

環 環

ann Kann

独立行政法人 国立環境研究所
循環型社会・廃棄物研究センター
オンラインマガジン

総集編

2011

Vol. 9

9

高校生も楽しめる循環型社会・廃棄物研究情報誌

www-cycle.nies.go.jp/magazine/



近況



社会のうごき



循環・廃棄物のけんきゅう



ごみ研究の歴史



循環・廃棄物のまめ知識



当ててみよう



その他



循環センターの
メンバーが



研究情報を
わかりやすく紹介!



たけ りえ

目次

近況

- 研究をどう評価するか 1
資源循環・廃棄物研究センターとしての新たな門出 22

社会のうごき

- 再生可能エネルギーへのパラダイムシフト 2
資源貿易と資源管理 3

循環・廃棄物のけんきゅう

- 日本が海外に依存する温室効果ガス排出量 4
ポリ塩化ナフタレンを含む廃棄物の熱的処理 6
発展途上国における適正な
液状廃棄物処理システムの選択手法 8
バイオガス化技術はエネルギー生産プロセスか
エネルギー消費プロセスか? 10
電子基板に含まれるレアメタル等を測定するために必要な金属の溶かし方 12
不要品回収と金属スクラップ（雑品）輸出に関する3つの問題 14
ベトナムにおける有価物回収の実態 16
アジアのごみ処理で発生する温室効果ガスをより正確に推計する 18



Dr.グッチー



ゆうそう博士

当ててみよう！

- ごみ処理の影響はどこまで? ... 5
世界のトイレ事情 9
バイオメタンの発生量 11
国によって違う? リサイクルされるもの、
されないもの 17
当ててみよう! の答えと解説 21



循環・廃棄物のまめ知識

- 「負の遺産」
ポリ塩化ビフェニル（PCB）廃棄物の処理 7
ITO（インジウムスズ酸化物） 13
バーゼル条約・バーゼル法 15
IPCC ガイドライン 19



その他

- スウェーデン・ルンド大学滞在記 22
一時休刊前の編集後記 23

バックナンバーの目次

- Vol.1 ~ Vol.2 24
Vol.3 ~ Vol.4 25
Vol.5 ~ Vol.7 26
Vol.8 27



研究をどう評価するか

やまね まさのり
山根 正慎

2010年10月4日号

学校では学生の勉強を試験で評価し、会社では社員の勤務を販売成績などで評価します。これらは、共通の指標で、明確な数値で表現されます。このため、比較的公平で分かりやすく、簡単に順位を付けることができます。それでは、研究者の行った研究はどのように評価されるのでしょうか。

先に述べた「試験」や「販売成績」に該当するような分かりやすい指標として、「投稿論文数」や「知的財産取得数」などが挙げられます。「投稿論文数」は、文字どおり研究者が執筆し、雑誌（学会誌等）に投稿した論文の数です。ただし、単純に投稿した数だとその内容のレベルに関わらずカウントされるため、雑誌の編集者がその分野の専門家に論文の審査（査読）を依頼し、その結果を受けて掲載された「査読付論文数」を用いることが多くなっています。もう一方の「知的財産取得数」は、研究開発で新たに生まれた技術等を特許出願し、申請中もしくは登録された数となっています。

しかし、研究によっては技術開発を行わず、特許等の出願が無いものや、長期間の観測・モニタリングを実施するため、投稿論文数が他より少なくなってしまう研究もあります。このような研究が「投稿論文数」「知的財産取得数」のみで評価されてしまうと、優れた研究であっても、それを正確に反映した評価ではなくなってしまいます。従って、「投稿論文数」「知的財産取得数」はあくまでも、研究を評価する一つの目安であり、それだけで評価を行うことはできません。

それでは、もっと正確にかつ分かりやすく研究を正確に評価することはできないでしょうか？政府の総合科学技術会議では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成20年10月31日内閣総理大臣決定）をとりまとめています。この中では、「具体的な指標・数値による評価に務めるが、基礎研究等においては定量的な評価手法に過度に依存せず、定性的な評価手法を併用することが重要である。」（一部文章略）と記されています。つまり、先の「投稿論文数」や研究計画での目標値のような定量的な評価と、特に基礎研究では新たな発展の可能性等の定性的な評価を併用することを求めています。

具体的には、同指針で研究評価の実施方法を参考として掲載しています。それによると、研究をいくつかのタイプに分類し、それぞれ以下のような評価基準を例示しています（一部文章を筆者が加筆・修正）。

「基礎研究」

1. 新たな知の創造に主眼を置き、国際的な水準から見た科学的価値を重視する
2. 当初計画と異なっても科学的に卓越した成果があれば成果として認知する。
3. 今後の発展性を見極め、次につながる視点を重視する。

「プロジェクト研究（応用研究・開発研究）」

1. 今後の方向付けの検討に資することに主眼を置き、目的・目標の達成度合いを重視する。
2. 達成の成否及びその要因を分析し、研究開発の発展性を見込む視点を重視する。

上記のとおり、事象の機構や機序等の解明等を行う「基礎研究」と具体的な技術開発等を行う「プロジェクト研究」を比較すると分かりますが、「基礎研究」がどれだけ新たな科学的貢献があるかという定性的な点を重視しているのに対し、「プロジェクト研究」では、当初の目標（数値目標等）の達成具合というどちらかと言えば定量的な点を重視しています。結局、研究をなるべく正確に評価しようとする、単一の基準で評価するのではなく、研究の特性に応じて、定性的・定量的な評価をうまく組み合わせて評価を行うことが必要になります。

国立環境研究所でも同指針に基づいて、研究の評価を行っています。そのうち、最も重要なものは外部研究評価と呼ばれる評価です。研究所外の外部有識者によって構成された委員会が評価を行います。その結果については以下のウェブサイトでも公表されています。

(<http://www.nies.go.jp/kenkyu/gaibuhyoka/h22/h22.html#gaiyou>)

平成22年4月に実施された外部研究評価では、過去4年間の研究成果を評価し、その結果は平成23年度からの5年間の研究所における中期計画に反映されることになっています。また、所内の研究評価の実施についても今年度中に見直しを行い、ウェブサイト等を通じて皆様に公表する予定となっています。

＜もっと専門的に知りたい方は＞

1. 国の研究開発評価に関する大綱的指針(平成20年10月31日内閣総理大臣決定)
(<http://www8.cao.go.jp/cstp/kenkyu/taikou081031.pdf>)

再生可能エネルギーへのパラダイムシフト

じょ かいきん
徐 開欽

2010年10月4日号

現在の私たちの社会や暮らしは、大量のエネルギー資源に支えられています。日常生活に欠かすことのできない電気、ガス、水道はもちろん、現代社会の基盤となっている交通、運輸、通信なども全てエネルギーを利用しています。日本は化石エネルギー資源をほとんど持たず、輸入に依存しています。近年、資源価格の乱高下や国際的な資源獲得競争の激化、地球温暖化対策に対する社会的要請の高まりなど、資源エネルギー政策を取り巻く環境は大きく、また急速に変化しています。

世界全体の経済規模の一層の拡大、環境の保全、石油による地域紛争、安全保障に関わる様々な理由から見て、現状の化石エネルギーを中心とした社会を維持するのは不可能であり、安全でクリーン、安価で多様なエネルギー供給が求められています。

アメリカは世界一のエネルギー消費国で、日本の5倍以上という大量のエネルギーを消費しています。そのエネルギー消費のパラダイムシフトへの試みが始まっています。オバマ大統領が掲げたグリーンニューディール政策の要は、太陽光、風力、バイオマス等の再生可能エネルギーの導入です。しかし、2007年の1次エネルギーにおける各エネルギーの比率は、太陽光0.1%、風力0.4%、バイオマス5.0%で、計5.5%しかありませんが、3年でこれらを倍にし、2025年までには電力供給の25%をこれら再生可能エネルギーで賄うとしており、これがグリーン・ニューディールの骨格です。このグリーン・ニューディール政策は、今後エネルギー体系のパラダイムシフトを起こす可能性が高いと言われています。

再生可能エネルギーの普及は、温室効果ガスの削減、化石エネルギーからの脱却という効果だけではなく、それに関連する環境産業の育成・強化や雇用の創出にも寄与するという経済対策としての効果も期待されています。

再生可能エネルギーは、国際的にも広く認知されています。例えば、国際エネルギー機関（IEA）によると、再生可能エネルギーは「絶えず補充される自然のプロセス由来のエネルギーであり、太陽、風力、バイオマス、地熱、水力、海洋資源から生成されるエネルギー、再生可能起源の水素が含まれる」とされています。日本においても、2009年7月に成立した「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」により、再生可能エネルギー源は、「エネ

ルギー源として永続的に利用することができると認められるもの」として、太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱、大気中の熱その他の自然界に存する熱、バイオマスが規定されています。

再生可能エネルギーの特徴として、利用の持続可能性に加えて、エネルギー源の多様化による輸入依存度の低減、利用時の環境負荷が小さいといった点が着目されています。

再生可能エネルギーは、小型・分散型なので普及は難しいとの見方がありますが、逆にこれが有利となることもあります。石油エネルギーを消費する自動車はそもそも分散して走行しているので、電気自動車等に置き換わった場合には小型・分散型の再生エネルギーがエネルギー供給源として有効に機能するのではないかとという予測もあります。IT技術の進展もこの動きを後押しする可能性があり、余った電力を必要とするところへきめ細かく送電できるネットワーク作りが実現すれば、小型・分散型の欠点をさらに補うものになるでしょう。

水環境保全再生・廃棄物分野においても、再生可能エネルギーの活用が強化されつつあります。バイオマスはこれまで様々な形態で導入が進められています。エネルギー供給サイドでは、電力事業におけるバイオマス発電、石油事業におけるバイオエタノール等のバイオ燃料の利用、都市ガス事業におけるバイオガスの利用など、また、エネルギー需要サイドでは素材産業におけるバイオマスの原材料としての利活用等、その利用形態や利用される状況は非常に多岐にわたっていて、導入量は増加傾向です。バイオマスとしての污泥・生ごみ・植物残さ等からのBDF（バイオディーゼルフューエル）、メタン・水素等クリーンエネルギー回収、太陽光発電・風力発電等の水処理システムへのエネルギー利用は、これからの低炭素社会型システム創りににおいて極めて重要といえます。特に、既存電力の制約のある離島、震災時の避難場所としての学校等の污水处理施設等の電力源としての活用は、衛生学的安全性を確保する上でも必須といえます。低炭素社会を目指した再生可能エネルギーの活用はますます拡大するものと考えられ、今後更に期待されます。

<参考・引用資料>

資源エネルギー庁：再生可能エネルギーをめぐる諸情勢



資源貿易と資源管理

なかじま けんいち
中島 謙一

2011年2月7日号

つくばに住んでいるKさんとMさんのある日の買い物
の風景です。

Kさん：『今日の夕食は、鮭のバター焼きとブロッコリーに
しよう。』

Mさん：『鮭は、ノルウェー産と北海道産があるよ、あと、ブ
ロッコリーは、アメリカ産と茨城産があるよ。』

Kさん：『鮭は、ノルウェー産の方が、脂がのってそうだね。
ブロッコリーは、茨城産の方が高いけど新鮮そうだし美味
しそうだね。』

このひとこまは、夕食前のスーパーなどでは、ごくごく
当たり前のやりとりだと思います。最近では、産地などの
他に、生産者である農家の方の名前などが記載されている
ものもあれば、インターネットなどを通じて、生産や流通
の段階を通じた“もの”の移動を把握できる仕組みなどが
導入されている商品もあります。こうした商品の流通・生
産に関する情報を把握できる状態を、『トレーサビリティ
= trace(追跡) + ability(できること)』がある、といいます。

ところで、最近、磁石などの原料(ネオジム、ジスプロシ
ウムなど)や研磨剤などの原料(セリウム)として使われて
いる希土類(レアアース)の供給構造のぜい弱性が話題にな
ると共に、資源確保を考える上での産出国との関係が話題
になりました。皆さんは、日々の生活で使っている製品に
どんな原料が使われているか知っていますか？そして、そ
の原料は、どこの国からきているか知っていますか？今
回、お話したいのは、『資源はどこからくるのだろうか？』と
いう話です。

ガソリンや灯油などの原料となる石油は、サウジアラビ
アなどの中東地域が主要な産出国である事はご存知かと
思います。では、身近な工業製品として、携帯電話はどうで
しょう？携帯電話には、石油製品を原料とするプラスチッ
クの他、電気を通す為に基板に使われている銅、ネジや補
強部品としての鉄などの他に、話題のレアメタルも含まれ
ています(2009年6月8日号「都市鉱山と金属資源のリサイ
クル」参照)。携帯電話に使われているレアメタルの例と
しては、バイブレーターの小型モータに使われる希土類や
同じくバイブレーターの錘に使われるタングステンなど
があります。銅の原料である銅鉱石は、チリが主要な産出
国です。また、鉄の原料である鉄鉱石は、オーストラリアや
ブラジルが主要な産出国です。前述の希土類やタングステ
ンは中国が主要な産出国です。私達が住む日本では、リサ

イクルにより部分的に賄っている資源はあるものの、エネ
ルギー資源・鉱物資源の大部分を海外からの輸入に依存し
ているのが現状です。また、地質学的・技術的な要因などか
ら資源の産出国が限られているのが現状です。

資源の管理、供給、需要は、私達の生活・経済活動に大き
な影響を与える問題です。現在、顕在化した希土類問題を
発端に、日本は、資源管理のあり方を考える岐路に立って
いるように思います。この問題は、希土類を含めたレアメ
タルに限定される問題ではありません。鉄、銅、鉛などの汎
用金属も含めて、資源管理のあり方を考える必要があるよ
うに思います(今回のお話で特記した金属に限った問題
ではありません。)

もちろん、資源問題は複雑な問題であり、地質学的な資
源の偏在性の他、採掘して製品にする技術の偏在性、コス
ト、更には政治的な要素を含む問題で、私たち一般消費者
にとっては、関係が無い問題のように思うかもしれません。
もちろん、国として、資源管理のあり方を考える事は重
要なのですが、一方で、私たち1人1人が、製品を使っている
事も、そして資源を必要としている事も事実なのです。ま
ずは、消費者として現状を知ること、その上で、どのように
生活すれば資源を有効かつ安定して活用できるのか考え
ていく事も重要ではないかと思います。

最後に、資源管理のあり方を考える為の学問の1つを示
すと共に、当研究所における活動を紹介させていただきます。
私たちの経済活動・産業と環境問題との関わりを考える
『産業エコロジー』という学問があります。この学問分野で
は、生産活動や経済活動に伴って、どんな物質がどの程度
の量、どんな用途で使われているのかと言った情報を定量的
に得る為の手法として、物質フロー分析(MFA: Material
flow analysis)という手法が用いられています。当研究セン
ターにおいても、資源性・有害性、国際資源循環、サプライ
チェーンをキーワードにして、物質フローに関する研究を
行っています。合わせてご参照頂ければと思います(2009
年6月8日号「都市鉱山と金属資源のリサイクル」、2007年
2月5日号「コクサイシゲンジュンカン?」、2007年10月15
日号「私たちの消費と廃棄物とのつながりを追う」参照)。

けんきゅう

日本が海外に依存する温室効果ガス排出量

なんさい けいすけ
南齋 規介

2010年11月1日号



日本は気候変動枠組条約に基づく京都議定書に批准し、6種類(CO₂、CH₄、N₂O、CFCs、PFCs、SF₆)の温室効果ガス(GHG: Greenhouse gas)排出量を2008年から2012年までの間に1990年と比べて6%削減することを約束しました。皆さんは日本のGHG排出量がどれくらいかで存知でしょうか? 1990年からのGHG排出量はどう変わってきたかは、国立環境研究所の温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)のホームページを見ると分かります。1990年は12.613億トンでしたが、2007年まで伸び続けて13.690億トンに達しました。しかし、2008年に起きたリーマンショックによる経済不況を引き金に生産量や消費量が落ち込んだことを受け、2008年では12.818億トンとなっています。

この約13億トンのGHGは日本国内の生産と消費活動によって生み出されたものです。一方、日本は天然資源の乏しい国で、その多くを海外からの輸入に頼っています。例えば、2006年において、原油の輸入依存率は99.6%、天然ガス96.4%、石炭99.0%、鉄鉱石100%、銅地金100%、アルミ地金100%ととても高い数字です。少し考えると、これらの資源は日本へ運ばれてくる前に、既に採掘や加工、輸送の段階でエネルギーを使い、CO₂を海外で排出していることに気がきます。

もちろんこれは資源に限った事ではありません。食材や衣服、工業製品の部品から住宅の資材まで、いろいろな輸入品を目にしますが、それらを作るために排出されたGHGは海外で発生するもので、先の約13億トンの排出量の中には入っていません。では、日本はいったいどれくらいのGHGを国外で排出しているのでしょうか?

今、このような一国の経済活動に伴い世界で排出されるGHGを計測する研究が、国内外(欧州、米国、オーストラリア等)で精力的に行われています。計測といっても、測定機器があるわけではないので、分析モデルを作り必要なデータを整備して計算によって排出量を推計します。日本を推計した例を紹介すると、世界を87の国や地域に分けたPeters と Hertwichの推計結果では、2001年の日本は5.60億トンのGHGを国外で排出しています。また、113の国や地域に区分したDavis と Caldeiraの推計結果では、2004年は4.68億トン(化

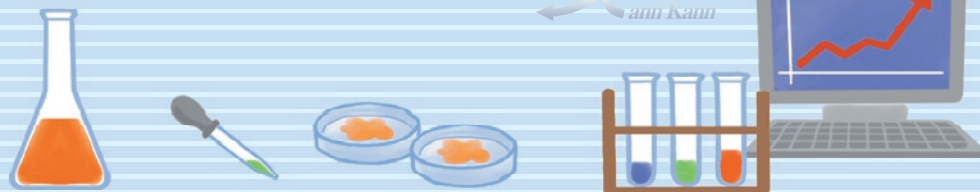
石燃料の燃焼起源のCO₂のみを対象)と見積もっています。

こうした国外排出量の計算は、多地域間産業連関モデル(Multi-regional input-output model: MRIO)という膨大なデータを必要とするモデルを用います。この計算のためには、ある国である製品を一つ作るために国内および国外からどのような素材や部品をどれだけ買ってくるかを示すデータと、それを製造する現場でGHGがどれだけ排出されるかを示すデータを、あらゆる製品やサービスについて国ごとに整備する必要があります。そのため、欧州ではEXIOPOL(A new environmental accounting framework using externality data and input-output tools for policy analysis)プロジェクトやWIOD (World input-output database) プロジェクトのように数億円の研究費を掛けて、モデル開発、データ整備、実証分析を行っている例もあります。その一方で、データ整備にかかるコストや労力を下げる方法論やツールの開発に取り組んでいる研究グループもあります。

私達の研究グループも、データ整備の手間を簡略化しながらも、日本のグローバルなGHG排出量を詳細に分析するためのモデル(Global link input-output model: GLIO)を開発しています。紹介した2つの先行事例では、世界各国を同じ詳しさとで記述するため、日本は57部門の産業で構成されています。一方、開発しているGLIOでは、日本に焦点を当てる構造で、日本を約400部門の産業で表現することが特徴です。部門を細分化することで、産業レベルでのグローバルGHGではなく、商品レベルでのグローバルGHGを推計することが可能です。

例えば、図は日本のアルミ圧延製品(アルミ缶の材料)の生産によるCO₂排出量の世界分布(2000年)を試験的に推計した結果です。百万円相当の生産をすると、ロシアやオーストラリア、中国、南アフリカ共和国へCO₂排出を誘発すること示唆しています。見方を変えれば、日本は、こうした国々に資源だけでなくCO₂排出も依存していると言えるでしょう。ですから、日本でアルミ缶をリサイクルすることは、これらの国のGHGを減らす、つまり排出の海外依存を下げることに繋がりますね。

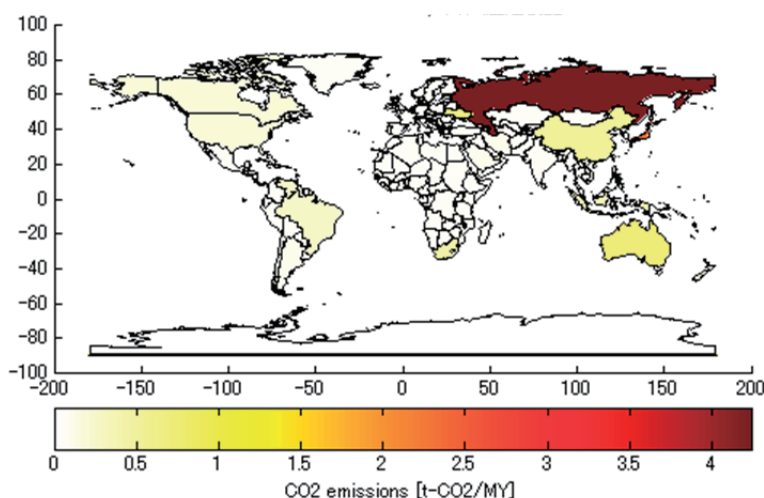
現在、私達の研究グループは、いろんな商品やサービスについて上記のような分析を行い、日本の生産消費システムとグローバルなGHG排出との関係を明らかにしています。また、推計精度を上げるためのデータ整備を続け、GHGだけでなく、他の環境に負荷を与える物質や消費される天然資源の量に関する分析も進めています。



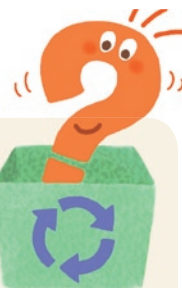
さて最後に、近頃は円高の影響で輸入品の食材や衣服などが安く買えますね。商品を手にしたら、どの国でどれくらいのGHGを排出してきたのか、想像してみるのもいかがでしょうか？

<もっと専門的に知りたい人は>

1. Nansai, K. et al.: Improving the completeness of product carbon footprints using a global link input-output model: the case of Japan, Economic Systems Research, 21(3), 267-290, 2009



日本における「アルミ圧延製品」の生産（百万円相当）に伴う誘発CO₂排出量の世界分布（2000年）



2010年11月1日号

当ててみよう! 【ごみ処理の影響はどこまで?】

いなば ろくた
稲葉 陸太

Q
問題

ごみ処理の方法を変えると、温室効果ガスの排出量も変化します。たとえば、これまで焼却していたプラスチックをリサイクルすると、温室効果ガスの排出量は次のどこから排出したものまで変化しますか？

- ① 焼却工場
- ② ごみ収集から埋立まで
- ③ 日本の産業界全体
- ④ 世界の産業界全体

答えは23ページへ

ポリ塩化ナフタレンを含む廃棄物の熱的処理

やまもと たかし
山本 貴士

2010年11月22日号

ポリ塩化ナフタレン(PCN)は、ポリ塩化ビフェニル(PCB) (2010年11月22日号「負の遺産」ポリ塩化ビフェニル(PCB)廃棄物の処理参照)とよく似た構造をもつ物質で、化学的、熱的に安定なことや電気絶縁性があるなどの特性をもち、かつては防腐剤や染料の原料、機械油やゴム製品の添加剤として使用されました(図1及び写真)。

しかし、毒性が強いことや環境中で分解されずに蓄積することが分かったため、日本では1979年に「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」(2009年9月7日号「化審法の改正」参照)の第一種特定化学物質に指定され、製造や輸入、使用が原則禁止されました。しかし、1998～2000年に約18トンのPCNが無許可輸入され、これを用いて約259tの合成ゴムが製造され、その合成ゴムを使用した製品(プリンター用ベルトや建物外壁の目地等を埋めるコーキング剤等)が製造され、流通していたことが、2002年になって分かりました。また、この件とは別に、PCNを含む合成ゴムを用いて製造した接着剤原液を無許可で輸入してスプレータイプの糊であるエアゾール接着剤を製造して販売したという事案も、同年に判明しました。流通した合成ゴムやベルトの一部はメーカーによって回収されましたが、最終製品の回収は困難で、製品の寿命が尽きれば一般の家庭ごみ等と一緒に廃棄されることとなります。廃棄された製品が焼却された場合、PCNは焼却過程で分解されるのか、分解されずに環境中に排出されるのか、毒性の高いダイオキシン類が生成、排出するのか、こうした疑問を解明するため、私たちはPCNを混入させた廃棄物の燃焼実験を行いました。

燃焼実験は3回行い、それぞれ①ごみ固形燃料(RDF) (2009年9月28日号「RDFとRPF」参照)のみ、②RDF 1 kgに対して

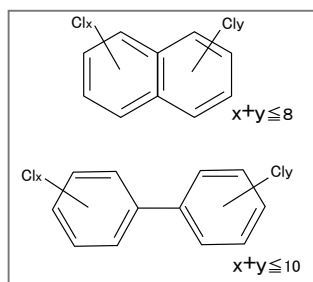


図1 PCN (上)とPCB (下)の構造式



写真 PCN原体 (上)
PCNを含むベルト (下)

してベルト(PCN濃度2800 mg/kg)を5 mg添加したもの、③RDF 1 kgに対してベルトを150 mg添加したものを燃焼しました。これらの添加量は、市中に出回ったベルトが廃棄された場合に想定される濃度(②)、ベルトが集中的に廃棄された最悪のケースとして②の50倍(③)としました。これを、循環型社会・廃棄物研究センターに設置されている熱処理プラントで燃焼しました。熱処理プラントは産業廃棄物焼却炉として使用されているロータリーキルン型焼却炉を小型にしたもので、また排ガス処理系もダイオキシン類排出源対策のなされた実際の焼却施設と同様の構成となっています。燃焼は約840℃で行い、燃焼中に排ガス、また燃焼終了後にバグフィルターに捕集された飛灰、燃焼残渣を採取し、これらに含まれるPCN、ダイオキシン類、PCBの濃度を測定しました。

その結果、PCNはダイオキシン類同様に廃棄物の燃焼過程で生成すること、その生成量は燃焼物中のベルトの濃度(すなわちPCNの濃度)によらずほぼ一定で、燃焼によって生成するPCNの方が多いこと、PCNは排ガス処理の過程(特に二次燃焼)で分解除去され、最終排ガス中の濃度は通常の都市ごみ焼却施設の濃度と同程度であることが分かりました。また、この燃焼実験での飛灰や燃焼残渣中のPCN濃度を考慮したPCNの実質的な分解率は99.53～99.96%でした(図2)。また、ダイオキシン類の最終排ガス中の濃度は、日本の焼却炉の排出基準値である0.1 ngTEQ/m³Nを下回りました。この燃焼実験から、PCNを含む廃棄物が家庭ごみなどに混入した場合でも、ダイオキシン類排出源対策のなされたごみ焼却施設で焼却されたならば、適切に処理され、環境に影響を与えないことが明らかとなりました。

これまでの話は、市中に出回ったPCNを含む製品が廃棄物となって、一般の家庭ごみなどと一緒に廃棄された際の話でしたが、これとは別に、回収されたPCNを含む製品や

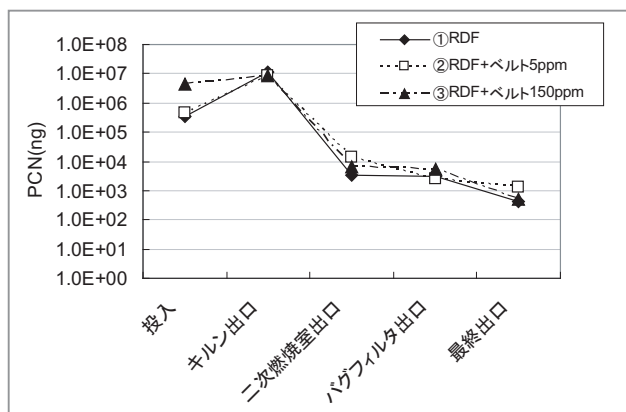


図2 燃焼実験における排ガス中PCN量の推移



合成ゴム、またPCN原体を人の健康や環境に影響を与えないように適切に処理することが重要な課題となっています。この内、ベルト等のPCNを含む製品の処理に関しては、上記の燃焼実験の結果に基づき、環境省や国立環境研究所の助言の元に2006～2008年にメーカーにより焼却処理が行われました。焼却処理にあたっては、PCNの目標分解率の設定(全PCNで99.99%以上、PCN原体に含まれる特定の異性体で99.99%以上)、最終排ガス中のダイオキシン類濃度の努力目標値(0.1 ngTEQ/m³N)の設定を行い、排ガスや飛灰等の定期的モニタリングを行ってこの目標を達成できているかを検証しつつ、処理を進めました。また、合成ゴムやエアゾール接着剤もベルト類と同様のスキームで2008年から2009年にかけて処理が行われまし

た。今後、メーカーで保管されている約5トンのPCN原体の処理を進めなくてはなりません。焼却処理が可能な濃度に調整するのが難しいこともあり、焼却以外の方法での処理を検討しているところです。

＜もっと専門的に知りたい人は＞

1. Noma, Y. et al.: Behavior of PCNs, PCDDs, PCDFs, and other dioxin-like PCBs in the thermal destruction of wastes containing PCNs, Chemosphere, 62, 1183-1195, 2006

循環・廃棄物の

まめ知識

【「負の遺産」

ポリ塩化ビフェニル (PCB) 廃棄物の処理】

わたなべ まふみ
渡部 真文



2010年11月22日号

ポリ塩化ナフタレン廃棄物 (2010年11月22日号「ポリ塩化ナフタレンを含む廃棄物の熱的処理」参照) やアスベスト廃棄物 (2007年9月3日号「廃棄されたアスベスト製品やその無害化処理物中のアスベストを分析する」参照) など、いわゆる「負の遺産」の「清算」が必要なものとして、ポリ塩化ビフェニル (PCB) 廃棄物があります。PCBは絶縁油等に使用されましたが、カネミ油症などPCBに関連する中毒事件の発生、あるいは環境中での残留性や生物蓄積性が問題となり、現在では、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律 (化審法) の第一種特定化学物質やストックホルム条約 (POPs条約) で残留性有機汚染物質 (POPs) などに指定されています。世界に先駆けて化学物質規制の枠組みを示した我が国の法律「化審法」(2007年6月18日号「化学物質を管理すること―欧州の新たな化学物質管理法―」、2009年9月7日号「化審法の改正」参照) は、このPCBによる環境汚染問題を契機に制定されました。

国内では、PCB特措法及び同施行令により、平成28年 (2016年) までにPCB廃棄物の処理を終えることが求められています。また、POPs条約では、締約国会議が検討することを条件として、2025年までに使用の廃絶、遅くとも2028年までにPCB廃棄物の環境上

適正な管理を行うことを目的とした確固たる努力を払うことが求められています。

このような背景から、国内では、PCB廃棄物のうち、PCBそのものやPCBを使用した廃油・廃電気機器などは、現在、5箇所の施設を中心に処理が進められています。

一方、PCBを使用していないにも係わらず、数～数十mg/kg程度のPCBに汚染された絶縁油を含むPCB廃棄物 (「微量PCB汚染廃電気機器等」) がみつかりました。その量は膨大であることから、別途これらの処理方策が検討されました。

この検討を受け、「微量PCB汚染廃電気機器等」を処理するために、廃棄物処理法関係の省令/告示が改正され、「絶縁油中の微量PCBに関する簡易測定法マニュアル」、「微量PCB汚染廃電気機器等収集・運搬ガイドライン」、「微量PCB汚染廃電気機器等の処理に関するガイドライン」などが作成・公表されました。また、2010年6月には微量PCB汚染廃電気機器等無害化処理に係る初めて環境大臣の認定が行われ (今後、認定取得者 (施設) 数は増える見込みです)、適正に処理できる体制が整ったことから、微量PCB汚染廃電気機器等についても順次処理が進められると期待されます。

発展途上国における適正な 液状廃棄物処理システムの選択手法

2010年12月6日号

じんぼ ゆうすけ
神保 有亮

日本における下水道普及率は73.7%（平成21年度末）であり、3人に2人以上が下水道を利用しています。また、下水道が普及していない地域では、浄化槽などの分散型処理システムによる処理や、汲み取り式便所による回収・処理が行われています。一方、急速な経済発展を遂げているアジアの発展途上国においては、基本的な衛生施設が整っておらず、汚水の多くはほとんど処理されないまま環境に排出されており、河川や湖沼の水質汚濁を引き起こし、その河川の下流域では汚染された水の利用・飲用を余儀なくされています。さらに、不適切な衛生環境は人々の健康問題にも繋がっています。WHO（世界保健機構）によると、毎年190万人の人が下痢性疾患により死亡しており、その約88%は、安全でない水や不適切なトイレといった劣悪な衛生環境が原因であると言われています。これらのことから、汚水や生活排水などの液状廃棄物の適正管理は重要な課題と言えます。

このような背景から、近年、これまで先進国で開発された衛生システムを普及させる取組が盛んに行われています。例えば、日本には浄化槽という独自の優れた衛生システムが実用化されており、この浄化槽を、途上国をはじめとする海外へ普及させる動きも多く見られます。しかし、現地へ導入後、適切な運転、普及、管理が行えた例は多くありません。日本では電力は24時間安定供給されており、そのため浄化槽を安定的に運転させることが可能です。また、浄化槽のメンテナンスや浄化槽内に溜まった汚泥の回収・処理に関する一連の法律や社会的な仕組みが整備されているので、汚水の安定的な処理が可能となっています。

では、この浄化槽を途上国に導入したらどうなるのでしょうか？導入直後は正しく運転され、メンテナンスも行われると思いますが、地域によっては安定した電力が供給されず、その結果浄化



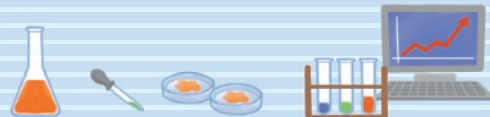
途上国で見られるトイレ：排泄物は直接川や湖沼へ垂れ流しとなります。

槽の処理能力が十分発揮できなくなり、次第に処理性能が低下してくるかもしれません。また、ランニングコストの点から24時間連続運転が困難な地域も存在します。さらに、途上国では汚水処理に伴って発生した汚泥の清掃、回収システムが存在しない、もしくは十分に機能していないことが多く、これも処理性能の低下の原因となると考えられます。

一方で、東南アジアなどでは、日本では想定していないスコールなどの局地的な大雨により、浄化槽が水没したり、大量の雨水の浄化槽への流入による汚泥の流出などが起きたりします。結果として、途上国に導入された浄化槽は、適切な維持管理がなされなかったことにより処理性能が大幅に低下した状態で運転され、汚水はほとんど処理されない状態で放流されてしまいます。このような事例は、地域の経済構造や社会構造、自然条件などの地域特有の問題が複雑に絡み合っており、衛生システムの導入の成否は、この制約条件をいかにクリアできるかどうかにかかるともいえます。この問題解決のためには、地域における制約条件とハード・ソフト面における制約条件、つまり導入システムにおける制約条件を体系化し、それぞれを組み合わせる上で、最適なシステムを選択する手法の開発が必要です。

私たちは、地域における制約条件を抽出するため、KJ法という手法を使うことにしました。KJ法は、あるテーマに対しブレインストーミング等で挙げられたアイデア・意見をグループ化し、そのグループにおける意味や構造を読み取り、まとめていくもので、テーマにおける新たなアイデアや発想を生み出すことが可能です。私たちの研究グループが、この方法を使用し、いくつかの途上国における衛生管理上の重要な要素を抽出したところ、

1. 自然・人口・経済
2. 政策・行政
3. 排水・廃棄物・汚泥管理
4. 衛生モニタリングと現状
5. 処理・技術
6. インフラ・トイレ
7. 住民意識
8. 水資源・水供給
9. 水災害
10. 地域特殊要因（文化、スラム開発等）



の10グループに分けることができました。一方、導入システムにおける制約条件としては、社会的制限、文化的制限、地理的制限、イニシャルコスト、ランニングコストの5つのグループが抽出されました。

実際にシステムを導入する際には、地域における制約条件と、導入システムにおける制約条件を組み合わせ、その導入の可否を検討しますが、先ほど挙げた浄化槽を例に検討してみると、浄化槽は電力の安定供給と浄化槽の清掃・汚泥回収システムが必要となります。また、電気代・人件費等のランニングコストが設置者の過度な負担にならないことも重要となります。さらには、スコールや洪水などの自然条件に対する対策も必要となります。結果、安定した電気・水道等のインフラ設備とある程度成熟した社会システムを持ち合わせ、天候的にも安定した地域において、浄化槽は適正な液状廃棄物処理システムとなるでしょう。一方で、安定したインフラ設備が無く、人件費等のランニングコストが設置者の大きな負担になるような地域では、ランニングコストも低く、メンテナンスフリーのようなシステム、例えば土壌による処理システムや、人工湿地による処理システムなどが適していると考えられます。

このような、衛生システム技術の途上国への導入を容易にするためには、適正な衛生システムを選択するための手法を開発する必要があります。現在開発中の選択手法にお

いては、導入先の地域における、気候や経済、行政システム、インフラ設備、文化面などの制約条件を設定することで、様々な地域特性に応じた最適な衛生システムを選定することが可能となります。この選択手法の開発は、今後の途上国支援において重要課題と位置づけています。

＜もっと専門的に知りたい人は＞

1. 平成21年度循環型社会形成推進科学研究費補助金研究事業研究報告書「アジア地域における液状廃棄物の適正管理のための制約条件の類型化および代替システムの評価」
2. Tilley, E. et al.; Compendium of Sanitation Systems and Technologies, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, 2008



2010年12月6日号

当ててみよう!

【世界のトイレ事情】

えび え よしたか
蛸江 美孝

Q
問題

日本ではほとんどの場合、トイレの汚水を下水道や浄化槽などの施設で処理しますが、世界では、基本的な衛生施設を利用できない人も数多くいます。さて、その数は何人くらいでしょうか？
(ヒント：世界の人口は65億人を超えています。)

① 約250万人

② 約2,500万人

③ 約2億5,000万人

④ 約25億人

答えは23ページへ

バイオガス化技術はエネルギー生産プロセスか エネルギー消費プロセスか？

2010年12月20日号

こばやし たくろう
小林 拓朗

バイオガス化技術とは、嫌気性微生物群を用いて、有機性廃棄物を減量化するとともに、バイオメタン、あるいはバイオ水素へと変換する技術です。バイオメタン化技術（メタン発酵）は、わが国において、汚泥・生ごみ等の家庭系廃棄物、家畜ふん尿等の畜産系廃棄物、焼酎カスや大豆加工残さ等の食品産業系廃棄物などに対して適用されてきました。さらにこれまで適用が難しかった種類の廃棄物にその適用を拡大するための技術開発もすすんでいます。しかし、メタンガス回収効率は廃棄物の種類によって大きく異なります。また、メタン発酵プラントを運転するためにはエネルギーを消費します。従って、エネルギーの生産と消費のバランスによっては、メタン発酵プロセスが全体としてエネルギー消費型になってしまうこともあり得ます。では、新たなメタン発酵事業の実現性を判断するにはどうしたらよいでしょうか？この記事では、エネルギー収支の観点からメタン発酵プロセスの実現性を考えてみます。

■エネルギー収支の基本的考え方

ここでは、廃棄物受入槽、反応タンク、回収バイオガスを利用する発電機、および残さを処理する排水処理施設から構成されるプロセスを想定します（図1）。メタン発酵技術では、活躍する微生物群が最も活発に活動できるように、温度を制御します。一般に35℃付近の中温域と55℃付近の高温域が適用されます。従って、反応タンクはエネルギーを消費して加温される必要があります。また、排水処理施設も通常エネルギーを消費するプロセスです。電力を消費して曝気を行い、栄養塩等を除去します。我が国で最も一般的なバイオガス利用法は、発電機を利用したコジェネレーションです（文献1）。回収されたエネルギーは、まず反応タンクの加温やプラント内電力に使用されます。つまり、プロセス全体でのエネルギー収支をプラスにするためには、バイオガスから回収されるエネルギー量が少なくとも反応タンク加温と排水処理に要する電力のエネルギー量を上回ることが必要であることがわかります。

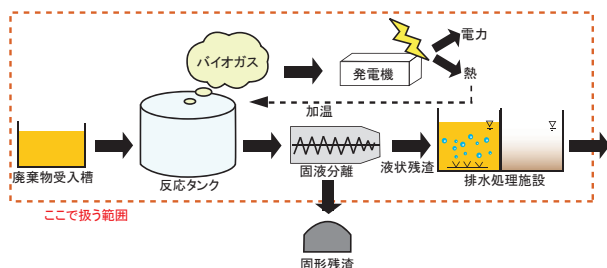


図1 想定するシステム

Lübkenら（文献2）が報告しているバイオ発酵プロセスのエネルギー収支モデルを改変して、想定されたプロセスのエネルギー収支を以下のように表現します。

(正味の生産熱量)=

(バイオガス変換熱量)-(反応タンクからの放散熱量)-(原料の加温熱量) [kWh/d]

(正味の生産電力量)=

(バイオガス発電量)-(発酵液中のBOD除去に必要な電力量)-(発酵液中の窒素除去に必要な電力量) [kWh/d]

熱量に関してはこの他に微生物反応熱量を、電力量に関してはこの他に原料投入ポンプ動力や攪拌機動力を含める場合がありますが、それらは上式に挙げた要素と比較して十分小さいことが報告されています（文献2）ので、ここでは考慮しないことにします。

メタン発酵における代表的な処理原料として生ごみが挙げられます。上に示したエネルギー収支を定式化し、生ごみのメタン発酵プロセスの実験結果（文献3, 4）に対して適用した例を以下に示します。

■原料の固形物濃度の影響

図2は、異なる固形物濃度（TS）の原料生ごみをメタン発酵させた場合のエネルギー収支の比較です。ここで、全てのプロセスは原料滞留時間（HRT）15日、発酵温度55℃、処理規模10 m³/dと仮定しています。熱、電力の両方で、TSに比例してエネルギー生産が増大する関係が得られました。つまり、この結果は原料のTSが高い方が、プロセスのエネルギー生産効率が高くなることを意味しています。原料のTSが高いと、含有される有機物濃度も高いので、原料単位

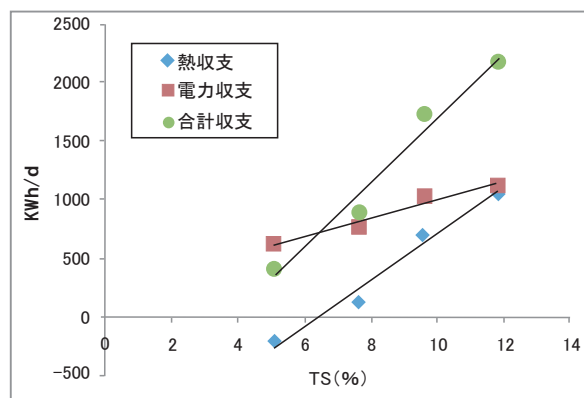
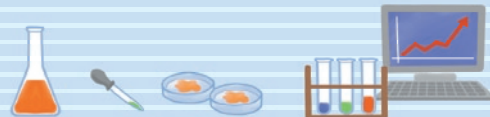


図2 異なる固形物濃度（TS）の原料生ごみによるメタン発酵のエネルギー収支の比較



体積あたりのメタンガス生成量が高くなります。熱収支をプラスにする（実質的な熱生産）にはTS約6%以上の原料を使用する必要があることが示されました。

■原料の滞留時間の影響

図3は、異なる滞留時間（HRT）で原料生ごみをメタン発酵させた場合のエネルギー収支の比較です。ここで、全てのプロセスは原料TS濃度10%、発酵温度55℃、処理規模10 m³/dであると仮定しています。HRTは電力収支には影響せず、熱生産量との間に負の比例関係があります。同じ処理規模を仮定した場合、HRTが短いことは反応タンク容積が小さいことを意味していますので、HRTが長いと加温熱量がより多く必要になることは納得できるでしょう。図か

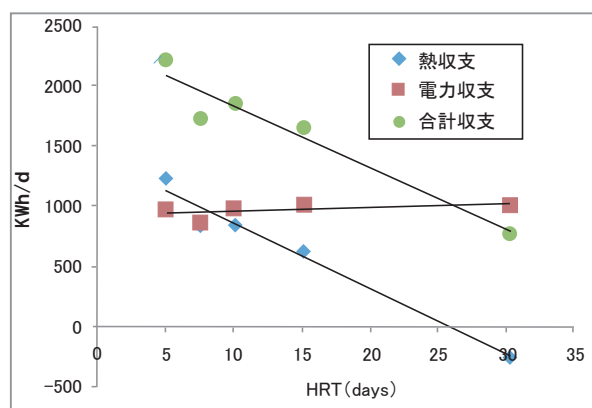
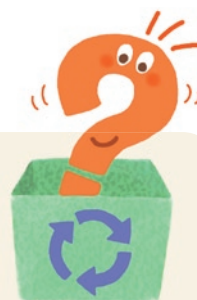


図3 異なる滞留時間（HRT）によるメタン発酵のエネルギー収支の比較

ら、HRTを約26日より短縮しなければ熱収支がプラスにならないことがわかります。このように、エネルギー収支を計算することでメタン発酵プロセスの実現性と適切な操作条件を予測することができます。また、研究においても、こうしたプロセストータルでのエネルギー収支を向上させるような技術開発を目指しています。

＜もっと専門的に知りたい人は＞

1. Li Y.Y. and Kobayashi T.: Applications and new developments of biogas technology in Japan, in Environmental Anaerobic Technology, Imperial college press, London, 2010
2. Lübken M. et al.: Modeling the energy balance of an anaerobic digester fed with cattle manure and renewable energy crops, Water Research, 41(18), 4085-4096, 2007
3. 李玉友ら：生ごみの高温メタン発酵に及ぼす投入濃度の影響、環境工学研究論文集、35、213-220、1998
4. 李玉友ら：生ごみの高濃度消化における中温と高温処理の比較、環境工学研究論文集、36、413-421、1999



2010年12月20日号

当ててみよう! 【バイオメタンの発生量】

さの 彰
佐野 彰

Q 問題

いろいろなごみからバイオメタンを作ることができます。水分を除くごみの重量で比較した場合、バイオメタンを一番作ることができるごみはどれでしょう？

- ① 下水汚泥 ② 生ごみ ③ 家畜ふん尿 ④ ペットボトル

答えは23ページへ

電子基板に含まれるレアメタル等を測定するために必要な金属の溶かし方

2011年1月11日号

かわぐち みつお
川口 光夫

最近レアメタルといわれる金属の輸入ができなくなったという新聞記事がありました。このレアメタルといわれる金属は、家電製品に含まれる電子基板（以下、基板）中のさまざまな電子部品にごく微量使われていますが、これにより家電製品の性能を飛躍的に上げることに貢献しています。また、金（Au）や銀（Ag）等の貴金属も基板に使われていることから、壊れたり、古くなって廃棄される家電製品は、レアメタルや貴金属の貴重な鉱石ということが出来ます。

経産省や環境省、各自治体では、これらの貴重な金属のリサイクルを目的として、使用済み小型家電の回収について検討を始めています。このため、基板中にどの程度レアメタルや貴金属が使われているのかを知ることが重要になってきました。

基板には様々な部品が大量に使われていて、その部品毎に使われている金属も、金属が使われる目的も異なっています。このため、各金属が基板の中にどの程度あるかを調べる方法としては、酸を使って電子基板から直接金属を溶かし出して分析することが考えられます。

酸というと塩酸、硝酸、硫酸などいろいろありますが、なんといっても金やプラチナを溶かせる王水（塩酸と硝酸を混合した酸）が有名で、まず基板中の金属を溶かすために王水を使うことにしました。王水は金属ならすべて溶かせそうですが、いくつか溶かすことが難しい金属があります。基板に大量にある接点に使われるAgは、いったんは溶けますが、王水中の塩酸と反応して塩化銀(AgCl)として析出してしまいますし、コンデンサーに使われているタンタル（Ta）は王水には溶けないと成書（この分野の標準的な教科書）¹⁾に記されています。しかし、様々な方法を試した結果、基板中のAgやTaなどの王水に溶けにくい金属を溶かして分析する方法がわかりました。以下にその方法を紹介いたします。

1) Agの溶かし方

高校の教科書にAgは硝酸に溶けるとあります。まず硝酸で溶解し、溶け残った残渣をもう一度王水で溶解してみました。図1に示すように、基板Bは1回目の硝酸溶解でAgが溶け出しましたが、基板Aでは2回目の王水溶解のほうが1回目の硝酸溶解より高濃度に溶けました。硝酸でAgを溶かすことのできない基板があるということは、硝酸を安心して使うことはできないということです。

そこで、Agを溶かせる様々な酸やアルカリを試してみました。アンモニア、酒石酸、6モル塩酸です。選択した理

由は、Agと錯体（Agの回りを分子やイオンで取り囲み液体に溶けやすくする）を形成して安定して溶かすことができるからです。例えば、6モル塩酸の場合、 AgCl は Cl^- の高濃度溶液中では $[\text{AgCl}_2]^-$ として溶解し析出しません。図2にその結果を示します。どの方法でもAgを溶かすことができますが、取り扱いやすいこと（アンモニアは臭いが強烈）、すべての基板に対応できること（酒石酸は溶かせない基板あり）、なるべく高濃度に溶かせること等を考慮して、6モル塩酸を選びました。

基板中のAgの溶解に硝酸が使えなかった理由は、基板に使われているプラスチックを燃えにくくする材料（臭素系難燃材）中に含まれる臭素(Br)が硝酸と反応して溶け出し、溶け出したAgと反応して臭化銀(AgBr)として析出したためです。

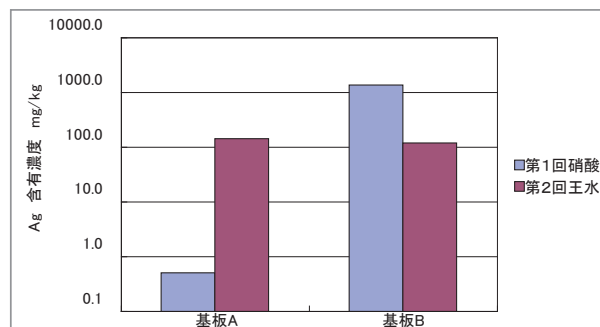


図1 基板毎のAgの溶出挙動

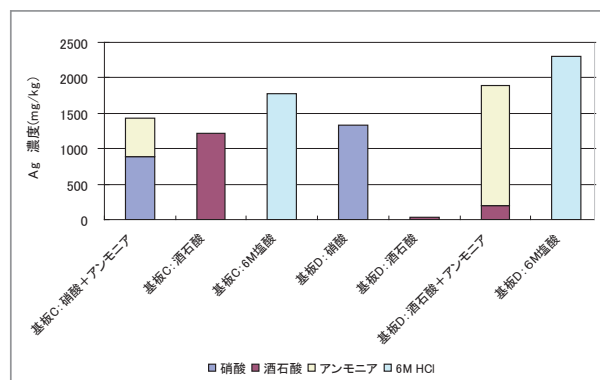
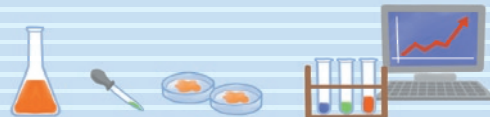


図2 酸・アンモニアによるAgの溶出挙動

2) Taその他王水に溶けない金属の溶かし方

王水に溶けない金属にはTa、ニオブ（Nb）がありますが、その他にタングステン（W）、クロム（Cr）、スズ（Sn）などが王水に溶けにくい金属として成書に記載されています。家電製品の基板中には、コンデンサーに使われているTaのほかに、ハンダの材料としてSn、プリンターやモニターと



接続する部品の構造材であるステンレススチール (SUS) の材料であるCrが、主に使われています。

これらの金属の溶解には、フッ化水素酸溶解やアルカリ融解 (アルカリ性の溶融剤と一緒に900度で溶解し硝酸に溶けやすい塩にする方法) が提案されています。表1に基板Cの、フッ化水素酸、王水、王水+残渣のアルカリ融解結果を示します。成書の記載通りTaは王水では溶解できませんでした。アルカリ融解法でもあまり溶解できず、フッ化水素酸が必要になりました。Ta同様、Nb、Wも王水やアルカリ融解よりフッ化水素酸溶解が適しています。ネオジウム (Nd)、チタン (Ti)、Crはアルカリ融解・フッ化水素酸溶解どちらでも溶解できます。

以上まとめると、基板の中にある金属の大部分は王水で溶かし出すことができますが、Agは6モル塩酸、Ta、Nb、Wはフッ化水素酸、Nd、Ti、Crはフッ化水素酸または

アルカリ融解が必要であるとわかりました。

これらの結果を使って、パソコン1台中にどの金属がどの程度含まれているかを分析し評価しました。

その結果を一部紹介いたしますと、1999年製ノートPC (重量3kg) の中には、多いほうから鉄 (Fe) 530g、アルミニウム (Al) 270g、銅 (Cu) 140g、ニッケル (Ni) 38g、Cr 16g、亜鉛 (Zn) 15g、ほかに貴金属としてAg 970mg、Au 180mg、パラジウム (Pd) 42mg、レアメタルとしてNd 1900mg、Ta 1800mg、等が使われています。

どの金属も回収して適切に処理すれば再利用が可能ですから、貴重な資源を含む家電製品が廃棄されて最終処分場で朽ち果てるのはもったいないですね。

<参考資料>

1. 社団法人日本分析化学会編・改訂五版 分析化学便覧、丸善株式会社、2001

<もっと専門的に知りたい人は>

1. 白波瀬朋子、貴田晶子：詳細解体による廃パソコン中の金属含有量の推定、廃棄物資源循環学会論文誌、20(4)、217-230、2009
2. 川口光夫、貴田晶子：廃電気電子製品 (ノートPC、プリンター、TV) の基板中の金属量調査、第20回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集、175-176、2009

表1 酸・王水に溶けにくい金属の溶出挙動 (mg/kg)

	フッ化水素酸	王水	王水/アルカリ融解合計
Nd	110	50	120
Ti	2,200	1,400	2,200
Nb	53	5	8
Ta	1,700	1.0	85
Sb	4,600	1,700	1,900
Cr	610	350	630
W	47	28	35

循環・廃棄物の

まめ知識

【ITO (インジウムスズ酸化物)】

ふじもり 藤森 たかし 崇



2011年1月11日号

普段何気なく見ているテレビやパソコンのフラットディスプレイに、インジウムスズ酸化物 (ITO) と呼ばれる無機化合物が使用されていることをご存知でしょうか。希少金属 (レアメタル) のひとつであるインジウムの用途の内約8割が、このITOとしてフラットディスプレイ内に利用されています。なぜITOが必要かというと、透明であり、かつ電気を通すという2つの性質を併せ持っているためです。ITOの「透明導電膜」によって、薄い画面から快適に視聴することができるのです。

一方で、近年、ITOの製造・リサイクル工場で働く方が肺疾患で亡くなるケースが報告され、工場での作業中にITOを長期的に吸入したことが原因ではないかと考えられています。実際、工場で働く方の血液を調べると、その多くが肺疾患を引き起こすレベルのインジウム濃度だったそうです。ITOはフラッ

トパネルの内部に薄膜状でくっついているため、実生活で視聴しているフラットパネルの画面からITOが漏えいする可能性は低いと考えられます。しかし、フラットパネルが廃棄された後にITOが環境中へ放出されてしまうことが懸念されます。死亡症例の報告以外に、ITOの毒性に関する研究事例は非常に少なく、今後の研究を積み重ねることでITOの危険性を正しく評価することが求められます。

みなさんにご存じの通り、2011年には地上デジタル放送への完全移行が予定されており、フラットパネルの使用はより一層多くなると見込まれます。ITO以外の透明導電膜の開発も進んでいますが、この先数年間ITOの需要は維持されると考えられています。ITOに限らず、化学物質の適切な使用のためにも、負の側面も含めた環境配慮型の研究評価をしていく必要があります。

不用品回収と金属スクラップ（雑品）輸出に関する 3つの問題

てらぞの あつし
寺園 淳

2011年1月24日号

「ご不用になった家電、パソコン、・・・はありませんか。動かなくてもかまいません。」のように、軽トラックで宣伝したり、空き地を利用したりして、不用品を回収する業者を、皆様もご近所でよく見かけられるかと思います（2008年1月7日号「小売業者の違反事例にみる家電リサイクルの課題」参照）。景気の影響や環境意識の高まりもあって、国内でリユースビジネスが拡大していることも影響していますが、中古品やスクラップとして海外へ輸出されているものも多くあるとみられています（2008年6月9日号「中古家電（テレビ）の海外リユースと環境問題」参照）。

一般には、これら不用品回収業者は古物商の許可を持っていて、無料または有価で買い取りを行っているので、盗品を規制する古物営業法としては問題ありません。しかし昨年（2010年）には、廃棄物収集運搬業の許可がないのに廃棄物として処理手数料を徴収したり、そのようにして集めた使用済み家電（廃棄物とみなされるもの）を環境大臣の確認がないまま輸出しようとしたため、廃棄物処理法違反で逮捕された業者のいたことがニュースとなりました。身近な話題であるだけに、このような不用品回収に関するルールについては、より明確に整備・周知される必要があります。

このように明確な法律違反でなくても、回収業者に引き取られた後、何らかの問題を引き起こす場合があります。ここでは、中古品としての価値がない不用品が、「雑品」「ミックスメタル」とも呼ばれる金属スクラップに混ぜられて輸出されるときの問題を3つ挙げながら、私たちが研究している内容を少しご紹介します。

第1に、鉛などの有害物質の問題です。使用済みのブラウン管テレビ（で使えないもの）のように、バーゼル法の規制対象リストに入っているものであれば、輸出する際に

は、相手国の事前承認など厳しい輸出手続きが必要になります。一方、それ以外の使用済み家電の多くについては、一つ一つリストには挙げられておらず、規制対象か否かの判断には有害物質の含有量と溶出量の分析を行うことになっています。しかし、規制基準を超過するような基板などが金属スクラップ全体に不均一に存在するために、判断の方法は容易ではありません。また、有害金属以外にも、エアコンにフロンが残存していたり、オイルなどの残留が疑われるような農業機械やオートバイも多数見つかることがあります。これらは有害金属と同様に、適切に事前除去される必要があります。

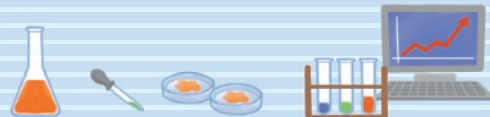
第2に、資源回収の問題があります。いろいろな家電の中に含まれる基板が輸出されているということは、銅や金などの大切な資源が海外に輸出されていることを意味します。テレビ、エアコン、冷蔵庫・冷凍庫、洗濯機・乾燥機は家電4品目と言われて家電リサイクル法の対象となっており、排出者がリサイクル料金を負担して国内でリサイクルする枠組みができています。海外、特に中国で需要の高いのはエアコンで、私たちがいくつかの金属スクラップを調査した時も、その割合は4品目の中で最も高くなっていました。ビデオデッキ、炊飯器、掃除機、扇風機など様々な家電製品が、輸出予定の金属スクラップから見つかることが多くあります。

第3に、火災の問題を指摘せねばなりません。金属スクラップの、積載船舶または港湾内施設における火災が、海上保安庁調べで近年は年に5回程度発生しています。このほか、港湾以外で金属スクラップを集積・保管している業者などでも年に数回程度火災が発生しています。火災原因については、鉛バッテリーの破砕物が見つかる場合を除いて概して特定が困難となっていますが、火災の発生機構としては発火と延焼の二段階が考えられています。発火については、鉛バッテリーやリチウム電池なども衝撃で発火しやすいこと、船舶積載時には金属どうしの衝撃などでも発火することのほかに、保管時の蓄熱発火も含めて、多くの原因がありえることがわかっています。延焼については、金属スクラップにしばしば多く含まれるプラスチックや油分などの雑多な有機物が燃えていました。

つまり、金属スクラップといっても、「金属」だから燃えないのではなく、取扱い方法や有機物によって火災を発生する可能性が十分あることがわかっています。これに対して、火災を発生した輸出業者の多くは、火災防止対策が十分ではないことが多く、火災防止のインセンティブが働い



街で見かける不用品回収業者



ていないといえました。さらに、実際に火災が発生した場合には、消火に最長8日間もの長時間を要したり、泡消火剤を使用した場合は数百万円以上の多額の費用が消火を行った自治体の負担になっているのです。

以上のような有害物質管理・資源回収・火災防止といった3つの観点から、私たちは金属スクラップの輸出実態を調査し、適正管理方策について研究を行っています。すべての金属スクラップ輸出に問題があるわけではありませんが、私たちが使用済み家電などの不用品を安易に回



火災が発生した金属スクラップ
(2009年9月、大阪府内港湾にて)

収業者に引き渡した場合、もしかしたら有害廃棄物として輸出されたり、その中で火災の発生につながる可能性も否定できません。最終消費者から引き渡された後も基本的な流れが確認でき、その中で有害物質は適切に管理される一方、貴重な資源は有効利用され、安全性も確保される、このような仕組みづくりを目指しています。

<もっと専門的に知りたい人は>

1. 寺園淳ほか：有害物質管理と資源回収の観点からの金属スクラップ（雑品）発生・輸出の実態解明、廃棄物資源循環学会論文誌、Vol.22、No.2、2011（印刷中）
2. 寺園淳ほか：平成21年度循環型社会形成推進科学研究費補助金 研究報告書「有害物質管理・災害防止・資源回収の観点からの金属スクラップの発生・輸出と適正管理方策」、2010

循環・廃棄物の

まめ知識

【バーゼル条約・バーゼル法】

よこお 横尾
ひでふみ 英史



2011年1月24日号

1970年代より、先進国から発展途上国に有害廃棄物が輸出され、輸出先において環境汚染を引き起こす事態が数多く発生しました。この対策として現在では、バーゼル条約によって有害廃棄物の国境を越える移動が規制されています。バーゼル条約の正式名称は「有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約」といいます。そして、これを履行するために、日本でも「特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律」が1992年に公布、1993年に施行されました。この国内法のことをバーゼル法と呼んでいます。

バーゼル法では、バーゼル条約に準拠して「特定有害廃棄物等」と決めたものの輸出入を規制しています。この「特定有害廃棄物等」の具体的な例としては、使用済みのニッケル・カドミウム蓄電池やシュレッダーダストなどがあります。これらのものを輸出する場合には、相手国に事前通告して承認を得た上で、経済産業大臣の承認などを得ることがバーゼル法により義務付けられているのです。また、廃棄

物処理法で廃棄物とみなされるものを輸出しようとする場合には、環境大臣の確認も必要になります。

輸出入を行う人は、バーゼル法の規制対象物になっていないかどうかを判断した上で、必要な手続きをしなければなりません。この際に、その貨物が「特定有害廃棄物等」とみなされないかを事前に環境省・経済産業省に相談することが求められます。また、相談を受けた環境省・経済産業省は、輸出入されるものがバーゼル法の対象に該当するか否かについて回答することになっています。しかしながら、近年、中古家電として輸出されたものが輸出先において利用できないものであるとわかる場合や、金属スクラップの中に規制対象物が混入している場合など、実際にはバーゼル法で規制されるべきものが輸出入されていることがあります。これからは、輸出入の段階だけでなく、それ以前に国内で回収や取引される段階での対策も検討していく必要があるでしょう。

ベトナムにおける有価物回収の活動実態

かわい こうすけ
河井 紘輔

2011年2月21日号

国立環境研究所では、東南アジアにおける都市ごみの不適切な処理がもたらす環境影響を最小限に抑えるためには、どのようなシステムが必要なのかを提案する研究を実施しています。そのうえで、それぞれの国の社会・経済的な背景と現状を理解することは重要です。東南アジアの国々の都市ごみ処理は、安価な埋立処分に頼っていて、技術的にはまだまだ遅れている一方で、日本よりも高いレベルで無駄なくモノを回収・リサイクルしている実態もあります。それはどのようにして成り立っているのでしょうか。ここでは、これまでのベトナムを事例にした研究結果をもとに、都市ごみの減量化、そしてリサイクルに大きく貢献している「ジャンクバイヤー」と呼ばれる人たちに焦点を当て、その活動実態や担っている役割を考察することで、なぜ高いレベルのリサイクルが成り立っているのか明らかにしたいと思います。

ベトナムでは、使用済みの紙・プラスチック・ガラス・金属などの多くはごみになる前に売れるものとして、有価で回収されます（これらを「有価物」と呼びます）。都市部では、ジャンクバイヤーが街中をくまなく巡り、家庭などから有価物を買って回収します（図1）。そうすると家庭内でも、売れる「有価物」と売れない「その他のごみ」を分別する経済的な動機が働く訳です。売れるものは分別して保管しておき、その他のごみは廃棄するという、日本の分別とは異なるシステムが確立しています。廃棄されるごみは、自治体から委託された都市環境公社によって回収されます。

ここで、ジャンクバイヤーについてもう少し詳しく説明しましょう。ジャンクバイヤーとは、家庭などから有価物を買って回収する人を指します。一方、道路などから有価物を拾って回収する人を「ウェイストピッカー」と呼んでいます（かつては「スカベンジャー」と呼ばれることも

ありましたが、差別的表現ということで最近では使われなくなっています）。ベトナムの首都ハノイの街中で有価物を回収する人のほとんどはウェイストピッカーではなく、ジャンクバイヤーです。ジャンクバイヤーになるための許可や免許は一切不要で、誰でも、いつでもジャンクバイヤーとして活動を始めることが可能です。ハノイで活動するジャンクバイヤーの多くは女性で、ハノイから南東約100 kmに位置するナムディン省の出身者が多いのが特徴です。ナムディン省は典型的な農業地域で、農閑期になると田舎に家族を置いて、単身ハノイへ出稼ぎに来ます。

ハノイの中心9地区で270人のジャンクバイヤーにヒアリング調査した結果、ジャンクバイヤーが1人1日当たり回収する有価物の量は平均40 kgでした（ただし、ガラス類は本数で調査しているため除きます）。そのうち、紙類の回収量が最も多く、平均21.7 kg/人/日でした。ジャンクバイヤーによって回収された紙類は、64.7%（重量比ベース）が家庭から回収されたことがわかりました（図2）。また、紙類だけでなくその他の有価物に関しても家庭から回収される割合が最も多く、ジャンクバイヤーのお得意様は家庭であると言えます。

ジャンクバイヤーの平均月収は日本円にするとおおよそ1万円程度で、ハノイなど都市部の一般的なベトナム人の平均月収（月1～2万円程度）と比べても遜色なく、農業での収入に比べるとはるかに高いようです。

以上をまとめると、高いレベルのリサイクルが成り立っている理由としては、ベトナム都市部の急激な経済発展に



図1 天秤棒で有価物を回収するジャンクバイヤー

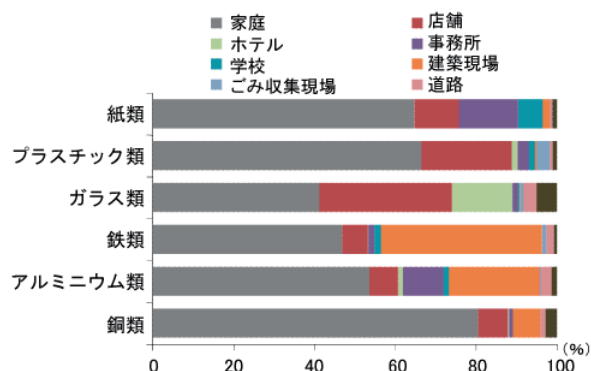
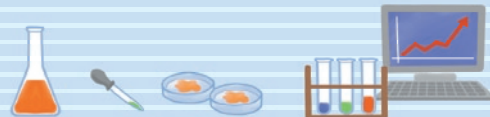


図2 ジャンクバイヤーによって回収された有価物の回収元の割合 (%)
(ガラス類(ボトル)は本ベース、それ以外は重量ベース)



よる生活水準の高まりとともに、有価物の量が年々増加していること、それらの多くが家庭などの排出源で他のごみとは分別され保管されていることが挙げられます。また、ジャンクバイヤーが回収する有価物は相当な量で、それによって得られる収入は、ジャンクバイヤーにとって大変魅力的であるためにジャンクバイヤーの活動が活発であることも理由として考えられます。

しかし、生活水準の高まりによって、逆に有価物を分別・保管する手間や労力を惜しむようになり、経済的な動機がもはや働かなくなっている家庭もあります。また、経済発展に伴い、有価物回収による収入に比べて高くて魅力的な仕事が見つかれば、ジャンクバイヤーを辞める人も出るかも知れません。はたして5年後、10年後もジャンクバイヤーによって有価物の回収が活発に行われているのかはわかりません。経済状態の変化とともに有価物回収のシステムがどう変化するのか、注意深く観察すると同時に、どのような有価物回収システムに移行していけばよいのかを考える必要があります。

くもっと専門的に知りたい人は>

1. 河井紘輔、大迫政浩：ベトナム国ハノイ市における有価物フロー分析、環境衛生工学研究、24(3)、pp.192-198、2010
2. (独)国立環境研究所：東南アジアにおける廃棄物データベースの構築及び廃棄物処理システムの評価(K2118)、平成21年度循環型社会形成推進科学研究費補助金研究報告書、2010



2011年2月21日号

当ててみよう!

【国によって違う？
リサイクルされるもの、されないもの】

こじま えいこ
小島 英子

Q
問題

次のうち、ベトナムで一般にリサイクルが進んでいるものはどれでしょう？

- ① ワインボトル
- ② レストランから出る生ごみ
- ③ 食品トレイ
- ④ レジ袋

答えは23ページへ

アジアのごみ処理で発生する温室効果ガスを正しく求める

いしがき ともり
石垣 智基

2011年3月14日号

気候変動に影響を与えるとされている二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスについて、排出量を削減するための様々な試みが行われています。その基礎データとして、各国はその温室効果ガス排出量を報告書としてまとめ、国連に報告することになっており、日本は毎年これを報告しています。この数値は、京都議定書などで定められる削減目標の設定、達成の確認などに用いられるものです。ですから、報告書に記載される排出量をより正確に推計することは、とても重要なことです。しかし同時に、それは大変難しいことです。我々の生活や産業に関わるすべての活動が、逐一監視され、その都度排出される温室効果ガスが計測されるような世の中であれば、すべてを足し算すれば正確な排出量が求められます。でもそれはムリな事ですし、何より息苦しい社会です。従って今のところは、活動の指標となる数値（化石資源の消費量、廃棄物の焼却量など）に対して、その活動単位ごとに発生すると考えられる温室効果ガスの代表値を掛け算することで、温室効果ガスの排出量が求められています。こうした代表値のことを「排出係数」といいます。

温室効果ガスの排出原理が同じであっても、国や地域によって排出係数が異なる場合があります。たとえば、同じ量の重油を燃焼させて発生する二酸化炭素量は同じだとしても、メタンや一酸化二窒素の排出量は燃焼の状況や廃ガス処理の状況によって排出係数が異なります。我が国では、ほとんどの産業活動で実態に即した独自の排出係数を用いていますが、すべての国がそのようなことができるわけではありません。そこで国際機関が、さまざまな活動における排出係数の代表値を作成しており、独自の排出係数を持たない場合は、そちらを使用して温室効果ガスの排出量を算定してもよいことになっています。もちろん実情にあった排出量であるに越したことはないわけですから、その改善のための様々な取り組みがなされています。国立環境研究所では、地球環境研究センターがアジア途上国の排出量算定の支援に取り組んでいるほか、我々のグループではごみ処理の分野を対象として、排出係数の精緻化や新たなカテゴリーの提案に向けた作業と情報共有のための会議を開催しています。

ごみ処理の分野では、ごみを埋め立てる活動、ごみを燃やす活動、ならびにごみを生物的に処理する活動などからの温室効果ガス排出を算定することとなっています。我が国ではそれぞれ、最終処分場、焼却施設、ならびに堆肥化施設などが排出源にあたります。途上国の多くでは、「ごみの投棄地」、「野焼き」が、我が国の最終処分場、焼却施設に相

当する排出源となります。特にごみの集積投棄は埋立地とさえ呼べないような劣悪な環境を生み出し、景観上の問題だけでなく、感染症の温床や悪臭の発生源となり、崩壊の危険性もあります。健康や安全の観点からも重要なこうした問題を解決する努力をしている途上国に対して、我が国も様々な形で支援して、より安全で衛生的な最終処分場への転換を図っています（2010年5月24日号「途上国のゴミ捨て場の改善に関する研究」参照）。

埋立地から排出される温室効果ガスの成分は「メタン」で、酸素のない状態で有機物が微生物に分解されて発生することがわかっています。皮肉なことに、埋立地からの悪臭や病害虫獣を防ぐために土をかぶせて、大気と遮断することによってメタンが発生しやすい状態になってしまいます。この際の排出挙動は、今年埋めたごみが今年中にすべてメタンになる、というような簡単なものではなく、何十年とかけてゆっくりと分解され、メタンが発生しつづけます。いつどのくらいのメタンが出るのかは、ごみの分解速度とガスへの転換率で決まりますが、こうした排出係数についてアジア途上国に特有の数値はまだ少なく、欧米や日本など気候帯の異なる地域の数値を代用したり、不確実性の高い数値を用いたりしています。我々は現地調査や室内実験を元に、こうした排出係数について精度の高い数値を提案しています。一般的に使用されているごみの分解速度（半減期として4.1年）を用いた場合と比べて、我々の提案した分解速度（半減期として2.1年）を採用した場合、最大で24%も排出量が変わる可能性があることから、実情にあった排出量算定が必要であることが理解できるでしょう。

温室効果ガス排出量の把握や対策が進まなければ、いつの日か個人が「温室効果ガスカウンター」を携帯することを義務づけられ、排出量の多い人は罰せられてしまうよう

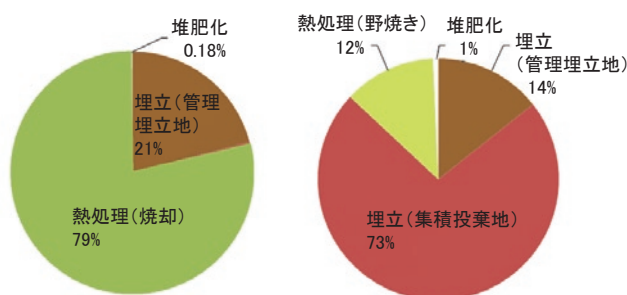
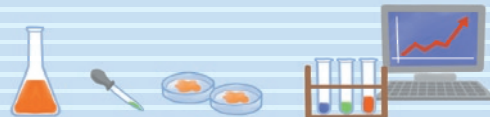


図1 日本（左）とアジア途上国（右）のごみ処理分野から排出される温室効果ガス（二酸化炭素換算）の発生源別割合。日本は2009年、アジア途上国はタイ（2005年）、ベトナム（2008年）、インドネシア（2005年）、モンゴル（009年）の排出量より算出した平均値



な社会がくるかもしれませんね。私たちが、精度の高い排出係数を一刻も早く世の中に提供することができれば、そのような必要性はなくなるかもしれません。もちろんそれと同時に、皆さんの排出削減努力がそのような社会の到来を防ぐことにつながっています。

＜もっと専門的に知りたい人は＞

1. Ishigaki, T. et al.: Estimation and field measurement of methane emission from waste landfill in Hanoi, Vietnam, Journal of Material Cycles and Waste Management, 10(2), pp.165-172, 2008
2. Wangyao, K. et al.: Methane generation rate constant in tropical landfill, Journal of Sustainable Energy and Environment, 1(4), pp.159-163, 2010

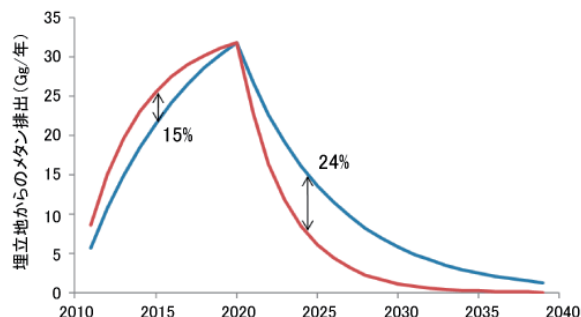


図2 埋立地からのメタン排出量の推計量

青：代表的な排出係数を用いた場合

赤：現地調査に基づいて提案された排出係数を用いた場合

循環・廃棄物の

まめ知識

【IPCC ガイドライン】

やまだ まさと
山田 正人



2011年3月14日号

気候変動枠組み条約を批准した各国が国連への報告のために温室効果ガス排出量を推計する方法は、通称IPCCガイドライン（正式には「気候変動に関する政府間パネル国別温室効果ガス排出インベントリガイドライン」）にまとめられています。このガイドラインは、気候変動の影響等をまとめた有名な評価報告書と共に、IPCCが発行する成果物の一つです。

京都議定書による約束期間（2008年から2012年まで）で用いるガイドラインは1996年改訂版と、それを補足する2000年および2003年発行のグッドプラクティスガイドラインですが、これらを改訂した2006年版のガイドラインが最新版となっています。

2006年版ガイドラインでは、人為的な温室効果ガスの排出源として「エネルギー」「産業プロセスと製品の利用」「農業、林業とその他の土地利用」「廃棄物」の各分野が取り上げられています。「廃棄物」分野では、「固形廃棄物の処分」により発生するメタン、「固形廃棄物の生物処理」により発生するメタンと一酸化二窒素、「焼却と野焼き」により発生する化石燃料由来の二酸化炭素と、メタン、一酸化二窒素、「排水の処理と放流」より発生するメタンと一酸化二窒素の推計法に関するガイダンスがあります。

温室効果ガスの推計は基本的に活動量（化石資源の消費量、廃棄物の焼却量など）に単位活動量あたりの温室効果ガス排出量である排出係数を乗じて求めますが、2006年版ガイドラインでは、独自の統計や調査研究が不十分な国でも排出量が推計できるように、推計の方法を選ぶためのフローチャートや、「廃棄物」分野では、活動量として世界の地域毎にごみの排出量や処分方法をまとめ、生ごみや紙などの都市ごみの組成を整理するとともに、排出係数として、気候帯毎のごみの分解速度などを示すなどの改善がされています。

また、より地域や経済・技術の変化に即した排出係数を用いることができるように、IPCCから排出係数データベース（EFDB）が提供されており、最新の各国の報告書や論文で得られたデータが登録されています。

（IPCCガイドラインは<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>に公開されています。）

スウェーデン・ルンド大学滞在記

たさき ともひろ
田崎 智宏

2011年2月7日号

2010年10月下旬より、スウェーデン・ルンド大学の国際産業環境経済研究所(International Institute for Industrial Environmental Economics、以下IIIEEといいます。)に約1年間、滞在させていただくこととなりました。こちらでの研究生生活・大学生活についてご紹介します。

ルンド大学は、創立1666年という由緒ある大学で、世界大学ランキングではスウェーデンの大学のなかで上位に入っています。スウェーデン最南端スコネ地方にあり、隣国デンマークのコペンハーゲンの空港が最寄りの国際空港となります(電車で1時間足らず)。コペンハーゲンには欧州環境庁があり、IIIEEの研究者も関連する活動に関与・貢献しています。

IIIEEは、非常に学際的な機関で、「産業」と「環境」というところに特色があります。既に紹介のあったイエール大学産業エコロジーセンター(2007年12月10日号「イエール大学産業エコロジーセンター滞在記(1)」参照)と比較すると、IIIEEの方がマネジメントや法制度により重点をおいているといえるでしょう。IIIEEには2つの修士コースがあり、教育にかなりの力をいれています。どちらも先ほど述べた「産業」と「環境」という特色を軸にしたもので、非常に学際的かつ実践的な内容となっています。例えば日本であれば、企業の環境マネジメントとしてISO14000シリーズを学ぶことが多いのですが、こちらでは、実際に企業の方を10人ぐらいお招きして、企業の環境マネジメントの現状、業界の状況などを具体的に教えていただいたうえで、当該企業の環境計画を立案したり、中小企業の環境マネジメントをグループごとに議論したりしています。また、施設見学等のツアーを積極的に行いながら、机上ではない現場感覚をつかみ取り、学生は議論、グループワーク、発表を積み重ねていきます。事前に20~30頁の資料を読まなければならないことも多く、テストも頻繁にあります。

学生の皆さんは本当に精力的で、質問はたくさんできます。一度、社会に出てから戻ってきた学生も多いのも私にとっては意外でした。自分の強み・経験と問題意識をしっかり持っているからこそ違ふものかと感嘆します。

授業で一つ面白かったエピソードは、「先生、最初にそれを説明すべきだよ。」という発言に、先生は「質問がないか最初に聞いただろう。質問しないそちらが悪い。」と切り返していたことです。真摯に取り組まないと、真摯な答えも得られない

ということでしょう。

自立的なところは、仕事のスタイルにも現れます。こちらに来て早々、こちらで受け入れてくださったリンクヴィスト先生と東條先生(拡大生産者責任(2007年10月15日号「生産者の責任」参照)の研究等で、世界の研究や国際機関の議論を引っ張っておられる方々です)に出勤簿がないことを教えていただきました。研究者は成果ってことですよね、と思いながら、達成する過程には自由度が与えられてことによる良さと厳しさの両方を感じました。



IIIEEの建物入り口



授業の一コマ:学生のポスター発表の様子



スウェーデン・ルンド市内の資源ごみの分別ボックス(仕事柄思わず中身を覗いてしまいます。)



当ててみよう！の答えと解説



【ごみ処理の影響はどこまで？】稲葉 陸太

答え ④ 世界の産業全体

日本の家庭から出るごみの多くは、まとめて集められ、燃やされて灰になったのち、埋め立てられています。このとき、ごみを集めるトラックが使う軽油や、ごみ自身や、ごみを埋め立てるブルドーザーが使う軽油が燃やされることによって温室効果ガス（GHG）が排出されます。

では問題にあるように、プラスチックだけを分けて集め、リサイクルして再生プラスチックを作るとGHGの排出量はどうなるでしょうか。まず、プラスチックが燃える量が減るので焼却工場からのGHG排出量は減ります。また、埋め立てる量も減るので、埋め立て地のブルドーザーが働く量も減り、そのときに軽油が燃やされて出るGHGの量も減ります。軽油を使う量が減ると、その分、軽油を作る量も減ります。実は、軽油を作るときにもGHGは排出されます。軽油を作る産業でもエネルギーを使うからです。また、軽油を作る産業では鉄やプラスチックの部品を使っており、それを作る産業とも関係があります。このように、全ての産業はほんのわずかでもお互いに関わり合っています。なお、再生プラスチックを作るときに電気を使えば、火力発電などからGHGを排出していることになります。一方、新しいプラスチックを作らなくて良いので、その分のエネルギーを節約でき、GHGの排出を減らすことができます。

ごみ処理も1つの産業です。ですから、ごみ処理が変化すると、日本の産業全体に変化が伝わり、GHG排出量も変わります。このようすは「産業連関分析」で計算することができます。さらに、世界各国の産業は貿易で互いに結びついています。ごみ処理の変化により、軽油や鉄を使う量が変わると、その原料となる原油や鉄鉱石の採掘量も変わってきます。これらの採掘の多くは海外で行われているので、外国の産業に変化が起きます。このようにして、日本のごみ処理の変化は世界各国の産業まで伝わることになります。

【世界のトイレ事情】蛭江 美孝

答え ④ 約25億人

世界保健機関（WHO）と国連児童基金（UNICEF）の推計によると、世界で約25億人が下水道などの基本的な衛生施設を利用できない状況にあり、そのうち70パーセント（約18億人）がアジアに暮らしています。

污水处理は排出者に直接の利益が生じない後始末のようなものですので、できるだけお金をかけたくないと思うのが普通です。実際、污水处理施設の普及率と一人当たりのGDPには一定の相関関係が見られ、お金に余裕がないとなかなか普及しないのが現状です。そこで、污水处理施設を衛生改善だけでなく、温暖化対策や資源循環、エネルギー回収など、複数の利便性を兼ね備えた（「コベネフィット」と言います）技術開発・システム構築に期待が集まっています。

国連はミレニアム開発目標（MDGs）の中で「安全な飲料水及び衛生施設を継続的に利用できない人の割合を2015年までに半減する」という目標を掲げています。もちろん、この問題の解決は貧困問題とも密接に関係しており、残念ながら、現状のままでは2015年には目標の達成は困難であることが指摘されていますが、私たちも、できるだけ安価に衛生環境を改善し、環境への汚濁物質も減らせる技術・仕組みを各国のパートナーと一緒に考えていきたいと思っています。

【バイオメタンの発生量】佐野 彰

答え ② 生ごみ

まず、ペットボトルはポイ捨てされても、道端にずっと残っているように、微生物では分解できないので（だから、本当にポイ捨てはいけません!!）、バイオメタンは発生しません。その他のごみについて

は、これまでの事例からすると、同じTS（全蒸発残留物）重量（水分を除くごみの重量）あたりのバイオメタン発生量は、1下水汚泥：250 m³/t、2生ごみ：700 m³/t、3家畜ふん尿（乳牛）：400 m³/t程度で、バイオメタンは生ごみから一番発生します。ただし、微生物の活動は温度や時間などの発酵条件で異なるので、バイオメタンの発生量もいつも同じではありません。上記は中温（37℃付近）の事例で比較した数値です。高温（50℃前後）の条件では、下水汚泥からでも600 m³/t程度のバイオメタンが発生する例もあります。今回はTS重量あたりで比較を行いました。これは、微生物の活動にはごみの濃度も大きな影響を与えるからで、このTS濃度やVS（有機体固形物）濃度がメタン発酵の指標に広く用いられています。

どうしてごみの種類によってバイオメタンの発生量が違うのかというと、ごみに含まれる成分の違いに因ります。微生物が食べやすい炭水化物が生ごみには多く含まれますが、家畜ふん尿にはあまり含まれていません。また、下水汚泥はそれ自身が微生物の塊で、とても食べにくいといえます。

では、なぜ皆さんの周りで生ごみからバイオガスを作っている施設はあまり見られないのでしょうか？

それは、ごみの発生量やごみが出る場所に関係します。一家族が1日に捨てる生ごみは1 kg程度ですが、乳牛一頭が1日に排泄するふん尿は60 kgにもなります。また、下水汚泥は排水処理施設でまとまって廃棄されますが、生ごみは家庭ごとにばらばらの状態で捨てられています。バイオメタンの発生量では劣っても、集めやすくまとまった量が確保できる拠点のある下水汚泥や家畜ふん尿の方が、現段階では実用上有利なのです。

【国によって違う？リサイクルされるもの、されないもの】小島 英子

答え ② レストランから出る生ごみ

社会経済や産業の違いから、国によって3R（リデュース、リユース、リサイクル）が成立するものと、しないものがあります。

ベトナムは首都ハノイのような都会でも、車で30分程度離れた郊外に行くとも養豚や養鶏などの畜産業が営まれています。都市部のレストランやホテルから排出される調理くずや食べ残しなどの生ごみの多くは、こうした畜産農家が安価に引き取り、異物の除去や煮沸などの処理を行ったうえで、家畜飼料としてリサイクルされています（図1）。日本ではあまり見られないリサイクルルートですが、ベトナムでは排出源（レストラン等）と需要先（畜産農家）が比較的近接していることと、市販の飼料より安く手に入るレストランの生ごみは畜産農家にとって魅力的であることが、生ごみの飼料化を成立させています。

一方、日本では一般的なワインボトルのリサイクルは、ベトナムでは進んでいません。ビール瓶などを洗浄して繰り返し使うリターナブル瓶はベトナムでも普及しています。しかし、ワインボトルはワンウェイ瓶と呼ばれ、リサイクルするためには、一度ガラスを砕いてカレットにして再生ガラスを作る必要がありますが、ベトナムには再生ガラス工場がないため、リサイクルルートに乗せることができないのです。

また、日本ではスーパー等での店頭回収を中心に食品トレイのリサイクルが広がっていますが、ベトナムでは、まだ市場などでの量り売りが主流で食品トレイの排出量が少なく、専門の再生業者もいないことから、リサイクルは進んでいません。ワインボトルや食品トレイのリサイクルを促進するためには、再生業者などの静脈産業の育成が必要です。

最後にレジ袋は、日本でもリサイクルが難しく、発生源でのリデュースを中心に取組みが行われていますが、ベトナムでも利用の拡大とともに、問題視されてきています。レジ袋有料化やエコバック普及活動などの、日本でのリデュースの経験がベトナムでも役に立つかもしれません。



生ごみを家畜飼料として利用するハノイ郊外の養豚農家



資源循環・廃棄物研究センターとしての新たな門出

おおさこ まさひろ
大迫 政浩

2011年4月1日号

未曾有の東北関東大震災に直面し、私たちが担っている分野である災害廃棄物処理の問題をどうするか、その対応に忙殺される中でこの原稿を書いています。多くの被災された方々には、心よりお見舞い申し上げます。私たちも、被災された方々の元気を取り戻し、東北が、日本が復活するために、災害廃棄物処理の観点から復旧・復興対策を支援したいと考えます。

2011年4月1日、私たちは「資源循環・廃棄物研究センター（循環センター）」として新たなスタートを切ります。私は、センター長として重責を担うことになりました。循環型社会づくりに向けて、政策貢献という国の研究機関として使命を認識し、資源循環・廃棄物分野の中核機関としての役割を果たしていきたいと思っています。

さて、環境や資源・エネルギー制約の問題から、私たちの生存基盤が危ぶまれてきていることが、強く認識されつつあります。日本においては、自由経済のグローバル化の下で、新興国の台頭による産業の空洞化が進行し、合わせて少子高齢化による人口減少時代への移行、情報化社会が進む一方で人のつながりが薄まりつつあるなど、わたしたちを取り巻く社会の情勢は厳しく、世の中に閉塞感が蔓延しつつあります。

そのような社会情勢の変化の中で、資源循環や廃棄物の問題の様相も大きく変化してきています。二十世纪後半は、経済活動に伴い大量に排出される廃棄物をいかに適正処理するかが重要な課題でした。最終処分場の逼迫や不法投棄、廃PCBやダイオキシン問題など経済発展がもたらした廃棄物問題、負の遺産への政策的対応がなされました。二十一世紀に入り、廃棄物問題の解決のためのリサイクルが、「循環型社会」という新たなキーワードを得る中で、発生抑制を含めた3Rという概念に拡張されてきました。

しかし、先にも述べたように、社会情勢は刻々と変化し、それに伴い廃棄物問題も変化していることから、「循環型社会」も時代に合わせて、あるいは将来を見通しながらさらにその概念を広げ、かつ深化させていく必要があります。①経済のグローバル化の下で、廃棄物等はその資源的価値から国際的に移動、循環しており、環境リスク低減と資源安全保障の観点からその適正管理が課題になっています。②アジアの新興国などにおいては、かつての日本が経験した廃棄物問題が顕在化しており、日本が蓄積してき

た技術や社会システムを基にした国際貢献が求められています。③日本の地域再生に向けて、低炭素社会や自然共生社会と統合的に循環型社会づくりを進めていくことも喫緊の課題です。

循環センターでは、上記のような問題意識に立って、①日本とアジアの近隣諸国にまたがる国際的な問題、②アジアの発展途上国の問題、③日本国内の地域の問題、の三種類の空間的な区分について焦点を当て、廃棄物の適正管理とともに、低炭素社会、自然共生社会と統合した循環型社会づくりに貢献するための研究を推進していきたいと考えています。特に、「研究」のための研究ではなく、社会実装まで至る活動を心がけたいと思います。

一方で、廃棄物の分別やその後の処理・処分、様々な有害廃棄物の管理の問題も重要な課題です。現場で起こっている問題を的確に捉えて、実践的かつ着実に問題解決に貢献するための研究も大切にしていきたいと考えています。また、今すぐに問題が顕在化しなくても、将来を見通して新たに生じる問題を予測し、将来に備えるための基礎的、基盤的な研究も進めていきます。

さらに今付け加えなければいけないのは、このたびの東北関東大震災の復旧・復興を支えるための知の結集を担うことです。現在の緊急的な復旧対応から、今後は復興に向けた議論が始まるでしょう。そこには、循環型社会からみた新たな構想も必要になるでしょう。全身全霊を傾けて新たな社会づくりに貢献していきたいと考えています。

以上のような状況から、暫くは震災への復旧・復興支援に専念させていただくとともに、新しいセンターの下で本マガジン「環環」の編集も新たな体制に移行しますので、その準備、充電期間を頂ければと考えています。数ヶ月間の一時休刊の後に今夏には再開しますので、読者の方々におかれましては、期待してお待ち下さい。

その他

一時休刊前の編集後記

はしもと せいじ
橋本 征二

2011年4月1日号

環環の創刊は2006年11月5日でした。それから4年と5ヶ月、本号までで総計94号をオンライン刊行してきました。実は、環環で編集後記が登場するのはこれが初めてです。今回、5年の中期計画の区切りとなることから、環環の編集担当者として、創刊当時の議論やちょっとした裏話などを含め、書かせていただくことになりました。因みに環環は本号をもって刊行をしばらくお休みし、編集担当者も交代して、新環環として2011年初夏にリニューアル刊行する予定です。循環型社会・廃棄物研究センター（循環センター）が組織されたのは2001年4月でしたが、組織の立ち上げ期だったこともあり、2001～2005年度の最初の中期計画期間では定期的な通信物を発行する体制ができていませんでした。研究所内外からの要望もあり、次の中期計画(2006～2010年度)において、循環センター独自の通信物の発行が検討されたのがこの始まりです。当時、国立環境研究所では、すでにいくつかの通信物が発行されていました。「そうした通信物との違いを出そう」という視点から出てきたアイデアの一つが「高校生も楽しめる研究情報誌」というキャッチフレーズでした。ごみ問題は私たちの生活に身近な問題でもありますから、「分かりやすさ」は研究成果を発信する上でも重要な視点です。「当たてみよう！」や「循環・廃棄物のまめ知識」のコーナーもこのような視点から作ったものです。目標としていた分かりやすい情報発信がどれだけ達成できたかについては心許ないところもありますが、執筆者も編集者もその気持ちで臨んできたつもりです。 実のところ当時、刊行が軌道に乗った暁には、近隣の高校に記事をメールで配信するという案も出ていました。この企みは実現しないまま現在に至っていますが、これに関連する大きなニュースもありました。それは、環環の記事の一つが2009年の山梨県公立高校の国語の入試問題に採用されたというものです。そう、環環を読んでいれば入試で得をするかも知れないのです！！これは私たちにとってとても喜ばしいニュースでした。環環（Kann Kann）という名前や、Dr.グッチー、ゆうぞう博士、たけちゃん&りえちゃんといったキャラクターも身近な雰囲気を出したいという気持ちから生まれたものです。環環という名称の由来は創刊号の記事を参照いただければと思いますが（2006年11月5日号「環環（Kann Kann）創刊のご挨拶」参照）、Kannはドイツ語で英語のCanに相当するものです。2008年に「Yes, We Can」が一世風靡したことを思えば、この「Kann Kann」は時代を先取りしたネーミングであったと言えなくもありません。2008年の夏の大公

開では、環環の記事をもとにした環環検定も実施しました（2008年8月11日号「循環センター 2008年夏の大公開」参照）。この時も、もちろん皆さん「Yes, We Can」で挑戦していました。環環のもう一つの特徴として、オンラインでの発行があります。私たちが「ごみ」を中心に研究をしていることからもお分かりいただけるように、できるだけごみにならない発行形態を目指したというものです。ただ世の中を見てみますと、電子化によって紙の消費量が減ると言われてきながら、結局のところ電子情報をプリントアウトしてしまうため、実際には減る傾向にはありません。最近電子書籍が流行り始めていますが、電子的に情報入手することが次第に一般的になると、社会全体としても紙の消費量が減っていく時代が来るのではないかと思います。さて、環環ではいくつかのコーナーを設置していますが、私たちの間で議論しながら実現できなかった企画が一つあります。それは循環・廃棄物に関わる素朴な疑問に答える「聞いてみよう！（仮）」というコーナーです。ごみは身近な問題であるがゆえに、また、非常に複雑なルールや制度となっているがために、素朴な疑問が多々あると思います。例えば、「ペットボトルのリサイクルは意味があるの？本当にリサイクルされているの？」「今使っている古い家電を捨てて最新の省エネのものに買い替えるとごみが増えるけどいいの？」「ごみの分別方法はなぜ自治体のよって違うの？」などです。夏頃に再開される新環環では、こうしたコーナーの設置も検討していますので、是非ご期待下さい！

最後になりましたが、創刊時からこれまで、環環の発行を裏方で支えていただいた方達をご紹介します。原稿の依頼・受け取り・チェックといったプロセスの管理、総集編の編集などを担当いただいたアシスタントスタッフの小島恭子さん、掲載される原稿のチェックを担当いただいた研究調整主幹（旧研究調整官）の木野修宏さん（創刊～2007年）、横井三知貴さん（2007～2009年）、山根正慎さん（2009～2011年）ならびに循環センターの主任研究員の方々、ウェブサイトデザイン・作成いただいた（株）パワーコンピュータの岸田かをるさん、イラストを描いていただいたイラストレーターの小沢陽子さん、そして環環の命名者であり、環環のコンセプトの議論などを一緒に行ってきた主任研究員の南斉規介さん・・・皆さまのご尽力にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

バックナンバーの目次

Vol.1

■ 2006 年 11 月 5 日号	
環境創刊のご挨拶	p01
廃棄物の研究って？	p12
ごみ研究の歴史（第 1 回）	p24
研究報告「家電リサイクル法の実態効力の評価」	p28
■ 2006 年 11 月 20 日号	
近未来の循環型社会のビジョンを一緒に考えましょう！	p28
溶融スラグ	p03
ジュンカンガタシャカってどんな社会？	p14
■ 2006 年 12 月 4 日号	
リサイクルと化学物質について考えよう	p04
難燃剤	p05
■ 2006 年 12 月 18 日号	
ハウスダスト研究（ほこりの研究）	p16
バイオアッセイ	p17
ごみ研究の歴史（第 2 回）	p25
■ 2007 年 1 月 9 日号	
循環型社会と科学技術	p06
バイオマス	p07
■ 2007 年 1 月 22 日号	
ごみの熱分解で発生するガス成分とその量を予測する	p18
熱分解ガス化	p19
ごみ研究の歴史（第 3 回）	p26
■ 2007 年 2 月 5 日号	
コクサイシゲンジュンカン？	p20
家電リサイクル法-「料金」の違いと「行き先」の違い	p21
■ 2007 年 2 月 19 日号	
「見えないフロー」とリサイクル・海外輸出	p08
電気・電子製品の廃棄量	p09
■ 2007 年 3 月 5 日号	
排水を毎日きれいにする小さな装置	p22
生活排水	p23
■ 2007 年 3 月 19 日号	
はかる	p10
地域を単位とした水・物質循環システムの再構築を	p11
■ 2007 年 4 月 2 日号	
ごみ研究の歴史（第 4 回）	p27
■ 2007 年 7 月 2 日号	
リデュース	p15

Vol.2

■ 2007 年 4 月 2 日号	
マニフェストとアカウンタビリティ	p01
高齢化社会とごみ問題-家庭からの医療系ごみが急増？-	p04
■ 2007 年 4 月 16 日号	
ごみの建設材料へのリサイクルと環境安全性	p06
溶出試験	p07
■ 2007 年 5 月 7 日号	
研究所の春の一般公開イベント～開催報告～	p20
■ 2007 年 5 月 21 日号	
埋立地ガスのモニタリング方法の開発	p08
一般廃棄物の埋立処分場	p09
■ 2007 年 6 月 4 日号	
海につくる処分場の話	p10
埋立地の跡地利用	p11
■ 2007 年 6 月 18 日号	
化学物質を管理すること	
-欧州の新たな化学物質管理法	p05
ごみ研究の歴史（第 5 回）	p22
■ 2007 年 7 月 2 日号	
どんなリサイクルがよいかな？	p12
ライフサイクルアセスメント（LCA）	p13
■ 2007 年 7 月 17 日号	
リサイクルについての疑問と的確な情報提供の大切さ	p02
■ 2007 年 8 月 6 日号	
循環センター 2007 年夏の大公開	p21
■ 2007 年 8 月 20 日号	
ごみから水素エネルギーをつくり出す	p14
メタン	p05
■ 2007 年 9 月 3 日号	
廃棄されたアスベスト製品やその無害化処理物中の	
アスベストを分析する	p16
アスベストを含む建材-その廃棄はいつまで続く？	p17
■ 2007 年 9 月 18 日号	
「はかる」ことを評価する	p18
ダイオキシン	p19
■ 2007 年 12 月 10 日号	
ごみ研究の歴史（第 6 回）	p24

Vol.3

■ 2007 年 10 月 1 日号	
発生源研究の大切さ	p01
生ごみ処理の将来を占う？	p14
■ 2007 年 10 月 15 日号	
私たちの消費と廃棄物とのつながりを追う	p02
生産者の責任	p03
■ 2007 年 11 月 5 日号	
愛用パソコン、パソ子のゆくえ	p04
基板と貴金属	p05
■ 2007 年 11 月 19 日号	
適正な資源循環の促進のためのアジア地域での	
液状廃棄物対策	p06
アジアの環境協力	p07
■ 2007 年 12 月 10 日号	
イエール大学産業エコロジーセンター滞在記 (1)	p19
■ 2008 年 1 月 7 日号	
小売業者の違反事例にみる家電リサイクルの課題	p16
■ 2008 年 1 月 21 日号	
ごみ処理とリサイクルの費用はいくらか	p08
容器包装リサイクル法	p09
■ 2008 年 2 月 4 日号	
ゴミの燃焼とニトロ多環芳香族化合物	p10
廃プラスチックの処理	p11
■ 2008 年 2 月 18 日号	
カロリー？が気になる	p12
水蒸気改質	p13
ごみ研究の歴史 (第 7 回)	p17
■ 2008 年 3 月 17 日号	
イエール大学産業エコロジーセンター滞在記 (2)	p20

Vol.4

■ 2008 年 3 月 17 日号	
リサイクル品の偽装・不適正表示問題	p02
■ 2008 年 4 月 7 日号	
国際的な活動を中心とした対外活動の最近の状況	p01
■ 2008 年 4 月 21 日号	
家庭ごみからの金属回収可能性は？	p04
可燃ごみ中の金属のゆくえ	p05
■ 2008 年 5 月 12 日号	
循環センター 2008 年春の一般公開	p18
イエール大学産業エコロジーセンター滞在記 (3)	p20
■ 2008 年 5 月 26 日号	
排水からリン資源を回収するシステム	p06
リンとバイオ燃料	p07
■ 2008 年 6 月 9 日号	
中古家電 (テレビ) の海外リユースと環境問題	p08
エコリユックサック	p09
■ 2008 年 6 月 23 日号	
廃棄物埋立地の透水性と安定化	p10
廃棄物埋立地の覆土	p11
■ 2008 年 7 月 22 日号	
ナノ材料とその廃棄物	p03
イエール大学産業エコロジーセンター滞在記 (4)	p21
■ 2008 年 8 月 11 日号	
循環センター 2008 年夏の大公開	p19
イエール大学産業エコロジーセンター滞在記 (5)	p22
■ 2008 年 8 月 25 日号	
臭素化ダイオキシン類の発生源としての難燃剤	p12
プラスチックの添加剤	p13
■ 2008 年 9 月 8 日号	
モノの循環における『動脈静脈連携』	p14
カーボンフットプリント	p15
■ 2008 年 9 月 22 日号	
植物の力で水環境改善	p16
湿地の保全	p17

Vol.5

■ 2008 年 10 月 6 日号		■ 2008 年 12 月 1 日号	
資源循環、廃棄物処理分野の技術開発の行方は？	p01	アジア地域に適合した分散型の生活雑排水処理システム	p10
バイオ燃料による食糧問題と解決策としての		廃棄物系バイオマスからのエネルギー回収	p11
廃棄物の有効利用	p02	■ 2009 年 1 月 13 日号	
オランダ通信（1）	p20	オランダ通信（2）	p21
■ 2008 年 10 月 20 日号		■ 2009 年 1 月 26 日号	
素材産業を中核とした資源循環システム	p04	壊れたノートパソコンで金の指輪できる？	p12
汚染土壌のセメント原料化	p05	都市鉱山	p13
■ 2008 年 11 月 4 日号		■ 2009 年 2 月 9 日号	
廃電子回路基板の適正処理（焼法）	p06	各国のリサイクル政策と使用済み製品の越境移動	p14
電子回路基板	p07	家電リサイクルの追加品目	p15
■ 2008 年 11 月 17 日号		■ 2009 年 2 月 23 日号	
ガス化-改質技術による廃棄物系バイオマスからの		ごみから炭作りができる？	p16
エネルギー回収	p08	炭素の量	p17
廃棄物系バイオマス	p09	■ 2009 年 3 月 9 日号	
		ごみ焼却炉から発生するダイオキシン類を管理するために	p18
		焼却排ガスの処理	p19

Vol.6

■ 2009 年 4 月 6 日号		■ 2009 年 6 月 22 日号	
環境問題の「現場」		サービスの脱物質化と低炭素社会	p10
～ごみ問題と地球温暖化問題との対比を交えて～	p01	詰替商品の利用による「脱物質化」	p11
チェンジ	p02	■ 2009 年 7 月 21 日号	
■ 2009 年 4 月 20 日号		ブラウン管テレビのリサイクル問題	p03
家庭製品中の難燃剤の室内環境への影響	p04	■ 2009 年 8 月 24 日号	
R o H S 指令	p05	循環センター 2009 年夏の大公開	p17
■ 2009 年 5 月 11 日号		ごみの管路輸送システムとつくば市での廃止事例	p18
循環センター 2009 年春の一般公開	p16	■ 2009 年 9 月 7 日号	
■ 2009 年 5 月 25 日号		新たな化審法第一種特定化学物質を含有した	
生ごみの品質とリサイクル方法	p06	廃棄物の適正管理	p12
エネルギー収支比（E P R）	p07	化審法の改正	p13
■ 2009 年 6 月 8 日号		■ 2009 年 9 月 28 日号	
都市鉱山と金属資源のリサイクル	p08	ごみの熱分解・ガス化による生成物の特性と	
使用済みの携帯電話	p09	その有効利用	p14
		R D F と R P F	p15

Vol.7

■ 2009 年 10 月 5 日号		■ 2009 年 12 月 7 日号	
研究に必要な資金をどのように獲得するか	p01	バイオエコ技術を活用した中国の環境再生保全戦略	p10
「無駄」と「環境」	p02	アオコ	p11
■ 2009 年 10 月 19 日号		■ 2010 年 1 月 12 日号	
堆積廃棄物の火災	p04	使用済み製品の下取りと回収に関する取り組み	p03
不適正処分された廃棄物の処理にかかる費用	p05	■ 2010 年 1 月 25 日号	
■ 2009 年 11 月 2 日号		余剰水銀を安全に長期保存するために	p12
循環型社会ビジョン検討のためのシナリオ・プランニング	p06	ノートパソコン中の水銀使用部分	p13
シナリオ	p07	■ 2010 年 2 月 22 日号	
■ 2009 年 11 月 16 日号		排水処理で発生する汚泥を減らして環境保全	p14
廃棄物や再生製品のための簡易な分析	p08	活性汚泥法による水処理	p15
片手で持てる蛍光 X 線分析装置	p09	■ 2010 年 9 月 6 日号	
		廃棄物最終処分場からの汚水の漏れを防ぐ技術	p16
		省エネ製品への買替	p17

■ 2010 年 4 月 5 日号		
計画の評価と見直し	p01	
25% 目標と廃棄物管理	p02	
■ 2010 年 4 月 19 日号		
有害な廃棄物の最終処分問題		
- " ブラウン管鉛ガラス" を糸口に	p06	
産業廃棄物の埋立地の種類	p07	
■ 2010 年 5 月 10 日号		
循環センター 2010 年春の一般公開	p20	
■ 2010 年 5 月 24 日号		
途上国のゴミ捨て場の改善に関する研究	p08	
ウェイスト・ピッカー	p09	
■ 2010 年 6 月 7 日号		
食料の消費と廃棄物	p10	
食品リサイクル法	p11	
■ 2010 年 6 月 21 日号		
製品中化学物質の代替	p05	
■ 2010 年 7 月 5 日号		
バイオディーゼル燃料の高速合成	p12	
集じん装置でとれないもの	p13	
■ 2010 年 7 月 20 日号		
続・使用済みの携帯電話	p14	
電池の捨て方	p15	
■ 2010 年 8 月 23 日号		
循環センター 2010 年夏の大公開	p21	
■ 2010 年 9 月 6 日号		
身の回りの製品に含まれる化学物質	p16	
GC-MS と LC-MS	p17	
■ 2010 年 9 月 21 日号		
廃棄物最終処分場からの汚水の漏れを防ぐ技術	p18	
廃棄物最終処分場の遮水工	p19	

2011 年 7 月から新たに月刊スタイルで
リニューアルしました。

これまで同様ご愛読頂けますと幸いです。



ナビゲーター もとこ、じゅん、たまき、しげる



独立行政法人 国立環境研究所
循環型社会・廃棄物研究センター

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

Tel. 029-850-2807

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

■交通

●JR常磐線ひたち野うしく駅より6km バス13分

●つくばエクスプレスつくば駅より4km バス10分

「環境」の最新記事はこちらで!

<http://www-cycle.nies.go.jp/magazine/>