による適正処理が重要であること等が明らかとなった。従って、多種多様な排水に対し、従来のBOD負荷に基づく設計のみでなく、有機炭素成分を指標とした排水処理プロセスの設計が重要であると同時に、運転管理指標としても活用可能であることがわかった。

このような結果を踏まえ、浄化槽技術における嫌気・好気処理システムの運転操作条件について検討した結果、特に循環比等について、高度処理化のための適正運転条件・維持管理技術に関する基盤が確立された。

2) 生活排水対策としての浄化槽技術における家庭生ごみの導入の影響解析

浄化槽技術の高度化および生ごみディスポーザ排水等を導入した総合排水処理システムの解析を行った。浄化槽技術の解析を実施する上では、浄化槽に流入する生活排水およびディスポーザ排水の負荷制御が重要となることから、実生活排水を供給可能なバイオ・エコエンジニアリング研究施設において、ベンチスケールの浄化槽システムを構築し、流入負荷条件、温度条件等の制御環境下において実験的検討を行った。

その結果は図53に示す通りである。ディスポーザ排水は有機物を多く含有することから、ディスポーザ排水

の導入によりBOD/N比が上昇した。また、個別分散型の処理では生ごみを貯留するため、破碎粒度にかかわらず1~2ヶ月で可溶化が進行すること、生ごみ破碎物の導入により有機物負荷が上昇するため、処理水BOD $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下を確保する上では、循環比を考慮し、好気槽での適切な滞留時間を確保する必要があること、BOD/N比が高くなり効率的な脱窒反応が促進され、循環比を調整することで処理水T-N $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下を達成可能であること等が明らかとなった。有機性廃棄物に含有される炭水化物、蛋白質、脂質についての生物処理特性を検討した結果、中規模以上の処理システムにおいては溶存性の炭水化物、蛋白質、脂質の資化性が重要であること、循環比を増加させる等の運転操作条件の適正化により有機物および窒素除去率を向上可能なことなどがわかった。また、循環比の増加により汚泥転換率が抑制される傾向も見られたことから、汚泥発生抑制効果も期待できることがわかった。

さらに、LCCO₂解析による基礎的な検討により、生ごみを可燃ごみとして排出し、生活排水を浄化槽で処理するケースと、生ごみをディスポーザで破碎し、生活排水と合わせてディスポーザ対応浄化槽で処理するケースの比較解析を行った。その結果、後者のケースでは、排水処理過程でCO₂排出量が増加するのに対し、廃棄物処理過程でCO₂排出量が減少し、全体としてCO₂排出量を削減できる可能性が示唆された。

このように、生活排水対策の高度化と同時に、生ごみおよび余剰汚泥の収集距離等の地域特性に応じたネット

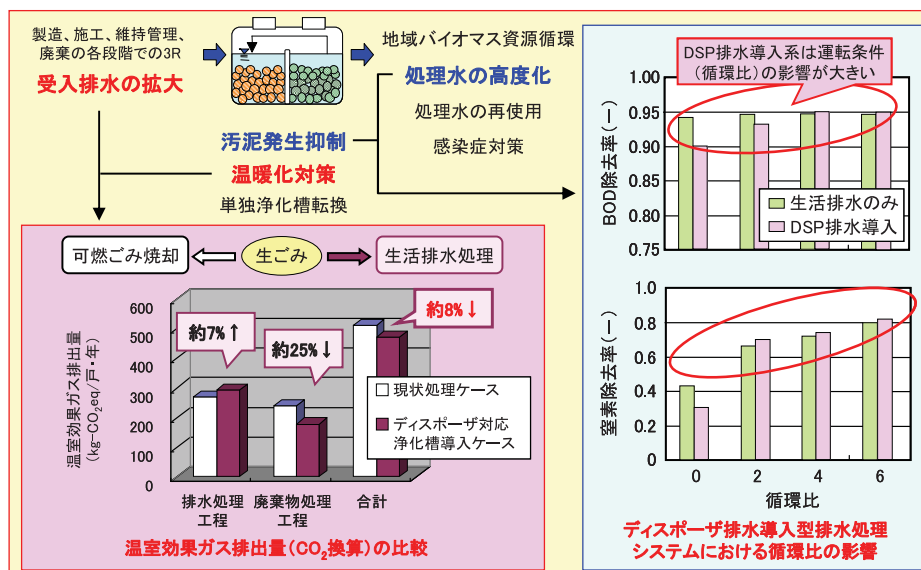


図53 ディスポーザの導入が浄化槽の処理性能および温室効果ガス排出量に及ぼす影響解析

でのCO₂排出量を考慮した技術システムの構築に資する知見を集積することができた。

(3) まとめ

本研究では、生活排水および生ごみ等の液状廃棄物処理プロセスの高度化のための基質特性等を評価し、排水中の生ごみ可溶化特性および生物資化特性解析、有機物、窒素、リン等のパラメーター解析を行い、循環型社会構築のための「浄化槽ビジョン」における今後の課題としての発生汚泥量の抑制や異なる排水負荷特性に対する浄化槽処理性能等、高度化技術の基盤を明らかにした。

また、生ごみを生活排水と合わせて処理する場合、運転操作条件の適正化（循環比の増加等）により有機物・窒素除去率を向上可能であり、汚泥発生抑制効果も期待できることが明らかとなった。さらに、汚泥および家庭ごみの輸送距離等の地域特性に応じてCO₂排出量を削減できる可能性が示された。

今後さらに、地方自治体等による生活排水等の液状廃棄物処理システムの運用に関して、既設単独・合併処理浄化槽を高度処理化するシステム改変技術、汚泥・植物残渣等の資源化技術、温室効果ガス発生抑制のための調査・検討等を推進することとする。すなわち、流量調整機能・生物処理における微生物高濃度化のための生物ろ過担体技術等を導入した試験研究、単独処理浄化槽処理水と生活雑排水を処理対象とする変則合併処理浄化槽の設計因子の抽出および窒素等の除去機能向上を目的としたC/N比を考慮した処理システム設計、浄化槽からの温室効果ガス排出係数の調査、温室効果ガス発生抑制技術の開発、地域資源循環のための調査・研究を実施する。これらの生物処理システム、生ごみ処理システムと植栽・土壌生態工学システムの高度化技術開発と同時に、浄化槽ビジョンの実現を目指した維持管理特性等についての検討を行い、液状廃棄物の適正処理技術の高度化研究を推進することとする。

5.4 廃棄物の不適正処理に伴う負の遺産対策

(1) 堆積廃棄物火災の調査

1) 目的

不法投棄や仮置きと称して残置されて堆積した廃棄物は、その種類や堆積された形状、気象条件（主には風速と風向）によって火災が発生する危険性がある。これらの火災は表層火災と深層火災という燃焼位置のみの分類

ではなく、有炎か無炎かという燃焼状態の違いによっても分類される。表層火災は目視によって観察することができるが、深層火災では、発熱の原因が燃焼であるのか、発酵や化学反応に起因しているのかを見極めることが難しく、深さ方向の温度プロファイルや経時変化、気象条件や地形との関係を知るための詳細調査が要求される。そこで、深層火災として無炎燃焼が疑われる堆積廃棄物現場を対象とした調査を実施し、調査方法についてのフローをとりまとめた。

2) 方法、結果及び考察

①現地踏査による地形把握：廃棄物火災は空気（酸素）の影響が大きいので、空気の流入口や法肩、法尻の位置、片斜面の地形では基盤層の位置を知ることが必要である。

②メッシュ作成による調査基準線の確保：調査対象領域やホットスポット検索、次回調査時の作業の効率化のため、基準となる線を決めた。③赤外線サーモグラフィを用いたホットスポットの探索：地表面温度を迅速かつ網羅的に測定できる道具として赤外線サーモグラフィを用いた踏査を実施した。④地温分布測定：②において作成したメッシュの交点と格子の中心点、③で検出されたホットスポットを対象にして地表面から深度10cm、45cmの地温を測定した。図54に深度45cmの調査結果を示す。⑤地表面ガスフラックス分布測定：閉鎖型チャンバーを用いてメッシュ交点とホットスポットを対象にして地表面から放出されるメタンと二酸化炭素のガスフラックスを測定した。⑥簡易ボーリングバー法による孔内ガス濃度測定：フラックスを測定した地点と同地点で、簡易ボーリングバーを用いて、その孔内ガスをテドラバックに採取し、メタン、二酸化炭素、酸素、窒素、一酸化

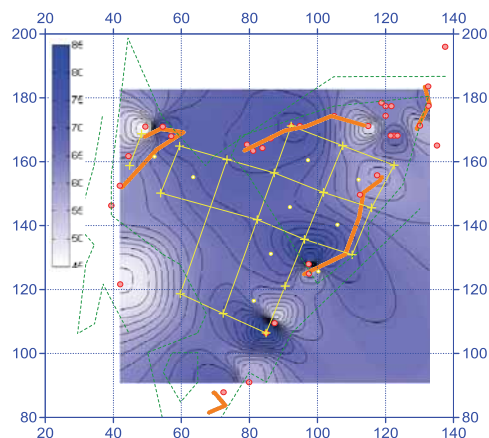


図54 深度45cmの温度モニタリング結果

炭素、水素の測定を行った。⑦その他：これまで述べてきた6調査に加えて、植生調査、電磁波探査、沈下探査を実施した。

3) まとめ

燃焼が疑われるか、無炎燃焼が発生している堆積廃棄物現場において、燃焼領域を特定するための調査フローとして図55を提案する。これは、詳細調査として実施する温度ならびにガスの深さ方向のプロファイル調査の事前調査に相当する調査フローである。日本では、堆積物の燃焼に関する知見が少ないことから、危機管理体制の一つとして、堆積廃棄物火災に備えた対策や消火方法、観測方法などの知見を集積し、とりまとめておくことが必要である。

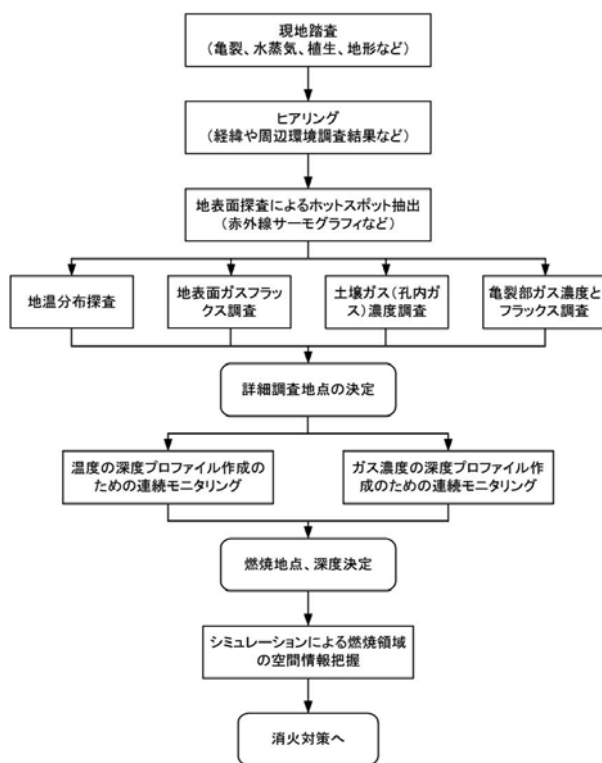


図55 火災が疑われる堆積廃棄物の調査フロー案

(2) 残留性有機汚染物質 (POPs) 適正処理方法の確立

1) 目的

化審法第一種特定化学物質(特化物)であるヘキサクロロベンゼン (HCB) が、テトラクロロ無水フタル酸やこれを原料とする顔料に数十~数百 mg/kg オーダーで非意図的に混入していることが判明した。また、紫外線吸収剤として樹脂等に使用されていた2-(2H-1,2,3-ベンゾ

トリアゾール-2-イル)-4,6-ジ-tert-ブチルフェノール (DBHPBT) は、その残留性や毒性から2007年10月に新たに特化物に指定された。今後、これらの化学物質を含有する製品が廃棄されることから、その適正処理方法の確立が必要である。本研究では、HCB及びDBHPBT含有廃棄物の燃焼過程における化学物質挙動を明らかにし、特化物含有廃棄物の焼却処理の適性を確認した。

2) 方法、結果及び考察

HCB若しくはDBHPBTを添加した廃棄物固形燃料(RDF)をパイロットスケールの実験炉でダイオキシン類排出削減対策の基準で燃焼し、無添加のRDF燃焼時と比較することで、HCBやDBHPBTの挙動を明らかにし、ダイオキシン類などの物質挙動への影響を把握した。

① HCB含有廃棄物の燃焼時における化学物質挙動

HCBはダイオキシン類と同様に燃焼時に非意図的に生成されるため、HCB無添加のRDF燃焼時においてもHCBは一次燃焼で生成され投入量の数十倍になった。しかし、HCBを添加したRDF燃焼時は投入量より2桁減少し、無添加RDF燃焼時とほぼ同じレベルになった(図56)。二次燃焼や集塵処理、活性炭吸着等により、一次燃焼後のガス中に残存したHCBのほとんどが分解・

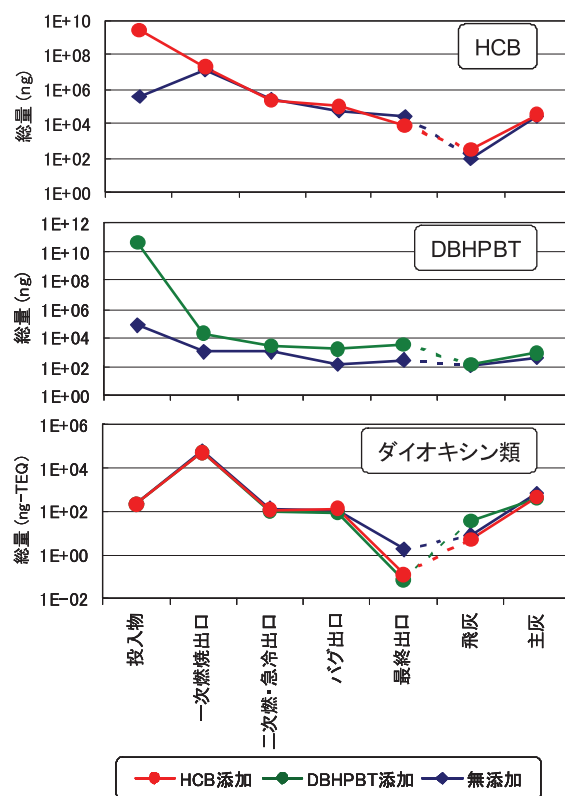


図56 HCB及びDBHPBT含有廃棄物の燃焼時における化学物質の挙動

除去された。焼却灰や飛灰中の HCB 量は、HCB 添加時と無添加時でほぼ同じレベルであった。HCB 添加 RDF 燃焼時における HCB の分解率は 99.9985% であった。ダイオキシン類など HCB 以外の物質挙動は、HCB 添加時と無添加時でほとんど差はなかった。

② DBHPBT 含有廃棄物の燃焼時における化学物質挙動

DBHPBT は一次燃焼で生成されず、投入量の大部分が分解した。二次燃焼など排ガス処理により、一次燃焼後のガス中に残存した DBHPBT の分解・除去が確認された。焼却灰や飛灰中の DBHPBT 量は、DBHPBT を添加した RDF 燃焼時と無添加時でほぼ同じレベルで、投入量を大きく下回った。DBHPBT 添加 RDF 燃焼時における DBHPBT の分解率は 99.9999% 以上であった。ダイオキシン類など DBHPBT 以外の物質挙動は、DBHPBT

添加時と無添加時でほとんど差はなかった。

以上のことから、ダイオキシン類の排出削減対策を実施した廃棄物焼却施設において、HCB 若しくは DBHPBT 含有廃棄物を適正に処理できることを明らかにした。

3) まとめ

HCB や DBHPBT 含有廃棄物の適正処理方法の確立のため、燃焼過程における化学物質挙動と焼却処理特性を確認した。HCB 及び DBHPBT の高い分解率が得られ、また、ダイオキシン類など他の化学物質の挙動への影響はほとんどみられず、ダイオキシン類の排出削減対策を実施した廃棄物焼却施設において、HCB 若しくは DBHPBT 含有廃棄物を適正に処理できることを実証した。

6 基盤的な調査・研究

6.1 廃棄アスベストのリスク管理に関する研究

(1) 目的

今後発生量が増加する石綿含有廃棄物に対し、溶融及び新たな無害化処理技術による適正処理が必要とされている。その中で、処理物に石綿が「検出されない」ことを確認し、処理システム全体の安全性を確認するための試験法を確立する。また実機処理での日常モニタリングに適用可能な試験法（光学顕微鏡及び電子顕微鏡）の詳細を決定する。更に主な処理技術である熱処理について、石綿の標準試料の温度変化に伴う鉱物組成の変化及び石綿繊維数変化の実験的検討を行い、無害化処理技術が有すべき事項の整理等、石綿含有廃棄物の処理を円滑に進め、支援するための知見を整備・提供することを目的とする。

(2) 方法、結果及び考察

本研究では、1) 石綿含有廃棄物の無害化処理確認のための試験法の確立、2) 日常モニタリングのための光学顕微鏡法及び電子顕微鏡法の統一した前処理法の確立及び精度管理、3) 一般環境試料の石綿濃度、4) 熱処理による石綿の鉱物変化及び繊維数変化の4つの課題に取り組んだ。以下、これらの課題ごとに、その方法、結果および考察を記す。

1) 石綿含有廃棄物の無害化処理確認のための試験法の確立

石綿の分析法を整理して表14に示す。無害化処理物に「石綿がない」ことを確認するための試験法としては、毒性に関係する石綿繊維濃度が単繊維（繊維幅0.1μm以下）まで測定可能で、かつ処理効率に関係する重量濃度が定量できることが求められる。X線回折法では繊維数が測定できず、光学顕微鏡（位相差、偏光）では単繊維が計数できない。石綿の同定が確実に上記2つの濃度測定が可能であるのは透過型電子顕微鏡（TEM）であり、無害化処理確認法として適切である。固体試料のTEM分析法は国内のみならず、国際的規格がないことから、特に試料調製・前処理について検討した。提案した試験法を図57に示す。標準操作は①飛散しやすい石綿繊維を処理物の固体表面から分離し、水に分散させる過程、②75μm以上の粒子を除きTEM観察用ろ紙への

表14 石綿の分析法とその特徴

	X線回折	偏光顕微鏡	分散染色位相差顕微鏡	走査型電子顕微鏡	透過型電子顕微鏡
濃度測定	○	△	不可	ほぼ不可	△（推定）
濃度範囲	0.1%以上 実質1%	0.25%以上 ポイントカウント	—	—	μg/g
繊維数	不可	○	○	○	○
最小の観察繊維幅	—	0.4μm 繊維束	0.4μm 繊維束	約0.05μm	0.02μm 単繊維
アスベスト鉱物の同定	可能	可能	○ 熱処理物は△	不可	可能 (電子線回折)
分析技術	○	○	○	技術要	技術要
装置費用	中～高	低	低	高	高

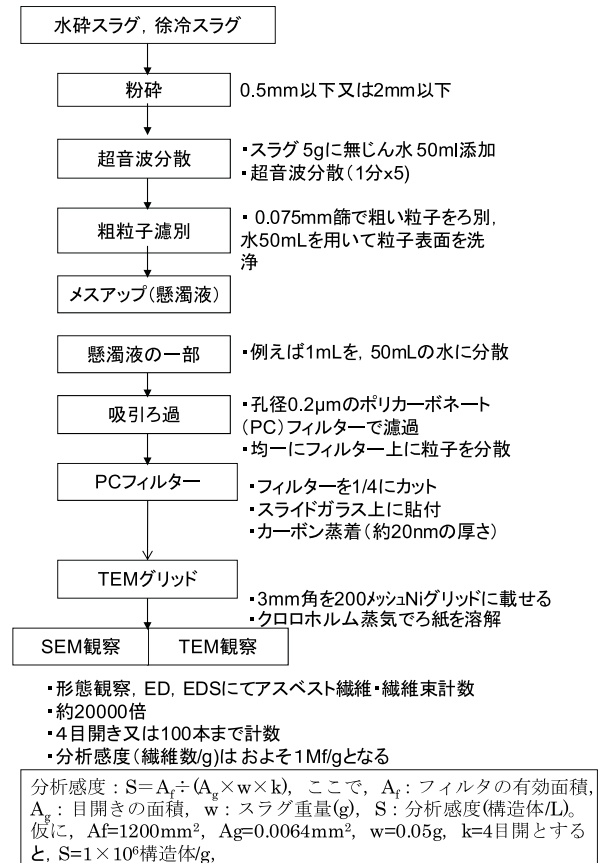


図57 溶融スラグ等の電子顕微鏡による石綿分析

粒子負荷を少なくする過程、③試料の水懸濁液から一部をとり、TEM観察用ろ紙を作成する過程、④TEM用グリッドにろ紙を載せ、ろ紙を溶媒で溶解する過程である。これ以降の操作は日本工業規格 JIS K3580-3（空気中の繊維状物質測定方法—間接変換-透過電子顕微鏡法）に準ずる。分析感度は、試料 5g から 200mL の水懸濁液を調製し、2 mL を 47mmφ のろ紙にろ過して TEM グリッドを作製し、200メッシュ（目開き 80μm 角）のグリッドの 4 目開きを観察したとき、この一連の操作の分析感度は、1Mf/g である。これを繊維重量に換算すると、幅 0.1μm、長さ 10μm の繊維とすると 0.3μg/g、また幅が

1 μ m, 長さ10 μ mの繊維では30 μ g/gに相当する。重量濃度が測定できるX線回折法の定量限界は0.1% (1000 μ g/g)であるから, 提案したTEM分析法は高感度であるといえる。計数ルールでは, 「石綿繊維が検出されない」ことをより安全側で確認するため, 従来の5 μ m以上より短い0.5 μ m以上を計数することを提案した。

2) 日常モニタリングのための光学顕微鏡法及び電子顕微鏡の統一した前処理法の確立及び精度管理
 従来, 光学顕微鏡法では石綿繊維濃度(f/g)で表すことができなかった。そこで, 1)に示したTEM法の操作を応用して繊維濃度が定量できる前処理法を検討した。ろ紙上に均一に試料を分散させ, TEM用グリッド(目開き面積が既知)を使用することによって, 位相差顕微鏡(PCM)法, 分散染色位相差顕微鏡(DS-PCM)法, 走査型電子顕微鏡(SEM)法で固体中繊維濃度(Mf/g)で記述しうる。現在, これらの比較データを集積中である。

国内では石綿の電子顕微鏡分析がほとんど行われていないため, 精度管理が必要である。そこで溶融スラグと土壤に標準(クリソタイル, クロシドライト, アモサイト)をそれぞれ添加して2機関で比較した。TEM観察試料は図1の手順で作製したポリカーボネート製ろ紙を配布した。結果を表15に, また観察されたTEM像を図58に示す。石綿標準ではよい一致をみたが, スラグや土壤では変動が大きく, 試料調製, ろ紙への試料分散, 及びマトリックス粒子存在下で観察できない繊維があることなどの影響によるものと考えられ, 精度管理手法の向上が必要といえる。今後の検討事項として, ①同一の目開きの室間計数, ②同一のろ紙上の繊維分布の均一性確認(室内), ③実試料配布などが挙げられ, 石綿分析の精度管理を拡大実施する。

3) 一般環境試料の石綿濃度

土壤については, 蛇紋岩地域3カ所(熊本, 長崎, 埼玉)及び非蛇紋岩地域1カ所(千葉)で採取した。各地域で, 蛇紋岩, 蛇紋岩隣接土壤, 非蛇紋岩土壤を採取し, 同時に大気試料を採取した。蛇紋岩地域(長崎)では, 土壤表面の石綿濃度が0.042%に対して90~150cm深さの土壤では6.2%であり, 土壤表面での風化・飛散の可能性も考えられた。隣接部の土壤及び非蛇紋岩土壤では0.0001% (10 μ g/g)以下であり, また大気中繊維濃

度は2.5f/L以下であった。

またアスベスト製品製造工場周辺の環境調査を行った。TEMによる分析結果は, 土壤2試料の石綿繊維数は44~62Mf/g (0.56~1.5 μ g/g), 河川底質4試料では17~25Mf/g (0.51~9.6 μ g/g)であった。海域底質は2地点について柱状試料を採取した。柱状コア試料のアスベスト繊維数は, 表層で25~68Mf/g (2.3~15 μ g/g), 深さ40cm付近で42~61Mf/g (14~25 μ g/g), 深さ60cm付近で, 陸域に近い1地点で42Mf/g (25 μ g/g), 遠い地点で定量限界以下であった。Pb210による年代測定を行った結果, 1地点については石綿の使用量の多かった1970年代に底質中のアスベスト濃度が高いという結果を得た。

表15 TEM分析の精度管理結果

共同分析試料	目開き当たり総繊維数		総繊維数濃度*		重量換算濃度**		設定値比(%)
	機関A(NIES)	機関B	機関A(NIES)	機関B	機関A(NIES)	機関A(NIES)	
クリソタイル標準	172	185	21,000	20,000	1.99	120	
アモサイト標準	15	15	990	990	2.27	80	
クロシドライト標準	51	73	7,400	5,100	3.08	170	
スラグ溶出物	5	2	8.0	19	—	—	
スラグ溶出物+クリソタイル	151	452	1,700	570	7.12	22	
スラグ溶出物+アモサイト	19	24	90	80	46.1	81	
スラグ溶出物+クロシドライト	34	33	130	130	151	410	
関東ローム土	2	1	40	70	—	—	
関東ローム土+クリソタイル	99	125	4,700	3,700	156	46	
関東ローム土+アモサイト	26	6	240	980	1,240	220	
関東ローム土+クロシドライト	27	14	530	1,100	133	36	

単位: 石綿標準は10⁴Mf/g, スラグおよび土壤はMf/g。

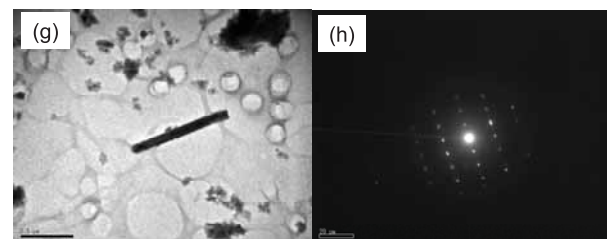


図58 スラグに添加したクロシドライト
 (g) TEM像; (h) 電子線回折像

4) 熱処理による石綿の鉱物変化及び繊維数変化

クリソタイル, クロシドライト, アモサイト, トレモライトの標準物質の熱処理物(400 $^{\circ}$ C~1500 $^{\circ}$ C)を作成し, X線回折により鉱物組成変化を, またTEM分析により石綿及び鉱物繊維数濃度を把握した。クリソタイル及びアモサイトのX線回折による変化を図59及び図60に, また4種類の石綿の熱処理物中の繊維濃度変化を図61に示す。

クリソタイルは600 $^{\circ}$ Cでフォルステライトに変化するが, 繊維状形態を保つ場合(図62)がある。石綿繊維

数濃度は未処理物が $20,000 \times 10^4$ Mf/g、 1000°C で <200 Mf/g (約 10^{-6} g/g) と減少した。クロシドライトの未処理物の繊維数濃度は $5,100,000$ Mf/gで、 800°C では $3,000$ Mf/g、 1000°C で 42 Mf/g、 1100°C で <31 Mf/g (約 10^{-6} g/g) と減少した。これに対して、アモサイト及びトレモライトは、 10^{-6} g/gレベルまで処理するのに 1400°C 以上の処理温度が必要であった。アモサイトは、未処理が $990,000$ Mf/g、 1200°C で $19,000$ Mf/g、 1400°C で 400 Mf/g以下である。トレモライトは未処理が $530,000$ Mf/g、 1300°C で $2,600$ Mf/gであった。過去に使用された石綿のうちクリソタイトの占める割合が90%であるとはいえ、建設系廃棄物中にはアモサイトやトレモライトが含まれる可能性が高く、廃棄物処理の実証試験等ではクリソタイトの

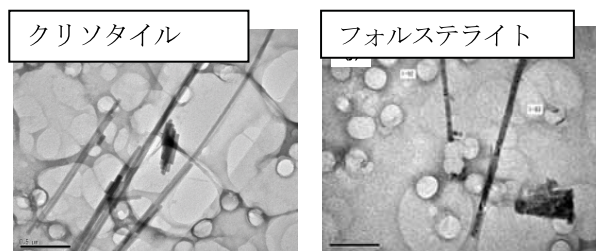


図62 クリソタイトと 600°C 熱処理物で観察されたフォルステライト (繊維状)

みならず、これら角閃石を含む廃棄物の実験的検討を行わねばならないといえる。

今後は、アンソフィライトの熱処理物について同様の検討を行うこととしている。

(3) まとめ

石綿含有廃棄物の無害化処理に必要な確認試験法として、主に透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いた固体試料の試験法を確立した。また日常モニタリングとして用いる光学顕微鏡法及び電子顕微鏡法については、統一した前処理法を提案し、固体でも繊維数濃度 (Mf/g) が得られるものとした。また石綿分析の精度管理をTEMについて行い、今後は光学顕微鏡法を含めて進めていく予定である。無害化における処理レベルを設定するための基礎情報として土壌等一般環境試料の石綿濃度を把握した。今後、更にデータを集積する。石綿含有廃棄物の代表的な処理である熱処理について、4種の石綿の鉱物組成変化と石綿繊維濃度を調べ、クリソタイト及びクロシドライトが 1100°C で繊維数濃度が 10^{-6} まで減少するのに対し、アモサイト及びトレモライトは 1200°C ではまだ石綿繊維が存在し、 1400°C 以上の加熱処理が必要であることを示した。

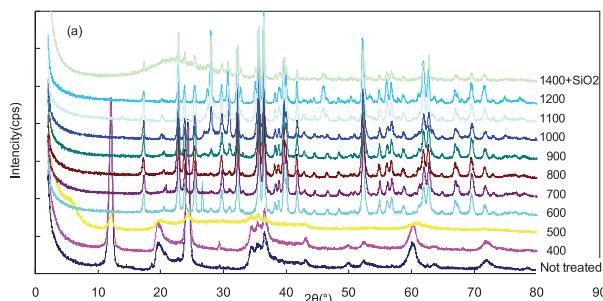


図59 クリソタイトの熱処理物のX線回折結果

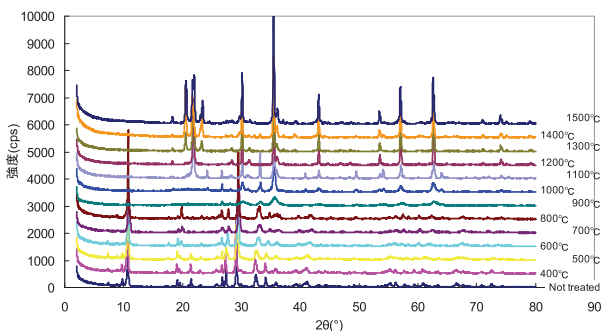


図60 アモサイトの熱処理物のX線回折結果

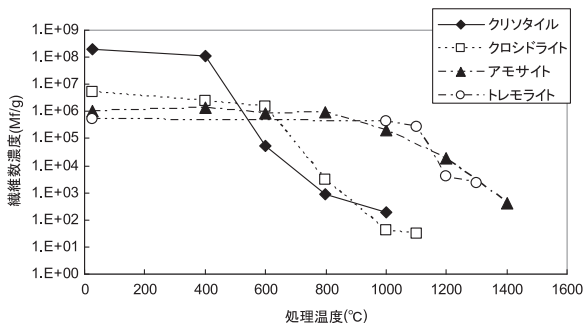


図61 クリソタイト、クロシドライト、アモサイト、トレモライトの熱処理温度と石綿繊維濃度の変化

換技術を取り上げ、資源循環技術への応用に関し実験検討を行った。また、18年度から現在までにおいて、新規性に富みかつ有効性の高い資源循環技術等に関する動向の調査および動向を踏まえたシーズの研究開発を行ってきた。これにより、循環型社会の形成に寄与し得る技術基盤を確立すること、さらにNIESの次期中期計画等における研究テーマの立案および研究実施等に反映可能な個別および総合的知見を提供することを目的とした。

(2) 方法、結果及び考察

本研究では、1) 高温/高压流体を利用した資源化技術の開発および2) 資源循環技術等に関する動向の調査、の二通りの課題について研究を行ってきた。

1) 高温/高压流体を利用した資源化技術の開発

豆腐製造工程から排出される有機性廃棄物の「おから」を対象とし、有価物であるビタミンEを超臨界二酸化炭素（以下、SFE-CO₂と記す。）を用いて選択的かつ効率的に抽出する技術的条件を明らかにすることとした。

実験では、おから試料は浸漬、洗浄、粉碎、加熱および分離後凍結乾燥し、さらに粉碎処理によって調製した。装置は、図63に示すように、液体CO₂の送液ポンプ、抽出容器（SUS316製、容積：10ml）、加熱オープン、背圧弁等で構成される。

検討項目は、抽出特性に対するa) 温度、圧力の影響、b) エントレーナー（エタノール）の影響、c) SFE-CO₂流量の影響、d) 試料粒子径の影響、e) 前処理（粉碎）の影響等である。結果の例を図64に示す。これより、粗脂肪とビタミンEとの被抽出時間の違いから、抽出物に含まれるビタミンEの比率を向上させることが可能であり、選択的な抽出ができると考えられた。ただし、両者の抽出特性は一部競合するため、選択性の向上に際しては注意を要した。また、試料の水分について、乾燥試料より若干の水分存在がビタミンEの抽出率向上をもたらす結果が得られたが、これについてさらに詳細な検討が必要と考えられた。なお、ビタミンEの抽出

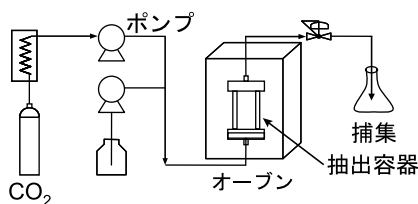


図63 SFE-CO₂実験装置

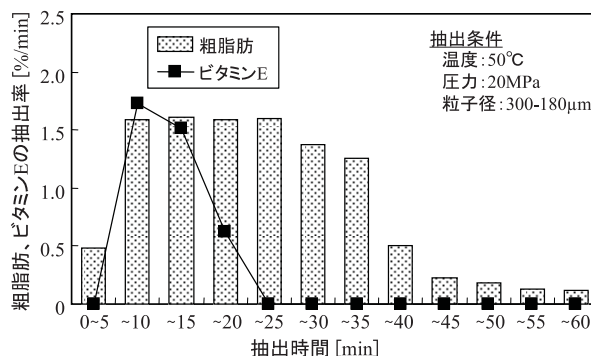


図64 ビタミンE及び粗脂肪の抽出時間特性

率を高くするSFE-CO₂の物性は、粘度：0.070mPa・s前後、密度：0.79g/cm³前後であることがわかった。

実験検討のほか、高压流体を適用した技術の動向調査を行い、それに基づき高温/高压流体応用技術と他の資源化技術とのシステム化について提案した。

2) 資源化技術等に関する調査

本調査は、循環型社会が現実形成されるには技術の存在が不可欠であり、技術はまた効率の向上や問題点の解消等のため常に向上させ、更新されることが必要であるとの観点から、新規原理または従来技術の改良に基づく優れた技術の発掘と発展を目的として実施している。民間の環境プラントメーカー数社と研究会組織を設けて連携し、廃棄物処理・資源化および環境保全技術に関する調査を文献や施設調査等に基づいて行った。各社保有技術の紹介と従来技術に関する課題の抽出と討議、先端的な環境施設の調査およびシーズ技術の探索等を行い、各種情報を収集・集約した。バイオマス系廃棄物を幅広く対象とし、熱化学的または生物学的原理等に基づくガス化利用技術を中心に調査を進めた。

先端的な事例として、従来の単純な焼却処理技術等に替わる廃棄物処理技術・資源循環技術に関し調査を行った。調査した施設は、a) 産業廃棄物を対象とし発電効率の高い設備を備えたガス化溶融方式エネルギー回収プラント、b) 一般廃棄物中の厨芥、食品廃棄物、紙類に関しメタン発酵によるバイオガス化を行い、かつ残さ等を焼却して両者からのエネルギー利用を図るシステム、c) 木質バイオマスのガス化と発電に関する実証試験設備、d) 廃塩化ビニル樹脂を対象に溶剤溶解法を用いた再資源化プラント、などである。図65および図66は上記b)、c)の構成図である。バイオガス化は、高温嫌気

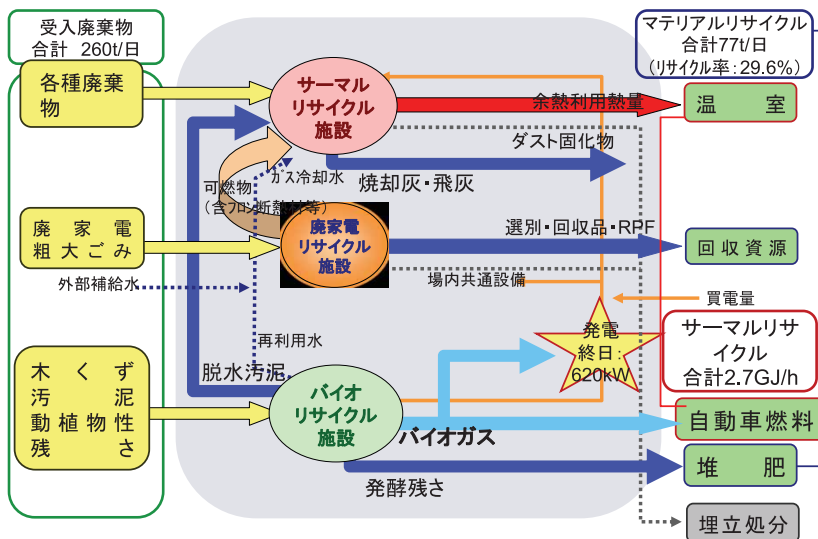


図65 バイオガス化と焼却を組合せたプラント例

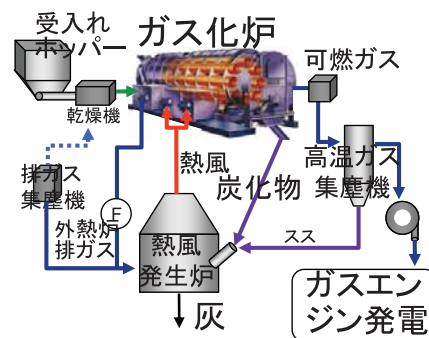


図66 バイオマスガス化発電実証プラント例

性発酵法を採用し、紙類も対象として発酵が行われる。また、ガス化・発電設備の試験では、750℃で行われるガス化は順調である一方、発電のためのガスエンジンの維持管理に費用を要するといった課題が聞かれた。さらに、一般廃棄物を対象とした炭化施設に関し、主なプロセス構成と回収炭化物および金属の利用実態等に関し調査を行った。

以上の新規技術等の調査のほか、現行の技術のもつ課題を抽出、整理した。また、廃棄物資源化に関する技術シーズを内容に応じて分類したほか、ガス精製に有用な高性能触媒に関する材料開発情報について、タール分解触媒やベンゼン/トルエン/キシレン分解触媒等に関し収集し、実験研究に反映させた。

3) マイクロ波等による廃棄物系樹脂からの脱ハロゲン・金属分離技術/資源化技術動向の調査

電磁波による加熱特性には、被加熱対象物に直接作用すること、選択性があること、均一な加熱が可能であることなどが挙げられる。本研究・調査においては、金属部品や難燃性ハロゲン等から複合的に構成される樹脂系廃棄物に対して、分離対象となる金属およびハロゲンに電磁波を直接作用させることでこれを選択的に加熱し、複合樹脂から効率的に分離・回収するための技術開発を目的とし、当該廃棄物の現状調査および基礎的検討を実施した。

マイクロ波加熱による有機ハロゲン化合物からの脱ハロゲン技術については、いくつかの具体的検討例が存在

し、特にポリ塩化ビニル樹脂へのマイクロ波照射による脱塩素特性においては、従来の脱塩素技術と比較して低温で操作可能であることが明らかとなっており、熱分解抑制による回収樹脂のエネルギー利用の優位性が示唆されている。また、脱ハロゲン反応に対して優れた選択性を有することが、調査結果より明らかとなった。

また、高周波誘導加熱による金属・樹脂複合材料からの金属分離・回収技術(図67)を新たに提案し、平成20年度より基礎研究として実施する予定であり、そのための外部資金を獲得している。当該技術は、金属メッキ樹脂や電子回路基盤などの金属・樹脂複合材料に対して高周波を照射することにより、導電性材料である金属を選択的に加熱し、金属・樹脂接合面を軟化・溶融させることで物理的に金属部分を分離させるものであり、電磁波エネルギーを選択的に作用させることで効率的な金属分離回収が可能となると予測される。

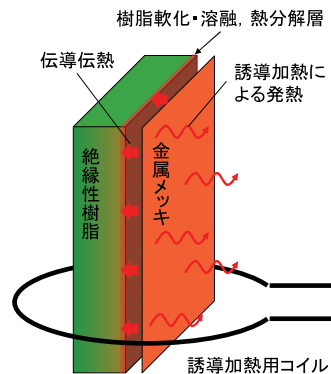


図67 高周波誘導加熱による金属分離技術の概念

(3) まとめ

本研究では、資源循環に係る基盤的技術の開発を通じて知的研究基盤整備を図ることとしている。この意味で、とくに高含水バイオマスに適用が期待される高圧流体応用技術、低含水バイオマスに適用が期待される各種ガス

化・炭化技術および排ガス精製等の要素技術の動向を明らかにすることで、現中期計画の中核研究プロジェクト3への反映を図る。さらに、マイクロ波の適用等の新規技術を試験・検討することで、次期研究課題としての展開に向けてさらに調査・研究の精緻化を図っていく。

7 知的研究基盤の整備

7.1 資源循環・廃棄物処理に関するデータベース等の作成

(1) はじめに

循環型社会の形成や適正な廃棄物管理に関する研究を進める上で、技術・システムの設計・評価、安全性の担保等を合理的に行うためには、知的研究基盤としての統合的な情報基盤整備が必須である。

以下では、循環資源・廃棄物処理に関するデータベースの作成として現在着手している課題について、進捗状況を報告する。

(2) 明治以降の物質利用の長期データの収集

循環型社会に向けた中長期のビジョン策定等に向けては、過去の物質利用のトレンドを把握し、これまで起きた社会経済的現象を物質利用の視点から理解することが重要である。そこで、これまで整備されている我が国全体の物質フローデータ（1980年以降）を100年以上拡張し、明治以降（1868年以降）のデータを収集・整備した。

データは、我が国の生産統計や貿易統計などより入手し、一次資源については石炭、原油、天然ガス、鉱物資源、農林水産物など、基礎素材については鉄、非鉄金属、セメント、木・コルク、紙・パルプ、繊維、石油化学基礎素材など、製品については食料品、建築物、家庭製品などの計23カテゴリについて、国内の生産量（各年）、輸出入量（5年おき）のデータを整備した。ただし、欠損年が残るとともに、統計データ項目の名称等が変更されているなど、データの連続性を確認できていないなど、データの精査が今後の課題として残された。

また、整備できたデータのうち、石炭、原油、鉄鉱石、アルミニウム、麦、繊維の6物質については、工業史などの文献をもとに、社会現象と物質利用の変化を対比させながら、記述的な説明を行った。

(3) 食品系廃棄物の組成別・業種別発生量原単位データベース

食品系廃棄物の3R推進は、循環型社会の構築に重要な役割を担っている。2007年の食品リサイクル法の見直しで、達成率の公表のあり方や循環利用の優先順位等様々な努力がなされてきているが、雑多・高含水性・腐

敗性という性状から食品廃棄物の循環システムの構築やその普及には他の廃棄物に比べてより多くの困難を伴う。

そこで地域において食品廃棄物の循環システムを構築するには、その地域でどんな種類の食品廃棄物がどの程度発生するのかを明らかにすることが重要となる。

本データベースは、以下の二つのデータベースから構成される。

①業種別発生量原単位：日本標準産業分類にしたがって食品産業を分類し、食品産業の細分類ベースで発生量原単位を調査する。このデータは次の組成データベースに対応する原単位とする。

②業種別組成データベース：原単位発生量を調査した事業所にサンプルの提供を求め、主要な廃棄物の組成データを収集する。

データ収集の地域は主として埼玉県を中心にし、埼玉県（環境部資源循環推進課及び環境科学国際センター）やさいたま市の協力を得て上記の調査を行い、不足している業種については、宮崎県、東京都、千葉県の事業所の調査で補充した。調査は2004～2007年にかけて行われたものである。

現在、これらの2つのデータベースの公開に向けて作業を進めている。また、茨城県の食品廃棄物の実態調査結果と上記のデータベースから得られる茨城県の食品廃棄物発生量の推計値との照合を進めている。

食品廃棄物の高度な循環システムを構築するためには、飼料化、堆肥化やエネルギー回収に対応して食品廃棄物の品質管理を行い、資源性を基調とした循環システム構築に必要なデータベースが必須となる。

(4) 循環技術プロセスの投入・産出データベース

廃棄物等の循環資源の循環利用技術を対象にして、プロセスへの投入・産出のデータを整備し、循環技術システムの設計・評価に資するデータベースとして構築する。

循環資源の発生段階から輸送・前処理プロセス等を含めて加工・製造、エネルギー転換等の段階まで、それぞれのプロセスごとに、原材料等、ユーティリティ等の投入や生産物・エネルギー、排ガス、排水等の環境負荷物質等の産出のフォアグラウンドデータを文献やヒアリング調査等によって収集する。さらに、投入・産出に関するバックグラウンドデータとして、投入物および産出物（廃棄物等）に関するインベントリーデータあるいはこれらの情報源情報を合わせて収集整理する。循環利用に

より循環資源が代替し回避される通常の一次資源を利用したプロセスに係る投入・産出データも整備する。

2006, 2007年度においては、プラスチック樹脂や燃料・エネルギーを最終需要の機能とする含炭素資源を利用した各種のシステムを対象とし、構成プロセスに係るデータを収集し、整備した。

(5) 建設系再生製品の特性化試験データ蓄積

建設資材として使われる再生製品は、フェロシルト問題などで明らかとなったように、様々な環境暴露の影響を事前に把握することが重要である。そのためには、同種の再生製品について、あらかじめ留意すべき有害物質や暴露環境に関するデータの蓄積が極めて有効である。

そこで、各種建設系再生製品について、公定法や廃棄物学会規格として検討中の試験法のうち現状実施可能な試験群によりデータ収集を行った。具体的には、各道府県のリサイクル製品認定制度担当部局の協力により、スラグ利用アスファルト混合物、コンクリート再生砕石、再生処理土等、再生製品とその原材料の合計29種類を収集した。試験項目は、湿式分解による全含有量試験、蛍光X線による全含有量試験、土壌含有量試験（H.15環境省告示19号）、土壌溶出量試験（H.3環境庁告示46号）、JIS K 0058有姿攪拌試験、環境最大溶出可能量試験、シリアルバッチ試験、pH依存性試験とした。

これまで断片的に再生製品の特性化試験に関する検討は行われてきたが、今回の調査・データ収集により、様々な原料や製造方法の再生製品を対象として、現在システム規格として検討されている試験群を用いたデータを集めることができた。試験データの詳細を検討することにより、環境最大溶出量は全含有量の1~4%程度に相当する場合が多いこと等、多くの有益な情報を得ることができた。さらに、本結果を基にデータを整理することにより、再生製品の環境暴露条件での特性把握の際、極めて有効な参照情報とすることができる。さらに、再生製品利用促進のために、利用条件付での各種製品使用の可能性についても検討が可能になるものと考えられる。

(6) 産業廃棄物の化学組成データベースの作成

廃棄物の更なる有効利用を図るため、また不法投棄現場で採取した廃棄物の出所探索の一助とするために、廃

棄物の化学組成データベースに取り組んだ。様々な発生源の産業廃棄物190試料について、蛍光X線分析により32元素の定量分析を行った。産業廃棄物の種類の内訳は鉍滓33, 汚泥99, もえがら・焼却灰61, ダスト15, その他1試料である。試料は風乾後、粉碎し、0.125mm以下とした。結果は図68に示すように、データベース化し、①含有元素カラーチャート表示、②各元素ヒストグラム表示、③データシート（廃棄物種類、採取場所、業種、概要等、水分、灼熱減量、溶出試験結果、溶出液pH）、無機元素プロファイル、レーダーチャート及び色調が確認できる廃棄物写真を含むものとした。

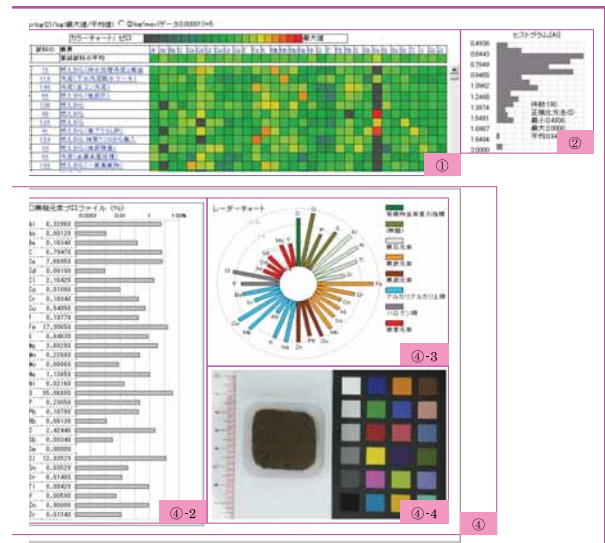


図68 産業廃棄物190試料の化学組成データベース

(7) 今後の展開

現在着手している循環資源・廃棄物処理に関するデータベースの作成について、進捗状況を紹介した。対外的な公開は今後逐次行う予定であり、外部の研究者等も広く活用できるようにしたい。

また、循環型社会研究プログラムにおいては、様々な研究テーマが実施されており、個々の研究目的に対するアウトプットだけでなく、情報基盤として再構築すれば広く関連分野で利用できる可能性のあるデータ集積が図られている。それらを体系的に見直して再度整理し、今後データベースとして戦略的に整備、公開していくことについても検討したい。

[資料]

I 研究の組織と研究課題の構成

1. 研究の組織

[A 研究担当者]

循環型社会・廃棄物研究センター	
センター長	森口祐一
副センター長	井上雄三
循環型社会システム研究室	森口祐一
	橋本征二
	南齋規介
国際資源循環研究室	寺園 淳
	吉田 綾
	中島謙一
	村上（鈴木）理映
	村上進亮 ^{*)}
循環技術システム研究室	大迫政浩
	倉持秀敏
	田崎智宏
	藤井 実
	稲葉陸太
	河井紘輔
	鄭 昌煥
	阿部直也 ^{*)}
	崔 基仁 ^{*)}
資源化・処理処分技術研究室	川本克也
	山田正人
	遠藤和人
	小林 潤
	安田憲二
	朝倉 宏
	成岡朋弘
	黄 仁姫
	Komsilp Wang-Yao
	佐伯 孝 ^{*)}
	阿部 誠 ^{*)}
廃棄物試験評価研究室	貴田晶子
	山本貴士
	川口光夫
	高橋史武 ^{*)}
物質管理研究室	野馬幸生
	滝上英孝
	肴倉宏史

バイオエコ技術研究室

渡部真文
 梶原夏子
 小瀬知洋
 白波瀬朋子
 小口正弘
 鈴木 剛^{*)}
 森口祐一
 蛭江美孝
 徐 開欽
 近藤貴志
 劉 超翔
 李 東烈
 稲森悠平^{*)}
 楮 春鳳^{*)}

注：^{*)}は、過去（平成19年3月以前）に所属していた研究者を示す。

[B 特別客員研究員]

酒井伸一 (京都大学) 平成18～19年度

[C 客員研究員]

雨宮 隆 (横浜国立大学) 平成18年度～19年度
 石垣智基 (龍谷大学) 平成18年度
 磯部友護 (埼玉県環境科学国際センター) 平成18年度～19年度
 稲森悠平 (福島大学) 平成19年度
 今岡 務 (広島工業大学) 平成18年度～19年度
 岩見徳雄 (明星大学) 平成18年度～19年度
 戎野棟一 (東邦大学) 平成18年度～19年度
 大河内由美子 (京都大学) 平成18年度
 岡田光正 (広島大学) 平成18年度
 岡本 拓 (広島県保健環境センター) 平成18年度～19年度
 小野雄策 (埼玉県環境科学国際センター) 平成18年度～19年度
 加河茂美 (九州大学) 平成19年度
 香村一夫 (早稲田大学) 平成19年度
 川寄幹生 (埼玉県環境科学国際センター) 平成18年度～19年度
 川端善一郎 (人間文化研究機構総合地球環境学研究所) 平成18年度～19年度
 金 主鉉 (埼玉県環境科学国際センター) 平成18年度
 木村賢史 (東海大学) 平成18年度～19年度
 木持 謙 (埼玉県環境科学国際センター) 平成18年度～19年度
 倉田泰人 (埼玉県環境科学国際センター) 平成18年度～19年度
 孔 海南 (上海交通大学) 平成18年度～19年度
 清水康利 (東陶機器株) 平成18年度

杉浦則夫	(筑波大学)	平成18年度～19年度
須藤隆一	(埼玉県環境科学国際センター)	平成18年度～19年度
関戸知雄	(宮崎大学)	平成19年度
高橋 真	(愛媛大学)	平成18年度～19年度
田中綾子	(福岡大学)	平成18年度～19年度
田中修三	(明星大学)	平成18年度
田中秀夫	(筑波大学)	平成18年度
田中宏和	(福井県衛生環境研究センター)	平成19年度
谷口初美	(産業医科大学)	平成19年度
常田 聡	(早稲田大学)	平成18年度～平成19年度
東條安匡	(北海道大学)	平成19年度
土手 裕	(宮崎大学)	平成18年度～平成19年度
長坂實上	(茨城大学退官者)	平成18年度～平成19年度
中里広幸	(株クライス)	平成18年度
長森正尚	(埼玉県環境科学国際センター)	平成18年度～平成19年度
西村 修	(東北大学)	平成18年度～平成19年度
長谷隆仁	(埼玉県環境科学国際センター)	平成18年度～平成19年度
早川和一	(金沢工業大学)	平成19年度
林 紀男	(千葉県立中央博物館)	平成18年度～平成19年度
半野勝正	(千葉県環境研究センター)	平成19年度
平井康宏	(京都大学)	平成19年度
平田 彰	(早稲田大学名誉教授)	平成18年度
福井 博	(神奈川県環境科学センター)	平成19年度
福田和正	(産業医科大学)	平成19年度
松藤康司	(福岡大学)	平成18年度
松村正利	(筑波大学)	平成18年度
虫明功臣	(福島大学)	平成18年度～平成19年度
村上進亮	(東京大学)	平成19年度
村上和仁	(千葉工業大学)	平成18年度
毛利紫乃	(岡山大学)	平成18年度～平成19年度
安原昭夫	(東京理科大学)	平成18年度～平成19年度
山崎宏史	((財)茨城県薬剤師会公衆衛生検査センター)	平成18年度～平成19年度
李 玉友	(東北大学)	平成18年度～平成19年度
渡辺洋一	(埼玉県環境科学国際センター)	平成18年度～平成19年度

2. 研究課題と担当者

- (1) 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
大迫政浩・森口祐一・橋本征二・田崎智宏・藤井 実・南齋規介・村上進亮・稲葉陸太・中島謙一・河井紘輔・鄭 昌煥・村上(鈴木)理映・阿部直也・加河茂美*
- (2) 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
野馬幸生・森口祐一・滝上英孝・貴田晶子・肴倉宏史・渡部真文・梶原夏子・小瀬知洋・鈴木 剛・白波瀬朋子・山本貴士・田崎智宏・高橋史武・石川 紫・村上進亮・酒井伸一*・平井康宏*

安原昭夫*・岡本 拓*・田中綾子*・高橋 真*・早川和一*

(3) 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

川本克也・井上雄三・稲森悠平・蛭江美孝・徐 開欽・大迫政浩・倉持秀敏・山田正人・稲葉陸太・
小林 潤・近藤貴志・李 東烈・崔 基仁・褚 春鳳・李 玉友*・須藤隆一*・杉浦則夫*・松村正利*・
今岡 務*・谷口初美*・福田和正*・土手 裕*・関戸知雄*

(4) 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

寺園 淳・森口祐一・井上雄三・吉田 綾・村上進亮・中島謙一・村上(鈴木)理映・崔 基仁・
山田正人・遠藤和人・Komsilp Wang-Yao・貴田晶子・滝上英孝・渡部真文・梶原夏子・稲森悠平・
徐 開欽・蛭江美孝・劉 超翔・近藤貴志・松藤康司*・石垣智基*・平井康宏*・須藤隆一*・
孔 海南*・林 紀男*・岩見徳雄*・戎野棟一*・杉浦則夫*・西村 修*・川端善一郎*・木村賢史*・
木持 謙*・松村正利*・虫明功臣*・村上和仁*

(5) 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

井上雄三・川本克也・山田正人・遠藤和人・小林 潤・朝倉 宏・阿部 誠・成岡朋弘・小野雄策*・
東條安匡*・石垣智基*・川寄幹生*・渡辺洋一*

②試験評価・モニタリング手法の高度化・体系化

貴田晶子・野馬幸生・山本貴士・滝上英孝・肴倉宏史・渡部真文・川口光夫・梶原夏子・小瀬知洋・
白波瀬朋子

③液状・有機性廃棄物の適正処理技術の高度化

稲森悠平・徐 開欽・蛭江美孝・近藤貴志・須藤隆一*・岡田光正*・岩見徳雄*・雨宮 隆*・
長坂實上*・清水康利*・杉浦則夫*・田中修三*・西村 修*・山崎宏史*・川端善一郎*・金 主鉉*・
常田 聡*・平田 彰*・松村正利*・虫明功臣*・村上和仁*

④廃棄物の不適正処理に伴う負の遺産対策

野馬幸生・井上雄三・山田正人・遠藤和人・山本貴士

(6) 基盤的な調査・研究

①廃棄アスベストのリスク管理に関する研究

貴田晶子・野馬幸生・山本貴士

②資源循環に係る基盤的技術の開発

川本克也・小林 潤

(7) 知的研究基盤の整備

①資源循環・廃棄物処理に関するデータベース等の作成

森口祐一・井上雄三・貴田晶子・大迫政浩・山田正人・橋本征二・田崎智宏・倉持秀敏・藤井 実・
南齋規介・肴倉宏史・稲葉陸太

注：*は、客員研究員（第2期中期計画期間において当研究所の職員であった者を除く。）を示す。

II 研究成果発表一覧

1 誌上発表

- (1) 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
(査読付き)

発表者・(刊年)・題目・掲載誌・巻(号)・頁

田崎智宏 (2006) 法制度の見直しに向けた問題指摘着目型の実態評価～家電リサイクル法への適用～. 日本評価研究, 6 (2), 73-84

Keisuke Nansai, Rokuta Inaba, Shigemi Kagawa, Yuichi Moriguchi (2008) Identifying common features among household consumption patterns optimized to minimize specific environmental burdens, *Journal of Cleaner Production*, 16, 538-548

Keisuke Nansai, Shigemi Kagawa, Sangwon Suh, Rokuta Inaba and Yuichi Moriguchi (2007) Simple Indicator to Identify the Environmental Soundness of Growth of Consumption and Technology: “Eco-velocity of Consumption”, *Environ.Sci. Technol.*, 41(4), 1465-1472

Keisuke Nansai, Shigemi Kagawa, Yuichi Moriguchi (2007) Proposal of a simple indicator for sustainable consumption; classifying goods and services into three types focusing on their optimal consumption levels, *Journal of Cleaner Production*, 15(10), 879-885

Seiji Hashimoto, Hiroki Tanikawa, Yuichi Moriguchi (2007) Where will the large amounts of materials accumulated within the economy go? - A material flow analysis of construction minerals, *Waste Management*, 27(12), 1725-1738

橋本征二, 森口祐一, 田崎智宏, 柳下正治 (2006) 循環型社会像の比較分析, *廃棄物学会論文誌*, 17(3), 204-218

藤井 実, 川畑隆常, 橋本征二, 村上進亮, 南齋規介, 山田正人, 大迫政浩, 森口祐一 (2007) ネットの輸送－輸送効率の包括的評価指標, *廃棄物学会論文誌*, 18, (1), 77-85

藤井 実, 村上進亮, 南齋規介, 橋本征二, 森口祐一, 越川敏忠, 齋藤 聡 (2006) 家庭系容器包装プラスチックごみの収集と運搬に関する評価モデル, *廃棄物学会論文誌*, 17 (5), 331-341

Eiji Yamasue, Kenichi Nakajima, Ichiro Daigo, Seiji Hashimoto, Hideyuki Okumura, Keiichi N. Ishihara (2007) Evaluation of the potential amounts of dissipated rare metals from WEEE in Japan, *Materials Transaction*, 48(9), 2353-2357

東岸芳浩, 谷川寛樹, 橋本征二 (2007) 複数年の空間情報を用いた建築物の耐用年数の推計手法の提案, *環境情報科学論文集*, 21, 37-42

藤井 実, 橋本征二, 南齋規介, 村上進亮, 稲葉陸太, 森口祐一 (2007) リサイクルのLCI分析結果の表記法, *土木学会論文集*, 63 (2), 128-137

藤井 実, 村上進亮, 南齋規介, 橋本征二, 森口祐一, 越川敏忠, 齋藤 聡 (2007) 家庭系ごみの分別収集に係わる収集車の走行距離・台数等の調査, *廃棄物学会論文誌*, 18, (6), 443-453

藤井 実, 橋本征二, 南齋規介, 村上進亮, 稲葉陸太, 大迫政浩, 森口祐一 (2008) マテリアルリサイクルの評価方法の整理と評価事例, *日本LCA学会誌*, 4(1), 78-88

Shigemi Kagawa, Yuki Kudoh, Keisuke Nansai, Tomohiro Tasaki (2008) The Economic and Environmental Consequences of Automobile Lifetime Extension and Fuel Economy Improvement, Japan's Case, *Economic Systems Research*, 20(1), 3-28

阿部直也, 大迫政浩, (2008) 一般廃棄物行政に対するベンチマーキング手法の適用意義とその課題 ～ニュー・パブリック・マネジメントの視点より～, *廃棄物学会誌*, 展望論文 (受理済)

Chang-Hwan Jung, Masahiro Osako (2007) Thermodynamic Behavior of Rare Metals in the Melting Process of Municipal Solid Waste (MSW) Incineration Residue, *Chemosphere* 69, 279-288

藤井 実, 橋本征二, 南齋規介, 村上進亮, 稲葉陸太, 森口祐一 (2008) リサイクルのLCI分析結果の表記法, 土木学会論文誌 (受理・掲載予定)

(査読なし)

大迫政浩 (2006) 循環型社会形成に向けた近未来の技術ビジョンと戦略, 月刊廃棄物, 32(5), 14-19

橋本征二, 田畑智博, 松本 亨, 田崎智宏, 森口祐一, 井村秀文 (2006) 自治体の廃棄物処理事業を対象とした環境会計の枠組み試案, 都市清掃, 59(271), 19-26

田崎智宏 (2007) ごみ減量・再資源化に係る廃棄物処理費用の現状と課題. 都市清掃, 60 (280), 549-554

橋本征二 (2007) 廃棄物会計といわゆる環境会計の統合に向けて, 廃棄物学会誌, 18(4), 222-230

橋本征二 (2007) 地球温暖化問題と廃棄物管理, 環境技術会誌, 128, 9-16

橋本征二 (2007) 気候変化の短中期の緩和と緩和のための政策・措置・手法, グローバルネット, 199, 12-13,

藤井 実 (2007) リサイクル技術の評価, 環境技術会誌, 129, 100-105

大迫政浩, 肴倉宏史, 鄭 昌煥 (2007) 廃棄物溶融技術を中核とする資源循環システムの設計と評価, 環境資源工学 54, 250-209

稲葉陸太 (2007) バイオマス利活用とメタン発酵の可能性, 特集「メタン発酵」, 廃棄物研究財団だより, 71, 15-20

森口祐一 (2007) 容器包装等の使用済みプラスチックのリサイクルシステムの評価, 日本エネルギー学会誌, 86(11), 884-894

森口祐一 (2007) 循環型社会の理念, 実践と研究展望, 土木学会論文集G,63(4), 286-293

Jean Bogner, Mohammed Abdelrafie Ahmed, Cristobal Diaz, Andre Faaij, Qingxian Gao, Seiji Hashimoto, Katarina Mareckova, Riitta Pipatti, Tianzhu Zhang, Chapter 10 Waste Management, In Climate Change 2007, Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

(2) 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

(査読付き)

Takigami H, Behnisch PA, Shiozaki K, Ohno M, Sakai SI (2006) Bioassay monitoring of waste PCB samples during chemical destruction treatments, Water Science and Technology, 53 (11), 43-50

Hirobe M, Goda Y, Okayasu Y, Tomita J, Takigami H, Ike M, Tanaka H. (2006) The use of enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA) for the determination of pollutants in environmental and industrial wastes, Water Science and Technology, 54 (11-12), 1-9

Mafumi Watanabe, Chisato Nakata, Wei Wu, Katsuya Kawamoto, Yukio Noma (2007) Characterizations of semi-volatile organic compounds emitted during pyrolysis of nitrogen-containing plastics at low temperature, Chemosphere 68, 2063-2072

Go Suzuki, Hidetaka Takigami, Kazutoshi Nose, Shin Takahashi, Misuzu Asari, Shin-ichi Sakai (2007) Dioxin-Like and Transthyretin-Binding Compounds in Indoor Dusts Collected from Japan: Average Daily Dose and Possible Implications for Children, Environmental Science & Technology, 41(4), 1487 -1493

Shin-ichi Sakai, Takashi Yamamoto, Yukio Noma, Robert Giraud (2006) Formation and control of toxic polychlorinated compounds during incineration of wastes containing polychlorinated naphthalenes, *Environmental Science & Technology*, 40, 2247-2253

Jerzy Falandysz, Kazuo Nose, Yukari Ishikawa, Ewa Lukaszewicz, Nobuyoshi Yamashita, Yukio Noma (2006) HRGC/HRMS analysis of chloronaphthalenes in several batches of Halowax 1000, 1001, 1013, 1014 and 1100, *Journal of Environmental Science & Health, Part A. Vol.A41*, 2237-2256

Jerzy Falandysz, Kazuo Nose, Yukari Ishikawa, Ewa Lukaszewicz, Nobuyoshi Yamashita, Yukio Noma (2006) Chloronaphthalenes Composition of Several Batches of Halowax 1051, *Journal of Environmental Science & Health, Part A. Vol.A41*, 291-301

Kazutoshi Nose, Shunji Hashimoto, Shin Takahashi, Yukio Noma, Shin-ichi Sakai (2007) Degradation pathways of decabromodiphenyl ether during hydrothermal treatment, *Chemosphere* 68, 120-125

Hirofumi Sakanakura (2007) Formation and Durability of Dithiocarbamic Metals in Stabilized Air-Pollution-Control Residue from Municipal Solid Waste Incineration and Melting Processes, *Environmental Science and Technology*, 41, 1717-1722

Naoko Omori, Hideki Fukata, Koji Sato, Koji Yamazaki, Keiko Aida-Yasuoka, Hidetaka Takigami, Motone Kuriyama, Masaharu Ichinose, Chisato Mori (2007) Polychlorinated biphenyls (PCBs) alternate the expression of endothelial nitric oxide synthase (eNOS) mRNA in human umbilical vein endothelial cells (HUVECs), *Human and Experimental Toxicology*, 26, 811-816

Shin-ichi Sakai, Yukio Noma, Akiko Kida (2007) End-of-life vehicle recycling and automobile shredder residues management in Japan, *Journal of Material Cycles Waste Management*, 9, 151-158

Yamamoto T, Ohara A, Noma Y, Nishizawa K, Yasuhara A, Sakai S (2007) Photodegradation of tetraphenyltin contained in polychlorinated biphenyl-based transformer oil simulants in alkaline 2-propanol solution, *Journal of Material Cycles Waste Management*, 9(2), 188-193

Tasaki T, Oguchi M, Kameya T, Urano K (2007) Screening of Metals in Waste Electrical and Electronic Equipment Using Simple Assessment Methods, *Journal of Industrial Ecology*, 11 (4), 64-84

高橋史武, 貴田晶子, 島岡隆行 (2007) 廃棄物溶融スラグ利用アスファルトの磨耗粉塵におけるスラグの寄与, *環境工学研究論文集*, 44, 453-462

遠藤和人, 肴倉宏史, 大迫政浩 (2007) 境膜厚さに着目したバッチとカラム溶出試験における溶出挙動の比較, 第7回環境地盤工学シンポジウム論文集, 155-162

肴倉宏史, 崎田省吾, 遠藤和人, 貴田晶子, 大迫政浩 (2007) 連続バッチ型溶出試験における再生材からの成分溶出挙動の解析, 第7回環境地盤工学シンポジウム論文集, 163-168

貴田晶子, 高橋史武 (2007) 日本及び海外の水銀の大気排出インベントリー, *地球環境*, 12(2)

Hidetaka Takigami, Toru Etoh, Tsukasa Nishio, Shin-ichi Sakai (2008) Chemical and bioassay monitoring of PCB-contaminated soil remediation using solvent extraction technology, *Journal of Environmental Monitoring*, 10, 198-205

Hidetoshi Kuramochi, Katsuya Kawamoto, Shin-ichi Sakai (2008) Measurements of water solubility and 1-octanol/water partition coefficient of 2,4,6-Tribromophenol, *Journal of Environmental Monitoring*, 10, 206-210

Fumitake Takahashi, Mitsuo Yamagata, Kenji Yasuda, Akiko Kida (2008) Impact of mercury emissions from incineration of automobile shredder residue in Japan, *Applied Geochemistry*, 23 (In Press)

Kose T. Yamamoto T, Anegawa A, Mohri S, Ono Y (2008) Source analysis for polycyclic aromatic hydrocarbon in road dust and urban runoff using marker compounds, *Desalination* (In press)

Anegawa A, Yamamoto T, Kose T, Mohri S, Ono Y (2008) Contribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Road Traffic Sources to River Sediment, *Environmental Forensics* (In press)

Suzuki G, Takigami H, Watanabe M, Nose K, Takahashi S, Asari M, Sakai S (2008) Identification of Brominated and Chlorinated Phenols as Potential Thyroid-disrupting Compounds in Indoor Dusts, *Environmental Science & Technology* (In press)

(査読なし)

大迫政浩, 肴倉宏史 (2006) 再生製品の環境安全管理に関する現状と今後の展望－建設資材系再生製品に関する評価方法と許容基準－, *廃棄物学会誌*, 17 (4), 206-233

山本貴士 (2007) 工業用ヘキサブロモシクロドデカン製剤に含まれる立体異性体の分離分析, *ぶんせき*2007(5), 252

宮脇健太郎, 大迫政浩, 肴倉宏史 (2007) 都道府県等におけるリサイクル製品認定制度の現状と課題－精度調査と問題事例－, *廃棄物学会誌*, 18(3), 182-193

肴倉宏史, 大迫政浩 (2007) 建設系再生製品を対象とした環境安全性評価試験システムの廃棄物学会規格化への取り組み, *廃棄物学会誌*, 19(6), 321-329

(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

(査読付き)

関戸知雄, 土手 裕, 井上雄三 (2007) 畜産廃棄物の適正資源化量決定のための窒素・リンのフロー解析, *廃棄物学会論文誌*, 18(6), 382-391

H. Kuramochi, D. Nakajima, S. Goto, K. Sugita, W. Wu, K. Kawamoto (2008) HCl emission during co-pyrolysis of demolition wood with a small amount of PVC film and the effect of wood constituents on HCl emission reduction, *Fuel* (in press)

K. Maeda, H. Kuramochi, M. Osako, K. Nakamura, S. Saki, T. Fujimoto, Y. Asakuma, K. Fukui (2008) Phase equilibrium of biodiesel compounds for the triolein-palmitic acid-methanol system with dimethyl ether as cosolvent, *J. Chem. Eng. Data* (in press)

P. Safaeefar, H. M. Ang, H. Kuramochi, Y. Asakuma, K. Maeda, M.O. Tade, K. Fukui (2007) Measurement and correlation of the solubility of $MnSO_4 \cdot H_2O$ with $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ in 2-propanol + H_2O solution, *Fluid Phase Equilibria*, 262, 82-86

D. Nakajima, S. Nagame, H. Kuramochi, K. Sugita, S. Kageyama, T. Shiozaki, T. Takemura, F. Shiraishi, S. Goto (2007) Polycyclic aromatic hydrocarbon generation behavior in the process of carbonization of wood, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 79, 221-225

J. Freitag, Y. Yokoyama, H. Kuramochi, K. Kawamoto, K. Nagahama, S. Kato (2007) Measurements of the solubility of derivatized amino acid in supercritical carbon dioxide, *Fluid Phase Equilibria*, 257, 21-206

P. Safaeefar, H. M. Ang, H. Kuramochi, Y. Asakuma, K. Maeda, M.O. Tade, K. Fukui (2006) Measurement and Correlation of the Solubility of $MnSO_4 \cdot H_2O$ with $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ in EtOH + H_2O Solution, *Fluid Phase Equilibria*, 250, 64-69

T. Kondo, Y. Ebie, S. Tsuneda, Y. Inamori (2007) Detection of defluvicoccus-relative glycogen-accumulating organisms in enhanced biological phosphorus removal processes, *Microbes and Environments*, 22(2), 190-195

T. Kondo, Y. Ebie, S. Tsuneda, Y. Inamori (2007) Characterization of the high-density bacteria in biological phosphorus removal process by using buoyant density separation, *Japanese Journal of Water Treatment Biology*, 43(1), 51-62

発表者・(刊年)・題目・掲載誌・巻(号)・頁

T. Kondo, Y. Ebie, N. Noda, N. Iwami, S. Tsuneda, Y. Inamori (2007) Evaluation of polyphosphate-accumulating organisms indicators in the start-up phase in enhanced biological phosphorus removal process using conventional methods and microautoradiography-FISH, *Japanese Journal of Water Treatment Biology*, 43(1), 19-29

(査読なし)

発表者・(刊年)・題目・掲載誌・巻(号)・頁

K. Kawamoto (2008) Waste recycling technologies required by a sound material-cycle society, *Sci. Technol. Trends Q.Rev.*, 27, 38-56

川本克也 (2007) 循環型社会に求められる廃棄物の再生資源化技術, *科学技術動向*, 81, 11-22,

井上雄三ほか (2007) 日本農業経営学会編: 循環型社会の構築と農業経営, *農林統計協会*, 21-41

井上雄三 (2006) 有機性廃棄物資源化の意義と課題, *用水と廃水*, 48(10), 43-51

蛭江美孝, 近藤貴志, 徐 開欽, 常田 聡, 稲森悠平 (2007) リン回収技術の現状と将来展望, *再生と利用*, 30(117), 6-10,

稲森隆平, 稲森悠平, 孔 海南 (2007) 生物処理における酸生成嫌気性微生物による分解: *月刊食品工場長*, 118, 60-61

稲森悠平, 徐 開欽, 蛭江美孝, 稲森隆平 (2007) 排水・汚水処理技術集成, エヌ・ティー・エス, 序論 1 水循環社会に向けた排水・汚水技術の取り組み, 1-28

稲森悠平, 加藤善盛, 稲森隆平, 蛭江美孝, 清水康利 (2006) 水処理に伴って発生する汚泥の処理・処分技術と政策動向, *資源環境対策*, 42(5), 63-74

(4) 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

(査読付き)

発表者・(刊年)・題目・掲載誌・巻(号)・頁

A. Terazono, S. Murakami, N. Abe, B. Inanc, Y. Moriguchi, S. Sakai, M. Kojima, A. Yoshida, J. Li, J. Yang, M. H. Wong, A. Jain, I-S. Kim, G. L. Peralta, C-C Lin, T. Mungcharoen, E. Williams (2006) Current status and research on E-waste issues in Asia, *J. Material Cycles and Waste Management*, 8(1), 1-12

S. Murakami, A. Terazono, N. Abe, Y. Moriguchi, H. Miyakawa (2006) Material Flows of End of Life Home Appliances from Japan *J. Material Cycles and Waste Management*, 8(1), 46-55

Takigami H, Behnisch PA, Shiozaki K, Ohno M, Sakai SI (2006) Bioassay monitoring of waste PCB samples during chemical destruction treatments, *Water Science and Technology*, 53 (11), 43-50

Hirobe M, Goda Y, Okayasu Y, Tomita J, Takigami H, Ike M, Tanaka H (2006) The use of enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA) for the determination of pollutants in environmental and industrial wastes, *Water Science and Technology*, 54 (11-12), 1-9

Kajiwara N, Kamikawa S, Ramu K, Ueno D, Yamada T K, Subramanian A N, Lam P K S, Jefferson T A, Prudente M, Chung K H, Tanabe S (2006) Geographical distribution of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and organochlorines in small cetaceans from Asian waters, *Chemosphere* 64, 287-295

Kajiwara N, Kunisue T, Kamikawa S, Ochi Y, Yano S, Tanabe S (2006) Organohalogen and organotin compounds in killer whales mass-stranded in the Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Japan, *Marine Pollution Bulletin* 52, 1066-1076

Minh N H, Minh T B, Kajiwara N, Kunisue T, Subramanian A, Iwata H, Tana T S, Baburajendran R, Karuppiah, S, Viet P H, Tuyen B C, Tanabe S (2006) Contamination by persistent organic pollutants in dumping sites of Asian developing countries: Implication of emerging pollution sources, *Archives of environmental contamination and toxicology*, 50, 474-481

- Ramu K, Kajiwara N, Lam P K S, Jefferson T A, Zhou K, Tanabe S (2006) Temporal variation and biomagnification of organohalogen compounds in finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides*) from the South China Sea, *Environmental Pollution* 144, 516-523
- Inamori R., Xu K-Q., Gui P., Ebie Y., Inamori Y., Matsumura M (2006) Characteristic analysis of the organic substance and nutrient removal and the green house gas emission in the soil treatment systems with aquatic plants, *Jpn.J.Water Treat.Biol.* 42(4), 185-197
- R. Inamori, P. Gui, P. Dass, M. Matsumura, K. Xu, T. Kondo, Y. Ebie and Y. Inamori (2007) Investigating CH₄ and N₂O Emissions from Eco-Engineering Wastewater Treatment Processes Using Constructed Wetland Microcosms, *Process Biochemistry*, 42 (3), 363-373.
- 村上(鈴木)理映(2007)台湾の廃棄物リサイクル政策の実態と課題 使用済み家電を事例として, *廃棄物学会論文誌*, 18(4), 250-263.
- Hidetaka Takigami, Toru Etoh, Tsukasa Nishio, Shin-ichi Sakai (2008) Chemical and bioassay monitoring of PCB-contaminated soil remediation using solvent extraction technology, *Journal of Environmental Monitoring*, 10, 198-205
- Kajiwara N, Watanabe M, Wilson S, Eybatov T, Mitrofanov I V, Aubrey D G, Khuraskin L S, Miyazaki N, Tanabe S (2008) Persistent organic pollutants (POPs) in Caspian seals of unusual mortality event during 2000 and 2001, *Environmental Pollution* 152, 431-442
- Kajiwara N, Kamikawa S, Amano M, Hayano A, Yamada T K, Miyazaki N, Tanabe S (2008) Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and organochlorines in melon-headed whales, *Peponocephala electra*, mass stranded along the Japanese coasts: maternal transfer and temporal trend, *Environmental Pollution* (in press)
- Lam J C W, Kajiwara N, Ramu K, Tanabe S, Lam P K S (2007) Assessment of polybrominated diphenyl ethers in eggs of waterbirds from South China. *Environmental Pollution*, 148, 258-267
- Ramu K, Kajiwara N, Isobe T, Takahashi S, Kim E Y, Min B Y, We S U, Tanabe S (2007) Spatial distribution and accumulation of brominated flame retardants, polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in blue mussels (*Mytilus edulis*) from coastal waters of Korea, *Environmental Pollution* 148, 562-569
- Ramu, K., Kajiwara, N., Sudaryanto, A., Isobe, T., Takahashi, S., Subramanian, A., Ueno, D., Zheng, G.J., Lam, P.K., Takada, H., Zakaria, M.P., Viet, P.H., Prudente, M., Tana, T.S., Tanabe, S. (2007) Asian Mussel Watch Program: contamination status of polybrominated diphenyl ethers and organochlorines in coastal waters of Asian countries. *Environmental Science & Technology* 41, 4580-4586
- 澤村啓美, 山田正人, 宮城俊彦, 石垣智基, 池道彦(2007) 亜熱帯・熱帯地域の廃棄物埋立地における微生物生態系の調査, *水環境学会誌*, 30 (11), 621-628
- 阿部 誠, 山田正人, 井上雄三(2007) ミミズの忌避性を指標とした処分場浸出水試料の環境影響評価手法, *環境科学会誌*, 20(6), 203-510
- Y. Wang, R. Inamori, H. Kong, Kaiqin Xu, Y. Inamori, T. Kondo, J. Zhang (2008) Influence of plant species and wastewater strength on constructed wetland methane emissions and associated microbial populations, *Ecological Engineering*, 32, 22-29
- Y. Wang, R. Inamori, H. Kong, Kaiqin Xu, Y. Inamori, T. Kondo, J. Zhang (2008) Nitrous oxide emission from polyculture constructed wetlands, Effect of plant species, *Environmental Pollution*, 152, Issue 2, 351-360
- Kuwabara T., Kimochi Y., Xu K-Q., Inamori Y., Matsumura M. (2007) Analysis of the characteristics of CH₄ and N₂O Emission in the bench-scale lagoon system, *Japanese Journal of Water Treatment Biology*, 43(2), 83-90
- Kuwabara T., Matsumura M., Hayashi N., Xu K-Q., Inamori Y. (2007) Evaluation of the role of the aquatic plants in floating type edible aquatic plant purification system, *Japanese Journal of Water Treatment Biology*, 43(2), 91-97
-

林 紀男, 稲森隆平, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2007) 水生植物を植栽した溜池の水質浄化に果たすオタマジャクシの役割, 7(1), 7-12

(査読なし)

寺園 淳 (2006) アジアにおける E-waste 問題, 廃棄物学会誌, 17(2), 69-77

寺園 淳 (2006) アジアにおけるごみ事情, C&G, 10, 16-23

村上進亮, 吉田 綾, 村上理映, 寺園 淳 (2006) e-waste の国際資源循環と資源性・有害性, エネルギー・資源, 27(4), 260-263

吉田 綾 (2006) 中国におけるリユース・リサイクル, 廃棄物学会 C&G, 10, 54-59

山田正人 (2006) 分別という技術, 都市清掃, 59, 311-314

鈴木理恵, 徐 開欽, 佐竹隆顕, 山崎宏史, 稲森悠平 (2006) ディスポーザ活用排水処理システムの浄化機能と微小動物の質的量的特性, 用水と廃水, 48(11), 994-1001

稲森隆平, 徐 開欽, 山本智子, 松村正利, 稲森悠平 (2006) 生態工学を活用した水生植物による浄化技術, 用水と廃水, 48(11), 963-975

寺園 淳 (2007) アジアにおける E-Waste 問題について, 月刊廃棄物, 3月号, 22-29

寺園 淳 (2007) リサイクル法のルートから漏れる使用済み家電はどこへ行く?, 週刊エコノミスト, 2007年9月25日号, 毎日新聞社, 東京, 84-87

寺園 淳 (2008) 日中間における PET など廃プラスチックのリサイクル, 環境技術会誌, 130, 1-5

村上理映 (2007) 韓国と台湾の家電リサイクルシステム—生産者の責任の相違と政府の管理, 環境と公害, 34(4), 49-52

貴田晶子, 滝上英孝 (2007) 循環・廃棄物処理における試験法とその簡易法, 廃棄物学会誌, 18(6), 361-369

滝上英孝 (2008) 廃棄物試料のダイオキシン類への生物検定法の適用と課題, エンバイオ (印刷中)

山田正人 (2007) CDM と廃棄物管理, 都市清掃, 60, 345-350

立尾浩一, 山田正人, 石垣智基, 大塚康治, 植木祥治 (2007) ベトナム社会主義共和国の廃棄物の現状, 日本環境衛生センター所報, 33, 71-75

稲森悠平, 稲森隆平, 蛭江美孝, 徐 開欽 (2007) バイオ・エコ技術を活用した中国への水環境再生保全戦略, 月刊下水道, 30(11), 58-62

稲森悠平, 徐 開欽, 稲森隆平 (2007) 環境農業直接支払制度を具体化した「環境こだわり農業」による水環境保全, 用水と廃水, 49(6), 3-6

稲森悠平, 徐 開欽, 稲森隆平 (2007) 中国の水環境の現状と污水処理事業の進展, 用水と廃水, 49(5), 363-367

徐 開欽, 稲森悠平, 須藤隆一 (2007) 深刻さ増す中国のアオコ問題, 対策に本格的取組み—「第7回江蘇科学技術フォーラム」に参加して—, 用水と廃水, 49(12), 1006-1010

稲森悠平, 徐 開欽, 稲森隆平, 蛭江美孝, 須藤隆一 (2008) Bio・Eco System を活用した我が国の対策を踏まえた中国における水環境保全再生戦略(1), 水, 50(1), 14-27

稲森悠平, 徐 開欽, 稲森隆平, 蛭江美孝, 須藤隆一 (2008) Bio・Eco System を活用した我が国の対策を踏まえた中国における水環境保全再生戦略(2), 水, 50(2), 14-26

稲森悠平, 稲森隆平, 徐 開欽, 蛭江美孝 (2008) バイオエコシステムを導入した高度処理による水環境保全再生, 水, 新年増刊号, 33-40

寺園 淳 (2007) アジアのごみ事情 (pp.184-185), ペットボトルの輸出 (pp.188-189), 中古家電, 中古製品の行方 (pp.190-191), In: 循環型社会キーワード事典, 廃棄物・3R研究会編, 中央法規出版, 東京

吉田 綾 (2007) 中国の環境法制, 循環型社会キーワード事典, 廃棄物・3R研究会編, 中央法規出版, 東京

吉田 綾 (2008) 第6章 中国におけるリサイクルー使用済み家電と自動車の事例ー, アジアにおけるリサイクル, 小島道一編, アジア経済研究所

小島道一, 吉田 綾, 佐々木創 (2008) 第10章 発展途上国におけるEPRおの適用とその課題ータイ・中国を中心にー, アジアにおけるリサイクル, 小島道一編, アジア経済研究所

(5) 廃棄物管理の着実な実践のための調査・研究

(査読付き)

Yuya Deguchi, Tomoyasu Toyozumi, Shuichi Masuda, Akio Yasuhara, Shino Mohri, Masato Yamada, Yuzo Inoue, Naohide Kinae (2007) Evaluation of mutagenic activities of leachates in landfill sites by micronucleus test and comet assay using goldfish, *Mutat. Res.*, 627, 178-185

藤井 実, 川畑隆常, 橋本征二, 村上進亮, 南齋規介, 山田正人, 大迫政浩, 森口祐一 (2007) ネットの輸送ー輸送効率の包括的評価指標, 廃棄物学会論文誌, 18, 77-85

Bulent Inanc, Yuzo Inoue, Masato Yamada, Yusaku Ono, Masanao Nagamori (2007) Heavy metal leaching from aerobic and anaerobic landfill bioreactors of co-disposed municipal solid waste incineration bottom ash and shredded low-organic residues, *J. Hazard. Mater.*, 141, 793-802

Kagawa, S., Nakamura, S., Inamura, H., Yamada, M. (2007) Measuring Spatial Repercussion Effects of Regional Waste Management, *Resources, Conservation & Recycling*, 51, 141-174.

長森正尚, 小野雄策, 河村清史, 山田正人, 小野芳朗 (2007) 浸出水質による一般廃棄物最終処分場の評価ーその類型化とEC測定の有用性ー, 廃棄物学会論文誌, 18, 325-334

澤村啓美, 山田正人, 宮城俊彦, 石垣智基, 池 道彦 (2007) 亜熱帯・熱帯地域の廃棄物埋立地における微生物生態系の調査, *水環境学会誌*, 30 (11), 621-628

Kishimoto N, Nakagawa T, Asano M, Abe M, Yamada M, Ono Y (2007), Ozonation combined with electrolysis of 1,4-dioxane using a two-component electrolytic flow cell with solid electrolyte, *Wat. Res.*, 42, 379-385

阿部 誠, 山田正人, 井上雄三 (2007) ミミズの忌避性を指標とした処分場浸出水試料の環境影響評価手法, *環境科学会誌*, 20(6), 203-210

内田佳子, 小峯秀雄, 安原一哉, 村上 哲, 遠藤和人 (2008) 廃棄物最終処分場覆土材におけるメタン酸化細菌の育成可能な条件の提示, *地盤工学ジャーナル*, 3(1), 85-93

K. Inoue, K. Kawamoto (2008) Adsorption characteristics of carbonaceous adsorbents for organic pollutants in a model incineration exhaust gas, *Chemosphere*, 70(3), 349-357

鈴木 剛, ハリー・ベッセリンク, エミール・フェルゼル, アブラハム・ブラウワー, 酒井伸一, 滝上英孝 (2007) DR-CALUXアッセイを用いた食品および飼料中のダイオキシン類測定に係る国際相互検定研究の紹介, *環境化学*, 17 (3), 483-493

R.Inamori, P.Gui, P.Dass, M.Matsumura, K-Q.Xu, T.Kondo, Y.Inamori (2007) Investigating CH₄ and N₂O emissions from eco-engineering wastewater treatment processes using constructed wetland microcosms, *Process Biochemistry*, 42, 363-373

林 紀男, 稲森隆平, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2007) 水生植物を植栽した溜池の水質浄化に果たすオタマジャクシの役割, 四万十・流域圏学会誌, 7(1), 7-12

G.Nakagawa, Y.Ebie, S.Tsuneda, M.Matsumura, K-Q Xu, Y.Inamori (2007) Analysis of the Relationship between Ammonia Oxidizing Bacterial Populations and Nitrification Efficiency in Full-Scale Advanced Johkasou Using Different Structured Carriers by Real-Time PCR, Japanese Journal of Water Treatment Biology, 43(3), 143-149

T.Kondo, Y.Ebie, S.Tsuneda, Y.Inamori (2007) Detection of *Deftuvicoccus*-related Glycogen-accumulating Organisms in Enhanced Biological Phosphorus Removal Processes, Microbes and Environments, 22(2), 190-195

山崎宏史, 鈴木理恵, 清水康利, 蛭江美孝, 稲森悠平, 西村 修 (2006) 嫌気・好気高循環排水処理システムの窒素除去特性と運転操作条件の関係解析, 日本水処理生物学会誌, 42(3), 151-157

K.Furukawa, T.Hoshino, S.Tsuneda, Y.Inamori (2006) Comprehensive Analysis of Cell Wall-Permeabilizing Conditions for Highly Sensitive Fluorescence In Situ Hybridization, Microbes and Environments, 21(4), 227-234

林 紀男, 桑原享史, 稲森隆平, 稲森悠平, 須藤隆一 (2006) 水生植物を植栽した溜池の水質浄化に果たすユスリカ類の役割, 四万十・流域圏学会誌, 5(2), 35-42

N.Sugiura, K.Okano, P.Bremdan, M.Utsumi, Y.Inamori, O.Nishimura, R.Sudo (2006) Adsorption and Biodegradation Characteristics of Musty Odorous Compounds, 2-Methylisoborneol and Geosmin, Japanese Journal of Water Treatment Biology, 42(2), 85-91

Zhang J., Xu K-Q., Yang Y., Hayashi S., Watanabe M (2006) Measuring water storage fluctuations in lake dongtin, China, by TOPEX/POSEIDON satellite altimetry, Environ.Monit.Assess., 115(1/3), 23-27

Yukio Noma, Yoshito Mitsuhara, Kiyoshi Matsuyama, Shin-ichi Sakai (2007) Pathways and products of the degradation of PCBs by the sodium dispersion method, Chemosphere 68, 871-879

Yamamoto T, Noma Y, Sakai S I, Shibata Y (2007) Photodegradation of perfluorooctane sulfonate by UV irradiation in water and alkaline 2-propanol, Environmental Science & Technology, 41(16), 5660-5665

Yukari Ishikawa, Yukio Noma, Takashi Yamamoto, Yoshihito Mori, Shin-ichi Sakai (2007) PCB decomposition and formation in thermal treatment plant equipment, Chemosphere 67, 1383-1393

Yukari Ishikawa, Yukio Noma, Yoshihito Mori, Shin-ichi Sakai (2007) Congener profiles of PCBs and a proposed new set of indicator congeners, Chemosphere 68, 1838-1851

(査読なし)

井上雄三 (2007) 廃棄物最終処分場のあり方, 電気評論, 92(5), 52-53

井上雄三 (2007) 廃棄物埋立処分場の未来形, 科学, 78(2), 188-190

山田正人 (2007) CDMと廃棄物管理, 都市清掃, 60, 345-350

立尾浩一, 山田正人, 石垣智基, 大塚康治, 植木祥治 (2007) ベトナム社会主義共和国の廃棄物の現状, 日本環境衛生センター所報, 33, 71-75

田中宏和, 田中博義, 橘 治廣, 山田正人 (2007) 福井豪雨災害における水害廃棄物への対応について, 都市清掃, 60, 220-226

山田正人, 遠藤和人, 坂内 修, 阿部 誠, 井上雄三, 小野雄策, 石渡康尊, 灘 重樹, 福井 博, 小野芳朗 (2007) 場内観測井を用いた最終処分場の安定化モニタリング, 都市清掃, 60, 253-256

小野雄策, 遠藤和人, 山田正人 (2007) 日本における産業廃棄物の処分を巡る諸問題ー現場で何がおきているー, 廃棄物学会誌, 18(6), 370-381

- 遠藤和人, 小野雄策 (2008) 廃棄物最終処分場の抱える潜在環境汚染ポテンシャルの評価とモニタリング, 生活と環境, 53(1), 82-87
- 小野雄策, 遠藤和人, 山田正人 (2008) 循環型社会における安全・安心な最終処分場を求めて, 生活と環境, 53(3), 71-79
- 川本克也 (2006) 廃棄物焼却技術の進展, 環境研究, 143, 80-89
- 山田正人 (2007) 自然・社会と対話する環境工学 物質循環は本当に閉じるのか, pp.84-86: In, (社)土木学会, 東京, pp.179+
- 川本克也ほか(廃棄物・3R研究会編) (2007) 循環型社会キーワード辞典, 中央法規出版株式会社, 18-19, 38-39, 52-59
- 川本克也ほか(公害防止の技術と法規編集委員会編) (2008) 新・公害防止の技術と法規2008ダイオキシン類編, 丸善株式会社, 190-209, 東京
- 貴田晶子 (2007) 入門講座 失敗から学ぶ分析技術のコツ 分析試料に関するトピックス, 廃棄物試料, ぶんせき, 628-634
- 田崎智宏, 谷川 昇 (2007) 廃棄物と循環資源のサンプリング, 廃棄物学会誌, 18(6), 345-352
- 貴田晶子, 滝上英孝 (2007) 循環・廃棄物処理における試験法とその簡易法, 廃棄物学会誌, 18(6), 361-369
- 滝上英孝 (2008) 廃棄物試料のダイオキシン類への生物検定法の適用と課題, エンバイオ (印刷中)
- 平井昭司監修 (2007) (社)日本分析化学会編: 現場で役立つ環境分析の基礎, オーム社
- 稲森悠平, 徐 開欽, 稲森隆平, 蛭江美孝, 須藤隆一 (2008) Bio・Eco Systemを活用した我が国の対策を踏まえた中国における水環境保全再生戦略(1), 水, 50(1), 14-27
- 稲森悠平, 徐 開欽, 稲森隆平, 蛭江美孝, 須藤隆一 (2008) Bio・Eco Systemを活用した我が国の対策を踏まえた中国における水環境保全再生戦略(2), 水, 50(2), 14-26
- 稲森悠平, 稲森隆平, 徐 開欽, 蛭江美孝 (2008) バイオエコシステムを導入した高度処理による水環境保全再生, 水, 新年増刊号, 33-40
- 稲森悠平, 徐 開欽, 稲森隆平 (2007) 環境農業直接支払制度を具体化した「環境こだわり農業」による水環境保全, 用水と廃水, 49(6), 3-6
- 稲森悠平, 徐 開欽, 稲森隆平 (2007) 中国の水環境の現状と汚水処理事業の進展, 用水と廃水, 49(5), 363-367
- 徐 開欽 (2007) 中国の水環境改善へ向けた国際協力の重要性ー中国環境科学学会水環境分会2006年大会に参加して, 用水と廃水, 49(1), 17-19
- 徐 開欽, 稲森悠平, 須藤隆一 (2007) 深刻さ増す中国のアオコ問題: 対策に本格的取組みー「第7回江蘇科学技術フォーラム」に参加してー, 用水と廃水, 49(12), 1006-1010
- 稲森隆平, 稲森悠平, 孔 海南 (2007) 生物処理における汚泥減量化, 月刊食品工場長, (117), 62-63
- 稲森隆平, 稲森悠平, 孔 海南 (2006) 生物処理におけるリン蓄積, 月刊食品工場長, (116), 64-65
- 稲森隆平, 孔 海南, 稲森悠平 (2006) 生物処理における硝化・脱窒, 月刊食品工場長, (115), 68-69
- 稲森隆平, 孔 海南, 稲森悠平 (2006) 生物処理における独立・従属栄養微生物の働きと有機物の酸化・分解, 月刊食品工場長, (114), 64-65
- 稲森隆平, 孔 海南, 稲森悠平 (2006) 生物処理に出現する微生物の増殖, 月刊食品工場長, (113), 60-61
- 稲森悠平, 孔 海南, 稲森隆平 (2006) 生物処理に係わる微生物の種類, 月刊食品工場長, (110), 56-57
- 徐 開欽 (2006) アメリカの水事情(5)ー水危機・水紛争を防ぐためのWater 2025ー, 用水と廃水, 48(1), 12-16

- 徐 開欽 (2006) アメリカの水事情－特別編 南部を直撃したハリケーン「カトリーナ」(1), 用水と廃水, 48(4), 288-291
- 徐 開欽 (2006) アメリカの水事情－特別編 南部を直撃したハリケーン「カトリーナ」(2), 用水と廃水, 48(5), 385-390
- 徐 開欽, 稲森悠平, 渡辺正孝 (2006) 三峡ダム湖湛水後の周辺流域環境の現状と課題, 用水と廃水, 48(7), 550-553
- 徐 開欽 (2006) アメリカの水事情(6)－排水再利用の動向, 用水と廃水, 48(11), 936-939
- 鈴木理恵, 徐 開欽, 佐竹隆顕, 山崎宏史, 稲森悠平 (2006) ディスポーザ活用排水処理システムの浄化機能と微小動物の質的量的特性, 用水と廃水, 48(11), 994-1001
- 稲森隆平, 徐 開欽, 山本智子, 松村正利, 稲森悠平 (2006) 生態工学を活用した水生植物による浄化技術, 用水と廃水, 48(11), 963-975
- 徐 開欽, 稲森悠平, 須藤隆一 (2006) アメリカにおける分散型排水処理システムの政策的動向, 月刊浄化槽, (365), 4-11
- 徐 開欽 (2006) アメリカの水事情(7)－排水再利用の事例, 用水と廃水, 48(12), 1020-1025
-

(6) 基盤的な調査・研究

(査読付き)

- 佐伯 孝, 川本克也 (2007) 高压流体を用いた食品廃棄物の資源化技術の現状と課題, 廃棄物学論文誌, 18(4), 219-229
-

(査読なし)

- 酒井伸一, 山本貴士, 野馬幸生, 貴田晶子, 寺園 淳 (2006) アスベスト廃棄物の熔融分解とその分析学的評価に関する研究, 廃棄物学会誌, 17(5), 290-300
- 山本貴士, 貴田晶子, 野馬幸生, 寺園 淳, 酒井伸一 (2007) アスベスト含有廃棄物の無害化処理とその評価, 都市清掃, 60(1), 47-53
- 川本克也 (2007) 循環型社会に求められる廃棄物の再生資源化技術, 科学技術動向, 81, 11-22
-

2 口頭発表

(1) 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

発表者・(暦年)・題目・学会等名称・開催都市名

橋本征二, 森口祐一, 田崎智宏 (2006) 自由記述法による循環型社会のイメージ調査, 環境経済・政策学会, 2006.7年大会報告要旨集, 169-170, 京都市

Tanikawa, H. S. Hashimoto, S. Yamamoto (2006) Spatial estimation of city-scale MFA for construction sector using 4D-GIS, 2006 ConAccount Meeting Abstract Reader, 6-7, Vienna

Hashimoto, S., I. Daigo, K. Nakajima, M. Fuse, S. Murakami, K. Yokoyama, E. Yamasue, W. Tamaki, H. Tanikawa, O. Umezawa (2006) Preliminary idea of Material Stock Accounts: objectives, system boundary, and categories of stocked materials, 2006 ConAccount Meeting Abstract Reader, 12, Vienna,

東岸芳浩, 谷川寛樹, 橋本征二 (2006) GIS 差分データを用いた都市構造物の耐用年数推計に関する研究, 第34回環境システム研究論文発表会講演集, 151-156, 京都市

稲垣さや香, 谷川寛樹, 橋本征二 (2006) 建築物解体時における未回収建設資材の推計に関する研究, 第34回環境システム研究論文発表会講演集, 291-296, 京都市

橋本征二, 醍醐一朗, 中島謙一, 布施正暁, 村上進亮, 横山一代, 山末英嗣, 玉城わかな, 谷川寛樹, 梅澤 修 (2006) 物質ストック勘定 (Material Stock Accounts) 体系の構築に向けた基礎的検討, 第16回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 53-55, 北九州市

東岸芳浩, 稲垣さや香, 谷川寛樹, 橋本征二 (2006) マテリアルストック推計に必要な建築物の耐用年数および未回収資材量に関する研究, 第16回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 205-207, 北九州市

橋本征二, 田畑智博, 山中裕文, 松本 亨, 田崎智宏, 森口祐一, 井村秀文 (2006) 自治体の廃棄物処理事業を対象とした環境会計の提案, 2006年度応用経済学会秋季大会, 広島市

橋本征二, 谷川寛樹, 森口祐一 (2007) 潜在的な廃棄物?建設鉱物の事例研究, 第2回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 160-161, 文京区

山末英嗣, 奥村英之, 石原慶一, 中島謙一, 橋本征二 (2007) 家電製品の廃棄に伴うレアメタルの潜在的拡散量評価, 日本金属学会講演概要第140回, 321, 習志野市

Susumu Tohno, Kazuo Gotoh, Keisuke Nansai, Toshiharu Sugiyama (2006) Atmospheric Environmental Impact of Aerosols and Determination of Sectoral PM Emissions Applied to Input-output Analysis, Proceedings of The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)", 646-651, Bangkok, Thailand

Kazuyo Yokoyama, Kenichi Nakajima, Keisuke Nansai, Tetsuya Nagasaka (2006) Modeling of circulation about waste materials considering the contamination of impurities, Proceedings of The Seventh International Conference on EcoBalance, 233-236, Ibaraki, Japan

Keisuke Nansai, Minoru Fujii, Shinsuke Murakami, Seiji Hashimoto, Yuichi Moriguchi (2006) A Simple Indicator to Identify the Environmental Soundness of Growth of Consumption and Technology, Proceedings of The Seventh International Conference on EcoBalance, 457-460, Ibaraki, Japan

Keisuke Nansai (2006) Which is faster, consumption growth or technological dematerialization ?, 2006 ConAccount Meeting Abstract Reader, 27-28, Vienna, Austria

Keisuke Nansai, Shigemi Kagawa, Yuichi Moriguchi (2006) Proposing a new environmental indicator for consumption growth and technological changes: "eco-velocity", Book of Abstracts of 2006 Intermediate Input-Output Meetings on Sustainability, Trade & Productivity, 46, Sendai, Japan

Yuichi Moriguchi, Keisuke Nansai, Seiji Hashimoto, Shinsuke Murakami, Shigekazu Matsui, Shigesada Takagi (2006) Material flow of solid wastes and other residues described in physical input-output tables, Book of Abstracts of 2006 Intermediate Input-Output Meetings on Sustainability, Trade & Productivity, 16, Sendai, Japan

Nansai, K., Moriguchi, Y. (2006) Two Practical Approaches to Estimate Sectoral Environmental Burden Applied for LCA Based on an Input-Output Analysis, Proceeding of SETAC Europe 16th Annual Meeting, 121, Den Hague, The Netherland

阿部直也, 大迫政浩 (2006) 自治体レベルの廃棄物行政改善のためのベンチマーキング手法導入の意義と課題に関する検討, 第17回廃棄物学会研究発表会, 北九州市

阿部直也, 大迫政浩 (2007) 地方自治体による一般廃棄物行政業績の自治体間比較の意義と課題～ベンチマーキング手法に着目して～, 第28回全国都市清掃研究・事例発表会, 川口市

秋山 貴, 伊藝直哉, 大迫政浩, 阿部直也 (2007) ベンチマーキング手法による廃棄物行政比較の際の自治体類型化に関する研究, 第28回全国都市清掃研究・事例発表会, 川口市

Chang-Hwan Jung, Masahiro Osako, Dong-Hoon Lee (2006) Safety Quality Level for Secondary Construction Materials, 2006年韓国廃棄物学会研究発表会

Chang-Hwan Jung, Masahiro Osako, Dong-Hoon Lee (2006) Environmental safety management system for recycled material in Korea, WASCON 2006 Conference

Chang-Hwan Jung, Masahiro Osako (2006) Recovery of Rare Metals in Fly Ash Generated from Ash Melting and Gasification/Melting of Municipal Solid Waste, 第17回廃棄物学会研究発表会, 北九州市

小林健一, 入佐孝一, 田崎智宏, 橋本征二, 森口祐一 (2007) 廃棄物処理施設ごとの施設運営・維持管理費の調査・集計手法について, 第28回全国都市清掃研究・事例発表会, 97-99

田崎智宏, 橋本征二, 森口祐一, 小林健一, 入佐孝一 (2006) 廃棄物処理施設のライフサイクルコストの調査・研究, 第16回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 84-86

小口正弘, 田崎智宏, 森口祐一 (2006) 使用済み電気・電子製品の発生要因の解析, 第16回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 158-160

Minoru Fujii, Seiji Hashimoto, Masahiro Osako, Yuichi Moriguchi (2006) Selection of a recycling process from the viewpoint of material flow, 2006 ConAccount meeting, Vienna, Austria

藤井 実, 橋本征二, 南齋規介, 村上進亮, 大迫政浩, 森口祐一 (2006) マテリアルリサイクルの評価方法に関する検討, 第17回廃棄物学会研究発表会, 北九州国際会議場, 福岡

藤井 実, 稲葉陸太, 橋本征二, 南齋規介, 大迫政浩, 森口祐一 (2007) ものと機能の組み合わせの最適化に関する研究, 第2回日本LCA学会研究発表会, 東京大学, 東京

M. Osako, H. Kuramochi, M. Fujii, R. Inaba, K.I. Choi, S.H. Lee, Y. Inoue (2006) Energy Conversion Systems from Waste Biomass in Japan, Venice

吉田 綾, 田崎智宏, 寺園 淳 (2008) 誤差最小化による使用済みパソコンのマテリアルフローの推計手法, 第3回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 52-53

田崎智宏, 橋本征二, 森口祐一, 小林健一, 入佐孝一 (2008) 廃棄物処理施設の経済的耐用年数の算出. 第29回全国都市清掃研究・事例発表会, 19-21

田崎智宏 (2007) 廃棄物発生要因解析への Decomposition Analysis 法の適用, 第18回廃棄物学会研究発表会社会・経済部会小集会報告資料集, 11-15

田崎智宏 (2007) リサイクル促進方策の比較と評価, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp. 34-36

田崎智宏, 橋本征二, 森口祐一 (2007) 一般廃棄物実態調査結果を用いた廃棄物処理活動別の費用推計, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 158-160

吉田 綾, 田崎智宏, 寺園 淳 (2007) 使用済みパソコンの発生とマテリアルフロー, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 117-119

田崎智宏, 橋本征二, 小林 均 (2007) 関係者インタビューによる建設リサイクル法の問題点抽出と今後の課題の検討, 環境経済・政策学会2007年大会報告要旨集, 44-45

村上 (鈴木) 理映, 村上進亮 (2007) 欧州諸国・東アジア諸国の家電リサイクルとEPRのあり方, 環境経済・政策学会2007年大会報告要旨集, 50-51

Tasaki, T., Terazono, A., Moriguchi, Y. (2007) An evaluation of the first five years after enactment of the Japanese WEEE Recycling Act and the current state, 11th International waste management and landfill symposium proceedings, 25-26, Sardinia

Kagawa, S., Kudoh, Y., Nansai, K., Tasaki, T. (2007) The Economic and Environmental Consequences of Automobile Lifetime Extension and Fuel Economy Improvement: Japan's Case, The 16th International Conference on Input-Output Techniques <レオンティエフ賞受賞>

Oguchi, M., Tasaki, T., Moriguchi, Y., Kameya, T (2007) Decomposition analysis of factors in the generation of waste durables, The 4th International Conference of the International Society for Industrial Ecology, Abstract book, 309

Rie Murakami Shinsuke Murakami (2007) How should be waste management and recycling policies with Extended Producer Responsibility: EPR concept?, Abstracts from 4th International Conference on International Society for Industrial Ecology, 303

Yoshida, A., Tasaki, T., Terazono, A (2007) Material flow of used PCs in Japan. Proceedings of 2007 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, 46-51

Seiji Hashimoto, Hiroki Tanikawa, Yuichi Moriguchi (2007) Stocks as potential wastes and secondary resources - Material Stock Accounts of construction minerals for Japan, Abstracts Book Poster Sessions, The Forth International Conference of ISIE, Toronto,

Eiji Yamasue, Kenichi Nakajima, Ichiro Daigo, Kazuyo Yokoyama, Wakana Tamaki, Seiji Hashimoto, Nguyen Duc Quang, Hideyuki Okumura, Keiichi N. Ishihara (2007) The potential amounts of recovered materials from waste electrical and electronic equipments using self-disassembling fastener, Abstracts Book Poster Sessions, The Forth International Conference of ISIE, Toronto

Hiroki Tanikawa, Seiji Hashimoto, Yuichi Moriguchi (2007) Metabolism Speed of Material Stock for de-materialization with city-scale 4D-GIS, Abstracts Book Poster Sessions, The Forth International Conference of ISIE, Toronto

Yoshihiro Togishi, Hiroki Tanikawa, Seiji Hashimoto (2007) Study on Historical Change of City Weight using GIS database overtime - Case study of City center, Wakayama in Japan, and Old Trafford, Manchester in England, 1800-2004 -, 1st Oxford-Kobe Seminar of "Environmental History of Japan and Europe", 52-54, Kobe

東岸芳浩, 谷川寛樹, 橋本征二 (2007) 複数年の建築物GIS データベースを用いた資材量推計および耐用年数推計に関する研究—和歌山市中心部におけるケーススタディー, 第35回環境システム研究論文発表会講演集, 世田谷区

稲津 亮, 谷川寛樹, 橋本 征 (2007) 複数年のGISデータを用いた道路における物質ストックの推定に関する研究, 第35回環境システム研究論文発表会講演集, 世田谷区

Minoru Fujii, Seiji Hashimoto, Masahiro Osako, Yuichi Moriguchi (2007) Which is a better material to fulfill a function? The 4th International Conference of the International Society for Industrial Ecology, ISIE, Toronto, Canada, June17-20, Toronto, Canada

藤井 実, 稲葉陸太, 南斉規介, 橋本征二, 大迫政浩, 森口祐一 (2007) ものと機能の組み合わせに配慮した循環資源の有効利用に関する研究, 第18回廃棄物学会研究発表会, つくば

中谷 隼, 藤井 実, 吉田 綾, 寺園 淳, 森口祐一, 平尾雅彦 (2007) 使用済ペットボトルの日中間および国内完結型リサイクルシナリオの比較分析, 第18回廃棄物学会研究発表会, つくば

藤井 実, 中谷 隼, 村上進亮, 吉田 綾, 森口祐一 (2008) プラスチックリサイクルの費用対効果, 第3回日本LCA学会研究発表会, 名古屋大学

中谷 隼, 藤井 実, 宮負 健一, 平尾 雅彦 (2008) 使用済ペットボトルの国内リサイクルと日中間リサイクルのライフサイクル評価, 第3回日本LCA学会研究発表会, 名古屋

Chang-Hwan Jung, Masahiro Osako (2007) Material cycling using waste melting process in Japan, The Annual Conference of Korea Society of Waste Management, Korea

鄭 昌煥, 大迫政浩 (2007) 溶融飛灰中レアメタル類の資源的価値, 第18回廃棄物学会研究発表会, つくば

伊藝直哉, 秋山 貴, 大迫政浩, 阿部直也 (2007) 一般廃棄物処理事業に対する住民評価の形成に関する調査研究, 第18回廃棄物学会研究発表会, つくば

伊藝直哉, 秋山 貴, 大迫政浩, 阿部直也 (2007) 住民の視点からみた廃棄物行政の評価軸の抽出, 第18回廃棄物学会研究発表会, つくば

金子昌示, 立尾浩一, 大迫政浩 (2007) 素材産業を活用した動脈・静脈連携システムの設計と評価に関する研究, 第18回廃棄物学会研究発表会, つくば

Chang-Hwan Jung, Masahiro Osako (2007) Waster washing with CO2 bubbling as pretreatment of melting furnace fly ash for recovery of rare metals, The 18th Annual Conference of The Japan Society of Waste Management Experts, Tsukuba, Japan,

C.H.Jung, M.Osako, J.Kimura (2007) Development of new pre-treatment method to recover rare metals in MSW melting furnace fly ash, leaching characteristics of rare metal elements, SARDINIA, Italy

M.Osako, C.H. Jung (2007) Material cycling using waste melting process in Japan, SARDINIA, Italy

M.Osako, C.H. Jung (2007) Material Cycling Using Waste Melting Process in Japan, Proceedings Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy

Rokuta Inaba, Masahiro Osako, H. Kuramochi, M. Fujii (2007) Conversion System of Waste Biomass to Energy in Japan, Sardinia 2007 International Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia, Italy

稲葉陸太, 南斉規介 (2008) 廃棄物系生物資源利用の環境性能, 第3回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 30-31

南斉規介, 加河茂美, 森口祐一 (2008) サービスの物質化と家計消費起源の環境負荷との関係, 第3回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 110-111, 名古屋

加河茂美, 近藤康之, 南斉規介, 山田正人 (2008) 地域間廃棄物産業連関分析の展望, 第3回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 224-225, 名古屋

工藤祐揮, 南斉規介, 田原聖隆 (2008) 走行条件によるエネルギー消費の違いを考慮した代替燃料車のLCCO₂排出量の算出, 第3回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 182-183, 名古屋

尾下優子, 加河茂美, 南斉規介 (2008) 原油価格上昇の産業連関分析, 第3回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 48-49, 名古屋

工藤祐揮, 南斉規介, 近藤美則, 田原聖隆 (2008) 実使用を考慮したFCEV, BEV, GVのライフサイクルCO₂排出量, EVSフォーラム2008講演集, 104-112, 東京

Yuki Kudoh, Keisuke Nansai, Yoshinori Kondo, Kiyotaka Tahara (2007) Life Cycle CO₂ Emissions of FCEV, BEV and GV in Actual Use, the 23rd International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium & Exposition, CD-ROM Proceedings, Anaheim, USA

Nansai, K. and Kagawa, S. (2007) Environmental and economic implications of the Japanese trading behind household consumption, Program & Abstract Book, LCM2007,92, Zurich, Switzerland

Nansai, K., Kagawa, S., Moriguchi, Y. (2007) Implications of the Japanese trading behind household consumption considering its environmental impacts and stability in material flows, Abstract book of 16th International Input-Output Conference, 87-88, Istanbul, Turkey

Suh, S., Nansai, K., Kagawa, S. (2007) A Structural Comparison of Greenhouse Gas Emissions by the US and Japan, Abstract book of 16th International Input-Output Conference, 111-112, Istanbul, Turkey

Keisuke Nansai, Shigemi Kagawa, Sangwon Suh, Minoru Fujii, Seiji Hashimoto, Yuichi Moriguchi (2007) Examining the Environmental Soundness of Growth of Consumption and Technology in Japan, Abstract book of the 4th international conference of the international society for industrial ecology, ISIE, 141, Toronto, Canada

Kazuyo, Yokoyama, Kenichi Nakajima, Eiji Yamasue, Keisuke Nansai, Tetsuya Nagasaka (2007) The Effect of Consumption of Tramp Elements on Ferrous Material Flow, Analysis by Dynamic Waste Input Output Model, Abstract book of the 4th international conference of the international society for industrial ecology, ISIE, 354, Toronto, Canada

(2) 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

Osako M, Sakita S, Jung C, Miyawaki K, Endo K, Tojo Y, Yamaguchi N (2006) A Methodology to Determine an Environmental Safety Level for Secondary Products Based on Sustainability Concept - Case Study on MSW Incineration Ash-, WASCON 2006, Proceedings, 597-604, Belgrade

Miyawaki K, Ochiai M, Osako M, Kida A (2006) Cr(VI) Leaching Characteristics from the Recycled Material on Dry-wet Repetition Test, WASCON 2006, Proceedings, 169-175, Belgrade

Sakanakura H, Kida A, Osako M (2006) Evaluation of Secondary Materials Used for Road Base by Combination of Accelerating Exposure Test and Tank Leach Test, WASCON 2006, Proceedings, 193-198, Belgrade

Suzuki G, Takigami H, Nose K, Takahashi S, Sakai SI (2006) Identification of thyroid-disrupting chemicals in house/office dust, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe 16th Annual Meeting, Hague

Tasaki T, Oguchi M (2006) Two Estimation Methods for Average Domestic Lifespan of Products, IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, Proceedings of 2006 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, 365, San Francisco

野馬幸生, 山本貴士, 高橋 真, 酒井伸一 (2006) 自動車破砕残査 (ASR) の熱処理過程における POPs の挙動, 第15回環境化学討論会, 第15回環境化学討論会講演要旨集, 426-427, 仙台

平井康宏, 野馬幸生, 酒井伸一 (2006) クロルデン汚染廃木材の再利用と焼却処理の比較リスク評価, 第15回環境化学討論会, 第15回環境化学討論会講演要旨集, 438-439, 仙台

能勢和聡, 橋本俊二, 高橋 真, 野馬幸生, 酒井伸一 (2006) 水熱反応によるデカブロモジフェニルエーテル (BDE209) の分解挙動, 第15回環境化学討論会, 仙台, 第15回環境化学討論会講演要旨集, 46-47, 仙台

山本貴士, 野馬幸生, 能勢和聡, 酒井伸一 (2006) ポリ塩化ナフタレン異性体の光分解挙動について, 第15回環境化学討論会, 第15回環境化学討論会講演要旨集, 424-425, 仙台

相澤寛史, 滝上英孝, 酒井伸一, 室石泰弘, 森田昌敏, 中野哲哉 (2006) バイオアッセイのダイオキシン類測定への適用の動向, 第15回環境化学討論会, 第15回環境化学討論会講演要旨集, 32-33, 仙台

矢野真一, 高橋 真, 鈴木 剛, 滝上英孝, 能勢和聡, 酒井伸一, 田辺信介 (2006) ハウスダストおよびオフィスタストからの有機スズ化合物の検出とヒトへの曝露評価, 第15回環境化学討論会, 第15回環境化学討論会講演要旨集, 88-89, 仙台

鈴木 剛, 滝上英孝, 能勢和聡, 高橋 真, 酒井伸一 (2006) ハウスダスト及びオフィスダスト中のダイオキシン類縁化合物の同定, 第15回環境化学討論会, 第15回環境化学討論会講演要旨集, 174-175, 仙台

能勢和聡, 鈴木 剛, 滝上英孝, 高橋 真, 酒井伸一 (2006) 国内で採取したハウス・オフィスダスト試料中の PBDEs および PBDD/DFs の濃度及び組成について, 第15回環境化学討論会 (ポスター発表), 第15回環境化学討論会講演要旨集, 448-449, 仙台

郷田泰弘, 廣部将人, 富田潤一, 錦織睦美, 中島敏夫, Rubio F., 滝上英孝, 酒井伸一, 池 道彦, 藤田正憲 (2006) BR PCB ELISA による絶縁油中 PCB の測定, 第15回環境化学討論会 (ポスター発表), 第15回環境化学討論会講演要旨集, 406-407, 仙台

滝上英孝 (2006) ダイオキシン類の環境測定に係る精度管理の手引き (生物検定法) の解説とそのポイント, 工業技術会講習会, 工業技術会講習会テキスト, 東京

Takigami H (2006) Experiences and perspectives for the CALUX use in Japan, the 1st CALUX Exchange workshop 2006, Amsterdam

Masahiro Sato, Hidetaka Takigami, Yoshio Namito, Shin-ichi Sakai (2006) Development of a water-quality monitoring technique during dredging of dioxin-polluted sediments, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 432-435, Oslo

Suzuki G, Takigami H, Nose K, Takahashi S, Sakai SI (2006) Dioxin-like compounds in house and office dusts: Estimation of averaged daily dose and toxicity identification evaluation, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68,177-180, Oslo

Goda Y, Hirobe M, Fujimoto S, Tomita J, Nishikiori M, Nakajima T, Rubio F, Takigami H, Sakai S, Ike M, Fujita M (2006) Improvement of broad range (BR) PCB ELISA for determination of PCBs in insulator oil, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 1269-1272, Oslo

Suzuki G, Nose K, Takigami H, Takahashi S, Sakai S-I (2006) PBDEs and PBDD/Fs in house and office dust from Japan, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 1843-1846, Oslo

Nose K, Hashimoto S, Takahashi S, Noma Y, Sakai SI (2006) Decabromodiphenyl ether decomposition in sub-critical water oxidation-evaluation of PBDD/DFS formation, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 2003-2006, Oslo

Yukari Ishikawa, Kazutoshi Nose, Go Suzuki, Hidetaka Takigami, Yukio Noma, Shin-ichi Sakai (2006) Quantative analysis of polybrominated biphenyls(PBBs)In Japanese Waste samples, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 1776-1779, Oslo

Tetsuya Nakano, Yasuhiro Muroishi, Hidetaka Takigami, Shin-ichi Sakai, Masatoshi Morita (2006) Application of simplified analytical methods (for dioxin testing) that comply with Japanese regulations, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds 68,.173-176, Oslo

Takigami H, Hirai Y, Matsuzawa Y, Sakai S (2006) Brominated Flame retardants and brominated dioxins in the working environment and environmental emission - A case study at an electronics recycling plant, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds 68, 2190-2193, Oslo

T. Tasaki, A. Terazono, S. Murakami, M. Osako, Y. Moriguchi (2006) Methodology of Product Flow Analysis (PFA), ConAccount Meeting 2006, ConAccount Meeting 2006 abstract reader, 31-32, Vienna

Yamamoto T, Noma Y, Sakai SI (2006) Thermal behavior of chlorobenzenes and chlorophenols during incineration of automobile shredder residue using a plant-scale incinerator, the 4th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis and Emission Control, Proceedings of the 4th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis and Emission Control, 399-402, Kyoto

Mafumi Watanabe, Chisato Nakata, Wei Wo, Katsuya Kawamoto, Yukio Noma (2006) Characterization of Semi-Volatile Organic Compounds In Emissions During Pyrolysis of Plastics at Low Temperature, the 4th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis and Emission Control, Proceedings of 4th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis and Emission Control, 153-156, Kyoto

Yukio Noma, Takashi Yamamoto, Yukari Ishikawa, Shin Takahashi, Shin-ichi Sakai (2006) POPs behavior in thermal destruction of automobile shredder residue, the 4th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis and Emission Control, Proceedings of 4th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis and Emission Control, 407-410, Kyoto

Suzuki G, Takigami H, Nose K, Takahashi S, Asari M, Sakai SI (2006) Evaluation of thyroid-disrupting potency in indoor dusts using in vitro bioassays, 21st Century COE International Symposium 2006, Matsuyama,

Watanabe M, Kunisue T, Iwata H, Tanabe S (2006) Contamination and bioaccumulation potencies of PCDDs, PCDFs and PCBs in marine mammals and birds from the northern Far East, International Symposium 2006 Pioneering Studies of Young Scientists on Chemical Pollution and Environmental Changes, Abstract, 94, Matsuyama

Takigami H, Hirai Y, Sakai SI (2006) Behavior and control of brominated flame retardants and related chemicals at an electronics recycling plant, the 3rd NIES Workshop on E-Waste, Proceedings, 1-5, Tsukuba

Tomoko Shirahase, Akiko Kida (2006) Case study of metal content in e-waste; Analysis of 100 parts in a personal computer, the 3rd NIES Workshop on E-Waste, Tsukuba

野馬幸生, 山本貴士, 酒井伸一 (2006) 廃棄物処理におけるポリ塩化ナフタレンの異性体組成, 第17回廃棄物学会研究発表会, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 770-772, 北九州

築谷敦志, 中村和史, 田野崎隆雄, 山田亜矢, 肴倉宏史 (2006) 欧州規格による廃棄物のキャラクターゼーションについて (4), 第17回廃棄物学会研究発表会, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 1107-1109, 北九州

滝上英孝, 平井康宏, 村上真也, 酒井伸一 (2006) 家電リサイクル施設における有機臭素化合物の排出実態調査, 第17回廃棄物学会研究発表会, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 152-154, 北九州

坂本広美, 福井 博, 肴倉宏史, 大迫政浩 (2006) 廃棄物に含まれる親水性化合物の溶出特性についてービスフェノールAと1,4-ジオキサンの違いー, 第17回廃棄物学会研究発表会, 北九州, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 1101-1103, 北九州

宮脇健太郎, 大迫政浩, 貴田晶子 (2006) 再生製品の乾湿繰り返し試験における六価クロム溶出特性, 第17回廃棄物学会研究発表会, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 1104-1106, 北九州

肴倉宏史, 大迫政浩, 宮脇健太郎, 崎田省吾, 東條安匡, 坂本広美, 遠藤和人, 田野崎隆雄, 貴田晶子, 酒井伸一 (2006) 再生製品を対象とした環境安全性評価試験の規格化研究 (第1報), 第17回廃棄物学会研究発表会, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 1110-1112, 北九州

東條安匡, 松藤敏彦, 大迫政浩, 肴倉宏史 (2006) 建設資材として利用される再生製品の溶出挙動予測モデルの作成, 第17回廃棄物学会研究発表会, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 1125-1127, 北九州

肴倉宏史, 大迫政浩, 貴田晶子 (2007) 環境曝露試験を経たスラグ含有モルタルの長期溶出挙動評価, 第28回全国都市清掃研究・事例発表会, 第28回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, 91-93, 川口

肴倉宏史, 大迫政浩, 遠藤和人, 貴田晶子, 宮脇健太郎, 坂本広美, 東條安匡, 崎田省吾, 田野崎隆雄, 酒井伸一 (2007) 建設系リサイクル製品を対象とした環境安全性評価試験のシステム規格化研究, 全国環境研協議会廃棄物研究発表会, 24-27, 東京

大迫政浩, 肴倉宏史, 宮脇健太郎 (2007) リサイクル製品認定制度の現状分析からみた課題と展望ーアンケート調査結果を踏まえてー, 全国環境研協議会廃棄物研究発表会, 20-23, 東京

Hidetaka Takigami, Go Suzuki, Yasuhiro Hirai, Shin-ichi Sakai (2007) Possibility of Transfer of Brominated Flame Retardants onto Dust from Components of Television Sets, BFR 2007 International Workshop on Brominated Flame Retardants, Proceedings of the BFR 2007, Amsterdam

Go Suzuki, Hidetaka Takigami, Kazutoshi Nose, Shin Takahashi, Misuzu Asari, Shin-ichi Sakai (2007) Chlorinated and brominated TTR binding compounds in house dust, BFR 2007 International Workshop on Brominated Flame Retardants, Proceedings of the BFR 2007, Amsterdam

Yamamoto, T., Noma, Y., Kida, A., Sakai, S (2007) Thermal behavior of brominated flame retardants and brominated dioxins during combustion of automobile shredder residue, The 4th International Workshop on Brominated Flame Retardants (BFR 2007), Proceedings of the BFR 2007, Amsterdam

Shin-ichi Sakai, Hidetaka Takigami, Shin Takahashi, Takumi Takasuga, Tsuyoshi Hirakawa, Keiji Tomoda (2007) Behavior and control of brominated flame retardants and polyhalogenated compounds in a municipal bulky waste shredder system, The 4th International Workshop on Brominated Flame Retardants (BFR 2007), Proceedings of the BFR 2007, Amsterdam

滝上英孝 (2007) 循環資源・廃棄物中の有機臭素化合物管理のためのバイオアッセイ/化学分析による評価, 日本薬学会北陸支部講演会, 金沢

滝上英孝 (2007) ダイオキシン類縁化合物を検出するバイオアッセイ～バリデーション, モニタリング, 制度管理の実際から今後の展開まで～, 生物化学的測定研究会第12回学術集会, 広島

滝上英孝, 鈴木 剛, 平井康宏, 酒井伸一 (2007) テレビ部材中からダストへの有機臭素系難燃剤の移行可能性について, 第16回環境化学討論会, 第16回環境化学討論会講演要旨集, 152-153, 北九州

武内伸治, 白石不二雄, 鎌田 亮, 中島大介, 小島弘幸, 滝上英孝, 鈴木規之, 白石寛明 (2007) 迅速で簡便な酵母を用いる AhR アゴニスト活性のアッセイ法について, 第16回環境化学討論会, 第16回環境化学討論会講演要旨集, 356-357, 北九州

白波瀬朋子, 貴田晶子 (2007) 廃電気電子製品中の金属含有量試験法の確立—パーソナルコンピューター 1 台を例として—, 第16回環境化学討論会, 第16回環境化学討論会講演要旨集, 216-217, 北九州

鈴木 剛, 滝上英孝, 渡部真文, 能勢和聡, 高橋 真, 浅利美鈴, 酒井伸一 (2007) 室内ダストのヒト甲状腺ホルモン運搬蛋白質への結合性—結合能の評価と寄与物質の同定・定量, 第16回環境化学討論会, 第16回環境化学討論会講演要旨集, 158-159, 北九州

高橋史武, 安田憲二, 貴田晶子 (2007) 廃棄物焼却時の形態別水銀挙動とサンプリングデータの変動範囲の検討, 第16回環境化学討論会, 第16回環境化学討論会講演要旨集, 220-221, 北九州

肴倉宏史, 対馬雅己, 花田智秋 (2007) セメントとごみ熔融スラグを用いた締固め粘性土への試料充填型拡散溶出試験の適用, 第42回地盤工学研究発表会, 2099-2100, 名古屋

Hidetaka Takigami (2007) Application of bioassay and its world trend, DIOXIN 2007 サテライトシンポジウム—ダイオキシン・POPs におけるバイオアッセイの取組現状と今後の展望について, Abstract, 2-3, 東京

Kawashiro Y, Fukata H, Sato K, Takigami H, Aburatani H, Mori C (2007) Effects of the Flame Retardants, Polybrominated diphenyl Ethers, on Human Umbilical Vein endothelial Cells Using DNA microarray Analysis, DIOXIN2007, Organohalogen Compounds, 69, 2655-2658, Tokyo

Suzuki G, Takigami H, Nose K, Takahashi S, Asari M, Sakai SI (2007) Tentative identification of dioxin-like compounds in house dusts collected from Japan, DIOXIN2007, Organohalogen Compounds, 69, 2180-2183, Tokyo

Sato M, Takigami H, Hayakawa K, Sakai S (2007) Water-Quality Monitoring Technique for Dioxins During Dredging Using On-Sight Solid Phase Extraction with Graphitic Carbon and Analysis with DR-Calux, DIOXIN2007, Organohalogen Compounds, 69, 2556-2559, Tokyo

Takigami H, Suzuki G, Hirai Y, Sakai S (2007) Comparison of Brominated flame Retardants in Indoor Air and Dust Samples from Two Homes in Japan, DIOXIN2007, Organohalogen Compounds, 69, 2785-2788, Tokyo

Kajiwara N, Noma Y, Takigami H (2007) Photolytic debromination of decabromodiphenyl ether (DecaBDE) and ethane (DBDPE) in flame-retarded plastics, DIOXIN2007, Organohalogen Compounds, 69, 924-927, Tokyo

Watanabe M, Noma Y (2007) Influence of primary combustion temperature and flue gas treatment on the behaviors of nitro polycyclic aromatic hydrocarbons in municipal solid waste combustion, DIOXIN2007, Organohalogen Compounds, 69, 948-95, Tokyo

Hidetaka Takigami (2007) Application of bioassays for the detection of dioxins and dioxin-like compounds in the environment, BioDetectors 2007, Amsterdam

Sakanakura H, Osako M, Miyawaki K, Sakita S, Tojo Y, Sakamoto H, Endo K, Tanosaki T, Kida A, Sakai SI (2007) A Study on Hierarchical Framing and Standardization of Leaching Tests for Waste Utilization in Japan, Sardinia 2007, Proceedings Sardinia 2007 CD-ROM, Sardinia

Tomoko Shirahase, Akiko Kida, Shinsuke Murakami (2007) Understanding the flows of metals in waste PC, The 4th NIES Workshop on E-Waste, Tsukuba

肴倉宏史, 小林常伸, 大迫政浩 (2007) 環境最大溶出可能量試験の規格化における未規定因子による影響の解明, 第18回廃棄物学会研究発表会, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集 CD-ROM, つくば

坂本広美, 肴倉宏史, 大迫政浩 (2007) プラスチック製品に含まれる親水性化合物の溶出特性について-pH依存性試験とイオン強度の影響-, 第18回廃棄物学会研究発表会, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集 CD-ROM, つくば

辻本浩子, 王 寧, 肴倉宏史, 大迫政浩 (2007) 実埋立試料採取分析によるキレート処理溶融飛灰の長期安定性に関する調査研究, 第18回廃棄物学会研究発表会, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集 CD-ROM, つくば

水林晋哉, 東條安匡, 松藤敏彦, 肴倉宏史, 大迫政浩 (2007) 再生製品からの重金属溶出に環境因子が与える影響の把握, 第18回廃棄物学会研究発表会, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集 CD-ROM, つくば

白波瀬朋子, 貴田晶子 (2007) 廃製品中の金属含有量-パーソナルコンピューターを例に, 第18回廃棄物学会研究発表会, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集 CD-ROM, つくば

渡部真文, 川本克也, 野馬幸生 (2007) 廃棄物焼却炉におけるニトロ多環芳香族炭化水素化合物について, 第18回廃棄物学会研究発表会, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集 CD-ROM, つくば

田崎 智宏, 小口 正弘, 亀屋 隆志, 浦野 紘平 (2008) 製品中に含まれる戦略的対応金属の選定方法, 第3回日本LCA学会研究発表会, 第3回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 50-51, 名古屋

Hidetaka Takigami, Go Suzuki, Shin-ichi Sakai (2008) Application of bioassays for the detection of dioxins and dioxin-like compounds in wastes and the environment, 愛媛大学グローバルCOE国際シンポジウム, 松山

(3) 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

小林 潤, 川本克也 (2008) CaOとNi系触媒を併用した木質バイオマスの熱分解ガス化, 化学工学会第73年会, 同要旨集 (CD-ROM), M318, 浜松

井上研一郎, 川本克也 (2007) 触媒を用いた還元雰囲気下におけるガス中芳香族炭化水素類の分解, 第18回廃棄物学会研究発表会, 同講演論文集, 573-575, つくば

川本克也, 小林 潤, 福島龍太郎, 田中新吾 (2007) ベンチスケール廃棄物ガス化装置における改質触媒適用効果, 第18回廃棄物学会研究発表会, 同講演論文集, 570-572, つくば

小林 潤, 川本克也, 呉畏 (2007) 廃棄物ガス化改質用ニッケル系触媒の耐久性能評価, 第18回廃棄物学会研究発表会, 同講演論文集, 567-569, つくば

川本克也 (2007) 廃棄物資源化へのガス化-改質技術の応用, 第17回環境工学総合シンポジウム2007, 同講演論文集, 147-150, 大阪

井上研一郎, 川本克也 (2007) 還元雰囲気下におけるガス中芳香族炭化水素の触媒分解, 第16回環境化学討論会, 同講演要旨集, 210-211, 北九州

K. Kawamoto, W. Wu, H. Kuramochi (2007) High efficiency hydrogen production from biomass waste via low temperature gasification-reforming technology with catalyst materials, Hydrogen and Fuel Cells 2007 Int. Conf. Trade Show - HFC2007, Conference Proceedings, 264-271, Vancouver

川本克也, 中川秀利, 古庄香哉 (2006) ガス化溶融炉施設の詳細実態と評価, 第17回廃棄物学会研究発表会, 同論文集, 710-712, 北九州

井上雄三 (2007) 乳酸発酵による食品廃棄物からの乳酸回収と飼料化のコンバインドシステム, 平成19年度廃棄物学会研究討論会, 同講演論文集, 30-37, 川崎

Y. Inoue, A. Yamada, M. Yamada, Y. Ono (2006) Development of a database on the waste biomass to design an energy of material recovery system and its application in Japan, Biomass Waste to Energy Symp. -VENICE 2006, Symposium Program, Venice

井上雄三 (2006) 循環型社会における有機性廃棄物の資源化技術システムの提案, 第27回全国都市清掃研究・事例発表会, 同講演論文集, 高松

大迫政浩, 川端篤志, 崎田省吾 (2006) 有機物を混合した燃焼残渣の促進土壌化: ボイラー蒸気を利用した水熱処理の応用, 第17回廃棄物学会研究発表会, 同講演論文集, 574-576, 北九州

K.-I. Choi, H. Kuramochi, M. Osako (2007) Identification of major glycerols and polar compounds in waste vegetable oil and trap grease, International Congress on Biodiesel - The Science and The Technologies, Abstracts, 50, Vienna

H. Kuramochi, K.-I. Choi, M. Osako, K. Maeda, K. Nakamura, S. Sakai (2007) A new pretreatment method for biodiesel fuel production from trap grease, International Congress on Biodiesel, The Science and The Technologies, Vienna

H. Kuramochi, S. Suzuki, K. Kawamoto, M. Osako, S. Sakai (2007) Measurements of water solubility and 1-octanol/water partition coefficient of three hexabromocyclododecane diastereoisomers, BFR2007, Amsterdam

H. Kuramochi, K. Maeda, M. Osako, K. Nakamura, S. Sakai (2006) Application of UNIFAC models to crude BDF systems in BDF separation and purification processes, Renewable Energy 2006, Makuhari

H. Kuramochi, W. Wu, K. Kawamoto (2006) Study on HCl emission behavior during pyrolysis of demolition wood with PVC and municipal solid waste for clean hydrogen production, World Hydrogen Energy Conference 2006, Lyon

J. Freitag, Y. Yokoyama, H. Kuramochi, K. Kawamoto, K. Nagahama, S. Kato (2006) Measurements of the solubility of derivatized amino acid in supercritical carbon dioxide, 4th International Symposium on Molecular Thermodynamics and Molecular Simulations, Chiba

倉持秀敏, 大迫政浩, 前田光治, 中村一夫, 酒井伸一 (2008) 液化DMEを用いた廃食用油固化物からのバイオディーゼル燃料の高速合成法の開発, 化学工学会第73年会, 浜松

倉持秀敏, 大迫政浩, 前田光治, 中村一夫, 酒井伸一 (2008) 液化DMEを用いたバイオディーゼル燃料の超高速製造プロセスの開発, 化学工学会第73年会, 浜松

倉持秀敏, 大迫政浩, 前田光治, 酒井伸一 (2008) 廃食用油固化物からのバイオディーゼル燃料 (BDF) 製造を目指した新規製造法の基礎的検討, 第29回全国都市清掃研究・事例研究会, 広島

倉持秀敏, 崔 基仁, 大迫政浩, 前田光治, 中村一夫, 酒井伸一 (2007) トラップグリースモデルからの新規バイオディーゼル燃料製造技術に関する基礎的検討, 第18回廃棄物学会研究発表会, つくば

倉持秀敏, 島宗敬太郎, 坂田幸久, 久保島賢, 大迫政浩 (2007) 廃棄物系油脂類に対するバイオディーゼル燃料原料としてのポテンシャル評価, 第18回廃棄物学会研究発表会, つくば

K.-I.Choi, H. Kuramochi, M. Osako, K. Nakamura, S. Sakai (2007) Quality identification of trap grease as feedstock for biodiesel fuel, 第18回廃棄物学会研究発表会, つくば

倉持秀敏, 大迫政浩, 前田光治, 中村一夫, 酒井伸一 (2007) 低品質廃油脂類からのBDF製造の技術開発に関する基礎的検討, 化学工学会第39回秋季大会, 札幌

前田光治, 倉持秀敏, 大迫政浩, 中村一夫, 酒井伸一, 藤本大成, 朝熊裕介, 福井 啓介 (2007) バイオディーゼル製造における関連物質の混和性に関する検討, 化学工学会第39回秋季大会, 札幌

倉持秀敏, 大迫政浩, 前田光治, 中村一夫, 酒井伸一 (2007) BDF製造プロセスに対するUNIFACモデルの適用・評価, 化学工学会第72回年会, 京都

倉持秀敏, 大迫政浩, 前田光治, 中村一夫, 酒井伸一 (2006) 粗BDFの分離・精製プロセスの最適化に向けた相平衡推算モデルの適用と評価, 第17回廃棄物学会研究発表会, 北九州

倉持秀敏, 中島大介, 後藤純雄, 呉 畏, 川本克也 (2006) 廃木材+PVCの熱分解過程におけるHClの排出挙動, 第17回廃棄物学会研究発表会, 北九州

Freitag J., 横山 由, 倉持秀敏, 川本克也, 長浜邦雄, 加藤 寛 (2006) 流通系による超臨界二酸化炭素中の固体の飽和溶解度の測定, 分離技術会年会2006, 東京

西川直登, 杉浦則夫, 徐 開欽, 蛭江美孝, 李 東烈, 加藤善盛, 稲森悠平 (2008) 高濃度事業場排水を対象としたメタン発酵・窒素除去効率化のための適正条件の解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 380, 名古屋

塩入千春, 山崎宏史, 鈴木理恵, 井上廣輝, 杉浦則夫, 稲森悠平 (2008) 鉄電解脱リン法を導入した高度処理浄化槽における発生汚泥からのリン回収特性, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 294, 名古屋

山崎宏史, 鈴木理恵, 稲森悠平, 戸上公博, 蛭江美孝, 西村 修 (2008) ディスポーザ排水と生活排水の生物可溶性・資化特性比較解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 185, 名古屋

戸上公博, 杉浦則夫, 山崎宏史, 鈴木理恵, 蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平 (2008) ディスポーザ排水の有機炭素成分を指標とした生物処理機能解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 184, 名古屋

加島誠之, 杉浦則夫, 蛭江美孝, 李 東烈, 徐 開欽, 稲森悠平 (2008) ガス曝気システムを組み込んだ水素・メタン発酵システムの処理影響解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 103, 名古屋

近藤貴志, 蛭江美孝, 徐 開欽, 井上廣輝, 稲森悠平 (2008) On-Site型リン除去・回収プロセスを用いたリン資源回収システムの最適化, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 88, 名古屋

Y. Ebie, T. Kondo, N. Kadoya, M. Mouri, O. Maruyama, S. Noritake, Y. Inamori, K. Xu (2008) Recovery oriented phosphorus adsorption process in decentralized advanced Johkasou, 8th IWA Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 2nd IWA Specialized Conference on Decentralized Water and Wastewater International Network (DEWSIN), 165, Coimbatore

加島誠之, 杉浦則夫, 蛭江美孝, 褚 春鳳, 稲森悠平 (2007) 水素・メタン発酵プロセスの効率化を目指した低水素分圧条件下での乳酸発酵抑制効果の解析, 日本水処理生物学会第44回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(27), 61, 富山

塩入千春, 蛭江美孝, 井上廣輝, 杉浦則夫, 稲森悠平 (2007) 生活排水の鉄電解法導入高度処理浄化槽の発生汚泥のリン含有および回収特性の解析, 日本水処理生物学会第44回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(27), 43, 富山

近藤貴志, 蛭江美孝, 徐 開欽, 常田 聡, 稲森悠平 (2007) リン資源回収型栄養塩類除去プロセスにおける微生物叢と処理性能の関係解析, 化学工学会第39回秋季大会, 同研究発表講演要旨集, 札幌

蛭江美孝 (2007) 水処理プロセスにおける除去・廃棄から回収・資源化へのパラダイムシフト, 化学工学会第39回秋季大会, 同研究発表講演要旨集, 札幌

稲森悠平, 稲森隆平, 徐 開欽, 蛭江美孝 (2007) 地球温暖化・富栄養化対策のための水・物質循環のあり方, 第10回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 24-25, 熊本

蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平 (2007) 生活排水に由来するリンの回収・資源化, 第10回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 20-21, 熊本

C. F. Chu, K. Q. Xu, Y. Y. Li, Y. Ebie, Y. Inamori, H. N. Kong (2007) A two-stage process for high-rate hydrogen and methane production from food waste, 11th World Congress on Anaerobic Digestion, 283, Brisbane

井上 充, 西村 修, 稲森悠平 (2007) 汚染地下水からのモリブデンの除去について, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 48, 大東

蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平, 井上廣輝, 宇津木勝, 野口洋一 (2007) On-site型メリーゴーランド方式リン吸着・脱離・再生・回収プロセスの開発と評価, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 154, 大東

加島誠之, 杉浦則夫, 褚 春鳳, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2007) 二相式水素・メタン発酵の操作条件の異なるシステムにおける比較影響解析, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 238, 大東

褚 春鳳, 徐 開欽, 稲森悠平, 李玉友, 孔海南 (2007) Wet系バイオマスからの水素・メタン発酵クリーンエネルギー回収システム技術開発, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 245, 大東

稲森悠平, 西川直登, 河村光隆, 褚 春鳳, 徐 開欽, 蛭江美孝 (2007) 生ごみを基質としたメタン発酵・窒素除去効率化のための適正条件の解析, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 336, 大東

塩入千春, 蛭江美孝, 徐 開欽, 井上廣輝, 杉浦則夫, 稲森悠平 (2006) 鉄電解法による生活系排水からのリン除去・回収特性の解析, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 16, 仙台

稲森悠平, 戸上公博, 河村光隆, 山崎宏史, 蛭江美孝, 徐 開欽 (2006) 生活排水に含まれる有機物, 窒素をパラメーターとした排水処理能高度化における関係解析, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 19, 仙台

蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平, 山崎宏史, 塩入千春, 杉浦則夫 (2006) 生物・物理化学的プロセスにおける窒素・リン同時除去の効率化のための機能解析, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 20, 仙台

加島誠之, 杉浦則夫, 褚 春鳳, 徐 開欽, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2006) 生ゴミを基質とする水素・メタン発酵ガス化技術の効率化, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 31, 仙台

稲森悠平, 西川真登, 河村光隆, 褚 春鳳, 徐 開欽, 蛭江美孝 (2006) 生ごみを基質としたメタン発酵・窒素除去効率化のための適正条件の解析, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 32, 仙台

褚 春鳳, 徐 開欽, 稲森悠平, 加島誠之, 孔 海南 (2006) バイオマスからの水素・メタン二段発酵システムにおける温度の影響, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 33, 仙台

近藤貴志, 鈴木康之, 常田 聡, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2006) 汚泥減容・リン回収型栄養塩類除去プロセスに生息する微生物叢解析, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 36, 仙台

山崎宏史, 西村 修, 鈴木理恵, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2006) 生ごみ導入排水処理システムにおける生ごみの生物資化特性解析, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 40, 仙台

大坂利文, 常田 聡, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2006) Stable-Isotope Probing法によるメタン脱窒反応場の細菌群集構造解析, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 43, 仙台

大坂利文, 常田 聡, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2006) メタン資化細菌を導入した窒素除去の機能強化と高度効率化システム導入方策, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 165-166, 東京

山崎宏史, 鈴木理恵, 西村 修, 佐竹隆顕, 稲森悠平 (2006) Biomass 破砕物含有総合排水からの有機物, 窒素除去の高度安定化, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 163-163, 東京

塩入千春, 井上廣輝, 蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平 (2006) IRON-ELECTROLYSIS 法を導入した適正管理下の窒素・リン除去の高度安定化, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 161-162, 東京

井坂和一, 生田 創, 角野立夫, 常田 聡, 稲森悠平 (2006) 嫌気性アンモニア酸化法による低水温条件下における窒素の除去特性, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 159-160, 東京

(4) 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

村上進亮, 寺園 淳, 森口祐一 (2006) 日中間の国際資源循環の分析, 資源・素材学会 2006年春季大会講演集 (I) 資源編, 5-6

寺園 淳, 吉田 綾, 森口祐一, 村上理映 (2006) 日本と中国における廃プラスチックの国内・国際フロー, 環境経済・政策学会2006年大会報告要旨集, 153-154, 京都

A. Terazono, S. Murakami, A. Yoshida, R. Murakami (2006) Material Flow and Environmental Impacts of E-waste in Asia, The Proceedings of Seventh International Conference on EcoBalance, D2-1, 375-376

寺園 淳, 吉田 綾, 森口祐一 (2006) 使用済ペットボトルの輸出構造と課題, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 149-151, 北九州

A. Terazono (2006) E-waste Issues in Japan and other Asia, Conference on E-Waste Management and Transboundary Movements, Taipei

A. Terazono (2006) E-waste Issues in Asia, Asia 3R Conference, Tokyo

A. Terazono (2006) The report of working group on the waste recycle group, 5th AIST Workshop on LCA for Asia Pacific Region, Proceedings, 167, Tsukuba

A. Terazono (2006) Transboundary flows of end-of-life products and their environmental implications, Workshop on Material Flows and Environmental Impacts associated with Massive Consumption of Natural Resources and Products, Tsukuba

A. Terazono (2006) E-waste Inventory in Japan and other Asia, The Third NIES Workshop on E-waste, Tsukuba

A. Terazono (2006) Asian Initiatives to address Pollution Transfers, Ninth Biennial Conference of International Society for Ecological Economics on "Ecological Sustainability and Human Well-being", Symposium "Materials, Products and Waste: Global flows and local environments -impacts on developing countries", Delhi

吉田 綾, 寺園 淳 (2006) 中国におけるプラスチックのマテリアルフロー, 第17回廃棄物学会研究発表会報告要旨集, 47-49, 北九州

村上理映, 小島道一, 寺園 淳 (2006) 台湾における有害廃棄物の輸出入管理政策, 環境経済・政策学会2006年大会, 報告要旨集, 151-152, 京都

村上理映, 小島道一, 寺園 淳 (2006) 台湾における有害事業廃棄物管理と国際的枠組み, 第17回廃棄物学会研究発表会, 報告要旨集, 192-194, 北九州

Shinsuke Murakami, Tomoko Shirahase, Atsushi Terazono (2007) How to Realize the Inherent Resource Potentials in the Secondary Resources, The 9th International Symposium on East Asian Resources Recycling Technology, 43-46, Sendai, Japan

村上進亮, 吉田 綾, 村上理映, 寺園 淳 (2006) E-Waste の国際循環に見る資源性と有害性, 環境経済・政策学会 2006年大会報告要旨集, 141-142, 京都

滝上英孝 (2006) 環境中ダイオキシン類測定における発光技術 (生物検定法) の利用, 第2回発光・蛍光標準化研究会

相澤寛史, 滝上英孝, 酒井伸一, 室石泰弘, 森田昌敏, 中野哲哉 (2006) バイオアッセイのダイオキシン類測定への適用の動向, 第15回環境化学討論会, 同講演要旨集, 32-33

滝上英孝, 中野哲哉, 相澤寛史, 室石泰弘, 酒井伸一, 森田昌敏 (2006) 前処理方法を違えた場合の生物検定法の性能評価 (廃棄物試料を対象として), 第15回環境化学討論会, 同講演要旨集, 334-335

梶原夏子, 磯部友彦, Karri Ramu, 田辺信介 (2006) アジア-太平洋海域の海棲哺乳類における臭素系難燃剤 HBCD 蓄積の経年変動, 第15回環境化学討論会, 同講演要旨集, 162-163

滝上英孝 (2006) ダイオキシン類の環境測定に係る精度管理の手引き (生物検定法) の解説とそのポイント, 工業技術会講習会, 工業技術会講習会テキスト

Takigami H (2006) Experiences and perspectives for the CALUX use in Japan, the 1st CALUX Exchange workshop 2006

Masahiro Sato, Hidetaka Takigami, Yoshio Namito, Shin-ichi Sakai (2006) Development of a water-quality monitoring technique during dredging of dioxin-polluted sediments, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 432-435

Goda Y, Hirobe M, Fujimoto S, Tomita J, Nishikiori M, Nakajima T, Rubio F, Takigami H, Sakai S, Ike M, Fujita M (2006) Improvement of broad range (BR) PCB ELISA for determination of PCBs in insulator oil, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 1269-1272

Tetsuya Nakano, Yasuhiro Muroishi, Hidetaka Takigami, Shin-ichi Sakai, Masatoshi Morita (2006) Application of simplified analytical methods (for dioxin testing) that comply with Japanese regulations, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 173-176

Takigami H, Hirai Y, Matsuzawa Y, Sakai S (2006) Brominated Flame retardants and brominated dioxins in the working environment and environmental emission - A case study at an electronics recycling plant, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 2190-2193

Kajiwara N, Isobe T, Ramu K, Tanabe S (2006) Temporal trend studies on hexabromocyclododecane (HBCD) in marine mammals from Asia-Pacific, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 515-518

滝上英孝, 森田昌敏, 酒井伸一, 中野哲哉, 室石泰弘 (2006) 廃棄物試料のダイオキシン類への生物検定法の適用と課題, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 第9回日本水環境学会シンポジウム講演集, 11

Takigami H, Hirai Y, Sakai SI (2006) Behavior and control of brominated flame retardants and related chemicals at an electronics recycling plant, the 3rd NIES Workshop on E-Waste, Proceedings, 1-5

滝上英孝, 平井康宏, 村上真也, 酒井伸一 (2006) 家電リサイクル施設における有機臭素化合物の排出実態調査, 第17回廃棄物学会研究発表会, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 152-154

Natsuko Kajiwara, Daisuke Ueno, Karri Ramu, Tomohiko Isobe, Norihisa Baba, Tadasu K Yamada, Shinsuke Tanabe (2006) Brominated Flame Retardants (BFRs) in Marine Mammals, Results from the Environmental Specimen Bank for Global Monitoring (es-BANK) at Ehime University, International Symposium 2006 Pioneering Studies of Young Scientists on Chemical Pollution and Environmental Changes, Abstract, 21

山田正人, 井上雄三, 渡辺洋一, 小野雄策 (2006) 循環型社会における埋立廃棄物の質管理について－中間処理施設の役割－, 第27回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 291-293, 高松

石垣智基, 山田正人, Bulent Inanc, 大迫政浩, 井上雄三, 植木義晴, 大塚康治 (2006) 東南アジア地域の廃棄物埋立地からの温室効果ガス排出量の算定－ベトナム・ハノイ市における事例, 第27回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 299-301, 高松

Yamada M. (2006) Estimation and reduction of long-term methane emission from solid waste disposal site, The 1st International Symposium on the Asia Collaboration Network of Municipal Solid Waste Management for Sustainable Society, 121-141, Seoul, Korea

Endo K, Yamada M, Inoue Y (2006) Design of Large Scale in-situ Lysimeter for Demonstrations of New Landfill Technology, 4th Intercontinental Landfill Res. Symp., Abstracts,75, Gellivare, Sweden

Ishigaki T, Sawamura H, Yamada M, Ono Y, Ono Y (2006) Microbiological community change during waste landfill stabilization, 4th Intercontinental Landfill Res. Symp., Abstracts,102, Gellivare, Sweden

山田正人, 遠藤和人, 阿部 誠, 坂内 修, 朝倉 宏, 井上雄三, 相沢智之, 梅宮知佐, 中根英昭, 石垣智基, 上江川幸雄, Komslip Wang-Yao, Sirintornthep Towrayoon, 高橋通正, 福井 博, 小野芳朗 (2006) 最終処分場からのメタン放出量の2つの新しい現場計測手法, 第17回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 1057-1058, 小倉

山田正人, 遠藤和人, 坂内 修, 阿部 誠, 井上雄三, 小野雄策, 石渡康尊, 灘 重樹, 福井 博, 小野芳朗 (2007) 場内観測井を用いた最終処分場の安定化モニタリング, 第28回全国都市清掃研究・事例発表会, 論文集, 212-214, 川口

Yamada M. (2006) Organic and fossil carbon flow analysis of waste streams: A good practice for solid waste sector, The 3rd Workshop on GHG Inventories in Asia Region, Manila, Philippines

Yamamoto tomoko, Gui Ping, Inamori Ryuhei, Ebie Yoshitaka, Inamori Yuhei, Matsumura Masatoshi (2006) Comparative analysis of constructed wetland systems with different plants species focused on performance of wastewater treatment and characteristics of greenhouse effect gases emission, 10th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Lisbon

Ping Gui, Ryuhei Inamori, Masatoshi Matsumura, Yuhei Inamori (2006) Evaluation of constructed wetlands by wastewater purification ability and greenhouse gas emissions, 10th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Lisbon

Yoshitaka Ebie, Yuhei Inamori (2006) Functional analysis based on molecular microbiological wastewater treatment system, The 4th International Symposium On Sustainable Sanitation, Bandung

Inamori Y., Xu K-Q., Ebie Y., Inamori R., Kondo T (2006) Strategies for freshwater (Lakes and Marshes) environment restoration using Bio-Eco engineering, Symp.Pollut.Control Ecol.Restoration Tech.Water Environ.China, Shanghai

Y.Inamori, K-Q.XU, Y.Ebie, R.Inamori, T.Kondo, H.Inoue (2006) Strategy for Environmental Restoration using Advanced Domestic Wastewater Treatment Johkasou System, Symposium for Pollution Control and Ecological Reatoration, Techniques of Water Environments in China, Shanghai

稲森悠平, 徐 開欽, 蛇江美孝, 清水康利 (2006) バイオエコシステムの TEMM 等における重要性と国際化の方向性, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 157-158, 東京

稲森隆平, 徐 開欽, 山本智子, 桂 萍, 稲森悠平, 松村正利 (2006) GHG 対策に資する根圏微生物活用植栽・土壌浄化技術の高度化・国際化, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 167-168, 東京

褚 春鳳, 徐 開欽, 稲森悠平, 加島誠之, 孔海南 (2006) 生ごみ等 Wet Biomass からの水素・メタン発酵システムのアジア展開, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 169-170, 東京

稲森隆平, 山本智子, 稲森悠平, 徐 開欽, 桂 萍, 松村正利, 井上武雄 (2006) アシとマコモ、ガマの組み合わせ混栽系における成長・栄養塩類除去・温室効果ガス発生特性, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 76, 仙台

稲森悠平, 杉本直也, 海野 肇, 徐 開欽, 蛭江美孝, 桑原享史, 田中伸幸 (2006) 生活雑排水の傾斜土槽法処理における適正条件の解析, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 81, 仙台

稲森悠平, 中村 斐, 桑原享史, 鈴木理恵, 林 紀男, 徐 開欽, 佐竹隆顕 (2006) クウシンサイ植栽フロート式水耕栽培浄化法における流入負荷と浄化性能との関係, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 84, 仙台

山本智子, 桂 萍, 稲森隆平, 蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平, 松村正利 (2006) 水質浄化および温室効果ガス発生特性等の抽水植物種間における比較解析, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 75, 仙台

桑原享史, 田中伸幸, 杉本直也, 蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平 (2006) 傾斜土槽法による生活雑排水処理に及ぼす原水流入パターンの効果, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 79, 仙台

Yanhua Wang, Ryuhei Inamori, Kaiqin Xu, Yuhei Inamori, Hainan Kong, Takashi Kondo, Masatoshi Matsumura (2006) Molecular biological analyses on the relationship between nitrogen removal and N₂O emission characteristics in the constructed wetland systems, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 35, 仙台

田中伸幸, 桑原享史, 杉本直也, 徐 開欽, 稲森悠平 (2006) 傾斜土槽法による生活排水処理に及ぼすミミズの効果, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 80, 仙台

伊達康博, 井坂和一, 角野立夫, 常田 聡, 稲森悠平 (2006) Real-time PCR法を用いた anammox 細菌の定量と窒素除去特性の関係解析, 日本水処理生物学会第43回大会, 仙台, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 15, 仙台

稲森隆平, 徐 開欽, 稲森悠平, 松村正利, 井上武雄 (2007) アシ・マコモ・ガマの植栽土壌浄化システムにおける C・N・P, 根圏微生物, GHG 発生能の解析, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 176, 大東

稲森悠平, 杉本直也, 浦野 肇, 徐 開欽, 蛭江美孝, 桑原享史, 田中伸幸 (2007) 生活雑排水の傾斜土槽法処理の高度化における流量パターン等に基づく適正条件の解析, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 546, 大東

稲森悠平, 中村 斐, 桑原享史, 鈴木理恵, 林 紀男, 徐 開欽, 佐竹隆顕 (2007) クウシンサイ植栽フロート式水耕栽培浄化法における葉・茎・根圏生長特性と動物プランクトン相からの性能解析, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 292, 大東

山本智子, 稲森隆平, 松村正利, 桂 萍, 蛭江美孝, 稲森悠平, 徐 開欽 (2007) 水質浄化およびGHG対策のための植栽・土壌浄化システムにおける抽水植物に着目した比較解析, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 294, 大東

田中伸幸, 桑原享史, 杉本直也, 蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平 (2007) 傾斜土槽法による生活雑排水処理における最適条件の検討, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 548, 大東

Wang Y., Inamori R., Xu K-Q, Inamori Y., Kong H-N., Kondo T., Matsumura M (2007) Detection of ammonia-oxidizing bacteria in polyculture constructed wetlands using molecular biological techniques, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 180, 大東

A. Terazono (2007) Material flow of E-waste in Asia, International Society for Industrial Ecology Conference 2007, Toronto

寺園 淳, 吉田 綾, 中谷 隼, 林 廣和 (2007) 中国における廃プラスチックのリサイクル, 環境経済・政策学会2007年大会報告要旨集, 148-149, 彦根

村上進亮, 白波瀬朋子, 寺園 淳 (2007) 資源性の定量的な評価と国際資源循環の再検討, 環境経済・政策学会2007年大会報告要旨集, 291-292, 彦根

寺園 淳, 吉田 綾, 森口祐一 (2007) 使用済み家電製品の国内フローの推定, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 120-122, つくば

寺園 淳 (2007) 日中間的循環資源越境轉移の現状及研究課題 (日中間における循環資源の越境移動の現状と研究課題), 中日廃物原料貿易与檢驗檢疫研討会 (日中廃棄物等検査檢疫制度・貿易交流活動に係る訪中交流会セミナー), 日本環境省・中国国家質量監督檢驗檢疫総局, 上海

A. Terazono (2007) Material flow and Management of Waste Electrical and Electronic Equipment in Asia, International Symposium of JSWME 18th Annual Conference, Tsukuba

A. Terazono (2007) Material flow of E-waste in Japan and other Asia, The Fourth NIES Workshop on E-waste, Tsukuba

A. Terazono (2007) Challenges on municipal solid waste management research in China, International Workshop - Seeking for cooperation and collaboration in East Asian Region at city level towards establishing environmentally sound material-cycle society-, Proceedings, 77-78, Yokohama

Aya Yoshida, Atsushi Terazono, Hirokazu Hayashi (2007) Some economic aspects of waste plastic trade between Japan and China, China International Recycling Conference 2007, 126-131, Tianjin

Aya Yoshida, Tomohiro Tasaki, Atsushi Terazono (2007) Material Flow of Used PCs in Japan, Proceedings of the 2007 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, 46-51, Orland

Aya Yoshida, Shinsuke Murakami, Atsushi Terazono (2007) Used Automobile Battery Recycling in Asia, Abstract Book of the 4th International Conference of the International Society for Industrial Ecology, 355, Toronto

Aya Yoshida, Rie Murakami-Suzuki, Atsushi Terazono (2007) Present Status of Reuse/ Recycling of WEEE in Japan, Thailand's Electrical and Electronic Green Society International Conference, Bangkok

吉田 綾, 寺園 淳 (2007) 中古家電等の取扱事業者の把握とその管理上の問題点, 環境経済・政策学会2007年大会報告要旨集, 46-47, 彦根

小島道一, 村上(鈴木)理映, 吉田 綾, 佐々木創, 鄭 城尤 (2007) 有害廃棄物等の越境移動: 摘発事例の検討, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 282-284, つくば

中谷 隼, 藤井 実, 吉田 綾, 寺園 淳, 森口祐一 (2007) 使用済みペットボトルの日中間および国内完結型リサイクルシナリオの比較分析, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 279-281, つくば

吉田 綾, 田崎智宏, 寺園 淳 (2007) 使用済みパソコンの発生とマテリアルフロー, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 117-119

Aya Yoshida (2008) Current Status of Waste Electrical and Electronic Equipment and End-of-Life Vehicle Recycling in China, The 3rd East Asian Symposium on Environmental and Natural Resource Economics, 97-98, Kunitachi, Japan

藤井 実, 中谷 隼, 村上進亮, 吉田 綾, 森口祐一 (2008) プラスチックリサイクルの費用対効果, 第3回日本LCA学会研究発表会, 88-89, 名古屋

吉田 綾, 田崎智宏, 寺園 淳 (2008) 誤差最小化による使用済みパソコンのマテリアルフローの推計手法, 第3回日本LCA学会研究発表会, 52-53, 名古屋

Rie MURAKAMI, Shinsuke MURAKAMI (2007) How should be waste management and recycling policies with Extended Producer Responsibility: EPR concept?" Abstracts from 4th International Conference on International Society for Industrial Ecology, 303, Toronto, Canada

村上(鈴木)理映, 村上進亮 (2007) 欧州諸国・東アジア諸国の家電リサイクルとEPRのあり方, 環境経済・政策学会2007年大会, 報告要旨集, 50-51, 彦根

Lih-chyi WEN, Chun-hsu LIN, Rie MURAKAMI -SUZUKI (2007) Review and Analysis of Recycling Performance Indicators: a case study of Taiwan, 環境経済・政策学会2007年大会報告要旨集, 52-53, 滋賀

Hidetaka Takigami, Go Suzuki, Yasuhiro Hirai, Shin-ichi Sakai (2007) Possibility of Transfer of Brominated Flame Retardants onto Dust from Components of Television Sets, BFR 2007 International Workshop on Brominated Flame Retardants, 200/04, Proceedings of the BFR 2007

滝上英孝 (2007) 循環資源・廃棄物中の有機臭素化合物管理のためのバイオアッセイ／化学分析による評価, 日本薬学会北陸支部講演会

滝上英孝 (2007) ダイオキシン類縁化合物を検出するバイオアッセイ～バリデーション, モニタリング, 制度管理の実際から今後の展開まで～, 生物化学的測定研究会第12回学術集会

滝上英孝, 鈴木 剛, 平井康宏, 酒井伸一 (2007) テレビ部材中からダストへの有機臭素系難燃剤の移行可能性について, 第16回環境化学討論会, 第16回環境化学討論会講演要旨集, 152-153

Hidetaka Takigami (2007) Application of bioassay and its world trend, DIOXIN 2007 サテライトシンポジウムーダイオキシン・POPsにおけるバイオアッセイの取組現状と今後の展望について, Abstract, 2-3

Sato M, Takigami H, Hayakawa K, Sakai S (2007) Water-Quality Monitoring Technique for Dioxins During Dredging Using On-Sight Solid Phase Extraction with Graphitic Carbon and Analysis with DR-Calux, DIOXIN2007, Organohalogen Compounds, 69, 2556-2559

Kajiwara N, Noma Y, Takigami H (2007) Photolytic debromination of decabromodiphenyl ether (DecaBDE) and ethane (DBDPE) in flame-retarded plastics, DIOXIN2007, Organohalogen Compounds, 69, 924-927

Hidetaka Takigami (2007) Application of bioassays for the detection of dioxins and dioxin-like compounds in the environment, BioDetectors 2007

Hidetaka Takigami, Go Suzuki, Shin-ichi Sakai (2008) Application of bioassays for the detection of dioxins and dioxin-like compounds in wastes and the environment, 愛媛大学グローバルCOE国際シンポジウム

Lee S.H., Choi K.I., Osako M., Yamada M., Ishigaki T., Dong, J.I. (2007) Assessment of alternative waste management systems in developing country in terms of CDM, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy

Endo K., Yamada M., Inoue Y. (2007) Numerical simulation of leachate behavior in offshore disposal site, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy

Yamada M., Asakura H., Inoue Y., Watanabe Y., Ono Y., Tachio K. (2007) Role of intermediate treatment in industrial solid waste stream for quality control of landfilled waste, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy

澤村啓美, 山田正人, 池 道彦, 石垣智基 (2007) 熱帯地域の埋立地における微生物生態系解析, 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 790-792, つくば

古田祐介, 占部武生, 石垣智基, 中村義世, 山田正人, 小野芳朗 (2007) 廃棄物関連施設からの温室効果ガス排出量算定手法の改善, 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 849-851, つくば

石垣智基, 佐野準治, 白井啓一, 山田正人 (2007) 東南アジア諸国の埋立地覆土層におけるメタン排出量削減に関する研究, 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 855-857, つくば

山田正人, 遠藤和人, 朝倉 宏, 阿部 誠, 長森正尚, 渡辺洋一, 小野雄策, 小野芳朗 (2008) 無機系廃棄物の混合埋立からの初期におけるガスの発生挙動について, 第29回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 239-241, 広島

磯部友護, 川寄幹生, 小野雄策, 遠藤和人, 山田正人 (2008) 埋立廃棄物の性状分析から見た廃棄物最終処分場における比抵抗探査の有効性評価, 第29回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 242-244, 広島

Yamamoto T., Gui P., Inamori R., Sugiura N., Ebie Y., Xu K-Q., Inamori Y. (2007) Evaluation of constructed wetland system with multiple aquatic plants, Int.Conf.Multi Funct.Wetland Syst., Padova

Ebie Y., Tanaka N., Itayama T., Kuwabara T., Iwami N., Xu K-Q., Inamori Y. (2007) Slanted Soil Chamber Systems as a Decentralized Gray Water Treatment, 5th Int.Symp.Sustainable Sanit., Tokyo

Kondo T., Ebie Y., Kuwabara T., Itayama T., Xu K-Q., Inamori Y. (2007) Effects of Operational Conditions on the Performance of Gray Water Treatment by Slanted Soil Chamber System, 5th Int.Symp.Sustainable Sanit., Tokyo

稲森悠平, 稲森隆平, 徐 開欽, 蛭江美孝 (2007) 地球温暖化・富栄養化対策のための水・物質循環のあり方, 第10回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 24-25, 熊本

稲森隆平, 林 紀男, 蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平 (2007) 沈水植物の浄化・成長特性に及ぼす環境因子の影響解析, 日本水処理生物学会第44回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(27), 85, 富山

生地正人, 稲森悠平, 木持 謙, 徐 開欽, 蛭江美孝 (2007) 有機性排水対策としての傾斜土槽法における原水性状と浄化効果の関係解析評価, 日本水処理生物学会第44回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(27), 40, 富山

山本智子, 稲森隆平, 蛭江美孝, 徐 開欽, 杉浦則夫, 稲森悠平 (2007) 人工湿地における水生植物の水質浄化機能と温室効果ガス発生機構への影響解析, 日本水処理生物学会第44回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(27), 17, 富山

Inamori Y., Inamori R., Ebie Y., Xu K-Q., Sudo R. (2007) Strategy on Preservation and Restoration of East Asian Lakes for Eco-Sound Water Environment Establishment, 7th TEMM Workshop/日本水処理生物学会第44回大会, 富山

Liu C-X., Gui P., Ebie Y., Xu K-Q., Inamori Y. (2007) Comparison of Different Typical Constructed Wetlands on Domestic Wastewater Treatment under Low C/N Ratio Loading and Their Potential GHG Emissions, 7th TEMM Workshop/日本水処理生物学会第44回大会, 富山

Ebie Y., Yamazaki H., Xu K.-Q., Inamori Y. (2007) Functional analysis in decentralized domestic wastewater treatment system "Johkasou" for prevention eutrophication, 7th TEMM Workshop/日本水処理生物学会第44回大会, 富山

Ebie Y., Kondo T., Tanaka N., Itayama T., Kuwabara T., Xu K-Q., Inamori Y. (2007) Field and lab experiment of slanted soil chamber system as a decentralized gray water treatment, 5th Int.Symp.Southeast Asian Water Environ., Chiang Mai

C-X.Liu, P.Gui, Y.Ebie, K-Q.Xu, Y.Inamori (2007) Performance of four types constructed wetlands on domestic wastewater treatment under low C/N ratio loading and emissions of N₂O and CH₄ from them, 4th Jt.China/Jpn. Chem.Eng.Symp. (CJCES), Chengdu

山本智子, 稲森隆平, 蛭江美孝, 杉浦則夫, 徐 開欽, 稲森悠平 (2008) 抽水植物が人工湿地の水質浄化および温室効果ガス発生機構に及ぼす影響, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 563, 名古屋

稲森悠平, 稲森隆平, 川原敦子, 戎野棟一, 鈴木理恵, 徐 開欽 (2008) フロート式水耕栽培浄化法における植物体・根圏生長特性と浄化効果の関係解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 560, 名古屋

稲森悠平, 是枝麻美, 木村賢史, 近藤貴志, 蛭江美孝, 徐 開欽, 生地正人 (2008) ステップ流入方式を導入した傾斜土槽法における生活雑排水の処理特性, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 402, 名古屋

近藤貴志, 蛭江美孝, 徐 開欽, 小熊真希子, 戎野棟一, 生地正人, 稲森悠平 (2008) 実家庭に設置した傾斜土槽法の生活雑排水の処理性能解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 401, 名古屋

鈴木理恵, 川原敦子, 大内山高広, 林 紀男, 徐 開欽, 稲森悠平 (2008) フロート式水耕栽培浄化システムの機能と水質改善効果の解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 49, 名古屋

C-X.Liu, T.Gao, R.Inamori, Y.Ebie, K-Q.XU, Y.Inamori (2008) Treatment Characteristics of Domestic Wastewater by Four Different Constructed Wetlands and Its Emissions of Greenhouse Gases, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 39, 名古屋

矢吹芳教, 森 達摩, 阿部 誠, 山田正人, 井上雄三, 小野芳朗 (2007) 膜分離および凝集沈殿による廃棄物処分場の浄化および生態影響低減効果, 第41回日本水環境学会年会, 講演集, 636, 大阪

石垣智基, 山田正人, 遠藤和人, 長谷隆仁, 小野雄策, 小野芳朗 (2007) 埋立地浸出水の水質形成に関連する微生物機能の評価, 第41回日本水環境学会年会, 講演集, 379, 大阪

澤村啓美, 石垣智基, 山田正人, 小野雄策, 長森正尚, 長谷隆仁, 池 道彦 (2007) 廃棄物埋立地の浸出水中の微生物群集解析, 第41回日本水環境学会年会, 講演集, 597, 大阪

Kondo, Y., Kagawa, S., Yamada, M., Tachio, K. (2007) Inter-regional Waste Input-Output Model and Best Available Eco-efficiency of Regional and Nationwide Economy, ISIE Conference 2007, Abstract Book, 110, Toronto.

Yamada M, Abe M, Yabuki Y, Inoue Y, Ono Y (2007) Toxicity reduction evaluation (TRE) of unit processes for landfill leachate treatment with *Daphnia magna*, SETAC Europe 17th Annual Meeting, Abstracts, 128, Port

Abe M, Yamada M, Inoue Y (2007) Evaluating ecotoxicity of solid waste using terrestrial invertebrates, SETAC Europe 17th Annual Meeting, Abstracts, 130, Port

Kamura K., Hara Y., Yamada M. (2007) Movement and effect of moisture in landfills clarified by various geo-scientific methods, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy

Lee S.H., Choi K.I., Osako M., Yamada M., Ishigaki T., Dong, J.I. (2007) Assessment of alternative waste management systems in developing country in terms of CDM, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy

Endo K., Yamada M., Inoue Y. (2007) Numerical simulation of leachate behavior in offshore disposal site, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy

Yamada M., Asakura H., Inoue Y., Watanabe Y., Ono Y., Tachio K. (2007) Role of intermediate treatment in industrial solid waste stream for quality control of landfilled waste, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy

Asakura H., Inoue Y., Yamada M., Endo K., Ono Y. (2007) Effect of hydraulic conductivity on stabilization of landfill layer of industrial solid waste, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy

Sawamura H., Yamada M., Naruoka T., Ike M., Ishigaki T. (2007) Fermentative hydrogen production from mixture of organic wastes and incineration ash, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy

Inoue Y., Yamada M., Endo K., Asakura H. (2007) What a future solid disposal should be? Current status, problem and future direction in Japan, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy

植木祥治, 立尾浩一, 山田正人, 遠藤和人, 古津澄人 (2007) 循環型社会に対応した廃棄物詳細品目の類型化の検討(第1報), 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 155-157, つくば

中村拓郎, 山本陽介, 澤村啓美, 池 道彦, 成岡朋弘, 山田正人, 石垣智基 (2007) 反復回分培養によるバイオマスからの水素生成微生物群集の獲得, 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 530-532, つくば

山本陽介, 石垣智基, 澤村啓美, 池 道彦, 成岡朋弘, 山田正人 (2007) バイオマス系廃棄物からの水素生成反応の促進に関する研究, 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 539-541, つくば

田中宏和, 田中博義, 橘 治廣, 中屋亮二, 山田正人, 遠藤和人, 大家清紀, 小林克至 (2007) 管理型産業廃棄物最終処分場における経過期間と浸出水水質の相関分析, 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 751-753, つくば

大石 修, 依田彦太郎, 佐藤賢司, 石渡康尊, 栗原正憲, 山田正人, 遠藤和人, 川寄幹生, 磯部友護, 小野雄策, 米倉哲志, 前田正男 (2007) 廃棄物層調査における電磁探査法の適用事例, 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 766-768, つくば

山田正人, 遠藤和人, 川寄幹生, 米倉哲志, 磯部友護, 小野雄策, 大石 修, 佐藤賢司, 依田彦太郎, 石渡康尊, 前田正男 (2007) 最終処分場においてアスベスト含有廃棄物を確認するための掘削方法について, 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 772-774, つくば

澤村啓美, 山田正人, 池 道彦, 石垣智基 (2007) 熱帯地域の埋立地における微生物生態系解析, 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 790-792, つくば

古田祐介, 占部武生, 石垣智基, 中村義世, 山田正人, 小野芳朗 (2007) 廃棄物関連施設からの温室効果ガス排出量算定手法の改善, 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 849-851, つくば

石垣智基, 佐野準治, 白井啓一, 山田正人 (2007) 東南アジア諸国の埋立地覆土層におけるメタン排出量削減に関する研究, 第18回廃棄物学会研究発表会, 講演論文集, 855-857, つくば

山田正人, 遠藤和人, 朝倉 宏, 阿部 誠, 長森正尚, 渡辺洋一, 小野雄策, 小野芳朗 (2008) 無機系廃棄物の混合埋立からの初期におけるガスの発生挙動について, 第29回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 239-241, 広島

磯部友護, 川寄幹生, 小野雄策, 遠藤和人, 山田正人 (2008) 埋立廃棄物の性状分析から見た廃棄物最終処分場における比抵抗探査の有効性評価, 第29回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 242-244, 広島

山田正人 (2007) 中間処理を経由する廃棄物フロー, おおさかATCグリーンエコビジネス交流会 水土壤汚染対策研究部会セミナー 廃棄物処理法から見た中間処理施設と最終処分場のあり方, 大阪

山田正人 (2007) 最終処分場におけるアスベスト廃棄物の安全性評価手法の開発, 平成19年度アスベスト処理技術研究セミナー, 札幌, 大阪, 東京

山田正人 (2007) 地球温暖化と埋立地, 土木学会環境工学委員会セミナーシリーズ 第3回, 柏

山田正人 (2007) 産業廃棄物の物流を捉える 関東域におけるケーススタディー, 廃棄物学会中国四国支部セミナー「循環型社会を考える」, 高知

山田正人 (2007) 廃棄物と環境容量, 岡山大学21世紀COEプログラム「循環型社会への戦略的廃棄物マネジメント」第6回『循環型社会構築ワークショップ』『循環型社会は到来するのか』, 岡山

遠藤和人, 肴倉宏史, 大迫政浩 (2007) 境膜厚さに着目したバッチとカラム溶出試験における溶出挙動の比較, 第7回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, 155-162, 福岡

肴倉宏史, 崎田省吾, 遠藤和人, 貴田晶子, 大迫政浩 (2007) 連続バッチ型溶出試験における再生材からの成分溶出挙動の解析, 163-168, 福岡

内田佳子, 小峯秀雄, 安原一哉, 村上 哲, 遠藤和人 (2007) 廃棄物最終処分場覆土材におけるメタン酸化細菌の育成可能な条件の提示, 第7回環境地盤工学シンポジウム, 203-210, 名古屋

坂内 修, 遠藤和人, 山田正人, 井上雄三, 小野雄策 (2007) 廃棄物層内温度分布の自動モニタリングと熱発生量の解析, 第7回環境地盤工学シンポジウム, 275-280, 福岡

遠藤和人, 井上雄三 (2007) 模型土層実験による廃棄物海面処分場の排水暗渠の評価, 第42回地盤工学研究発表会講演論文集, 2183-2184, 名古屋

Kazuto Endo, Masato Yamada, Yuzo, Inoue (2007) Social Dimension and Technical Aspects of Offshore Disposal Sites in Japan, Proceedings of the 3rd Environmental Science and Technology 2007, 107-112, Houston

川寄幹生, 小野雄策, 遠藤和人, 山田正人 (2007) 中間処理後建設廃棄物中のアスベストの分析, 日本分析化学会第56回年会講演集, 徳島大学

杉本芳博, 山田直之, 遠藤和人 (2007) 3次元比抵抗トモグラフィによる廃棄物中の水挙動モニタリングのためのモデル実験, 物理探査学会第117回学術講演会, 札幌

杉本芳博, 山田直之, 遠藤和人 (2007) 比抵抗トモグラフィを用いた大型ライシメーター充填廃棄物のモニタリング, 物理探査学会第117回学術講演会, 札幌

遠藤和人, 山田正人, 井上雄三 (2007) 海面最終処分場の保有水管理に関する一考察, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 679-681, つくば

朝倉 宏, 遠藤和人, 井上雄三 (2007) 覆土の透水性が埋立廃棄物の安定化に与える影響, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 808-810, つくば

今井敏夫, 高野博之, 朝倉 宏, 遠藤和人, 井上雄三 (2007) 都市ごみ焼却主灰の経時観察と炭酸化, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 821-823, つくば

今井敏夫, 朝倉 宏, 遠藤和人, 井上雄三 (2007) 混合埋立による都市ごみ焼却主灰の固化抑制, 第18回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 827-829, つくば

Yong-Sung Kim, Jun-Boum Park, Myoung-Hak Oh, Kazuto Endo (2007) Application of Electrical Resistivity Measurement for Monitoring Landfills in Operation, Proceedings of the 18th

朝倉 宏, 遠藤和人, 山田正人, 井上雄三, 小野雄策 (2007) 覆土の流体移動特性が埋立廃棄物の安定化に与える影響, 第15回衛生工学シンポジウム, 札幌市

朝倉 宏, 井上雄三 (2008) 新規に建設された最終処分場の技術選定における住民との関わり, 第29回全国都市清掃研究・事例発表会, 広島市

T.Naruoka, T.Shimaoka, J.Etoh, H.Nakayama (2007) Study on chlorine removal of municipal solid waste incineration residues as a resource of cement material, Proceedings of The 2007 Environmental Societies Joint Conference 「Korea-Japan Special Symposium」, 219-221, Busan, South Korea

T.Shimaoka, T.Naruoka, J.Etoh, H.Nakayama (2007) Inovative dechlorination from municipal solid waste incineration residues, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia 2007, Sardinia, Italy

成岡朋弘, 竹本智典, 江藤次郎, 島岡隆行 (2007) 有機性脱塩促進剤による都市ごみ焼却灰中の難溶性塩素化合物の消長, 第18回廃棄物学会研究発表会, つくば市

中村拓郎, 山本陽介, 澤村啓美, 池 道彦, 成岡朋弘, 山田正人, 石垣智基 (2007) 反復回分培養によるバイオマスからの水素生成微生物群集の獲得, 第18回廃棄物学会研究発表会, つくば市

成岡朋弘, 江藤次郎, 中山裕文, 島岡隆行, 小淵祐二, 坂田昌己, 大神剛章, 三浦啓一 (2008) 都市ごみ焼却残渣のセメント原料化のための脱塩システムの構築, 第29回全国都市清掃研究・事例発表会, 広島市

森田飛鳥, 成岡朋弘, 島岡隆行, 大神剛章, 三浦啓一 (2008) コンポストを用いた都市ごみ焼却飛灰および焼却灰混合試料の脱塩, 平成19年度土木学会西部支部研究発表会, 長崎市

K. Inoue, K. Kawamoto (2006) Estimation of breakthrough time of adsorbents in an incineration facility adsorber, 第17回廃棄物学会研究発表会, 同論文集, 43-45, 北九州

K. Kawamoto, H. Miyata, T. Suyama (2006) Operation management in MSW incinerator by measuring summary organic halogens for predicting dioxins, 26th Int. Symp. Halogenat. Persistent Org. Pollut. -DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68: 2260-2263, Oslo, Norway

井上研一郎, 川本克也 (2007) 還元雰囲気下におけるガス中芳香族炭化水素の触媒分解, 第16回環境化学討論会, 同講演要旨集, 210-211, 北九州

川本克也, 浅田正三, 藤吉秀昭, 宮田治男, 渡部信久, 渡部 剛, 鈴木 悟 (2007) 有機ハロゲンモニタリングによる焼却炉制御の支援について, 第16回環境化学討論会, 同講演要旨集, 46-47, 北九州

K. Kawamoto, N. Watanabe, S. Asada, H. Fujiyoshi, H. Miyata, G. Watanabe, S. Suzuki (2007) Dioxin surrogate study under startup conditions of municipal waste incinerator, 27th Int. Symp. Halogenat. Persistent Org. Pollut. - DIOXIN 2007, Organohalogen Compd., 69, 182-185, Tokyo

K. Kawamoto, N. Watanabe, T. Miyazaki, H. Uchino, S. Suzuki (2007) Chlorobenzenes and chlorophenols as alternative indices to dioxins in flue gases under steady state and at startup, 27th Int. Symp. Halogenat. Persistent Org. Pollut. - DIOXIN 2007, Organohalogen Compd., 69, 1301-1304, Tokyo

K. Inoue, K. Kawamoto (2007) Adsorption characteristics of carbonaceous adsorbents for organic pollutants in a model incineration exhaust gas, 27th Int. Symp. Halogenat. Persistent Org. Pollut. - DIOXIN 2007, Organohalogen Compd., 69, 2478-2481, Tokyo

川本克也, 依田育子 (2007) 排ガス中有機ハロゲンの連続サンプリングおよびその測定, 第18回廃棄物学会研究発表会, 同講演論文集, 591-593, つくば

名久井博之, 鈴木 悟, 浅田正三, 藤吉秀昭, 宮田治男, 渡辺信久, 川本克也 (2007) 廃棄物焼却炉立上げ時における排ガス中のダイオキシン類と有機ハロゲン化合物の連続同時測定, 第18回廃棄物学会研究発表会, 同講演論文集, 594-596, つくば

K. Inoue, K. Yasuda, K. Kawamoto (2007) Emission status of exhaust gases from municipal solid waste incinerators in Japan, 第18回廃棄物学会研究発表会, 同講演論文集, 55-57, つくば

川本克也, 名久井博之, 渡部 剛, 鈴木 悟, 浅田正三, 藤吉秀昭, 宮田治男, 渡辺信久 (2008) 有機ハロゲン濃度のモニタリングによる焼却施設の環境安全および運転管理支援, 第29回全国都市清掃研究・事例発表会, 同講演論文集, 202-204, 広島,

安田憲二 (2008) 循環型社会における焼却処理の役割向上と評価, 第29回全国都市清掃研究・事例発表会, 同講演論文集, 163-165, 広島

鈴木 茂, 野馬幸生 (2006) 循環資源廃棄物中有機成分の包括的分析システムに関する研究, 第15回環境化学討論会, 第15回環境化学討論会講演要旨集, 64-65, 仙台

相澤寛史, 滝上英孝, 酒井伸一, 室石泰弘, 森田昌敏, 中野哲哉 (2006) バイオアッセイのダイオキシン類測定への適用の動向, 第15回環境化学討論会, 第15回環境化学討論会講演要旨集, 32-33, 仙台

滝上英孝, 中野哲哉, 相澤寛史, 室石泰弘, 酒井伸一, 森田昌敏 (2006) 前処理方法を違えた場合の生物検定法の性能評価 (廃棄物試料を対象として), 第15回環境化学討論会, 第15回環境化学討論会講演要旨集, 334-335, 仙台

滝上英孝 (2006) ダイオキシン類の環境測定に係る精度管理の手引き (生物検定法) の解説とそのポイント, 工業技術会講習会, 工業技術会講習会テキスト, 東京

滝上英孝 (2007) ダイオキシン類緑化合物を検出するバイオアッセイ～バリデーション, モニタリング, 制度管理の実際から今後の展開まで～, 生物化学的測定研究会第12回学術集会, 広島

鈴木 剛, 酒井伸一, 滝上英孝 (2007) DR-CALUX アッセイを用いた食品・飼料中のダイオキシン類測定に係る国際相互検定研究, 第16回環境化学討論会, 第16回環境化学討論会講演要旨集, 376-377, 北九州

大坂利文, 佐々木恵, 海野 肇, 塩入千春, 稲森悠平, 蛭江美孝 (2008) 水処理システムの微小動物群集構造の18 SrRNA 遺伝子を指標とした解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 627, 名古屋

稲森悠平, 稲森隆平, 川原敦子, 戎野棟一, 鈴木理恵, 徐 開欽 (2008) フロート式水耕栽培浄化法における植物体・根圏生長特性と浄化効果の関係解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 560, 名古屋

山崎宏史, 鈴木理恵, 稲森悠平, 戸上公博, 蛭江美孝, 西村 修 (2008) ディスポーザ排水と生活排水の生物可溶化・資化特性比較解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 185, 名古屋

戸上公博, 杉浦則夫, 山崎宏史, 鈴木理恵, 蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平 (2008) ディスポーザ排水の有機炭素成分を指標とした生物処理機能解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 184, 名古屋

稲森隆平, 大内山高広, 林 紀男, 蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平 (2008) 沈水植物の存在の有無のサヤミドロの発生特性およびモノアラガイによる捕食分解能解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 147, 名古屋

鈴木理恵, 川原敦子, 大内山高広, 林 紀男, 徐 開欽, 稲森悠平 (2008) フロート式水耕栽培浄化システムの機能と水質改善効果の解析, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 49, 名古屋

C-X.Liu, T.Gao, R.Inamori, Y.Ebie, K-Q.XU, Y.Inamori (2008) Treatment Characteristics of Domestic Wastewater by Four Different Constructed Wetlands and Its Emissions of Greenhouse Gases, 第42回日本水環境学会年会, 同講演集, 39, 名古屋

H.Yamazaki, Y.Ebie, T.Kondo, R.Suzuki, K.Xu, Y.Inamori, O.Nishimura (2008) Effects of circulation ratio in domestic wastewater and disposer wastewater treatment Johkasou, 8th IWA Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 2nd IWA Specialized Conference on Decentralized Water and Wastewater International Network (DEWSIN), Coimbatore

Y.Ebie, H.Yamazaki, K-Q Xu, Y.Inamori (2007) Functional analysis in decentralized domestic wastewater treatment system "Johkasou" for prevention eutrophication, 7th Workshop on TEMM agreed Fresh Water (Lakes and Marshes) Pollution Control Project, Toyama

大坂利文, 横澤和哉, 常田 聡, 蛭江美孝, 稲森悠平, 井坂和一 (2007) 有機系排水流入時における anammox 反応場の処理性能および細菌群衆構造の変化, 日本水処理生物学会第44回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(27), 79, 富山

鈴木理恵, 栗原亮一, 山崎宏史, 佐竹隆顕, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2007) ディスポーザ排水処理システムにおける有機物負荷と汚泥特性との関係解析, 日本水処理生物学会第44回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(27), 70, 富山

山崎宏史, 西村 修, 鈴木理恵, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2007) ディスポーザ導入型排水処理システムにおける有機炭素成分に着目した生物処理機能解析, 日本水処理生物学会第44回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(27), 69, 富山

T.Kondo, Y.Ebie, Y.Suzuki, S.Tsuneda, Y.Inamori, K-Q.Xu (2007) Characterization of the Microbial Community in the Anaerobic/Oxic/Anoxic process without excess sludge production, 2nd IWA ASPIRE, Perth

近藤貴志, 蛭江美孝, 徐 開欽, 常田 聡, 稲森悠平 (2007) リン資源回収型栄養塩類除去プロセスにおける微生物叢と処理性能の関係解析, 化学工学会第39回秋季大会, 同研究発表講演要旨集, 札幌

蛭江美孝 (2007) 水処理プロセスにおける除去・廃棄から回収・資源化へのパラダイムシフト, 化学工学会第39回秋季大会, 同研究発表講演要旨集, 札幌

稲森悠平, 稲森隆平, 徐 開欽, 蛭江美孝 (2007) 地球温暖化・富栄養化対策のための水・物質循環のあり方, 第10回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 24-25, 熊本

鈴木理恵, 山崎宏史, 佐竹隆顕, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2007) 生ごみ破碎バイオマス処理派生汚泥の特性と資源化, 第10回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 22-23, 熊本

井上廣輝, 桑原健太郎, 山海敏弘, 竹崎義則, 徐 開欽, 稲森悠平 (2007) 生活排水対策としての浄化槽の高度化のための解析評価, 第10回日本水環境学会シンポジウム, 同講演集, 14-15, 熊本

鈴木理恵, 山崎宏史, 佐竹隆顕, 稲森悠平 (2007) ディスポーザ活用処理システムの汚泥の生物化学的特性, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 78, 大東

稲森悠平, 蛭江美孝, 徐 開欽, 戸上公博, 川村光隆, 山崎宏史 (2007) 生ごみ粉碎ディスポーザ排水割合の有機物成分の排水処理システムに及ぼす影響解析, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 79, 大東

山崎宏史, 西村 修, 鈴木理恵, 戸上公博, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2007) ディスポーザ導入型排水処理システムにおける生ごみ成分が機能に及ぼす影響解析, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 80, 大東

近藤貴志, 鈴木康之, 常田 聡, 蛭江美孝, 徐 開欽, 稲森悠平 (2007) 汚泥減容型高度処理プロセスに存在する微生物叢解析, 第41回日本水環境学会年会, 同講演集, 216, 大東

中川 剛, 松村正利, 井坂和一, 常田 聡, 蛭江美孝, 稲森悠平 (2006) 高濃度アンモニア含有排水処理プロセスにおける低水温下での処理特性と硝化細菌の挙動, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 24, 仙台

稲森悠平, 横澤和哉, 大坂利文, 常田 聡, 井坂和一 (2006) 有機物存在下における嫌気性アンモニア酸化反応の特性解析, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 27, 仙台

鈴木理恵, 山崎宏史, 佐竹隆顕, 稲森悠平 (2006) 有機性排水の可溶化反応槽における微小動物相の増殖・浄化特性, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 38, 仙台

保坂善仁, 藤本尚志, 大西章博, 鈴木昌治, 岩見徳雄, 稲森悠平 (2006) 原生動物 *Monas guttula* の糸状性藍藻類を食物源とした増殖特性, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 42, 仙台

林 紀男, 稲森悠平, 尾崎保夫 (2006) 水生植物植栽浄化法における水生動物の果たす役割, 日本水処理生物学会第43回大会, 日本水処理生物学会誌, 別巻(26), 85, 仙台

K.Furukawa, T.Hoshino, S.tsuneda, Y.Inamori (2006) Optimization of the cell wall permeabilizing conditions for highly sensitive fluorescence situ hybridization, International Symposium on Microbial Ecology-11, Vienna

Y.Date, S.Yoshie, S.Tsuneda, K.Isaka, T.Sumino, Y.Inamori (2006) Microbial community and growth characteristic of bacteria exhibiting a high anaerobic ammonium oxidation activity, International Conference on Environmental Biotechnology, Leipzig

Yukio Noma, Yoshito Mitsuhara, Kiyoshi Matsuyama, Shin-ichi Sakai (2006) The degradation products of PCBs by the sodium dispersion method, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 2343-2346, Oslo

Takashi Yamamoto, Yukio Noma, Kazutoshi Nose, Shin-ichi Sakai (2006) Photolysis of polychlorinated naphthalene congeners in alkaline 2-propanol solution, The 26th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants - DIOXIN2006, Organohalogen Compounds, 68, 1496-1499, Oslo

Yukari Ishikawa, Yukio Noma, Takashi Yamamoto, Yoshihito Mori, Shin-ichi Sakai (2006) PCB decomposition and formation depending on the input materials in the thermal treatment plant equipment, the 4th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis and Emission Control, Proceedings of 4th International Conference on Combustion, Incineration/Pyrolysis and Emission Control, 367-370, Kyoto

Yukio Noma, Shin-ichi Sakai (2007) Difference of Decomposition Mechanism among Three Non-Combustion Methods for PCB, DIOXIN2007, Organohalogen Compounds, 69, 654-657, Tokyo

石川 紫, 野馬幸生, 酒井伸一 (2006) 選択異性体測定による全PCB濃度およびdioxin-like PCB毒性当量への変換方法の検討, 第15回環境化学討論会, 第15回環境化学討論会講演要旨集, 60-61, 仙台

遠藤和人 (2008) 堆積廃棄物の火災と実大実験の概要, 第11回消防防災研究講演会講演集, 調布

(6) 基盤的な調査・研究

山本貴士, 貴田晶子, 野馬幸生, 寺園 淳, 酒井伸一 (2006) アスベスト廃棄物溶融処理物の透過電子顕微鏡による試験方法の検討, 第17回廃棄物学会研究発表会, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 1113-1115, 北九州

貴田晶子 (2007) 廃棄アスベストの無害化処理技術とその評価における課題, 耐火物研究会第6回環境と耐火物研究会, 東京

貴田晶子 (2008) アスベスト：処理・測定に関する技術的評価の可能性, おおさか ATC グリーンエコプラザビジネス交流会水・土壌汚染対策研究部会

貴田晶子 (2008) 無機系廃棄物の今後の課題, NPO 法人広島循環型社会推進機構第 4 回講演会, 広島

佐伯 孝, 倉持秀敏, 川本克也 (2006) 高压流体を用いた食品廃棄物からの生理活性物質の選択的抽出, 化学工学会第71年会, 同要旨集, E104

T. Saeki, H. Kuramochi, K. Kawamoto (2006) Selective extraction of Vitamin E from *Okara* organic waste using sc-CO₂, 8th International Symposium on Supercritical Fluids (ISSF2006), 322

REPORT OF SPECIAL RESEARCH FROM
THE NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES, JAPAN

国立環境研究所特別研究報告
SR-83-2008

平成 20 年 12 月 26 日発行

編 集 国立環境研究所 編集委員会

発 行 独立行政法人 国立環境研究所

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16番2
電話 029-850-2343 (ダイヤルイン)

印 刷 株式会社コームラ

〒501-2517 岐阜市三輪 ぷりんとびあ 3

Published by the National Institute for Environmental Studies
16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506 Japan
September 2008

無断転載を禁じます

