

調査・研究報告書の要約

書名	平成22年度循環型社会の構築を促進する分析技術／機器の動向調査 (3Rの推進と評価のための計測・分析技術) 報告書				
発行機関名	社団法人 日本機械工業連合会・社団法人 日本分析機器工業会				
発行年月	平成23年3月	頁数	213頁	判型	A4

[目次]

序 (会長 伊藤 源嗣)

はしがき (会長 堀場 厚)

委員会名簿

目次

調査の概要

第1章 3Rのプロセス評価にかかわる計測・分析技術に関する現状とニーズの把握

1.1 循環型社会の現状

1.2 アンケート調査

1.3 ヒヤリング調査

第2章 3Rのプロセス評価にかかわる計測・分析技術に関する開発の動向

2.1 調査方法

2.2 計測分析機器の現状

2.3 計測分析技術に関する開発の動向

2.4 まとめ

第3章 3Rのプロセス評価にかかわる計測・分析技術に関する課題と提言

添付資料

[要約]

循環型社会の構築に対して計測・分析技術の現状と将来ニーズを抽出し、循環型社会構築の促進を測るための役割、課題と展望を調査した。現状と動向をアンケート調査、ヒヤリング調査を通して実施し、また、技術動向を文献調査にて実施した。

アンケート調査は、88機関から回答が得られ、研究開発現場での使用中の分析機器に対

する活用度、満足度及び期待度について明らかになった。ヒヤリング調査は、3 機関を訪問し、実際の研究においてどのような分析機器を使用し、その不満、問題点等について伺うことができた。文献調査は、文献情報検索システムを利用して 688 文献を抽出し、必要と思われる文献については取り寄せ、詳細に技術動向を調査した。

調査によって得られた結果を検討し、計測・分析技術に関する現状の問題点と研究開発動向、及び将来ニーズを抽出することにより、将来開発が期待される分析機器の要求項目を明確にした。

第 1 章 3R のプロセス評価にかかわる計測・分析技術に関する現状とニーズの把握

1.1 循環型社会の現状

循環型社会を形成することは日本の大きな施策であり、多くのところで具体的な行動がなされている。この施策を総合的かつ計画的に推進するために、平成 20 年 3 月に循環型社会基本法第 15 条に基づいて第二次循環型社会形成推進基本計画が策定され、様々な行動が実行されている。この様々な計画目標、施策の中で、3R は重要な役割を持っており、新たな資源の投入を抑え、廃棄物に回っている有効資源量を増やすことは、今後の日本の方向を担う重要事項となっている。平成 13 年に「廃棄物の減量その他その適正な処理に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な方針」が定められ、これに基づき、様々なリサイクル法の制定、廃棄物処理法の改正などが進められてきた。廃棄物行政が、従来の公衆衛生や環境問題の解決を目指していたことに加え、循環型社会の形成をも目指すようになってきた。基本的には、まず、廃棄物の排出を抑制し、廃棄物となったものに対しては不適正処理の防止と環境負荷の低減に配慮しつつ、再使用、再生利用、熱回収の順にできる限りの循環型利用の促進を進めている。

一方、輸入に頼っている多くの原材料は、安定供給を目指す上でリサイクル率をあげると同時に質の向上を目指す必要がある。一方では、廃棄物がいろいろな物質の混合であることから、特に再生品化、再原料化を図るためには、いかに効率よく純度の高い再生品を生み出すかが重要と思われる。この意味では、現況のもの、あるいは再生された製品がどのようなものであるかということを知ることが今後ますます重要度を増すと思われる。これらの意味から、分析機器が普及していくことが必要であると考えられる。

このような現状を踏まえ、実態に関してアンケートを通して分析機器の実情を調査してみた。

1.2 アンケート調査

1.2.1 アンケート調査の送付先と回答状況

アンケート調査の送付先は大分類として、官公庁(自治体を含む)、学校教育機関、民間、その他であり、総数 480 機関を選択した。アンケートの回答数は 88 件で、回答率は 18.3%であった。

1.2.2 アンケート調査の結果

設問 1 所属、研究分野、業務

設問 1.1～1.2 事業所・機関では、回答者の約 80%が民間企業、自治体 7.8%、国立研究機関 7%、大学・大学院 5%であった。研究分野では化学系が過半数を占めた。

設問 1.3.1～1.3.2 民間の事業分野・業務では、分析・試験・検査機関 22 件、化学工業・石油化学 11 件、鉄鋼・非鉄金属 10 件であった。業務では、分析・評価解析 32 件、研究開発 22 件が大多数であった。経営 7 件、品質管理 5 件、情報収集・企画 3 件、販売・販売推進 3 件であった。

設問 2 3R 技術への関心・係わり

設問 2.1 3R 技術への関心では、回収 88 件中 96%が「関心あり」であった。

設問 2.2 3R 技術との係わりでは、「係わりがある」43 件、「係わりがない」43 件であった。

設問 2.3 3R 技術の分野では、3R エコデザイン・再生生産技術 42 件、最終処分量削減 26 件、建築ストック(建築廃棄物) 5 件、金属資源 3R が 3 件であった。

設問 2.4 3R 技術の目的では、再資源化 67 件、分別 30 件、熱利用 14 件、その他 7 件であった。

設問 2.5 係わりを持つ再生資源の種類として、廃油類、紙、合成樹脂、金属系スラッジ、金属スクラップ、廃酸、建築廃材、廃アルカリが上位 8 位を占めた。

設問 2.6 該当する有害物質として、無機物 49 件、有機物 34 件、有害物質を含まない 20 件であり、有害物質を含むとする回答が 81%を占めた。

設問 3 再生資源への関心・係わりの内容

設問 3.1 分別・識別がやり難い理由では、「混在した廃棄物からの回収が困難」、「対象の廃棄物が複合材料」の順で 60%を占めた。次いで、「回収後の再利用状況がわからない」であった。

設問 3.2 分別・識別や処理での分析機器の必要性では、「分析機器を使用している」という回答が約半数(49%)あった。「分析機器は必要ない」とする回答は 19%、「用途に適合した分析機器がない」・「あれば便利」が 24%であった。

設問 3.3 再資源化がやり難い理由として、「コスト」が 30%、次いで「混在した廃棄物の中からの貴重品回収が困難」、「対象の廃棄物が複合材料」であった。「必要な純度が得られない」とする回答は 13%であった。

設問 3.4 再資源化での機器の必要性について、「分析機器を使用している」が 49%、「分析機器は必要ない」が 17%であった。「用途に適合した分析機器がない」・「あれば便利」は 25%であった。タール・ピッチ類、建築廃材、家電製品、合成樹脂で「用途に適した分析機器がない」が目立った。一方、ガラス、廃酸、廃アルカリで、「分析機器は必要ない」との回答が目立った。

設問 4 現在使用中の分析機器

設問 4 の別表有効回答は 67 件、記入のあった機器は総数 392 件であった。ここから 38 機種についての機種別回答数ランキング（図 1-2-1）を得た。

設問 4.1 分析の頻度では、毎日が 44%、週一回 29%、月一回が 27%であった。分析目的としては、定量 50%、定性 27%、半定量 27%、基準値判定 11%であった。分析を行う場所は、分析室 89%、現場 5%、その他 6%であった。

設問 4.2 機器の満足度の集計結果を図 1-2-2 に示す。感度、安定性、耐久性、操作性、目的適合性の 5 要素について満足、不満、ブランク（回答無し）の 3 つを塗り分けた。

設問 4.3 分析機器で重視する要素について、a. 測定精度・感度、b. 迅速化、c. 軽量化・小型化、d. 簡便性、e. 多成分同時分析、f. 自動化、g. 基準値判定、h. 分析コスト、i. 現場分析、j. その他の 10 の要素について、特に重要、かなり重要、重要の 3 段階評価を得た（図 1-2-2）。図上、重要度を濃淡で塗り分けた。全体として、迅速化、測定精度・感度、簡便性の順となった。これに続き、分析コスト、多成分同時分析が挙げられた。

設問 4.4 分析機器を導入・使用しない理由の集計結果を図 1-2-3 に示す。分析コスト 29 件が他を圧倒し、適切な分析機器がない 15 件、測定精度 14 件の順となった。

図 1-2-3 での機種ランキングを、設問 2 で設定した 5 要素、①関心・係わり、②3R の分野、③3R の目的、④3R の対象、⑤有害物質の種類、の各々の回答と組み合わせて集計した。続いて、機種ランキング（図 4-5）を、設問 4 の①分析頻度、②分析目的、③分析を行う場所、④満足度の 4 つの要素について、各々の回答と組み合わせて集計した。以上の結果については本調査報告書～資料編を参照されたい。

設問 5 分析機器についての現状の問題点と、将来の要望

設問 5.1 機器の現状の問題点・要望では 31 件の記述回答があった。設問 2 との関連では、「係わりがある」19 件、「係わりはない」が 12 件であった。「係わりはない」の所属・業

務は、民間の研究開発および分析・評価解析が 9 件、自治体が 2 件、大学・大学院が 1 件であった。「係わりがある」19 件の所属は、民間企業の研究開発・分析評価解析が 11 件、品質管理 2 件、経営 2 件、システム設計 1 件、国公立研究機関 2 件、大学・大学院 1 件であった。主たる対象は、建設廃材、金属スクラップ、非金属系スラッジ、金属系スラッジ、廃油類であり、再資源化ビジネスモデルが運用段階にあることを伺わせる。一方、「係わりはない」の対象は合成樹脂、ゴム、紙などで、回答者の殆どが研究開発に従事しており、再資源化が今後の研究課題として視野に入っているものと推測される。

使用中の分析機器では、①蛍光 X 線、②蛍光・発光分光・誘導プラズマ発光、③質量分析、④ガスクロマトグラフ、⑤液体クロマトグラフなどが上位で、設問 4.1 の全体的傾向と合致する。改善要望・問題点は、①操作にノウハウが必要、②コスト、③測定精度・感度、④現場で測定できない、などであった。機器で重視する要素・機器を導入・使用しない理由の上位も一致した。3R 技術への係わりの有無で見ると、

・係わりがある：「定量性・安定性」「感度」「測定範囲」「データ解析」など、性能に関するキーワードが提起されている。一方、

・係わりはない：「簡単」「現場での使用」「コスト」など運用方法に関するキーワードが目立つ、という特徴がある。

「係わりがある」では、今後一層の事業推進のため、分析機器の性能向上が重要との判断であろう。「係わりはない」では、将来の新しい事業化の布石として、現場分析・判定が必須との認識が見られる。設問 4.3「分析機器で重視する要素」で、「軽量化・小型化」「迅速化」「簡便性」が挙げられおり、ここからも「現場分析」に対応したポータブル機器の潜在ニーズを読み取ることができる。

1.3 ヒヤリング調査

ヒヤリング調査では、リサイクル現場や研究の最前線で活躍されている事業者や研究者を訪問し、実際に利用されている分析機器について調査し、問題点や潜在ニーズをお聞きすると同時に、分析機器業界に対する期待等を調べた。

ヒヤリング調査先としては、以下の 3 箇所を選定し、訪問調査を実施した。

- ① レアメタル・レアアースの資源マネジメント研究に取り組まれている 原田 幸明 センター長（独立行政法人物質・材料研究機構 元素戦略センター）
- ② 化学薬品を含む廃棄物の処理、リサイクルを事業とする株式会社ハチオウの森裕子社長
- ③ 産業起源の環境負荷マネジメントを行うための研究・技術研究開発に取り組まれている 田尾 博明 部門長（独立行政法人産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門）

第2章 3Rのプロセス評価にかかわる計測・分析技術に関する開発の動向

2.1 調査方法

第1章では、循環型社会の構築を促進する分析技術/機器の動向の調査結果を示した。本章では、循環型社会の構築を促進する分析技術/機器の動向について、科学技術文献調査などから関連資料を収集し、ポリマー、建設用廃材などの製品別に分けてまとめた。

調査対象の科学技術文献については、科学技術振興機構(JST)の文献情報検索システム JDream II を利用して、科学技術文献データベース JSTplus から最新3年間(2008年1月から2010年12月)について文献検索を行った。言語として日本語文献 7,236,573 報、英語文献 13,417,687 に関し、抽出を行った。

抽出された文献は 688 件、そのうち 3R に関係するものは 496 件で国内文献 93 報、海外文献 403 報であった。3R 関連ではリサイクルに関する文献が圧倒的に多く 385 件(78%)、ついでリデュースの 24 件(5%)そしてリユースの 17 件(4%)であった。論文の発行国別については、リサイクル文献において、英国 106、米国 93、オランダ 92、日本 71、ドイツ 14、その他 7 であった。

2.2 計測分析機器の現状

試料別では、PET ボトルリサイクルを含むポリマー関係が全体の 35% ともっとも多かった。これは材料自体の分解精製が容易であることで研究対象になりやすいことが理由と考えられる。一方、同文献リストについて、日本語文献のみで抽出する、すなわちそのほとんどが日本人が日本で投稿したと考えられる文献のみ抽出して同様の解析を行ったところ、リサイクル関係で 71 件、リユースで 4 件それにリデュースで 3 件..となった。これらのうちリサイクルに関連し研究対象の成分別にまとめたものが図 2-2 である。全体集計と同様にポリマーがもっとも多いが、ついで金属、電気電子と続く。全体集計で多かったコンクリート・セメントや植物は日本においては多くなかった。

分析装置との関係では、熱分析装置、試験機、電子顕微鏡類で全体の 50% を超える割合を示している。リサイクルにおいては、再生される物の強度が、オリジナルに比較して劣っていないことを試験するケースが多いためと考えられる。

一方、日本語文献すなわち日本向け論文について抽出して同様の機器の使用状況を確認したところ、分析機器について記載ある文献はリサイクル 14 報、リユース 1 報、リデュース 2 報のみであった。

2.3 計測分析技術に関する開発の動向

上述したような各種試料のリサイクルに関する研究についてその代表的な 11 文献について

て紹介する

2.4 まとめ

今回の文献調査では、循環型社会の構築を促進する分析技術/機器に関する動向について科学技術振興機構(JST)の文献情報検索システム JDreamII を利用して、科学技術文献データベース JSTPlus から最新 3 年間、合計 688 件を抽出した。そしてそれらの抄録より今回の調査に関わると思われる文献を抽出し詳細に読解した。3R という観点においてはリサイクルに関わる研究が最も多く、78%を占めた。また、全体の 80%以上が海外発行の論文で占められた。これは 3R を研究対象とする研究者は海外に多いことを示している。また、これらの研究で用いられる分析装置としては、熱分析装置や試験機、電子顕微鏡などが多数を占めており、含まれる成分の定量そのものより耐熱性や耐弾性など得られるリサイクル品の強度計測に関する要求が高いことを示している

第 3 章 3R のプロセス評価にかかわる計測・分析技術に関する課題と提言

前章までの調査結果から次の問題点を抽出することができる。

1) 3R 分野は非常に広範囲にわたっており、廃棄物の種類、処理工程など目的に応じた分析機器の提供ができていますか

分析機器は広範囲な面積、あるいは大量の廃棄物を総合的にとらえる必要がある。工程が進むに従って、測定面積あるいは測定量も減少してくる。又、必要とする感度も工程が進むほど高感度化が求められる。これらのことから、段階に応じた適切な分析機器の提供が必要となる。

2) 分析を行うコストは適切か

分析コストは製品に上乗せされるが、経済性とのバランスがとれていないものが多い。このため、経済的にも有効な価格での再生品提供が必要となるが、分析コストに対しても厳しい目で見られている。そのため、汎用機器の利用や低コストでの機器提供、分析の自動化などが必要となる。

3) 簡便さと頑健さは十分か

3R では必ずしも研究者など分析になれている人が使用するわけではない。特に、現場分析では誰もが使用できるような簡便さが要求され、又、取り扱う現場の環境を考慮すると、機器には頑健さも要求される。現場サイドでの分析、ラボサイドでの分析、それぞれに応じた機器が要求される。

4) 前処理方法情報が提供されているか

廃棄物は様々な形態を取っており、分析には前処理が不可欠となる。現状は各事業体が

手探り状況で進めており、分析機器を十分に使いこなせていない可能性がある。

3R を全ての状況で推進することは容易ではないが、重要度の高いもの、経済性の高いものを中心に少しずつ技術の蓄積を進めていかなければならない。分析技術・機器においても全く同じで、対象に併せた開発が必要となってくる。現状、分析に関する関心度が 3R 事業において必ずしも高くはない。しかし、今後更に 3R 事業を進めるためには、経済性の維持と付加価値を高めていくことが条件となる。このためには品質管理のみでなく、工程管理などに使用できる機器の開発も必要となる。これらの状況を鑑み、今後の展望を考察すると、いくつかの方向性が見えてくる。

1) それぞれのニーズに合わせた機器の提供や使用方法の開発

使用目的を考えるとアナリティカル、スクリーニング、モニタリングとそれぞれ役割が異なっており、また、要求事項も異なるため、それぞれの要求に併せた機器と機器情報を提供できるかが鍵となる。これに伴い、簡便化、小型化、安価、高精度化、高感度化など、重点を置くべき方向が見えてくる。特に機器開発においては機器メーカーの役割が大きい。

2) 前処理方法の開発と情報の集約・公開

様々な形態に応じて、どのような前処理を行って、分析機器での測定に持って行くかも重要な要素となる。前処理に関しては特に定まったものがなく、かなり専門的な知識も必要となる。このため、機器の製造業者のみでなく、ユーザー、研究機関などがお互いに協力をしていく体制が必要となる。又、開発された前処理方法は共有化することで更に確度が高い方法へと高めていくことが可能となる。

3) 評価技術・製品規格の標準化

各段階での評価方法を規格化することで、共通基盤に立った製品の供給が可能となる。これは製品に対する信頼性を高め、付加価値の向上、他国との差別化につながる。これは技術戦略マップでも触れられており、国主導で研究機関、大学、3R 業者、分析機器メーカー等が一体となった取り組みが必要である。

4) 分別・処理フローに対するシステムの整備

廃棄物自体は多岐にわたる形態を取っており、内容物が不明な場合も多い。これは効率面、3R 業者の安全面でも問題が多い。内容表示の徹底がこれらの解決に重要であり、又分析を容易にする。特に大口の廃棄物を中心にこのシステムの徹底を図ることが必要となる。

5) 技術に対する教育の充実と体制の確立

分析機器を扱う上では各メーカーの取り扱いのための教育が基本であるが、分析手法・

技術、精度管理等に対する基礎教育が重要である。大学等の教育機関、工業会などの業界団体など、様々な機関での人材育成が必要であると共に、これらの教育が互いに補完、連携できるような協力体制の構築が望まれる。

以上、分析機器から見た方向性について述べてきた。機器製造業も含めて 3R に係わる事業者は必ずしも規模が大きいわけではない。各課題を克服していくことは各事業者において大きな負担となる。基礎部分での規格化などは、国、各大学、研究部門を含む多くの機関・企業の協力が必要であり、どのようにまとめ上げていくかが最大の課題となる。特に、有用資源の安定確保と環境負荷への低減、海外に対する有意性を確保するためには、様々な立場での知恵と知識が必要であり、その中でも、分析機器が果たすべき役割は重要である。



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp>