



# LCA 日本フォーラムニュース

Life Cycle Assessment Society of Japan (JLCA)

No.59

平成 24 年 11 月 30 日

## <目次>

### 特集：「LIME2活用検討パート3」研究会 成果報告書 ①

#### 【事例紹介】

・概要版	3
------	---

#### 【事例1 詳細報告】

・株式会社日立製作所 「IT 機器の環境影響評価」	7
------------------------------	---

#### 【事例2 詳細報告】

・株式会社東芝 「永久磁石同期電動機 (PMSM) 搭載鉄道車両の L C A」	21
---	----

#### 【事例3 詳細報告】

・パナソニック株式会社 「W ヘッド型家庭用スチームアイロンの環境影響評価」	35
---	----

#### 【事例4 詳細報告】

・日産自動車株式会社 「ガソリン自動車の水消費量」	45
------------------------------	----





【特集：「LIME2活用検討パート3」研究会 成果報告書】

概要版<事例1> 株式会社日立製作所

「IT機器の環境影響評価」

「IT機器の環境影響評価」

評価実施者：(株)日立製作所 熊澤 孝明、河野 文子

●評価の目的と製品の特徴

- ・ IT機器が生態系に与える影響を定量的に把握
- ・ 評価結果を環境配慮設計に活用



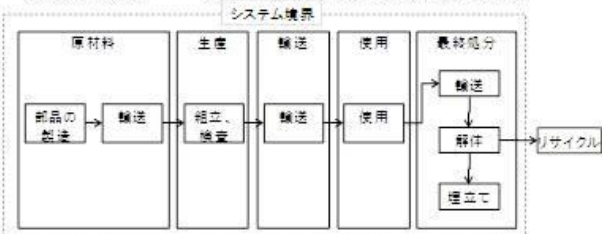
図 評価に用いたIT機器の例(磁気ディスク装置)

- ・高性能、高スケーラビリティ
- ・ファン回転数制御機能による省エネ
- ・大容量3.5型HDD(Hard Disk Drive)採用によるエネルギー消費効率の向上
- ・SSD(Solid State Drive)へのキャッシュバックアップ機能によるバッテリー容量の削減

●機能単位とシステム境界

機能単位 : 磁気ディスク装置1台を24時間/日、365日/年、5年間稼動

システム境界 : 原材料、生産、輸送、使用、最終処分



●調査方法

<インベントリ分析>

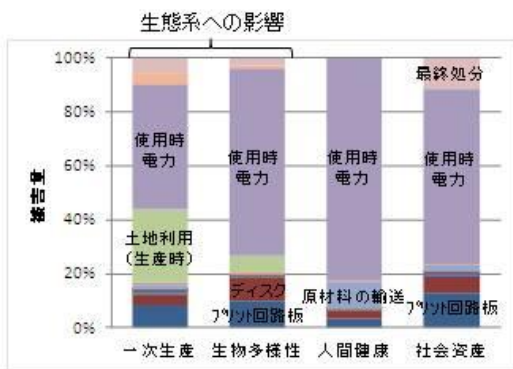
- ・ フォアグラウンドデータ: 社内データ
- ・ バックグラウンドデータ: MILCA

<インパクト評価>

- ・ LIME2(MILCAを使用)

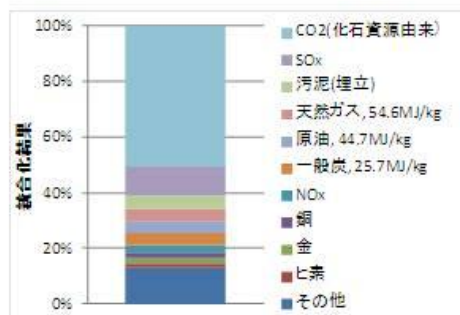
●評価結果

【被害評価結果(プロセス別)】



- ・ 生態系への影響は、使用時の電力、土地利用、原材料(プリント回路板、ディスク)が大きい。

【統合化結果(物質別)】



- ・ 環境影響全体に対しては、IT機器が消費する電力の発電に伴うCO<sub>2</sub>の影響が最も大きい。

使用時の消費電力を削減することにより、生態系への影響を低減することが可能

本評価の限界: 使用時の消費電力は省エネ法に基づいて測定、使用時の土地利用は製品の床面積で代用



【特集:「LIME2活用検討パート3」研究会 成果報告書】

概要版<事例2> 株式会社東芝

「永久磁石同期電動機 (PMSM) 搭載鉄道車両のLCA」

「永久磁石同期電動機 (PMSM) 搭載鉄道車両のLCA」

評価実施者: (株)東芝 電力・社会システム技術開発センター 高橋 玲子

● 評価の目的と製品の特徴

- ・ PMSM搭載鉄道車両の環境性能把握
- ・ 環境影響対象として騒音評価を実施
- ・ 誘導電動機(IM)との比較による環境性能明確化



PMSM

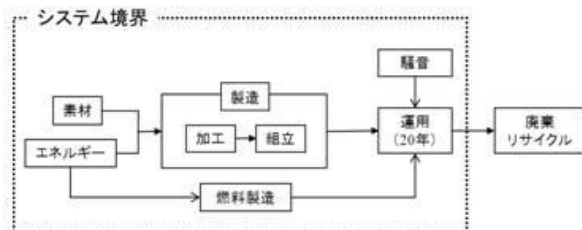
- ・ 全閉自冷式構造による、省電力化、軽量化、構造単純化、低騒音化

PMSM: Permanent Magnet Synchronous Motor  
IM: Induction Motor

● 機能単位とシステム境界

機能単位 : 地下鉄車両1編成(6車両。12モータ搭載)

システム境界 : 素材、製造、燃料製造、運用まで



● 調査方法

<インベントリ分析>

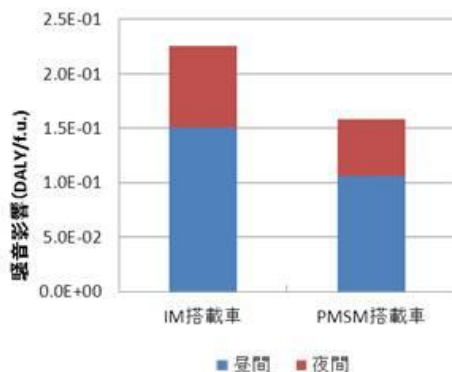
- ・ フォアグラウンドデータ: 間取り(材料・製造)、実測(騒音)
- ・ バックグラウンドデータ: 産業連関データ(Easy-LCA搭載)

<インパクト評価>

- ・ LIME2(騒音評価は、騒音値を実測し、LIME2の評価手法(自動車用)に基づき算出方法を設定)

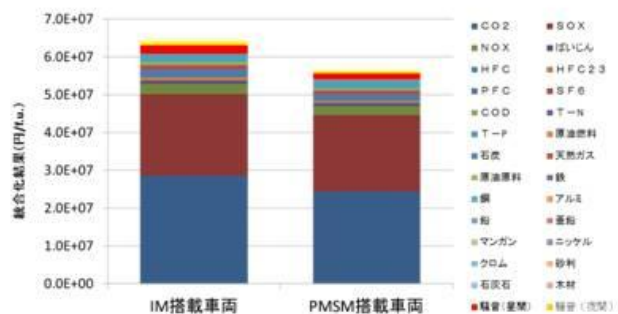
● 評価結果

【騒音評価結果(昼夜別)】



- ・ PMSM搭載により、騒音影響を70%まで低減。

【統合化結果(物質別)】



- ・ PMSM搭載により、環境影響を88%まで低減。
- ・ CO2、SOx、騒音の影響が大きい。
- ・ 騒音の影響はIM搭載車で5%、PMSM搭載車で4%。

省電力運用、騒音低減により走行時の環境影響を低減

本評価の限界: 自動車騒音評価の考え方をを用いて鉄道車両の騒音評価を行ったため、妥当性の検討が必要である



【特集:「LIME2活用検討パート3」研究会 成果報告書】

概要版<事例3> パナソニック株式会社

Wヘッド型家庭用スチームアイロンの環境影響評価

「Wヘッドアイロンの環境影響評価」

評価実施者: パナソニック モノづくり本部 環境・品質センター 佐々木秀樹

● 評価の目的と製品の特徴

・家庭用スチームアイロンの環境影響の特徴を把握し、新開発Wヘッド型と従来モデル(船型)との比較を行う

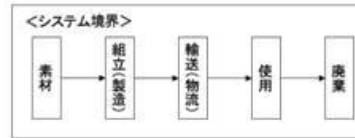
【Wヘッド型アイロン NI-WL701】



- ・ニーズの強いスチーム性能は、従来モデル比26%強化
- ・Wヘッド化により扱い勝手が向上し、アイロンかけ時間が従来製品から約20%短縮

● 機能単位とシステム境界

機能単位: 日本での、家庭における通常のアイロン使用  
家庭用アイロンの1ライフサイクル 5年の使用 を想定  
システム境界:



● 調査方法

<インベントリ分析>

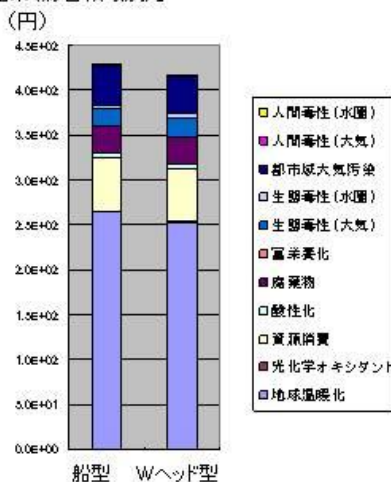
- ・フォアグラウンドデータ: 自社調査
- ・バックグラウンドデータ: MILCA搭載のIDEA

<インパクト評価>

- ・LIME2

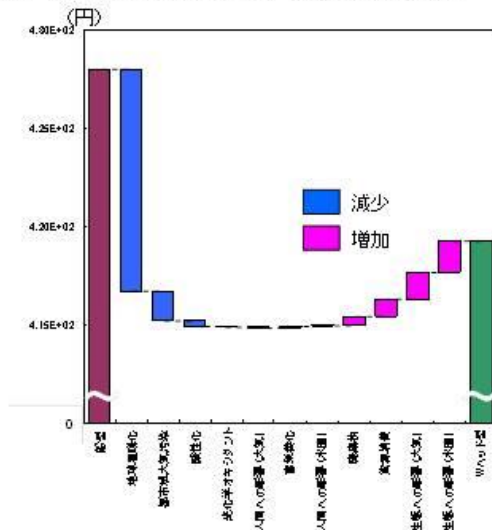
● 評価結果

【統合化結果(影響領域別)】



・環境影響全体では地球温暖化の影響が大きい

【Wヘッド化による統合化結果の増減(影響領域別)】



・消費電力量削減による地球温暖化の低減が大きく、Wヘッド型で環境負荷は改善

使用時間の短縮により、スチーム性能を強化しながらも環境負荷増大を抑制できる

本評価の限界: 海外調達部品も多くあるが、日本のバックグラウンドデータを使用





【特集：「LIME2活用検討パート3」研究会 成果報告書】

概要版＜事例4＞ 日産自動車株式会社

「ガソリン自動車の水消費量」

「ガソリン自動車の水消費量の比較」

評価実施者：日産自動車(株) 環境・安全技術渉外部 磯部眞弓

● 評価の目的と製品の特徴

- ・ ガソリン自動車の水消費量を把握する。
- ・ 使用量・消費量が多い工程を把握する。
- ・ CO2排出量との比較をする。

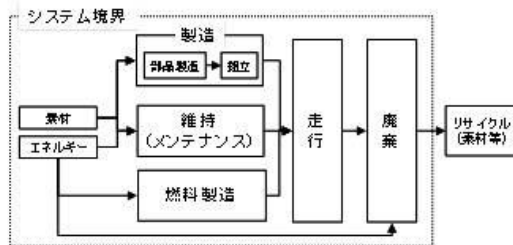


- ・ 2000CCガソリン車(車両重量1220kg)
- ・ セダンタイプで5人乗車可能

● 機能単位とシステム境界

機能単位 : 自動車1台を10年、10万 km使用

システム境界 : 製造, 維持, 燃料製造, 走行, 廃棄まで



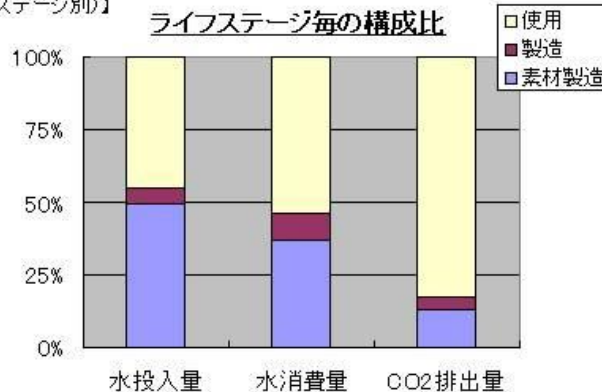
● 調査方法

<インベントリ分析>

- ・ フォアグラウンドデータ: 調査データ
- ・ バックグラウンドデータ: GaBi, 工業会データ
- ・ 水の原単位は、伊坪研究室小野らによる

● 評価結果

【水消費量の結果(ライフステージ別)】



- ・ ガソリン自動車ではライフサイクルで水消費量は102m<sup>3</sup>。
- ・ CO<sub>2</sub>排出量と比較すると水消費量は素材製造の影響が大きい。
- ・ 日本で製造・使用した場合、温暖化の被害係数と比較すると水消費量は小さい。

温暖化の被害と比較すると日本における水被害は小さい。

本評価の限界: メンテナンスプロセスの一部、リサイクルプロセスは除外、使用時は平均的な使用を想定

**【事例1 詳細報告】****「IT 機器の環境影響評価」****株式会社日立製作所****1 一般的事項****1.1 評価実施者**

所属機関：(株) 日立製作所 横浜研究所

名 前：熊澤 孝明

所属機関：(株) 日立製作所 地球環境戦略室

名 前：河野 文子

**1.2 報告書作成日**

2012/ 09/20

**2 調査実施の目的****2.1 調査実施の理由**

サーバや磁気ディスク装置などの IT 機器は、企業等において基幹システムとして使用されるため、ライフサイクルを通じて連続的に稼動することが想定される。また従来は環境影響として地球温暖化が取り上げられることが多かったこともあり、環境側面として使用時の消費電力が着目されてきた。

しかし近年は、生物多様性の減少や水ストレスに対する懸念が世界的に高まっており、製品開発においても、これらの環境影響を効果的に対策することが必要となりつつある。そこで本調査では、IT 機器のライフサイクルにおける各構成要素が、生態系やウォーターフットプリントに与える影響を定量的に把握することにした。

**2.2 調査結果の用途**

環境影響の改善に重要なプロセスを明確にし、設計改善のための情報提供を行う。

**3 調査範囲****3.1 調査対象とその仕様**

本調査では、IT 機器の例として、図 3.1-1 に示す記憶容量が 2521TB の磁気ディスク装置 1 台を調査対象とした。本磁気ディスク装置は、3.5 型ディスクを 1280 台搭載しており、総重量は 3840kg である。

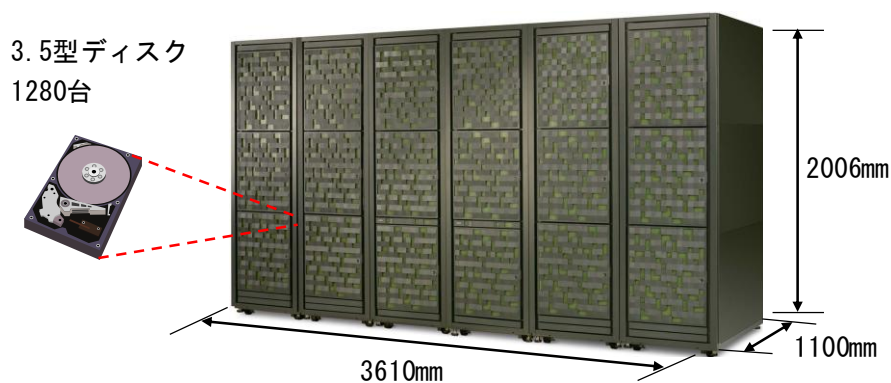


図 3.1-1 磁気ディスク装置の概要

### 3.2 機能および機能単位

磁気ディスク装置 1 台のライフサイクル全体とし、24 時間/日、365 日/年間、5 年間稼動することとした。

### 3.3 システム境界

原材料の生産から使用済み製品の最終処分までとした（図 3.3-2）。

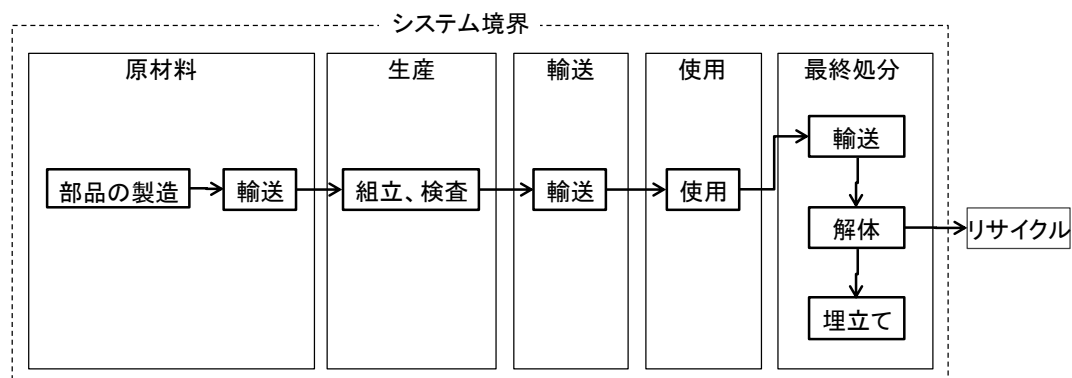


図 3.3-2 製品システムおよびシステム境界

### 3.4 特記事項（除外したプロセス・項目等について）

使用済みとなった IT 機器は、筐体の金属などがリサイクルされているが、今回の調査ではリサイクルのプロセスは対象外とした。また IT 機器の生産に関わる工場・機械の建設・維持・廃棄や、メンテナンスに必要な工具や部品も評価に含めていない。その他、全質量の 5%未満の素材はカットオフした。

## 4 インベントリ分析

### 4.1 フォアグラウンドデータ

素材・資源・エネルギーの投入量データには 2011 年度の自社調査データを使用し、使用時の消費電力は省エネ法の基準に基づいて測定した。また素材や製品の輸送量の算定にはトンキロ法を用い、平成 23 年度のカーボンフットプリント試行制度における「IT 機器」の製



品種別算定ルール<sup>1)</sup>に記載されている輸送シナリオを用いた。土地利用については、生産時については社内の代表的な生産サイトの敷地面積を用い、使用時については製品の床面積で代用した。

## 4.2 バックグラウンドデータ

バックグラウンドデータは、全て社団法人 産業環境管理協会の LCA ソフトウェアである MiLCA (Multiple interface Life Cycle Assessment) に搭載される原単位を使用した。但し、プリント回路板のバックグラウンドデータには、はんだに鉛を使用している製品が含まれているが、現在ははんだに鉛は使用していない。このためプリント回路板については、鉛の資源消費量はないものとして評価した。

## 4.3 インベントリ分析対象項目と分析結果一覧表

### (1) 全インベントリ

表 4.3-1 に磁気ディスク装置のインベントリ分析の対象項目と、分析結果の一覧を示す。

表 4.3-1 磁気ディスク装置の LCI 分析結果

	基本フロー	単位	調達	生産	輸送	使用	最終処分
消費負荷 枯渇資源	ウラン,U3O8	kg	6.1E-02	2.5E-02	1.0E-07	2.1E+00	1.0E-04
	一般炭,25.7MJ/kg	kg	3.5E+03	8.9E+02	3.6E-03	7.6E+04	3.7E+00
	原油,44.7MJ/kg	kg	7.6E+03	4.1E+02	2.2E+02	3.5E+04	6.7E+01
	原料炭,29.0MJ/kg	kg	2.2E+03	1.1E+00	1.3E-05	9.1E+01	4.5E-03
	天然ガス,54.6MJ/kg	kg	3.8E+03	1.2E+03	3.3E+00	1.0E+05	6.4E+00
	天然ガス 液,46.5MJ/kg	kg	5.6E-05	3.3E-08	1.3E-13	2.8E-06	1.4E-10
	アンチモン	kg	1.5E-05	5.8E-10	2.4E-15	5.0E-08	2.4E-12
	クロム	kg	1.5E+01	3.7E-02	1.5E-07	3.1E+00	1.5E-04
	コバルト	kg	1.3E-01	8.7E-06	7.0E-10	5.5E-04	3.2E-07
	タングステン	kg	2.0E-02	2.1E-05	8.6E-11	1.8E-03	8.9E-08
	チタン	kg	2.3E+00	1.9E-04	9.1E-09	1.4E-02	4.2E-06
	ニッケル	kg	1.0E+01	1.2E-02	5.1E-08	1.0E+00	5.1E-05
	バナジウム	kg	1.4E-02	9.4E-05	3.8E-10	8.0E-03	3.9E-07
	バリウム	kg	6.5E-01	9.7E-06	1.2E-10	7.9E-04	3.9E-08
	ビスマス	kg	5.8E-04	3.5E-10	1.4E-15	2.9E-08	1.4E-12
	ホウ素	kg	9.5E-03	2.1E-06	1.8E-11	1.8E-04	8.9E-09
	マンガン	kg	2.1E+01	1.7E-02	6.7E-08	1.4E+00	6.9E-05
	モリブデン	kg	9.0E-01	8.4E-04	5.6E-09	7.1E-02	4.5E-06
	リチウム	kg	1.0E-04	3.9E-09	1.6E-14	3.3E-07	1.6E-11
	リン	kg	3.2E+01	3.1E-03	1.9E-07	2.1E-01	1.1E-05
亜鉛	kg	1.9E+01	3.1E-05	1.1E-09	2.4E-03	1.2E-07	
鉛	kg	3.7E+00	4.6E-02	4.9E-08	2.2E-01	1.1E-05	
金	kg	6.3E-02	2.3E-06	3.4E-12	3.7E-06	1.9E-10	

	銀	kg	7.5E-01	1.1E-01	4.2E-11	6.3E-05	3.2E-09	
	大理石	kg	1.1E+02	4.4E+01	1.8E-04	3.7E+03	1.8E-01	
	鉄	kg	3.0E+03	1.5E+00	5.9E-06	1.2E+02	6.1E-03	
	銅	kg	3.5E+02	1.1E-01	8.3E-09	1.7E-01	8.5E-06	
	白金	kg	1.7E-02	1.3E-06	1.0E-10	8.0E-05	4.7E-08	
	硫黄	kg	2.8E+02	3.6E-02	2.8E-05	2.3E+00	1.3E-04	
	カオリン	kg	1.2E+00	2.8E-04	2.4E-08	2.1E-02	1.1E-06	
	ケイ砂	kg	9.0E+00	9.4E-04	5.0E-09	8.0E-02	3.9E-06	
	タルク	kg	1.9E-01	1.6E-05	4.9E-09	8.6E-04	5.3E-08	
	ドロマイト	kg	6.7E+01	1.5E-01	6.1E-07	1.3E+01	6.3E-04	
	ボーキサイト	kg	3.6E+02	1.6E-01	5.7E-04	1.4E+00	3.8E-04	
	塩化ナトリウム	kg	7.5E+00	2.6E-04	1.3E-09	2.2E-02	1.1E-06	
	珪石	kg	1.7E+02	1.2E-01	2.9E-07	5.2E+00	2.6E-04	
	珪藻岩	kg	4.4E-03	1.8E-06	1.3E-11	1.5E-04	7.6E-09	
	蛭石	kg	9.0E+01	2.3E-02	9.2E-07	1.8E+00	8.8E-05	
	黒鉛鉱	kg	9.4E-02	2.1E-06	1.3E-11	1.7E-04	8.8E-09	
	蛇紋岩	kg	5.8E+01	2.8E-02	1.1E-07	2.4E+00	1.2E-04	
	石灰石	kg	1.0E+03	1.6E+01	1.5E-04	1.4E+03	6.8E-02	
	長石	kg	6.5E+02	7.3E-02	2.9E-07	6.2E+00	3.0E-04	
	粘土	kg	1.4E-01	2.9E-03	1.2E-07	2.4E-01	1.2E-05	
再生可能資源	一次エネルギー(水力)	MJ	1.2E+04	4.8E+03	2.0E-02	4.1E+05	2.0E+01	
	一次エネルギー(太陽光)	MJ	2.5E+03	2.4E-01	1.4E-05	1.6E+01	8.3E-04	
	一次エネルギー(地熱)	MJ	4.0E+03	1.6E+03	6.6E-03	1.4E+05	6.8E+00	
	かん水	kg	1.6E+03	1.5E-01	9.2E-06	1.1E+01	5.3E-04	
	フィールドラテックス	kg	2.7E-03	6.4E-08	2.8E-13	5.4E-06	2.7E-10	
	海水	kg	4.6E+05	1.9E+03	1.9E+03	1.6E+05	5.8E+02	
	空気	kg	7.1E+03	2.8E+00	1.4E-04	1.4E+02	3.9E-01	
	地下水	kg	2.4E+05	1.2E+02	3.4E+00	6.6E+03	1.4E+00	
地表水	kg	9.9E+05	1.3E+04	2.1E+02	2.3E+04	9.3E+01		
環境排出負荷	大気	水蒸気	kg	1.1E+03	1.0E-01	6.3E-06	7.2E+00	3.6E-04
		CH <sub>4</sub> (化石資源由来)	kg	1.2E-02	5.4E-14	1.2E-02	4.6E-12	2.9E-03
		CO(都市域)	kg	6.0E-01	5.9E-12	6.0E-01	5.0E-10	2.8E-01
		CO <sub>2</sub> (化石資源,都市域)	kg	6.4E+02	3.3E-09	6.4E+02	2.8E-07	1.8E+02
		N <sub>2</sub> O(都市域)	kg	1.2E-02	5.4E-14	1.2E-02	4.6E-12	1.5E-03
		NO <sub>2</sub> (都市域)	kg	4.1E-02	6.4E-06	5.7E-11	5.2E-04	2.6E-08
		NO <sub>x</sub> (都市域)	kg	2.1E+00	2.0E-11	2.1E+00	1.7E-09	3.2E-01
		PM10(都市域)	kg	2.6E-02	2.3E-13	2.3E-02	1.9E-11	1.6E-03
		SO <sub>2</sub> (都市域)	kg	4.1E-03	2.1E-14	4.1E-03	1.8E-12	1.2E-03
		SO <sub>x</sub> (都市域)	kg	1.0E-03	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
		炭化水素(都市域)	kg	4.2E-02	4.1E-13	4.2E-02	3.5E-11	9.1E-03

	2,3,7,8-テトラクロロジベンゾジオキシン	kg	6.7E-08	2.5E-11	1.1E-17	2.3E-10	1.1E-14
	CH <sub>4</sub> (不特定)	kg	3.3E+01	2.4E+00	7.7E-01	2.0E+02	2.4E-01
	CO (不特定)	kg	2.8E+00	9.5E-01	1.6E-03	8.1E+01	4.5E-03
	CO <sub>2</sub> (化石資源、不特定)	kg	3.9E+04	6.5E+03	5.2E+01	5.6E+05	5.3E+01
	CO <sub>2</sub> (生物由来)	kg	3.1E+02	8.3E+00	3.5E-05	7.0E+02	3.5E-02
	N <sub>2</sub> O (不特定)	kg	2.4E+00	5.6E-01	1.1E-02	4.8E+01	6.0E-03
	NH <sub>3</sub> (不特定)	kg	6.1E-03	1.2E-05	4.9E-11	1.0E-03	5.1E-08
	NO <sub>x</sub> (不特定)	kg	8.9E+01	2.4E+00	6.0E-02	2.1E+02	3.1E-02
	PM10 (不特定)	kg	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	SF <sub>6</sub> (不特定)	kg	4.3E-04	1.0E-08	5.4E-14	8.7E-07	4.3E-11
	SO <sub>2</sub> (不特定)	kg	8.8E+00	2.8E-02	1.2E-04	2.2E+00	4.6E-04
	SO <sub>x</sub> (不特定)	kg	6.7E+01	7.0E-01	3.5E-02	5.9E+01	1.3E-02
	カドミウム	kg	1.5E-05	6.1E-06	2.5E-11	5.2E-04	2.6E-08
	クロム	kg	3.3E-04	1.3E-04	5.4E-10	1.1E-02	5.6E-07
	コバルト	kg	5.4E-06	1.1E-08	4.4E-14	9.3E-07	4.6E-11
	ニッケル	kg	4.4E-04	1.5E-04	6.1E-10	1.3E-02	6.3E-07
	パーフルオロメタン	kg	8.6E-03	3.0E-07	1.5E-12	2.5E-05	1.2E-09
	ばいじん(≧PM10)	kg	5.5E+00	1.7E-02	3.6E-05	1.4E+00	4.2E-04
	バナジウム	kg	1.3E-03	5.4E-04	2.2E-09	4.6E-02	2.3E-06
	ヒ素	kg	3.1E-03	7.7E-05	3.1E-10	6.5E-03	3.2E-07
	フッ化水素	kg	1.3E-02	9.5E-08	3.9E-13	8.1E-06	4.0E-10
	亜鉛	kg	4.8E-03	1.9E-03	7.7E-09	1.6E-01	7.9E-06
	鉛	kg	2.5E-03	3.5E-04	1.4E-09	3.0E-02	1.5E-06
	塩化水素	kg	1.3E-03	2.6E-06	1.0E-11	2.2E-04	1.1E-08
	塩素	kg	5.1E-07	1.6E-09	6.8E-13	8.5E-08	4.5E-12
	揮発性有機化合物	kg	3.7E-03	3.8E-06	1.5E-11	3.2E-04	1.6E-08
	水銀	kg	2.6E-04	8.9E-05	3.6E-10	7.6E-03	3.7E-07
	炭化水素	kg	3.4E-01	7.5E-02	1.8E-03	6.4E+00	8.9E-04
	銅	kg	2.4E-05	4.8E-08	1.9E-13	4.0E-06	2.0E-10
	非メタン炭化水素	kg	7.9E-01	3.2E-01	1.3E-06	2.7E+01	1.3E-03
	硫化水素	kg	3.1E-05	6.3E-08	2.6E-13	5.4E-06	2.6E-10
	硫酸	kg	8.4E-07	1.7E-09	6.8E-15	1.4E-07	7.1E-12
水圏	acid(asH <sup>+</sup> )	kg	7.2E-06	1.4E-08	5.9E-14	1.2E-06	6.1E-11
	BOD	kg	1.7E-01	1.2E-04	5.0E-09	8.9E-03	1.1E-01
	C6 アルキルベンゼン	kg	4.6E-04	1.4E-10	5.8E-16	1.2E-08	6.0E-13
	COD	kg	1.9E-01	3.0E-04	1.2E-08	2.0E-02	2.6E-01
	アンモニウムイオン	kg	3.3E-06	7.8E-11	3.4E-16	6.7E-09	3.3E-13
	カドミウム	kg	6.6E-06	2.2E-09	1.5E-16	3.2E-09	1.6E-13
	クロム	kg	3.4E-05	1.2E-08	4.8E-15	1.0E-07	4.9E-12
	コバルト	kg	7.7E-07	1.5E-09	6.2E-15	1.3E-07	6.5E-12

		ニッケル	kg	2.8E-04	5.6E-07	2.3E-12	4.8E-05	2.3E-09
		ニッケル化合物	kg	7.3E-04	2.4E-07	1.3E-14	2.7E-07	1.3E-11
		ヒ素	kg	1.1E-03	3.6E-07	4.6E-14	9.7E-07	4.8E-11
		フェノール	kg	5.1E-08	6.3E-10	2.6E-15	5.4E-08	2.7E-12
		フッ化水素	kg	8.6E-03	1.8E-06	1.0E-13	2.1E-06	1.0E-10
		ホウ素	kg	3.6E-03	1.2E-06	6.5E-14	1.3E-06	6.7E-11
		マンガン	kg	7.6E-04	2.5E-07	1.4E-14	2.8E-07	1.4E-11
		亜鉛	kg	2.7E-04	9.2E-08	1.7E-14	3.6E-07	1.8E-11
		鉛	kg	3.8E-04	4.4E-07	1.5E-12	3.2E-05	1.6E-09
		処理済水	kg	9.0E+05	3.7E+02	2.0E+02	2.3E+04	8.9E+01
		水銀	kg	4.4E-08	8.8E-11	3.6E-16	7.5E-09	3.7E-13
		全リン	kg	1.4E-05	6.2E-09	2.5E-14	5.3E-07	2.6E-11
		全窒素	kg	1.5E+00	3.0E-03	1.2E-08	2.5E-01	1.2E-05
		炭化水素	kg	3.0E-04	8.7E-08	3.5E-13	7.4E-06	3.6E-10
		銅	kg	5.0E-05	1.0E-07	4.1E-13	8.5E-06	4.2E-10
		浮遊物質(SS)	kg	2.2E-01	2.5E-04	1.0E-08	1.8E-02	2.3E-01
		硫酸	kg	1.4E-03	2.9E-06	1.2E-11	2.5E-04	1.2E-08
	陸域	汚泥(埋立)	kg	1.1E+03	6.5E+00	2.8E-04	4.7E+02	6.1E+03
		金属くず(埋立)	kg	6.9E+02	4.1E+00	1.7E-04	2.9E+02	1.4E-02
		鉱さい(埋立)	kg	2.2E+00	4.5E-03	1.8E-08	3.8E-01	1.9E-05
		低レベル放射性廃棄物	kg	1.1E+01	4.4E+00	1.8E-05	3.7E+02	1.8E-02
		土砂(埋立)	kg	8.9E+02	2.3E-02	8.1E-05	2.0E-01	1.2E-04
土地利用	占有	建物用地	m <sup>2</sup> ・年		1.5E+02		1.9E+01	
	改変	建物用地	m <sup>2</sup>		4.1E+00		5.2E-01	

## (2)水に関するインベントリ

ウォーターフットプリントのベースとなる、水に関するインベントリ分析の結果を図4.3-1に示す。水の使用量は、磁気ディスク装置1台あたり $1.3 \times 10^6$ kgという結果となった。これは、日本の年間の水使用量( $8.2 \times 10^{13}$ kg/年)の $1.6 \times 10^{-6}$ %に相当する。水の種類は地表水が多く、サプライチェーンの上流での使用が大半を占めることが確認された。

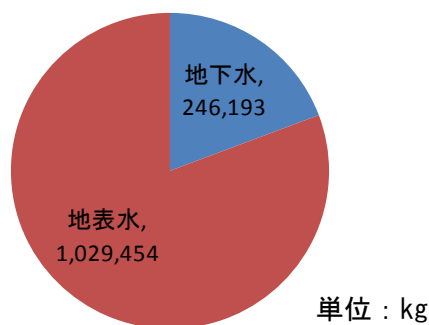


図 4.3-1 水に関するインベントリ

なお現在、国際標準化が議論されている ISO のウォーターフットプリントについては、再利用可能な形で自然界に戻される水は対象とせず、消費された水のみを考慮すべき、という議論があるが、今回用いたバックグラウンドデータはこれらを区別せず、両者の合計を使用量として算出している。さらに水の消費量のみではなく、水質の変化も考慮すべきとの議論もあるが、現段階では評価手法が定まっておらずデータの蓄積も十分でない。このため本調査では、ウォーターフットプリントについては水の使用量に基づくインベントリ分析までに留めることにした。

## 5 インパクト評価

### 5.1 対象とした評価ステップと影響領域

インパクト評価には日本版被害算定型影響評価手法 LIME2 を利用し、特性化、被害評価、統合化の3ステップを実施した。各ステップの評価には、社団法人 産業環境管理協会の LCA ソフトウェアである MilCA を用い、MilCA が考慮している影響領域を対象とした（表 5.1-1）。

表 5.1-1 評価対象とした環境影響領域と評価ステップ

	特性化	被害評価	統合化
資源消費（エネルギー）	○	○	○
資源消費（鉱物）	○	○	○
地球温暖化	○	○	○
都市域大気汚染	○	○	○
オゾン層破壊	—	—	—
酸性化	○	○	○
富栄養化	○	○	○
光化学オキシダント	○	○	○
人間毒性	○	○	○
生態毒性	○	○	○
室内空気質	—	—	—
騒音	—	—	—
廃棄物	○	○	○
土地利用	○	○	○
水消費量	—	(○) 水使用量に基づく試算	—

### 5.2 インパクト評価結果

#### 5.2.1 特性化

LIME2 は自然環境を構成する 4 つの保護対象を定義し、これらに被害を及ぼしうる 15 の影響領域を定義している。本報告では影響領域として、従来から着目されてきた地球温暖化の他に、生態系の観点から資源消費、生態毒性、酸性化、廃棄物、土地利用を対象とすることにした。



図 5.2-1 に物質別、図 5.2-2 にプロセス別の特性化結果を示す。土地利用については、物質に相当する項目が 1 つ（建物用地）のため、プロセス別の結果のみを示した。

地球温暖化については、物質別では CO<sub>2</sub> が大きな割合を占めるという結果になった。この CO<sub>2</sub> は、主に IT 機器の使用により消費される電力の発電に由来しており、プロセス別では使用時の電力が最も大きくなっている。IT 機器は、使用開始から廃棄まで連続的に稼動することが想定されるため、使用時の消費電力の影響が大きくなる傾向がある。

資源消費については、物質別では銀と金の影響が大きいという結果となった。これらの物質は主にプリント回路板の製造に由来しており、接続端子などのメッキ材料として使用されるほか、配線材料として使用される銅の副産物として得られる。これらの素材は、使用量は微量であるが特性化係数が大きいため、資源消費に大きな影響を与える結果となった。

生態毒性については、水生はヒ素、陸生は鉛とカドミウムの影響が大きいという結果となった。これらは発電時に排出される物質であるが、IT 機器は使用時に消費する電力が大きいため、プロセス別では使用時の電力の影響が大きいという結果となった。

酸性化については、物質別では NO<sub>x</sub> と SO<sub>x</sub> の影響が大きいという結果となった。NO<sub>x</sub> は主に使用時の電力の発電により排出され、SO<sub>x</sub> は主に使用時に消費される電力の発電と、原材料を輸送するときの燃料の燃焼により排出されることが確認された。このためプロセス別においても、使用時の電力と原材料の輸送が大きな割合を占める結果となった。

なお今回考慮した輸送プロセスは、原材料、製品、使用済み製品の 3 つであり、輸送手段と距離はいずれもカーボンフットプリントの商品種別算定基準の輸送シナリオに基づいて設定している。商品種別算定基準では、原材料は海外からの輸送を想定しており、製品および使用済み製品の輸送は国内を想定しているため、原材料の輸送は他の輸送に比べて距離が長く、影響が大きくなった。

廃棄物については、埋立てにより発生する汚泥の影響が大きいという結果となった。汚泥の多くは、使用済み製品の最終処分に由来するものである。IT 機器は筐体の金属やプリント回路板など多くの部品が回収・リサイクルされているが、今回はリサイクル率が不明であったため、製品の全量が埋め立てられると仮定した。またバックグラウンドデータにおいて、埋立てにより発生する汚泥の量は製品 1kg あたり 1.6kg と大きい。これらのことから、今回は汚泥の影響が大きめに評価されたと考えられる。

土地利用については生産時と使用時を対象とし、各段階における製品 1 台あたりの占有面積と占有時間を求め、特性化係数との積により特性化結果を求めた。占有面積は、生産時は工場の敷地面積を生産量で按分して求め、使用時は製品の床面積とした。また占有時間は、生産時は製品の製造時間、使用時は製品の使用期間を用いた。この結果、土地の維持、改変とともに、使用時より生産時の影響の方が大きいという結果になった。これは使用時の占有面積に、建屋の床面積など IT 機器の使用環境全体が考慮されていないことが一因となっていると考えられる。

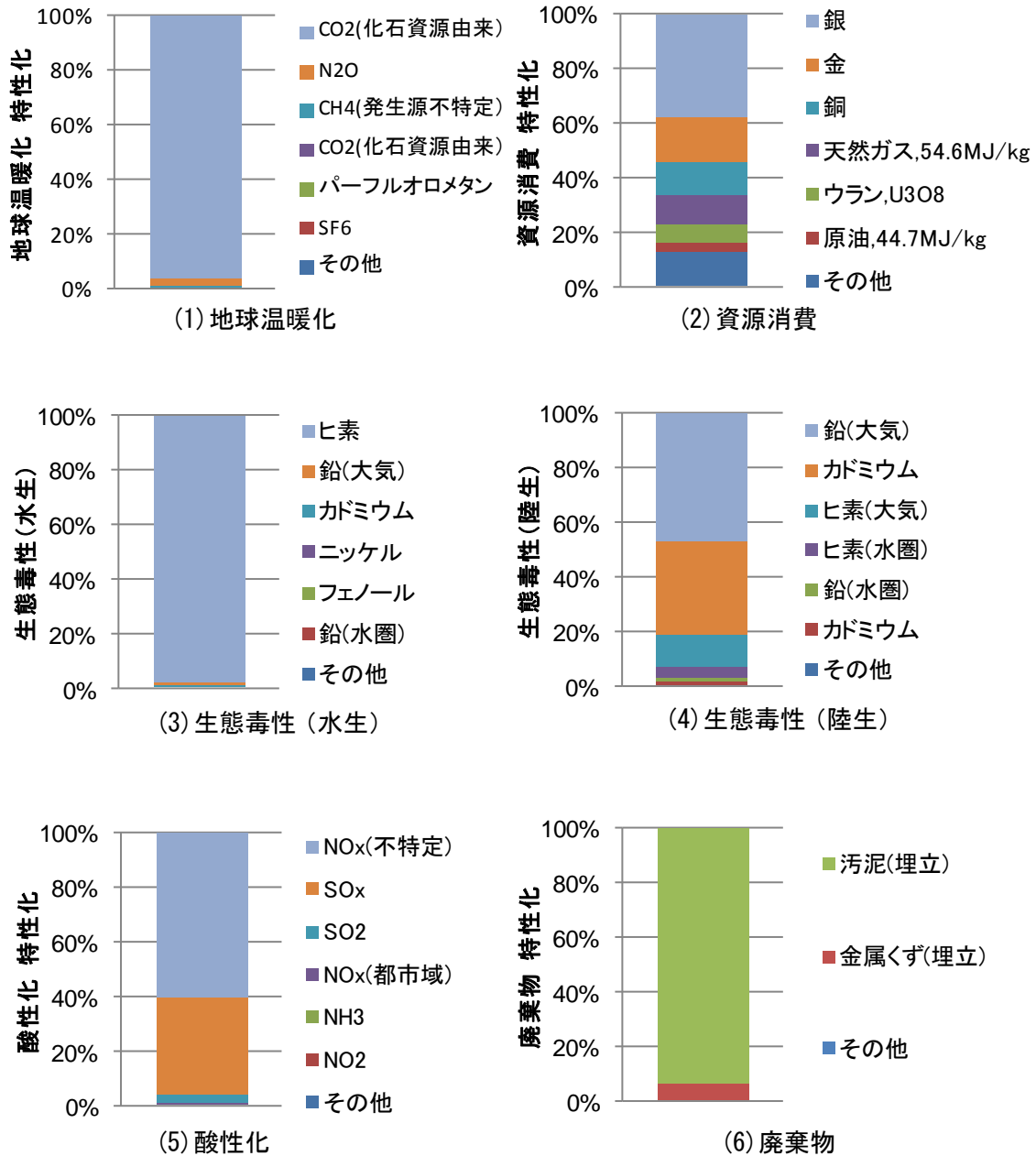


図 5.2-1 特性化 (物質別)

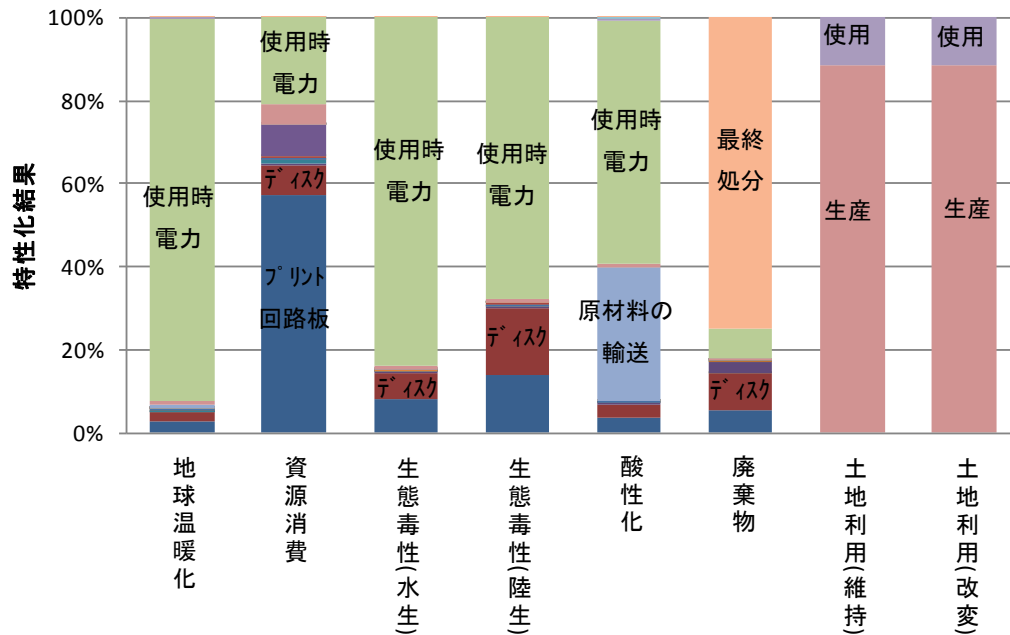


図 5.2-2 特性化（プロセス別）

## 5.2.2 被害評価

### (1) 生態系への影響について

図 5.2-3 および図 5.2-4 は、LIME2 が扱う 4 つの保護対象に対する、物質別およびプロセス別の被害評価の結果を示す。生態系に関する保護対象は、一次生産と生物多様性である。

一次生産に与える影響は、物質別では一般炭と土地利用の影響が大きいという結果となった。一般炭は、主に IT 機器の使用時に消費される電力の発電により排出されるものであり、土地利用は IT 機器の生産工場による土地の改変と維持が影響している。プロセス別においても、これらのプロセスの影響が大部分を占めている。

生物多様性に与える影響は、物質別ではヒ素、ニッケル、亜鉛の影響が大きいという結果となった。ヒ素は発電時に排出されるほか、銅の精錬プロセスでも排出されることが確認された。またニッケルと亜鉛は、発電時に排出されることが確認された。

IT 機器は使用時に多くの電力を消費し、プリント回路板やディスクは配線材料として多くの銅を使用する。このためプロセス別では使用時の電力の影響が最も大きく、次いでプリント回路板とハードディスク製造の影響が大きいという結果となった。

なお、その他の保護対象である、人間健康と社会資産に関する調査結果を以下に示す。これらの保護対象は、人間社会への影響を表す指標である。

人間健康に与える影響は、物質別では  $\text{CO}_2$  と  $\text{SO}_x$  の影響が大きいという結果となった。 $\text{CO}_2$  は主に IT 機器の使用時に消費される電力の発電によるものであり、 $\text{SO}_x$  は原材料の輸送時に排出されるものである。プロセス別の結果では、使用時の電力の影響が最も大きく、次に原材料の輸送の影響が大きいという結果となった。

社会資産に与える影響は、物質別では  $\text{CO}_2$ 、天然ガス、原油、汚泥の影響が大きいという結果となった。汚泥は主に最終処分の埋立てプロセスで発生するものであり、その他は IT 機器の使用時の電力消費に由来することが確認された。プロセス別では、IT 機器の使用時の電力の影響が最も大きく、次にプリント回路板の製造と最終処分の影響が大きいという結果となった。

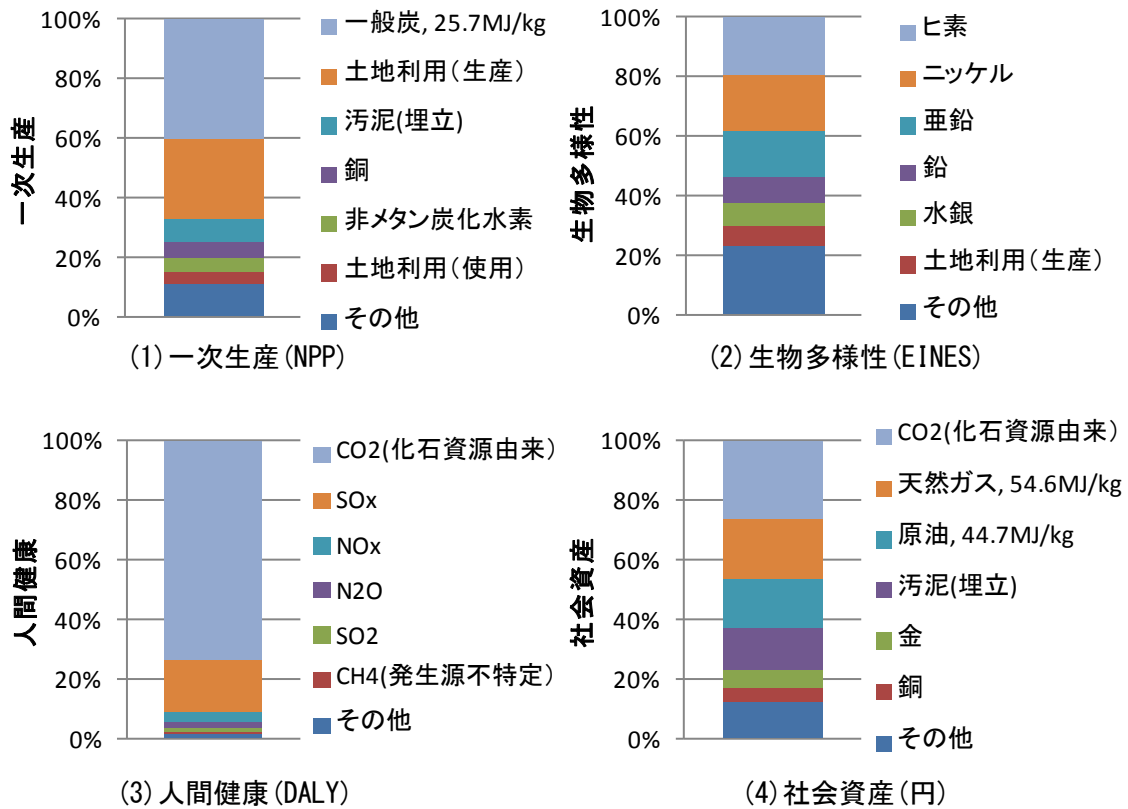


図 5.2-3 被害評価結果 (物質別)

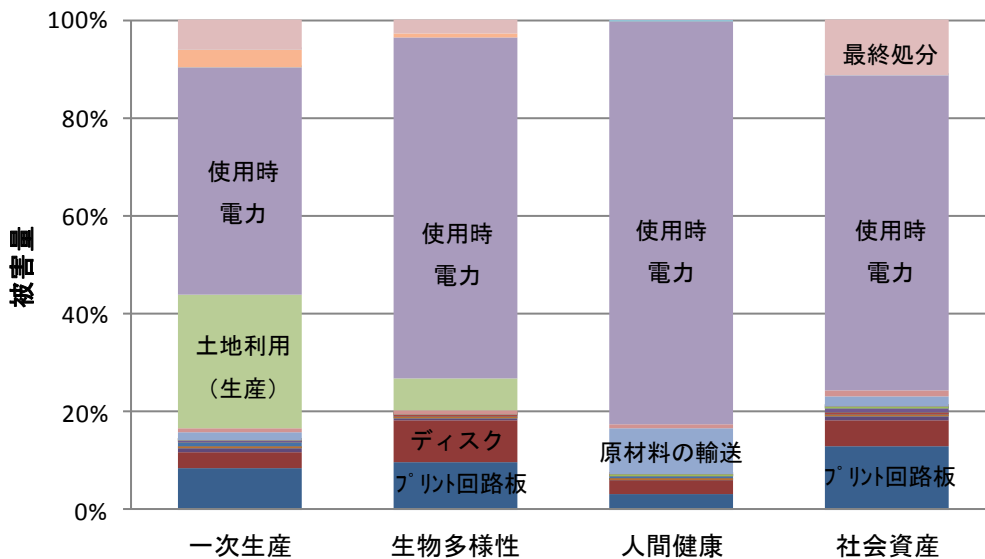


図 5.2-4 被害評価結果 (プロセス別)

## (2)水の影響について

4.3 節で述べたように、今回はウォーターフットプリントの考え方に基づく評価はできないが、水に関するインベントリ（地表水、地下水）を用いて、水が関係する保護対象である人間健康[DALY]を評価した。

その結果、水のインベントリから求めた被害量は  $3.46 \times 10^{-6}$  [DALY]であり、IT 機器全体の被害量 ( $7.25 \times 10^{-2}$  [DALY]) に占める割合は非常に小さい、という結果となった。

但し、今回は水の消費量ではなく、下流で再利用可能な水も含めた使用量で評価している。このためウォーターフットプリントの概念と比較して、量については大きめの評価となっており、水質変化の影響を考慮していない分については小さめの評価となっている点に注意が必要である。今後はウォーターフットプリントの評価手法やデータの整備状況を踏まえ、結果を見直していく必要がある。

## 5.3 統合化

IT 機器のライフサイクルが各影響領域に与える影響に重み付けを行い、単一指標で評価した（統合化）。

図 5.3-1 は、統合化結果を影響領域別に比較したグラフを示す。地球温暖化への影響が最も大きく、その他は資源消費、都市域大気汚染、生態毒性、廃棄物が主な影響領域となっている。これらの影響領域のうち、生態系に関係するのは資源消費、生態毒性、廃棄物であるが、これらの影響は地球温暖化と比べると小さいという結果となった。

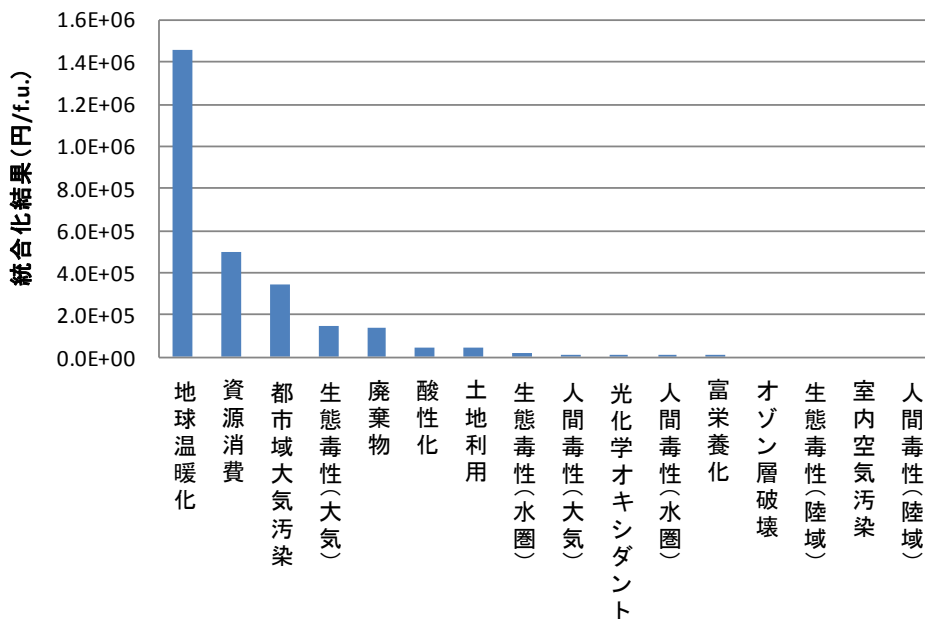


図 5.3-1 統合化結果（影響領域別）

図 5.3-2 は、統合化結果の物質別の内訳を示す。縦軸は、全ての保護対象の統合化結果の合計である。環境影響全体で見ると、CO<sub>2</sub>の影響が最も大きいという結果となった。また生態毒性の影響物質であるヒ素、鉛、カドミウムは、環境影響全体では十分影響が小さいことが確認された。

図 5.3-3 は、統合化結果のプロセス別の内訳を示す。環境影響全体では、使用時の電力の影響が大部分を占める結果となった。



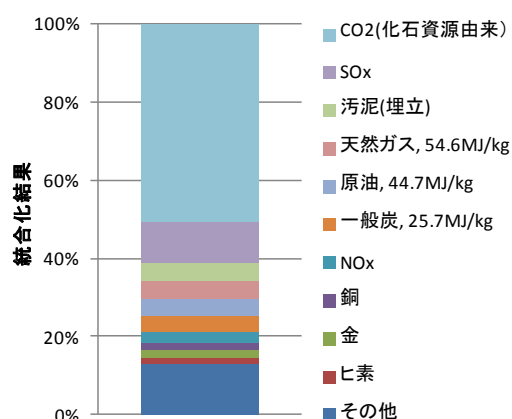


図 5.3-2 統合化結果 (物質別)

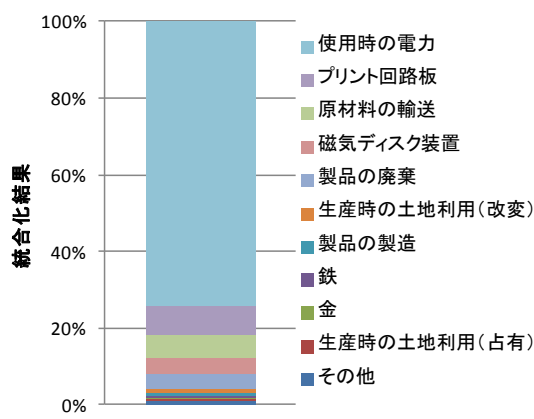


図 5.3-3 統合化結果 (プロセス別)

## 6 結論

### 6.1 調査結果のまとめ

磁気ディスク装置を例として、IT 機器のライフサイクル（原材料、生産、輸送、使用、最終処分）が生態系に与える影響とウォーターフットプリントを評価した。

生態系については、IT 機器の使用時に消費される電力の発電により排出される、一般炭、ヒ素、ニッケルや、IT 機器の生産工場による土地利用の影響が大きいという結果となった。使用時の電力については、CO<sub>2</sub>の排出を通じて環境影響全体への影響も大きいことから、今後も高性能化と低消費電力を両立させる製品設計が必要であることが確認された。

またヒ素については、銅の精錬時にも排出されることから、配線材料として銅を使用するプリント回路板とハードディスクも生態系に影響することが確認された。但し、現在は銅精錬におけるヒ素の回収・固定方法が進められており<sup>2)</sup>、これらを考慮した評価を行うことにより、ヒ素の影響は低減されると考えられる。

土地利用については、今回は生産時と、使用時を考慮したが、生産時が使用時より影響が大きいという結果となった。生産時の占有面積は、工場の敷地面積を生産台数で按分することによって求められるため、生産効率を向上することにより環境影響が改善されることが期待される。

なお使用時の土地利用については、今回は建屋の面積ではなく IT 機器の床面積を用いた。IT 機器の利用形態は、使用者による機器の所有からデータセンター等による集約管理に移行しており、今後は利用形態に合わせた評価方法を検討していく必要がある。

ウォーターフットプリントについては、評価手法が確立していないため、今回はインベントリ分析までを行った。その結果、水の使用量はサプライチェーンの上流の割合が高く、地表水が大半を占めることが確認された。また磁気ディスク装置 1 台あたりの水使用量は、日本の年間の水使用量（824 億 m<sup>3</sup>/年）の  $1.6 \times 10^{-6}$ % であった。

以上の結果は、磁気ディスク装置を例に評価したものであるが、サーバやルータなど、その他の IT 機器も素材構成や使用条件が類似しているため、同様の結果が得られると考えられる。

## 6.2 限界と今後の課題

今回の評価では、評価対象としたプロセスの網羅性については重要なプロセスをカバーしており、結果の妥当性は担保できていると考えられる。

但し、評価に用いたバックグラウンドデータにおいて、鉛フリーはんだ（無鉛はんだ）を使ったプリント回路板のデータがないこと、埋め立てにより発生する汚泥の量が多いことについては、今後改善が望まれる。また IT 機器のリサイクル率が不明なため全量埋め立てと仮定したが、今後はデータ収集を進める必要がある。

ウォーターフットプリントについては、現在は人間健康(DALY)が最もデータがそろっている評価手法であるが、今後は水質変化などを含めた評価手法の確立と評価のためのデータ蓄積が望まれる。また水のインベントリについても、消費量をベースに評価すべきという議論が進んでいるが、今回用いたバックグラウンドデータでは使用量に基づく評価となっている。この点におけるデータベースのさらなる充実化についても、今後の開発が期待される。

### 参考文献

- 1) 産業環境管理協会、商品種別算定基準  
(認定 PCR 番号：PA-CI-01、対象製品：IT 機器)
- 2) 中村崇：「非鉄精錬技術の課題と展望」シンポジウム資料、日本学術会議（2008.1）



## 【事例2 詳細報告】

# 「永久磁石同期電動機（PMSM）搭載 鉄道車両のLCA」 株式会社東芝

## 1 一般的事項

### 1.1 評価実施者

所属機関：(株) 東芝 電力・社会システム技術開発センター

名 前：高橋 玲子

連絡先：reiko4.takahashi@toshiba.co.jp

### 1.2 報告書作成日

2012/ 10/31

## 2 調査実施の目的

### 2.1 調査実施の理由

永久磁石同期電動機（PMSM：Permanent Magnet Synchronous Motor）搭載鉄道車両，誘導電動機（IM：Induction Motor）搭載鉄道車両のライフサイクルを通じた環境影響をLCA手法に基づき評価し，その環境性能を把握する。

### 2.2 調査結果の用途

PMSM搭載車両およびIM搭載車両それぞれの騒音評価を含めた環境性能を把握すると共に，両者の比較によって性能向上点の明確化を行う。

## 3 調査範囲

### 3.1 調査対象とその仕様

日本国内で製造，運用される地下鉄02系1編成（6車両から構成）において，PMSM搭載車両およびIM搭載車両を対象とする（ともに，1編成で12モータを搭載）。両者の1編成の製品情報を表3.1-1に示す。また，PMSMおよびPMSM搭載車両である東京メトロ丸ノ内線を図3.1-1に示す。

表 3.1-1 評価対象の製品性能情報

	PMSM 搭載車両	IM 搭載車両
外寸 (mm)	18,000 (L) × 2,780 (W) × 3,495 (H)	
重量 (ton)	172	158



図 3.1-1 PMSM (左) と PMSM 搭載 O2 系車両 (東京メトロ丸ノ内線)

本評価の対象とした PMSM は、更新車両に組み込んで使用するため既設の IM と同じ外形寸法と出力となっている。PMSM は全閉構造のため、IM と比べて低騒音性とメンテナンス低減に優れている。また、IM で必要な励磁電流が不要なため、回転子バーや短絡環における二次銅損が発生しないことから運用時の効率が高まり、IM に比べ発熱量が少ないことから冷却に要するエネルギーロスが削減され、高い省電力化を可能とする特長がある。

### 3.2 機能および機能単位

鉄道車両 1 編成 (PMSM 搭載車両および IM 搭載車両から構成) のライフサイクル全体とする。走行沿線距離は 27km、生涯走行距離を 189 万 km とする。走行時間は昼間 16 時間、夜間 4 時間とし、20 年間運用とする。

### 3.3 システム境界

素材・製造から運用までとする。運用時は騒音評価を含む (図 3.3-1)。

### 3.4 特記事項 (除外したプロセス・項目等について)

廃棄後の過程は調査対象から除外した。また、部品製造や組立、燃料製造に関わる工場・機械の建設・維持・廃棄段階も評価に含めていない。

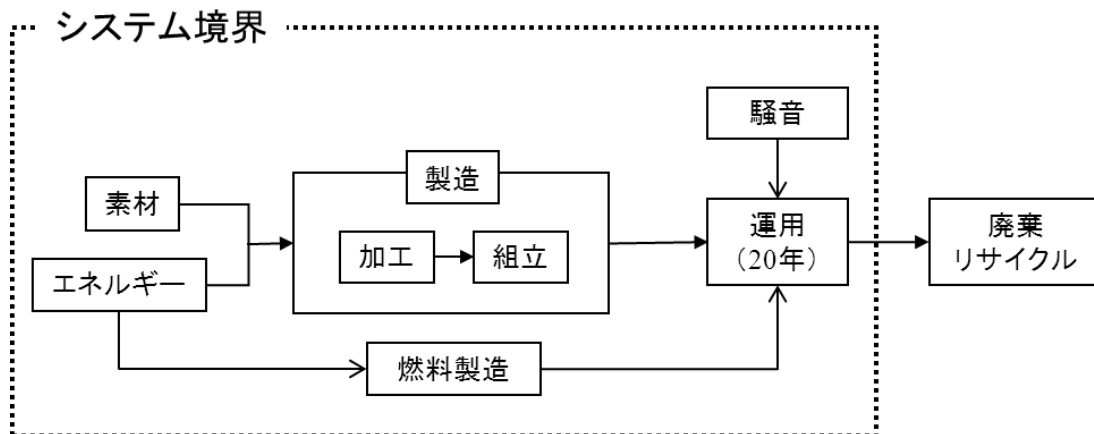


図 3.3 -1 地下鉄車両の製品システムおよびシステム境界

## 4 インベントリ分析

### 4.1 フォアグラウンドデータ

素材は調査データに基づき算出した。製造段階の投入量は文献<sup>1)</sup>を参考に、運用段階の投入量は一定期間の調査データ<sup>2)</sup>に基づき算出した。

騒音（車外）の投入量は、騒音計測器を用い、騒音実測方法基準<sup>3)</sup>に沿って測定した。PMSM搭載車両およびIM搭載車両の8秒間の走行音（等価騒音）をそれぞれ複数回測定し、平均等価騒音値と暗騒音値を算出した。測定は昼間に実施し、夜間の騒音値は昼間の値と同等とした。

### 4.2 バックグラウンドデータ

各段階の原単位はEasy-LCAの2000年産業連関法に基づく海外負荷を含むデータベースを利用した。

### 4.3 インベントリ分析対象項目と分析結果一覧表

表 4.3-1 にインベントリ分析の対象一覧を示す。

表 4.3-1 インベントリ対象

カテゴリ	インベントリ	単位
大気排出負荷 (温室効果ガス)	CO2	g
	HFC	g
	HFC23	g
	PFC	g
	SF6	g
大気排出負荷 (その他)	SOX	mg
	NOX	mg
	ばいじん	g
水域排出負荷	BOD	g
	COD	g
	SS	mg
	T-N	mg
	T-P	mg
資源消費負荷	原油燃料	mg
	石炭	mg
	天然ガス	L
	原油原料	g
	鉄	g
	銅	L
	アルミ	g
	鉛	g
	亜鉛	g
	マンガン	g
	ニッケル	g
	クロム	g
	砂利	g
	碎石	g
	石灰石	g
木材	g	
騒音	車外騒音	dB (A)



## 5 インパクト評価

### 5.1 対象とした評価ステップと影響領域

インパクト評価は日本版被害算定型影響評価手法 LIME2 を利用し、特性化、被害評価、統合化の3ステップについて評価を実施した。各ステップにおいて評価対象とした影響領域について表 5.1-1 に示す。騒音評価では、会話妨害（昼間）と睡眠妨害（夜間）による健康影響を考慮した。

表 5.1-1 評価対象とした環境影響領域と評価ステップ

	特性化	被害評価	統合化
資源消費（エネルギー）	○	○	○
資源消費（鉱物）	○	○	○
地球温暖化	○	○	○
都市域大気汚染	○	○	○
オゾン層破壊			
酸性化	○	○	○
富栄養化	○	○	○
光化学オキシダント			
人間毒性			
生態毒性			
室内空気質			
騒音	○	○	○
廃棄物			
土地利用			

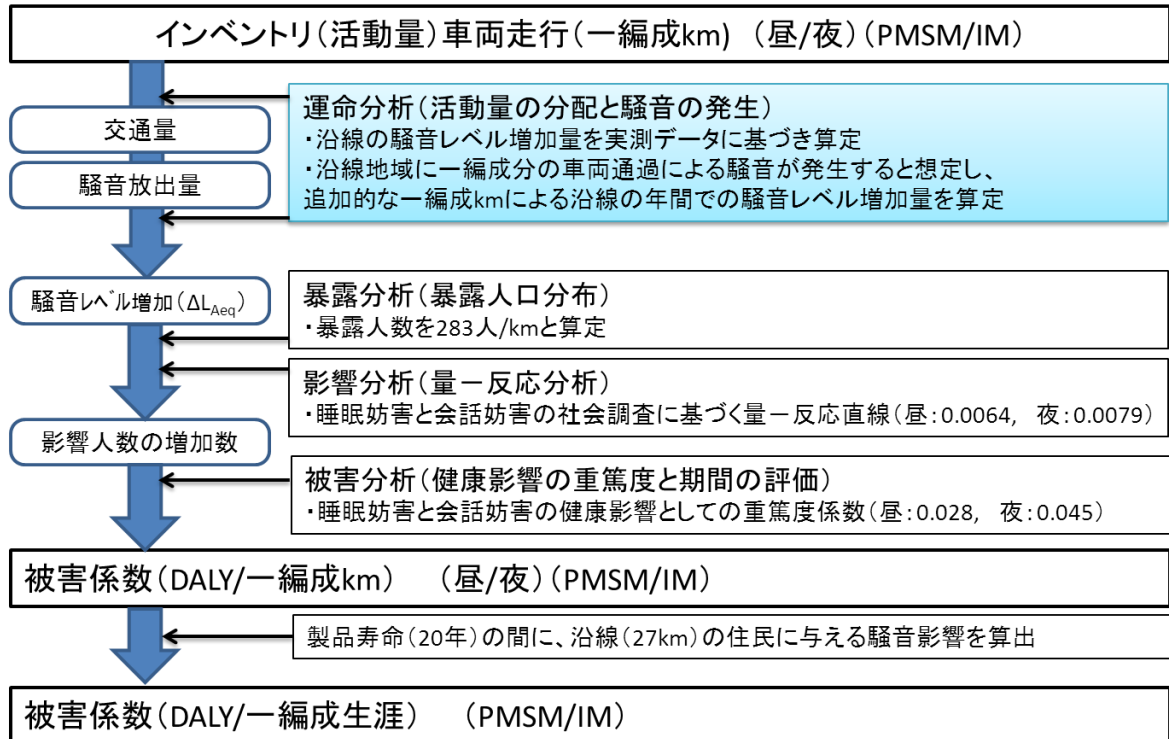


図 5.2 -1 鉄道騒音の被害係数算定フロー

## 5.2 騒音被害係数の算定方法

騒音の被害係数の算定方法<sup>4)</sup>を参考に、被害係数平均等価騒音値と年間の騒音暴露時間から、追加的な一編成 km による沿線の騒音レベル増加量を算定した。図 5.2-1 に算定フローを示す。

算定フローに基づき、追加的な一編成による、年間で沿線住民が受ける騒音レベル増加量(ΔL<sub>Aeq</sub>)を算出する。

騒音発生時の音圧の測定値/基準値比率は音圧(dB) = 20log<sub>10</sub>(測定値/基準値)から、  
PMSM : 10<sup>(74.63-50)/20</sup> = 17.04 (倍)      IM : 10<sup>(77.72-50)/20</sup> = 24.32 (倍)

各比率を、騒音暴露時間(28,015 秒/年)<sup>1</sup>を考慮して平均化すると、

$$\text{PMSM} : ((3600 \times 24 \times 365) + (28015 \times 17.04)) / (3600 \times 24 \times 365) = 1.015 \text{ (倍)}$$

$$\text{IM} : ((3600 \times 24 \times 365) + (28015 \times 24.32)) / (3600 \times 24 \times 365) = 1.022 \text{ (倍)}$$

デシベル値に再換算すると、

$$\text{PMSM} : 20 \log_{10}(1.015) = 0.131 \text{ (dB)} \quad \text{IM} : 20 \log_{10}(1.022) = 0.186 \text{ (dB)}$$

よって、1km あたりの沿線住民が年間で受ける追加的な一編成によるΔL<sub>Aeq</sub> は、

<sup>1</sup> 189 万 km (生涯走行距離) / 20 年 (製品寿命) / 27km (沿線距離) × 8 秒 (通過時間)

$$\Delta LA_{eq, PMSM} : 0.13\text{dB} \times 1000000 / 27\text{km} = 4834 (\mu\text{dB}/\text{一編成 km})$$

$$\Delta LA_{eq, IM} : 0.19\text{dB} \times 1000000 / 27\text{km} = 6877 (\mu\text{dB}/\text{一編成 km})$$

影響分析，被害分析の値と沿線人口<sup>2</sup>は LIME II に基づき設定し，以下を被害係数とした。

PMSM : 0.00025 (DALY/km) (昼間)，0.00049 (DALY/km) (夜間)

IM : 0.00035 (DALY/km) (昼間)，0.00069 (DALY/km) (夜間)

## 5.3 インパクト評価結果

### 5.3.1 地球温暖化

図 5.3-1 に地球温暖化に関する結果を示す。PMSM 搭載車両，IM 搭載車両ともに，走行・空調による影響が全体の 9 割程度を占めているが，PMSM 搭載車両では走行時の地球温暖化影響が IM 搭載車両の 80% に低減されており，PMSM の省電力化による地球温暖化影響の減少への寄与が確認できる。

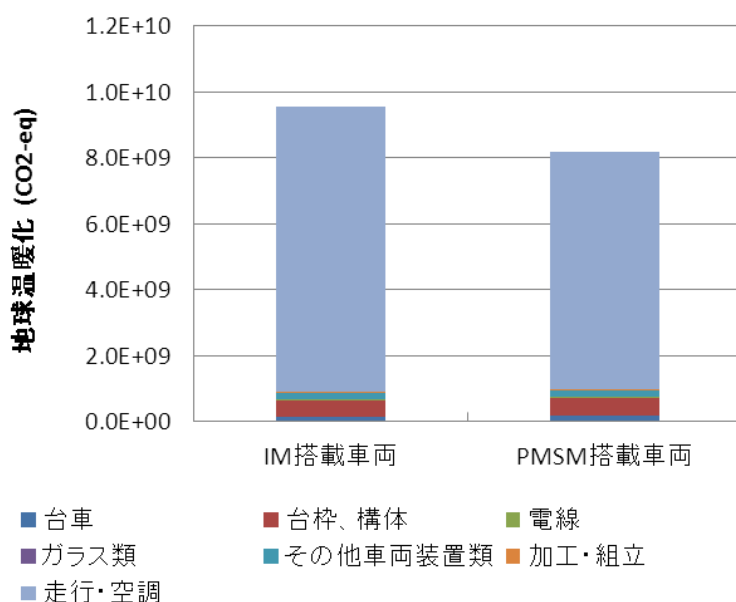


図 5.3-1 特性化結果（地球温暖化）

### 5.3.2 騒音

図 5.3-2 に騒音に関する結果を示す。PMSM 搭載車両では，騒音による影響が被害係数 (DALY) 値で 70% に低減することが確認された。なお，km あたりの被害係数値は夜間のほうが昼間より大きい，昼間の走行距離が夜間に比べて長いため，全体では昼間の騒音影響が 2/3 程度を占めていることがわかる。

<sup>2</sup> LIME II では，沿道 50m 以内（両側）に影響を受ける地域と想定し，この場合の沿道住戸数が 4,673,000 戸，道路の総延長距離が 47,000km，世帯人員数が 2.85 人であることから 283 人/km と算出している。この条件に従い，対象路線近傍の影響を受ける地域と人数を路線人口として定めた。

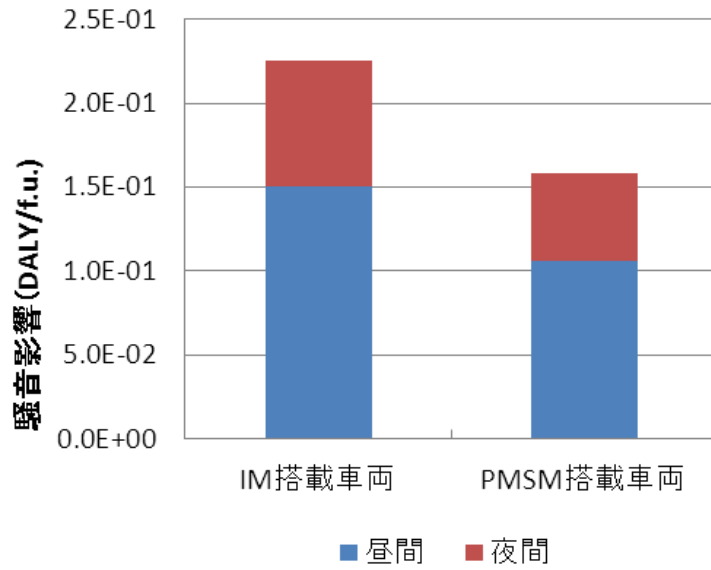


図 5.3-2 特性化結果 (騒音)

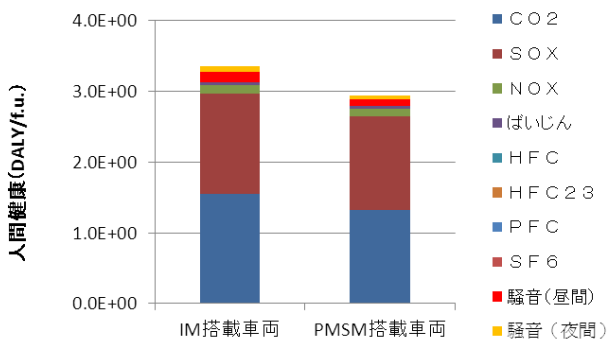


図 5.3-3 被害評価結果 (人間健康)

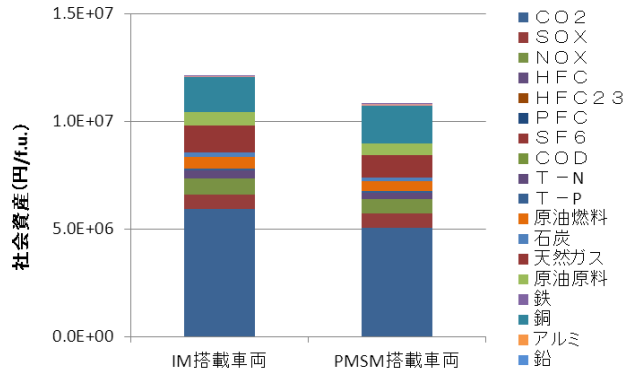


図 5.3-4 被害評価結果 (社会資産)

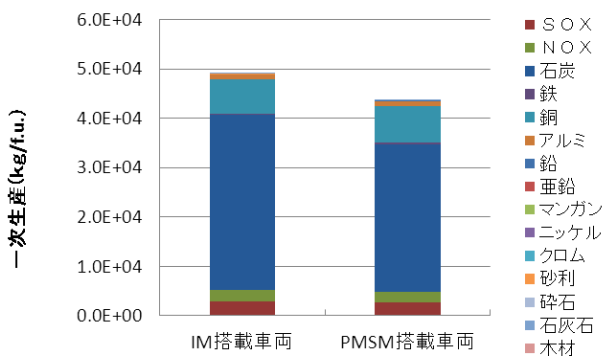


図 5.3-5 被害評価結果 (一次生産)

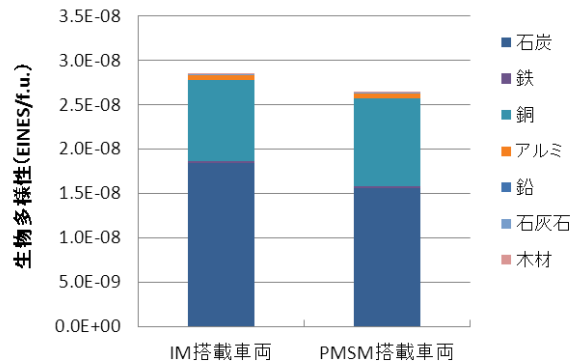


図 5.3-6 被害評価結果 (生物多様性)

### 5.3.3 被害評価

図 5.3-3～図 5.3-6 に PMSM 搭載車両，IM 搭載車両の 4 つの保護対象に対する被害評価結果（物質別内訳）を示す。全ての保護対象で IM 搭載車両に対し PMSM 搭載車両の影響が小さくなっている。人間健康では，CO<sub>2</sub>，SO<sub>x</sub> の発電に関連する物質に次いで，騒音の影響が大きく，PMSM の省電力化と騒音低減影響が影響低減に寄与している。また，人間健康以外のいずれの保護対象でも，社会資産の CO<sub>2</sub> や SO<sub>x</sub>，一次生産や生物多様性の石炭のように，発電に関連する物質の影響が大きく，PMSM の省電力化が各保護対象の影響低減に寄与していることがわかる。

### 5.3.4 統合化

図 5.3-7 に PMSM 搭載車両，IM 搭載車両の統合化結果（物質別）を示す。PMSM 搭載車両では環境影響が IM 搭載車両の 88% に低減されている。ライフサイクル全体の環境影響としては，PMSM 搭載車両，IM 搭載車両で共通して CO<sub>2</sub>，SO<sub>x</sub>，騒音の影響割合が大きい。いずれも PMSM 搭載車両では影響が低減していることがわかる。

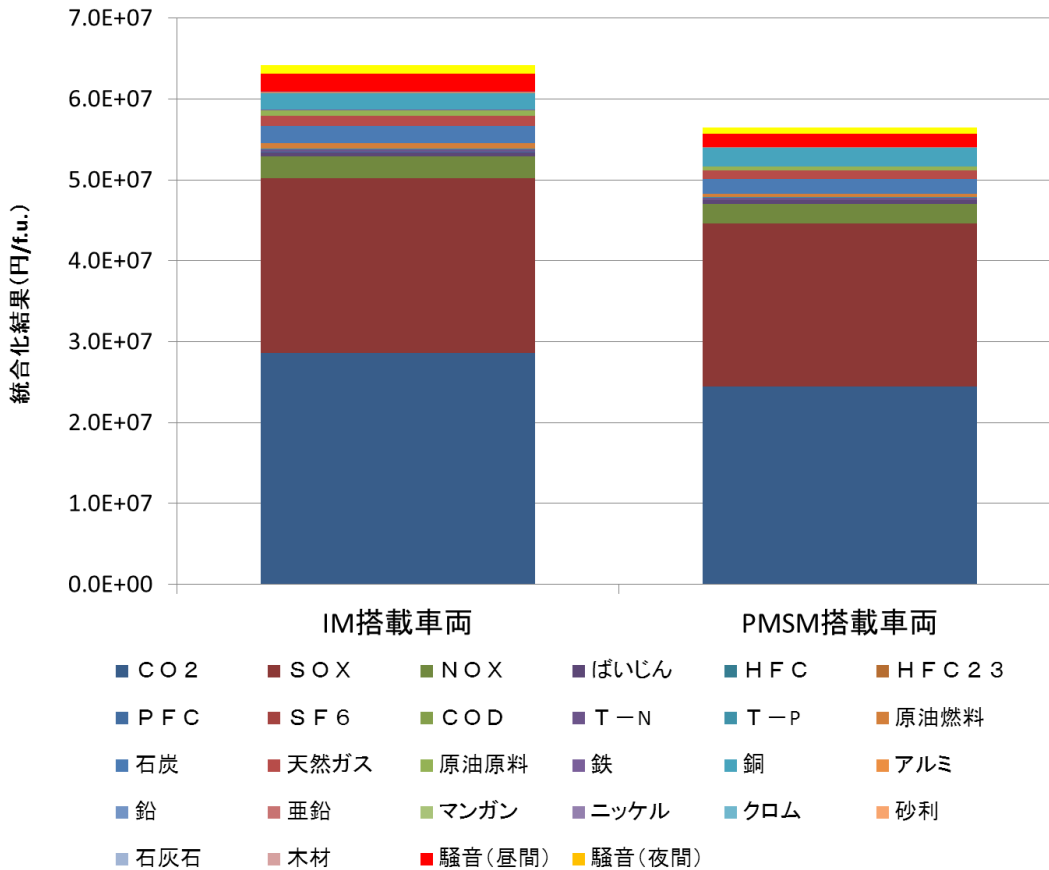


図 5.3-7 統合化結果（物質別）

図 5.3-8 にはプロセス別の内訳を示す。プロセス別では地球温暖化影響の結果の傾向と同様に，運用段階の影響が全体に占める割合は，PMSM 搭載車両で 76%，IM 搭載車両で 89% と，共に大部分を占めている。PMSM 搭載車両では運用時の環境影響が IM 搭載車両の 86% に低減されており，PMSM 導入による省電力や騒音低減の影響が確認できる。

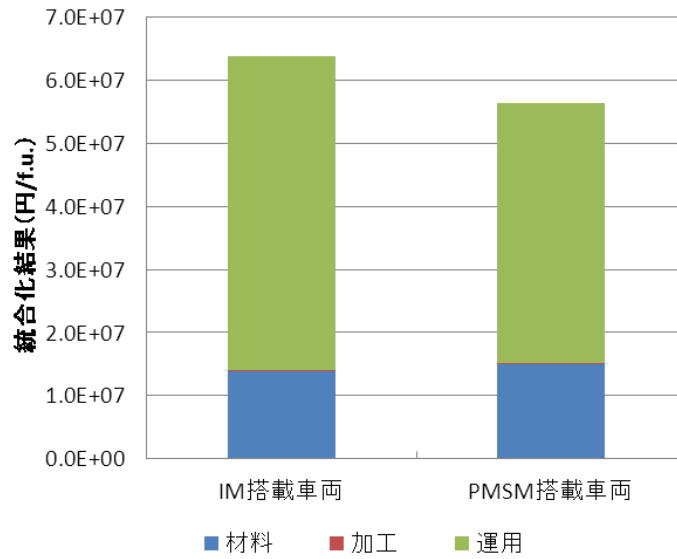


図 5.3-8 統合化結果 (プロセス別)

図 5.3-9 には保護対象別の内訳を示す。保護対象別に見ると、人間健康の CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, 騒音, 社会資産の CO<sub>2</sub> の影響が顕著である。これらの影響が PMSM 搭載車両では低減していることにより、PMSM 導入による省電力化と騒音低減の影響が確認できる。

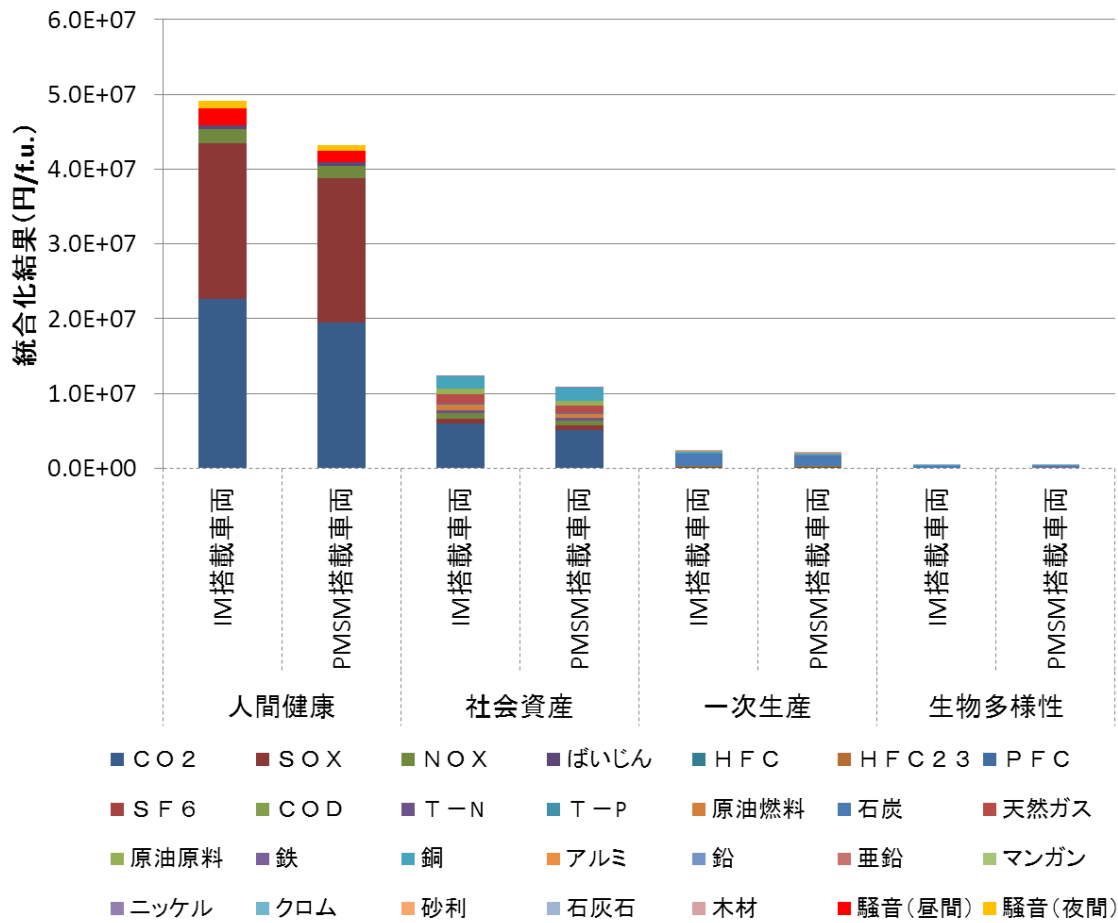


図 5.3-9 統合化結果 (保護対象別)



## 6 結論

### 6.1 調査結果のまとめ

PMSM 搭載車両、IM 搭載車両を対象としてライフサイクル（素材、製造、運用）全体での環境影響の評価を行った。環境影響は社会コストとして、PMSM 搭載車両では約 5,642 万円、IM 搭載車両では約 6,418 万円と算出された。

鉄道車両に関わる影響としては、主に運用段階における影響が大きな割合を占めていた。PMSM 搭載車両および IM 搭載車両の環境影響削減のためには、走行段階での省電力化により燃料消費および環境負荷物質の排出を抑制することが効果的である。また、騒音の統合結果への影響は、PMSM 搭載車両では 4%、IM 搭載車両では 5%となることを確認した。このことから、一般的な環境影響評価指標に加え、騒音の低減の影響も評価することが望ましいことがわかった。

### 6.2 限界と今後の課題

今回の評価では評価対象としたプロセス（素材、製造、運用）の網羅性については重要なプロセスをカバーしており、結果の妥当性は担保できていると考えられる。一方、騒音評価については、今回は自動車騒音評価の考え方をを用いて鉄道車両の騒音評価を行った。そのため、例えば路線人口の推定<sup>3</sup>や、自動車と鉄道車両の騒音影響（量－反応関係）の違いによって評価結果が大きく左右される可能性があり、評価の妥当性と横展開の可能性については、継続して検討していく必要がある。

## 参考文献

- 1) 小関康雄（1997）：車両技術，（社）日本鉄道車輛工業会，213号，p120
- 2) 川合弘敏，春原輝彦，生方伸幸，深澤真吾（2009）：低騒音と省エネを実現した東京メトロ丸ノ内線車両用の PMSM 主回路システム，東芝レビュー，Vol.64 No.9，p8
- 3) 鉄道車両の車外騒音の試験方法（JISE4025）
- 4) 伊坪徳宏，稲葉敦（2010）：LIME2 意思決定を支援する環境影響評価手法，（社）産業環境管理協会，p529

<sup>3</sup> 今回は、道路騒音の暴露人口の条件（高速道路を除く沿道人口）に基づき算出したが、評価対象の鉄道は人口密集地帯を走行していること、一部地上化部分での騒音の実測を行ったが実際には路線の多くが地下であること、昼間と夜間で沿線人口が変化する可能性があること、などを考慮する必要がある。

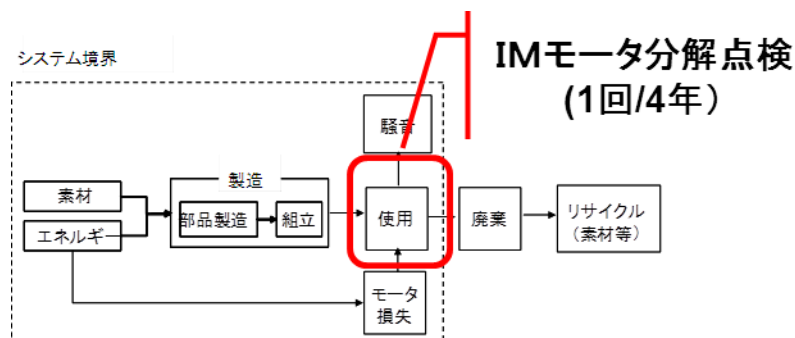
補足資料（モータ点検時の比較）

(1) 評価目的

PMSM は密閉型モータであり分解点検が不要となる。そこで、分解点検が必要な従来型のIMの点検現場を調査し、両者の環境影響をLCAにより比較する。

(2) 評価範囲

システム境界を付図1に示す。



付図1 モータ分解点検評価範囲

(3) 分解点検工程調査

モータの分解点検プロセスに関する調査結果を付図2に示す。調査は東京メトロ殿の協力により、小石川車両区で行った。

【IM分解点検工程】

調査日時：2011年11月28日、場所：小石川車両区



①受入・分解 (IM)

- ・手作業
- ・廃棄煤塵は1台あたり数mg→10mgと仮定



②気吹 (IM)

- ・ファン用電力消費→計測目盛から約15kWh×2と推定
- ・コンプレッサ電力消費→ヒアリングから約22kWh×2と推定
- ・回収粉塵は計測不能。舞い上がる粉塵であり数mg以下→10mg×2と仮定



③清掃 (IM)

- ・手作業
- ・使用溶液は、アルカリ洗浄液と灯油
- ウエスに浸す程度→前者10ml×2、後者10ml×2と仮定



④組立 (IM)

- ・手作業



⑤回転試験 (IM/PMSM)

- 4台同時試験。消費電力は計測目盛から0.13kWh/台と推定

## (4) LCA 評価範囲

付表 1 にインベントリ分析の対象一覧を示す。

付表 1 インベントリ対象

カテゴリ	インベントリ	単位
大気排出負荷 (温室効果ガス)	CO <sub>2</sub>	g
	HFC	g
	HFC23	g
	PFC	g
	SF <sub>6</sub>	g
大気排出負荷 (その他)	SO <sub>x</sub>	mg
	NO <sub>x</sub>	mg
	ばいじん	g
水域排出負荷	BOD	g
	COD	g
	SS	mg
	T-N	mg
	T-P	mg
資源消費負荷	原油燃料	mg
	石炭	mg
	天然ガス	L
	原油原料	g
	鉄	g
	銅	L
	アルミ	g
	鉛	g
	亜鉛	g
	マンガン	g
	ニッケル	g
	クロム	g
	砂利	g
	碎石	g
	石灰石	g
木材	g	

## (5) インベントリデータの作成

工程毎に、以下項目を評価対象とした。

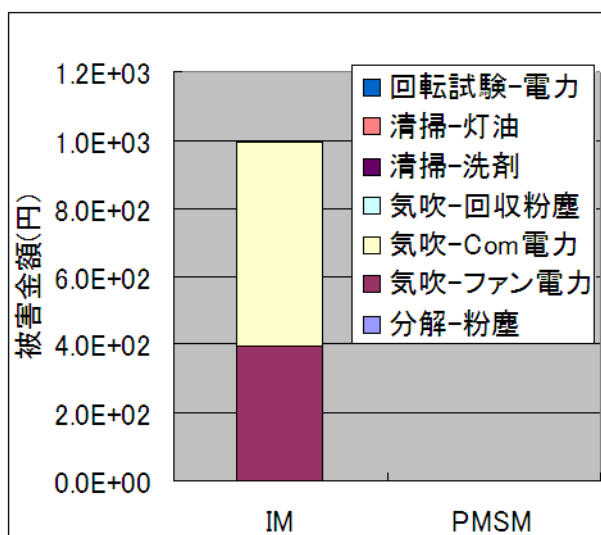
- 分解工程—ばいじん
- 気吹工程—ファン用電力消費
- 気吹工程—コンプレッサ電力消費
- 気吹工程—回収粉塵
- 清掃工程—アルカリ洗浄液
- 清掃工程—灯油
- 組立工程—手作業（評価せず）
- 回転試験—電力消費

分解工程で発生するばいじんは、発生量を LIME2 係数に乗算した。ばいじん以外は、Easy-LCA 搭載の 2000 年産業連関法に基づく海外負荷を含むデータベースを利用した。

PMSM は回転試験の影響のみ計上した。

#### (6) 評価結果

評価結果を付図3に示す。評価はライフサイクルを想定した6回分の点検を想定した。「回転試験-電力」を計上したPMSMの環境影響は、IMの2%となった。なお、IMにおいても被害金額の絶対値は1,000円程度であり、1編成分のモータ数(12個)を想定しても、1編成の運転時の電力消費や騒音に対して、点検時の影響は小さいことが分かる。



付図3 LCA 評価結果 (モータ1個分)





## 【事例3 詳細報告】

# 「Wヘッド型家庭用スチームアイロンの環境影響評価」

パナソニック株式会社

## 1 一般的事項

### 1.1 評価実施者

所属機関：パナソニック株式会社 モノづくり本部 環境・品質センター  
名前：佐々木 秀樹

### 1.2 報告書作成日

2012 / 10 / 1

## 2 調査実施の目的

### 2.1 調査実施の理由

家庭用スチームアイロンにはスチーム機能に対するニーズが強いが、一方でスチーム量を増加させると消費電力量は増加し、環境影響が増加することが想定される。

当社が業界で初めて(\*1)開発したWヘッド型形状のアイロンは、前方だけでなく後方への動きもスムーズになり、従来の船型形状のアイロンと比較してアイロンかけ時間を約20%短縮することができた(\*2)。これによりスチーム量が増加しても消費電力量の増加を抑制でき、それに伴う環境負荷を抑制できる可能性がある。

本調査においては、家庭用スチームアイロンの環境影響の特徴を定量的に把握するとともに、Wヘッド型アイロン、船型アイロンの差異を確認し、さらなる環境負荷低減の方策を検討する。

\*1 2010年1月時点、

\*2 当社調べ。2008年発売 Wヘッド未搭載のコードレススチームアイロンNI-CL506(4分52秒)と当社2010年発売Wヘッド搭載のコードレススチームアイロンNI-WL500(3分52秒)の長そでワイシャツ1枚のアイロンかけ時間の平均値を比較。

### 2.2 調査結果の用途

- 家庭用スチームアイロンの環境影響の特徴を把握し、環境負荷の少ない製品開発にフィードバックする

## 3 調査範囲

### 3.1 調査対象とその仕様

中国国内で製造され、日本国内で使用、廃棄される家庭用スチームアイロン2種類(Wヘッド型、船型)を対象とする。表3.1-1に、調査対象とした家庭用スチームアイロンについて示す。



表 3.1-1 調査対象としたスチームアイロン

		船型	Wヘッド型
写真			
品番		NI-CL606	NI-WL701
発売年		2008年	2012年
スチーム量		平均 9.5 g/分	平均 12.0 g/分
質量	アイロン本体	約 1.0 kg	約 1.0 kg
	収納時	約 2.0 kg	約 2.0 kg

### 3.2 機能および機能単位

家庭用スチームアイロン1台のライフサイクル全体とし、5年間の使用を想定する。

### 3.3 システム境界

素材から、組立（製造）、輸送（物流）、使用、廃棄段階まで（図 3.3-1）。

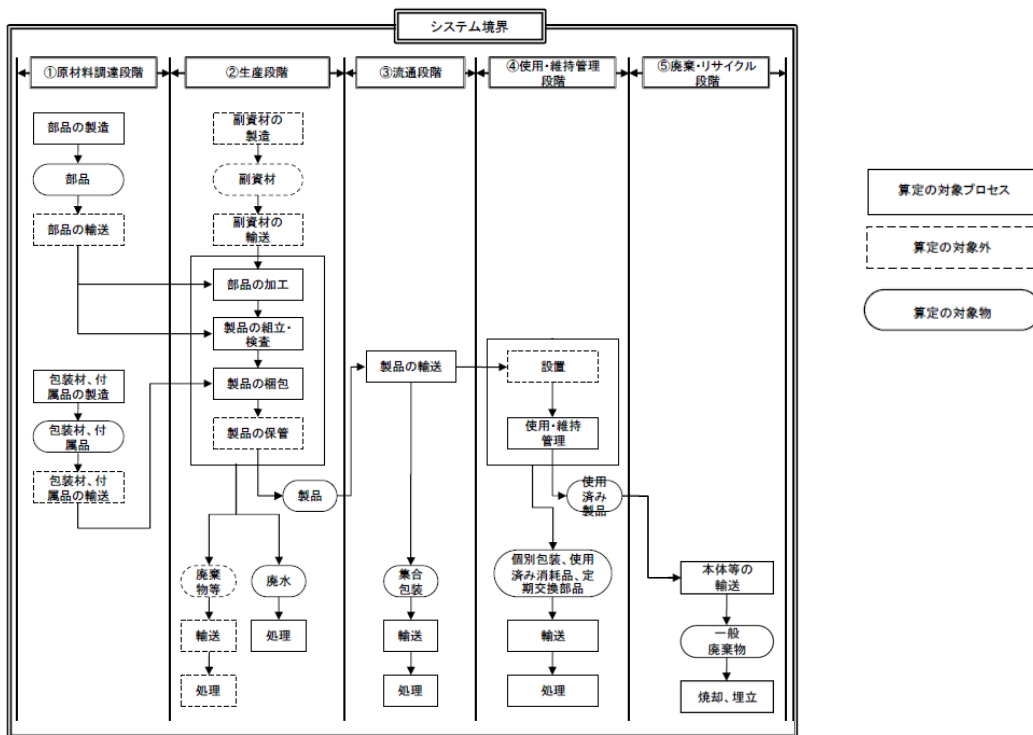


図 3.3-1 家庭用スチームアイロンのシステム境界

### 3.4 特記事項（除外したプロセス・項目等について）

通常、アイロンかけにはアイロン台が使用されるが、アイロン台の環境影響は評価していない。使用段階については日本国内での平均的な使用を仮定しており、電力事業者ごとの原単位の違いなどは考慮していない。

## 4 インベントリ分析

### 4.1 フォアグラウンドデータ

素材種類別使用量は社内評価データを、製造段階のエネルギー消費に関しては、工場における実測データを使用した。使用段階の消費電力および時間あたりスチーム量は設計仕様、使用時間は社内での使用実態調査結果に基づき設定した。

### 4.2 バックグラウンドデータ

JEMAI-MILCA に搭載の IDEA

### 4.3 インベントリ分析対象項目と分析結果一覧表

表 4.3-1, 表 4.3-2 に W ヘッド型アイロンおよび船型アイロンのインベントリ分析の対象とした項目と分析結果の一覧を示す。

表 4.3-1 W ヘッド型アイロンの LCI 分析結果（単位 (kg/f.u.)）

カテゴリ1	カテゴリ2	カテゴリ3	基本フロー	全体	単位	コードレスアイロンの使用	コードレスアイロンの製造	コードレスアイロンの廃棄	コードレスアイロンの素材製
^ 入力フロー									
資源	陸域	非再生可能元素	アンチモン	9.721E-10	kg	4.557E-12	1.417E-13	7.538E-15	9.674E-10
資源	陸域	非再生可能エネルギー	クラウン808	2.080E-04	kg	1.942E-04	1.924E-06	3.039E-07	1.155E-05
資源	陸域	非再生材料	カオリン	2.943E-03	kg	2.007E-06	4.215E-08	9.685E-08	2.941E-03
資源	水圏	再生可能材料	かん水	2.394E-01	kg	9.974E-04	2.103E-05	1.460E-03	2.369E-01
資源	陸域	非再生可能元素	クロム	2.029E-02	kg	2.878E-04	4.749E-06	6.707E-05	1.993E-02
資源	陸域	非再生材料	ケイ砂	7.558E-04	kg	7.360E-06	1.263E-07	3.308E-07	7.480E-04
資源	陸域	非再生可能元素	コバルト	2.866E-05	kg	5.246E-08	1.243E-09	3.976E-09	2.860E-05
資源	陸域	非再生材料	タルク	6.754E-04	kg	9.547E-08	6.509E-09	2.408E-08	6.753E-04
資源	陸域	非再生可能元素	タングステン	3.003E-05	kg	1.667E-07	2.752E-09	2.196E-05	7.897E-06
資源	陸域	非再生可能元素	チタン	3.004E-03	kg	1.281E-06	3.596E-08	5.073E-08	3.002E-03
資源	陸域	非再生材料	ドロマイト	6.694E-03	kg	1.187E-03	1.333E-05	1.383E-05	5.480E-03
資源	陸域	非再生可能元素	ニッケル	1.474E-02	kg	9.382E-05	1.163E-06	1.633E-07	1.465E-02
資源	陸域	非再生可能元素	バナジウム	1.235E-05	kg	7.341E-07	1.840E-08	6.449E-06	5.150E-06
資源	陸域	非再生可能元素	バリウム	5.358E-05	kg	7.596E-08	2.925E-09	1.512E-09	5.350E-05
資源	陸域	非再生可能元素	ビスマス	2.975E-08	kg	2.707E-12	8.426E-14	4.529E-15	2.975E-08
資源	陸域	再生可能材料	フェイェルドラテックス	1.472E-07	kg	4.986E-10	1.552E-11	1.185E-12	1.467E-07
資源	陸域	非再生可能元素	ホウ素	7.483E-06	kg	1.651E-08	5.220E-10	5.388E-11	7.466E-06
資源	陸域	非再生材料	ホーキサイト	3.213E-02	kg	1.363E-03	3.295E-04	1.653E-05	3.042E-02
資源	陸域	非再生可能元素	マンガン	3.324E-03	kg	1.300E-04	2.089E-06	4.701E-06	3.187E-03
資源	陸域	非再生可能元素	モリブデン	1.765E-04	kg	6.546E-06	8.379E-08	2.361E-05	1.463E-04
資源	陸域	非再生可能元素	リチウム	6.512E-09	kg	3.053E-11	9.494E-13	5.050E-14	6.480E-09
資源	陸域	非再生可能元素	リン	4.543E-03	kg	2.027E-05	4.216E-07	2.781E-05	4.494E-03
資源	陸域	非再生可能元素	亜鉛	2.492E-02	kg	2.200E-07	5.063E-09	7.038E-09	2.492E-02
資源	水圏	再生可能エネルギー	一次エネルギー(水力)	4.210E+01	MJ	3.789E+01	1.561E+00	5.951E-02	2.586E+00
資源	大気	再生可能エネルギー	一次エネルギー(太陽光)	3.730E-01	MJ	1.554E-03	3.276E-05	2.274E-03	3.691E-01
資源	陸域	再生可能エネルギー	一次エネルギー(地熱)	1.362E+01	MJ	1.273E+01	1.224E-01	2.014E-02	7.565E-01
資源	陸域	非再生可能エネルギー	一般炭 25.7MJ/kg	8.792E+00	kg	6.933E+00	8.298E-01	1.554E-02	1.014E+00
資源	陸域	非再生可能元素	鉛	1.773E-02	kg	2.034E-05	2.463E-07	2.568E-07	1.771E-02
資源	陸域	非再生材料	塩化ナトリウム	3.077E-04	kg	2.040E-06	5.082E-08	2.982E-07	3.053E-04
資源	水圏	再生可能材料	海水	2.763E+02	kg	1.656E+01	6.928E-01	1.322E+00	2.578E+02
資源	陸域	非再生可能元素	金	3.477E-06	kg	3.505E-10	7.693E-12	1.971E-11	3.476E-06
資源	陸域	非再生可能元素	銀	4.161E-05	kg	5.986E-09	1.637E-10	2.621E-10	4.161E-05
資源	大気	再生可能材料	空気	3.474E+00	kg	1.365E-02	2.967E-04	1.839E-03	3.458E+00
資源	陸域	非再生材料	珪石	1.161E-02	kg	4.770E-04	6.384E-06	3.748E-05	1.109E-02
資源	陸域	非再生材料	珪藻岩	5.347E-06	kg	1.421E-08	2.505E-10	3.208E-08	5.300E-06
資源	陸域	非再生材料	燐石	1.818E-02	kg	1.656E-04	2.648E-06	5.894E-05	1.796E-02
資源	陸域	非再生可能エネルギー	原油 44.7MJ/kg	6.738E+00	kg	3.476E+00	9.045E-02	1.496E-02	3.157E+00
資源	陸域	非再生可能エネルギー	原料炭 29.0MJ/kg	2.341E-01	kg	8.357E-03	1.410E-04	7.491E-04	2.249E-01
資源	陸域	非再生材料	黒鉛鉱	1.021E-02	kg	1.622E-08	4.382E-10	2.555E-09	1.021E-02
資源	陸域	非再生材料	蛇紋岩	3.858E-03	kg	2.200E-04	3.423E-06	3.751E-06	3.631E-03
資源	陸域	非再生材料	石灰石	8.048E-01	kg	1.279E-01	3.854E-03	5.883E-03	6.672E-01
資源	陸域	非再生可能元素	大理石	3.753E-01	kg	3.419E-01	1.031E-02	5.363E-04	2.247E-02
資源	水圏	再生可能材料	地下水	5.200E+01	kg	6.117E-01	1.340E-02	5.079E-02	5.132E+01
資源	水圏	再生可能材料	地表水	9.949E+02	kg	1.142E+02	2.960E+01	7.404E-01	8.504E+02
資源	陸域	非再生材料	長石	3.372E-02	kg	5.698E-04	1.745E-05	9.290E-07	3.313E-02
資源	陸域	非再生可能元素	鉄	1.828E-01	kg	1.148E-02	1.788E-04	1.123E-04	1.710E-01
資源	陸域	非再生可能エネルギー	天然ガス 54.6MJ/kg	1.098E+01	kg	9.891E+00	5.104E-02	1.539E-02	1.021E+00
資源	陸域	非再生可能エネルギー	天然ガス液 46.5MJ/kg	3.152E-09	kg	2.598E-10	8.092E-12	4.141E-13	2.884E-09
資源	陸域	非再生可能元素	銅	1.237E-02	kg	1.586E-05	1.726E-07	2.715E-08	1.235E-02
資源	陸域	非再生材料	粘土	4.122E-05	kg	2.263E-05	6.774E-07	8.939E-08	1.783E-05
資源	陸域	非再生可能元素	白金	4.152E-06	kg	7.627E-09	1.805E-10	5.793E-10	4.144E-06
資源	陸域	非再生可能元素	硫黄	4.111E-02	kg	2.305E-04	7.407E-06	1.944E-04	4.067E-02

^ 出力フロー										
排出物	カテゴリ1	カテゴリ2	カテゴリ3	基本フロー	全体	単位	コードレスアイロンの使用	コードレスアイロンの製造	コードレスアイロンの廃棄	コードレスアイロンの素材製
排出物	水圏	不特定		C6 アルキルベンゼン	2.343E-08	kg	1.128E-12	3.514E-14	1.776E-15	2.342E-08
排出物	大気	都市域(地表付近)		CH4(化石資源由来)	8.226E-06	kg	8.226E-06	5.711E-12	2.225E-11	9.064E-14
排出物	大気	不特定		CH4(発生源不特定)	3.315E-02	kg	1.951E-02	1.029E-03	6.959E-05	1.254E-02
排出物	大気	不特定		CO	8.645E-03	kg	7.615E-03	3.527E-04	1.224E-05	6.651E-04
排出物	大気	都市域(地表付近)		CO	4.014E-04	kg	4.014E-04	7.895E-10	3.076E-09	9.772E-12
排出物	大気	不特定		CO2(化石資源由来)	6.681E+01	kg	5.251E+01	2.351E+00	1.082E-01	1.184E+01
排出物	大気	都市域(地表付近)		CO2(化石資源由来)	3.758E-01	kg	3.758E-01	4.612E-07	1.797E-06	5.462E-09
排出物	大気	不特定		CO2(生物由来)	2.678E-01	kg	6.481E-02	3.831E-05	1.138E-04	2.029E-01
排出物	水圏	不特定		COD	8.747E-05	kg	2.252E-06	1.454E-07	3.869E-05	4.639E-05
排出物	大気	不特定		N2O	6.897E-03	kg	5.394E-03	1.346E-04	8.014E-06	1.361E-03
排出物	大気	都市域(地表付近)		N2O	8.226E-06	kg	8.226E-06	5.711E-12	2.225E-11	9.064E-14
排出物	大気	不特定		NH3	8.473E-06	kg	9.588E-08	1.186E-09	1.519E-10	8.376E-06
排出物	大気	都市域(地表付近)		NO2	2.539E-07	kg	4.920E-08	4.319E-10	4.002E-10	2.038E-07
排出物	大気	不特定		NOx	3.202E-02	kg	2.508E-02	1.263E-03	4.752E-05	5.628E-03
排出物	大気	都市域(地表付近)		NOx	1.389E-03	kg	1.389E-03	2.731E-09	1.064E-08	3.380E-11
排出物	大気	不特定		PM10	0.000E+00	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
排出物	大気	都市域(地表付近)		PM10	1.557E-05	kg	1.557E-05	3.062E-11	1.193E-10	3.790E-13
排出物	大気	不特定		SF6	1.588E-03	kg	7.997E-11	2.415E-12	9.659E-13	1.588E-03
排出物	大気	不特定		SO2	6.133E-03	kg	4.653E-04	3.858E-04	8.628E-06	5.274E-03
排出物	大気	都市域(地表付近)		SO2	2.381E-06	kg	2.381E-06	2.923E-12	1.139E-11	3.462E-14
排出物	大気	不特定		SOx	1.090E-02	kg	9.344E-03	4.397E-04	1.608E-05	1.097E-03
排出物	水圏	不特定		アンモニウムイオン	1.811E-10	kg	6.137E-13	1.911E-14	1.459E-15	1.805E-10
排出物	水圏	不特定		カドミウム	2.301E-10	kg	2.924E-13	3.373E-15	5.064E-16	2.298E-10
排出物	大気	不特定		カドミウム	5.664E-08	kg	4.787E-08	5.714E-09	7.525E-11	2.977E-09
排出物	水圏	不特定		クロム	1.833E-09	kg	9.186E-12	1.124E-13	1.477E-14	1.824E-09
排出物	大気	不特定		クロム	1.244E-06	kg	1.053E-06	1.257E-07	1.655E-09	6.408E-08
排出物	水圏	不特定		コバルト	1.069E-09	kg	1.210E-11	1.496E-13	1.917E-14	1.057E-09
排出物	大気	不特定		コバルト	7.535E-09	kg	8.526E-11	1.055E-12	1.351E-13	7.448E-09
排出物	大気	不特定		ニッケル	1.490E-06	kg	1.185E-06	1.414E-07	1.863E-09	1.621E-07
排出物	水圏	不特定		ニッケル	3.875E-07	kg	4.385E-09	5.424E-11	6.948E-12	3.831E-07
排出物	水圏	不特定		ニッケル化合物	2.468E-08	kg	2.508E-11	2.834E-13	4.449E-14	2.466E-08
排出物	大気	不特定		パーフルオロタン	3.531E-07	kg	2.341E-09	5.832E-11	3.422E-10	3.504E-07
排出物	大気	不特定		(ばいじん、PM10)	1.233E-03	kg	2.324E-04	2.899E-05	2.041E-06	9.699E-04
排出物	大気	不特定		バナジウム	4.730E-06	kg	4.239E-06	2.323E-07	6.645E-09	2.520E-07
排出物	大気	不特定		ヒ素	2.310E-06	kg	5.973E-07	6.939E-08	9.391E-10	1.642E-06
排出物	水圏	不特定		ヒ素	4.054E-08	kg	8.903E-11	1.062E-12	1.480E-13	4.045E-08
排出物	水圏	不特定		フェノール	5.457E-12	kg	4.965E-12	1.547E-13	7.789E-15	3.304E-13
排出物	水圏	不特定		フッ化水素	3.462E-07	kg	1.959E-10	2.367E-12	3.459E-13	3.460E-07
排出物	大気	不特定		フッ化水素	6.954E-08	kg	7.480E-10	9.313E-12	1.190E-12	6.878E-08
排出物	水圏	不特定		有機素	1.223E-07	kg	1.243E-10	1.404E-12	2.204E-13	1.222E-07
排出物	水圏	不特定		マンガン	2.580E-08	kg	2.622E-11	2.963E-13	4.651E-14	2.578E-08
排出物	大気	不特定		亜鉛	1.642E-05	kg	1.485E-05	4.998E-07	2.325E-08	1.049E-06
排出物	水圏	不特定		亜鉛	1.108E-08	kg	3.293E-11	3.976E-13	5.391E-14	1.105E-08
排出物	大気	不特定		鉛	3.329E-06	kg	2.771E-06	3.308E-07	4.357E-09	2.226E-07
排出物	水圏	不特定		鉛	2.669E-07	kg	2.951E-09	3.650E-11	4.678E-12	2.639E-07
排出物	大気	不特定		塩化水素	1.796E-06	kg	2.033E-08	2.514E-10	3.221E-11	1.775E-06
排出物	水圏	不特定		処理済水	6.785E+02	kg	2.349E+00	9.222E-02	4.532E-01	6.756E+02
排出物	大気	不特定		水銀	8.761E-07	kg	6.988E-07	8.335E-08	1.099E-09	9.282E-08
排出物	水圏	不特定		水銀	6.109E-11	kg	6.913E-13	8.551E-15	1.095E-15	6.039E-11
排出物	大気	封流圏		水蒸気	1.633E-01	kg	6.804E-04	1.434E-05	9.960E-04	1.616E-01
排出物	水圏	不特定		全リン	3.217E-09	kg	4.885E-11	8.434E-13	7.721E-14	3.167E-09
排出物	水圏	不特定		全窒素	2.050E-03	kg	2.320E-05	2.870E-07	3.677E-08	2.027E-03
排出物	大気	不特定		炭化水素	9.087E-04	kg	7.431E-04	7.299E-06	1.087E-06	1.573E-04
排出物	水圏	不特定		炭化水素	7.321E-08	kg	6.800E-10	8.422E-12	1.077E-12	7.252E-08
排出物	大気	都市域(地表付近)		炭化水素	2.777E-05	kg	2.777E-05	5.462E-11	2.128E-10	6.761E-13
排出物	陸域	管理域内		低レベル放射性廃棄物	3.691E-02	kg	3.447E-02	3.414E-04	5.392E-05	2.049E-03
排出物	陸域	管理域内		土砂(埋立)	2.681E-01	kg	1.944E-04	4.681E-05	1.400E-06	2.679E-01
排出物	大気	不特定		銅	3.292E-08	kg	3.725E-10	4.607E-12	5.902E-13	3.254E-08
排出物	水圏	不特定		銅	6.945E-08	kg	7.860E-10	9.721E-12	1.245E-12	6.866E-08
排出物	大気	不特定		非メタン炭化水素	2.716E-03	kg	2.514E-03	4.325E-05	3.934E-06	1.543E-04
排出物	水圏	不特定		浮遊物質(SS)	7.662E-05	kg	1.999E-06	1.289E-07	3.414E-05	4.036E-05
排出物	大気	不特定		硫化水素	4.369E-08	kg	4.944E-10	6.116E-12	7.834E-13	4.319E-08
排出物	水圏	不特定		硫酸	1.995E-06	kg	2.258E-08	2.793E-10	3.578E-11	1.973E-06
排出物	大気	不特定		硫酸	1.172E-09	kg	1.327E-11	1.641E-13	2.102E-14	1.159E-09
-	-	-		① ガラスくず、陶磁器くず、再生利用品	1.458E-03	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.458E-03
-	-	-		② がれき類、再生利用品	2.606E-02	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.606E-02
-	-	-		③ コークス炉ガス	3.442E-02	Nm3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.442E-02
-	-	-		④ その他の産業廃棄物	5.568E-03	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.568E-03
-	-	-		⑤ (にか)	2.268E-02	L	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.268E-02
-	-	-		⑥ 汚泥、再生利用品	3.261E-02	kg	5.311E-03	1.401E-03	0.000E+00	2.590E-02
-	-	-		⑦ 鉱さい(スラグ)、再生利用品	8.203E-01	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	8.203E-01
-	-	-		⑧ 鋼くず	1.262E-02	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.262E-02
-	-	-		⑨ 高炉ガス	2.242E-01	Nm3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.242E-01
-	-	-		⑩ 産廃(特定せず)	1.886E-03	kg	1.493E-03	3.938E-04	0.000E+00	0.000E+00
-	-	-		⑪ 蒸気	8.347E-03	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	8.347E-03
-	-	-		⑫ 転炉ガス(LDG)	1.480E-02	Nm3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.480E-02
-	-	-		⑬ 動植物性残さ、再生利用品	1.468E-02	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.468E-02
-	-	-		⑭ 廃アルカリ、再生利用品	7.690E+01	kg	1.661E-03	4.382E-04	0.000E+00	7.689E+01
-	-	-		⑮ 硫酸100%換算、副産品	1.715E-03	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.715E-03



表 4.3-2 船型アイロンの LCI 分析結果

カテゴリ1	カテゴリ2	カテゴリ3	基本フロー	全体	単位	コードレスアイロンの使用	コードレスアイロンの製造	コードレスアイロンの廃棄	コードレスアイロンの素材製
^ 入力フロー									
資源	陸域	非再生可能元素	アンチモン	9.725E-10	kg	4.952E-12	1.417E-13	7.538E-15	9.674E-10
資源	陸域	非再生可能エネルギー	ウランU808	2.247E-04	kg	2.111E-04	1.924E-06	3.039E-07	1.143E-05
資源	陸域	非再生材料	カオリン	3.039E-03	kg	2.174E-06	4.215E-08	9.685E-08	3.037E-03
資源	水圏	再生可能材料	かん水	2.410E-01	kg	1.082E-03	2.103E-05	1.460E-03	2.384E-01
資源	陸域	非再生可能元素	クロム	1.326E-02	kg	3.127E-04	4.749E-06	6.707E-05	1.288E-02
資源	陸域	非再生材料	ケイ砂	7.597E-04	kg	7.994E-06	1.263E-07	3.308E-07	7.513E-04
資源	陸域	非再生可能元素	コバルト	3.027E-05	kg	5.683E-08	1.243E-09	3.976E-09	3.021E-05
資源	陸域	非再生材料	タルク	6.868E-04	kg	1.022E-07	6.509E-09	2.408E-08	6.866E-04
資源	陸域	非再生可能元素	タンクステン	3.005E-05	kg	1.811E-07	2.752E-09	2.196E-05	7.898E-06
資源	陸域	非再生可能元素	チタン	3.025E-03	kg	1.389E-06	3.596E-08	5.073E-08	3.024E-03
資源	陸域	非再生材料	ドロマイト	6.026E-03	kg	1.290E-03	1.333E-05	1.383E-05	4.709E-03
資源	陸域	非再生可能元素	ニッケル	9.639E-03	kg	1.019E-04	1.163E-06	1.633E-07	9.536E-03
資源	陸域	非再生可能元素	バナジウム	1.242E-05	kg	7.978E-07	1.840E-08	6.449E-06	5.150E-06
資源	陸域	非再生可能元素	バリウム	5.380E-05	kg	8.227E-08	2.925E-09	1.512E-09	5.372E-05
資源	陸域	非再生可能元素	ビスマス	2.975E-08	kg	2.942E-12	8.426E-14	4.529E-15	2.975E-08
資源	陸域	再生可能材料	フィードラテックス	1.472E-07	kg	5.418E-10	1.552E-11	1.185E-12	1.467E-07
資源	陸域	非再生可能元素	ホウ素	8.000E-06	kg	1.793E-08	5.220E-10	5.388E-11	7.982E-06
資源	陸域	非再生材料	ポーキサイト	3.251E-02	kg	1.361E-03	3.295E-04	1.653E-05	3.080E-02
資源	陸域	非再生可能元素	マンガン	2.520E-03	kg	1.413E-04	2.089E-06	4.701E-06	2.372E-03
資源	陸域	非再生可能元素	モリブデン	1.824E-04	kg	7.113E-06	8.379E-08	2.361E-05	1.516E-04
資源	陸域	非再生可能元素	リチウム	6.514E-09	kg	3.317E-11	9.494E-13	5.050E-14	6.480E-09
資源	陸域	非再生可能元素	リン	4.572E-03	kg	2.198E-05	4.216E-07	2.781E-05	4.522E-03
資源	陸域	非再生可能元素	亜鉛	2.492E-02	kg	2.388E-07	5.063E-09	7.038E-09	2.492E-02
資源	水圏	再生可能エネルギー	一次エネルギー(水力)	4.536E+01	MJ	4.117E+01	1.561E+00	5.951E-02	2.564E+00
資源	大気	再生可能エネルギー	一次エネルギー(太陽光)	3.754E-01	MJ	1.685E-03	3.276E-05	2.274E-03	3.714E-01
資源	陸域	再生可能エネルギー	一次エネルギー(地熱)	1.472E+01	MJ	1.383E+01	1.224E-01	2.014E-02	7.488E-01
資源	陸域	非再生可能エネルギー	一般炭 25.7MJ/kg	9.384E+00	kg	7.534E+00	8.298E-01	1.554E-02	1.004E+00
資源	陸域	非再生可能元素	鉛	1.774E-02	kg	2.210E-05	2.463E-07	2.568E-07	1.771E-02
資源	陸域	非再生材料	塩化ナトリウム	3.079E-04	kg	2.217E-06	5.082E-08	2.982E-07	3.053E-04
資源	水圏	再生可能材料	海水	2.798E+02	kg	1.785E+01	6.928E-01	1.322E+00	2.599E+02
資源	陸域	非再生可能元素	金	3.477E-06	kg	3.801E-10	7.693E-12	1.971E-11	3.476E-06
資源	陸域	非再生可能元素	銀	4.162E-05	kg	6.489E-09	1.637E-10	2.621E-10	4.161E-05
資源	大気	再生可能材料	空気	3.714E+00	kg	1.480E-02	2.967E-04	1.839E-03	3.697E+00
資源	陸域	非再生材料	珪石	1.016E-02	kg	5.183E-04	6.384E-06	3.748E-05	9.597E-03
資源	陸域	非再生材料	珪藻岩	5.444E-06	kg	1.544E-08	2.505E-10	3.208E-08	5.396E-06
資源	陸域	非再生材料	蛍石	1.948E-02	kg	1.797E-04	2.648E-06	5.894E-05	1.924E-02
資源	陸域	非再生可能エネルギー	原油 44.7MJ/kg	7.136E+00	kg	3.761E+00	9.045E-02	1.496E-02	3.269E+00
資源	陸域	非再生可能エネルギー	原料炭 29.0MJ/kg	2.169E-01	kg	9.079E-03	1.410E-04	7.491E-04	2.070E-01
資源	陸域	非再生材料	黒鉛鉱	1.021E-02	kg	1.762E-08	4.382E-10	2.555E-09	1.021E-02
資源	陸域	非再生材料	蛇紋岩	3.636E-03	kg	2.391E-04	3.423E-06	3.751E-06	3.389E-03
資源	陸域	非再生材料	石灰石	8.104E-01	kg	1.390E-01	3.854E-03	5.881E-03	6.617E-01
資源	陸域	非再生可能元素	大理石	4.047E-01	kg	3.716E-01	1.031E-02	5.363E-04	2.226E-02
資源	水圏	再生可能材料	地下水	5.268E+01	kg	6.642E-01	1.340E-02	5.079E-02	5.195E+01
資源	水圏	再生可能材料	地表水	1.004E+03	kg	1.132E+02	2.960E+01	7.404E-01	8.606E+02
資源	陸域	非再生材料	長石	3.377E-02	kg	6.192E-04	1.745E-05	9.290E-07	3.313E-02
資源	陸域	非再生可能元素	鉄	1.747E-01	kg	1.248E-02	1.788E-04	1.123E-04	1.619E-01
資源	陸域	非再生可能エネルギー	天然ガス 54.6MJ/kg	1.186E+01	kg	1.075E+01	5.104E-02	1.539E-02	1.045E+00
資源	陸域	非再生可能エネルギー	天然ガス液 46.5MJ/kg	3.176E-09	kg	2.823E-10	8.092E-12	4.141E-13	2.885E-09
資源	陸域	非再生可能元素	銅	1.237E-02	kg	1.723E-05	1.726E-07	2.715E-08	1.235E-02
資源	陸域	非再生材料	粘土	4.304E-05	kg	2.457E-05	6.774E-07	8.939E-08	1.770E-05
資源	陸域	非再生可能元素	白金	4.387E-06	kg	8.263E-09	1.805E-10	5.793E-10	4.378E-06
資源	陸域	非再生可能元素	硫黄	4.178E-02	kg	2.488E-04	7.407E-06	1.944E-04	4.133E-02
-	-	-	メオガス	1.318E-01	Nm3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.318E-01

(単位 (kg/f.u.))

カテゴリ1	カテゴリ2	カテゴリ3	基本フロー	全体	単位	コードレスアイロンの使用	コードレスアイロンの製造	コードレスアイロンの廃棄	コードレスアイロンの素材製
▲ 出力フロー									
排出物	大気	不特定	2,3,7,8-テトラクロロジベンゾキシン	3.341E-12	kg	2.315E-14	2.610E-16	3.418E-17	3.318E-12
排出物	水圏	不特定	acid (as H+)	6.555E-09	kg	1.235E-10	1.406E-12	1.801E-13	6.430E-09
排出物	水圏	不特定	BOD	2.390E-04	kg	1.048E-06	6.100E-08	1.593E-05	2.220E-04
排出物	水圏	不特定	C6 アルキルベンゼン	2.343E-08	kg	1.226E-12	3.514E-14	1.776E-15	2.342E-08
排出物	大気	都市域(地表付近)	CH4(化石資源由来)	8.226E-06	kg	8.226E-06	5.711E-12	2.225E-11	9.064E-14
排出物	大気	不特定	CH4(発生源不特定)	3.514E-02	kg	2.114E-02	1.029E-03	6.959E-05	1.290E-02
排出物	大気	不特定	CO	9.284E-03	kg	8.276E-03	3.527E-04	1.224E-05	6.441E-04
排出物	大気	都市域(地表付近)	CO	4.014E-04	kg	4.014E-04	7.895E-10	3.076E-09	9.772E-12
排出物	大気	不特定	CO2(化石資源由来)	7.144E+01	kg	5.704E+01	2.351E+00	1.082E-01	1.194E+01
排出物	大気	都市域(地表付近)	CO2(化石資源由来)	3.758E-01	kg	3.758E-01	4.612E-07	1.797E-06	5.462E-09
排出物	大気	不特定	CO2(生物由来)	2.825E-01	kg	7.043E-02	3.831E-05	1.138E-04	2.119E-01
排出物	水圏	不特定	COD	8.857E-05	kg	2.410E-06	1.454E-07	3.869E-05	4.733E-05
排出物	大気	不特定	N2O	7.390E-03	kg	5.860E-03	1.346E-04	8.014E-06	1.388E-03
排出物	大気	都市域(地表付近)	N2O	8.226E-06	kg	8.226E-06	5.711E-12	2.225E-11	9.064E-14
排出物	大気	不特定	NH3	5.530E-06	kg	1.042E-07	1.186E-09	1.519E-10	5.425E-06
排出物	大気	都市域(地表付近)	NO2	2.617E-07	kg	5.335E-08	4.319E-10	4.002E-10	2.075E-07
排出物	大気	不特定	NOx	3.382E-02	kg	2.684E-02	1.263E-03	4.752E-05	5.669E-03
排出物	大気	都市域(地表付近)	NOx	1.389E-03	kg	1.389E-03	2.731E-09	1.064E-08	3.380E-11
排出物	大気	不特定	PM10	0.000E+00	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
排出物	大気	都市域(地表付近)	PM10	1.557E-05	kg	1.557E-05	3.062E-11	1.193E-10	3.790E-13
排出物	大気	不特定	SF6	1.588E-03	kg	8.690E-11	2.415E-12	9.659E-13	1.588E-03
排出物	大気	不特定	SO2	6.236E-03	kg	5.049E-04	3.858E-04	8.628E-06	5.337E-03
排出物	大気	都市域(地表付近)	SO2	2.381E-06	kg	2.381E-06	2.923E-12	1.139E-11	3.462E-14
排出物	大気	不特定	SOx	1.139E-02	kg	9.821E-03	4.397E-04	1.608E-05	1.108E-03
排出物	水圏	不特定	アンモニウムイオン	1.812E-10	kg	6.669E-13	1.911E-14	1.459E-15	1.805E-10
排出物	水圏	不特定	カドミウム	2.281E-10	kg	3.177E-13	3.373E-15	5.064E-16	2.278E-10
排出物	水圏	不特定	クロム	6.071E-08	kg	5.202E-08	5.714E-09	7.525E-11	2.902E-09
排出物	水圏	不特定	クロム	1.586E-09	kg	9.982E-12	1.124E-13	1.477E-14	1.576E-09
排出物	水圏	不特定	クロム	1.334E-06	kg	1.144E-06	1.257E-07	1.655E-09	6.291E-08
排出物	水圏	不特定	コバルト	6.977E-10	kg	1.315E-11	1.496E-13	1.917E-14	6.844E-10
排出物	水圏	不特定	コバルト	4.918E-09	kg	9.266E-11	1.055E-12	1.351E-13	4.824E-09
排出物	水圏	不特定	ニッケル	1.560E-06	kg	1.288E-06	1.414E-07	1.863E-09	1.291E-07
排出物	水圏	不特定	ニッケル	2.529E-07	kg	4.765E-09	5.424E-11	6.948E-12	2.481E-07
排出物	水圏	不特定	ニッケル化合物	2.468E-08	kg	2.725E-11	2.834E-13	4.449E-14	2.466E-08
排出物	水圏	不特定	パーフルオロメタン	3.533E-07	kg	2.544E-09	5.832E-11	3.422E-10	3.504E-07
排出物	大気	不特定	ばいじん(PM10)	1.236E-03	kg	2.463E-04	2.899E-05	2.041E-06	9.588E-04
排出物	大気	不特定	ハナジウム	5.095E-06	kg	4.607E-06	2.323E-07	6.645E-09	2.494E-07
排出物	大気	不特定	ヒ素	1.816E-06	kg	6.490E-07	6.939E-08	9.391E-10	1.096E-06
排出物	水圏	不特定	ヒ素	3.894E-08	kg	9.674E-11	1.062E-12	1.480E-13	3.884E-08
排出物	水圏	不特定	フェノール	5.885E-12	kg	5.395E-12	1.547E-13	7.789E-15	3.274E-13
排出物	水圏	不特定	フッ化水素	3.462E-07	kg	2.128E-10	2.367E-12	3.459E-13	3.460E-07
排出物	水圏	不特定	フッ化水素	4.669E-08	kg	8.128E-10	9.313E-12	1.190E-12	4.586E-08
排出物	水圏	不特定	ホウ素	1.223E-07	kg	1.350E-10	1.404E-12	2.204E-13	1.222E-07
排出物	水圏	不特定	マンガン	2.581E-08	kg	2.849E-11	2.963E-13	4.651E-14	2.578E-08
排出物	水圏	不特定	亜鉛	1.035E-08	kg	3.579E-11	3.976E-13	5.391E-14	1.031E-08
排出物	大気	不特定	亜鉛	1.764E-05	kg	1.614E-05	4.998E-07	2.325E-08	9.814E-07
排出物	大気	不特定	鉛	3.566E-06	kg	3.012E-06	3.308E-07	4.357E-09	2.195E-07
排出物	大気	不特定	鉛	1.766E-07	kg	3.207E-09	3.650E-11	4.678E-12	1.733E-07
排出物	水圏	不特定	塩化水素	1.172E-06	kg	2.209E-08	2.514E-10	3.221E-11	1.150E-06
排出物	水圏	不特定	塩素	4.626E-10	kg	1.353E-11	1.430E-12	1.723E-14	4.476E-10
排出物	大気	管理域内	汚泥(埋立)	1.113E+00	kg	5.565E-02	3.402E-03	9.102E-01	1.439E-01
排出物	大気	不特定	揮発性有機化合物	1.801E-06	kg	3.222E-08	3.668E-10	4.698E-11	1.768E-06
排出物	大気	管理域内	金属(す(埋立)	6.957E-01	kg	3.478E-02	2.126E-03	5.689E-01	8.992E-02
排出物	大気	管理域内	鉱さい(埋立)	2.026E-03	kg	3.818E-05	4.346E-07	5.567E-08	1.988E-03
排出物	水圏	不特定	処理済水	6.868E+02	kg	2.534E+00	9.222E-02	4.532E-01	6.838E+02
排出物	水圏	不特定	水銀	9.182E-07	kg	7.594E-07	8.335E-08	1.099E-09	7.432E-08
排出物	水圏	不特定	水銀	3.987E-11	kg	7.513E-13	8.551E-15	1.095E-15	3.911E-11
排出物	水圏	均流圏	水蒸気	1.644E-01	kg	7.378E-04	1.434E-05	9.960E-04	1.627E-01
排出物	水圏	不特定	全リン	2.109E-09	kg	5.309E-11	8.434E-13	7.721E-14	2.055E-09
排出物	水圏	不特定	全窒素	1.338E-03	kg	2.521E-05	2.870E-07	3.677E-08	1.313E-03
排出物	水圏	不特定	炭化水素	9.772E-04	kg	8.074E-04	7.299E-06	1.087E-06	1.615E-04
排出物	水圏	不特定	炭化水素	5.236E-08	kg	7.389E-10	8.422E-12	1.077E-12	5.161E-08
排出物	水圏	不特定	炭化水素	2.777E-05	kg	2.777E-05	5.462E-11	2.128E-10	6.761E-13
排出物	大気	都市域(地表付近)	炭化水素	3.988E-02	kg	3.746E-02	3.414E-04	5.392E-05	2.028E-03
排出物	大気	管理域内	低レベル放射性廃棄物	1.793E-01	kg	1.941E-04	4.681E-05	1.400E-06	1.791E-01
排出物	水圏	不特定	土砂(埋立)	2.148E-08	kg	4.048E-10	4.607E-12	5.902E-13	2.107E-08
排出物	水圏	不特定	銅	4.533E-08	kg	8.541E-10	9.721E-12	1.245E-12	4.447E-08
排出物	水圏	不特定	銅	2.930E-03	kg	2.732E-03	4.325E-05	3.934E-06	1.511E-04
排出物	水圏	不特定	非メタン炭化水素	7.802E-05	kg	2.140E-06	1.289E-07	3.414E-05	4.161E-05
排出物	水圏	不特定	浮遊物質(SS)	2.852E-08	kg	5.373E-10	6.116E-12	7.834E-13	2.797E-08
排出物	水圏	不特定	硫化水素	1.302E-06	kg	2.454E-08	2.793E-10	3.578E-11	1.278E-06
排出物	水圏	不特定	硫酸	7.651E-10	kg	1.442E-11	1.641E-13	2.102E-14	7.505E-10
-	-	-	④ ガラスくず・陶磁器くず 再生利用品	9.353E-04	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	9.353E-04
-	-	-	④ がれき類 再生利用品	2.606E-02	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.606E-02
-	-	-	④ コークス炉ガス	3.046E-02	Nm3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	3.046E-02
-	-	-	④ その他の産業廃棄物	5.568E-03	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	5.568E-03
-	-	-	④ (たか)	2.268E-02	L	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.268E-02
-	-	-	④ 汚泥 再生利用品	3.034E-02	kg	5.256E-03	1.401E-03	0.000E+00	2.368E-02
-	-	-	④ 鉱さい(スラグ) 再生利用品	6.088E-01	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	6.088E-01
-	-	-	④ 鋼くず	1.262E-02	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.262E-02
-	-	-	④ 高炉ガス	2.109E-01	Nm3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	2.109E-01
-	-	-	④ 産廃(特定せず)	1.871E-03	kg	1.477E-03	3.938E-04	0.000E+00	0.000E+00
-	-	-	④ 窒素	8.347E-03	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	8.347E-03
-	-	-	④ 乾炉ガス(LDG)	1.392E-02	Nm3	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.392E-02
-	-	-	④ 動植物性残渣 再生利用品	1.468E-02	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.468E-02
-	-	-	④ 廃アルカリ 再生利用品	7.689E+01	kg	1.644E-03	4.382E-04	0.000E+00	7.688E+01
-	-	-	④ 硫酸100%換算 副産品	1.100E-03	kg	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.100E-03

## 5 インパクト評価

### 5.1 対象とした評価ステップと影響領域

インパクト評価は日本版被害算定型影響評価手法 LIME2 を利用し、特性化、統合化の 2 ステップについて評価を実施した。各ステップにおいて評価対象とした影響領域について表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 評価対象とした環境影響領域と評価ステップ

	特性化	統合化
エネルギー消費	○	
資源消費	○	○
地球温暖化	○	○
都市域大気汚染	○	○
オゾン層破壊		
酸性化	○	○
富栄養化	○	○
光化学オキシダント	○	○
人間への影響	○	○
生態への影響	○	○
室内空気質		
騒音		
廃棄物	○	○
土地利用		

## 5.2 インパクト評価結果

### 5.2.1 特性化

W ヘッド型アイロンおよび船型アイロンの特性化評価の一例として、地球温暖化の結果を示す。

地球温暖化の特性化結果は、船型で  $1.13 \times 10^2 \text{kg-CO}_2\text{e}$ 、W ヘッド型で  $1.08 \times 10^2 \text{kg-CO}_2\text{e}$  であり、W ヘッド型で  $4.8 \text{kg-CO}_2\text{e}$  減少していた。その内、使用ステージどうしの差は  $4.7 \text{kg-CO}_2\text{e}$  であり、減少の大部分は使用ステージにおけるものだった。

使用ステージに関しては、使用時の消費電力量の影響が大きい。スチームを強化したために、W ヘッド型は船型と比べて消費電力が約 10%大きくなったが、使用時間は約 20%短くなったため、消費電力量は約 8%少なくなった。このことにより、発電における温室効果ガス排出が減少し、W ヘッド型で地球温暖化の

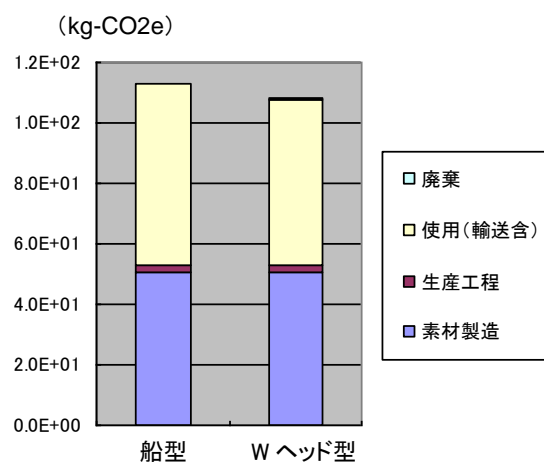


図 5.2-1 特性化結果 (地球温暖化)



特特性化結果が小さくなったと考えられる。

この結果より、消費電力を増加させても使用時間を短縮させることで環境負荷の増大を抑えることが可能であるということがわかった。したがって、消費電力量をさらに低減するために、放熱ロス削減などの発熱効率アップにも継続して取り組んでいきたい。

### 5.2.3 統合化

W ヘッド型および船型アイロンの統合化結果（影響領域別）を図 5.2-3 に示す。

ライフサイクル全体の環境影響としては、船型および W ヘッド型で共通して地球温暖化の影響が最も大きく、船型で 62%、W ヘッド型で 61%であった。続いて、資源消費、都市域大気汚染の影響が大きいが、比率はそれぞれ約 14%、約 10%であった。

影響領域別の増減を図 5.2-4 に示す。W ヘッド型は船型と比較して地球温暖化、都市域大気汚染、酸性化、光化学オキシダント、人間への影響（大気）では減少した。これは主に消費電力量削減の効果であると考えられる。一方、生態への影響（水圏）、生態への影響（大気）、資源消費、廃棄物、人間への影響（水圏）、富栄養化では増加した。これはステンレス使用量の増加によると推察している。全体では、地球温暖化の減少量が大きかったために W ヘッド型で約 2%減少した。

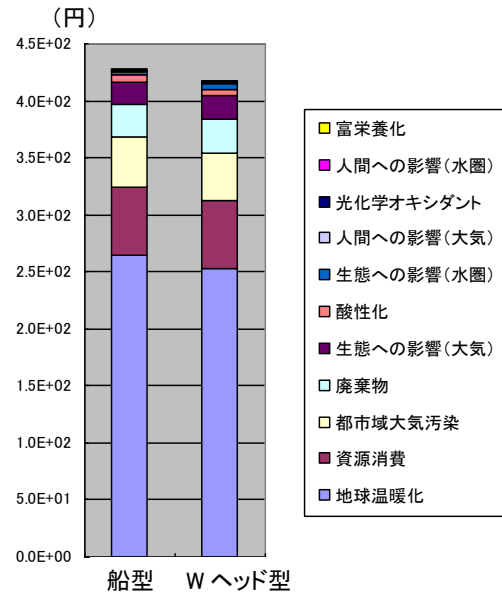


図 5.2-3 統合化結果（影響領域

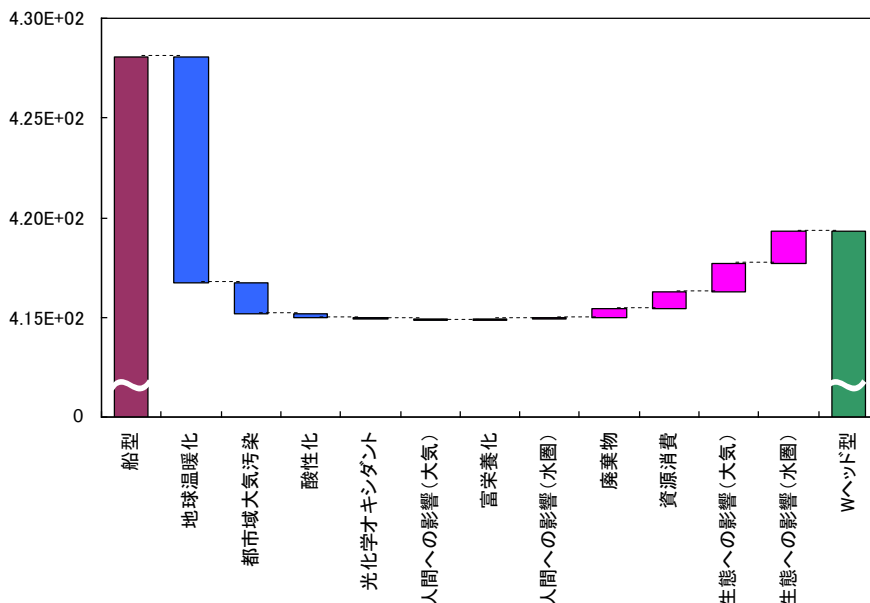


図 5.2-4 Wヘッド化による統合化結果の増減（影響領域別）

家庭用スチームアイロンの環境影響としては地球温暖化の影響が大きいため、負荷低減のためには消費電力量の削減が重要であることがわかった。ただし、部品素材の種類、使用量の変化により負荷が増大する影響領域もある。今後、さらなる負荷低減のためには、部品素材の種類、使用量も考慮しながら、消費電力量の削減に取り組むことが重要であると考えられる。

## 6 結論

### 6.1 調査結果のまとめ

Wヘッド型アイロンおよび船型アイロンを対象としてライフサイクル（素材製造、生産工程、使用、廃棄）全体での環境影響の評価を行った。

特性化結果としては、船型と比較してWヘッド型ではスチームを強化しながらも使用時間を短縮したために消費電力量は減少し、地球温暖化の環境負荷が減少した。統合化結果としては、比率の大きい地球温暖化が減少したために、全体でWヘッド型の方が船型よりも減少した。

以上のことより、Wヘッド型により、スチームを強化しながらも、想定される環境負荷増大を抑制できる可能性があることが示された。今後、さらなる改善のためには、使用する素材の種類、量についても配慮しながら、加熱効率の向上などによる消費電力量の削減に取り組んでいくことが重要である。

### 6.2 限界と今後の課題

対象製品では海外調達部材が多く使用されているが、インベントリ分析においては日本国内のバックグラウンドデータを使用した。そのため素材製造に関する影響が過大もしくは過小に評価されている可能性がある。また、今回の評価においてはステンレスの使用量が特性化結果に大きな影響を与えていた。ステンレスには添加金属の種類や割合により様々な種類があるが、使用可能なバックグラウンドデータの種類は限られており、今回使用したバックグラウンドデータと実際のステンレス鋼種が正しく対応しているかどうか、さらにはバックグラウンドデータの差異が全体の評価にどの程度の影響を及ぼすかはわからない。今後、評価の精度を向上させるために、バックグラウンドデータのさらなる充実が期待される。

## 謝辞

今回のLIME2活用検討研究会WGでの事例研究を進めるにあたり、さまざまなご指導を賜りました東京都市大学の伊坪先生、産業技術総合研究所の本下先生、事務局としてサポートいただきました産業環境管理協会の井上様はじめ皆様、またWG内で多くの貴重なご意見をいただきました参加メンバーの皆様に感謝を申し上げます。





## 【事例4 詳細報告】

# 「ガソリン自動車の水消費量」

日産自動車株式会社

### 1 一般的事項

#### 1.1 評価実施者

所属機関: 日産自動車株式会社 企画・先行技術開発本部  
環境・安全技術渉外部 環境マネジメントグループ

名前: 磯部 眞弓

連絡先: m-isobe@mail.nissan.co.jp

#### 1.2 報告書作成日

2012 / 09 / 25

### 2 調査実施の目的

#### 2.1 調査実施の理由

ガソリン自動車のライフサイクルを通じた水使用量について LCA により評価し、その環境影響を CO<sub>2</sub> 排出量、温暖化ポテンシャルと比較する。

#### 2.2 調査結果の用途

ガソリン自動車の水使用量およびその環境影響ポテンシャルを把握すると共に、その環境影響の改善するために社内への情報提供を行う。

### 3 調査範囲

#### 3.1 調査対象とその仕様

日本国内で製造、使用、廃棄される日産自動車が製造しているガソリン車 排気量 2.0L シルフィ 1 台 (車両重量: 1220kg)。

#### 3.2 機能および機能単位

ガソリン自動車 1 台のライフサイクル全体とし、10 年間使用、年間走行距離は、1 万 km、総走行距離は 10 万 km とする。

#### 3.3 システム境界

製造から維持、燃料製造、走行、廃棄段階までを示す (図 3.3-1)。

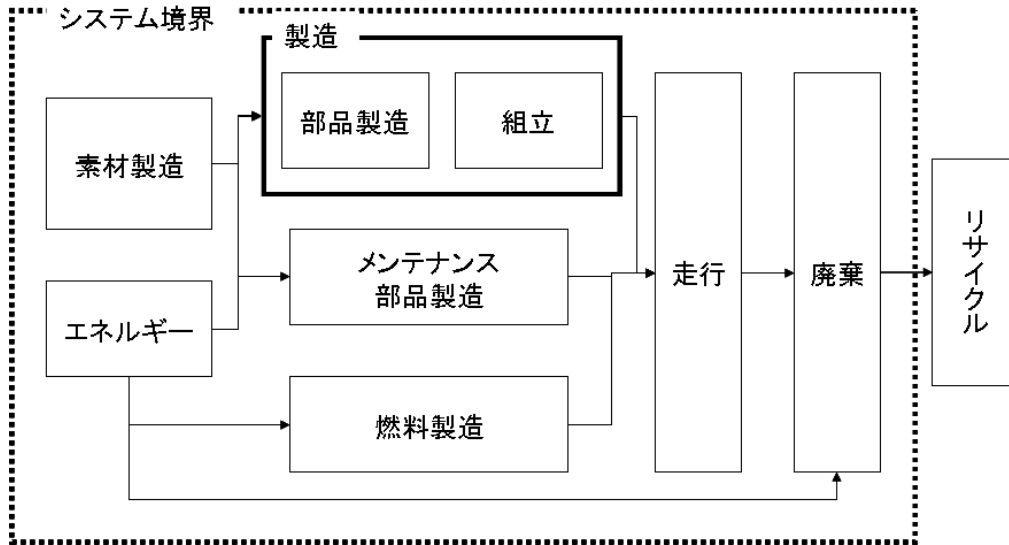


図 3.3-1 自動車の製品システムおよびシステム境界

### 3.4 特記事項（除外したプロセス・項目等について）

使用する際の維持（メンテナンス）については、メンテナンスノートをもとにメンテナンス部品を選定すべきであるが、今回は環境負荷が大きいタイヤとオイル以外は対象外とした。また、廃棄段階は、部品の取り外し、シュレッダー処理、電炉処理、ASR リサイクル・埋立などの工程があるが、今回は除外した。また、部品製造や組立、燃料製造に関わる工場・機械の建設・維持・廃棄や、メンテナンスに必要な工具や部品、走行時に利用する道路や関連インフラ設備の建設・維持・廃棄段階も評価に含めていない。

走行段階については日本国内での平均的な使用を仮定しており、地域ごとの走行条件の違いなどは考慮していない。

## 4 インベントリ分析

### 4.1 フォアグラウンドデータ

サプライヤから提出された IMDS (International Material Data System) データをもとに、それぞれの部品に使用されている材料・重量を調査した。また、自社工場で製造されている工程毎にエネルギー投入量を求め、生産台数または生産総重量で除すことで製造原単位とした。

走行段階について、排ガスデータについては日本の排ガス規制値を、および燃費は JC08 モードで平均的な距離を走行したと想定している。

### 4.2 バックグラウンドデータ

燃料製造、素材製造については、GaBi4 のデータベースおよび日本 LCA フォーラムのデータを利用した。水使用量のデータに関しては、東京都市大学伊坪研究室のデータベース<sup>1)</sup>を利用した。

### 4.3 インベントリ分析結果

以下にプロセス毎の水利用量および水消費量の結果を図 4.3-1 に示す。

水利用量は 442m<sup>3</sup>、水消費量は 102m<sup>3</sup>という結果になった。ステージ毎では、利用量と消費量で差があるものの、製造時以外について、素材製造と使用がほぼ二分するという結果となった。

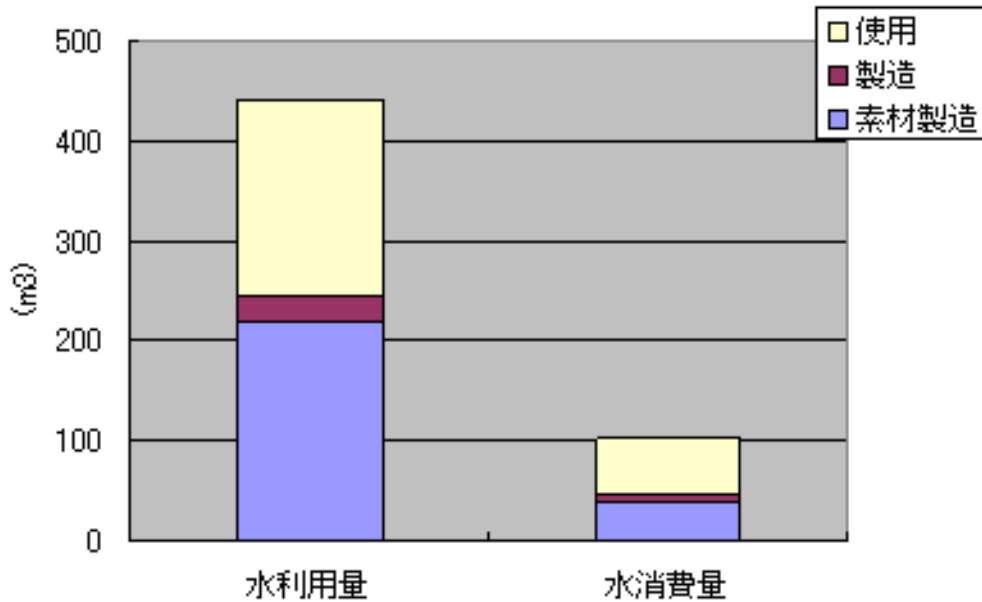


図 4.3-1 プロセス毎の構成比

また、素材製造について、材料種毎に水利用量、水消費量を図 4.3-2 に示す。これにより、鉄、樹脂・ゴムが多いことがわかる。

さらに、素材製造時について、素材種毎の重量や素材製造時 CO<sub>2</sub> 排出量、水の割合について、図 4.3-3 に示す。

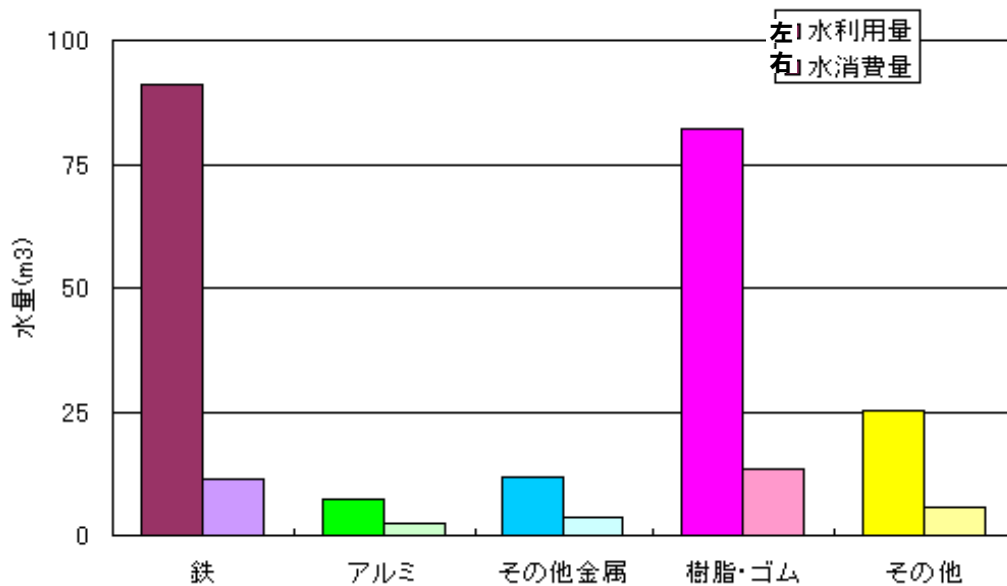


図 4.3-2 材料種毎の水使用量



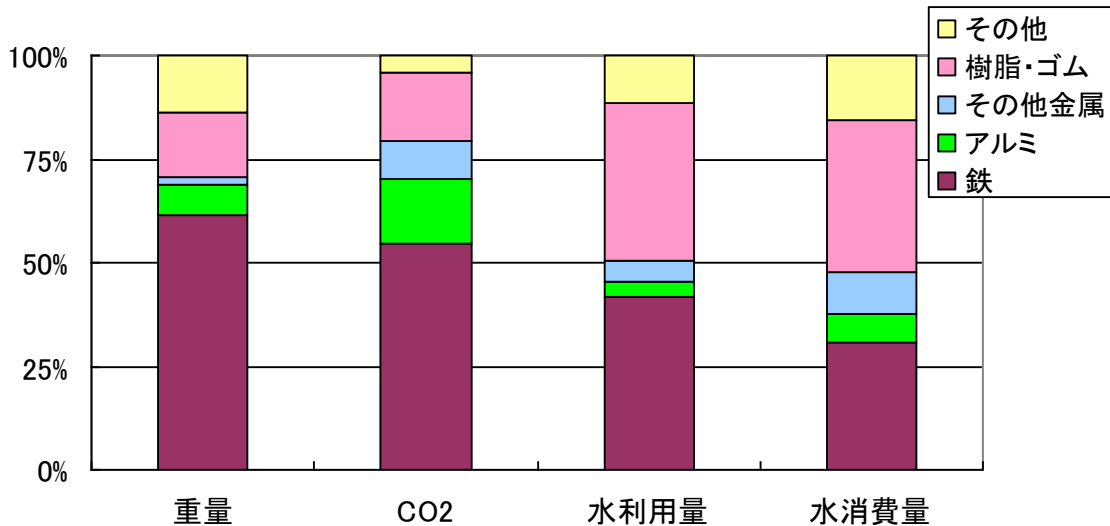


図 4.3-3 材料種毎の割合

車両重量、素材製造時 CO<sub>2</sub> 排出量では鉄が大きな割合を占めているが、水利用量、水消費量になると、樹脂・ゴムの割合が多くなる。これは、ゴムなどの水に関する原単位が他の水原単位に比べて高いためである。

## 5 インパクト評価

### 5.1 対象とした評価ステップと影響領域

水の環境影響について比較するために、他の環境影響評価の概要を示す。

インパクト評価は日本版被害算定型影響評価手法 LIME2 を利用し、特性化、被害評価の2ステップについて評価を実施した。各ステップにおいて評価対象とした影響領域について表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 評価対象とした環境影響領域と評価ステップ

	特性化	被害評価	統合化
資源消費（エネルギー）	○	○	—
資源消費（鉱物）	○	○	—
地球温暖化	○	○	—
酸性化	○	○	—
生物多様性	○	○	—

### 5.2 インパクト評価結果

#### 5.2.1 特性化

ガソリン車の特性化結果として、資源(エネルギー)消費と温暖化に関する結果を図 5.2-1、図 5.2-2 に示す。エネルギー消費においては、原油消費の影響が大きいことがわかる。また、温暖化においては、二酸化炭素排出量による影響が大きいことが確認された。

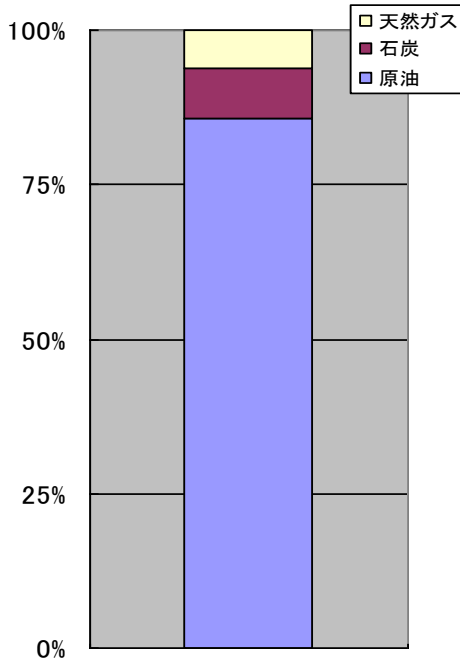


図 5.2-1 特性化結果 (エネルギー消費)

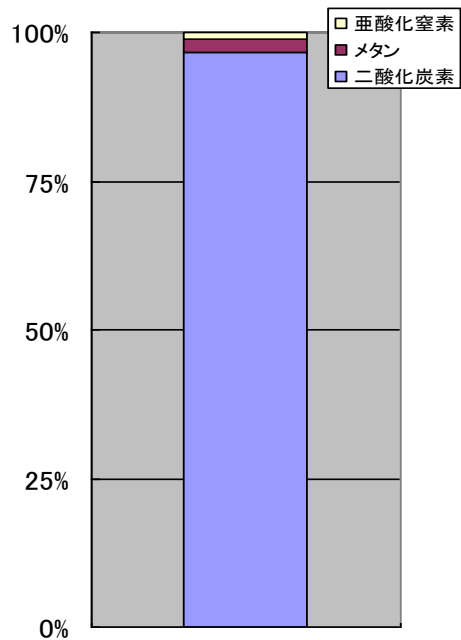


図 5.2-2 特性化結果 (温暖化)

### 5.2.2 被害評価

図 5.2-3~図 5.2-4 に 2 つの保護対象 (人間健康、生物多様性) に対する被害評価結果 (物質別内訳) を示す。人間健康においては、二酸化炭素、二酸化窒素の影響の割合が大きい。また、生物多様性においては、石炭と銅、錫、鉄、アルミといった投入される資源での影響が大きいことが示された。

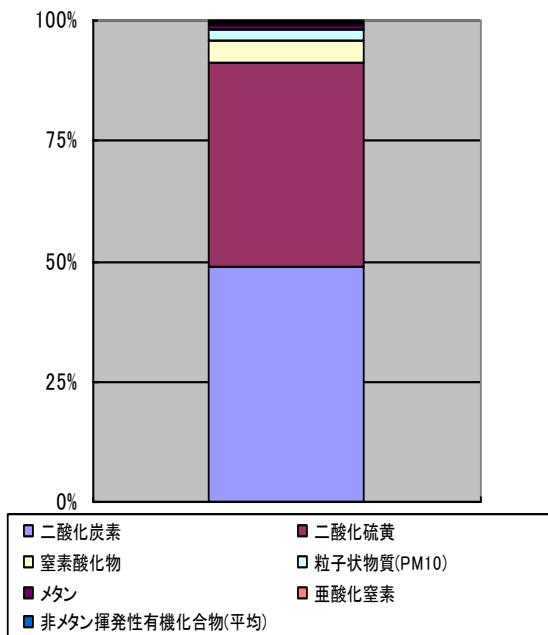


図 5.2-3 被害評価 (人間健康)

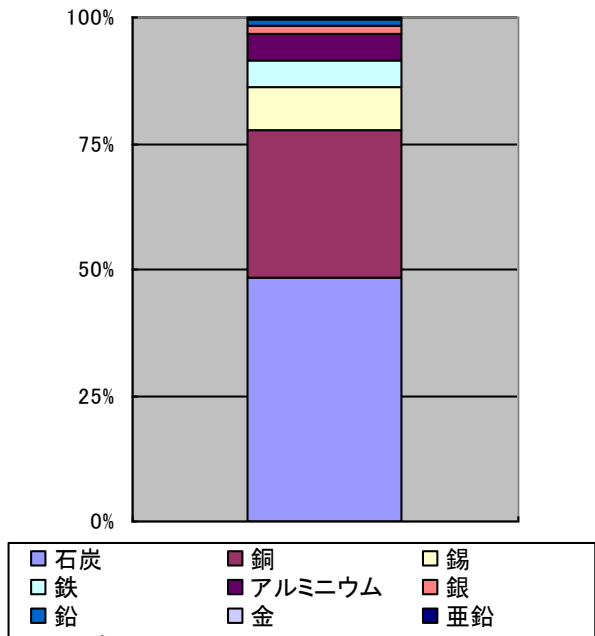


図 5.2-4 被害評価 (生物多様性)

また、人間健康と生物多様性について、プロセス別の内訳を図 5.2-5、図 5.2-6 に示す。人間健康では、走行段階での影響が大きいが、生物多様性では、素材製造段階が大きいがわかった。その原因としては、使用段階のガソリン燃焼による排出物の影響が大きいこと、生物多様性では自動車車体としての材料利用の影響が大きいことが挙げられる。

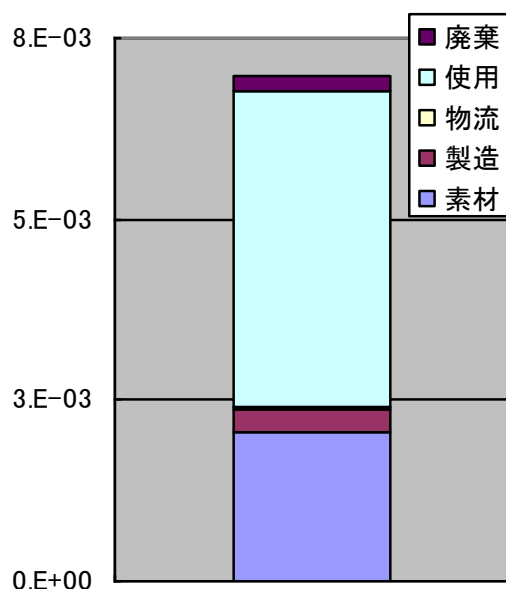


図 5.2-5 プロセス別人間健康被害

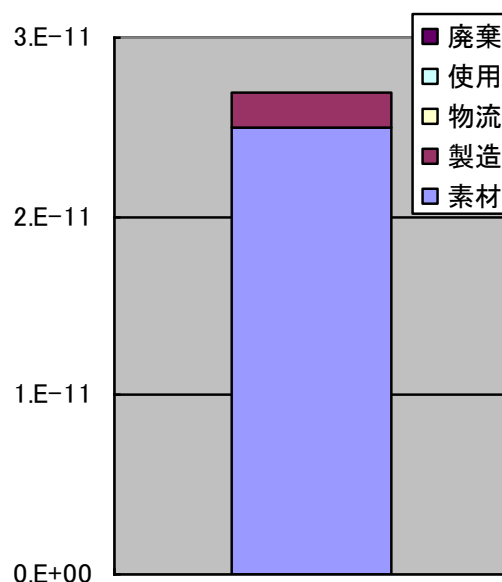


図 5.2-6 プロセス別生物多様性被害

## 6 結論

### 6.1 調査結果のまとめ

ガソリン自動車を対象としてライフサイクル(製造, 燃料製造, 走行(10年, 10万 km), 維持, 廃棄)全体での水の環境影響の評価を行った。その結果、ライフでの水使用量が  $102\text{m}^3$  であることがわかった。また、プロセス毎の構成比をみると、 $\text{CO}_2$  排出量での構成比と比較すると、素材製造の占める割合が増加することもわかった。この主な原因は、多量に使用する鉄と原単位が高い樹脂・ゴムの材料種が水消費量を押し上げていると推察される。

水についての環境インパクトについて、他の評価項目と比較を試みる。人間健康で考えた場合、今回の結果において、人間健康への被害評価は  $7 \times 10^{-3}\text{DALY}$  であった。また、水消費による人間健康に対するダメージ関数は、日本において、 $1.82 \times 10^{-9}\text{DALY}/\text{m}^3$  <sup>2)</sup> <sup>3)</sup> と評価されており、今回の水利用量が  $102\text{m}^3$  であることから、水利用による人間健康への被害評価は、日本の場合、 $1.9 \times 10^{-7}\text{DALY}$  となる。この結果は、温暖化を被害評価した結果よりもずっと小さい。したがって、ガソリン自動車の水消費に対する影響は小さいと推察される。

### 6.2 限界と今後の課題

今回の評価では評価対象としたプロセス(車体製造, 燃料製造, 走行, 維持, 廃棄)の網羅性については重要なプロセスをカバーしていると考えられ、結果の妥当性は担保できていると考えられる。

一方で、評価対象物質はすべて網羅していない。これについて、評価結果に与える影響度は不明であるため、評価対象物質の網羅性が不十分である可能性がある。

また、環境負荷が大きい使用段階の走行であるが、前提条件により大きく影響を受ける可能性があり、それに関する感度分析が必要である。さらに、自動車においても、燃費の向上、軽量化、リサイクル材料の活用などの技術開発が継続して行われており、今後も評価結果が変わっていく可能性もある。この点については、継続して検討していく。

水に関しては、現在、水使用量についての原単位をもとに自動車の影響評価を実施した。しかし、水質については、まだデータが不足しており、今後もデータ収集等を継続し、評価項目を拡大していきたい。

#### 参考文献

- 1) 小野雄也、本下晶晴、李一石、伊坪徳宏：“ウォーターフットプリントへの応用を指向した水インベントリデータベースの開発”、第5回に本LCA学会（2010）
- 2) Motoshita, M., Itsubo, N. and Inaba, A., : Development of impact factors on damage to health by infectious diseases caused by domestic water scarcity, International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 16, No. 1, pp.65-73, (2010)
- 3) Motoshita, M., Itsubo, N., Inaba, A. : Damage assessment of water scarcity for agricultural use. Proceedings of the Nineth International Conference on EcoBalance, pp.D1-1410, (2010)

<投稿編集のご案内>

LCA日本フォーラムニュースレターでは、会員の方々のLCAに関連する活動報告を募集しています。活動のアピール、学会・国際会議等の参加報告、日頃LCAに思うことなどを事務局(lca-project@jemai.or.jp)までご投稿ください。

<発行 LCA 日本フォーラム>

社団法人 産業環境管理協会内

LCA事業推進センター LCA事業室

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町2-2-1

E-mail : lca-project@jemai.or.jp Tel: 03-5209-7708

URL: <http://lca-forum.org/>

(バックナンバーが上記URLからダウンロードできます)