

Effect of Weight Reduction by Aluminum Utilization for Passenger Cars Calculated Using CO₂ Emission Estimation Tool

CO₂排出評価手法を用いて計算した乗用車へのアルミニウム使用による軽量化効果

Masanori Yamaguchi, Toshio Onoye, Hiroshi Yagita, Atsushi Inaba,

Makoto Ootani*, Masao Okubo**, Tomoya Ohzono***, Kenzo Ayata****

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology 6-1 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8569, Japan

m.yamaguchi@aist.go.jp

*Sumitomo Light Metal Industries, Ltd.

**Japan Aluminium Association

*** Japan Research Center for Metals

****Shinko Research Co.,Ltd.

Keywords:

CO₂emission, Car, Aluminium, Simulation

概要

このモデルはCO₂排出量削減に関し、乗用車のアルミ化及びリサイクルアルミの有効活用の効果を数値的に把握するために開発された。モデルは自動車の原料製造から廃棄工程までを計算するマテリアルフローの計算部分とCO₂排出量の計算部分とから成り立っている。国内で製造使用される乗用車について、基準車からアルミ化車に到るシナリオに従って、CO₂排出量が計算された。その結果、基準車からの20.5%の軽量化に対しCO₂排出量は初期排出量の22.5%減少した。この値は日本全体のCO₂排出量の約1%であった。またcar to carリサイクルによるスクラップ活用の排出削減効果は初期排出量の13.2%であり、再生材の有効活用はCO₂削減のために重要であることが分かった。

緒言

日本では全CO₂排出量の21%は運輸部門から排出され、そのうち道路走行車輦からの排出量は85%以上を占めている。また自動車のライフサイクルCO₂中約85%は走行により発生する。本報告では国内で製造され、走行する乗用車からのCO₂排出量を計算対象とし、車輦重量低減のCO₂排出量削減効果を調査している。車輦をアルミ化した場合、製造時のCO₂は増加することが想定され、走行時のCO₂は減少する。基準車からアルミ化車への移行に伴い、これらの効果を考慮したCO₂排出量変化を把握するために、シミュレーションモデルを開発した。

モデルの特徴と計算のフローチャート

このモデルは車製造での物質及びプロセスを比較的细节に記述しており、次のような特徴をもっている。

- (1) モデル中で取り扱われている物質はアルミニウム、スチール及びプラスチックである。
- (2) モデル中で取り扱われている素材はアルミニウムに対しては板材、押出材、鍛造材及び鋳造材であり、スチールに対しては板材（冷間圧延材、熱間圧延材及びメッキ鋼板）、特殊鋼、普通鋼及び鋳鉄である。
- (3) 含まれているプロセスは原料製造、素材製造、部材製造、車両組立、廃棄（分解、破砕）及びリサイクルである。

- (4) リサイクルプロセスでは廃棄材に対し再生時の目的素材（板材、押出材等）に再生比率を設定できる。

- (5) 自動車の部品を考慮できる。

図1は自動車のライフサイクルにおける物質フローを示している。スチールとプラスチックの物質フローもこの図と同様であるが、プラスチックでは焼却工程が追加されている。

図2は計算のフローチャートを示している。全体としては最初に物質の重量が計算され、次にCO₂発生量が計算される。重量計算の開始点は完成車の部品重量であり、そこから一方では部材、素材、原料重量が計算され、他方では廃棄及びリサイクルの重量が計算される。この計算手順が計算範囲の暦年に対して実施される。

CO₂ 排出量の計算

計算対象車と想定シナリオ

表1は日本で製造、使用される基準車とアルミ化車A,Bについての主要な仕様を示している。車輦製造台数は300万台/年である。車輦重量は基準車の1037kgからアルミ化車Bの825kgまで20.5%軽量化する。その時アルミ化率は6%から44%に増加する。各素材のスクラップ配合率（板材、押出材）は基準車に対しては通常使用されている値であり、アルミ化車に対しては

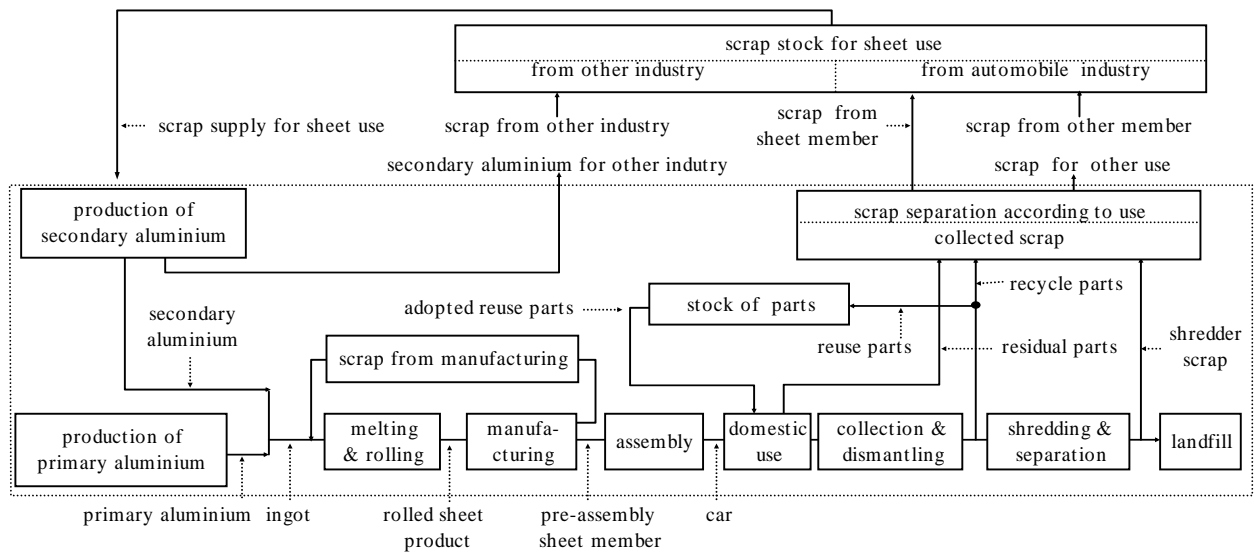


Fig.1 The material flow of car lifecycle (for case of aluminium sheet product)

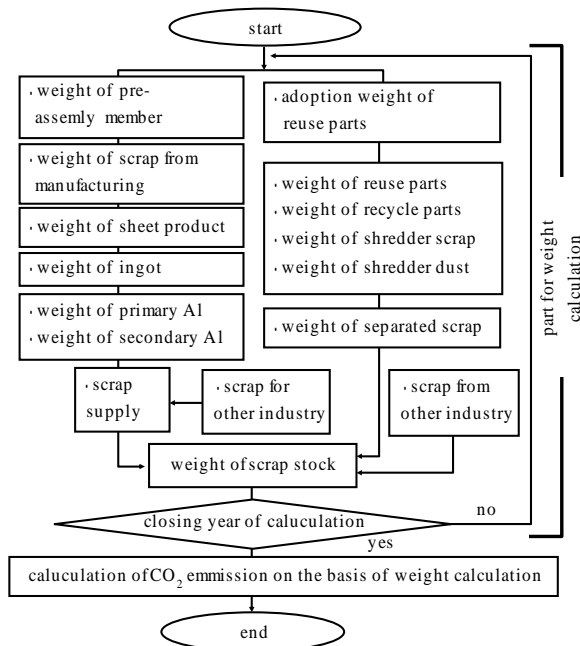


Fig.2 Flow chart for the calculation of material weight and CO₂ emission

car to car recycle で決められる値とした。即ちリサイクルアルミ量とアルミ必要量との比である。

本計算で想定されているシナリオを図3に示す。基準車からアルミ化車Aへの移行は2003年に始まり4ステップの部品軽量化工程を経て2012年に完了する。この軽量化の結果、エンジン排気量は1500ccから1300ccに減少させることが可能となり、その結果2015年に第5ステップの軽量化が可能となる。この軽量化の過程の結果、2003年から2012年の間は製造工程でのCO₂排出量は新地金の使用量増大により増加し、走行時の排

Table 1 Main specifications of assumed states in scenario

| item | standard car | aluminium car A | aluminium car B |
|--|----------------------------------|-----------------|--|
| weight of car | 1037 kg | 845 kg | 825 kg |
| weight ratio of Al to car | 0.06 | 0.45 | 0.44 |
| engine displacement | 1500 cc | | 1300 cc |
| lifetime milage | 100000 km | | |
| life span | 10 years | | |
| number of cars produced for domestic use | 3*10 ⁶ /year constant | | |
| content of secondary aluminium | sheet | 0 | value determined by car to car recycle |
| | extruded | 0 | |
| | cast | 0.95 | |

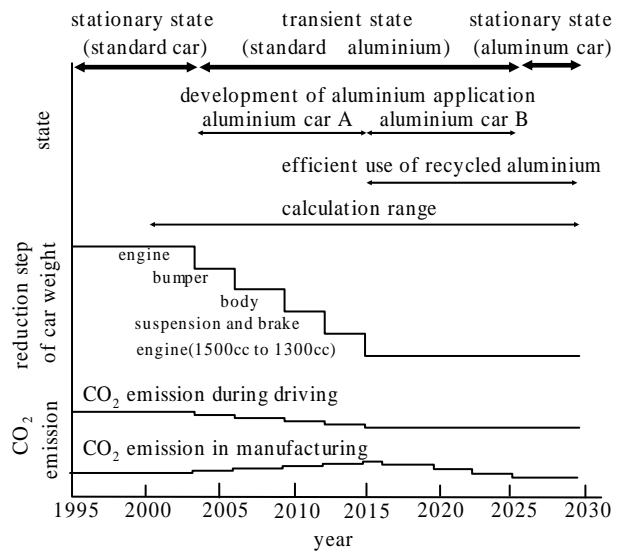


Fig.3 Transition scenario from standard car to aluminium car

出量は減少する。2014年から2025年にはリサイクルアルミの量が増加し製造時のCO₂排出量は減少する。2025年以降は物質フローは一定となり、アルミ化車Bの定常状態となる。

走行時のCO₂排出特性を図4に示す。この特性は仕様の異なる車種の排出特性をまとめたものである。

計算結果

図5は車輛重量及び1次地金、リサイクルされた2次地金及び2次地金使用量の基準車重量に対する比率を示している。2次地金使用量はcar to carリサイクルを想定しているため、リサイクルアルミ量に等しいかそれ以上となっている。このシナリオではボディーのアルミ化を含んでいる第3ステップでの軽量化効果が最も大きくなっている。1次地金の使用量の最大は2012年と2013年に起こり、この時の使用量は基準車重量の27%である。これは、この時点において廃棄車輛からのリサイクルアルミ量が少なく、一方使用量は増加しているために起こる現象である。2014年以降、特に2019年以降には、ボディーに使用したアルミがリサイクルされるため、リサイクルアルミが増加し、1次地金の量が減少する。

図6は2000年（基準車）、2010年（過渡状態）、2028年（アルミ化車B）について各部材の各プロセスにおける重量を示している。2000年と2028年との比較により、アルミ使用量の増大（斑点部分）、スチール使用量の減少（斜線部分）及びアルミ板材の使用量（最下部の斑点部分）の増加が分かる。

図7はアルミ、スチール及びプラスチックの製造及び廃棄におけるCO₂排出量を示している。このグラフは2003年から2012年における、アルミによるCO₂発生量の増大、スチールによるCO₂排出量の減少を示している。アルミによるCO₂排出量の増大は新地金の使用量増大に起因している。この結果、製造及び廃棄の全体としてCO₂排出量は増加する。最大値は2012年と2013年に起こり、その値は初期値の約2倍である。2013年以降CO₂排出量は減少し始める。これは軽量化のために使用されていたアルミのリサイクルが始まるからであり、2028年のCO₂排出量は初期値の0.79倍となる。これは2次地金の活用がCO₂排出量低減に非常に有効であることを示している。

図8は製造、走行、廃棄によるCO₂排出量及び車輛重量を示している。アルミ化の結果、車輛重量は初期値に対して20.5%減少し、アルミ化車BからのCO₂排出量は基準車の排出量に対し22%減少する。この削減量は日本の年間CO₂排出量（ 1.225×10^9 t CO₂）の0.97%に相当する。

過渡状態のCO₂排出量（2010年）は初期値に対し6.4%増である。このグラフはまた、スクラップ配合率が一定で初期値の低い値から変化せず、アルミ使用量の増大分が新地金で賄われた場合、CO₂排出量は初期値に対し8.8%の減少に留まることを示している。このことからアルミ使用のメリットを生かすためにはcar

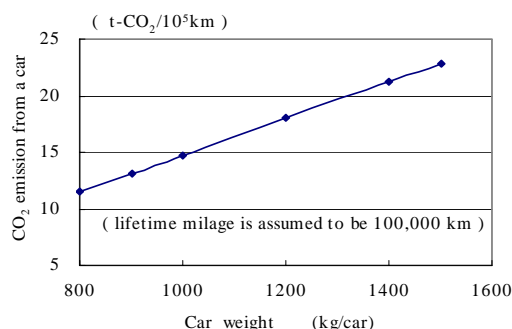


Fig. 4 CO₂ emission characteristics due to driving

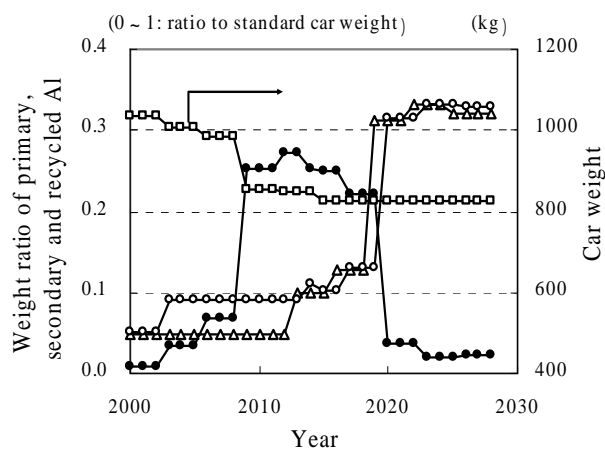


Fig.5 Car weight and amount of primary , secondary Al used in production and of recycled Al in car to car recycle

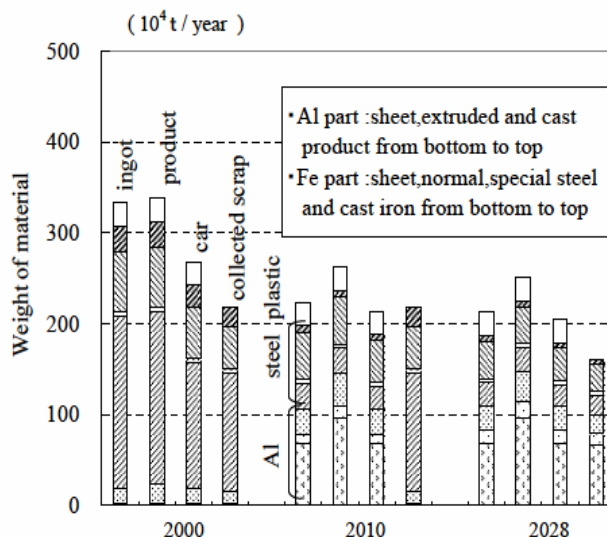
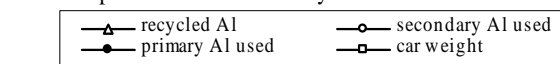


Fig. 6 Weight of materials in main processes under stationary and transient state

to car リサイクルが重要であることが分かる。

結論

- 1) アルミ、スチール及びプラスチックの物質フローをベースにCO₂排出量を計算するモデルを開発し、国内乗用車に対しCO₂発生量を計算した。
- 2) 基準車からアルミ化車への想定されたシナリオのに基づき、物質重量及びCO₂排出量を計算し、以下のような結果を得た。
 - ・ 初期重量からの20.5%の重量低減に対し製造、走行及び廃棄を含む総CO₂排出量は22%減少した。
 - ・ このCO₂削減量は日本の年間CO₂排出量の約1%であった。
 - ・ car to car リサイクルのCO₂排出削減に対する効果は初期値の13.2%であった。

謝辞

著者等は自動車工業会のご好意により自動車製造時のインベントリーデータをご提供いただいたことに感謝いたします。

参考文献

- (1) J.A.M.A. 2004 THE MORTOR INDUSTRY OF JAPAN
- (2) Tadayoshi Hayashi Reduction of Life Cycle CO₂ Emissions-The Example of Honda Insight Honda R&D Co.,Ltd

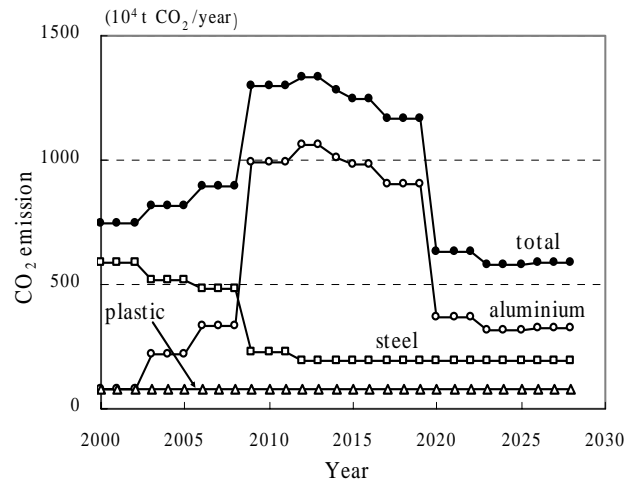


Fig. 7 Domestic CO₂ emission due to materials during production and scrapping

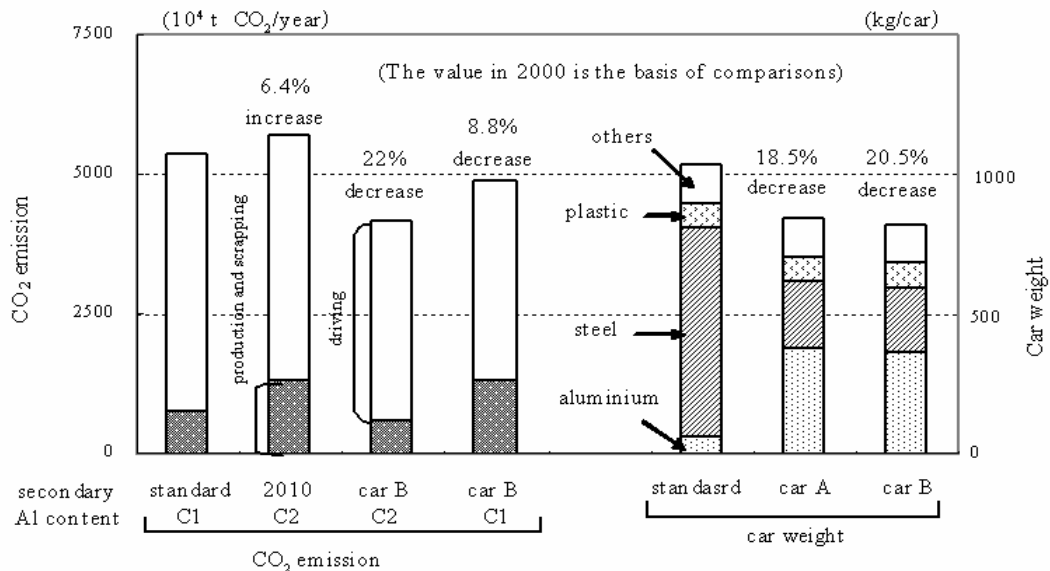


Fig. 8 Domestic CO₂ emission due to production, driving and scrapping and weight of standard and aluminium car A, B
(secondary Al content C1: initial value C2: value by car to car recycle)