展伸材用スクラップ溶解のインベントリ分析報告書

2023年３月

一般社団法人 日本アルミニウム協会　LCA調査委員会

委託先：株式会社 産業情報研究センター

(Ver2(2024.11))

目次

１．目　　的.....1
２．システム境界と収集データ.....1
2.1 設定したシステム境界 ---------- 1
2.2 収集データ---------- 1
2.３ データ品質---------- 2
３．調査手法.....3
３.１ インベントリ算出の前提 ---------- 3
３.２ 調査項目 ---------- 4
４．調査結果.....4
４.１ 展伸材用スクラップ溶解のインベントリ---------- 4
４.２ 展伸材用スクラップ溶解のライフサイクルインベントリ ---------- 5
５．参考情報.....6
５.１ アルミニウム新地金の製造と展伸材用アルミスクラップ溶解の比較 ---------- 6
６．参考資料.....7

１．目的

調査は、ISO14040およびISO14044に準拠して実施した。主たる目的はインベントリ調査に置いており、ISO14044で規定されている「目的及び調査範囲の設定並びにインベントリ分析」、「影響評価」、「解釈」のうち、「影響評価」と「解釈」は行っていない。以下、「目的及び調査範囲の設定」について述べる。ISO14040に則して記述した。

①実施理由

日本アルミニウム協会は、1997年度事業として展伸材用アルミニウムスクラップ溶解（以下、スクラップ溶解と記す）のインベントリ調査を実施し(1996年度データ)、その後、2007年度には、スクラップ溶解で新技術が導入されたことも受け、再度インベントリ調査を実施している(2005年度データ)。これ以降、インベントリ調査を実施していなかったが、最近、カーボン・ニュートラルへの関心が高まっていることから、最新データに基づく調査を実施し、データを更新することとした(2019年度データ)。

目的は、直近の生産実績に基づくデータを構築し、スクラップ溶解のライフサイクルインベントリ・データとしての情報を整備するとともに、手法および報告書の改善点を抽出して次回以降の更新時に反映していくことにある。

②意図する用途

生産当事者として当該製品の環境的情報を把握する基礎データにするとともに、データ開示企業の技術改善に活用し、同時に当該製品の環境に係る最新情報を市場関係者に広く発信していくことにある。

③報告対象者

当該製品の生産企業の関係者、内外の製品需要者、大学および公的研究機関の研究者、当該製品の環境特性に関心を有する方全般を対象とする。

④比較主張の有無

当協会で実施した当該製品の過去のインベントリ調査結果との比較は行っていない。

２．システム境界と収集データ

2.1 設定したシステム境界

調査のためのデータは、アルミニウム圧延工場に設置されている溶解炉によるスクラップ溶解工程を対象に収集した。図１に、インベントリ調査に際して設定したシステム境界を示した。

本調査で設定したシステム境界は図中に示した太実線枠で囲った部分であり、スクラップ溶解炉および同炉に投入されるエネルギー・原材料工程、また、これらに投入されるエネルギー・原材料の製造工程が含まれる。今回収集したフォアグラウンドデータの収集範囲は図中の太破線で囲った部分となる。

外部委託のドロス処理および圧延工場はシステム境界外とした。データ処理の考え方については、後述する「３．調査手法」の「３．１　インベントリ算出の前提」の項に記述した。

2.2 収集データ

分析で使用したデータは、フォアグラウンドデータとバックグラウンドデータに大別される。フォアグラウンドデータは分析製品の製造工程について、製品の生産企業が自ら開示した生産実績に基づくデータである。株式会社UACJ（２工場）、三菱アルミニウム株式会社（１工場）及び株式会社神戸製鋼所（1工場）の３社の協力を得て4工場のデータを収集した。対象年次は、2019年度とした。

バックグラウンドデータについては、Inventory Database for Environmental Analysis（以下、IDEAと記す）v3.1.0（著者：国立研究開発法人　産業技術総合研究所　IDEAラボ）を使用している。

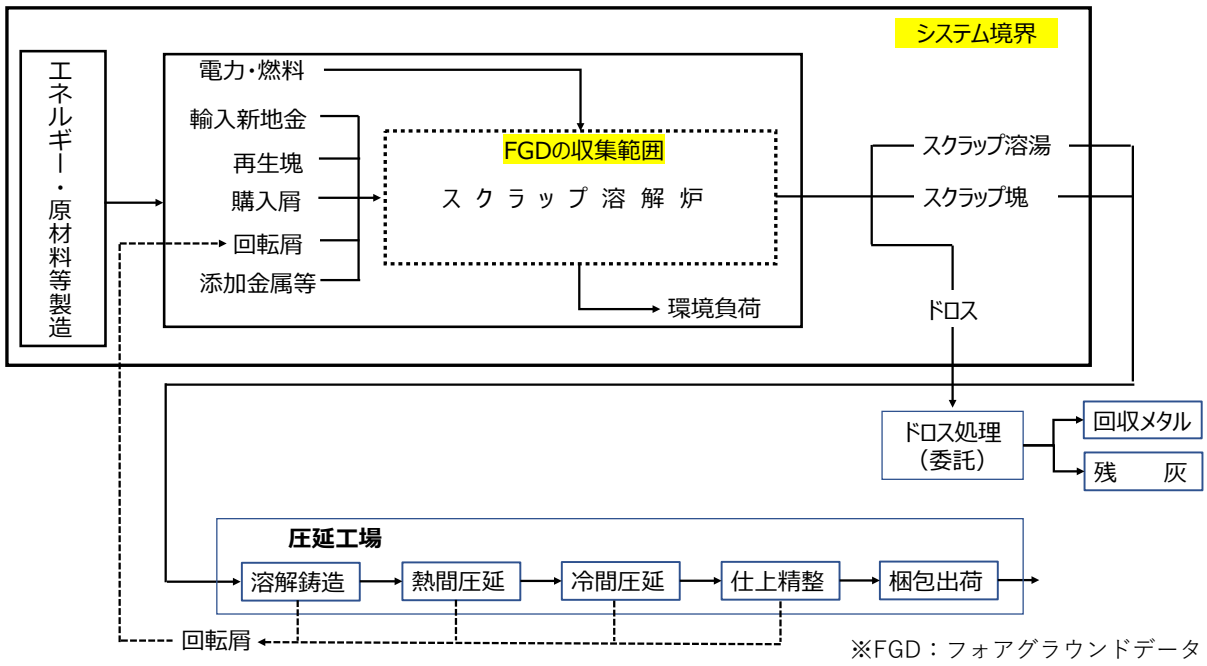

図１　スクラップ溶解のシステム境界

2.3　データ品質

バックグラウンドデータについては前項で述べたようにIDEAを使用するので、ここではフォアグラウンドデータの品質について記述した。

①時間的有効範囲

2019年度生産実績データに基づくデータを収集した。

②地理的有効範囲

日本国内に立地する工場の生産データである。

③技術的有効範囲

展伸材用アルミニウム合金は、添加される元素の種類により、JISで1000系から8000系といった合金種に分類されている。展伸材用アルミニウム合金は、それぞれの特性に応じて、圧延や押出などの塑性加工を経て、高品質が要求される多種多様な製品（板材、押出材等）の用途に使用されるため、スクラップ溶解に対しても高い技術が要求される。

本調査では最新の技術を導入している圧延大手３社４工場のスクラップ溶解工程のデータを収集して実施した。本調査の対象製品である展伸材用スクラップ溶解材は、これらの展伸材に使用される技術的要件を満たしている。

④精度

生産工程（溶解炉）については、平時から収集・管理している生産実績に基づく電力、蒸気、燃料、用水等のユーティリティデータを収集した。生産工程（溶解炉）以外について、当該工場の事務所、建屋等

の共有施設のユーティリティデータは、当該工程が負担すべき量を按分したデータを収集しているため、生産工程のデータに比すと、精度がやや低下する要素を内包している。ただし、データの開示を受ける前に、企業によって回答するデータの前提に違いが生じないよう、生産工程を含めてデータ開示企業と収集データの定義、按分の考え方等、入念に意見交換を実施している。したがって、間接部門のデータの精度も高い水準を確保できたと判断され、展伸材用スクラップ溶解品としてのデータの精度は高いものと判断される。

⑤データの完全性・データの代表性

圧延大手３社４工場の協力を得て、2019年度生産実績ベースでスクラップ溶湯およびスクラップ塊のデータを収集した。データ収集前にデータの収集方法、データ処理の考え方について、データ開示企業とデータ処理者で入念に協議したほか、データ収集後も個々の回答データについて疑問点を回答者に確認、必要に応じて再提出をお願いするなど、回答各社の前提に基本的な違いがないよう留意してデータを処理している。したがって、当該製品のインベントリデータとして十分完全性を備えており、データの代表性を有しているものと判断している。

⑥整合性

本調査においてデータ開示を受けるに際して、データ開示企業とはデータの収集方法、定義等について入念に協議した。収集データ項目については、前回調査との整合性を重視して決定した。同時に、調査手法そのものは、プラスチックほか他素材のインベントリ調査と基本的に同様の手法を導入して調査分析を実施した。さらに、電力、蒸気、燃料等の遡及計算に適用した係数も同じデータソースのものを使用している。したがって、調査手法およびデータ処理方法はもとより計算内容についても、十分に整合性がとれていると判断している。

⑦クリティカルレビュー

外部レビューは実施していない。

３．調査手法

３.１　インベントリ算出の前提

機能単位は、需要者への製品 1kgの提供（サービス）とした。データは、データ開示企業の生産数量比による加重平均値とした。加重平均は、スクラップ溶湯およびスクラップ塊の合計量を対象に原単位データを算出することとした。なお、購入スクラップについて、メタル分と塗料・付着油分等に分けてデータを得られなかったので、その重量には塗料等も含まれている。

このほか、ドロスおよび不明量の扱いは、不明量をすべてドロスと仮定しかつ有効利用産出物と見做した。したがって、データ処理上、廃棄物として扱わないこととした。また、投入原料の再生塊については再溶解及び輸送に係る負荷を、購入屑、回転屑※については輸送に係る負荷のみを計算することとした。

※アルミ圧延工程で発生したアルミスクラップで、回収後は再び圧延品の製造原料に戻して、再び使用されるスクラップ

3.2 調査項目

調査項目は、消費エネルギーとCO_2、SO_X、NO_Xおよび固形廃棄物の環境への排出量とした。ドロスについては、工場内で回収されるメタルはスクラップ塊と同等として扱い、処理を委託している量をもってドロス量として集計した。ただし、委託処理による回収メタル量を調査したが残灰の利用についてはその利用形態を把握できなかったこと、委託先での電力、燃料等の消費量についてデータを収集できなかったことから、ドロスはシステム境界外の扱いとし、消費エネルギー、環境負荷の計算対象からは除外した。

4．調査結果

4.1 展伸材用スクラップ溶解のインベントリ（Gate to Gate）

表１に展伸材用スクラップ溶解１kg当たりのインベントリ・入力データ、表２に同出力データを示した。

インベントリは、ISO14040、同14041に準拠した定義に基づき、「分析対象とする製品システムに関する入力および出力（Input・Output）を定量化するために収集したデータ目録（データ収集と格納）」として示した。ここでは、分析対象とした製品システム（スクラップ溶解のユニットプロセス）のオンサイトデータとして、消費エネルギーを明示するため、入力データに電力および消費燃料の熱量換算値を併記している。

表１　展伸材用スクラップ溶解１kg当たりのインベントリ（入力データ）

単位：/スクラップ溶解１kg

	項目	単位	2019年度 全溶解炉
入力	投入原材料		
	輸入新地金	kg	0
	再生塊	kg	0.009
	購入屑	kg	0.521
	回転屑（圧延工場から）	kg	0.521
	マグネシウム	kg	0
	マンガン	kg	0.0011
	合金計	kg	0.0011
	投入原材料計（小計）	kg	1.052
	消費資源		
	工業用水	kg	1.814
	井戸水	kg	0.384
	消費エネルギー		
	電力	kWh	0.097
	都市ガス	Nm³	0.025
	A重油	L	0.003
	B・C重油	L	0.013
	灯油	L	-
	軽油	L	0.001
	LPG	kg	-
	LNG	kg	0.031
	消費エネルギー（電力）	MJ	0.348
	消費エネルギー（燃料）	MJ	3.441
	消費エネルギー（合計）	MJ	3.789

注：消費エネルギー（電力）は、3.6MJ/kWhで計算、燃料は燃焼時の発熱量から計算したもの。

表２　展伸材用スクラップ溶解１kg当たりのインベントリ（出力データ）

単位：/スクラップ溶解１kg

	項目	単位	2019年度 全溶解炉
出力	スクラップ溶湯	kg	0.930
	スクラップ塊	kg	0.070
	合計	kg	1.000
	アルミドロス	kg	0.052
	産出計	kg	1.052
	回収蒸気	kg	-
	項目	単位	全溶解炉
環境負荷	埋立向け	kg	0.0001
	焼却向け	kg	0.004
	処理委託廃棄物	kg	0.004
	再生資源化向け	kg	0.017
	燐化合物(as燐)	kg	0.00001
	窒素化合物（as窒素）	kg	0.00013
	BOD	kg	0.00013
	COD	kg	0.00011
	SS	kg	0.00005
	CO_2	kg	0.193
	NO_X	kg	0.00006
	SO_X	kg	0.00007

注：CO_2、NO_X、SO_Xは燃料消費量からの計算値。

４.２　展伸材用スクラップ溶解のライフサイクルインベントリ(Cradle to Gate)

表３に、天然資源まで遡及計算したスクラップ溶解のライフサイクルインベントリを示す。本報告書では、１次エネルギーをライフサイクルエネルギー（Life Cycle Energy）ベースで示した係数について、LCEと記した。また、ライフサイクルCO_2については、LCCと記した。

表３　展伸材用スクラップ溶解１kg当たりのライフサイクルインベントリ

項目	単位	2019年度	
		全溶解炉	輸送
石炭	kg	0.013	0.0000003
原油	kg	0.024	0.007
天然ガス	kg	0.076	0.0001
ウラン（資源）	kg	0.0000001	0.000000000004
ボーキサイト	kg	0	-
アルミスクラップ	kg	1.051	-
エネルギー（LCE）	MJ	5.690	0.303
CO_2（LCC）	kg	0.303	0.021
GWP	kg-CO_2eq	0.313	0.022
NO_X	kg	0.00014	0.000003
SO_X	kg	0.00017	0.000001

注１：間接部門を含む。

注２：ボーキサイト、アルミスクラップの輸送は、他の輸送データに内数として含まれている。

５．参考情報

５.１　アルミニウム新地金の製造と展伸材用アルミスクラップ溶解の比較

参考としてアルミニウム新地金の製造と、展伸材用アルミスクラップの溶解の比較について記載しておく。

日本アルミニウム協会が別途実施した輸入アルミニウム新地金１kg当たりのLCE及びLCC(2015年度データ)は、それぞれ約165.4MJ、10.8kgである（2022年3月公表版）。

今回の調査において、スクラップ溶解１kg当たりのLCEは5.69MJであるため、新地金との比較では3.4%となる（輸送を含む場合は、LCEは5.99MJであり、3.6％となる）。また、スクラップ溶解の１kg当たりのLCCは0.303kgであるため、新地金との比較では2.8%となる（輸送を含む場合は、LCCは0.324kgであり、3.0%となる）。

６．参考資料

表１-１　展伸材用スクラップ溶解のライフサイクルインベントリ分析結果（資源・エネルギー）　単位：/展伸材用スクラップ溶解 t

工程区分	ウラン	石炭	原油	天然ガス	NGL	水力発電	地熱発電	太陽光発電	風力発電
	kg	kg	kg	kg	kg	（第1次）MJ	（第1次）MJ	（第1次）MJ	（第1次）MJ
原材料製造	6.23E-05	4.14E+00	1.73E+00	1.57E+00	0.00E+00	8.55E+00	5.51E+00	6.47E+00	3.03E+01
再生地金製造	3.73E-05	8.53E+00	2.23E+01	7.46E+01	7.42E-06	3.64E+01	1.34E+01	3.01E+00	1.06E+00
輸送工程	3.75E-09	2.60E-04	6.65E+00	1.12E-01	0.00E+00	7.66E-04	2.11E-04	5.69E-03	1.04E-03
原材料（再生原料）調達	2.99E-09	2.08E-04	5.31E+00	8.97E-02	0.00E+00	6.12E-04	1.69E-04	4.54E-03	8.29E-04
リサイクル排出物の輸送	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
廃棄物の輸送	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
製品輸送（出荷）	7.54E-10	5.23E-05	1.34E+00	2.26E-02	0.00E+00	1.54E-04	4.25E-05	1.14E-03	2.09E-04
総合計	9.95E-05	1.27E+01	3.07E+01	7.62E+01	7.42E-06	4.49E+01	1.90E+01	9.49E+00	3.14E+01

表１-２　展伸材用スクラップ溶解のライフサイクルインベントリ分析結果（環境負荷・ボーキサイト消費量）　単位：/展伸材用スクラップ溶解 t

工程区分	CO_2	SO_X	NO_X	固形廃棄物	ボーキサイト
	kg	kg	kg	kg	kg
原材料製造	1.76E+01	6.55E-02	2.15E-02	6.96E-01	0.00E+00
再生地金製造	2.85E+02	1.01E-01	1.15E-01	3.98E+00	-
輸送工程	2.12E+01	1.16E-03	2.95E-03	1.93E-07	0.00E+00
原材料（再生原料）調達	1.69E+01	8.56E-04	1.46E-03	1.54E-07	-
リサイクル排出物の輸送	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-
廃棄物の輸送	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-
製品輸送（出荷）	4.27E+00	2.99E-04	1.49E-03	3.87E-08	-
総合計	3.24E+02	1.67E-01	1.39E-01	4.67E+00	0.00E+00

注：ボーキサイトに係る輸送データは、輸送工程に示したデータの内数になっている。