

*Ecomaterials Forum*  
*The Society of Non-Traditional Technology*

# ECOMATERIALS MAGAZINE

## 目次

### 特集記事

近未来のスクラップソーティング技術

(独) 産業技術総合研究所

古屋仲茂樹 . . . 2

特集記事

近未来のスクラップソーティング技術

(独)産業技術総合研究所 古屋仲茂樹

ここで述べるソーティング技術とは、ベルトコンベヤ上を高速移動する物体に対して、各種センサーを使って物性情報を瞬時に検知・解析してその種別を識別し、その結果に基づいて圧縮空気の噴射や電磁式パドルを動作させることで、別々の回収容器に搬送する選別技術のことである。対象となるのは、数 mm~300mm 程度の大きさの固体であり、金属、プラスチック、ガラス、木材など使用するセンサーの特性に応じて様々な物体に適用できる。資源リサイクル用途の代表的なソーティング装置(ソータ)には、近赤外線ソータ、可視光ソータ、電磁誘導ソータ、透過 X 線ソータ、蛍光 X 線ソータなどがあるが、本稿では近未来のリサイクル現場において実用化が期待されるスクラップソーティング技術 2 件を紹介したい。

1. レーザー誘起プラズマ分光法

レーザー誘起プラズマ分光分析(Laser induced breakdown spectroscopy, LIBS)は、高出力パルスレーザーを集光照射して、物体表面の微細な集光スポット近傍に瞬間的にプラズマを発生させ、その発光スペクトルを検知することで、含有元素の定性・定量を行う分析法である。LIBSによる元素分析は蛍光 X 線分析と比較して検出元素範囲が広く高精度である上、測定時間も短い。この分析法に基づくソーティング技術が確立されると、アルミ合金などのスクラップが固体の状態での合金系に選別され、理想的な金属資源循環

が可能となる。既に、静止した試料を対象とする LIBS 分析装置は実用化されている。しかし、ソーティング装置としての LIBS ソータは未完成である。これは高速移動するスクラップ表面へのレーザー光の集光位置合わせが難しいことや、スクラップ表面の凹凸やコンタミによってスペクトルの SN 比が低下することによる。LIBS ソータに期待されるのは、抜き取り検査のような小規模な選別ではなく、あくまで量産規模の選別プロセスへの適用であり、そこにソータ開発の難しさがある。

独フラウンホーファー協会レーザー研究所は、LIBS 分析法をソーティングに応用する先行的研究を行っている。その文献<sup>2,3)</sup>によると、開発した試作機はコンベヤ上を 3m/s の速度で移動する物体の位置・形状を検知し、同じ測定スポットに対して複数回レーザー光を集光照射する機構を有しており、初回の照射で物体表面の汚れを除去した後、同一箇所にも再照射して発光スペクトルを取得することで、物体表面のコンタミの影響を回避している。表面を酸化処理または Cu-Zn 合金でコーティングした添加元素組成がわずかに異なる 8 種類の展伸用アルミ合金プレートを 99.8% 以上の精度で識別可能であったと報告している。展伸用アルミ合金をこのように高速かつ精緻に識別できるソータは他に存在しない。しかし、廃車などの破碎スクラップに対して同等の効果を発揮するという記述はなく、その実用性は必ずしも明らかでない。最近の情報によると、同研究所

では市場ニーズの問題から、スクラップ選別機としてのLIBSソータ開発は現在中断しているようである。ソータ開発では技術面のみならず経済性評価も極めて重要であり、実用化の成否は選別コスト低減に掛かっている。一方、わが国においても、現在東北大学を中心に実施中の文科省プロジェクト「東北発素材技術先導プロジェクト希少元素高効率抽出技術領域」(代表：中村崇教授)<sup>4)</sup>において、より実用的なLIBSソータの開発が進められており、その成功が期待される。

## 2. レーザー3D解析法

レーザー3Dとは、コンベヤ上を移動する物体の表面を線状のレーザー光で走査し、レーザー光線の高さ方向への動きをCCDカメラで検知して表面の3次元形状をデジタルデータとして記録する計測技術である。測定データから物体のサイズや各種形状パラメータを算出することで、これらの違いに基づいた選別が可能となる。レーザー3Dを用いたソータは、安価・簡便であることから他のセンサーと組み合わせて用いられることが多い。筆者らはレーザー3Dとコンベヤ式重量メータを組み合わせたソータの研究開発を行っている。これまでに展伸用アルミ合金、鋳造用アル

ミ合金、マグネシウム合金からなる破砕スクラップを3D形状と見掛け密度の違いを検知することで90%以上の精度で識別可能であり、これにより展伸用アルミ合金を製造する際に必要なバージン材(希釈用)の使用量を大幅に低減できることを確認している<sup>5)</sup>。レーザー3Dソータは、上述のLIBSソータと比較して識別機能は劣るものの選別コストの点では有利であり、LIBSソータのような精緻なスクラップ選別が事業として成立する社会システムが構築されるまでの間、必要かつ十分な機能をリサイクル現場に提供できるものと考えている。

## 参考文献

- 1) Koyanaka, S. : Journal of MMIJ, **129**, 615-625 (2013)
- 2) Werheit, P. et al. : Journal of Analytical Atomic Spectroscopy, **26**, 2166-2174 (2011)
- 3) Werheit, P. et al. : Proceedings of Sensor Based Sorting 2012, Aachen, paper no. 32 (2012)
- 4) <http://tohoku-timt.net/rare-elements/>
- 5) Koyanaka, S. et al. : Resources, Conservation and Recycling, **75**, 63-69 (2013)

---

**エコマテリアルマガジン Vol. 7 No. 4**

2014年10月31日発行

□発行所

一般社団法人 未踏科学技術協会 エコマテリアル・フォーラム

105-0003 港区西新橋 1-5-10 新橋アマノビル 6F Tel. 03-3503-4681 Fax 03-3597-0535

E-mail. [ecomat@sntt.or.jp](mailto:ecomat@sntt.or.jp), URL. <http://www.ecomaterial.org/>

□編集

エコマテリアル・フォーラム情報出版委員会

【内海 太祐 (ソニー学園 湘北短期大学)、小棹 理子 (ソニー学園 湘北短期大学)、垣澤 英樹 (東京大学)、徐 一斌 (物質・材料研究機構)、石井 卓也 (千葉県庁)、事務局：横山 由美、大野 浩美 (エコマテリアル・フォーラム)】