

# 廃棄・リサイクル段階を含む携帯電話のLCA

LCA including the disposal and recycling stages of a mobile telephone

竹嶋厚美<sup>\*1)</sup>、藤波岳史<sup>1)</sup>、山田妃佐子<sup>1)</sup>、中村亮<sup>1)</sup>、山口博司<sup>2)</sup>、伊坪徳宏<sup>1,2)</sup>

Atsumi TAKESHIMA, Takeshi FUJINAMI, Hisako YAMADA, Ryo NAKAMURA,

Hiroshi YAMAGUCHI, Norihiro ITSUBO

1) 武蔵工業大学, 2) 産業技術総合研究所

\*g0331135@yc.musashi-tech.ac.jp

## 1. はじめに

モバイル情報端末として、現在携帯電話は私達の生活に欠かすことのできないものとなっている。ここ数年で携帯電話の累計契約者数は急速にその数を伸ばしている。さらに、携帯電話は他の家電製品に比べて買い替え寿命が短いため累積生産台数は膨大な数に上る。この背景として、携帯電話のキャリア・メーカーが軽量小型化・機能・サービス内容等を次々と充実化している。これらの機能に大きな効果を発揮していると考えられる部品・部材として、希少金属と半導体の二点がある。携帯電話には希少金属である金・銀・銅・パラジウム等が含まれており、その資源枯渇に対する影響は大きいものであると懸念されている。したがって、製品生産時においていかにより希少金属の利用を制限するだけでなく、回収処分時において適切にリサイクルすることが求められる。半導体は、その生産においてクリーンルームを使用するなど製造時の環境負荷が大きいものと懸念されている。既存研究によると、半導体はより微細高集積なものほど複雑な製造プロセスを必要であり、大きな電力が必要とされることがわかっている。よって、生産時期によって携帯電話の環境影響は大きく異なってくるものと想定される。

これらを踏まえ、携帯電話が製造されてから廃棄・リサイクル段階に至るまでのLCAを生産時期に応じた評価を行うとともに、その生産・廃棄台数を適用して社会全体としてどれだけの環境影響があるのか明らかにすることを目的として評価を行った。

## 2. 方法

### 2.1 評価対象

評価対象は時系列で環境負荷の比較を行うことから、1999年、2000年、2002年頃に製造された携帯電話とする。

本研究では時系列における部品の点数や重量の増減を明らかにするために、各製造年に対応する携帯電話を実際に分解し、部品点数や重量を実測した。各携帯電話の構成は表1に記す。また各携帯電話に搭載されている半導体数は表2に記す。

各部品のインベントリデータ等は文献調査と企業へのヒアリングにより収集した。携帯電話の組み立てにおけるユーティリティ等のデータや使用モデルに関するデー

タは情報通信ネットワーク産業協会から得た。さらに、携帯電話のリサイクルに関する情報は再生業者へのヒアリングから得た。

表1 携帯電話部品の重量とカバー率

メーカー タイプ	K社		P社		M社	
	ストレート		折りたたみ		折りたたみ	
製造年	1999年		2000年		2002年	
部品名	重量(g)	カバー率(%)	重量(g)	カバー率(%)	重量(g)	カバー率(%)
プリント回路基板	9.0498	13.9	10.0945	10.1	13.1073	10.9
ケース(アンテナ含む)	24.8317	38.2	40.6625	40.7	51.762	43.1
液晶ディスプレイ	1.5861	2.4	6.241	6.2	9.5725	8
キーボタン・ゴム	2.7926	4.3	3.5666	3.6	2.401	2
スピーカ	2.7	4.2	2.0235	2	-	-
バイブレータ	0.7705	1.2	1.9	1.9	-	-
フレキシブル配線	0.5084	0.8	0.4014	0.4	1.6809	1.4
フレキシブル基板	-	-	1.5098	1.5	0.911	0.8
ネジ	0.5312	0.8	0.42	0.4	0	0
カメラ	-	-	-	-	0.4792	0.4
バッテリー	13.7285	21.1	17.866	17.9	18	15
ゴム	0.7256	1.1	0.6934	0.7	0.192	0.2
鉄	-	-	-	-	1.2138	1
アルミ箔	2.1498	3.3	0.1245	0.1	0	0
プラスチック	1.9038	2.9	2.9295	2.9	0	0
評価対象の合計	61.278	94.5	88.4327	88.4	99.3197	92.9
評価対象外	0.1985	0.3	0.2368	0.2	0.2155	0.2
誤差	3.5235	5.5	11.5673	11.6	20.6803	6.9
総合計	65	100	100	100	120	100

表2 携帯電話の半導体数

	半導体素子	
	Si	LSI
1999年	328	9
2000年	389	11
2002年	503	13

LCA ソフトウェアはJEMAI-LCA ver.1、統合化指標はLIME ver.1 を使用した。

### 2.2 調査範囲

図1は、本研究で対象としたシステムフローである。素材の調達から再生処理までを対象とした。リサイクルについては、ヒアリング結果から貴金属がマテリアルリサイクル、その他が熱回収されるものとした。

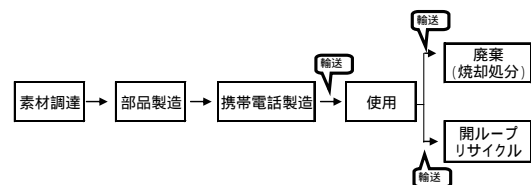


図1 本研究で採用したシステムフロー

### 2.3 機能単位の設定

携帯電話1台あたり1.5年間使用するものとして環境負荷を算出する。またその年の携帯電話出荷台数とか

けあわせることにより社会全体の環境影響も算出した。  
 梱包材は実測値を使用した(ダンボール 150 g、古紙 400 g)、輸送に使われるトラックは 2 トントラック、積載率は 60%と設定した。

### 3. 結果

#### 3.1 インベントリ分析結果

図 2 は、評価対象とした各携帯電話の CO<sub>2</sub> 排出量を比較したものである。1999 年から 2002 年にかけて CO<sub>2</sub> 排出量は増加傾向にあり、今後もこの増加傾向は続くと思われ。この CO<sub>2</sub> 排出量の増加は半導体の性能や搭載点数に大きく関わっていると考えられる。半導体は製造段階においてクリーンルームを使用し、さらに高集積の半導体になるほど複雑なプロセスを要するため、評価対象である 3 台の携帯電話のうちより新しく、より半導体数が多い 2002 年製造の携帯電話の CO<sub>2</sub> 排出量が最も多いという結果に至ったと考えられる。

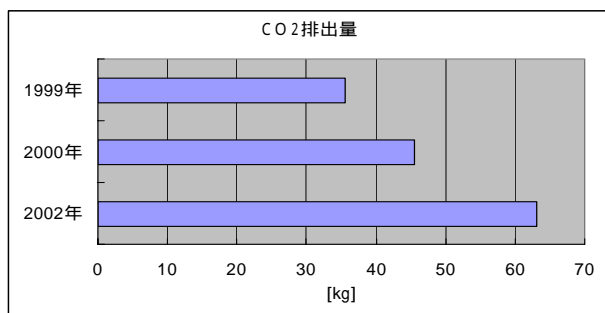


図 2 生産時期に応じた携帯電話の LCCO<sub>2</sub> 排出量

#### 3.3 ライフサイクル影響評価結果

図 3 は、2002 年の携帯電話の特性化結果である。化石燃料については、原油が最大で、天然ガス、石炭がこれに次ぐ結果となった。資源消費に関してはリチウムイオン電池に使用されるコバルトや携帯電話の液晶画面に使用されているインジウムが大きかった。

図 4 に、リサイクル段階において回収される貴金属の量を算出し、平成 14 年から 17 年にかけて回収されたとされる貴金属量をリサイクル効果として環境影響の削減効果を示した。現在の携帯電話の再生システムは図 4 に示す五種の金属を回収するが、その中でも金とパラジウムのリサイクル効果が大きかった。

この 4 年間のうち、社会全体として最も貴金属の回収量が多いのは平成 15 年であるが、以降 2 年間は減少している。これは年々携帯電話の回収台数が平成 15 年を境に減少しているためである。そのため、貴金属回収量のピーク時に比べて平成 17 年はリサイクル効果が社会全体として 40 万円ほど失われていることがわかる。

また、現在の携帯電話のリサイクルでは金やパラジウムについては回収される一方、資源枯渇への影響が大きか

ったインジウムは回収されていない。環境影響の削減には、当該資源の回収を促進することが必要である。

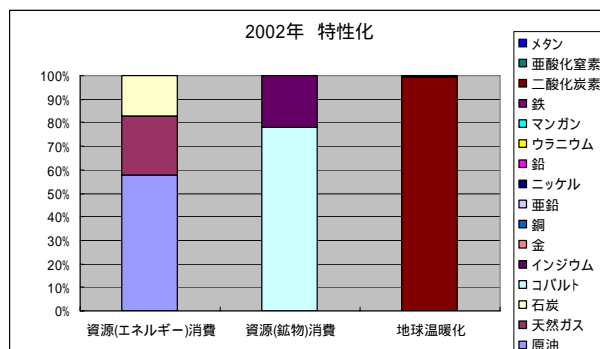


図 3 2002 年携帯電話を対象とした特性化結果

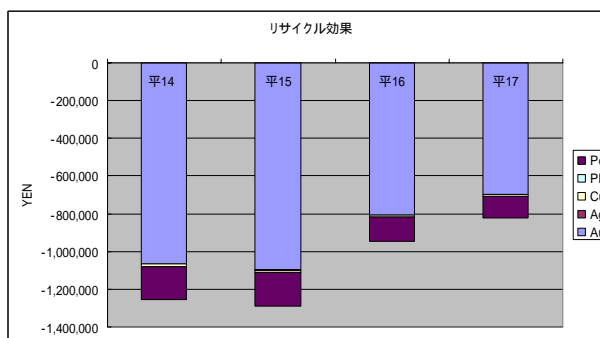


図 4 リサイクル効果(YEN)

### 4. まとめ

- 携帯電話は他の家電製品と異なり、ライフサイクルにおいて半導体製造などを含む製造段階が最も環境影響を及ぼしている。
- 新しい携帯電話になるに従いより小型化、多機能化するため、そのための半導体(高集積回路)を製造またはクリーンルームの使用増大により莫大なエネルギーが必要となり、全体としての環境負荷も増大する。
- 液晶画面に使用されているインジウムが資源消費に大きく影響しており、リサイクル時の回収が急務である。
- 携帯電話のリサイクル効率をより高めるだけでなく、リサイクル回収台数を今後増大させていくことが重要である。