

次世代型超省エネルギーリサイクル技術開発

研究代表者 大和田 秀二
(創造理工学部 環境資源工学科 教授)

1. 研究課題

LIBS ソータと“ARREANA” ソータによるアルミ合金の水平リサイクル

2. 主な研究成果

アルミニウムは、リサイクルに必要なエネルギーが原料のボーキサイトから製造する際に比べて少ないことから、毎年大量のアルミスクラップが二次合金地金として再利用されている。しかし、この二次合金地金を製造するためには熔解工程を経るなど大量のエネルギーが必要であり、また、これら二次合金地金から製造される鋳物・ダイカストの需要は将来的に漸減が予想される。したがって、持続可能なアルミニウム資源循環システム構築のためには、物理選別等を適用した省エネルギー的な展伸材 to 展伸材リサイクルの実現が望まれる (図 1 参照)。

本研究では、一昨年度、その第一歩として、「サッシ to サッシ」リサイクルの確立を目指し、サッシ素材である 6063 合金と他合金 (主として 2000・7000 系合金) との相互分離を、XRT (透過 X 線) ソータと XRF (蛍光 X 線) ソータを用いて実用化プラントレベルで達成したが、これらのソータでは軽元素を検知することができないため、昨年度、ほぼ全元素の検知が可能な世界初の商業用 LIBS (レーザー誘起ブレイクダウン分光) ソータを製造した (図 2 参照)。本年度は、この LIBS ソータを利用して、1000~8000 系のすべての展伸材と鋳造材アルミ合金の相互分離を達成した。

共同研究先である日本アルミニウム協会の試算によると、本プロセスが日本全国のスクラップアルミの 50 % に適用されると原油換算で 78 万 kL/y、70 % に適用されると同 190 万 kL/y の省エネ効果になる。日本のアルミ圧延業全体のエネルギー使用量は原油換算量で 70 万 kL/y であることを踏まえると、本プロセス導入によるエネルギー削減の効果は非常に大きいと考えられる。

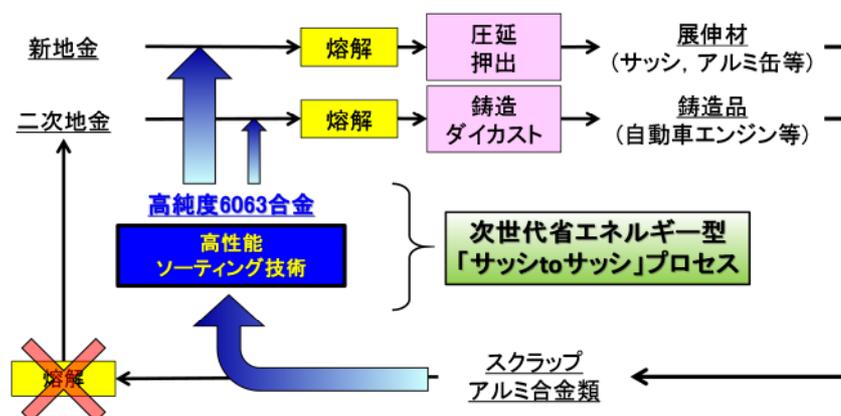


図1 高度ソーティング技術によるアルミ資源循環の水平リサイクル化



図2 世界初の産業用 LIBS ソータ@ハリタ金属

表1 LIBS ソータによる Al 合金の系別相互分離結果

	2000系	3000系	4000系	5000系	6000系	7000系	鋳物材
品位 (wt%)	100	100	100	100	100	100	100
回収率 (%)	99.9	99.2	100	100	100	99.5	100

3. 共同研究者

- 張田真：ハリタ金属社長
 高杉篤美：日本アルミニウム協会理事
 葛谷幹夫：中部大学教授
 古屋仲茂樹：産業技術総合研究所主任研究員

4. 研究業績

4.1 学術論文 (MS 明朝体、11 ポイント)

S. Owada: A New Trend of Physical Concentration in Resources Recycling, Eng. J., vol.20, issue 4, pp.129-136, Aug., 2016

本文 (Century 体、11 ポイント)

4.2 総説・著書 (MS 明朝体、11 ポイント)

(なし)

4.3 招待講演 (MS 明朝体、11 ポイント)

S.Owada: Novel Metal Recycling Process by applying Intelligent Comminution and Sorting, 2nd World Congress and Expo on Recycling, Berlin, Germany, p.58 (1-14), July 26, 2016

S.Owada: Next Generation Metal Recycling Process, 14th Korea/Japan Symposium on Resources

Recycling and Material Science, Gyeong Won Jae Ambassador, Incheon, Korea, pp.1-8, July 6-7, 2016

S.Owada: Japan's Metal Recycling Trend by using SBS, Pellenc ST 15th Anniversary Symposium, Invited Speech, Marseille, pp.1-18, 0407, 2016

大和田秀二： 構成成分の単体分離促進のための粉砕技術最新動向，資源循環型社会実現のための最新技術，－LIBS(レーザー誘起ブレイクダウン分光)センシングを中心に－，日本レーザー， pp.1-37, 0302, 2017

大和田秀二： リサイクル技術の最新動向，NEDO 資源循環（動静脈連携）ワークショップ（技術開発）， pp.1-9, 0207, 2017

大和田秀二： 粉砕・選別技術(システム)高度化の必要性，日本学術会議公開シンポジウム－資源循環型社会を構築するための技術とその社会実装への取り組み－，日本学術会議講堂， pp.1-6, 0117, 2017

大和田秀二： 日本の優れたリサイクル技術をレガシーとするために，「2020 都市鉱山メダルの会」発足の集い，日比谷図書文化館スタジオプラス， pp.1-18, 0108, 2017

大和田秀二： 環境調和型資源循環プロセスと破砕・選別技術，第 16 期「フォーラム環境塾・環境技術講座」， pp.1-44, 1207, 2016

大和田秀二： ソーティング技術の最新動向と次世代型プロセス，日本アルミニウム協会， pp.1-20, 0804, 2016

大和田秀二： Sensor-Based Sorting & Control 2016 に見るソーティング技術最新動，MMIJ・資源リサイクリング部門委員会講演会，早稲田大学理工， pp.1-15, 0711, 2016

所千晴・大和田秀二： 早稲田大学における分離工学研究，環境資源工学会第 135 回学術講演会，早稲田大学， 0623, 2016

大和田秀二： 環境調和型資源循環システムと分離技術，あきたア-バンマイン開発マスター養成コース，秋田大学， 0611, 2016

大和田秀二： 資源循環分野から見た粉砕・選別技術，JX 金属・技術開発センター， 0603, 2016

大和田秀二： 資源循環分野から見た接合・分離技術の重要性，大阪大学接合科学共同利用・共同研究拠点，先導的重点課題「微粒子の界面制御とスマート接合」，第 4 回シンポジウム，粉体工学会粉体材料設計研究会，基調講演，大阪大学荒田記念館， 0531, 2016

大和田秀二： 素材循環のキーテクノロジーとしての物理選別，素材の循環使用に関するシンポジウム，日本学術会議 材料工学委員会材料の循環使用検討分科会&総合工学委員会持続可能なグローバル資源利活用に係る検討分科会， pp.1-18, 0523, 2016

大和田秀二： 循環型社会の形成に貢献する固体選別技術－LIBS ソータによる動静脈産業一体化－，日本アルミニウム協会理事会， pp.1-20, 0428, 2016

大和田秀二： Sensor-Based Sorting & Control 2016 に見るセンサー選別技術の最新動向，RtoS 研究会，虎の門， pp.1-8, 0421, 2016

4.4 受賞・表彰

(なし)

4.5 学会および社会的活動

佐藤恒太，大和田秀二，張田真： LIBS ソータによるアルミ合金の系別相互分離の検討，MMIJ 春季大会（東京）， pp.1-6, 0329, 2017

柏倉俊介，我妻和明，大和田秀二： レーザー誘起プラズマ発光分光分析法とレーザー三次元計測

を併用したステンレス鋼の相互分離, 鉄鋼協会第 172 回秋季講演大会, pp.1-2, 0922, 2016

大和田秀二: 電気パルス粉砕における新たな課題と LIBS ソーティング基礎実験結果, 東北大学希少元素高効率抽出技術領域, 2016 年度第 2 回物理選別グループ会議, 東北大学多元研, pp.1-16, 0802, 2016

戸川涼・横田和也・佐藤恒太・大和田秀二: LIBS ソータでの Ta コンデンサ選別における検知条件の検討, 環境資源工学会第 135 回学術講演会, 早稲田大学, 0623, 2016

大和田秀二: 物理選別 G の概要説明—電気パルス粉砕と LIBS ソーティング—, 東京, 東北大学希少元素高効率抽出技術領域, 第 1 回物理選別 G 会議, 東京, pp.1-7, 0415, 2016

大和田秀二: 2016 年度早稲田大学研究計画—電気パルス粉砕と LIBS ソーティング—, 東北大学希少元素高効率抽出技術領域物理選別グループ会議, 東北大学, pp.1-36, 0405, 2016

5. 研究活動の課題と展望

昨年度の本研究において開発した LIBS ソータを使用することにより, アルミ合金の系別相互分離がほぼ完全に達成できることが証明された。アルミ製錬においては各種不純物元素(特に重金属類)を分離することが不可能であり, こうした事前の物理的分離技術の高度化が唯一の手段である。今後, アルミの水平リサイクル実現に向けて, アルミ合金リサイクル業界と連携してこの技術の全国展開を図ってゆきたい。

なお, LIBS ソータ自体は未だ発展途上の技術でもあり, 今後, 産業界により容易に受け入れられるような改善も必要と考えている。