

展伸材用スクラップ溶解のインベントリ調査報告書

2022年3月

一般社団法人 日本アルミニウム協会

委託先：株式会社 産業情報研究センター

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 -----	3
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. 考察	6
5.1 前回調査展との比較 -----	6
5.1.1 展伸材用スクラップ溶解のインベントリ -----	6
5.1.2 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 -----	8
5.2 ライフサイクルインベントリ・データでみた溶解エネルギーについて -----	8
5.3 スクラップ溶解のエネルギー効率 -----	8
6. まとめ	9
7. 補足	10
8. 参考資料	11

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、インパクトアナリシスは実施しないので、14044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たが、それ以降、スクラップ溶解では新技術が導入されている。そこで、最新データに基づくインベントリ調査を実施し、データを更新することとした。

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同時に、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、データ開示個社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

当協会で開催した当該製品の過去のインベントリ調査結果との比較を実施する。

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、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、これに投入されるエネルギー・原材料の製造工程が含まれる。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. 分析手法」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）、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）を使用した。

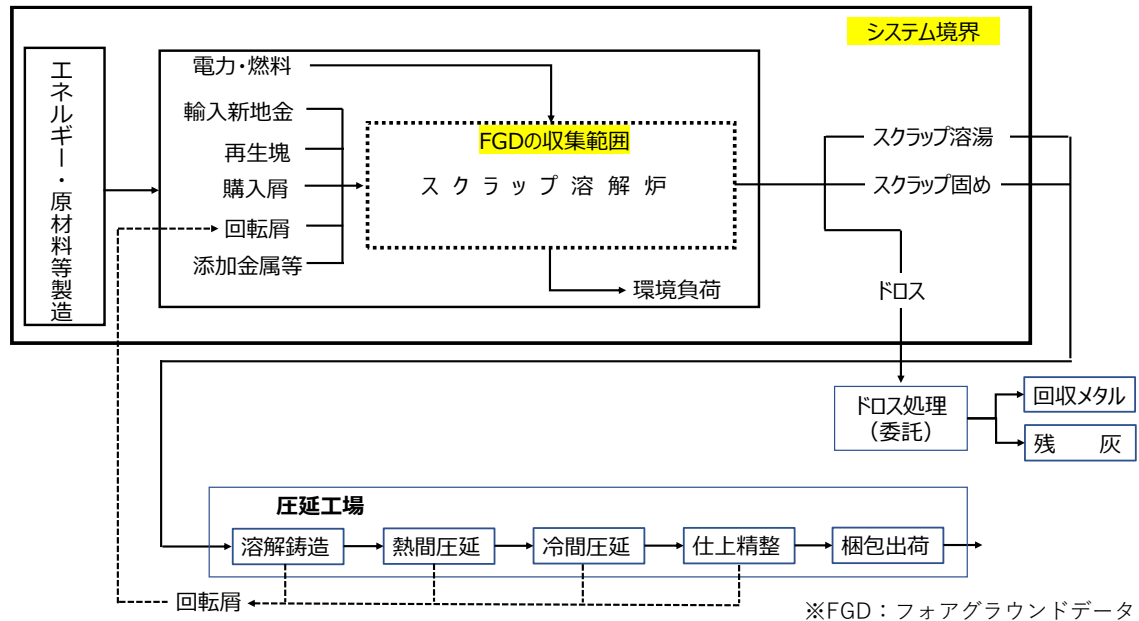


図1 スクラップ溶解のシステム境界

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時間的有效範囲

2019年度生産実績データに基づくデータを収集した。

②地理的有效範囲

日本国内に立地するプラントの生産データである。

③技術的有效範囲

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、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。前回調査との比較を主目的の1つとしているため、収集データ項目についても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、データ開示者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（固め）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ため、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、購入屑、回転屑（圧延工場から）は、データ処理上、輸送に係る負荷のみを計算することとした。

3.2 調査項目

調査項目は、消費エネルギーとCO₂、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（固め）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

表1に展伸材用スクラップ溶解（以下、表題以外の文章中の記述は、単にスクラップ溶解と記す）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したいため、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た。

表1 展伸材用スクラップ溶解1kg生産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	全溶解炉
輸入新地金	kg	0.027	0.027
再生塊	kg	0.009	0.009
購入屑	kg	0.508	0.508
回転屑（圧延工場から）	kg	0.507	0.507
マグネシウム	kg	0	0
マンガン	kg	0.0011	0.0011
合金計	kg	0.0011	0.0011
入 投入原材料計（小計）	kg	1.052	1.052
項目	単位	全溶解炉+間接	全溶解炉
電力	kWh	0.096	0.096
工業用水	kg	1.767	1.767
井戸水	kg	0.374	0.374
都市ガス	Nm ³	0.024	0.024
力 A重油	L	0.003	0.003
B・C重油	L	0.014	0.014
灯油	L	-	-
軽油	L	0.001	-
LPG	kg	-	-
LNG	kg	0.032	0.032
消費エネルギー（電力）	MJ	0.346	0.346
消費エネルギー（燃料）	MJ	3.443	3.409
消費エネルギー（合計）	MJ	3.789	3.755

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生産当たりのインベントリ（出カデータ）

単位：/スクラップ溶解1kg

項目	単位	2019年度		
		全溶解炉	全溶解炉	
出カ	スクラップ溶湯	kg	0.932	0.932
	スクラップ塊（固め）	kg	0.068	0.068
	合計	kg	1.000	1.000
	アルミドロス	kg	0.052	0.052
	産出計	kg	1.052	1.052
	回収蒸気	kg	-	-
項目	単位	全溶解炉+間接	全溶解炉	
環境	埋立向け	kg	0.0001	0.0001
	焼却向け	kg	0.004	0.004
	処理委託廃棄物	kg	0.004	0.004
	再生資源化向け	kg	0.017	0.017
負	燐化合物(as燐)	kg	0.00001	0.00001
	窒素化合物 (as窒素)	kg	0.00013	0.00013
	BOD	kg	0.00013	0.00013
	COD	kg	0.00011	0.00011
荷	SS	kg	0.00005	0.00005
	CO ₂	kg	0.193	0.191
	NO _x	kg	0.00006	0.00005
	SO _x	kg	0.00007	0.00007

注：CO₂、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

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CO₂については、LCCと記した。

表3 展伸材用スクラップ溶解1kg生産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	0.071	0.00000
原油	kg	0.041	0.006
天然ガス	kg	0.105	0.000
ウラン（資源）	kg	0.0000001	0.000000000
ボーキサイト	kg	0.157	-
アルミスクラップ	kg	1.024	-
エネルギー（LCE）	MJ	9.69	0.30
CO ₂ （LCC）	kg	0.597	0.021
NO _x	kg	0.00053	0.000003
SO _x	kg	0.00123	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. 考察

5.1 前回調査展との比較

5.1.1 展伸材用スクラップ溶解のインベントリ

表4にスクラップ溶解のインベントリの入力データ、表5に同出力データを前回調査と対比して示した。

表4 展伸材用スクラップ溶解のインベントリの比較（前回調査・今回調査）

項目	単位	2019年度			2019/2005	
		全溶解炉	全溶解炉	工程	全溶解炉	工程
輸入新地金	kg	0.001	0.027	-	2624%	-
再生塊	kg	0.001	0.009	-	785%	-
購入屑	kg	0.483	0.508	-	5%	-
回転屑（圧延工場から）	kg	0.555	0.507	-	-9%	-
マグネシウム	kg	0.0011	0	-	-100%	-
マンガン	kg	0.0004	0.0011	-	178%	-
合金計	kg	0.0015	0.0011	-	-26%	-
投入原材料計（小計）	kg	1.042	1.052	-	1%	-
項目	単位	全溶解炉	全溶解炉+間接	全溶解炉	全溶解炉	工程
電力	kWh	0.141	0.096	0.0960009	-32%	-32%
工業用水	kg	-	1.767	1.767	-	-
井戸水	kg	-	0.374	0.374	-	-
都市ガス	Nm ³	0.024	0.024	0.024	-1%	-
A重油	L	0.010	0.003	0.003	-72%	-72%
B・C重油	L	0.010	0.014	0.014	31%	31%
灯油	L	0.031	-	-	-	-
軽油	L	-	0.001	-	-	-
LPG	kg	0.0017	-	-	-	-
LNG	kg	-	0.032	0.032	-	100%
消費エネルギー（電力）①	MJ	0.51	0.35	0.35	-32%	-
消費エネルギー（電力）②	MJ	1.30	0.89	0.89		
消費エネルギー（燃料）	MJ	3.13	3.44	3.41	10%	-
消費エネルギー（合計）①	MJ	3.63	3.79	3.76	4%	3%
消費エネルギー（合計）②	MJ	4.44	4.33	4.30	-2%	-3%

オンサイトの消費エネルギーは、前回、燃焼式溶解炉の増設があったことから前々回に対して発電効率を考慮したエネルギーがスクラップ溶解1kg当たり5.54MJから4.44MJへと約20%減少した。今回調査では、工場のエネルギー消費原単位（間接部門を含まない）はスクラップ溶解-kg当たり3.63MJから3.76MJへと約3%増加している。燃焼式溶解炉の増設は一段落しているが省エネルギー努力の結果、発電効率を考慮したエネルギーでみると同4.44MJから4.30MJへと約3%低減を示している。

表5に、環境負荷を示した。表6は環境負荷の増減量に関する寄与度を示したものである。表5からわかるように、CO₂排出量はスクラップ溶解kg当たり0.195kgから同0.191kgへと約2%減少している（前回と基準を合わせるためフォークリフトでの軽油消費量を除くケースで比較した。以下同）。この減少量に対する油種別の影響をみてみると、灯油の消費由来のCO₂の寄与度が約39ポイントと最も大きく影響していることを示している。A重油の寄与度が19ポイントとこれに次いでおり、両燃料で概ね過半の寄与度を示している。逆に増加への影響が最も大きかったのはLNGで寄与度は約45ポイントを示している。なお、寄与度は個別燃料のCO₂排出原単位の大きさととは

無関係であり、LNGのCO₂排出係数そのものはLPG、A重油、C重油と比較すると低い。ただし算定結果は、燃料消費量の増減によっても変化するため、ここではCO₂排出量の算定結果がどう変化しているかを見ている。LNGは前回の消費量がゼロであるため、CO₂排出量の算定結果は今回が前回に比べて大きくなる。NO_x、SO_xの寄与度も表5に示しているので参照されたい。

表5 展伸材用スクラップ溶解1kg生産当たりのインベントリ（出カデータ）

項目	単位	2019年度			2019/2005	
		2005年度 全溶解炉	全溶解炉	工程	全溶解炉	工程
スクラップ溶湯	kg	0.946	0.932	0.932	-2%	-
スクラップ塊（固め）	kg	0.054	0.068	0.068	26%	-
合計	kg	1.000	1.000	1.000	0%	-
出 アルミドロス	kg	0.034	0.052	0.052	53%	-
産出計	kg	1.034	1.052	1.052	2%	-
回収蒸気	kg	0.044	-	-	-	-
埋立向け	kg	-	0.0001	0.0001	-	-
焼却向け	kg	-	0.004	0.004	-	-
処理委託廃棄物	kg	0.0029	0.004	0.004	38%	-
カ 再生資源化向け	kg	-	0.017	0.017	-	-
燐化合物(as燐)	kg	-	0.00001	0.00001	-	-
窒素化合物 (as窒素)	kg	-	0.00013	0.00013	-	-
BOD	kg	-	0.00013	0.00013	-	-
COD	kg	-	0.00011	0.00011	-	-
SS	kg	-	0.00005	0.00005	-	-
CO ₂	kg	0.195	0.193	0.191	-1%	-2%
NO _x	kg	0.000059	0.000055	0.000053	-7%	-10%
SO _x	kg	0.000060	0.000066	0.000066	10.2%	10.1%

注1：CO₂、NO_x、SO_xは燃料消費量からの計算値。

注2：2019年の全溶解炉は間接部門を含む数値。

表6 環境負荷増減量（今回調査と前回調査の比較）への燃料別寄与度

燃料	kg-CO ₂	kg-NO _x	kg-SO _x
都市ガス	-1%	-5%	-0.0003%
LPG	-3%	-3%	-0.0038%
灯油	-39%	-31%	-0.3122%
A重油	-10%	-6%	-15%
B重油	-	-	-
C重油	6%	6%	24%
LNG	45%	29%	0%
軽油	-	-	-
全体	-2%	-11%	9%

補足：寄与度は、前回調査結果の合計ベースの増減量に対する今回調査結果の各燃料ベースの前回調査結果に対する増減量の比率。表中の全体は合計ベースの増減率を示している。

5.1.2 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

表7に、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の計算結果を示した。前回、原材料の輸送は計算対象から除外されているため、ここでは全溶解炉ベースでみてみると、LCEは102%増加し（約2倍）、LCCも108%増加した（約2倍）。この要因は、電力と燃料について資源まで遡及する手法の前回と今回の違いにある。

表7 展伸材用スクラップ溶解1kg生産当たりのライフサイクルインベントリ

項目	単位	2005年度	2019年度		2019/2005
		全溶解炉	全溶解炉	輸送	増減率(全溶解炉)
石炭	kg	0.015	0.071	0.00000	372%
原油	kg	0.051	0.041	0.006	-20%
天然ガス	kg	0.028	0.105	0.000	274%
ウラン（資源）	kg	0.0000012	0.0000001	0.000000000	-89%
ボーキサイト	kg	0.0052	0.157	-	2923%
アルミスクラップ	kg	1.038	1.024	-	-1%
エネルギー（LCE）	MJ	4.80	9.69	0.30	102%
CO ₂ （LCC）	kg	0.287	0.597	0.021	108%
NO _x	kg	0.00020	0.00053	0.000003	163%
SO _x	kg	0.00018	0.00123	0.000001	582%

注：ボーキサイト、アルミスクラップの輸送は内数として各項目データに含まれている。

5.2 ライフサイクルインベントリ・データでみた溶解エネルギーについて

表8に、スクラップ溶解1kg当たりの今回の調査結果を、前回、前々回と対比して示した。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当たりの製造に要するLCEは約165.4MJである。今回のスクラップ溶解の1kg当たりの製造に要するLCEは新地金の約6%となる。またLCCは、輸入アルミニウム新地金1kg当たり10.8kgであるため、スクラップ溶解の1kg当たりのLCCは新地金の約5.5%となる。

表8 展伸材用スクラップ溶解1kg当たりのLCE、LCC

項目	単位	前々回（1996年）	前回（2005年）	今回（2019年）
LCE（消費エネルギー）	MJ/kg	5.70	4.80	9.69
LCC（排出CO ₂ ）	kg/kg	0.309	0.287	0.597

注：今回調査のLCE、LCCには輸送工程を含めていない。輸送は以下のとおり。

消費エネルギー MJ/kg 0.296
 排出CO₂ kg/kg 0.021

5.3 スクラップ溶解のエネルギー効率

スクラップ溶解に必要なエネルギーは理論的には以下ようになる。ここで、アルミニウムの比熱7.6 cal/deg・mol、溶融潜熱2.6 kcal/molとする（理科年表による）と、

- ・スクラップ加熱（室温→660℃）：
 $7.6(\text{cal/deg}\cdot\text{mol})\times 4.186\times 660(\text{deg})\div 26.98(\text{g/mol}) = 778(\text{J/g}) = 0.778\text{ MJ/kg}$

- ・スクラップ溶融（固体→液体）：
 $2.6(\text{kcal/mol}) \times 4.186 / 26.98(\text{g/mol}) = 0.403 (\text{kJ/g}) = 0.403 \text{ MJ/kg}$
- ・理論溶解エネルギー = $0.778 + 0.403 = 1.18 \text{ MJ/kg}$ となる。

したがって、溶解のみのエネルギー効率は31%（= $1.18 / 3.76$ ）となる。

6. まとめ

圧延工場におけるスクラップ溶解について、わが国を代表するメーカーの2019年度生産実績ベースのデータを収集してインベントリを作成し、ライフサイクルインベントリを算定した。今回調査で明らかとなったLCE、LCCの変化を以下に整理した。

- ・燃料式溶解炉の増加による工程消費エネルギー、排出CO₂（同約3%減少）の低減効果は、前回調査の段階で反映されており、今回の効果（消費エネルギーで前回比約3%減少、排出CO₂で同3%減少）はメーカーの省エネルギー対策の効果が反映されたものと判断される。
- ・資源まで遡及したLCE、LCCは、前回数値が資源まで遡及した数値となっておらず、報告書に記述されている計算に使用された係数から再計算することも困難であるため、比較できないが、電力と燃料についての資源までの遡及方法の違いが要因と考えられる。また、スクラップ溶解の投入原料において輸入新地金の消費原単位が増加しているため、今回の計算結果に影響を与えているものと推察される。

7. 補足

再生地金 3%の議論について

以前から使われている再生地金の再生のためのエネルギーは製錬のためのエネルギーの 3%ですむという表現が現在も妥当と言えるかどうかを、今回の調査をベースに再検証してみる。

(1) 従来の 3%算出方式での再評価

- ・ 日本アルミニウム協会がIAI (International Aluminium Institute ; 国際アルミニウム協会) のLCA (life-cycle assessment ; 環境影響評価) 調査結果 (2015年ベース) のインベントリから算出したわが国輸入アルミニウム新地金のLCEは 1 kg当たり142MJ (アルミナ製造と電解製錬の合計) である。この原単位には、製造時に消費される副資材および輸送は含まれていない。
- ・ 従来 3%とされているのは、溶解工程エネルギー (直接エネルギー) を上記の地金製錬エネルギーと比較した数字である。
- ・ 今回、同様の考え方で比較すると、スクラップ溶解 1 kg当たりのインベントリでの消費エネルギー3.76 MJ/kg は新地金のエネルギーに対して 2.6%となる。

この考え方を採用した場合は、今回の調査でも従来から言われている 3%が妥当であることが再確認できたといえる。

(2) ライフサイクルエネルギーで評価する場合

LCA 的観点からは通常、ライフサイクルエネルギー (LCE) で評価する必要があると考えられる。この考え方に基いてスクラップ溶解 1 kg当たりのインベントリでの消費エネルギーを比較すると、以下のよう6.1%となる。

スクラップ溶解 9.99MJ/スクラップ溶解kg (溶解工程9.69MJ、輸送0.30MJ) ①

アルミニウム新地金 165 MJ/輸入アルミニウム新地金②

①/② = 6.1% (輸送を含めなければ5.9%)

しかし、アルミニウム地金を対象にする場合は大きな問題点がある。それはアルミニウム地金の LCEは製錬時の電力が水力発電によるものか火力発電によるものか、火力も石炭100%か天然ガス100%かなどの電源構成によって大きく左右されるからである。また、ライフサイクルエネルギーを算出するにあたってデータベースのデータをバックグラウンドデータとして使用するため、これらのデータによっても算定結果が変わるという問題もある。

比較の基準になる数字が他動的に大幅に変動するなかで、比較結果の 3%だけを議論するということは意味がないと言わざるを得ない。

今後の 3%の議論は、直接エネルギーベースを採用し、比較対象の基準の数字をある程度固定した上での比較とすることを検討したい。

8. 参考資料

表 1-1 展伸材用スクラップ溶解（再生地金）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	9.35E-05	6.23E+01	1.85E+01	3.02E+01	0.00E+00	8.33E+00	5.36E+00	6.30E+00	2.95E+01
再生地金製造	3.70E-05	8.47E+00	2.24E+01	7.45E+01	7.37E-06	3.61E+01	1.34E+01	2.95E+00	1.05E+00
輸送工程	3.66E-09	2.54E-04	6.50E+00	1.10E-01	0.00E+00	7.48E-04	2.07E-04	5.56E-03	1.01E-03
原材料（再生原料）調達	2.92E-09	2.02E-04	5.17E+00	8.74E-02	0.00E+00	5.96E-04	1.64E-04	4.43E-03	8.08E-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）	7.48E-10	5.18E-05	1.33E+00	2.24E-02	0.00E+00	1.53E-04	4.22E-05	1.13E-03	2.07E-04
総合計	1.30E-04	7.07E+01	4.73E+01	1.05E+02	7.37E-06	4.44E+01	1.87E+01	9.26E+00	3.06E+01

表 1-2 展伸材用スクラップ溶解（再生地金）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	3.12E+02	1.13E+00	4.11E-01	7.91E-01	1.57E-01
再生地金製造	2.85E+02	1.01E-01	1.15E-01	3.99E+00	-
輸送工程	2.07E+01	1.13E-03	2.90E-03	1.88E-07	0.00E+00
原材料（再生原料）調達	1.65E+01	8.34E-04	1.42E-03	1.50E-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）	4.24E+00	2.97E-04	1.48E-03	3.84E-08	-
総合計	6.18E+02	1.23E+00	5.29E-01	4.78E+00	1.57E-01

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。

表2 展伸材用スクラップ溶解のインベントリ（溶湯+塊=1kg当たり） 過去の調査結果との比較表

項目	単位	1996年度		2005年度		2019年度		
対象溶解量	kt	113.7		195.4		165.1		
入 カ	投入原材料小計	kg/kg	1.051		1.042		1.052	
	電力	kWh/kg	0.360		0.141		0.096	
	A重油	L/kg	0.0285		0.0099		0.0028	
	B・C重油	L/kg	0.0067		0.0103		0.0135	
	灯油	L/kg	0.0186		0.0306		-	
	軽油	L/kg	-		-		0.0009	
	LPG	kg/kg	-		0.0017		-	
	LNG	kg/kg	-		-		0.0317	
	都市ガス	Nm ³ /kg	0.0009		0.0242		0.0240	
	消費エネルギー（合計）	MJ/kg	3.44	5.48	3.63	4.44	3.76	4.30
消費エネルギー（電力）	MJ/kg	1.30	3.34	0.51	1.30	0.35	0.89	
消費エネルギー（燃料）	MJ/kg	2.14		3.13		3.44		
出 カ	スクラップ溶湯	kg/kg	0.917		0.946		0.932	
	スクラップ塊（固め）	kg/kg	0.083		0.054		0.068	
	合計	kg/kg	1.000		1.000		1.000	
	アルミドross	kg/kg	0.048		0.034		0.052	
	産出計	kg/kg	1.048		1.034		1.052	
	回収蒸気	kg/kg	-		0.044		-	
環境負荷	CO ₂	kg/kg	0.157		0.196		0.191	
	NO _x	kg/kg	0.00002		0.00006		0.00005	
	SO _x	kg/kg	0.00020		0.00006		0.00007	

注1：2019年度は間接部門を含まない値。

注2：消費エネルギーの赤字は、電力の発電効率（38.9%）を考慮した値。