

オープンループリサイクルを考慮したアルミ製及び鋼製フード及びバンパー補強材の LCI の比較

Comparison of the LCI of Hoods and Bumper Reinforcements for Automobiles made from Aluminium and Steel, under considering for Open Loop Recycling

山口雅教、尾上俊雄、八木田浩史、稲葉 敦(独立行政法人産業技術総合研究所)
大谷 眞(住友軽金属工業株式会社)、大久保正男(社団法人日本アルミニウム協会)
大園智哉(財団法人金属系材料研究開発センター)
綾田研三(神鋼リサーチ株式会社)

Masanori Yamaguchi, Toshio Onoye, Hiroshi Yagita, Atsushi Inaba(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

Makoto Ootani(Sumitomo Light Metal Industries, Ltd.)

Masao Ookubo(Japan Aluminium Association)

Tomoya Oozono(Japan Research and Development Center for Metals)

Kenzo Ayata(Shinko Research Co.,Ltd.)

アブストラクト)

運輸部門、特に自動車からの CO₂ 排出量削減は重要な課題である。自動車の軽量化は CO₂ 発生量抑制に有効であり、そのためにアルミ化が検討されている。アルミ部品を使用した自家用乗用車の製造から廃棄、リサイクルまでの物質フローおよびそれに対応する CO₂ 排出量を調査するにあたり、アルミ化の効果を定量的に検討する際に必要となる LCI データ構築の一環として、フードとバンパー補強材とをアルミ化したときの LCI を積み上げ法により試算した。

ABSTRACT)

Reduction of CO₂ emission from the transport sector especially from automobiles is an important subject for total CO₂ reduction in Japan. Weight reduction of an automobile is effective for the reduction of CO₂ emission and aluminum utilization is now being examined for this purpose. As part of the investigation of LCI data, which are needed in the numerical estimation of CO₂ emission reduction for every stage of an automobile, LCI data for hood and bumper reinforcement of steel and aluminum were calculated by the process analysis method.

1. 緒言

わが国において運輸部門、特に自動車からの CO₂ 排出量削減は重要な課題である。自動車の軽量化は CO₂ 発生量抑制に有効であり、そのためにアルミ化が検討されている。このため、自動車の軽量化に向け、現在一部の自動車に使用されているアルミ製のフードおよびバンパーの加工・組立てのインベントリを各種データに基づき、積み上げ法により試算し、CO₂ 排出抑制効果を求めた。フードおよびバンパーの加工・組立てのインベントリについては自動車工業会の LCA 分科会の承認を受けている。

2. インベントリ分析

2.1 フード製造時のインベントリ分析

2.1.1 機能と機能単位

アルミニウム製フードの加工・組立てプロセス及び従来の鋼製フードの加工・組立てプロセスを対象システムとした。なお、工場内での搬送は考慮していない。製造される小型乗用車のフード1個を機能単位とする。アルミニウム製、鋼製フードは文献 1) に紹介されている写真から、図1に示す形状のモデルを想定した。

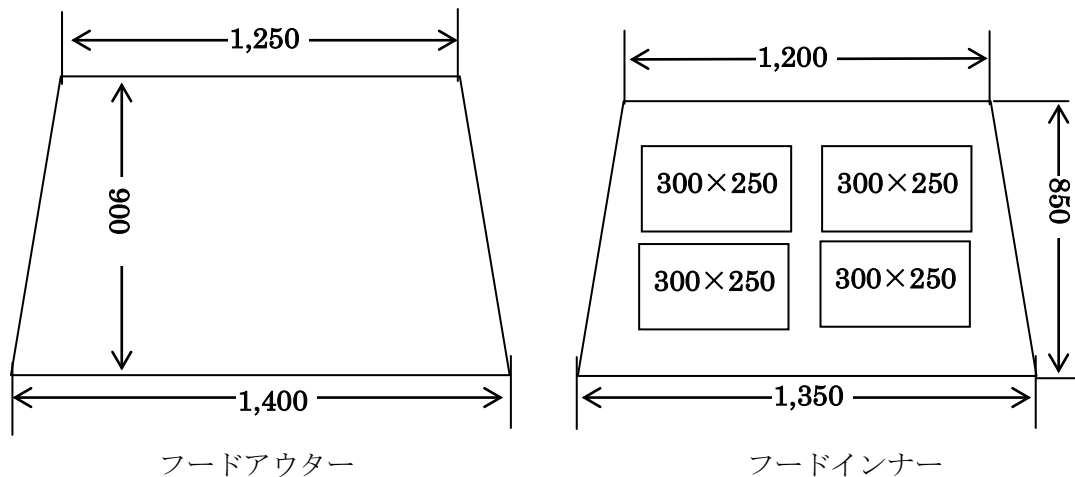


図1 アルミニウム製、鋼製フードのモデルの形状

アルミニウム製フードの場合、厚さはアウター、インナーとも 1mm¹⁾とし、鋼製フードの場合、厚さはアウター、インナーとも 0.75mm¹⁾とした図1のモデルとアルミニウム板厚、鋼板厚から計算されるアルミニウム製、鋼製のアウター材とインナー材の重量を表1に示す。軽量化率は52%と計算される。鋼製のアウター材とインナー材の合計は12.368kgとなり、報告されているフェアレディZの場合の鋼製のフード重量14.9kg²⁾、スカイラインGTRの鋼製フード重量16.8kg²⁾から見て比較的軽量であり、小型車のものに相当すると考えられる。

表1 モデルにおけるアルミニウム製、鋼製フードの重量

	アウター材	インナー材	接合部品	塗料	合計
アルミニウム製	3.172 kg	2.085 kg	0.3 kg	0.418	5.975 kg
鋼製	7.030 kg	4.620 kg	0.3 kg	0.418	12.368 kg
軽量化率					52%

2.1.2 システム境界

アルミニウム製、鋼製フードとも、図2に示すように、システム境界（データ収集範囲）はアルミニウムコイルまたは鋼板コイル搬入後から、フード製造までとした。

フードの製造工程としては、コイルからの切断（フードアウターとインナーの両方について）プレス加工、スポット溶接、ボデーとの接合部品を取り付け、焼付け塗装である。

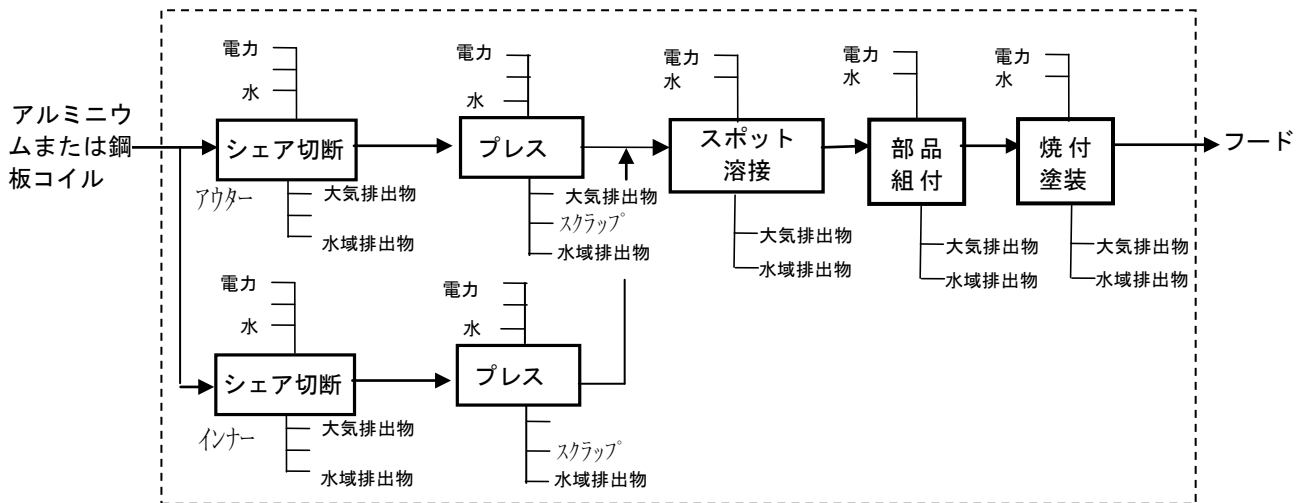


図2 フードの製造のシステム境界およびデータ収集範囲

2.1.3 インベントリの算出

フード製造のインベントリについては、図2に示す工程に沿って、文献、資料^{3) 4) 5)}のデータを参考に算出した。なお、電力のエネルギー換算は 2,250 kcal/kWh とした。

以上よりアルミニウム製フード、鋼製フード各 1 個あたりの加工・組立てのインベントリは図3に示す様に計算される。

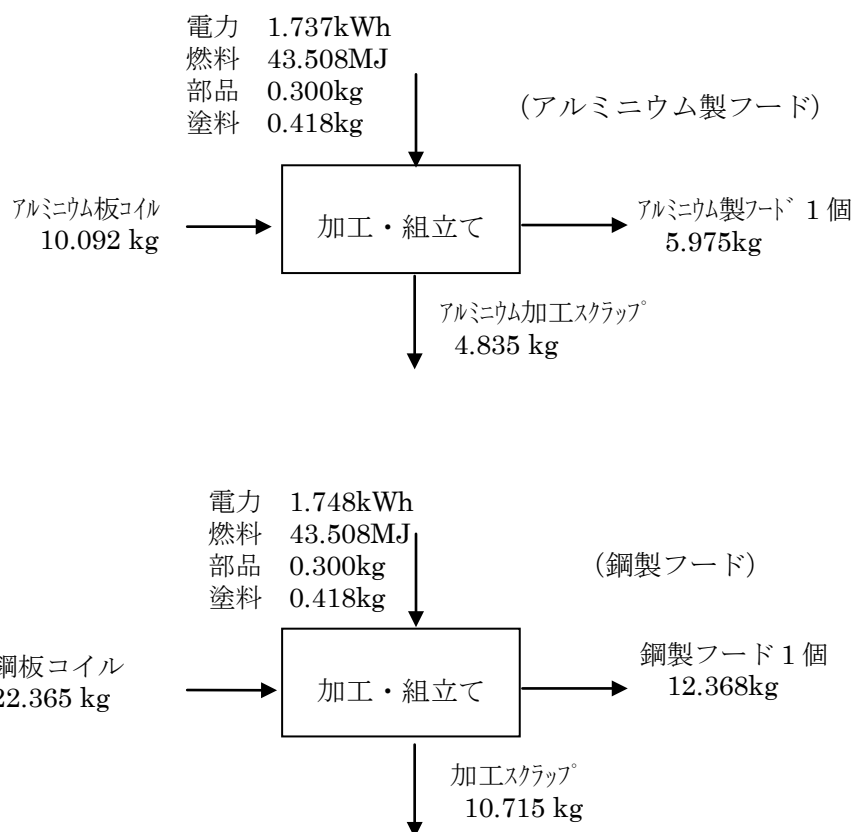


図3 アルミニウム製および鋼製フードの加工・組立てのインベントリ

2.1.4 フードのライフサイクルインベントリ

素材の LCI は 6000 系のアルミニウム板材のデータ⁶⁾及び冷延鋼板のデータ⁷⁾に基づき計算した。塗料についてはキシレン 50%とポリウレタン 50%からなるものとして文献⁸⁾のバックグラウンドデータを使用して計算した。

接合部品についてはその影響が少ないと考え無視した。電力および燃料の LCI については、データベース⁸⁾の値を用いて算出した。なお、燃料については、自工会による工程 (MP) 原単位³⁾から燃料別に集計し、各燃料ごとに LCI を計算した。

図 4 に計算で求めた LCCO₂ を示す。図4の最も左側のバーはバージン (新地金) のアルミから製造されたアルミ板からのフード製造の LCCO₂ を示す。加工スクラップは市場価格を考慮して新地金の 95%の評価を行い控除している。参考までに、冷延鋼板のスクラップ配合比率 2.8%と同一と仮定した場合、及びスクラップ配合比率 50%、100%とした場合の算出結果をあわせて示した。また、発生する加工スクラップ及び廃棄されたフードも新地金の 95%の評価を行い、控除した結果をスクラップ配合 2.8%、50%、100%の場合について図4のペアに成っているバーの右側のバーに示した。フード廃棄、回収時のエネルギーは考慮されていないが、手解体によって解体される場合、エネルギーをほとんど要さないと見られる。

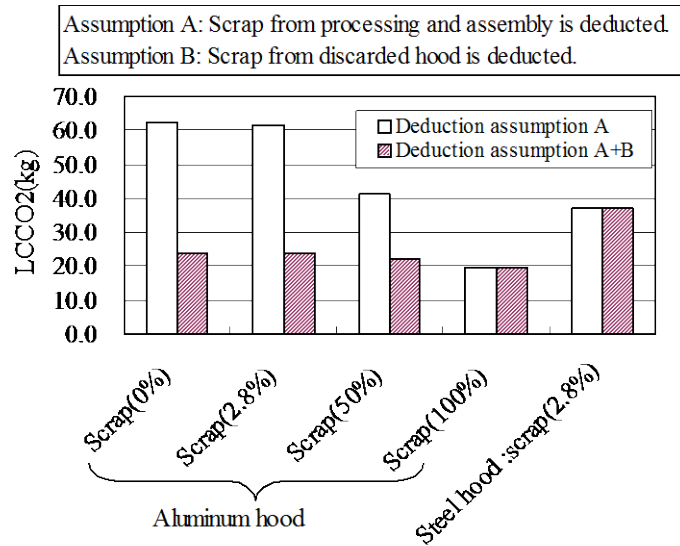


図4 アルミニウム製および鋼製フードの加工・組立ての LCCO₂

2.2 バンパー補強材製造時のインベントリ分析

2.2.1 機能と機能単位

アルミニウム製バンパー補強材の加工・組立てプロセスを対象システムとする。比較システムとしては従来の鋼製バンパー補強材の加工・組立てプロセスを対象とする。なお、工場内での搬送は考慮しない。

製造される小型乗用車のバンパー1本を機能単位とする。バンパー補強材の形状は装着される自動車の種類によって様々であるため、図5に示す形状をアルミニウム製バンパー補強材と鋼製バンパー補強材のモデルとした。

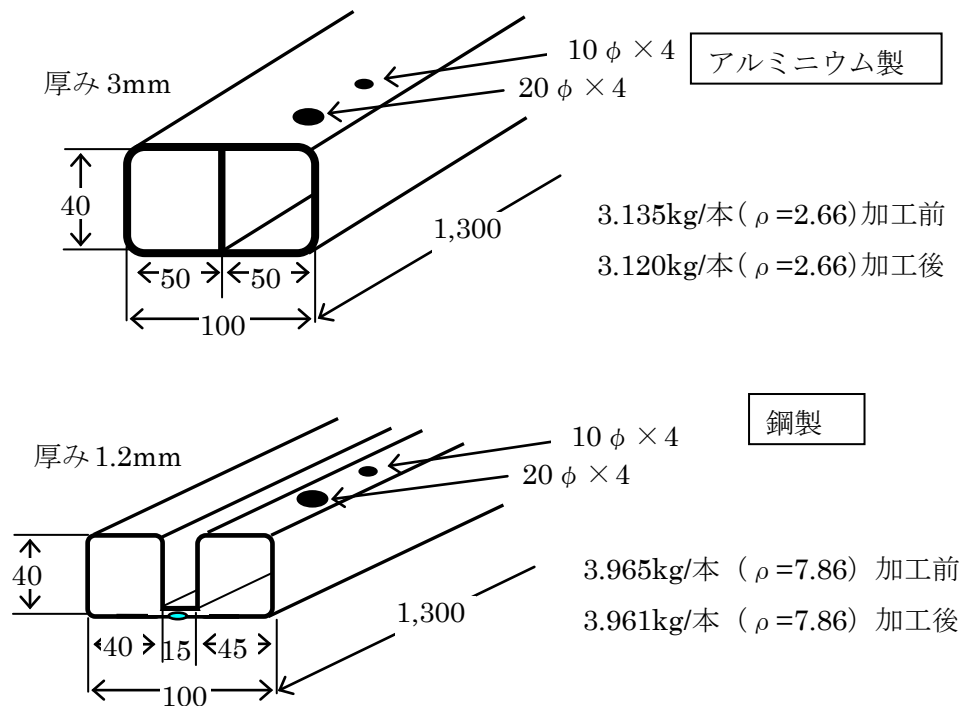


図5 アルミニウム製および鋼製バンパー補強材のモデルの形状

2. 2. 2 システム境界

アルミニウム製バンパー補強材の場合、図 6 に示すように、システム境界は押し出し材搬入後から、バンパー補強材製造までとした。鋼製バンパー補強材の場合は、図7に示すように、システム境界はハイテン薄板コイル搬入後から、バンパー補強材製造までとした。

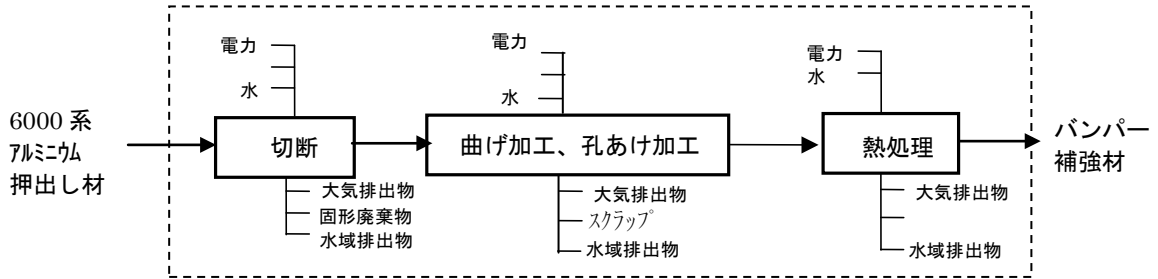
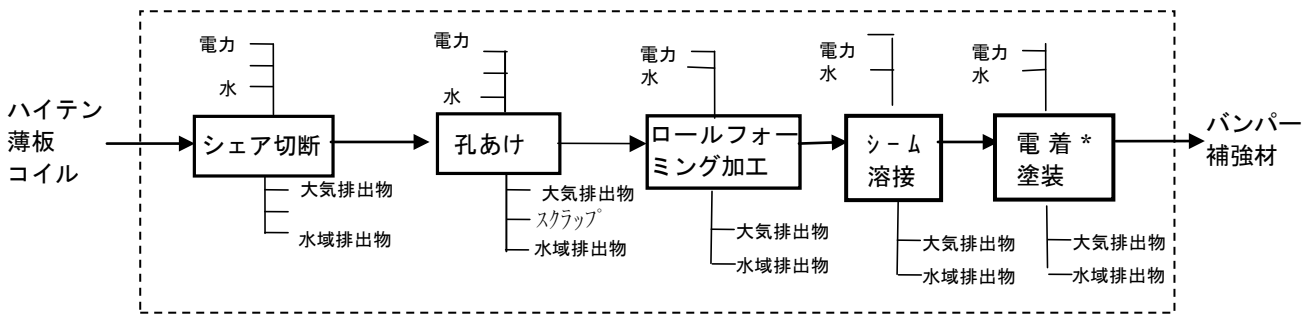


図6 アルミニウム製バンパー補強材製造のシステム境界およびデータ収集範囲



*電着塗装についてはボディと同時に塗装する場合もある。

図7 鋼製バンパー補強材の製造のシステム境界およびデータ収集範囲

2. 2. 3 インベントリの算出

アルミニウム製及び鋼製バンパー補強材の加工・組立てのインベントリは図6、図 7 および文献のデータ³⁾⁴⁾⁵⁾を用いて算出した。

以上よりアルミニウム製および鋼製バンパー補強材各 1 個あたりの加工・組立てのインベントリは図8の様に推定される。

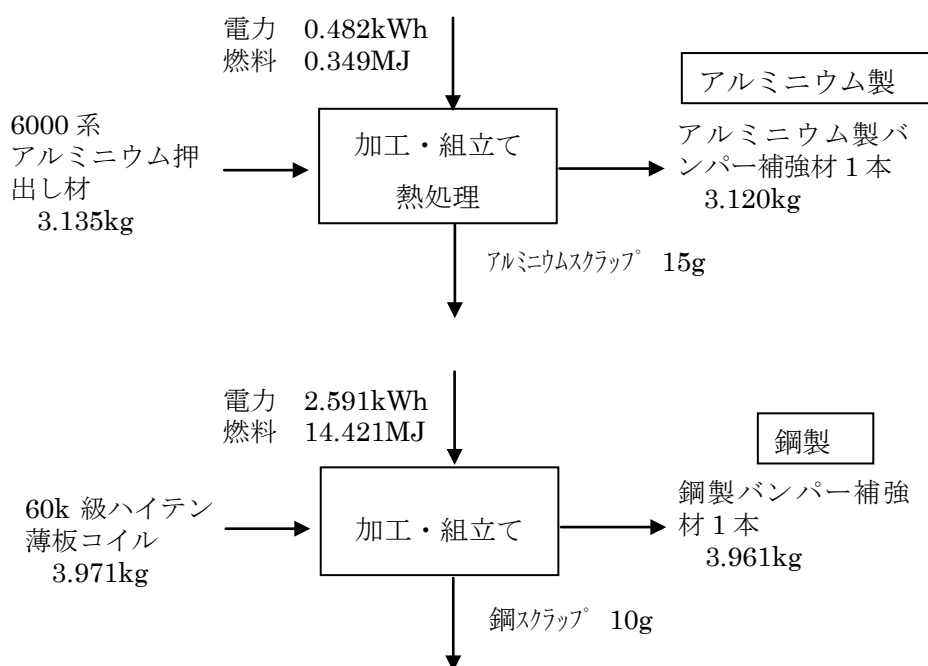


図8 アルミニウム製および鋼製バンパー補強材各 1 本あたりの加工・組立てのインベントリ

2. 2. 4 バンパー補強材のライフサイクルインベントリ

素材の LCI については、6000 系小型形材⁶⁾および冷延鋼板⁷⁾の値を用いた。また、スクラップの実績配合率である 14%アルミニウム製バンパー補強材についても計算を行った。電力および燃料の LCI については、フードの場合と同様データベース、インベントリの値を用いて算出した。

図 9 に計算結果を示す。図9の最も左側のバーはバージン(新地金)のアルミから製造されたアルミ押し出材の場合を示す。加工スクラップは市場価格を考慮して新地金の 95%の評価を行い控除している。ペアとなっているバーのそれぞれ左側に位置するバーはスクラップの実績配合率である 14%および 50%、100%の場合について示す。スクラップの配合率の増加に伴い、LCCO₂の値は減少する。

ペアとなっているバーのそれぞれ右側に位置するバーはバンパー補強材の加工時のスクラップおよび廃棄にともなうバンパー補強材がスクラップとして回収され、新地金の 95%の市場価値として控除された場合を示す。

加工スクラップ及び廃棄されたバンパー補強材を新地金の 95%の市場価値として控除した場合にはスクラップ配合率に関わらず、アルミニウム製バンパー補強材の LCCO₂の値は鋼のバンパー補強材より低くなる。

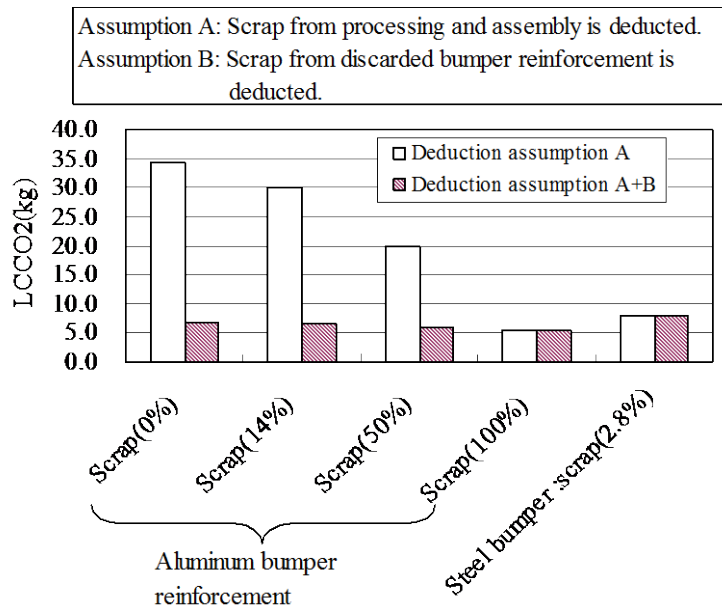


図9 アルミ製および鋼製バンパー補強材の加工・組立て、熱処理の LCCO₂

参考文献

- 1) 頼末亮一、黒住浩司:プレス技術、第 36 巻、1 号(1998),p.34
- 2) 甚田昌彦:プレス技術、第 32 巻、9 号(1994),p.19
- 3) 自動車工業会より提供された「2002 年版素材・加工(MP)原単位の平均値一覧(1997 年製造段階、乗用車用)」
- 4) NEDO 平成 14 年度「製品等ライフサイクル環境影響評価技術開発」報告書
- 5) Pré Consultants 社の「SimaPro ver.5」付属データベース
- 6) (財)金属系材料研究開発センター:「アルミ自動車材の LCI データ調査報告書」(2003.2); 「アルミニウムの不純物無害化・マテリアルリサイクル技術開発」平成 14 年度成果報告書(2003)
- 7) JLCA-LCAデータベース 2004 年度 2 版
- 8) 産業環境管理協会:LCA 解析ソフトウェア JEMAI-LCA 付属データベース