

自動車用鉛蓄電池におけるLCA

LCA of Lead-Acid Batteries for Automotive Use

竹島修平*

Shuuhei Takeshima

Abstract

In recent years, environmental problems such as global warming, acid rain and ozone layer destruction are arising and are spreading in great speed, which requires our best efforts to avoid them. For this reason, evaluation of environmental influence of a product through its life cycle has been demanded, and its standardization and practical techniques have been studied to be publicized as life cycle assessment (LCA) nowadays. In this report, the author made an LCA study with four different types of automotive lead-acid batteries of the same CCA (Cold Cranking Ability) rating, starting from its raw materials through three years of use at customer. As a result, it has become clear that the environmental load in the form of CO₂ discharge by gasoline consumption exceeds that of manufacturing the batteries. For environmental load reduction, it is effective to reduce the weight of battery minimizing the use of lead and to increase its service life by improving the material and design.

1. はじめに

近年、地球温暖化、酸性雨、オゾン層破壊などの環境問題が顕在化してきており、原因物質の大気への排出量の削減が求められている。自動車用鉛蓄電池は、主な原材料である鉛やPP樹脂のリサイクルシステムが比較的早くから構築されているが、鉛の相場価格の変動などにより、リサイクルは影響を受け易いと言われている。今後、リサイクルをより完全なものにし、資源を有効に活用するためのシステム作りが求められている¹⁾。

自動車用鉛蓄電池の殆どはリサイクルが行われているとは言え、今後は鉛の回収のみならず、製品に用いられる素材の選択から廃棄までのライフサイクルにわたる環境への影響を考慮する必要がある。近年、製品・サービスの環境負荷を定量的に評価する手法の一つとしてLCA (Life Cycle Assessment) 手法が標準化されつつあり、1997年にISO 14040 (JIS Q14040) としてその枠組みが制定されている²⁾³⁾。

また、信頼性の高いLCAデータベースとLCA手法を開発する国家プロジェクトが1998年から5年計

画で進行しており⁴⁾、自動車用鉛蓄電池についても工業会規模で始まっている。今回は、弊社の市販向け電池をモデルに、LCAを試算して、自動車用鉛蓄電池の環境負荷について考察した。

2. LCA

LCAの詳細は専門書籍⁵⁾に譲るとして、ここではLCAを理解するための概略について説明する。LCAはJIS Q 14040-1997において、「製品システムのライフサイクルを通じた入力、出力、及び潜在的な環境影響のまとめ並びに評価」と定義して、4つのステップを挙げている。図1に各ステップ間の関係を示す。

- ①目的及び調査範囲の設定
- ②インベントリ分析
- ③影響評価
- ④解釈

最初に行う「目的及び調査範囲の設定」では、LCAを行う目的と、何にLCA結果を使うのかを明確にする必要がある。次の「インベントリ分析」とはライフサイクル中の各工程に対する環境負荷の入出力データを算出し、定量化するステップである。3番目の「影響評価」はインベントリ分析の結果を

* 技術開発部

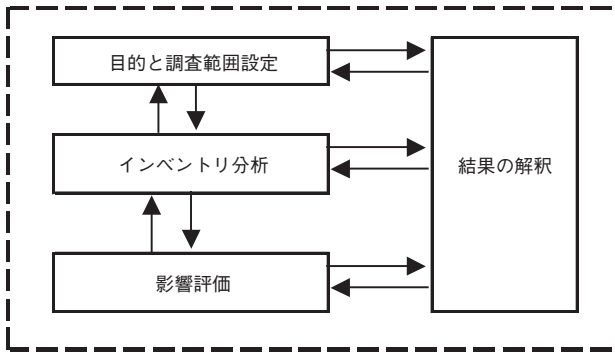


図1 LCA技法の構造段階
Fig.1 Steps of LCA

もとに、「地球温暖化」で代表される環境影響項目への影響度合いを評価するもので、統一化された方法はまだない。最後の「結果の解釈」では、インベントリ分析結果や環境影響評価結果を分析、報告する。

3. 自動車用鉛蓄電池の環境影響度調査

ケーススタディとして、市販向け自動車用鉛蓄電池を取り上げ、LCAを行った。

3.1 目的及び調査範囲の設定

3.1.1 調査目的

市販用として各種サイズの電池が販売されているが、ここでは従来から高始動性タイプとして上市されている75D23と60B24の2タイプについてLCAを行う。これらの電池に用いられる基板格子、特に負極格子は現在重力鋳造から連続鋳造又はエキスパンド方式に製造方法が変わり、軽量化されている。また、格子合金が正負極共にPb-Ca系合金であるCa-MF電池がオーナー車に多く使用され、セパレ

ータは従来のリーフタイプから、ポリエチレン袋セパレータに移行している。これらの同一電池形式における仕様の違いによる環境負荷低減の効果と、軽量化の要求に応える方策として、D23からB24にサイズダウンした時の環境負荷低減の効果を明らかにする。

3.1.2 調査範囲の設定

(1) 製品システムの機能と機能単位

主機能であるエンジン始動性能を表すCCA (Cold Cranking Ability) が同一である電池を対象とし、電池の形式及び仕様を表1に示す。標準的仕様の電池Aに対し、電池Bと電池Cを比較用として設定した。電池Dの60B24は75D23に比較して定格容量が小さく、低温高率放電の持続時間及び緩放電性能は劣るが、CCA性能は75D23と同等である。

電池の寿命は使用条件によって異なるが、今回のケースでは、電池を3年間使用するものとした。

(2) 製品システムの境界の設定

システムの境界を図2に示す。海外における資源採取から使用段階までとした。使用段階では車両質量中の電池質量比率分の燃料消費量をアウトプットとした。

3.2 インベントリ分析

評価にあたっては、原則、LCAソフトウェアである「JEMAI-LCA Ver.1 (NIRE-LCA, Ver.3)」(社団法人 産業環境管理協会)を使用し、このソフトウェアにないデータについては筆者が公表資料⁶⁾⁷⁾及

表1 自動車用蓄電池の形式と仕様
Table.1 Types and specifications of automotive batteries

		A	B	C	D
形式		75D23	75D23	75D23	60B24
CCA (A)		540	540	540	540
定格容量 (Ah/5HR)		52	52	52	38
電池質量 (kg)		15.9	15.9	15.9	12.7
基板格子製造法	+	鋳造	鋳造	鋳造	鋳造
	-	連続鋳造	鋳造方式	連続鋳造	エキスパンド
セパレータ		ポリエチレン袋	ポリエチレン袋	リーフタイプ	ポリエチレン袋

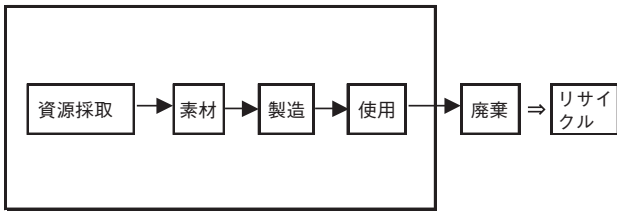


図2 システム境界
Fig.2 System boundary

び私的調査・入手資料に基づき推定した。以下では素材、電池製造及び実車使用段階のインベントリ分析を行った。アウトプットは「地球温暖化」に影響を与えるCO₂排出量とし、低減する方策を検討した。

3.2.1 素材、製造時のインベントリ

(1) 素材

電池に含まれる素材の内訳を表2に示す。

表2 自動車用蓄電池の使用原材料
Table.2 Raw materials of automotive battery

使用部品 (部位)	原材料
極板・接続部など (正負極格子, 正負極活物質, ストラップ, 極柱, ブッシング端子)	Pb
	Ca
	Sn
	Sb
	As
正・負極活物質添加剤	リグニン
	硫酸バリウム
	カーボン
	有機繊維
セパレータ 電槽・蓋	ポリエチレン(PE)
	ポリプロピレン(PP)
正負活物質用練合液・電解液	純硫酸
	水

現在、鉛電池のPbは活物質の純鉛、格子のPb-Ca-Sn合金の他、端子、ブッシングのPb-Sb合金が使用されている。鉛を含めた全素材のCO₂排出量を図3に示す。但し、活物質添加剤のカーボン、リグニン、補強材である有機繊維、Pb-Sb合金中のAsとPb-Ca-Sn合金中のCa等の添加量が少ない素材の環境負荷は無視できるものとした。

図3から明らかなように、素材別では鉛の環境負

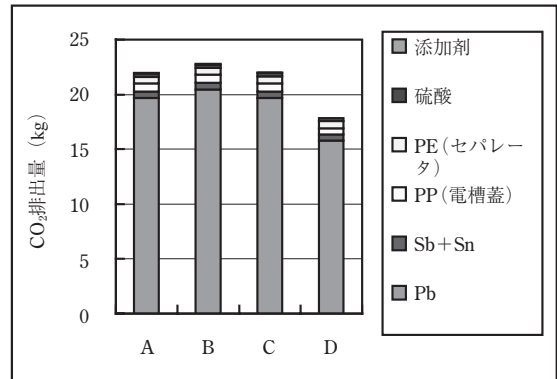


図3 素材のCO₂排出量
Fig.3 CO₂ emission by various materials

荷が大きく、電池AのCO₂排出量の約90%弱を鉛が占めている。電池Dは鉛量が電池Aの約80%であるため、CO₂排出量は約20%少なくなっている。電池Aと電池Cはセパレータのみが異なる構成で、ポリエチレン袋セパレータを採用している電池Aの方が、僅かに排出量が少ない。

(2) 電池製造工程

製造工程は、鉛粉製造、極板製造、部品製造、組立工程、充電(化成)工程、出荷工程の各工程に分けられる。製造工程別のCO₂量排出量を図4に示す。充電工程は使用電力量が多いためCO₂排出量が多く、次に極板工程が続く。

負極に旧来の鑄造格子を用いた電池Bはガス使用量が多いため、負極に連続鑄造格子を用いた電池A、Cより僅かにCO₂排出量が多い。小型軽量の電池Dは鉛量が少なく、負極にエキスパンド格子を使用していることから、CO₂負荷が少なくなっている。

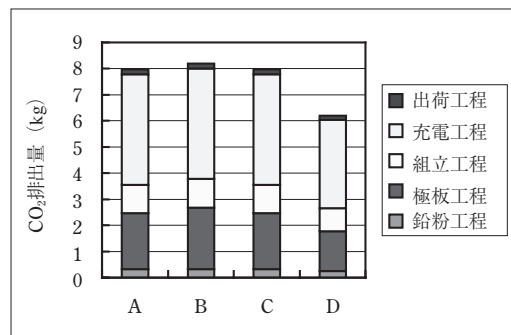


図4 製造段階のCO₂排出量
Fig.4 CO₂ emission in production process

(3) 素材+電池製造段階

素材と電池製造段階のCO₂排出量の和で比較した結果を図5に示す。素材のCO₂排出量が多く、約3/4弱を占めている。

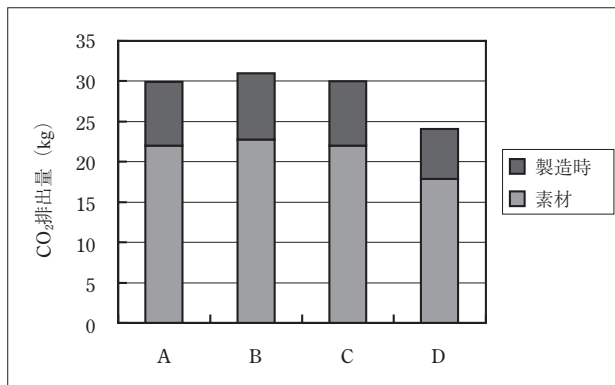


図5 素材+製造段階でのCO₂排出量
Fig.5 Total CO₂ emission of battery including raw materials and production process

3.2.2 実車使用段階でのインベントリ

使用時のCO₂排出量は搭載車両質量に占める割合に比例配分された燃料燃費量によるものと考えられる。電池質量の差による影響を推定するため、次の搭載、走行条件及び燃料消費率を仮定し算出した。

- ・ 車両タイプ ガソリン, A T車
- ・ 車両質量 1,500 kg
- ・ 走行距離 12,000 km/年
- ・ 走行期間 3年間
- ・ 燃料消費量 (10・15モード) 10L/100km⁸⁾

各電池の実車使用時のCO₂排出量を図6に示す。ガソリン1ℓを燃焼した時のCO₂排出量は2.36kg-CO₂とした⁵⁾。素材+製造段階より実車使用時のCO₂排出量が約3倍も大きい。電池Aの代わりに、軽量電池Dを使用することにより、3年間でCO₂排出量は18.5kg少ない。素材における鉛量節減が、使用段階でより大きなCO₂排出量低減効果(素材での差約4.1kgに対して約4.5倍)を示した。

3.3 再生鉛の使用によるCO₂低減検討

鉛量がCO₂排出に大きく影響することから、電池スクラップからリサイクルされた鉛(再生鉛)を使

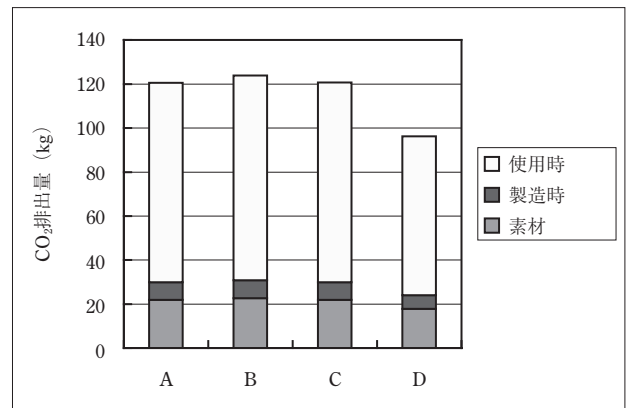


図6 電池質量から算出した3年間走行時のCO₂排出量
Fig.6 Total CO₂ emission for 3 years-driving, calculated using the weight ratio of each battery to automobile of 1500kg

用した時のCO₂排出量について、電池Aを用い、使用比率を変えて検討した。電池スクラップから電気精錬によって得た新鉛(再生電気鉛)は鉱石から電気精錬で得た新鉛と比較して、投入エネルギー量が少なくなることから、CO₂排出量は鉱石からの新鉛に比して少なくなると見積もり、算定した結果を図7に示す。新鉛(再生電気鉛)の使用率を100%にすると、CO₂排出量は約1/2以下に低減される。電池スクラップ(巣鉛)から、一般には溶鉛炉で粗鉛を作り⁹⁾、次に電気精錬または乾式精錬により再生鉛の新鉛が作られる。また、従来の故鉛を経て、添加元素が調整され、極板群の溶接・極柱用鉛及びブッシング用鉛などに使用されるPb-Sb合金が作られる。

更に、乾式精錬は使用エネルギー量が電気精錬より少なく、CO₂の排出量が少なくなる。よって、環境負荷を低減するために、再生鉛を上手に使用することの重要性が増している。

4. まとめ

自動車用鉛蓄電池の原材料、製造工程、実車使用の各々の段階について、公表されたデータベースに基づき、CO₂排出量(環境負荷)を算定し、各要素の影響度合いを知ることができた。

エンジン始動性のCCAを同一とするD23サイズとB24サイズの比較では、B24サイズ的环境負荷が小さく、且つ、その低減効果は電池製造工程よりも、

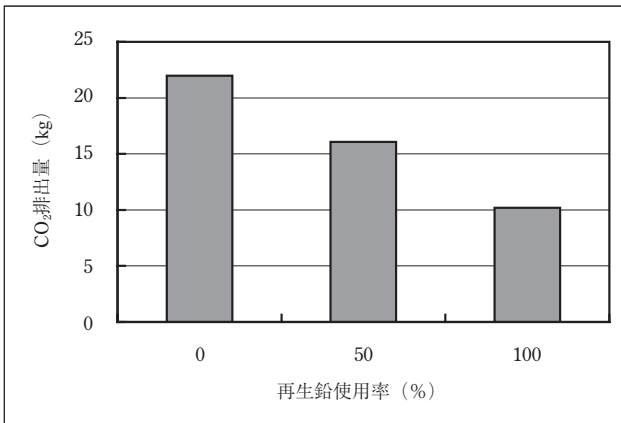


図7 CO₂排出量に及ぼす再生鉛使用率の効果
Fig.7 Effect of recycled lead utilization on CO₂ emission

実車使用時で数倍に拡大した。これらは軽量化、特に鉛量の節減による効果が大きく、環境への負荷を小さくするためには、軽量で、長寿命の電池を開発することが有効である。

更に、従来から使用されてきた故鉛と精錬された再生鉛を使用することにより、環境負荷が小さくなることから、今後、鉛に関してより精度の高いデータベースをもとにLCAを行い、リサイクルシステムとリンクさせながら、仕様と環境負荷との関係を明確にした製品開発の重要性が高まるものと考え

(参考文献)

- 1) 福島 直, FBテクニカルニュース, No.56, p.82-86 (2000)
- 2) 稲葉 敦, まてりあ, Vol.40(8), p690-692 (2001)
- 3) 伊坪徳宏, まてりあ, Vol.40(8), p693-696 (2001)
- 4) 矢野正孝, まてりあ, Vol.40(8), p697-700 (2001)
- 5) 業環境管理協会: LCA実務入門, 丸善 (1999)
- 6) 成田暢一, 匂坂正幸, 稲葉 敦, 第4回エコバランス国際会議要旨集, p.725-728 (2000)
- 7) 井島清, 原田幸明, 八木晃一, 第4回エコバランス国際会議要旨集, p.725-728 (2000)
- 8) 大須賀竜治, 自動車技術, Vol.55, No.4, p.4-8 (2001)
- 9) 操上俊夫, GS News, Vol.53, No.2, p1-4 (1994)