



令和4年度(第27回)
リサイクル技術開発本多賞
表彰概要

2022年10月14日

一般社団法人産業環境管理協会

リサイクル技術開発本多賞

■ 表彰の目的

リサイクル技術開発本多賞は、長年、廃棄物リサイクル分野に携わってこられた故 本多淳裕先生（元 大阪市立大学工学部教授、元(財)クリーン・ジャパン・センター参与）が、自らの著書出版印税を3R関連開発に従事する研究者・技術者等へ提供し、研究及び技術開発を奨励する制度として提案され、1996年度（平成8年度）に創設された表彰制度です。

■ 募集対象

毎年度候補者を公募し、応募者の中から受賞者が選定されます。

1. 対象者

3Rに関する技術の開発に従事し、優れた研究論文又は実効のある技術論文発表を行った国内の大学、高専、公的研究機関、民間企業の研究者・技術者（個人又はグループ）が対象です。

2. 対象分野

発表論文等により、研究論文等と技術論文等の2区分に分けて対象者を募集します。研究論文等は主に国内の大学、高専、公的研究機関の研究開発、技術論文等は主に民間企業の技術開発という位置づけであり、いずれも次の各項に該当するものを対象とします。

- (1) リサイクルを必要とする資源の枯渇状況の調査、解析
- (2) 廃棄物の発生抑制（リデュース）に関する技術開発
- (3) リユース、リサイクルを促進する技術の研究開発
 - ・リユースしやすい製品の設計
 - ・リユースシステムの開発
 - ・リサイクルしやすい製品の設計
 - ・リサイクルを進めるための有効なプロセスの開発
 - ・リサイクル材料の有効な新規用途の開発
- (4) 上記（2）、（3）に関連する技術及びシステムの実用化開発
- (5) その他、3Rの普及・進展に貢献する効果的な技術開発

3. 対象論文等

過去5年以内に発表されたものとします。

■ 審査

一般社団法人産業環境管理協会内に設置された選定委員会において審査を行います。報文内容（技術面、環境面）及び関連する業績、他の表彰・受賞履歴、推薦状等により総合的に審査されます。

■ 表彰方法

表彰件数は各年度2件以内とし、一般社団法人産業環境管理協会会長名で賞状及び副賞（賞金50万円／件）が授与されます。

■ 審査委員

（委員長）	貫上 佳則	公立大学法人大阪 大阪公立大学大学院 工学研究科 都市系専攻 教授
（委員）	小林 幹男	前 産業技術総合研究所 研究員
	吉岡 敏明	東北大学大学院 環境科学研究科 教授
	出石 忠彦	一般社団法人産業環境管理協会 資源・リサイクル促進センター 技術参与

審 査 総 評

2022年10月14日

審査委員長 貫上 佳則

リサイクル技術開発本多賞は、廃棄物リサイクル分野に長年携わってこられた故 本多淳裕先生（元・大阪市立大学工学部教授、元（財）クリーン・ジャパン・センター参与）によって、リサイクル関連開発に従事する研究者・技術者等へ研究奨励する制度として、1996年度（平成8年度）に創設されました。今回で27回目の表彰となります。本年度はグループ6件の応募があり、審査委員会において厳正に審査させていただいた結果、次の2つの報文について、各々の研究者を表彰することになりました。

1. 研究報文、受賞者

A solid-state electrolysis process for upcycling aluminium scrap
(固体電解プロセスによるアルミニウムスクラップのアップサイクリング)

盧 鑫 氏 東北大学 大学院工学研究科 金属フロンティア工学専攻 (グループ代表)

アルミニウム (Al) は一般的にはリサイクルの”優等生”であると認識されているが、これは量的な観点の話であり、現状はリサイクルされるたびに不純物元素が混入して品質が下がるため、基本的にはダウングレードリサイクルが行われている。

そこで応募者らは、このままでは将来的に、Alリサイクルからはみ出すAl (デッドメタル) が大量に発生する「Alクライシス」が起こることを明らかにするとともに、電極を縦に配置する溶融塩電解を用いて、Alスクラップを固体のままに純Alに再資源化する技術 (Solid-state electrolysis, SSE) の原理を実証している。その結果、本技術はAl新地金の製造時の半分以下のエネルギー消費で、不純物元素を大量に含むAlスクラップを新地金純度以上の純Alに再生できる可能性があることから、世界のAlクライシスを回避して真のAl資源の循環に貢献することが期待される。

審査委員会では、審査員全員が最も高く評価しており、満場一致で本多賞 (研究報文) 候補として選定した。

2. 研究報文、受賞者

新規電気パルス法によるリチウムイオン電池の高精度分離技術開発

所 千晴 氏 早稲田大学 理工学術院 (グループ代表)
浪平 隆男 氏 熊本大学 産業ナノマテリアル研究所
菊池 康紀 氏 東京大学 未来ビジョン研究センター

リチウムイオン電池正極材の集電箔に塗布された正極活性物質の粒子を化学的に変化させず高精度に分離する新規の電気パルス技術を開発している。

本技術では、直接放電法によるプラズマ化に伴う膨張波や衝撃波発生を最低限に抑えながら、集電箔への大電流によるジュール熱により、正極活性物質の接着剥離に効果的な界面局所加熱に成功している。また、水中で複数回の印加を要する従来法に比べ、水中だけでなく空気中でも単発の電気パルスの印加によって正極活性物質の粒子を高精度に分離でき、その粒子が化学的変化をほとんど受けていないことを確認している。そのため、高精度リサイクルのみならず電池材料としての直接リサイクルの可能性もあり、本法は省エネルギーで、温室効果ガス削減と資源効率向上の同時実現の可能性も高いことも確認している。

審査委員会では、審査員全員が高く評価しており、満場一致で本多賞 (研究報文) 候補として選定した。

今回は残念ながら選に漏れた他の応募者の皆様も、非常に興味深い研究を進めておられます。今後も循環型社会の高度化に向けた一層のご活躍を期待しております。

研究報文

A solid-state electrolysis process for upcycling aluminium scrap (固体電解プロセスによるアルミニウムスクラップのアップサイクリング)

<グループ代表>

盧 鑫 氏 (東北大学 大学院工学研究科 金属フロンティア工学専攻)

概要

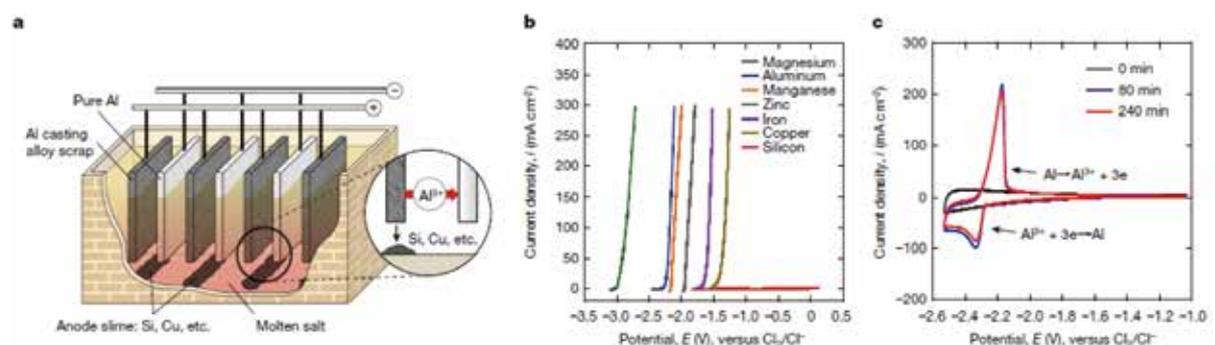
アルミニウム (Al) はよくリサイクルされていると一般的に認識されている。しかし、それは量的な観点の話であり、現状はリサイクルするたびに不純物元素が混入して品質が下がるため、基本的にはダウングレードリサイクルとなっている。リサイクルした Al は、高品質な展伸材の仕様基準を満たせず、最終的には不純物許容量の大きい自動車エンジンブロック casting 品として主に利用される。しかし、世界的に自動車の EV (電気自動車) 化が加速しており、今後、車載エンジンの需要が激減すると予想されることから、現在の Al リサイクルシステムが破綻する恐れがある。

そこで受賞者らは、現状のままでは将来的に Al リサイクルシステムから漏れ出る Al (デッドメタル) が大量に発生する「Al クライシス」が起こることを明らかにした。

さらに、三層液体電解や偏析法等の既存 Al 精錬技術は、純度 99.5% の新地金の更なる高純度化を可能とするが、多種多様な不純物元素を 10 wt% 以上含む Al スクラップのリサイクルには適用できない。そのため、受賞者らは、電極を鉛直に配置する熔融塩電解を用いて、Al スクラップを固体のままに純 Al に再資源化する技術 (Solid-state electrolysis, SSE) の原理を実証した。その結果、Al 新地金の製造時の半分以下のエネルギー消費で、不純物元素を大量に含む Al スクラップを新地金純度以上の純 Al に再生することによって、世界の Al クライシスを回避し、真の Al 資源循環の実現に貢献することが期待される。

発表誌: ①NATURE, vol. 606 (2022) pp. 511-515.

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04748-4>



- 固体電解プロセスの概略図。アルミニウムはアルミニウムスクラップからアノード溶解して陰極に析出し、典型的な合金元素はアノードスライムとして除去される。
- 熔融 LiCl-KCl 中のアルミニウムおよび典型的な合金元素 (マグネシウム、マンガン、亜鉛、鉄、銅、およびシリコン) のアノード分極曲線。
- 典型的なアルミニウム casting 合金 (AC2A) を熔融 LiCl-KCl に電気化学的溶解する前後の電解質のサイクリックボルタモグラム。

研究報文

新規電気パルス法によるリチウムイオン電池の高精度分離技術開発

<グループ代表>

所 千晴氏 (早稲田大学 理工学術院)
浪平 隆男氏 (熊本大学 産業ナノマテリアル研究所)
菊池 康紀氏 (東京大学 未来ビジョン研究センター)

概要

リチウムイオン電池正極材の集電箔に塗布された正極活性物質の粒子を化学的に変化させず、高精度に分離する技術を開発した。

分離現象やプラズマ発生、伝熱に関する実験的可視化と、電場伝熱シミュレーションや分離前後の詳細な化学分析などを組み合わせることで、水中で複数回の印加を要する電気パルス法を改良し、水中のみならず空気中においても単発の電気パルスの印加にて高精度な分離に成功した。

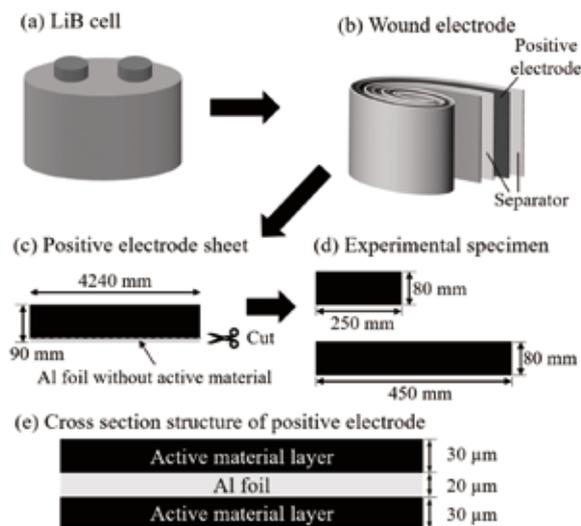
これは、直接放電法によるプラズマ化に伴う膨張波や衝撃波発生を最低限に抑えながら、集電箔への大電流によるジュール熱発生にて接着剥離に効果的な界面局所加熱に成功したためである。分離された粒子はほとんど化学的変化を受けていないことから、高精度リサイクルのみならず電池材料として直接リサイクルできる可能性もある。そのため、企業からの注目度も高く、経済産業省のグリーンイノベーション基金事業でも複数社の企業提案の基本分離概念として本技術が採用されるに至った。

当該技術は省エネルギー型の物理選別技術であり、温室効果ガス削減とコバルト・ニッケル等の資源効率向上の同時実現の可能性も高いことをライフサイクル評価 (LCA) によって確認した。

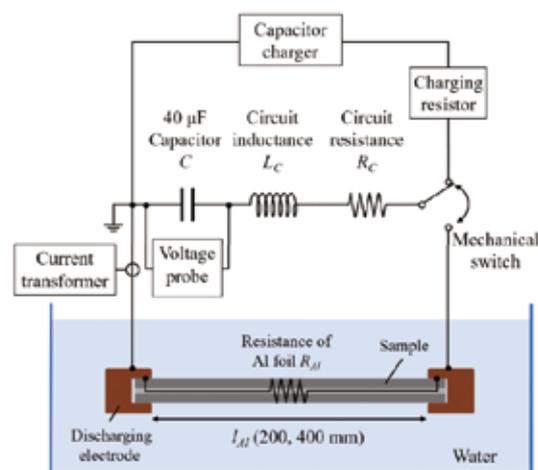
発表誌：①Waste Management. 2021, Vol.125, pp. 58 - 66.

②Waste Management. 2021, Vol.132, pp. 86 - 95.

③International Journal of Plasma Environmental Science and Technology. 2022, Vol.16(1), e01003.



パルス放電実験用試験片



放電処理回路の模式図



一般社団法人産業環境管理協会

一般社団法人産業環境管理協会は、昭和37年の設立以来、行政、学会、産業界、関係諸団体の指導、協力を得つつ、公害防止管理者等国家試験の実施、環境管理に必要な人材の育成などに加え、産業界におけるサプライチェーンを通じた環境負荷低減への取組に係る調査研究、情報の収集・評価及び提供等多様な事業に取り組んでいます。



一般社団法人産業環境管理協会

資源・リサイクル促進センター

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町二丁目2番1号(三井住友銀行神田駅前ビル)
TEL 03-5209-7704 FAX 03-5209-7717