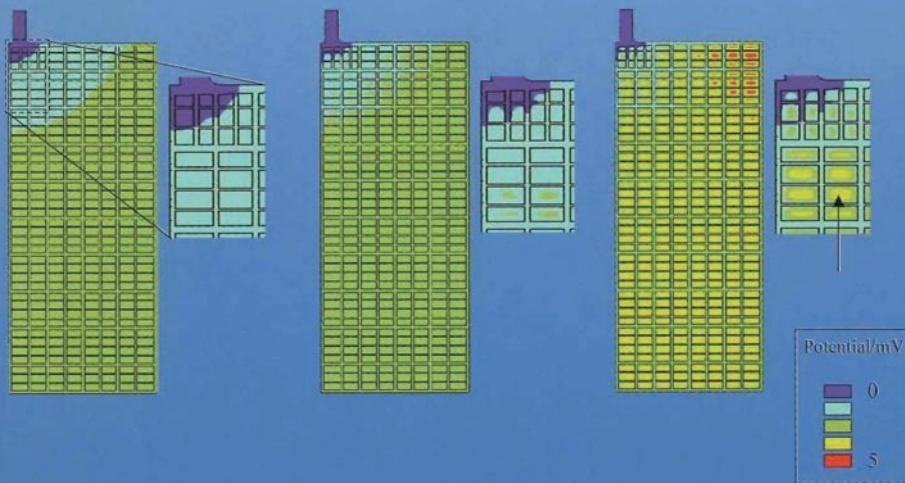
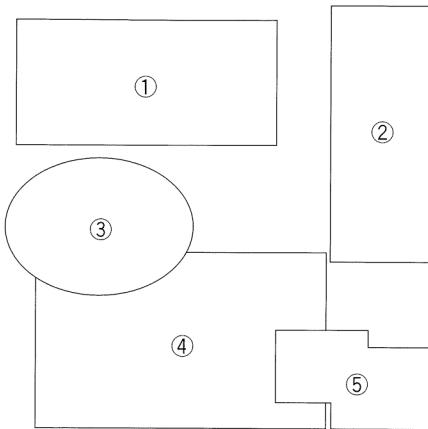


FB

テクニカルニュース

2001.12
No.57

表紙の写真説明



- ①活物質の比抵抗の影響シミュレーション
- ②地上波デジタル放送（送信所）用電源システム
- ③E.V.エコランレースでのチームZDPのモストラ
- ④ソーラーカーレースでのチームJunkyardのガメラ
- ⑤各種大会で使用された小形制御弁式鉛蓄電池

FBテクニカルニュース No.57号

2001年(平成13)12月発行

発行所 古河電池株式会社

横浜市保土ヶ谷区星川2-4-1

編集 FBテクニカルニュース編集委員会

編集委員長 志賀 章二

編集委員 内田 榮市, 緒方 有二, 酒井 茂

田中 雅之, 富田 行雄, 本間 正志

湯沢 修

非売品（無断転載を禁じます）

*お問い合わせは、営業企画課（☎045-336-5078）までお願い致します。

目 次

巻頭言

エネルギーと動力	増子 鳴	1
----------------	------------	---

報文

自動車用鉛蓄電池におけるLCA	竹島 修平	3
アイドリングストップ車用鉛蓄電池のSOC, SOH判定装置の開発	加納 哲也, 佐藤 敏幸	8
長寿命サイクルユース用制御弁式鉛蓄電池の開発	野口 博正, 菊地 大介, 高田 利通, 松本 正幸, 萬ヶ原 徹, 飯塚 博幸, 根兵 靖之	13
高効率スイッチングユニットの開発	柳田 佳廣, 井上 裕章	20
鉄道車両用MT形アルカリ蓄電池の減液特性改善	江黒 高志, 鈴木 孝光, 阿部 熱, 白井 隆	24
鉛電池負極添加剤としてのカーボンの効果	阿部 英俊, 小宮山 亮二, 曽我部 幸蔵	29

技術解説

日本電機工業会技術資料JEM-TR204, 215の紹介	内田 榮市	35
------------------------------------	------------	----

トピックス

今市市水道部瀬尾浄水場殿向けに100kW太陽光発電システムを納入	佐藤 秀一, 河野 一郎	36
東京都水道局殿に独立型太陽光・風力ハイブリッド電源を納入	深沢 正利	38
7年目を迎えた電気自動車の省エネレース	熊谷 枝折	39
H-II Aロケット打上げ成功！	石川 幸嗣, 井奈福 浩之	40

新商品紹介

自動車バッテリー用プリントアウト式バッテリーテスターFBT-500Pの紹介	41
地上波デジタル放送（送信所）用電源システム	42

お知らせ

毒物及び劇物取締法改正に伴う情報提供について	44
世界の電池環境規制の状況－小形充電式電池を対象とした－	45
世界的な廃棄物処理方法の見直しと今後の使用済み蓄電池処理の方向性	50

製品紹介

マレッグシリーズがさらに充実！	53
高率放電形制御弁式据置鉛蓄電池	53
小容量無停電電源装置 ミニUPS「JS」シリーズ	54
火災報知器設備用予備電源（コラム電池）	54

FB

No. 57

Technical News

2001. 12

Contents

Opening Remarks

Energy and Power	Noboru Masuko	1
------------------------	---------------------	---

Technical Papers

LCA of Lead-Acid Batteries for Automotive Use	Shuuhei Takeshima	3
Development of SOC and SOH Monitor of Lead-Acid Batteries used in "Idling Stop" Automotives	Tetsuya Kanou, Toshiyuki Satou	8
Development of Long-Life VRLA Battery for Cycle Use	Hiromasa Noguchi, Daisuke Kikuchi, Toshimichi Takada, Masayuki Matsumoto, Tohru Mangahara, Hiroyuki Iizuka, Yasuyuki Nehyoh	13
Development of High-Efficiency Switching Unit	Yoshihiro Yanagida, Hiroaki Inoue	20
Development of MT Type Alkaline Battery with Low Water Consumption for Train Applications	Takashi Eguro, Takamitsu Suzuki, Isao Abe, Takashi Shirai	24
The Effects of Carbon as an Additive to the Negative Active Materials of Lead-Acid Batteries	Hidetoshi Abe, Ryoji Komiya, Kouzo Sogabe	29

Technological Analysis

An Introduction to JEM-TR 204 and 215, Technical Guidelines Compiled by The Japan Electrical Manufacturer's Association (JEMA)	Eiichi Uchida	35
--	---------------------	----

Topics

Supply of a 100-kW Solar Photovoltaic System to the Senoo Waterworks of Imaichi-City Waterworks Department	Hidekazu Sato, Ichiro Kohno	36
Supply of a Hybrid Solar-Photovoltaic and Wind Power Supply System of Independent Type to Tokyo Metropolitan Waterworks Department	Masatoshi Fukazawa	38
7th Year of the Eco-Run Competition for Electric Vehicles	Shiori Kumagai	39
H-IIA Rocket Successfully Launched !	Yukitsugu Ishikawa, Hiroyuki Inafuku	40

New Products

Car Battery Tester with Print-Out Function, FBT-500P	41
Power Supply System for Transmission Sites of Terrestrial Digital TV Broadcasting	42

News

On Provision of Information Associated with the Revision of the Poisonous and Deleterious Substance Control Law	44
Situation of Worldwide Environmental Regulations for Batteries — Small-Sized Rechargeable Batteries —	45
Worldwide Reassessment of Waste Disposal and Trends in Disposal of Used Batteries	50

Products

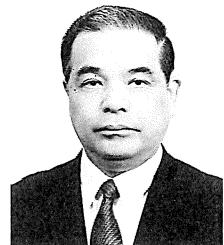
MAREG Series Further Upgraded !	53
Valve-Regulated Stationary Lead Acid Battery of High Discharge-Rate Performance	53
Uninterruptive Power Systems for Small Capacity Use, Mini-UPS "JS" Series	54
Backup Power Supply Using Column Battery for Fire Alarms	54

エネルギーと動力

Energy and Power

東京大学名誉教授
千葉工業大学

増子 昇
Noboru Masuko



電気動力（電力）では消費と生産とが同時に起こる。「消費＝生産」と言う束縛条件は動力（パワー）というものに対する基本条件である。ここではワット（W）と言う単位ではかる量を動力と呼び、ジュール（J）という単位ではかる量をエネルギーと呼ぶことにする。エネルギーは動力の時間積分であらわされ、1Jは $1\text{W} \times 1\text{s}$ である。電気の分野でよく使われるエネルギー単位のワット時（Wh）はジュールに換算すると3.6キロジュール（kJ）に等しい。サイエンスの基本文法に従うと、単位の異なる量は足したり、引いたり、大小を比べたりすることはできない。

蒸気機関車（SL）は坂にさしかかると、火力を強めるために石炭をどんどんくべる。一方蒸気が余ると、折角発生した蒸気を放出してしまわなければならない。蒸気機関で発生する蒸気は動力であり、エネルギーではない。

人類が火を使うようになったのは何万年も前のことだが、火から蒸気動力を発生させる蒸気機関が生まれて、初めて火がエネルギーになった。それまでの火は照明、料理、暖房、土器製造、冶金には利用されてきたが、動力発生には利用されていなかった。

人間が最初に手にした動力は、もちろん人力で、定常出力50W、瞬間出力300Wぐらいの動力装置で

しかない。定住農業の時代に入ると人間は畜力、風力、水力といったより大きな動力を手に入れようになる。畜力で1kW、風力で20kW、水力で200kWの動力であるが、人間はその運転者の位置を占めることで、自分の能力を拡大していった。

蒸気機関の出現で、人間は桁違いの大きさの動力を手に入れることができるようにになった。ワット（1736～1819）の時代100kWに満たない程度の出力であった蒸気機関は、現在の原子力発電では単機出力130万kWに達し、実に4桁にわたる出力向上を果たしている。しかし、「消費＝生産」という動力の基本条件は変わらない。

石炭、石油などの燃料は、エネルギー資源であってもエネルギーではない。要求に見合う規模と性能を持つ動力を発生させる転換装置と組み合わせて、初めてエネルギー資源はエネルギーになる。ジュールを重さで表すことはできない。このことは独立に移動する自動車という機械を見れば明らかで、必要とする時に、必要なだけ動力を発生させて使うために、依然としてエネルギー資源と動力への転換装置の適切な組み合わせを装備しなければならない。

もし電気動力を使う自動車を作るなら、電池という装置が不可欠となる。電池には、ガソリンエンジンと同じ「資源＋転換装置」を意味する燃料電池と、動力を一旦貯蔵する機能を持つ、「動力＋貯蔵装

著者略歴：増子昇 工学博士、東京大学名誉教授、千葉工業大学教授。1957年東京大学工学部冶金学科、65年同助教授、78年同生産技術研究所教授、95年退官、同年千葉工业大学金属工学科教授就任現在に至る。この間、東京大学生産技術研究所所長（86—89）、日本学術会議第五部（工学）会員（91—97）、電気化学会会長（93—94）、日本金属学会副会長（94—96）などを歴任。学協会論文賞、業績表彰など多数。専門は電気化学、非鉄製錬、腐食防食、金属表面処理など広範囲に亘る。

巻頭言

エネルギーと動力

置+転換装置」を意味する二次電池とがある。

太陽から地球にもたらされるエネルギーは、全世界で消費するエネルギーの実に3000倍に及ぶ。しかし太陽光と言う希薄なエネルギーを動力にするには、適切な転換装置が必要となる。

現代の都市文明社会は巨大な発電システムによって支えられており、動力はスイッチを押せば手に入る。このため「消費=生産」という基本条件は使用者には実感されていない。しかし電力はあくまでも動力であり、この条件から逃げることはできない。消費者の利便の陰で、システムの内部では消費に生産を追従させるという基本条件に束縛された複雑な制御が行われている。

日本では石油換算で年間約6億トンのエネルギーを使っているが、そのうちの約20%は化石燃料から電力を発生させる時の損失である。現代社会は電気動力が無ければ成り立たない。この20%のロスはそのための代償として必要なものである。この20%を減らす議論をするには、エネルギーと動力の区別から始めなければならない。

電気動力は発生場所から消費場所に瞬時に輸送されるという特性を持ち、この特性は水力発電、原子力発電を可能にした。このことはあたかも「電力」が「エネルギー」であるかのような印象を与えるが、「電気エネルギー」という言葉は、動力の貯蔵という逆向きの技術があつてはじめて成り立つ考え方なのである。

もちろん電力貯蔵も、大は揚水ダムから圧縮空気、海上揚水、フライホイール、鉛二次電池、更に小はリチウム二次電池まで、いろいろな原理の下に技術開発がなされてきている。何れも技術の原理的な意味での限界については充分に理解が行き届いている。ある目的のためには、経済的に、技術的に、何がクリヤーされればよいかという事がよくわかっている、という意味では何れも成熟技術というべきである。しかしその成熟度は、電力の生産者、電池の生産者から見た成熟度であり、使用者から見た要求に応える技術設計にはまだ多くの課題が残されている。

エネルギーではなく動力が先に供給される時代に

とって、基本的な技術課題は、消費場所で動力を如何に上手に利用するかということになる。そのためには消費規模、消費特性に合致する動力の貯蔵装置を作ることが重要な課題である。

かつて人間は、単機出力50Wの人力だけを頼りにピラミッドを作り、万里の長城を作った。これは人間が動力の出力は低くても、高度の情報処理能力をもった機械であり、自立分散系の総合管理システムという情報技術が可能な対象であったことによっている。

現在情報技術は申し分の無い発展をしている。動力の有効な消費技術を作り出すことができれば、個別の消費対象に特化された形で動力をエネルギーにする管理システムを作り出すことの技術基盤は出揃っている。製造技術の側から見ると成熟期に達していても、利用技術の側から見るとまだ開発課題は幾らもあるし、ますます要求は膨らんでくる。

技術の限界を認識するが故に、新しい原理を求めて飛躍を図る事もまた大切なことではあるが、これは20世紀の産業技術時代の発想というべきである。21世紀のIT技術を背景とした発想とは、使用者の観点から提出される特化された課題をクリヤーするために、手馴れた技術の展開を図ることにある。

古河電池がこのような形での技術発展をリードする存在になることを期待するものである。

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した入力、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

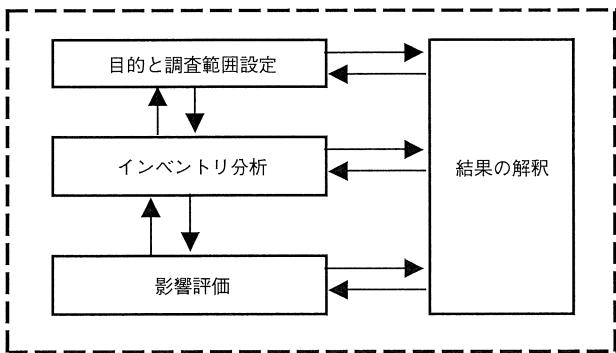


図1 LCA 技法の構造段階
Fig.1 Steps of LCA

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^{⑥⑦} 及

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

形式	A	B	C	D
CCA(A)	75D23	75D23	75D23	60B24
定格容量(Ah／5HR)	540	540	540	540
電池質量(kg)	52	52	52	38
基板格子製造法	+ 鋳造	連続鋳造	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

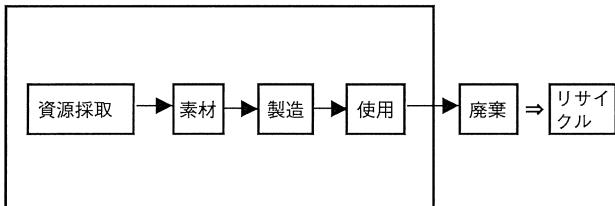


図2 システム境界
Fig.2 System boundary

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
	有機纖維
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、補強材である有機纖維、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

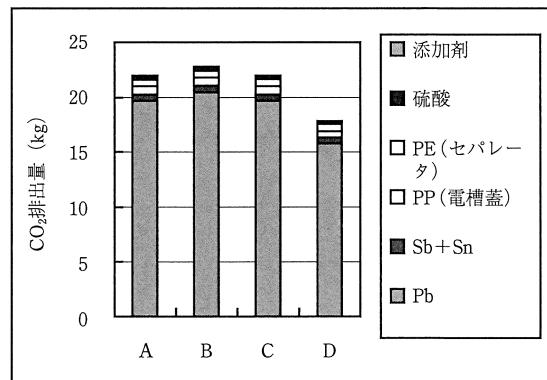


図3 素材のCO₂排出量
Fig.3 CO₂ emission by various materials

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にCO₂排出量が多く、次に極板工程が続く。

負極に旧来の鋳造格子を用いた電池Bはガス使用量が多いため、負極に連続鋳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、負極にエキスピ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。

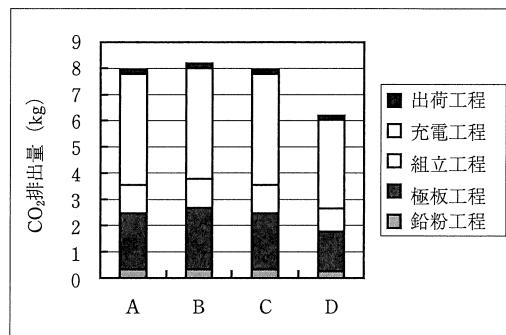


図4 製造段階のCO₂排出量
Fig.4 CO₂ emission in production process

(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。

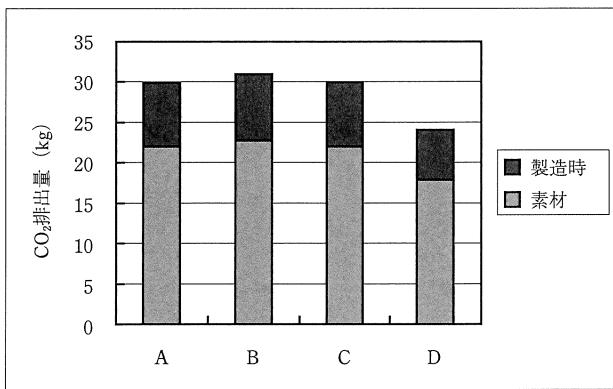


図5 素材十製造段階でのCO₂排出量
Fig.5 Total CO₂ emission of battery including raw materials and production process

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、AT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

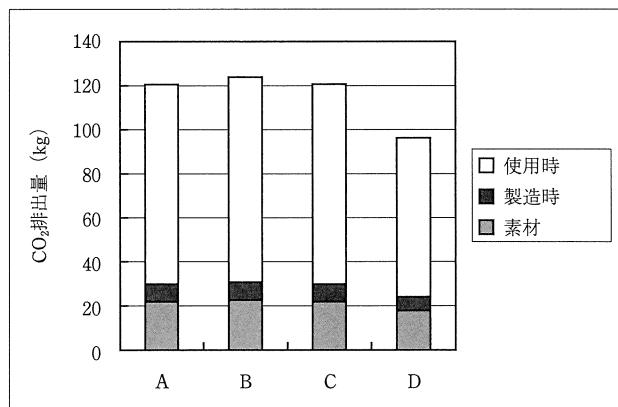


図6 電池質量から算出した3年間走行時のCO₂排出量
Fig.6 Total CO₂ emission for 3 years-driving, calculated using the weight ratio of each battery to automobile of 1500kg

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）は鉛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排出量は鉛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（廃鉛）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も少なく、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サイズの環境負荷が小さく、且つ、その低減効果は電池製造工程よりも、

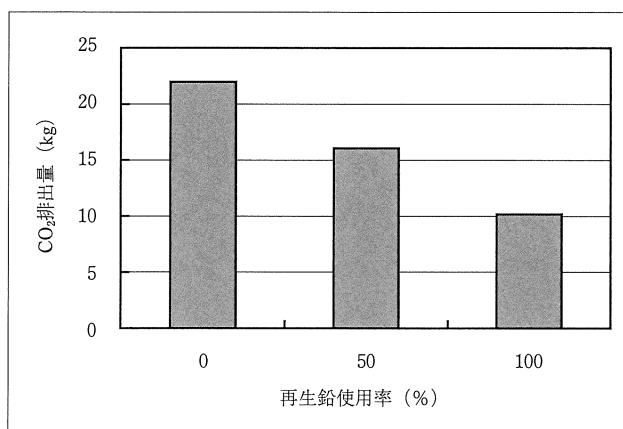


図7 CO₂排出量に及ぼす再生鉛使用率の効果
Fig.7 Effect of recycled lead utilization on CO₂ emission

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、従来から使用し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る。

(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, までりあ, Vol.40(8), p690-692 (2001)
- 3) 伊坪徳宏, までりあ, Vol.40(8), p693-696 (2001)
- 4) 矢野正孝, までりあ, 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, 勾坂正幸, 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)

アイドリングストップ車用鉛蓄電池 のSOC, SOH判定装置の開発

Development of SOC and SOH Monitor
of Lead-Acid Batteries used in "Idling Stop" Automotives

加納 哲也 *1 佐藤 敏幸 *2
Tetsuya Kanou Toshiyuki Satou

Abstract

An SOC and SOH monitor of lead-acid batteries used in engine idling-stop cars has been developed based on a new algorithm. Using input data of current, voltage and temperature, SOH is estimated from the DC resistance at engine startups, while SOC is estimated from the current balance during driving. During idling stops, the SOC is periodically updated with a new SOC that is estimated from the current and voltage relation of battery, and the relation is modified by an I-V reference containing the temperature and degradation data (SOH) of the battery.

The prototype of an SOC and SOH monitor was tested on cars, achieving satisfactory results.

1. 背景

近年、排ガス削減と燃費改善の観点から、アイドリングストップを行なう車両が増えてきている。アイドリングストップ中は電装品の電力供給源は電池からのみとなるため、従来の使用方法に比べ、電池にとっては過酷な状態となる。場合によっては、アイドリングストップ後にエンジン再始動ができなくなる可能性もある。そのため、これまでに比べより電池の充電状態や劣化状態すなわち、SOC (State Of Charge=残容量), SOH (State Of Health=劣化状態) を隨時モニターする必要性が高まっている。また、SOC, SOHを知ることによって最適な電池管理を行ない、電池の寿命延長等の効果も期待される。

さらに、既に実用化が始まった昇圧電池システム(36V/42V) やHEVなどの新しいシステムの自動車においては必要不可欠な技術となっている。

本稿では、新たに開発したSOC, SOH判定アルゴ

リズムおよびプロト機について報告する。

一般的にSOCの定義として、満充電状態を100%とする方法と、初期容量を100%とする方法があるが、本稿では後者の意味として用いている¹⁾²⁾。

2. SOC, SOH判定方法

今回、SOC, SOH測定のために電池の電流、電圧、温度をモニタリングする方法について検討した。

本判定方法のアルゴリズムの要点は以下の3点から成っている。

- (1) エンジン始動時：直流抵抗の算出によるSOH判定
- (2) 通常走行時：電流積算によるSOC判定
- (3) アイドリングストップ時：電流、電圧のI-V特性データに基づくSOC判定、および(2)の電流積算値のプリセット

なお、(1)～(3)については温度補正を行ない、(1)で得られたデータは(3)の劣化補正にも用いる。

*1 技術開発部

*2 古河電気工業株式会社

研究開発本部環境・エネルギー研究所

図1に判定方法の概要図を示す。

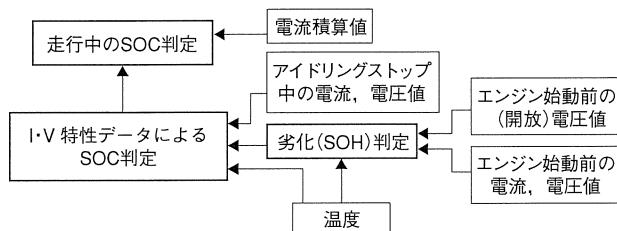


図1 SOC,SOH判定方法の概要
fig.1 Algorithm for the measurement of SOC and SOH

2.1 エンジン始動時

一般的な車のエンジン始動時の電流、電圧波形は図2の様な挙動を示す。

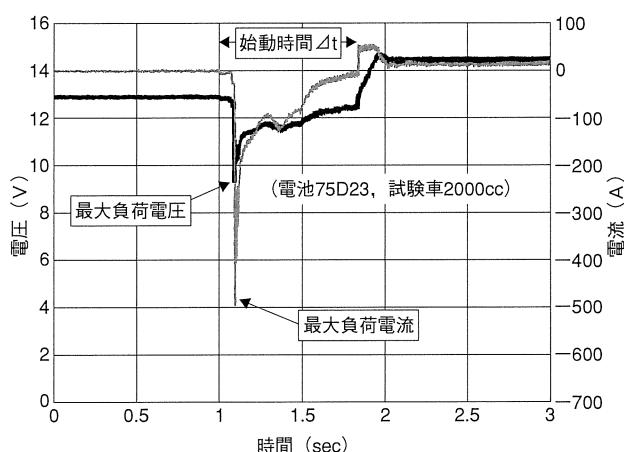


図2 エンジン始動時の電流と電圧の波形
fig.2 Current and voltage curve at engine start

直流抵抗の算出は、エンジン始動前の開回路時と最大負荷時の電圧値より降下電圧 ΔV を求め、同時に最大負荷時の電流値を用いて $\Delta V = I \times R$ より直流抵抗 R を求め、さらにこの値に温度補正を行なう。この値をSOHの指標とし、劣化補正に用いる。

電池の劣化に伴う上記直流抵抗の変化を図3に示す。

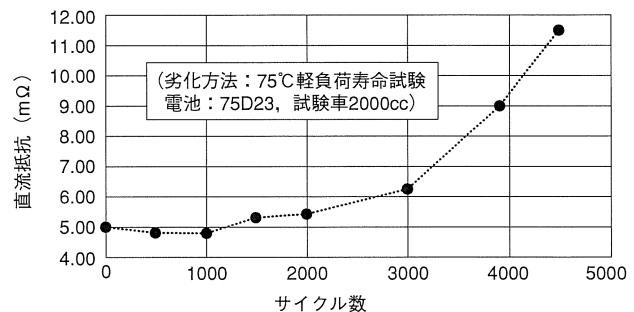


図3 電池の劣化に伴うエンジン始動時の直流抵抗の変化
fig.3 Change of direct current resistance at engine start

また、直流抵抗と一般的に劣化の指標としている1000Hz交流抵抗の関係を図4に示す。

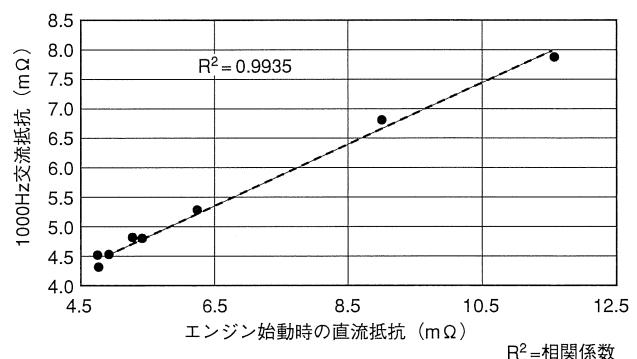


図4 エンジン始動時の直流抵抗と1000Hz交流抵抗の関係
fig.4 Relationship between direct current resistance at engine start and alternating current resistance at 1000Hz

図3より直流抵抗は軽負荷寿命試験のサイクル数の経過に伴なって上昇し、寿命末期には加速度的に上昇している。また、図4より1000Hzの交流抵抗との関係は非常に良い相関を示している。従ってエンジン始動時の直流抵抗を用いることにより、SOHの推測ができるものと考えられる。さらに、電池温度により、直流抵抗値も変動するため電池温度による補正を行なってSOHを出力する。

SOH判定のフローチャートを図5に示す。

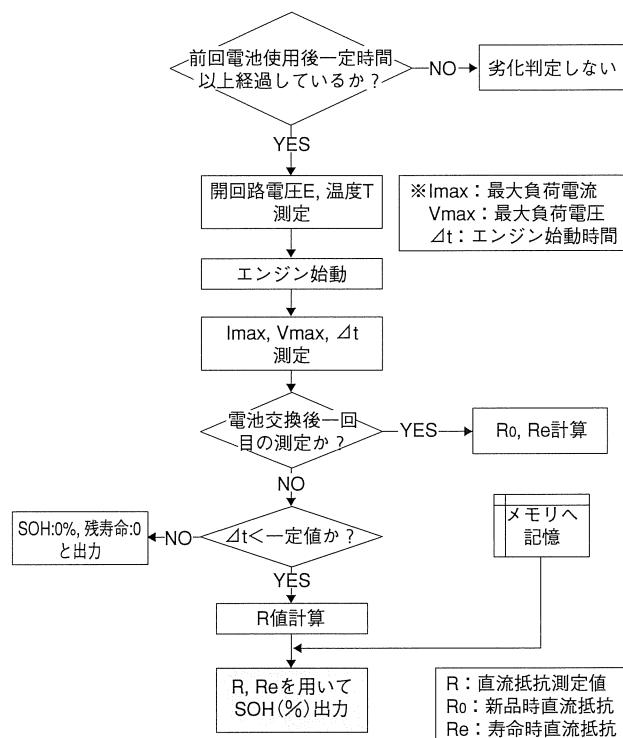


図5 SOH判定フローチャート
fig.5 Flow chart of SOH measurement

2.2 通常走行時

通常走行時は、電流積算によって残容量を算出する。しかしながら、長時間電流積算を行なうと、充放電の効率の違いにより実際の値とずれてしまう。特に充電末期には、ガス発生が伴うため充電効率が大きく下がってしまう。また、この充電効率は電池温度、充電電流値によっても変化する。さらに、ベント形電池、制御弁式電池による違いも生じる³⁾。

そのため、電流積算においてもこの点を考慮し、SOCの大きい領域では、充電効率を下げるようになした。さらに、電池温度、電流値、電池種（ベント形、制御弁式）についても考慮している。

また、次項2.3のアイドリングストップ中におけるSOCの判定により電流積算値のプリセットを行なう。

2.3 アイドリングストップ時

アイドリングストップ時には、電流、電圧を測定

し、定電流放電の条件を満たした場合、劣化状態、温度による補正を行なったI-V特性テーブルに、上記測定データを参照することで、SOCを判定する。

図6に75D23新品電池の25℃でのI-V特性テーブルを示す。

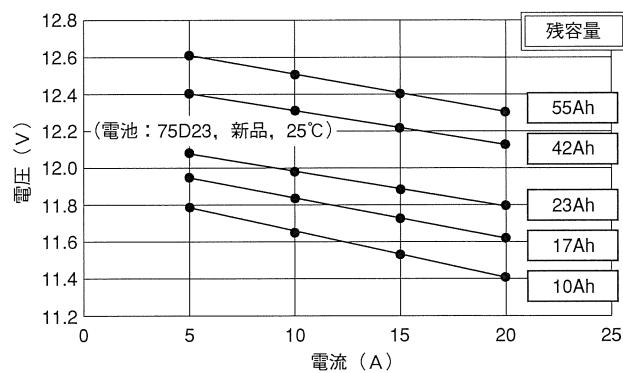


図6 I-V 特性テーブル
fig.6 I-V characteristics

25℃、新品時のI-Vテーブルを基準として、温度、劣化により補正してI-Vテーブルを算出する。

図7に一例として満充電状態における5A～20Aの各電流で放電した時の電圧の温度依存性について示した。これらを用いてI-V特性テーブルの補正を行うことができる。

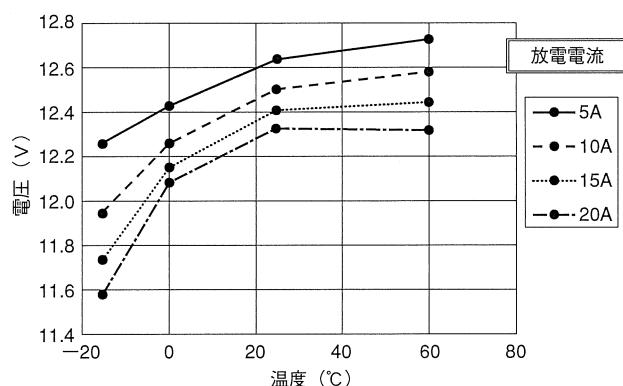


図7 満充電状態における温度別I-V特性
fig.7 I-V characteristics dependence on temperature at full charge

図8は実際に電池を車載して電装負荷を与えた際に、I-V特性テーブルを用いて算出した予測残容量と、試験に用いた電池を実際に放電して得られた残

容量との関係をプロットしたのである。

図8よりI-V特性テーブルを用いた残容量の予測値と実測値とは概ね一致しており、本方法の妥当性、真憑性が確認された。

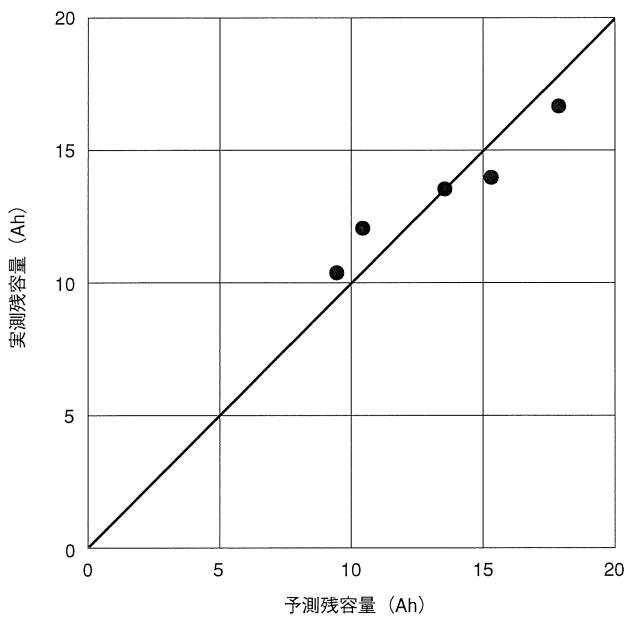


図8 I-V特性テーブルによる残存容量の推測値と実測値の関係
fig.8 Relationship between residual capacity speculated from I-V characteristics and experimental residual capacity

3. SOC, SOH判定機

前述したSOC, SOH判定方法を用いた判定装置の試作機を作製した。試作機の仕様を表1に、外観写真を図9に示す。また、試作機の回路ブロック図を図10に示す。

電流測定は電流センサ（ホール素子）を用いて検出し、電池電圧と共にCPUに入力される。また、電池温度は電池に取り付けたサーミスタを用いて測定を行った。本試作機は、パソコンとデータ通信を行うためRS232Cのシリアルインターフェースを設けており、パソコンでデータの確認や解析を行うことが可能となっている。

現在、試作機を実車に取り付けて模擬走行試験を行っており、判定装置の機能、実用性評価を実施している。図11は、電気負荷が大きい条件として前照灯を使用し渋滞を想定した夜間走行で、30分間に

走行と10回のアイドリングストップを一定間隔で繰り返す模擬走行条件で得られた、パソコン画面上の測定例を示した。

時間の経過に伴って残容量は減少しており、最終的には約7Ahの放電をおこなっていることが判った。本走行モードにおけるアイドリングストップ中の放電電流と放電時間から積分すると、放電量とほぼ一致することから判定数値は正しいと考えられる。

また、I-V法はアイドリングストップ中以外には判定できないため、電流積算結果と併用することによって常時、残容量を表示することが可能となった。

さらに、試作機のSOC, SOHの表示は数値によるデジタル表示およびインジケータによるアナログ表示（段階表示）を備えている。

表1 SOC, SOH判定試作機の仕様概要
table 1 Specifications for the prototype of an SOC and SOH monitor

項目	仕様内容
電圧測定範囲	0～+45V
電流測定範囲	-1000～+1000A
温度測定範囲	-40～+100°C
外部I/F	RS-232C
外形寸法	110×95×30mm
重量	390g
電源電圧	+12V

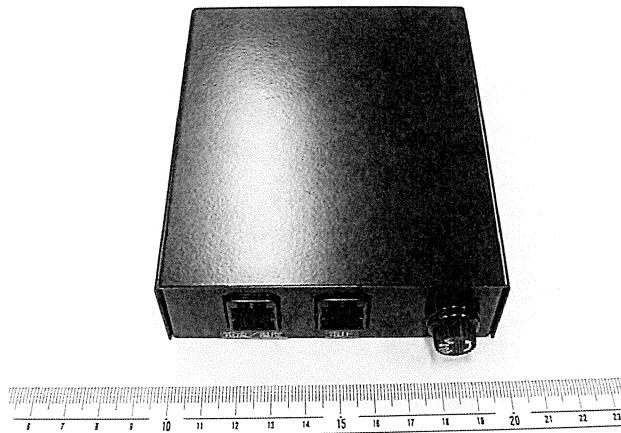


図9 試作機外観
fig.9 Appearance of prototype

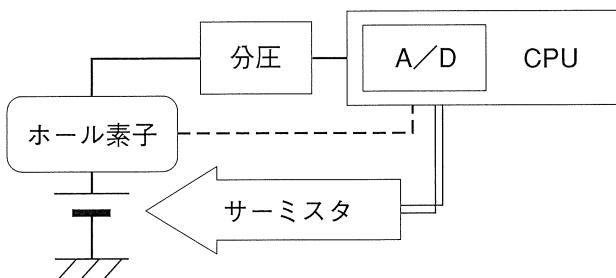


図10 試作機のブロック図
fig.10 Block diagram of prototype

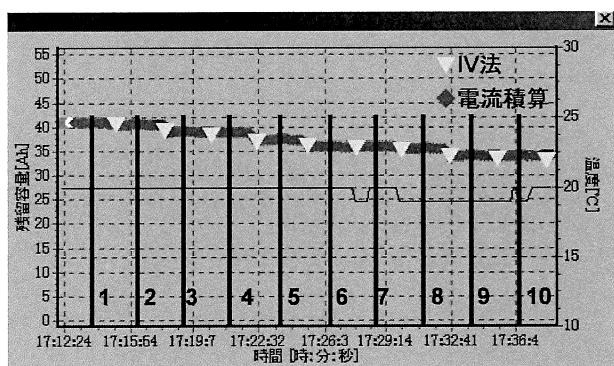


図11 試作機の測定画面例
fig.11 An example of mesurement displayed on the monitor of prototype

4.まとめ

以上に述べた通り、本開発で得られたアルゴリズムとこれを用いた試作機は、車の模擬運転条件において、電池の状態をモニターし、SOC, SOHを正しく判定できることが判った。しかし、あらゆる車の走行環境、例えば温度や電池寿命、走行パターンについてデータを集積することにより、より一層の精度向上や信頼性評価を行うことができる。

さらに、本技術を新しい昇圧電池システム（36V電池）へ適用する計画である。

(参考文献)

- 1) M.Ceraolo,D.Prattichizzo,"Experiences on Residual-Range Estimation of Electric Vehicles powered by Lead-Acid batteries",EVS-15 (1998)

- 2) Qi Guoguang,"A New Battery State of Charge Indicator for Electric Vehcles",EVS-13 (1996)
- 3) Katsuyoshi Kawai,"Optimization of Charging Condition of Valve Regulated Lead-Acid battery",EVS-13 (1996)

長寿命サイクルユース用制御弁式鉛蓄電池の開発

Development of Long-Life VRLA Battery for Cycle Use

野口博正^{*1} 菊地大介^{*1} 高田利通^{*1} 松本正幸^{*1}
Hiromasa Noguchi Daisuke Kikuchi Toshimichi Takada Msayuki Matsumoto

萬ヶ原徹^{*1} 飯塚博幸^{*2} 根兵靖之^{*3}
Tohru Mangahara Hiroyuki Iizuka Yasuyuki Nehyoh

Abstract

Based on the experience of development and production of varied high-performance VRLA (valve-regulated lead acid battery) used for backup power sources and solar-related power storage, we have developed a new version of AGM (absorptive glass mat)-type VRLA enabling longer-life deep-cycle operation, which was increasingly demanded for various electric power systems in this environment-conscious society. Cycle-life was demonstrated as over 3000 cycles at 70% DOD.

1. はじめに

近年、温暖化防止のための炭酸ガス排出規制など地球環境保護の観点から、クリーンな電力を効率的に利用できる「蓄電」機能を内包する分散電源システムの開発が活発化している。例えば、負荷平準化のために深夜電力を蓄電池に貯蔵し、昼間に放出して使用する電力貯蔵システム、また発展途上国や島礁などの未電化・難電化地域において自然エネルギー（太陽光、風力、波力、水力発電など）を蓄電池に貯蔵し、夜間に電力を供給するRAPS（Remote Area Power Sources）などのハイブリッドシステムの実用化が始まっている¹⁾²⁾³⁾。

これらのシステムに使用する電池として、これまで広く通信や電力などの非常用電源として用いられてきた、メンテナンスフリーの制御弁式鉛蓄電池（VRLA）が注目されており、長期間充放電を繰り返すサイクルユース用電池の開発が進められている。弊社は“SLM形”電池を太陽光発電システム用として1997年5月に上市し、現在30～3000Ah（10HR）まで11形式をラインアップしている。深い放電で

1000サイクル以上の寿命性能を有しているが、昨今は経済性から、さらに長寿命化や効率化などの高性能化の要求がある。これに応える、3000サイクルの長寿命電池を開発したので報告する。

2. 要素技術の内容

制御弁式鉛蓄電池は、正極板と負極板を主にガラス織維を抄造した不織布からなるリテナマットを介して交互に積層した極板群を電槽内に収納し、この極板群内に電解液を保持した構造となっている。極板は鉛合金製の格子に各極の活性物質（正極；二酸化鉛、負極；海面状鉛）を保持させたものである。

制御弁式鉛蓄電池はサイクルユースに使用した場合、表1に示す劣化モードが挙げられるが、個々の要因と電池全体のバランスを図り、改善を行ったものである。長寿命化及び高信頼性電池の開発には前述の劣化を抑制することが不可欠で、その対策及び期待効果を表2に示す。

表1 サイクルユースでの劣化モード
Table 1 Modes of deterioration in cycle-use

構成要素	劣化モード
正 極	活性物質の軟化、格子腐食
負 極	サルフェーション（＝硫酸鉛化）
電 解 液	水分減少

*1 マルMチーム

*2 技術開発部

*3 MVチーム

表2 長寿命化のための対策とその期待効果
Table 2 Measure and effects to improve lifespan

構成要素	対策	期待効果
正極	高密度化	軟化防止
	高耐食性合金適用	腐食抑制
負極	添加剤の最適化 (カーボン他)	充電受入性向上 サルフェーション抑制
	ストラップ溶接技術	信頼性の確保
	高圧迫セパの適用	ヘタリ防止
群圧力	適性管理	セバへたり防止
電池配置	水平置き	成層化防止

前記対策の要素技術について具体的な検討内容を以下に示す。

1) シミュレーション評価技術の適用

- ・基板設計：電位分布、格子の伸び
- ・電槽設計：発熱温度分布、応力歪解析
- ・電池群設計：振動及び強度解析

2) 材料技術

- ・高耐食性合金の開発
- ・正・負極活物質の最適化
- ・高圧迫セパレータの開発

3) 評価方法

- ・加速寿命試験方法の確立
- ・最適充電方法の開発

3. 要素技術の検討

3.1 シミュレーション評価技術の利用

ANSYS Multiphysicsシステム⁴⁾により、解析した極板の電位分布を図1に示す。この結果によれば、放電初期にはPbSO₄の生成が少なく、正極板の内部抵抗は0.3 Ω · mmと小さいが、放電が進むにつれ活物質の多くの部分が不導体であるPbSO₄に変化するので、放電末期には約100倍の30 Ω · mmまで増加する。この結果、各放電状態における極板の各位置での電位ドロップは図1のように表現できる。このシミュレーション結果を踏まえて電位分布の均一化を図るため、格子デザインの改善はもとより活物質の最適化を行った。

この他にも例えば、サイクルユース特有の極板厚さ変化に伴う電槽の応力歪解析を熱解析と併せて行い、変形を抑えた電槽構造条件を求めたが、ここでは報告を省略する。

3.2 高耐食性鉛合金の開発

鉛合金については、以下の各種スクリーニング評価を実施し、Pb-Ca-Sn系3元合金から4元合金にすることにより、耐食性が15～30%，耐クリープ性が160～270%向上した合金を開発した。これらの

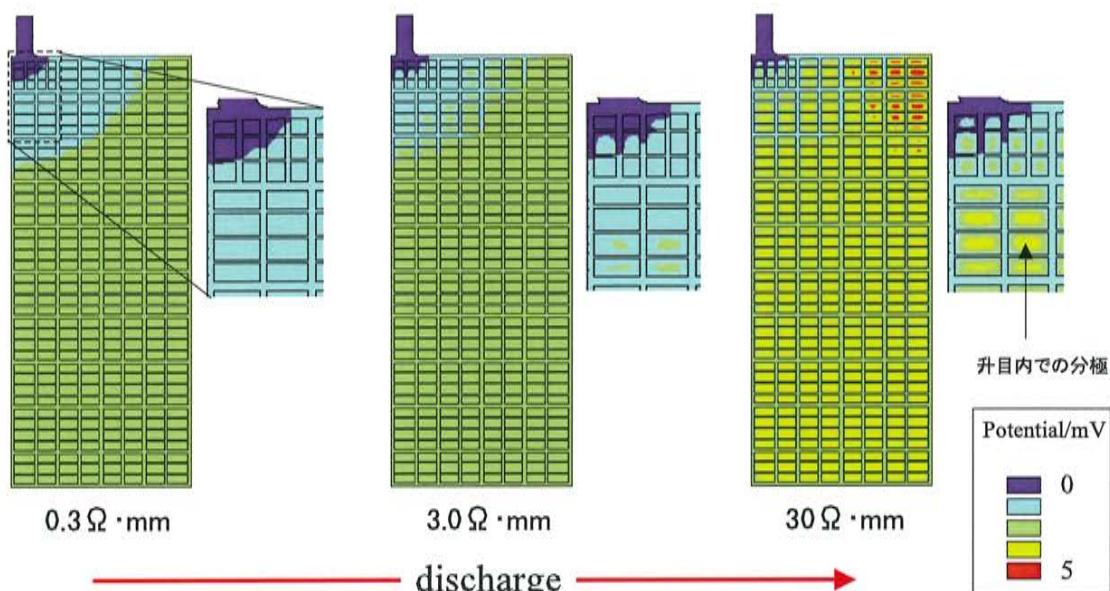


図1 活物質の比抵抗の影響シミュレーション
Fig.1 Simulation of positive plate potential distributions by different resistivities of active materials

スクリーニング評価結果を図2及び3に示す。

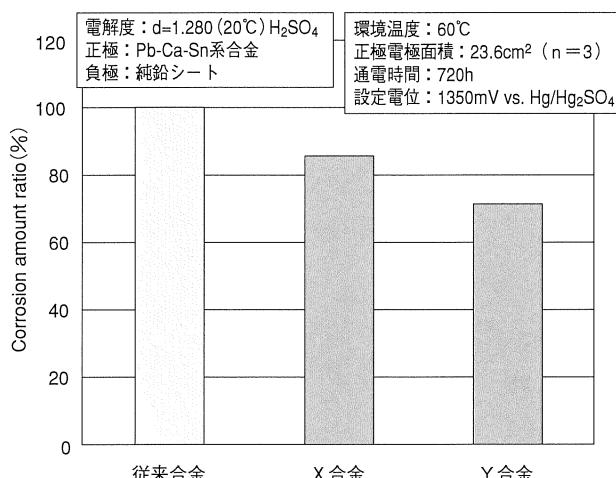


図2 CV腐食試験における腐食量比較
Fig.2 Comparison of corrosion rates of 3 alloys in CV corrosion test

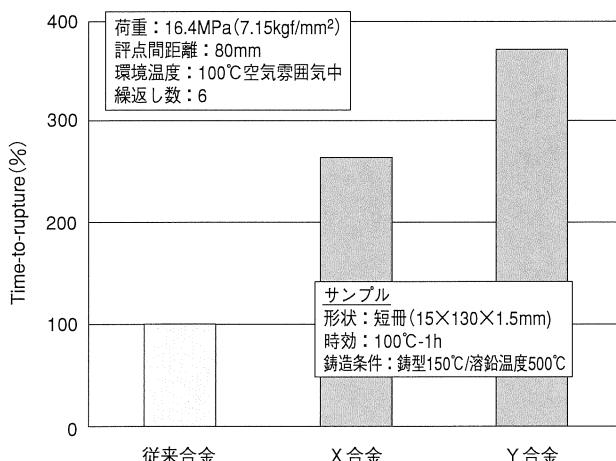


図3 耐クリープ試験における破断時間の比較
Fig.3 Comparison of time-to-rupture of 3 alloys in constant-load creep test

3.3 活物質の改良

3.3.1 正極

正極は活物質の高密度化と添加剤により軟化抑制を図り、長寿命化を実現した。この結果、図4に示す通り4000サイクル時においても初期と比べ容量の低下がなく、標準品に対して初期容量比で約20%向上している。

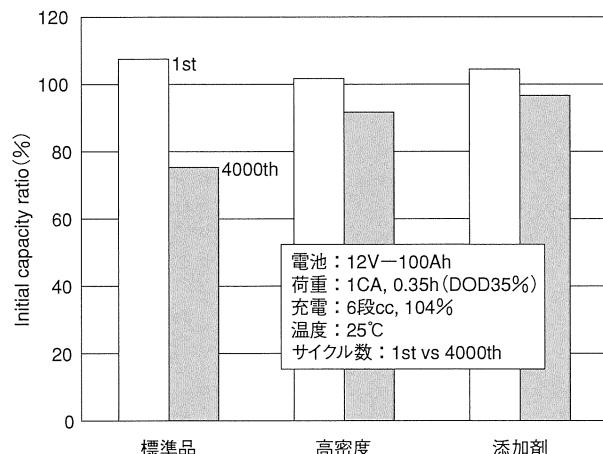


図4 サイクル試験における容量維持率の比較
Fig.4 Comparison of capacity retention ratios of different active materials

3.3.2 負極

負極に関しては、添加剤の検討を行った。サルフェーションを抑制するために、カーボンの種類と添加量をはじめ各種負極添加剤の最適化を試みた⁵⁾。図5～7に示すように、最適化を図ることにより充放電サイクル後もPbSO₄結晶の粗大化を抑えることができた。

また、最適化仕様のものは後述するサイクル加速寿命試験条件で大電流である第1段充電時の充電量が約5%向上した。これは充電受入性が改善された結果である。このことはWh効率とも関連して、充電時の電圧が低く、制限された液量しか保持していない密閉式電池にとって、電解により消失される水分量を抑制できるので電池寿命改善に働くことを示している。

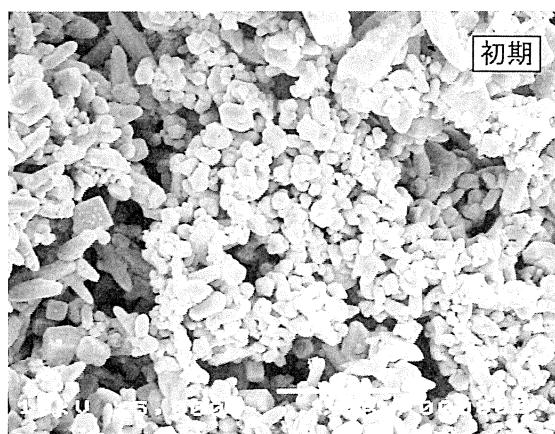


図5 サイクル初期のPbSO₄結晶
Fig.5 PbSO₄ crystals at initial 10 cycles

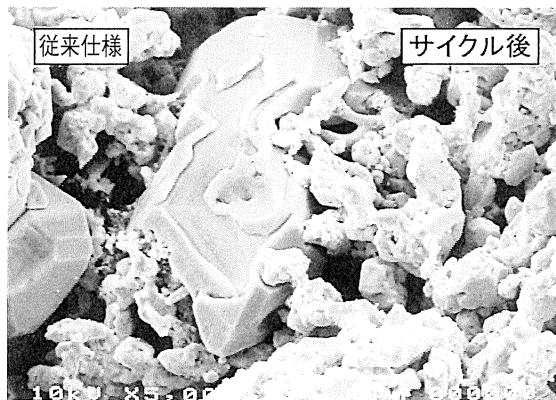


図6 従来仕様のサイクル経過後のPbSO₄結晶
Fig.6 PbSO₄ crystals after 4000 cycles in case of conventional negative plate

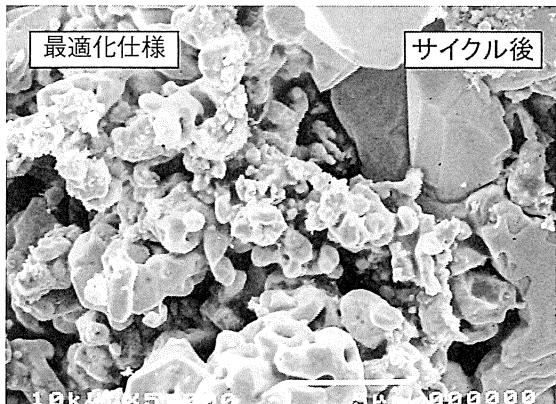


図7 最適化仕様のサイクル経過後のPbSO₄結晶
Fig.7 PbSO₄ crystals after 4000 cycles in case of optimized negative plate

3.4 セパレータと群圧力の最適化

セパレータに関しては以下の点に着目して材料の選定を行い、へたりが小さく且つガス透過性に優れたセパレータAを採用した。電極の反応面積拡大のためには、常に極板との密着性を確保するために表面平滑で、且つサイクル経過後もへたりが小さい材質である必要がある。このことを確認するために、理論空間量に相当する水を浸透させたセパレータを準備し、1↔50kPaで、加圧—開放を10サイクル繰り返した後の復元性を比較した。なお、ここでいう復元性とは初期厚み（20kPa加圧時の厚み）に対して、1↔50kPaでの厚み変化の割合（%）を示す。図8及び9に示すように、セパレータAの厚み変化及び復元性はセパレータBに対して約10%大きく、寸法の変化があっても圧力を保持できることが分かった。

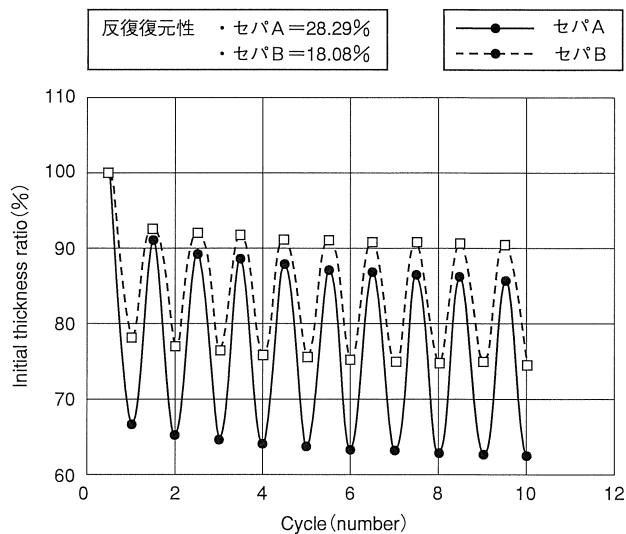


図8 1↔50kPa サイクル間の復元性の比較
Fig.8 Comparison of restoration capabilities of separator thickness

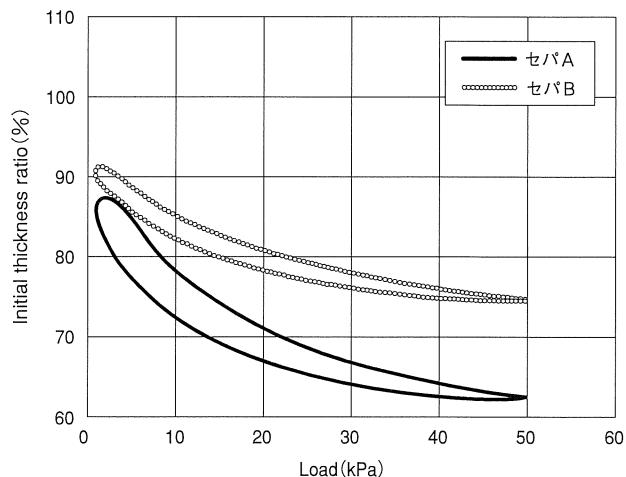


図9 1↔50kPa サイクル間のセパ厚み変化
Fig.9 Change in separator thickness by pressure cycle between 1-kPa and 50-kPa

また、サイクル中の電解液の減液を抑えるためにガス透過性が優れている必要があるが、比較を行ったところ、セパレータAはセパレータBと比較して、約20%程度優れていることが分かった。

また、組込み時の群圧と寿命の関係を調査した結果の一例を図10に示す。群圧が高いほど長寿命化の傾向にあるが、組込み作業性などを考慮して40～60kgf/dm²にコントロールすることにした。

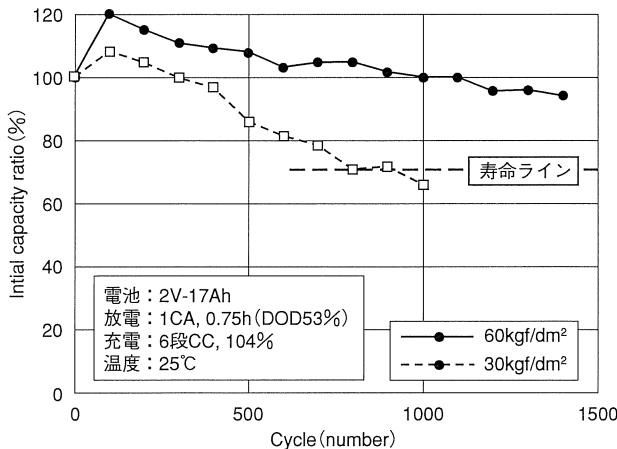


図10 群圧によるサイクル寿命の比較
Fig.10 Comparison of cycle-life of cells assembled with different group pressures

3.5 電池の配置

電池の配置については、電解液の成層化防止及びサイクル経過後のセパレータのへたりによる極板との密着性の低下を防止するために、水平置きとした。正立置きと比較した結果を図11及び12に示す。水平置きでは極板の上部と下部で電解液濃度の差が小さく、また、その結果、電極が均一に反応することにより、極板が良好に充電されて、サイクル寿命が向上したことが分った。

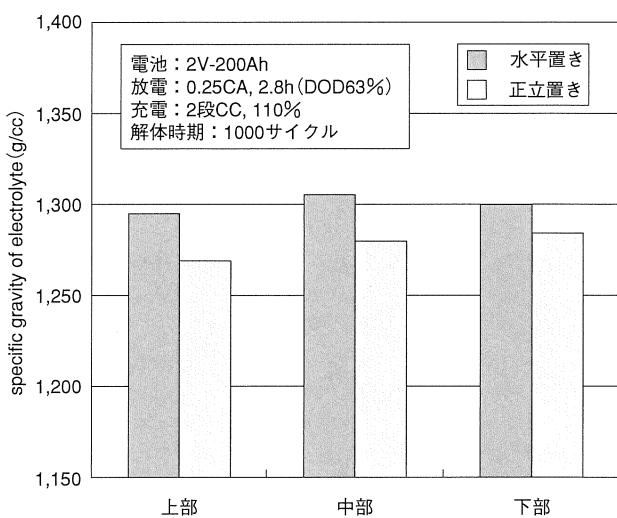


図11 配置によるセバ上下方向での液比重の比較
Fig.11 Comparison of specific gravity distribution of electrolyte in various separators positions between vertical and horizontal arrangements of cell

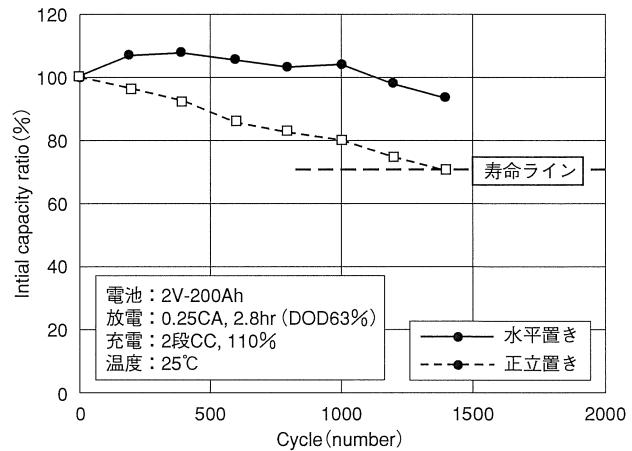


図12 電池配置によるサイクル寿命の比較
Fig.12 Comparison of cycle-life between vertical and horizontal arrangements of cell

4. 電池特性

4.1 放電特性

以上の各要素技術の開発成果をもとに、12V-100Ah電池を作製した。開発電池の放電特性は、図13及び14に示すように正極の高密度化にも関わらず従来品と比較して優れ、特に高率の1C放電では約26%容量が向上している。これは負極添加剤の最適化によるところが大きいと推測される。

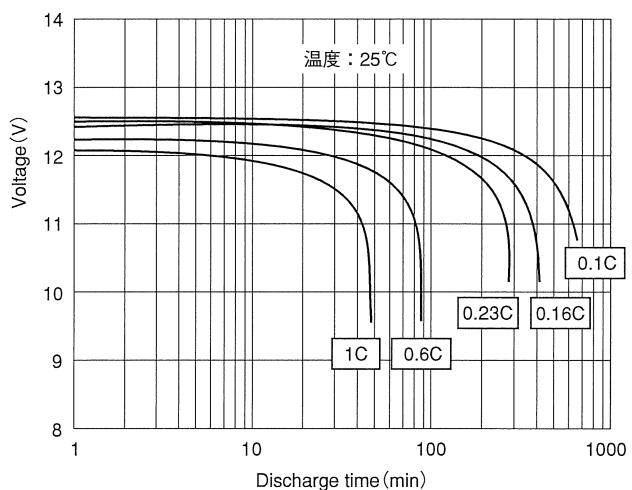


図13 開発電池の放電特性
Fig.13 Discharging characteristics of developed battery

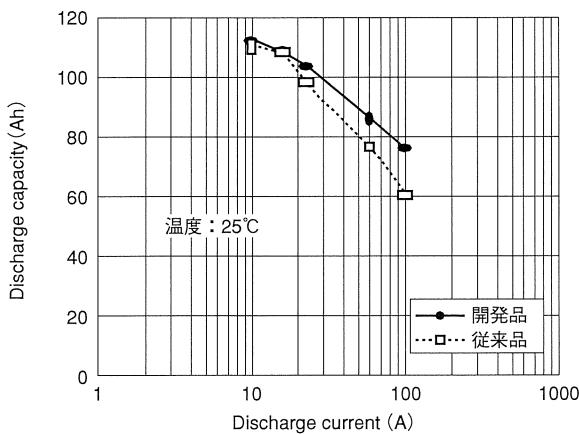


図14 放電電流と容量との関係
Fig.14 Relationship between discharge current and capacity

4.2 充電特性

充電方法や条件は電池性能に与える影響が大きく、特に充電条件は寿命性能にとって重要な要因の1つである。

このため、電池に悪影響を与えることなく最短時間で充電できる条件として、充電パターンを2～6段のマルチステップ方式にする方法⁶⁾⁷⁾について種々検討した。その結果、電解液の減少をできるだけ抑制し短時間で効率良く充電できる条件として、4～6段のマルチステップを基本とする方式が良好であることが分かった。

図15に4条件の充電に要する時間の比較を示す。

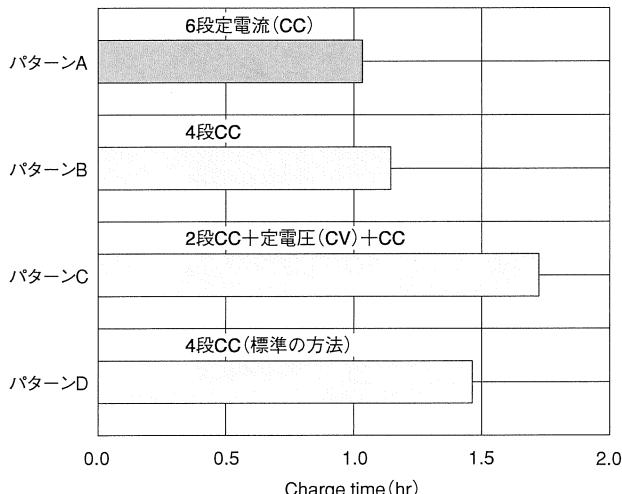


図15 充電パターンによる充電時間の比較
Fig.15 Comparison of charging times of 4 charging algorithms

この時間は、充電電気量が放電量の104%となる値である。パターンDの充電時間を100とした時、パターンAはその約70%にまで短縮できたので充電条件はパターンA（図16参照）を採用した。

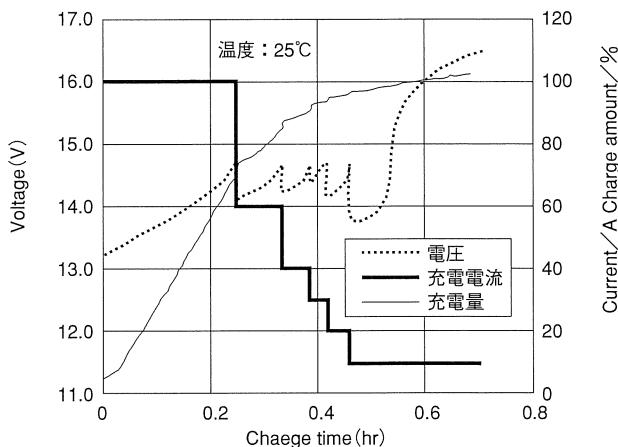


図16 パターンAの充電曲線
Fig.16 Charging curve of pattern A

4.3 サイクル寿命特性

開発電池を前述のマルチステップ方式の充電を用いたサイクル加速寿命試験に供した。試験条件は表3に示す通りである。

表3 サイクル加速寿命試験条件
Table.3 Condition of accelerating cycle-life test

種別	段数	電流 (CA)	備考
放電	一	1.0	0.35hr DOD35%
充電	1段目	1.0	2.45Vで次ステップ移行
	2段目	0.6	↑
	3段目	0.4	↑
	4段目	0.3	↑
	5段目	0.2	↑
	6段目	0.1	総充電量：104%

1Cサイクル試験において、開発電池は約7000サイクル経過時点でも初期容量の83%を維持している。これはDOD35%の加速試験で、実使用のDOD70%放電量に見合うサイクル数に変換すると、約3500サイクルとなる。標準サイクル試験(0.23C:DOD70%)は、1000サイクル継続中である。DOD70%サイクルの経過を図17に示す。以上

の経過から判断すると、標準サイクルでも目標を十分達成できるものと思われる。

4.4 エネルギー効率

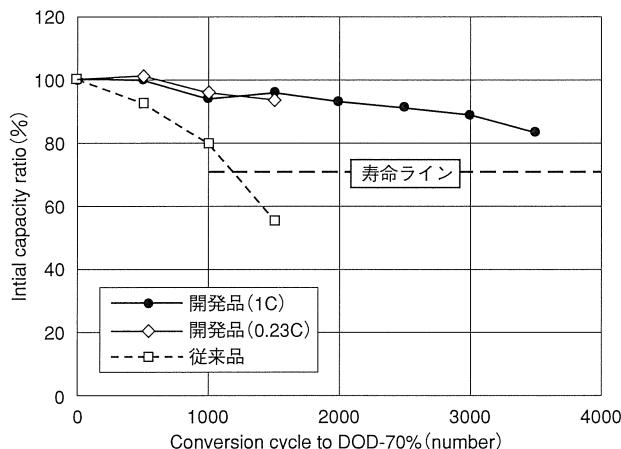


図17 従来品と開発品のサイクル寿命の比較
Fig.17 Comparison of cycle-life between the newly-developed and conventional batteries

カーボンをはじめとする負極添加剤の最適化を含めた材料の改善、極板製造プロセスの管理・徹底、および充電方法の最適化などによって、開発電池の充放電効率は86%であり、従来電池で一般にいわれている80%という値に比較して、大幅に向上させることができた。

5.まとめ

DOD70%で3000サイクルレベルの長寿命電池を開発し、充電受入性の改善などにより充放電効率が86%と従来値（80%前後）を大きく改善できたので、省エネ電力システム用鉛蓄電池にとって好適である。

今後、さらに長寿命電池の開発と各種実証試験を続け、各種用途に供する商品ラインアップを図る予定である。

謝辞

AGMセパレータの復元性評価についてご指導をいただいた芝浦工業大学・工学部・材料工学科 大塚正久教授に感謝申し上げます。

(参考文献)

- 1) Kazuhiro KUROZUMI, Takeru TAWARA, Toshikazu TANAKA, Yuji KAWAGOE, Takashi YAMANAKA, Hiroaki IKEBE, Kazuhiko SHINDOU, Tetsuo MIYAZATO, intelec'98, 785-789(1998)
- 2) 森勇, 川原裕之, 中谷文俊, NTT技術ジャーナル, 10, 30-33(1998)
- 3) 鉛と亜鉛, 204, 7-11(1998)
- 4) 飯塚博幸, FBテクニカルニュース, No.56, P35-41(2000)
- 5) 阿部英俊, 小宮山亮二, 曽我部幸藏, FBテクニカルニュース, No.57, (2001)
- 6) 佐藤真也, 河村篤男, 平成12年電気学会産業応用部門大会, 361-362(2000)
- 7) 池谷知彦, 石原薰, 三田裕一, 沢田信之, 高木左加枝, 村上純一, 小林和幸, 坂部哲也, 上坂英一, 吉岡晴樹, 加藤悟, 山下昌紀, 足立和之, 成底勇人, 西山和夫, 電力中央研究所報告, 研究報告:T97011, 1-12(1997)

高効率スイッチングユニットの開発

Development of High-Efficiency Switching Unit

柳田 佳廣 * 井上 裕章 *

Yoshihiro Yanagida Hiroaki Inoue

Abstract

Environment preservation is being increasingly required on global scale, making energy saving in their products an important subject to be addressed by power supply equipment manufacturers. Against this background, we have designed and developed a switching unit of high efficiency for power supply of mobile communication equipment.

The developed product has achieved an efficiency of 93 %, improving that of conventional products by more than 5 %. Moreover, a power factor of 99 % or more has been realized.

In terms of operability in combination with the monitoring and control equipment, the product compares favorably with conventional products.

1. はじめに

近年、移動体通信が急速に発展しているが、それらに必要な通信機等の機器にはバッテリーを装備して無停電化した電源装置が通常使われる。

弊社でもこれらの電源装置を数多く供給しているが、交流電力を受けて直流に変換する際に、ある程度の電力損失が発生している。

通常、交流の商用電源を直流に変換するスイッチング電源装置部の効率は90%弱で10%強の損失分が発生し、使用される装置台数が多くなると損失の絶対値も非常に大きくなる。

近年の環境保全への関心が高まる中、通信用電源装置の主要部であるスイッチングユニットの高効率化品を開発したので紹介する。

2. 高効率スイッチングユニットの設計と特長

主要な仕様は既に製品化した高効率型48V／100Aスイッチングユニット¹⁾と同仕様とし、スイッチングユニットの効率向上に主眼を置き、93%以

上を達成できる回路設計を採用した。

高効率にすることにより損失が低減される。従来の効率88%以上から93%に向上することにより、ユニット1台当たり約350Wの無駄な消費電力が削減されることになり、ユニットが複数台搭載される電源装置ではランニングコストの低減にも大きく貢献でき、環境保全へも寄与できることになる。

2.1 ユニット目標仕様

表1にユニット仕様を示す。

2.2 高効率

高効率の実現のためには、要求される仕様を考慮し、最適な回路方式の適用と部品レベルでの低損失化が必要である。以下に示す各要素を検討する必要がある。

(1) 回路方式、回路技術では主変換素子のスイッチング時の損失を低減するソフトスイッチング方式が上げられる。ソフトスイッチング方式として、L-Cで構成した共振回路を用い主変換素子のスイッチング時の電流または電圧波形を正弦波状し、電流または電圧がゼロの状態で主変換素子のオン、オフを行う準共振形がある。

なお、電流がゼロでの動作方式をZCS

* 電源システム事業部 開発設計部

表1 ユニット仕様
Table1 Specifications of the unit

項目		仕様	備考
方式	変換方式	トランジスタスイッチング方式	
	冷却方式	風冷	
交流入力	相数・線数	三相・三線	
	定格電圧	200V/210V	
	電圧変動範囲	180V~231V	
	総合効率	99%以上	定格入出力時
	高調波含有率	3%以下	定格入出力時
直流出力	定格電圧	-53.5V	
	電圧調整範囲	-48V~-59V	外部からの設定信号による
	定電圧精度	±1.0%以内	
	定格電流	100A	
	垂下電流	105A	
	電流設定範囲	40A~105A	
	出力リップル	200mVpp以下	
	評価雑音	1mV以上	
	効率	93%以上	定格入出力時
高周波雑音	VCCI class A		

(Zero-Current Switching), 電圧がゼロでの動作方式をZVS (Zero-Voltage Switching) と呼ばれる。一方, アクティブクランプ方式, ZVT (Zero-Voltage Transition) 方式に代表される主変換素子のスイッチオン, オフ時だけに共振動作する部分共振と呼ばれる方式がある。

(2) 回路構成は容量(約5.5kW)から2石フォワードコンバータ方式, フルブリッジコンバータ方式が上げられる。

(3) 部品の低損失化については, 先ず主変換素子である半導体の低損失品の積極的な適用が考えられる。また, 変圧器, チョークコイルの適切な材料選定, 最適設計による損失低減が上げられる。

以上の要素検討を行った結果, 従来の2石フォワードコンバータ方式からフルブリッジコンバータ方式とし, 位相シフト方式と呼ばれるソフトスイッチング技術を適用し, ゼロ電圧スイッチング(ZVS)により効率の向上を計ることとした。

また, 高効率化のため, 冷却体などの体積が小さくなることから, ユニットサイズを従来品よりさらに小型化することを計画し, 横幅440mm, 奥行き

330mm, 高さ150mmを目指している。

2.3 高機能化

従来品と同様にスイッチングユニットの制御部にマイコンを使用している。このマイコンで, スイッチングユニットと制御装置との通信を行い, 電源装置の操作性を高めている。主な通信内容は下記の通りである。

(1) 出力電圧・電流状態

スイッチングユニットの出力電圧, 電流

(2) 出力電圧設定

制御装置のキー操作により設定された各スイッチングユニットの出力電圧設定信号

(3) 出力電流設定

制御装置のキー操作により設定された各スイッチングユニットの出力電流設定信号

(4) 警報出力

各スイッチングユニットで発生している警報状態

制御装置と各スイッチングユニットはマルチドロップ伝送方式としている。制御装置をホストとし,

報文

高効率スイッチングユニットの開発

このホストから各スイッチングユニットを呼び出し、データの送受信を行う、ポーリングセレクティング方式となっている。

また、もし電源監視制御装置と送受信不能となつた場合でも、電源装置が停止することができないように各スイッチングユニットの運転継続ができるシステムとなっている。

3. 回路方式について

今回のユニット回路構成は高効率AC/DC変換部(PFC部)とフルブリッジコンバータ方式DC/DC変換部の回路構成となっている。(図1参照)

従来のフルブリッジコンバータ方式での制御方式は図2のようにトランジスタの1次側電源を交互に入力するため対角のスイッチング素子を同時に駆動する信号(図2 A区間)を与えていた。

これに対して、今回的方式は図3のようにトランジスタの1次側電源を交互に入力する動作は同じだが、意図的に対角のスイッチング素子に与える駆動信号にずれを設け位相シフトさせている。

このような方式は一般に位相シフトPWM制御方式と呼ばれている。

この位相シフトPWM制御を行うと、通常の対角スイッチング素子のONモード(図3 A区間)だけでなく、上部2個(図3 B区間)および、下部2

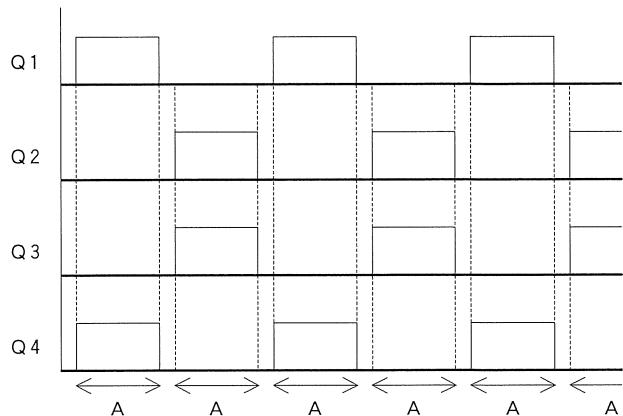


図2 従来から利用されているフルブリッジ型PWM信号
Fig.2 PWM signal waveforms of full-bridge configuration in conventional use

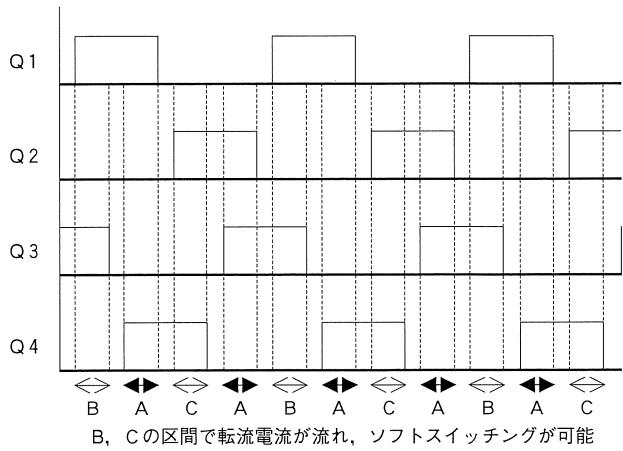


図3 位相シフト方式フルブリッジ型PWM信号
Fig.3 Phase-shifted PWM signal waveforms of full-bridge configuration

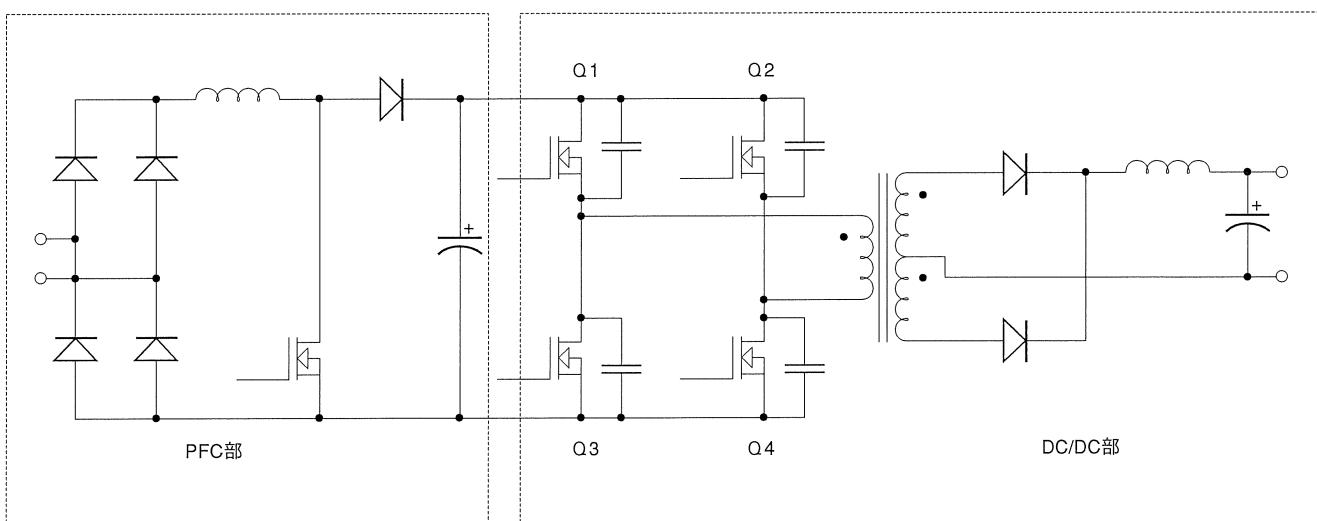


図1 ユニット構成
Fig.1 Configuration of the unit

個(図3 C区間)のスイッチング素子のONモードが発生する。

このB区間、C区間のスイッチング動作および、各スイッチング素子に設けてあるスナバコンデンサにより、各スイッチング素子のターンオンおよびターンオフ時のゼロ電圧スイッチングが可能となり、高効率・低ノイズ化を行うことができる。

また、フルブリッジコンバータ方式であるため、トランスの利用率が上がり、従来のフォワードコンバータ方式よりもトランスが小型化できる。

4. 効率評価の結果

図4の構成とした試作機を製作し、効率の測定を行ったところ、図5に示すように入出力定格時で効率93.1%となった。また、最大効率としては93.5%となり、目標値93%以上を達成できた。

表2に現状のユニットと高効率ユニット設計値と実測値の効率を示す。実測値ではその他の損失分も

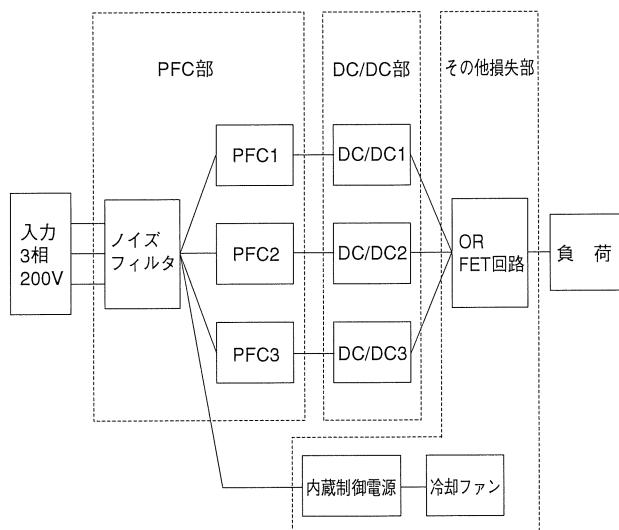


図4 試作ユニットブロック図
Fig.4 Block diagram of prototype unit

表2 効率比較
Table2 Efficiency comparisons

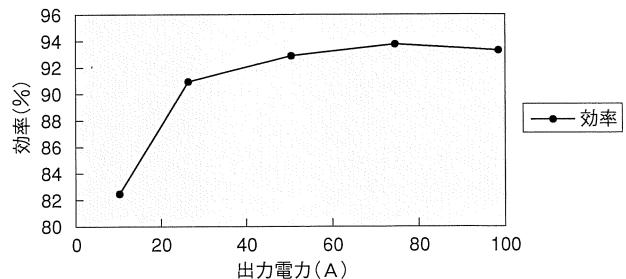


図5 効率曲線
Fig.5 Efficiency curve

PFC部、DC/DC部に含まれているので単純比較できないが、DC/DC部の効率は従来のユニットより格段に向上しており、ほぼ設計値通りの効率となつた。

5. まとめ

今回作成した効率向上を目標とした開発機では、目標効率を達成することが出来た。今後は開発されたスイッチングユニットを中心に高効率化を図りながら、製品化に向けて寸法とコストに着目した開発を進める。移動体通信などに使用される通信機用電源の効率改善を通して、運転コストの低減とともに、環境保全により一層貢献できるようにしたい。

(参考文献)

- 井上裕章, FBテクニカルニュース, No56, P71~75 (2000)

	従来ユニット	高効率設計値	高効率試作実測値
PFC部	96.9%	97.4%	97.2%
DC/DC部	93.5%	97.3%	97.5%
その他	97.1%	98.8%	98.5%
総合効率	88.0%	93.6%	93.3%

鉄道車両用MT形アルカリ蓄電池の減液特性改善

Development of MT Type Alkaline Battery with Low Water Consumption for Train Applications

江黒高志^{*1} 鈴木孝光^{*2} 阿部勲^{*1} 白井隆^{*1}
 Takashi Eguro Takamitsu Suzuki Isao Abe Takashi Shirai

Abstract

MT series of vented Ni-Cd alkaline battery was commercialized in 1998. It was featured in the superiority of battery performance and serviceability, which was mainly due to its sintered electrode construction. Keeping these features, new MT series was developed, which was planned and conducted in order to cope with the increasing demands of higher performance in battery's energy density and maintenance period. Electrode's compositions and surface structures were optimized through the analysis of their polarization characteristics. Serviceability of maintenance-free over 8 years was demonstrated based on both the actual train operation and simulation study by using the yearly climate data of Tokyo metropolitan area.

1. はじめに

ペント（開放）形ニカド電池のMTシリーズは、1998年に保守低減に的を絞ったコストパフォーマンスの優れたローメンテナンスタイプ蓄電池として商品化した。MTシリーズの主要な設計要素は図1に要約される通りであり、これらにより次の特長を可能にした¹⁾。

- (1) 補水間隔の延長（従来電池の約3倍の液量）
- (2) 保守点検作業の安全確保、清掃容易性（カバーによる金属端子部露出防止）
- (3) 補水作業の効率化（定液面機能を有した2括補水装置の採用）
- (4) 焼結式電池による高性能維持

図2にMTシリーズの組電池写真（一例）を示す。しかし、最近になって市場ニーズがつぎのように変化した。

- (i) 車両負荷増大に伴う大容量化；40、50Ah級から80Ah級へ
- (ii) 鉄道運転規則の一部改正による検査周期の延長；整備間隔3年から4年へ

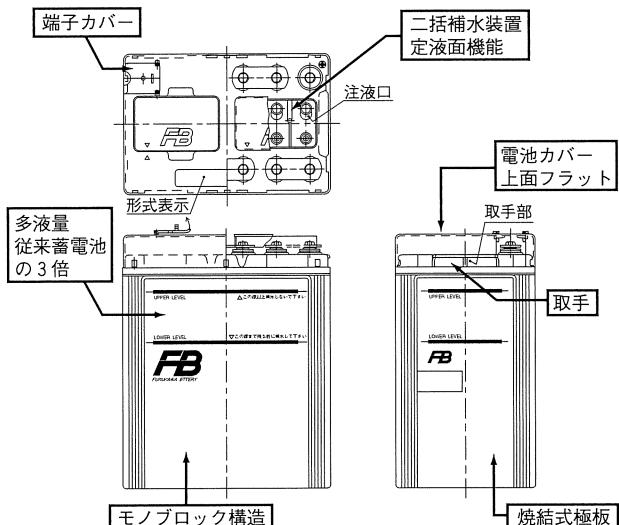


図1 MTシリーズ電池の特長
 Fig.1 Major design features of MT series battery

そこで、このような市場ニーズに応えるため、特性改善は「浮動充電時のさらなる減液特性の改善」に絞り、第1段階として80Ah蓄電池で補水間隔4年以上の減液性能を速やかに実現し、更に第2段階として80Ah蓄電池で補水間隔8年以上の減液性能への改善に取り組んだので、その結果を報告する。

*1 Eチーム

*2 産業電池事業部 アルカリ電池部

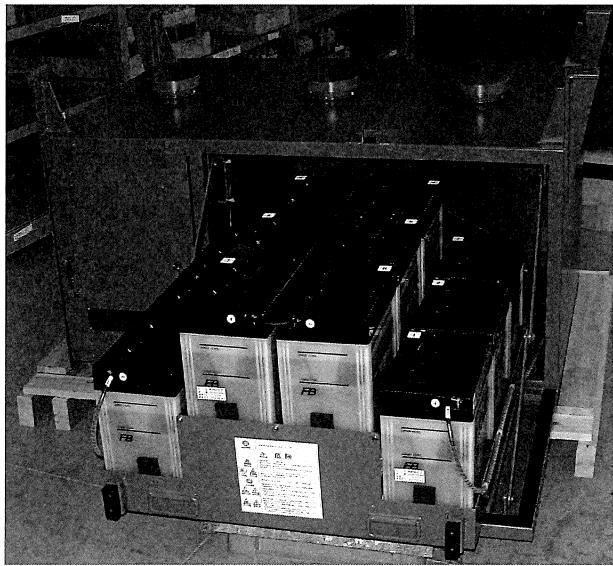


図2 MTシリーズの組電池
Fig.2 MT series battery assembly

2. 検討と結果の概要

2.1 目標

「減液特性の改善」は以下の条件を満たすことを目標とした。

- ・ 基本特性、寿命性能の維持
- ・ 品質、信頼性の維持
- ・ 車両搭載要件の維持（従来品との互換性）

2.2 改善内容

2.2.1 過電圧の増大

ベント（開放）形電池の浮動充電（定電圧充電）において減液量を低減するには、過充電時における水の電解電流を低減する必要がある。

図3に電解電圧と電解電流の関係を示す。充電電圧は、水の理論分解電圧と、正極および負極の過電圧の和であるから、電解電圧の中の過電圧部分を増大させることにより、電解電流を大幅に低減できる。

正極、負極の分極によって発生する過電圧の特徴は以下の通りである。

- 1) 過電圧は条件にもよるが概ね電流密度の対数に比例する（ターフェル式）。
- 2) 過電圧は電極を構成する金属種に依存し、例えば水素過電圧は一般的にHg, Cd, Zn, Sn

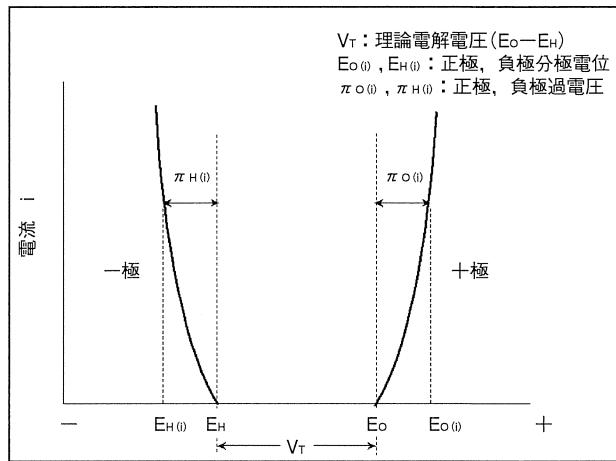


図3 電解電圧と電解電流との関係（様式図）
Fig.3 Model of decomposition voltage and current

が大きく、Ag, Ni, Ptは小さい。

- 3) 過電圧は電極の表面の状態によって著しく異なり、一般に平滑な表面の方が粗い表面よりも大きい。

これらの特徴を応用することが開発のポイントである。

2.2.2 正極の酸素過電圧

図4に種々のNi極の過充電V-I特性を示す。

正極の過電圧増大の具体的手段として、高過電圧金属を添加する方法と、焼結基板を作製するスラリー材料を変更し、より孔径が均一となる方法を用いた。

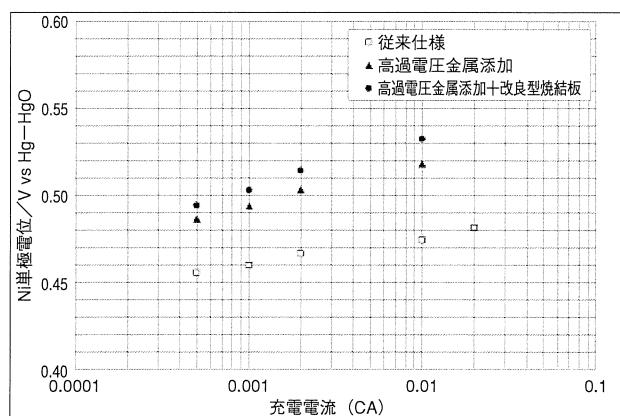


図4 種々のNi極の酸素過電圧(25°C)
Fig.4 Charge voltage -charge current characteristics of Ni electrode(25°C)

一般にニッケル正極は主たる構成元素であるNiの酸素過電圧が低いため、充電末期に電解により酸

素が発生しやすいが、高過電圧金属を添加することにより過電圧を効果的に増大させることができる。また、孔径がより均一な焼結基板を用いることにより、電極表面性状が均質化され、更に過電圧の増大を図ることができた。

2.2.3 負極の水素過電圧

図5に種々のCd極の過充電V-I特性を示す。

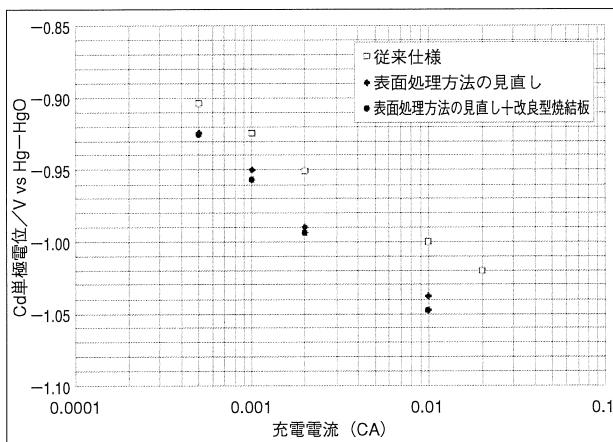


図5 Cd極の過充電V-I特性比較 (25°C)
Fig.5 Charge voltage -charge current characteristics of Cd electrode(25°C)

負極は水素過電圧の低いNi（焼結基板）と水素過電圧の高いCd（活物質）が混在していることから、電極の表面状態の改善により過電圧の増大を図り、正極と同様に電極表面性状の均質化により過電圧の増大を図った。

2.2.4 電流密度の増大

更にこれらに加えて、

(i) 活物質充填密度の向上

(ii) 極板厚みの増大

などにより電流密度の増大と、それにともなう過電圧の増大を図った。

2.3 評価結果

前述した2.2.2項の検討結果を基に改善1の試作評価を、続いて2.2.3項と2.2.4項の検討結果を基に改善2の試作評価を実施した。一例を次に示す。

2.3.1 過充電V-I特性

前述の図4、5の正負極の分極特性を合成して電池の充電電圧-充電電流の関係を半対数グラフにプロットした結果を図6に示す。

この図から、例えば1.43V／セルの充電電圧における充電電流値を比較すると、正極のみ改善を図った改善1は、従来品の約1/3、正極、負極共に改善した改善2は従来品の約1/6の充電電流になることが予想される。

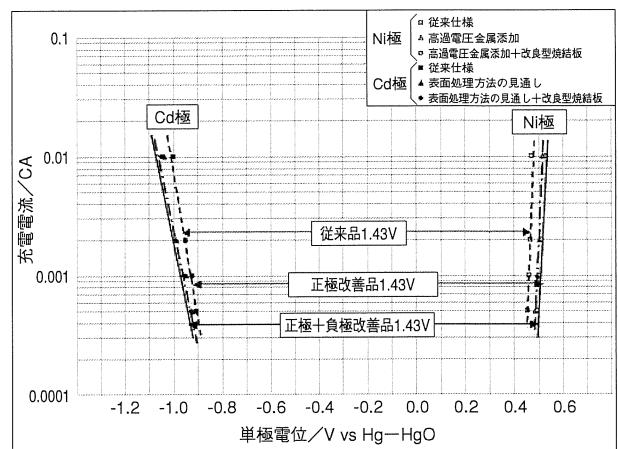


図6 過充電V-I特性比較 (25°C)
Fig.6 Charge voltage - charge current characteristics of MTcells(25°C)

2.3.2 充電電流と減液特性

図7に35°Cで1.43V／セル (103.0V／72セル) で連続定電圧充電した場合の充電電流の推移を、図8に電池の質量変化、すなわち減液特性をそれぞれ示す。

従来品の充電電流は初期に大きく、その後急速に減少するため、初期の減液量がやや大きい。正極を改善した改善1は初期から充電電流が低く、その後も安定しているため、減液量も少なく初期において従来品の約1/3、その後も約1/2で推移している。正極と負極を共に改善した改善2の充電電流は従来品のそれよりも大幅に少なく、質量変化は約1/4であり、減液性能が大幅に改善されていることが判る。

2.3.3 その他の評価

表1に実施した評価の一覧を示す。

ここでは特に、極板ストレス試験などを主体とした寿命評価及び鉄道車両用電池として必要な機械試験などのスペックに留意した評価を行なった。

この結果から改善1及び2の仕様は車両用電池と

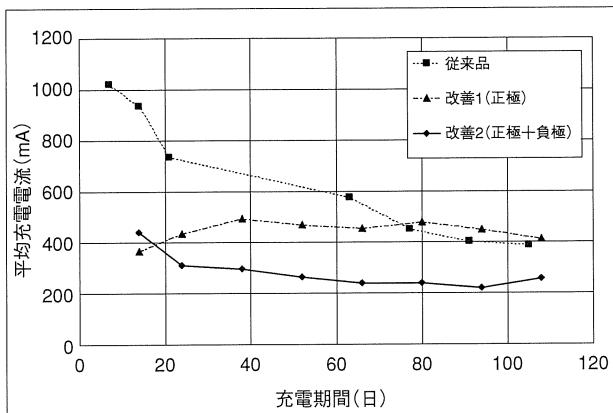


図7 定電圧充電時の充電電流変化 (103V-35°C)
Fig.7 Changes of charge current during constant voltage charging(103V-35°C)

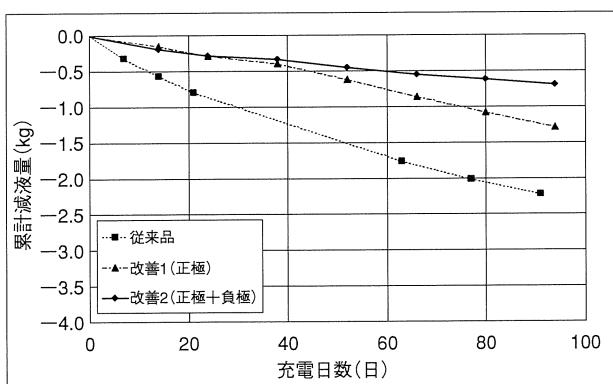


図8 定電圧充電時の保守液量変化 (103V-35°C)
Fig.8 Changes of service mass during constant voltage charging (103V-35°C)

して具備すべき性能を満たしており、基本特性、寿命性能、信頼性が維持されていることを確認した。尚、極板部品以外の変更点は無く、従来品との互換性は維持されている。

2.4 シミュレーションによる減液量の推定と実証

2.4.1 前提条件

このシミュレーションは、以下の前提条件のもとを行った。

i) 年間の電池温度予測：

理科年表の東京の気象データから日別最高気温の月毎平均値と今まで実施した実車試験時の電池液温との関係を照合したところ、概ね一致したため、これを採用した。

ii) 車両運用の状況から1日の稼動（充電）時間

表1 その他の評価試験
Table1 List of test items

分類	評価項目	開発時	改善1	改善2	評価項目
設計検証	質量 容量 高率放電性能 (25°C) 低温高率放電性能 I (5°C) 低温高率放電性能 II (-5°C) 最大放電電流	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ —	○ ○ ○ ○ ○ —	極柱、通電部設計は変わらないため、省略
	容量保存性能 防沫性能	○ ○	○ —	○ —	防沫構造は変わらないため、省略。
	サイクル寿命性能	○	—	—	実使用は定電流サイクルよりも定電圧であるため、省略。
	定電圧充電性能 絶縁性能 貯蔵性能 耐振性能 (JIS E 4031 2B) 耐衝撃性能 (JIS E 4032 1A)	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ —	○ ○ ○ ○ —	開発時6M80Tで評価済み。 質量は開発時とほぼ同一であり、省略。
妥当性確認	V-I充電特性試験 AH放電性能 実車試験 高温トリクル寿命 シミュレーション 極板ストレス試験	○ ○ ○ — ○ —	○ — ○ ○ ○ ○	○ — ○ ○ ○ ○	高率放電 (25, 5, -5°Cの1C, 2Cデータで代用)

○評価判定合格 —評価未実施

を16時間、一ヶ月の稼動日数を30日とした。

2.4.2 方法

シミュレーション方法の概要は次の通りである。

- a. 定電圧連続充電試験により、実際の浮動充電時で測定された減液量を求める。
- b. 減液理論値（充電電流がファラデー則に従って水の電気分解に100%消費されたと仮定した場合の減液量）と実際の減液量は、負極でのガス吸収反応や水の蒸発などの影響から一致しないため、実際の減液量と理論値との比をRとして算出し、充電電流とRの関係を求める。
- ・浮動充電電流は温度、電圧によって変化するため、試験から温度／電圧／電流の関係を求めた上で、Rの温度・電圧テーブルを作成する。
- ・このテーブルから各月の平均最高気温及び各設定電圧における電流とRから毎月の減液量を算出することができる。

2.4.3 結果と実証

図9に、充電電圧100Vにおける80Ah電池の年間液面低下の推定結果を示す。

1年間の減液量は従来品に対し、改善1で約1/4、改善2で約1/8のシミュレーション結果が得られた。

鉄道車両用MT形アルカリ蓄電池の減液特性改善

尚、このシミュレーション結果は実際の実車試験のデータと概ね一致しており、信頼のおける方法と判断できる。

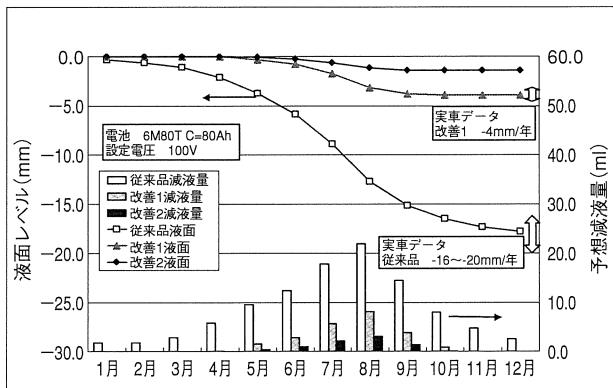


図9 1年間の保守液量の減少予測 (100V-80Ahセル)
Fig.9 Estimated yearly reduction of electrolyte mass(100V-80Ah cell)

3.まとめ

以上、述べたことをまとめると次の通りである。

- (1) 減液特性は改善1では80Ah蓄電池で補水間隔4年以上、改善2では80Ah蓄電池で補水間隔8年以上に改善できた。
- (2) 安全構造、2括補水方式等現行MT電池と同一外観、構造を踏襲することにより、MT電池の特長をそのまま維持できた。
- (3) 一連の評価試験、実車試験により、基本特性、信頼性、寿命性能を維持できた。

今回、MT電池の浮動充電時における減液特性を従来品に比べ大幅に改善することが確認できた。そして改善1は2000年9月に、更に改善2を2001年10月に商品化した。

MTシリーズは開発から約3年経過したが、車両メーカー及び電鉄各社に数多くの納入実績をあげることができ、今回改善したMTシリーズはさらに満足して使用していただけるものと確信している。

今後も市場ニーズにマッチする車両用蓄電池を改善・開発を進めていく所存である。

謝辞

おわりに、MTシリーズは各納入先での実車試験等において、貴重なフィールドデータを蓄積することができたものであり、データ取得に御協力を頂いた各納入先の関係各位に謝意を表します。

(参考文献)

- 1) 富田行雄、石川幸嗣、鈴木孝光、小野秀伸「鉄道車両用低保守タイプMT形アルカリ蓄電池の開発」、テクニカルニュース、No.55, p.5-10 (2000.1.1)

鉛電池負極添加剤としてのカーボンの効果

The Effects of Carbon as an Additive to the Negative Active Materials of Lead Acid Batteries.

阿部英俊 * 小宮山亮二 * 曽我部幸蔵 *
 Hidetoshi Abe Ryoji Komiya Kouzo Sogabe

Abstract

Effects of carbon added to negative active material(NAM) of lead acid batteries were studied. Experimentally comparing various industrial carbon, it was found that one type of carbon black gave the most substantial effects demonstrated the advantageous and essential nature of carbon for lead acid battery under partial state of charge(PSOC), which is getting increasing applicability in the automotive and energy storage usage.

Relating to the mechanism, electron microscopic observation revealed that the carbon particles gradually coagulated through charge-discharge cycling, which suggests that consideration should be taken into on the sustainability of the carbon effects.

1. はじめに

近年、鉛電池はハイブリッド自動車用途に限らず、完全充電ではない部分充電状態である PSOC (Partial state of charge) で使用される用途が多くなっている。

このような条件下では、早期に電池が劣化しやすい。その主な原因として、負極に還元し難い粗大な硫酸鉛が蓄積（サルフェーション）し、容量が低下する現象がある¹⁾。正極で発生した酸素を負極で吸収する制御弁式電池（VRLA）で特に顕著である²⁾。

負極が劣化すると、回生充電等の大電流定電圧充電条件で、すぐに負極が水素ガス発生電位に到達するので、正極、負極ともに充電不足に陥り、容量が低下して、遂には電池として使用できなくなる。

PSOC 条件での性能を向上させるためには、負極の可逆性を向上させることが重要であり、従来から導電剤として使用してきたカーボン粉末の添加量を更に多くして、硫酸鉛結晶の周囲に導電ネットワークを形成し、硫酸鉛の還元を円滑にすることが報告されている³⁾。

また劣化した電池の電解液にカーボン微粒子を注

入し、負極表面に蓄積した硫酸鉛の周囲へ導電性を付与することにより電池性能を回復させる試みもなされている⁴⁾。

カーボン粉末と、これに類するもの（以下カーボンという）としては、カーボンブラック、グラファイト粉、カーボンファイバー粉（カットファイバー）が市販されているが、通常は負極添加剤としてカーボンブラックが使用されている。

負極活性物質へのカーボンの添加効果は放電で生成する硫酸鉛による抵抗増加を緩和して、充放電を円滑にするための導電剤として用いられている。

カーボンは不導体粉体中に分散させると、カーボン-カーボン間の接触がなくとも近接していれば、ホッピング機構により電子伝導が起こり、導電パスを形成する。活性物質全体の導電性はカーボン添加量と形状に大きく依存する⁵⁾。

しかし鉛電池負極中へ添加したカーボンは単なる粉体中の導電フィラー作用に留まらない。負極反応は溶解析出を伴うので、反応する場所は電池の充放電や放置によって常に変化し、特に活性物質構造を形成する化成時においては最も影響が大きい。

また、カーボンは種類が多く、表面積、かさ密度およびストラクチャが非常に異なっており、同じ添加量であっても負極活性物質との接触状態や活性物質中

* 技術開発部

での占有体積ならびに導電性の付与効果等が異なる。

以上のことから、カーボンを添加すると、全般的な負極諸特性へ種々の影響を与えることが考えられる。

今回はカーボンの形状、および添加量を変化させた場合の影響を調査、研究した。

2. 実験

2.1 電極の作製

ボールミル式鉛粉40 gと所定のカーボンを乾式混合後、イオン交換水を10cc注入、混練し、比重1.265の希硫酸を4cc注入、混練して、負極用ペーストを調製した。

カーボンは形状による影響を調査するために、代表的なカーボンブラックCB1、同CB2、グラファイト粉またはカーボンファイバ粉を鉛粉質量に対して各々2%添加した。また添加量による影響を調査するため、CB1を鉛粉質量に対して、0から4%の範囲で添加した。

なお、実験ではカーボンの効果を確認することを目的としたため、交互作用の大きなリグニン等のエキスパンダや硫酸バリウムおよび補強材等は添加しなかった。

Pb-Sn-Ca系合金の実験用鋳造基板(25×18×1.5 [mm])を準備し、一枚当たり約2.8gのペーストを充填した。その後、綿布をはさんで200Kgfの荷重で平板プレスをした。

熟成は40℃、95%RHで16時間放置し、その後、60℃、2時間の乾燥を経て実験用電極とした。電極の理論容量は全ての水準で約500 mAhとした。

化成は電解液を注入後、40℃、25mA/gの電流で22時間充電した。

2.2 セルの構成

実験用セルの構成を図1に示す。セパラブルフラスコを用いて、作用極には所定のカーボンを添加した負極を用い、電位精度を向上させるためリードを2本設置した。対極は十分な容量を持つ化成済の正極、参照極は水銀／硫酸第一水銀電極、セパレータ

は通常のガラスマットを使用した。電解液は比重1.280の希硫酸を500cc用いた。なお、スタッツは抑え板の四隅を4本のPTFEボルトで固定し、締付けトルクを0.5Kgf·cmとして電極間を加圧した。

2.3 性能試験

試験セルを用いて、25℃、27.8mA/gの電流で終止電位-0.6V(以下、水銀／硫酸第一水銀電極に対する電位とする)までの放電と、同じ電流で6時間の充電を2サイクル実施し、2サイクル目を容量試験とした。

2サイクル目の充電後、高率放電性能測定のために139mA/gの電流で終止電位-0.6Vまでの放電を実施した。この電流は1C放電に相当する。

3サイクル目の充電後、ポテンシャルステップ法により、水素ガス発生速度を測定した。

サイクル試験は、25℃、139mA/gで-0.6Vまでの放電と、69.5mA/gで1.5時間の充電を15サイクル繰り返した。

化成終了後およびサイクル試験後にSEMで活物質構造を観察した。

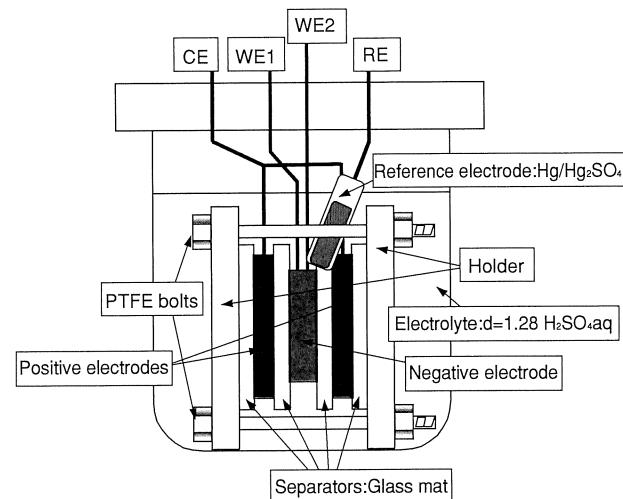


図1 試験セル模式図
Fig.1 Schematic structure of test cell.

3. 結果

3.1 カーボン形状の影響

4種類のカーボンを負極へ添加した時の利用率を測定し、無添加の結果と比較して表1に示す。

表1 各種カーボンを添加した時の利用率および充電末期電位
Table1 Results of NAM utilization measurement for various carbon powders.

Carbon	CB1	CB2	Graphite powder	Carbon fiber	Non additive
Utilization/%					
High-rate (%)	32.1	30.8	26.6	24.3	23.7
Low-rate (%)	52.8	54.0	44.7	37.2	37.0
Hydrogen evolution					
Final charge potential (V vs. Hg/Hg ₂ SO ₄)	-1.432	-1.312	-1.464	-1.506	-1.520

NAM : 2% carbon added without lignin and barium sulfate

Charging : 27.8mA/g for 6 hours.

CB1 & CB2 : 2 types of carbon black tested. Temperature : 25°C

High-rate : Discharged at 139mA/g. (1C)

Low-rate : Discharged at 27.8mA/g. (0.2C)

カーボンの種類により、利用率および充電末期電位が変化した。

この結果、CB1およびCB2で利用率が高く、グラファイト粉およびカーボンファイバーは利用率が低いことが判った。但し、CB2は充電末期電位が非常に貴であり、水素ガスを発生しやすかった。これはCB2の表面積が大きかったことと共に、不純物が多くなったことが考えられる。

以上のように、CB1が負極特性の改善効果に一番優れていると判断されたので、以下の実験はCB1についてのみ行なった。

3.2 カーボンブラック添加量による活物質構造形成（化成）への影響

化成開始から水素発生までの電位変化を図2に示す。

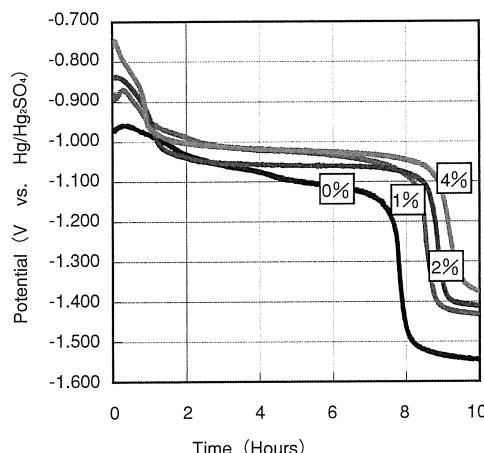


図2 化成時の負極電位変化（水素発生まで）
Fig.2 Change of potential to hydrogen evolution during formation.
□ shows carbon black content.

カーボンブラック添加量が多いほど水素ガス発生までの時間が長くなり、化成効率が向上した。また、水素発生電位はカーボンブラック添加量が多いほど貴側にシフトし、水素ガスが発生しやすい傾向が見られた。

化成終了後のカーボンブラック添加量と負極活物質粒子径の関係を図3に、SEM写真を図4に示した。

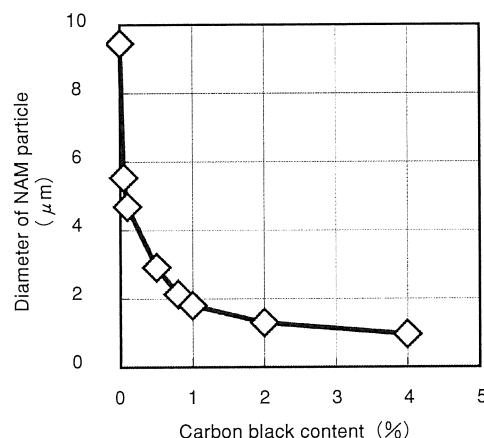


図3 化成後のカーボンブラック添加量と負極活物質粒子径の関係
Fig.3 Relationship between carbon black content and diameter of NAM particle size after formation.

カーボンブラックを添加すると、急激に活物質粒子径が減少し、1%以上ではその変化量が小さくなつた。

添加量が多いほど、細かく、球状になることが認められた。添加量が2%以上、特に4%ではカーボンブラックの凝集体内に金属鉛が存在する状態になった。また添加量が多いほど、活物質強度が減少し、特に4%では基板から非常に脱落しやすい状態となつた。

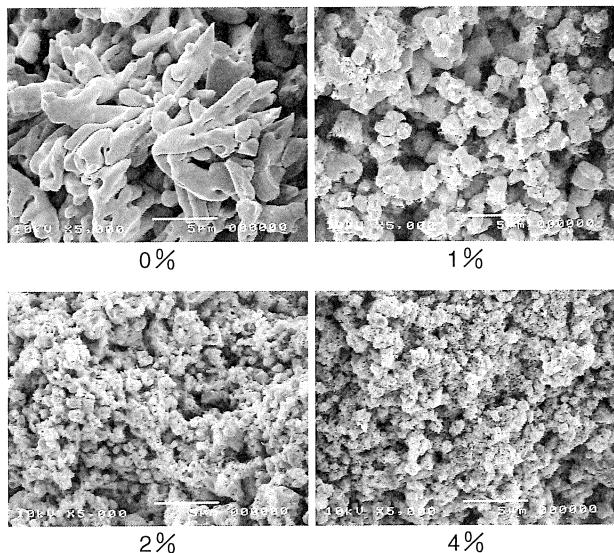


図4 化成終了後の負極破断面SEM写真（充電状態）
Fig.4 SEM photos of charged NAM after formation.

3.3 放電性能への影響

カーボンブラック添加量と利用率の関係を図5に示す。カーボンブラックの添加量が多くなると、2%までは利用率が増大する傾向を示したが、4%では低下した。

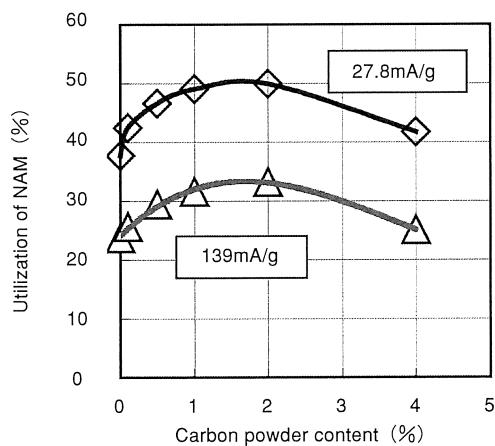


図5 カーボンブラック添加量と負極利用率の関係
Fig.5 Relationship between carbon black content and utilization of NAM.

3.4 充電時の水素ガス発生挙動

ポテンシャルステップ法により水素ガス発生速度を測定した。満充電状態で設定電位を−1400mV, −1300mV, −1200mVとし、充電電流が垂下して、一定になった値をプロットして図6に示す。この値は設定電位での水素ガス発生を伴なう水分解に消費

される電流である。

カーボンブラック添加により、水素ガス発生が起りやすくなり、水素過電圧が低下した。また水素ガス発生速度は、添加量が増加するに従い大きくなり、2%までは急に上昇し、以降の上昇度合いは小さかった。

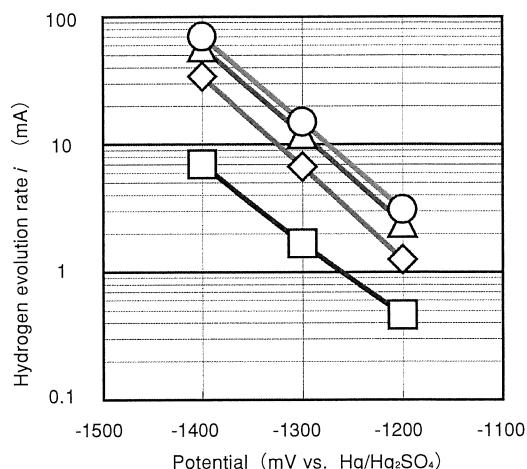


図6 ポテンシャルステップ法による水素ガス発生速度の測定

Fig.6 Results of potential step measurement for various negative electrodes.
Carbon black content □: 0%, ◇: 1%, △: 2%, ○: 4%

3.5 サイクル特性への影響

充放電サイクル試験での利用率変化を図7に示す。

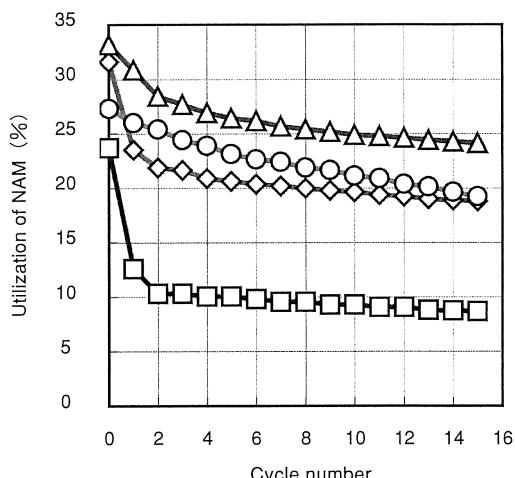
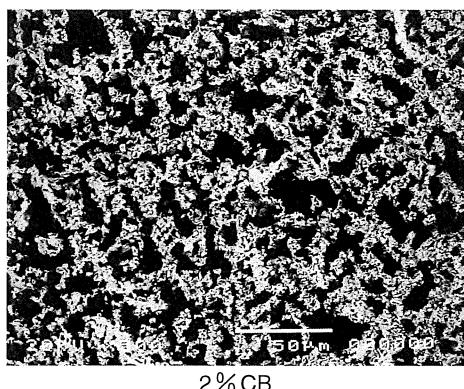


図7 サイクル試験中の負極利用率変化

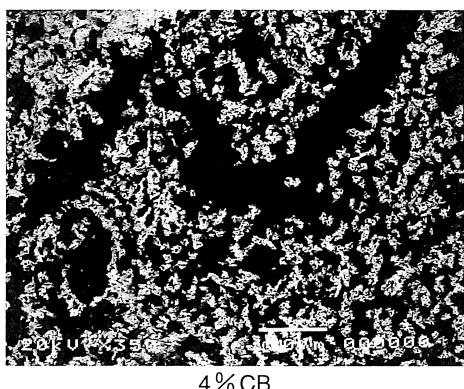
Fig.7 Change of NAM utilization during cycling.
Carbon black content □: 0%, ◇: 1%, △: 2%, ○: 4%

サイクルにより利用率が低下した。4 %添加を除き、カーボン添加量が多いほど高い利用率で推移しており、また初期の容量低下が小さい傾向が見られた。

2 %添加と4 %添加の15サイクル後の断面（埋込研磨後）SEM反射電子像を図8に示す。



2% CB

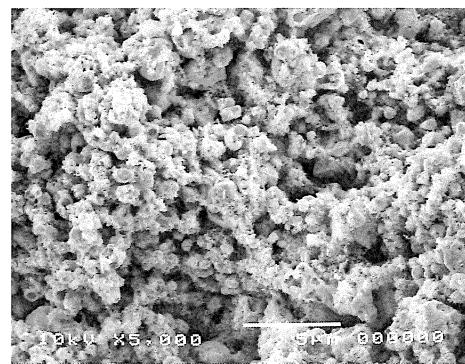


4% CB

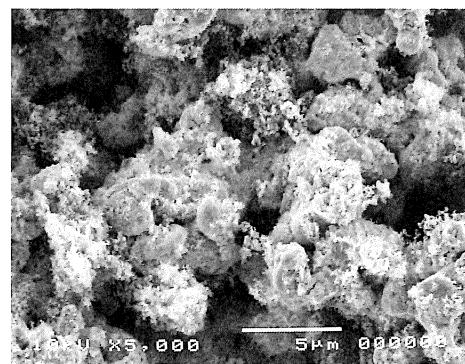
図8 15サイクル後の負極断面写真（反射電子像）
Fig.8 SEM (back scattering electron image) photos at cross section of negative electrode with 2% and 4% carbon black at 15th cycle.

SEMの反射電子像は金属鉛部のみを観察することができるので、図8は各負極のPb-Pbマトリックスを表している。サイクルによりカーボンパウダー添加量が多いほど、Pb粒子が小さく保持されている傾向が見られた。またPb-Pbマトリックスは添加量が4 %では殆ど接続しておらず、Pb粒子が孤立していることが認められた。

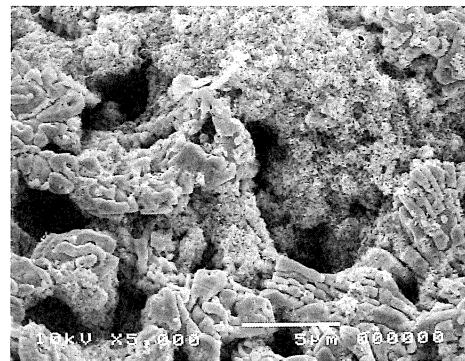
添加量2 %の化成後、および15サイクル後の充電および放電状態の負極活性物質SEM写真を図9に示す。



After formation.



Charged NAM after 15th cycle.



Discharged NAM after 15th cycle.

図9 15サイクル後の2%カーボンブラック添加負極活性物質SEM写真
(上：化成後、中：サイクル後充電状態、下：サイクル後放電状態)
Fig.9 SEM photos of NAM after formation and 15th cycle.

負極活性物質構造はサイクルによって粗大化し、サイクル前には均一に形成されていたカーボンの導電マトリックスは破壊され、凝集する傾向が見られた。粗大化したPbと硫酸鉛の繰り返し溶解析出反応により、物理的に押されて偏在化する様子が観察された。

4. 考察

カーボン、特にカーボンブラックは負極活物質と比較して、かさ密度が小さいので負極中に占める体積が大きい。添加量を多くすると、カーボンーカーボン粒子間距離が近くなり、溶解析出を経由する負極反応において、 Pb^{2+} の拡散距離が短くなることと、電子を供給するカーボン粒子の個数が増加するため、化成時に活物質が微細化したと考えられる。このため表面積が増加し、またカーボンの表面積も加わり電流密度が低下して利用率が高くなるとともに、水素ガス発生速度が増加した。水素過電圧の低下は、減液性能に悪影響を及ぼすので、特にVRLAでは問題になる。

導電性から考えると、添加量を増加するとPb-Pb粒子間接触が主体の構造にカーボン粉末が入り、接触性を増すために負極全体の導電性が向上する。しかし、1～2%で利用率のピークを過ぎると、カーボン中にPbの微粒子が存在するような状態となるため、Pb-Pb粒子間の接触が少なくなり、抵抗の大きなカーボン-カーボン粒子間の接触が主体となり、負極全体の抵抗が増大して、利用率が低下すると考えられる。同時に負極の構造的な強度も低下した。

サイクル中は溶解析出を繰り返すため、放電で生成した Pb^{2+} が拡散し、電子供給がされやすい場所に集中して還元析出することにより、金属鉛が粗大化する。その結果、カーボン導電マトリックスは偏在化して、破壊され、粗大化（表面積減少）と相まって利用率が低下すると考えられる。放電時に生成する硫酸鉛の結晶も同様な働きがある。

負極添加剤としてのカーボン粉末の要件は、構造の微細化および集電効果が高く、かつ水素ガスを発生させ難いことであると考えられる。

本実験では単純化のため、負極活物質の微細化剤として使用されているリグニンや硫酸バリウムは添加しなかったが、これらを併用する実用条件では、微細化効果が相乗され、例えば図7のサイクル試験での利用率変化（低下）も大幅に改善すると推察される。

5. まとめ

負極活物質へのカーボン添加により、以下の知見が得られた。

- 1) 形状および添加量で添加効果に差が見られた。
- 2) 化成効率、利用率、水素過電圧および強度に影響が見られた。
- 3) カーボン添加量を増加すると、活物質構造が微細化した。
- 4) 充放電サイクルにより、カーボンの導電マトリックスは粗大化した金属鉛、および成長した硫酸鉛の結晶で物理的に押し寄せられて破壊された。

高温のPSOC環境下では、常に硫酸鉛が存在し、再結晶反応により成長する状態にあるので、 Pb^{2+} の溶解および拡散が増加し、粗大化が促進された。

PSOC性能を飛躍的に向上するには、セパレータを含むセル構成要素技術、充放電アルゴリズム、サーマルマネジメントなど広範囲に亘る技術改良が不可欠であり、カーボンと共に、核化剤や結晶変性剤など各種添加剤の適正化、高性能化は重要な課題である。

（参考文献）

- 1) G.Richter, H.Dietz, J.Garche, J.Bauer, Journal of Power Sources, 46, p.191 (1993)
- 2) B.Culpin, D.A.J.Rand, Journal of Power Sources, 36, p.415 (1991)
- 3) M.Shiomi, T.Funato, K.Nakamura, K.Takahashi, M.Tsubota, Journal of Power Sources, 64, p.150 (1997)
- 4) 小沢, 山下, 池田, J.C Nardi, R.J.Brodd, 第41回電池討論会要旨集, p.162 (2000)
- 5) T.C.Dayton, D.B.Edwards, Journal of Power Sources, 85, p.139 (2000)

日本電機工業会技術資料 JEM-TR 204, 215の紹介

An Introduction to JEM-TR 204 and 215, Technical Guidelines Compiled by
The Japan Electrical Manufacturer's Association (JEMA)

内田 榮市 *
Eiichi Uchida

日本電機工業会（以下JEMAと略す）UPS技術専門委員会では、JEM-TR 204「汎用UPS用小形シール鉛蓄電池ユーザーズガイドライン」及びJEM-TR 215「UPS用制御弁式据置鉛蓄電池ユーザーズガイドライン」を制定したので、その概要を紹介する。

1. 制定の趣旨

UPSにおける蓄電池の位置付けは、その機能維持及び安全性の観点から、重要度の高いものである。しかし、現状では、蓄電池放電時間率や設置環境の影響で早期に劣化が進行してしまう例や、定期交換が実施されずに使用され、停電時のシステムバックアップが維持されないだけでなく、寿命到来後も交換されずに放置された蓄電池では、発煙・発火に到るおそれもある。

このような状況から、UPSユーザの蓄電池に関する認識を深め、UPSのシステム安定性、蓄電池の性能維持、安全性の確保を目的として、技術資料を制定することになった。

2. 適用範囲

TR-204は小形シール鉛蓄電池（JIS C 8702該当品）が、TR-215は制御弁式据置鉛蓄電池（JIS C 8704-2該当品）が適用範囲となっている。

3. 寿命について

小形、据置によらず制御弁式鉛蓄電池の寿命は、温度の影響が大きいことは広く知られている（10℃2倍則）が、UPSの場合は一般的に停電補償時間が5～10分程度と短いため、蓄電池は1.5～3.0C（A）の高率放電となる。

高率放電で使用する場合の蓄電池劣化は、正極格子の腐食並びにこれに伴う有効活物質量の減少による内部インピーダンスの増大が主因であるが、負極活物質の劣化も放電特性を低下させる一因となる。

高率放電になればなるほど、蓄電池の内部インピーダンスによる電圧降下の比率が増大し、出力電圧の低下を招き、放電持続時間が短くなる。

4. 高率放電時の寿命

下表にそれぞれの蓄電池の交換時期の目安を示す。

(1) 小形シール鉛蓄電池

蓄電池周囲温度 (℃)	交換時期目安（年）	
	0.25C ₂₀ A放電負荷	2.0C ₂₀ A放電負荷
5～25	3	2.5
30	2.2	1.7
35	1.5	1.1

(2) 制御弁式据置鉛蓄電池（25℃の場合）

	標準VRLA蓄電池(MSE)	長寿命形VRLA蓄電池
20×I ₁₀ 放電(2.0C ₁₀ A)	5～7年	9～12年
1.6×I ₁₀ 放電(0.16C ₁₀ A)	7～9年	13～15年

5. その他

その他の規定内容は、寿命チェックの方法、温度と蓄電池寿命、設置環境、蓄電池交換方法、発煙・発火防止対策、関連法規等について定めている。

6. UPS用小形シール鉛蓄電池の寿命試験方法について

蓄電池の寿命判定基準は、JIS C 8702に“5×I₂₀の電流で放電したとき、その容量が定格容量（20時間率）の50%になったとき。”と定義されており、その寿命は、2年以上と規定されている。しかし、汎用UPS用小形シール鉛蓄電池は、通常60×I₂₀前後の高率放電で使用され、その寿命は、前述のごとく短くなる。

このような状況から、JIS C 8702では規定されていない、汎用UPS用小形シール鉛蓄電池のための寿命試験方法を定めることとし、JEM-TR 204の（追補1）が制定された。

この追補1では、試験方法、評価方法、寿命表示ラベルが規定されている。

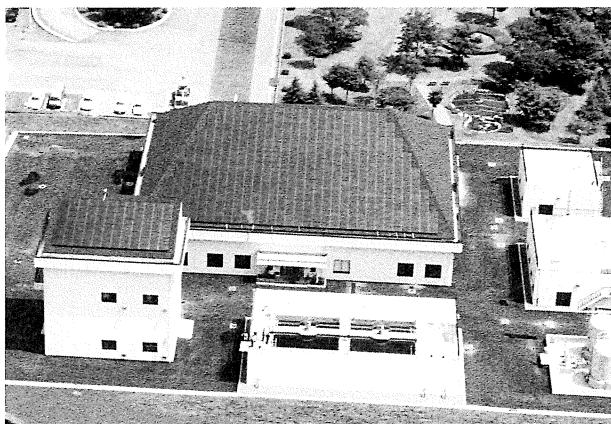
* 産業電池事業部 技術部

今市市水道部瀬尾浄水場殿向けに 100kW太陽光発電システムを納入

Supply of a 100-kW Solar Photovoltaic System to the Senoo Waterworks of Imaichi-City Waterworks Department

この度弊社は、今市市殿の水道事業拡張に伴い、瀬尾浄水場に新設された膜ろ過設備の付帯設備として、同市がNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）殿から地域新エネルギー導入促進事業の対象として承認された、100kW太陽光発電システムを受注、平成13年2月末に設置完了しました。

今市市はキャッチフレーズである『オアシス都市今市』の様に、自然との共生をうたっており、新たに導入する設備の電力消費を幾らかでも自然エネルギーで賄おうと、今回の導入に至ったものです。



太陽電池全景

【納入システムの概要】

今回納入したシステムは、国内では数少ない100kWの大形太陽光発電システムですが、単に商用との系統連携で一般電力消費を太陽光発電システムによって賄う事だけではなく、システムに蓄電池を組入れる事で、同浄水場での最大契約電力量の抑制(ピークカット)、停電時の設備の稼動、商用電力無しでの特定設備の稼動、等を目的に導入されたものです。下記に主要機器の諸元を記します。

1. 太陽電池

種類：多結晶シリコン太陽電池

最大出力：100kW

モジュール枚数：712枚（150W／枚）（内7枚
はダミー）

アレイ構成：15直列47並列

2. パワーコンディショナ

2.1 インバータ時

交流出力：3相3W210V, 100kW

2.2 コンバータ時

交流入力：3相3W210V

直流出力：321V, 250A

3. 蓄電池

型式：FVL-3000形144個組（3000Ah/10H.R.）

収納方式：蓄電池盤(管理棟内発電機室に設置)

4. 表示盤

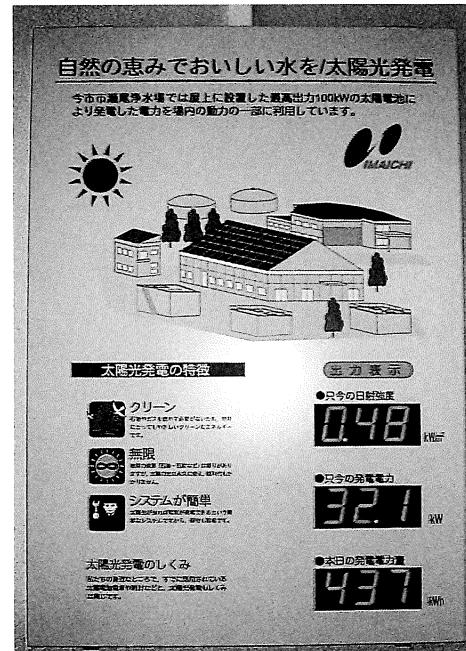
現在の日射量、発電量、発電電気量を表示し、浄水棟玄関に設置。



蓄電池

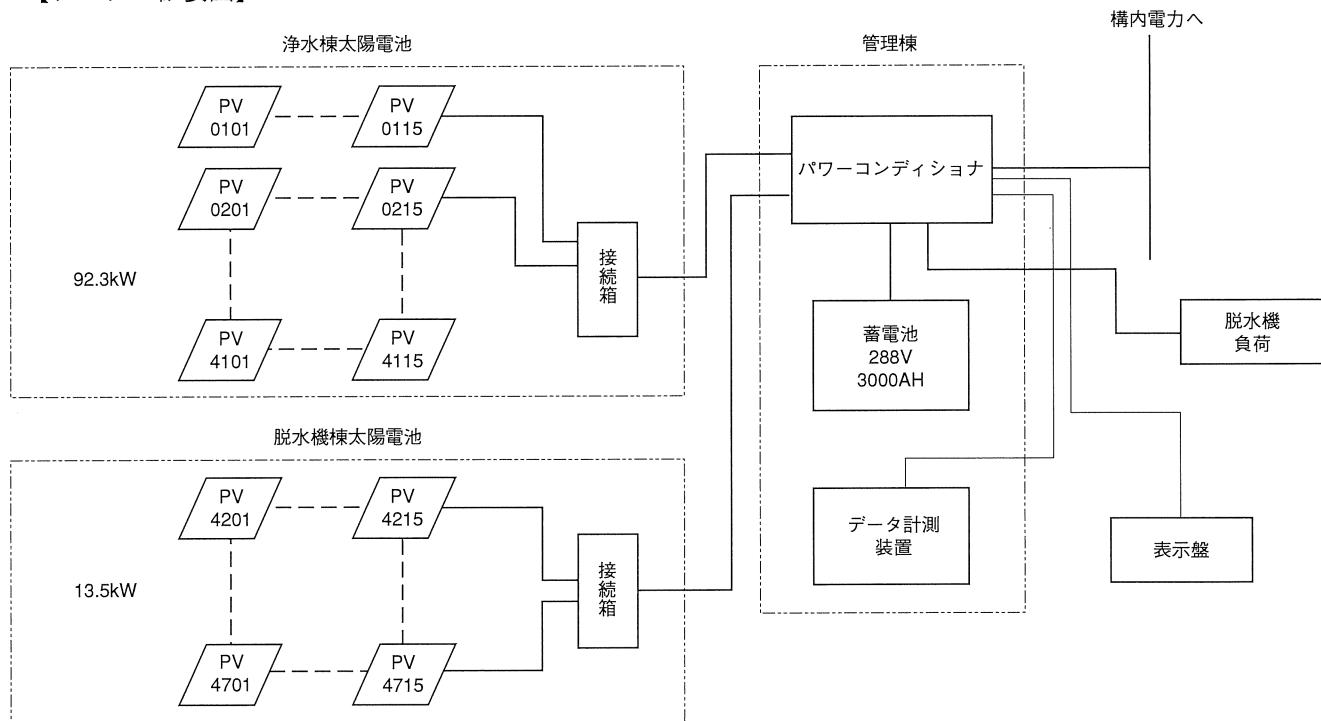
5. データ収集装置

パソコン（PC）を用い、気温、日射量、太陽電池出力電流、太陽電池出力電圧、太陽電池発電電気量、パワーコンディショナ出力電力等を常時監視し、PCにてデータ集積、解析を行う。



表示盤

【システム概要図】



(産業機器営業本部 産機第二営業部 佐藤秀一 河野一郎)

東京都水道局殿に独立型太陽光・風力ハイブリッド電源を納入

Supply of a Hybrid Solar-Photovoltaic and Wind Power Supply System of Independent Type to Tokyo Metropolitan Waterworks Department

このほど、東京都水道局殿に水道管の電気防食※用電源として独立型太陽光・風力ハイブリッド電源を納入致しました。近年、二酸化炭素等による地球温暖化及び環境対策として太陽光発電や風力発電によるクリーンエネルギー供給が注目されています。従来、太陽電池を用いた小・中規模の独立型電源装置の設置は商用電源が引けないような公園や山間地が中心でしたが、最近は商用電源が引ける場所でもクリーンエネルギーを使用したいとの要求が高まっており今後の需要増が期待されています。

今回は東京都水道局殿からの強い要望で小型風力発電機と太陽電池のハイブリッド方式に決定されました。

一般に風力発電と太陽光発電とのハイブリッド方式には、雨天時や夜間など太陽電池で発電できない場合に風力発電で補完できるというメリットがあります。また、一年を通して夏期の日射が多い時には主に太陽電池による発電、冬期の風が強い時は風力発電による発電と通年でバランス良く発電ができるとされています。

以下に納入品の概要をご紹介致します。

太陽電池…種類：単結晶タイプ

形式と数量：SP-75×4枚

最大出力：300W

太陽電池充放電コントローラ…形式：F37D-240

風力発電機…種類：単相交流発電機(整流器内蔵)

形式：エアロゼン2

最大出力：20W

プロペラ枚数：5枚

風車用柱…高さ：5.2m

風車発電用コントローラ…2SB

蓄電池…種類：制御弁式鉛蓄電池

形式：12CTE-120×2個

定格：24V, 120Ah／100HR

蓄電池での補償日数…3日間(雨天・無風等で発電が無くても蓄電池から負荷に供給できる日数です。)

負荷…DC24V, 1A (24時間連続)

*電気防食：地中等に埋設された鋼管を腐食から守るため防食電流を人為的に供給して腐食を止めるシステムです。



(産業電池事業部 アルカリ電池部 深沢正利)

7年目を迎えた電気自動車の省エネレース

7th Year of the Eco-Run Competition for Electric Vehicles

世界で初めての電気自動車の省エネレースは、ソーラーカーとガソリンのエコランレース技術を融合したレギュレーションとして体系化し、秋田県大潟村及び宮城県SUGOサーキットで1995年に開催、その後、各大会に展開（表1）し記録更新が継続してきています。特に70mの高低差で市街走行に近似する宮城県SUGOサーキットでの大会では、第1回大会での優勝チームの記録は、42.6kmであり、7回目を迎えた今年の優勝チームは、70.4kmを走行し、約1.65倍の省エネ走行を実現しました。

極限に近いCd値の低減をめざした車体技術の他に、平滑と回生の両方に使用するキャパシタ、フォイール・イン・モータ（DDモーター）、専用タイヤ等の各技術があります。

弊社では、人と地球環境に優しい、こうしたクリ



写真-1 走行前にキャパシタの配線確認をする木村英樹氏（ソーラーバイシクル用;日本ケミコン(株)製角型電気二重層キャパシタ、15V-65F 4直）

ーンエネルギーを利用したソーラーカー、電気自動車の省エネレースを支援し、将来に向けての技術者の育成に努めています。

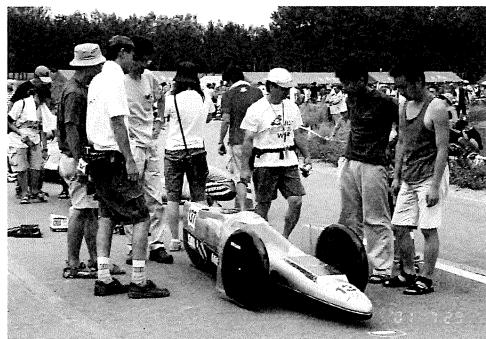


写真-2 2001年各大会で活躍し、フォイール・イン・モーターの普及に貢献した(株)ミツバのUSO800（ワールドソーラーバイシクルレース・カテゴリ-S仕様）

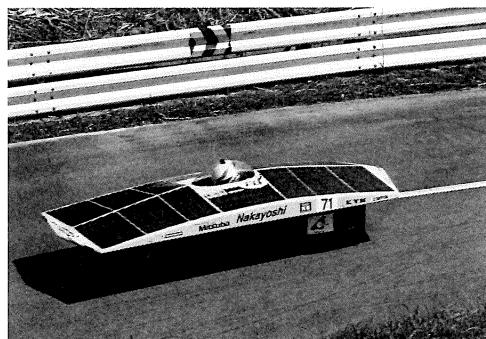


写真-3 各E.V.エコランレースでの技術を結集し、フルクラスのソーラーカーの成績を凌ぐチーム・Junkyard (W.S.R.ストッククラスフレッシュ部門で4回目の優勝)

表1 2001年各大会での使用・搭載電池について
Table 1 List of batteries used in the competitions held in 2001.

大会名称	開催地	開催日	搭載電池	供給電力量	備考
ワールド・エコノ・ムーブ	秋田県大潟村	5月4日, 5日	FT4L-BS×4個	約110Wh/2時間	キャパシタ
ワールド・ソーラー・バイシクルレース	秋田県大潟村	7月28日, 29日	FPX1275×5個他	約360Wh/2時間	ソーラーパネル、キャパシタ
電気自動車創作コンテスト	山形県余目町	8月10日, 11日	FPX1275×4個	約270Wh/1時間	キャパシタ
筑波EVミーティングECONO MOVE	筑波サーキット	8月19日	FPX1250×4個	約200Wh/2時間	キャパシタ
E.V.Ecorun in SUGO	スポーツランドSUGO	8月25日, 26日	12m7.2B×4個	約260wh/2時間	キャパシタ、フライフィール
湖国EVフェスタ	滋賀県湖東町	9月22日, 23日	FPX1250×4個	約200Wh/2時間	キャパシタ

(産業機器営業本部 東北支店 熊谷枝折)

H-II Aロケット打上げ成功！

H-IIA Rocket Successfully Launched!

8月29日の打ち上げに成功したH-II Aロケット試験機1号機に弊社のニカド電池が搭載されています。

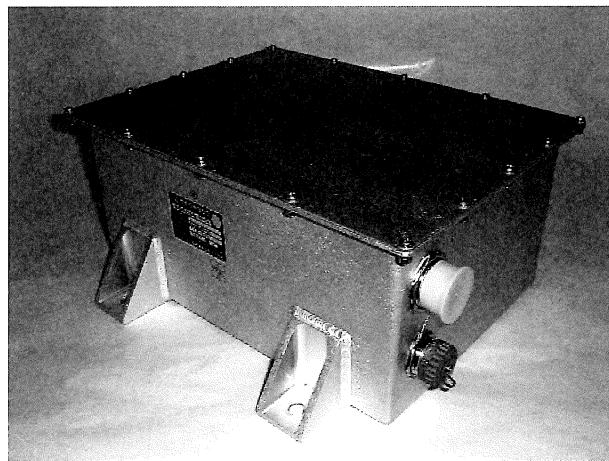
この電池は、ロケットの第1段目制御用及び第1段目計測用として使用されるもので、H-II A用に新たに開発したものです。

また、ロケット内部の様子を直接確認するビデオ撮影用の照明用電源として弊社コラム電池（円筒密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池）を改良してロケット用に耐える構造とした電池も搭載されています。

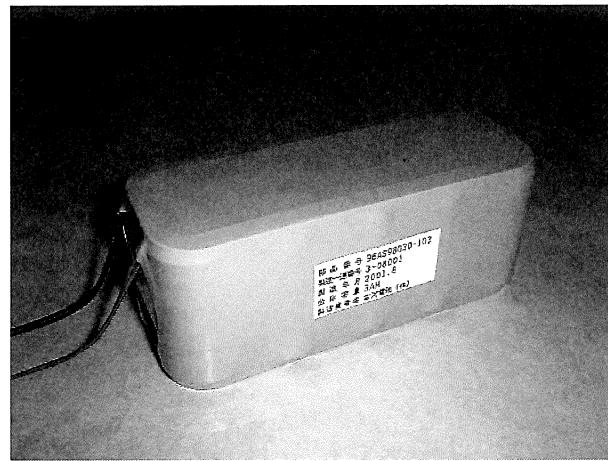
第1段目制御用及び第1段目計測用のニカド電池は、リフトオフ前から第1段目の各機器に電力を供給し、リフトオフ以降の第1段目の分離までの過酷な環境の中、安定して電力を供給しつづけ無事役目を終えました。

ビデオ撮影用の照明用電源として搭載されたニカド電池は、リフトオフ以降のLRE（レーザー測距装置）分離以降も照明に安定して電力を供給し続け、飛翔中のロケット内部の直接撮影に貢献しました。

今後も古河電池のニカド電池は、日本の宇宙開発に貢献して行きます。



制御・計測用ニカド電池（形式:FNS15-H II A）



照明用ニカド電池（形式:10-D4.0）

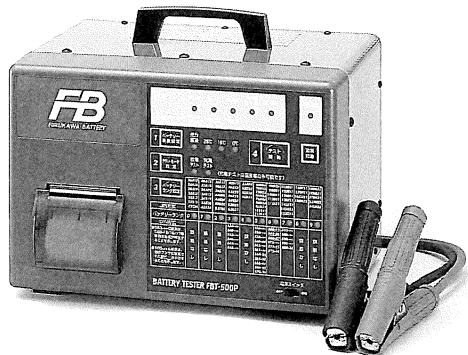
(産業電池事業部 アルカリ電池部 石川幸嗣, 井奈福浩之)

自動車バッテリー用プリントアウト式バッテリーテスター FBT-500Pの紹介

Car Battery Tester with Print-Out Function, FBT-500P

近年、自動車のエレクトロニクス化に伴いバッテリーにかかる負荷も増大し、バッテリーの寿命を診断するテスターは欠かせない存在となっています。

この度、より正確に、よりスピーディに、より幅広いラインナップに対応するFBT-500P形バッテリーテスターを発売致しましたので、紹介致します。



<特長>

- ・幅広い自動車用バッテリーに対応

国産車のJIS規格バッテリーに加え、欧州車のDIN規格品も診断できます。

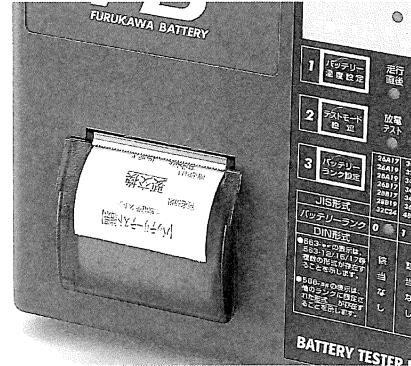
- ・簡単な操作方法

テストバッテリーに負荷クリップを接続し、バッテリーの温度、テストモード、バッテリーのランクの設定をボタン操作で行い、テスト開始ボタンを押すと自動的に試験が開始され、数秒で診断結果（5段階）がプリントアウトされます。

また、充電テストにより車のレギュレーター電圧のチェックもできます。

- ・判定は負荷電圧と回復電圧を測定

テスト放電時の負荷電圧に加え、放電後の回復電圧の推移からテストバッテリーの充電状態を検知するシステムを組み込んだため、バッテリーの性能低下の原因を正確に判定することが可能となりました。

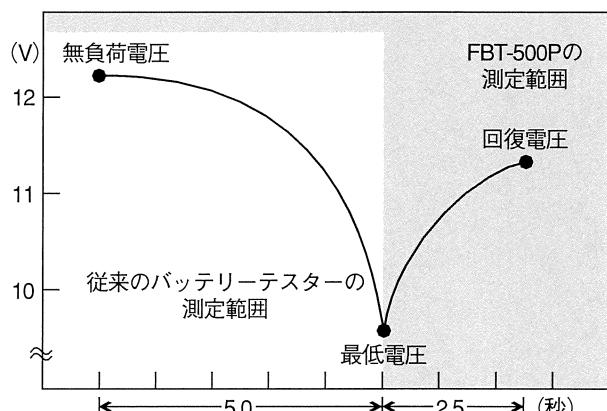


<主な仕様>

形式	FBT-500P
適応バッテリー	12V自動車用バッテリー
動作電源	テストバッテリー
測定電圧範囲	7V~17.9V
負荷電流	150A/12V (2.5秒間)
使用温度範囲	0~40°C
テスト項目	放電テスト、充電テスト
表示方法	LEDランプ (放電テスト；5段階、充電テスト；3段階)
データ印字	ロール状感熱紙に約10秒で印字
保護回路	<ul style="list-style-type: none"> ・高温時サーマルプロテクタにより回路保護 ・テストバッテリーの逆接続時に回路保護 ・測定入力高電圧に回路保護
外形寸法	高さ200×幅300×奥行200
質量	約4.7kg

■バッテリーの診断原理

150Aの負荷をかけたときのバッテリー電圧の変動



(自動車電池事業部 技術部 外崎直人)

地上波デジタル放送（送信所）用電源システム

Power Supply System for Transmission Sites of Terrestrial Digital TV Broadcasting

2003年度に一部地域で本放送が開始される地上波デジタル放送の計画が、高品位と新しいサービスコンセプトのもとに進んでおります。

弊社の電源システムは、昨今、高性能スイッチング電源、インバータ、リモート保守管理システムなどITシステムに欠くことのできない各種のコンポーネント開発に成功し、ITシステムの普及に対して多大なる貢献を目指しております。

このような背景から、弊社は送信機メーカーと協議を重ね、地上波デジタル送信機の電源として直流220Vを提案してまいりました。検討結果に基づいた送信所（親局）用電源装置は、下記の特長を持つ信頼性の高いものとなっております。

1. 入力高調波電流の抑制

従来の6相整流サイリスタ整流器では、高調波電流の影響により、負荷容量の2倍の発電機容量が必要でした。本装置はPWM制御（Pulse Width Modulation）を用いて入力電流を正弦波にすることにより高調波電流を抑え、発電機容量を半減（負荷容量と同一）に削減できました。

のことにより、設備投資金額を低減することができます。

2. 入力効率の高効率化

PWM制御の採用により交流入力の電圧と電流を同位相となるよう制御することで、無効電力をほとんど無くし、入力効率をほぼ1.0としました。この為、入力容量を低減することができ、設備費を低減することができます。

3. 高周波雑音の低減

半導体を使用した整流器は高周波で動作している為、ラジオ周波数帯のノイズが発生します。弊社の電源はVCCI（情報処理装置等電波障害自主規制協議会）規格A種を満足するものであります。

4. 省力化と遠隔監視機能

ネットワーク技術が発展し、設備の監視を遠隔地から行なうことが可能になりました。

弊社の電源装置は遠隔監視機能をオプション付加することが可能です。

5. 高信頼性

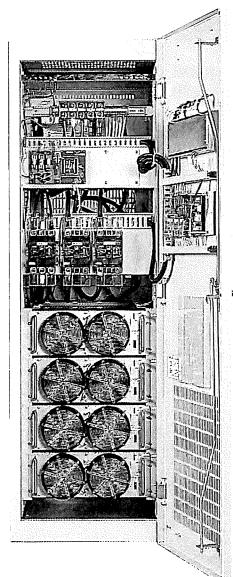
整流器部はラックマウント式のスイッチング電源ユニットを採用しており、極めて高い信頼性と共に、稼働中のユニット交換を可能としています。

送信機の許容入力電圧をDC220V±10%とすることで負荷電圧補償装置が不要となり、更に信頼性が向上しております。

6. 長寿命蓄電池の採用

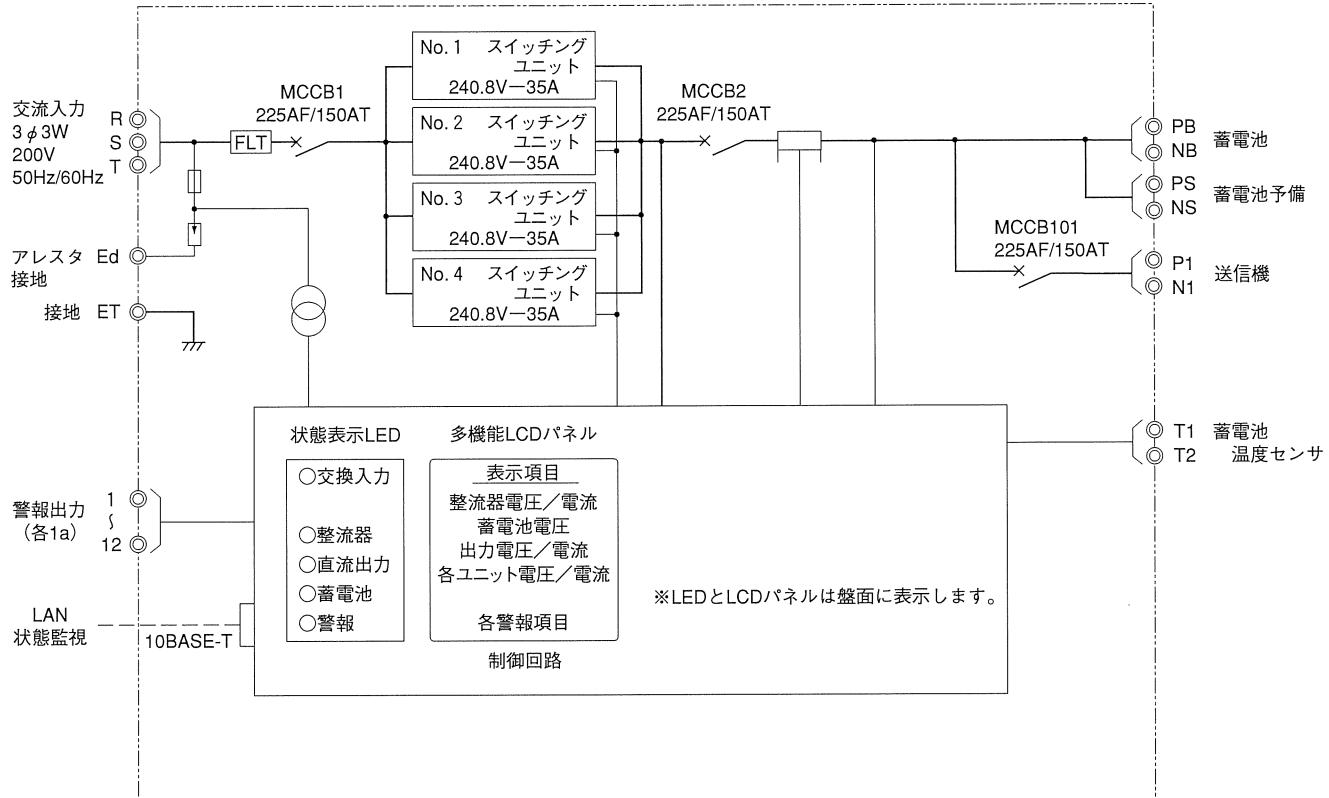
長寿命形制御弁式据置鉛蓄電池（弊社形式FVL形）を採用することにより、期待寿命が標準形（MSE形）の7~9年に比べ、約2倍の15年に延長されました（電池温度25℃の場合）。

のことにより、取替周期が約2倍となり、トータルライフコストが大幅に低減します（使用セル数：108セル）。



出力1kW送信機用電源システムの一例

・単線結線図



・要項

交流入力	3相3線200V	負荷電圧	198~242V
出力電圧	DC240.8V	使用蓄電池	FVL-100-6×36個
出力電流	105A	バックアップ時間	10分
ユニット構成	35A × 3ユニット	電源型名	DP5200T-105/0300NS

(電源システム事業部 技術部 三柳 弘)

毒物及び劇物取締法改正に伴う情報提供について

On Provision of Information Associated with the Revision of the Poisonous and Deleterious Substance Control Law

平成13年1月1日から毒物及び劇物取締法が改正され、毒物及び劇物の販売におきまして譲受人（消費者）の方に取り扱いに関する情報提供が義務付けられました。鉛蓄電池用電解液（硫酸）を提供する時は、この法律が適用されます。

ただし、販売者（営業者）により譲受人（消費者）に対し毒物又は劇物が、継続的に反復し販売、授与され、すでにそれらの性状及び取り扱いに関する情報の提供が行われている場合は再度情報の提供を行う必要はありません。

本改正に伴い社団法人電池工業会にて「毒物劇物交付時の提供情報」の標準を作成しましたので、その内容についてお知らせします。

毒物劇物交付時の提供情報	
平成 年 月 日	
1. 製造者（販売者）情報 社名： 住所： 部署： TEL： 担当：()	
2. 物質の特定 区分 : 創物 (毒物劇物取締法による区分) 名称 : 硫酸 (鉛蓄電池用電解液) 濃度 : 20~45 Wt% 容量 : ** ml	
3. 危険有害性の分類 分類の名称 : 分類基準に該当しない。 危険性情報 : 各種金属に触れるとき水素ガスを発生する、水素ガスに火気を近づけると引火爆発する危険がある。 有害性情報 : 衣服などに付着したやけしたり、目に入ると失明することがある。 環境影響情報 : 強酸性のため生物、植物に影響を及ぼすことがある。	
4. 応急措置 目にに入った場合 : 少量でも目に入った場合は、直ちに多量の水で洗眼し、速やかに眼科医の治療を受けること。 皮膚に付着した場合 : 直ちに多量の水で洗い流した後、石けんで十分洗うこと。 飲み込んだ場合 : 直ちに口の中を多量の水で洗った後、水を多量に飲ませて、速やかに医師の治療を受けること。 一旦飲み込んだ時は、吐き出させないこと。また、中和処理などの行為は行わないこと。 緊急連絡先 (平成11年7月現在) つくば中毒110番ダイヤル Q ² : TEL 0990-52-9899 大阪中毒110番ダイヤル Q ² : TEL 0990-50-2499	

<参考>

官報（平成12年6月30日発行）

- ・政令第336号 毒物および劇物取締法施行令の一部を改正する政令
- ・第9条の3を追加 毒物劇物営業者等による情報の提供

5. 火災時の措置 硫酸は燃焼しない。											
6. 漏出時の措置 重炭酸ソーダまたは消石灰などのアルカリ薬剤で中和し、多量の水で洗い流すこと。 (保護メガネ、保護手袋、ゴム長靴などの保護具を着用すること。)											
7. 取扱いおよび保管上の注意 取扱い : 他の物質（金属や有機物など）に付着させたり、混ぜたりしない様にすること。 保管 : 容器は密閉し他のアルカリ薬剤と区分して冷暗所に保管する。											
8. 暴露防止措置 ・容器を転倒させたり、落下させたり、強い衝撃を与えたとして漏出させないよう、11項輸送上の注意を遵守すること。											
9. 物理/化学的性質											
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>希硫酸 例: 1.280 (15°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>外観</td> <td>無色透明の液体</td> </tr> <tr> <td>密度(比重)</td> <td>1.280</td> </tr> <tr> <td>沸点</td> <td>約112°C</td> </tr> <tr> <td>凝固点</td> <td>約-70°C</td> </tr> </tbody> </table>			希硫酸 例: 1.280 (15°C)	外観	無色透明の液体	密度(比重)	1.280	沸点	約112°C	凝固点	約-70°C
	希硫酸 例: 1.280 (15°C)										
外観	無色透明の液体										
密度(比重)	1.280										
沸点	約112°C										
凝固点	約-70°C										
10. 廃棄上の注意 徐々に水酸化カルシウムなどのアルカリ水溶液の中に加えて中和させた後、多量の水を加えて希釈して処理すること。											
11. 輸送上の注意 他の物質との混載はなるべく避けること。 転倒させたり、落下させたりして漏出しないよう慎重に取扱うこと。											
12. 適用法令 ①毒物及び劇物取締法 (硫酸; 創物指定) ②危険物船舶輸送および貯蔵規則 ③麻薬向精神薬取締法											
13. その他 なし											
以上											

(自動車電池事業部 技術部 水野隆司)

世界の電池環境規制の状況—小形充電式電池を対象とした—

Situation of Worldwide Environmental Regulations for Batteries — Small-Sized Rechargeable Batteries —

1. はじめに

世界の電池環境規制とリサイクルに関しては、テクニカルニュースNo.51号（1997年8月1日）及びNo.54号（1999年1月1日）で、その動向を報告しておりますが、本文ではその後の動きを報告します。

2. 総括

表1に日本、米国および欧州の電池規制の概要を示します。

表1 世界の電池規制の状況

項目	日本	米国	欧州
①法的背景	・資源有効利用促進法 ・廃掃法	・電池の連邦法 ・各州法	・EC電池指令書 ・各国の電池法令
②法の目的	・資源の有効利用	・環境規制	・環境規制
③対象電池	・ニカド電池 ・ニッケル・水素電池 ・リチウムイオン電池 ・小形シール鉛電池	・カドミウム、鉛を含む二次電池 ・水銀を含む電池	・水銀、鉛、カドミウムを含む電池 ・全電池（7カ国）
④法の要求	・表示（マーク、記号） ・取外し容易化 ・回収 ・再資源化	・表示（マーク、記号、文章） ・取外し容易化 ・回収システム	・表示（マーク、記号） ・取外し容易化 ・回収システム
⑤法の制定日	・資源有効利用促進法 2001年4月 ・廃掃法 1994年3月	・電池の連邦法 1996年5月 ・州法（14州） 1989～1999年	・EC指令書 1991年3月 1993年10月 1998年12月 ・各国の法律 1994～2000年
⑥対応団体	・(社)電池工業会 ・小形二次電池再資源化推進センター	・PRBA 1991年6月 ・RBRC 1994年3月	・EPBA 1993年6月
⑦費用負担	・小形二次電池メーカー ・小形二次電池使用機器メーカー ・輸入業者	・RBRCのプログラム加入者（325社）	・国毎に異なる（6項参照）
⑧特記事項	・認定団体の廃掃法上の配慮あり	・ニッケル・水素電池、リチウムイオン電池の自主回収の動向 ・州法の動向	・EC指令電池改訂草案案の動向 ・各国の法制化への対応

3. 日本の状況

3.1 法的背景

日本においては、2001年4月1日より「再資源の利用の促進に関する法律改正」（いわゆる改正リサイクル法）が施行され、従来からのニカド電池に加え、ニッケル・水素電池、リチウムイオン電池、小形シール鉛電池の小形二次電池について、これを扱う電池製造販売者、電池使用機器製造販売者、電池輸入販売者、電池使用機器輸入販売者に上記電池の回収及び再資源化が義務付けられました。

このため（社）電池工業会内に、電池製造販売事業者、電池使用機器の製造販売事業者をリサイクル会員とする「小形二次電池再資源化推進センター」を設置し、主務大臣の認定を受け、国内で排出される小形二次電池の回収及び再資源化を推進することになりました。

また産業用や自動車用電池についても、今後法的整備やリサイクルシステムの構築を行っていくことになっております。

3.2 表示について

1993年7月にリサイクル法に指定されたニカド電池には、「スリーアローマーク + Ni-Cd」を表示しておりますが、今回の改正によりニカド電池以外の他の小形二次電池も対象となったため、識別を容易にするために、マークの背景色で電池区分することにしました。図1参照。

- ・ニカド電池：黄緑色
- ・ニッケル水素電池：橙色
- ・リチウムイオン電池：青色
- ・小形シール鉛電池：銀色（灰色）

お知らせ

世界の電池環境規制の状況—小形充電式電池を対象とした—

日本	ニカド電池 	ニッケル水素電池 	リチウムイオン電池 	小形シール鉛電池
ヨーロッパ (EU加盟国と スイス、ノルウェー)	Cd, Hg, Pbを含む電池 	その他の電池 オランダ以外の国 — オランダのみ Batterij niet weggooien, maar inleveren als KCA. (文書は推奨事項)	Cd 	
ベルギー	+ (BEBAT加入の場合) 		(BEBAT加入の場合) 	
アメリカ、カナダ	REBRC加入の場合 	REBRC未加入の場合 アフターニーのみ		
台湾	ニカド電池 含鈍電池減少 使用務必回收	ポタケ形アルカリ電池・鉛電池・水銀電池・空気電池 含汞電池減少 使用務必回收		
ブラジル	水銀、カドミウム、鉛を含む電池 	水銀、カドミウム、鉛を含まない電池 		

図1 世界の電池表示例

3.3 取外し容易化構造の対応

取り外し容易化構造の概要は、以下のとおりです。

- ①外付けワンタッチ,
- ②機器の蓋手外しーワンタッチ又はコネクター接続
- ③機器の蓋のネジ外しーワンタッチ又はコネクタ一接続。

4. 欧州の状況

4.1 法的背景

ヨーロッパの場合、まずEC指令書が制定され、これを基準にEU加盟国がそれぞれ国内法を制定していく方式がとられていますが、電池規制の場合は、1991年3月に制定された指令がベースになっており、これへは2001年4月現在で全ての加盟国が対応済みであります。各国の状況を表2に示します。

この指令の基本は、対象電池を水銀（Hg）、鉛（Pb）、カドミウム（Cd）を含む電池とし、一般のゴミ箱に廃棄されないようクロスドアウト・ダストピンマークを表示すること、回収システムを構築すること等を規定しています。

4.2 表示の対応

表示は、「クロスドアウト・ダストピン+含有金属」を原則とし、「スリーアローマークの併記も認められています。一部の国ではその他の追加表示が規定されています。図1参照

4.3 EPBA(European Portable Battery Association)

小形二次電池の迅速かつ効率的な環境対応のため、小形電池業者及び電池使用機器業者により設立されたもので、ヨーロッパの電池リサイクルの対応団体となっています。

4.4 回収状況

各国がそれぞれ回収プログラムを作成し、回収会社を設立してリサイクルを推進しています。国別の状況は表2を参照ください。

4.5 EC指令書改訂草案の状況

以下をポイントとするEC指令書の修正提案が1997年7月付けて、EC委員会環境総局より提出されました。以下に修正のポイントを示します。

- ①全電池を回収対象とする。
- ②2008年1月1日より、Cdを0.0005%以上含む電池およびその電池を組み込んだ機器の販売を禁止する。
- ③回収目標を民生用は75%以上、産業用及び自動車用は95%とする。

この2番目の項目は、ニカド電池の販売禁止を規定しているもので、欧州域外を含めた関連産業界や国が修正提案に対し反対をしています。

5. 米国の状況

5.1 法的背景

米国の場合には、1989年頃から電池規制の州法が制

定されましたが、要求される回収、マーク表示、取外し容易化などの内容が州により異なっていましたが、対象をニカド電池及び小形シール鉛電池とする、連邦法“Mercury-containing and Rechargeable Battery Management Act”が、1996年5月14日成立したことから、表示内容、取外し容易化など全米でほぼ統一されました。

回収システムを構築し回収を行うこと、表示を行うこと、取り外し容易化構造にすることが要求されています。

回収会社としてRBRCが設立されていて、これに拠らない場合は、自らが回収システムを構築しなければなりません。

5.2 PRBAとRBRCについて

PRBA(Portable Rechargeable Battery Association)は、1991年6月に設立され、会員数は81社(2001年3月現在)で、電池リサイクル計画策定、ロビー活動、PR／啓蒙活動を業務としています。

またRBRC(Rechargeable Battery Recycling Corporation)は、電池メーカー5社により、1994年3月に設立された電池回収会社で、これまでニカド電池のみの回収でしたが、2001年1月からニッケル水素電池、リチウムイオン電池、小形シール鉛電池を加え、対象を4種類の小形充電式電池に拡大しました。

5.3 表示の対応および取外し容易化構造

1) 表示の対応

RBRC加入の場合と未加入の場合で異なります。

図1に概要を示します。

2) 取外し容易化構造

一般的な家庭用工具を使用して消費者により取外しできるものとしています。

5.4 回収状況

RBRCの回収プログラム「全米収集プログラム」では、各州で収集した電池を全米3ヶ所の共同収集ポイントに集め、分別後、それをリサイクラーへ送付する方法とし、このプログラムの費用調達方法と

して、「ライセンスシール」システムを導入し、回収、PR／啓蒙、RBRCの経費などに当てています。

6. その他の国の状況

6.1 中国の状況

1997年12月31日に「電池製品水銀含有量の制限に関する規定」が発布され、水銀を含有する電池の生産・販売が規制されるようになりました。これに連関し2000年12月5日付けで「輸出入電池製品水銀含有量の検査監督管理規定」が発行され、所定の手続きが義務付けられました。

6.2 台湾の状況

2000年1月1日より、一次電池及び二次電池に対して電池規制が実施され、環境保護局への業者登録及び販売実績の報告、回収費用の支払いが義務付けられました。またニカド電池などの電池及び電池使用機器に対して規定の回収ラベル表示も義務付けられました。

6.3 韓国の状況

韓国政府環境部により「資源の節約と再活用促進に関する法律施行令」の改正令が成立し2001年1月1日付けで施行され、従来からの水銀電池に加え、ニカド電池、リチウム電池などにも、廃棄電池の回収・再使用を促進するために、預置金を課せられるようになりました。

7. お願い

本資料は2001年6月時点の情報であり、環境規制の状況は刻々と変化します。対応の場合は、直接確認し実施をお願いします。

(産業電池事業部 富田行雄)

(参考文献)

世界の電池環境規制の状況、(社)電池工業会(2001)

お知らせ

世界の電池環境規制の状況—小形充電式電池を対象とした—

表2 欧州各国の最近の状況

項目	スウェーデン	スイス	デンマーク	オランダ	ベルギー	ドイツ	イギリス
①該当する法律	・有害な電池に関する法律:1989-974 ・有害な電池に関する課徴金:1990-1332 ・電池に関する法律:1997-645 (1997.6.19)	・有害な物質に関する法律 (1998.7.1.) ・改正法:2000.9.	・政令:1993.12.13 ・ニカド、鉛電池のグリーン税:1995.6.14 ・鉛電池削除:1996.5.22 ・ニカド改正:1998.8.3 ・有害物電池:1999.12.16 ・ニカド補償金2000.5.30	・小形廃棄物ロゴ政令: 1963.12.29 ・電池処理法: 1995.1.31	・エコタックス法: 1993.7.16制定 1996.1.1改定	・使用済み電池および蓄電池および蓄電池の回収・処理に関する政令: 1998.3.27	・有害物質を含有する電池規制: 1994年2月 ・98/101/EECに対応下ドラフト案が出ている。
②EC指令への対応	91/157/EEC	・EC指令と整合	・EC指令より厳しい法律	・EC指令と整合	・EC指令より厳しい内容	・EC指令より厳しい内容	・EC指令と整合
	93/86/EEC	・EC指令と整合	・EC指令より厳しい法律	・EC指令と整合	・EC指令より厳しい内容	・EC指令より厳しい内容	・EC指令と整合
	98/101/EEC	・EC指令と整合	・EC指令と整合	—	—	・EC指令と整合	・EC指令と整合(見込み)
③対象電池	・表示 ・取外し容易化 ・回収 ・費用	・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・全ての電池 ・全ての電池	・全ての電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・ニカド電池 ・ニカド電池	・全ての電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・全ての電池 ・ニカド電池 ・ニカド電池	・全ての電池 ・全ての電池 ・全ての電池 ・全ての電池	・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・全ての電池 ・全ての電池	・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池
④表示内容	・クロスドアウト・ダストбин+化学記号(Hg,Pb,Cd)	・EC指令の電池:製造者名、クロスドアウト・ダストбин+化学記号(Hg,Pb,Cd)廃棄ルートスリーアローマーク可 ・ボタン電池または梱包を含むその他の電池:製造者名	・クロスドアウト・ダストбин+化学記号(Hg,Pb,Cd)	* EC指令の電池(Hg,Pb,Cdを含む) * その他の電池 ・クロスドアウト・ダストбин+化学記号(Hg,Pb,Cd) * 全ての電池 ・クロスドアウト・ダストebinを含むKCAマーク表示	* EC指令の電池(Hg,Pb,Cdを含む) ・クロスドアウト・ダストбин+化学記号(Hg,Pb,Cd) * 全ての電池 ・BEBATロゴ(会員のみ)	* EC指令の電池(Hg,Pb,Cdを含む) ・クロスドアウト・ダストбин+化学記号(Hg,Pb,Cd)	* EC指令の電池(Hg,Pb,Cdを含む) ・クロスドアウト・ダストбин+化学記号(Hg,Pb,Cd)
⑤回収方法および団体	・自治体が収集 ・鉛電池≥3kgについて輸入・販売者	・消費者は使用済み電池販売店のボックスへ ・販売者と輸入者は回収した電池をリサイクル施設へ ・団体:INOBAT	・1993年輸入者、小売業者の電池回収ボランティア団体として設立 ・任意登録制 ・回収団体:約20団体	・製造者と輸入者は販売するブランドの回収・再生義務がある ・政府は1996年2月、STIBATの電池回収リサイクル計画を承認 ・回収団体:STIBAT	・1996年1月より電池回収会社BEBATが回収・再生を実施 ・電池および機器の製造、輸入者など対象 ・小売店等を回収拠点として回収	・製造者・輸入者は単独または共同の回収システムの設立の義務 ・1998年5月、財團GRSを設立した ・販売店、治自体、製造機器メーカーにより回収	・分別回収を組織化する義務なし
⑥費用の調達方法	・ニカド、鉛電池輸入者が環境庁に支払 ・ニカド電池:SKR300/kg ・鉛蓄電池:スター用SKR30/ユニットその他SKR1.7/ユニット	・全ての電池に重量に基づいて廃棄税をかける ・小形電池:SFR4.8/kg ・これは電池価格に上乗せされる	・エコタックス ニカド電池:輸入業者→環境庁(EPA) セル:DKR6/セル パック:DKR36/パック	・STIBATは電池種、重量別に単価を設定し、販売量に基づいて会員に請求	* エコタックス ・BEF20/電池 * BEBAT加入者 ・BEF5/電池	・電池種、サイズ別に単価を設定市、電池、機器の製造販売者が、前年の販売量に基づいて負担する	
⑦販売する為の必要事項	・ニカド、鉛電池の輸入者は環境保護庁への登録必要 ・輸入時に適用輸入税を支払う	・INOBATに加盟販売重量に応じ会費納入	・輸入業者は環境庁にニカド電池の回収費用支払い	・STIBATに加入電池の種類と重量に応じた回収・リサイクル費用を支払う	・エコタックスの支払い ・またはBEBATに加入	・製造者・輸入者は単独または共同の回収システムを設立 ・共同の回収システムに加入した場合、電池の種類と重量に応じて費用を支払う	
⑧その他		・ニカド電池の特別規制で2004年以降、家庭で2004年以降、家庭ゴミのCdは3t/年以下	・EPA→回収団体DKR150/kg	・全ての電池につき90%以上の回収率を目指	・BEBAT会員になるためBEF2万を支払う	・「ドイツ電池共同回収システムガイドライン」参照のこと	・回収団体設立の動きあり

2001年6月現在

フランス	オーストリア	イタリア	アイルランド	ポルトガル	スペイン	フィンランド	ノルウェー
・1次および二次電池の販売と処理：1999年5月(99-374) ・1999年12月(99-1171)改正	・電池回収に関する政令 第514号：1990年7月 第495号：1999年1月 改正	・有害物質を含有する電池規制 476：1997.11.20	・電池および蓄電池規則S.I.No.262：1994 ・廃棄物管理規則S.I.No.163：1998 S.I.No.73：2000	・電池と蓄電池及びその廃棄物に関する法令案 ・電池と蓄電池及びその廃棄物の関する政令案：2000.12.07	・危険物質を含む電池およびバッテリーに関する諸規則を規程する王令 45/1996：1996.1.19	・改正廃棄物法：1993 ・有害物質を含有する電池政令：1995.1.1 ・改正法：1999.1.14	・環境に有害な電池規則：1990.7.17 ・改正法：1994.7.18
・EC指令より厳しい ・EC指令と整合 ・EC指令と整合	・EC指令より厳しい ・EC指令と整合 ・EC指令と整合	・EC指令と整合 ・EC指令と整合 —	・EC指令と整合 ・EC指令と整合 ・EC指令と整合	・EC指令より厳しい内容 ・EC指令と整合 —	・EC指令と整合 ・EC指令と整合 —	・EC指令と整合 ・EC指令と整合 ・EC指令と整合	・EC指令と整合 ・EC指令と整合 —
・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・全ての電池 ・全ての電池？ * EC指令の電池(Hg,Pb,Cd)を含む ・クロスドアウト・ダストбин+化学記号(Hg,Pb,Cd)	・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・全ての電池 ・全ての電池	・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・鉛蓄電池	・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・鉛蓄電池	・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池	・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池	・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池	・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池 ・Hg,Pb,Cdを含む電池
回収団体 ・SCRELEC：小形二次電池を対象 ・FIBAT：一次電池を対象	・使用済み電池を回収する組織UFBにより回収されている ・製造者、小売り者、卸業者、輸入者が回収する義務がある	・使用済み電池・二次電池は小売店舗および公衆施設で回収。			・自治体と専門請負業者が協定締結し、使用済み電池の回収を実施		
	・回収費用は電池の販売価格に上乗せ。 ・単セル： ATS0.2~10／セル ・パック： ATS6.25~40／kg ・電池系により異なる	・製造者、輸入業者、流通業者が負担。	・鉛蓄電池に物品税をかけている	・販売時にコストを上乗せし預託は可(案)			
回収団体への加入又は個人で回収リサイクルスキームの構築実行	・UFBへの加入	・逆流通ルートでの使用済み電池回収の義務。		・製造者、輸入者は使用済み電池の分別回収、リサイクルシステムを構築する義務(案) ・製造者、輸入者は毎年に電池出荷量、使用済み電池回収量及びリサイクル量を報告する義務(案)			
・99-1171派2001年施行 ・全電池対象	・有害廃棄物法に全ての電池は有害と規定：1998年3月	・規制去れて射る電池を組み込んだ装置は、使用説明書に「環境に有害」を明記 ・装置の処分前にユーザが安全に取り出す方法を記載すること		・1999.2.26付けで王令45/1996を改訂する案を検討中 ・これはEU指令98/101/ECに対応する内容			

世界的な廃棄物処理方法の見直しと 今後の使用済み蓄電池処理の方向性

Worldwide Reassessment of Waste Disposal and Trends in Disposal of Used Batteries

1. まえがき

廃棄物処理の考え方について世界的な見直しが行われている。ここでは自動車用蓄電池の場合を例にして、その方向性を説明する。

2. ごみ処理に関する世界的な流れ (自治体処理から拡大生産者責任へ)

経済協力開発機構（OECD）加盟諸国では、1980年から1997年までの間に、都市ごみの排出量が約40%増加しており、1997年には約540百万トンもの都市ごみが排出され、今後、経済が発展するにつれ、都市ごみの排出量は増加し続け、2020年までには年間770百万トン（約43%増加）になると試算されている。一方、日本では廃棄物処分場の残存容量はひっ迫しており、リサイクル関連法規の施行など、廃棄物削減に向けた取り組みが急がれているが、この10年間における廃棄物の排出量はほぼ横ばいで推移している。

この数十年間、OECD加盟諸国は、廃棄物を削減する政策やプログラムを実施しているが、さらに廃棄物削減を進めることができが急務であり生産や消費パターンの改革を伴った政策がクローズアップされている。OECDが提唱するその政策の1つが、拡大生産者責任（Extended Producer Responsibility: EPR）であり、2001年3月にEPRに関する各政府向けのガイダンスマニュアルも発表されている。

その中でOECDは、EPRとは「製品に対する物理的及び、又は財政的な生産者責任を、製品のライフサイクルにおいて使用済み段階まで拡大すること」と定義している。つまり、使用済み製品の処理または処分に対して、生産者が、物理的及び、又は財政的に相当程度の責任を負うという政策アプローチである。このような責任を生産者に課すことによって、発生源における廃棄物の発生抑制や、環境負荷の少

ない製品設計を生産者が自ら行うよう努めることとなる。そしてその結果は、廃棄物の発生抑制、生産段階におけるリサイクル促進、資源効率増大など、環境政策に対して大きく貢献することになる。EPR政策の3つの重要な特徴は、

- (1) 物理的および財政的で全面的又は部分的な責任を、地方自治体から上流部門の生産者へと移すこと。
- (2) 環境配慮型の製品設計を行うよう生産者に動機を与えること。
- (3) 使用者に製品には使用済み段階での財政配慮が含まれていることを伝えること。

である。

3. EPRと使用済み蓄電池処理

これを使用済み蓄電池に関して易しく言い換えると「電池メーカーはリサイクルしやすい製品を開発し、使用済みになった後には回収を行って再資源化すること。製品価格にはリサイクル費用も含むこと」となる。

しかし、製品価格にリサイクル費用を内在化することは使用者に対し、リサイクル費用を明示出来ないのみならず、リサイクル費用についてまで消費税が課されることとなる。また、製品値引き等の商習慣によって適切なリサイクル費用の確保が困難となり、リサイクルの停滞も懸念され、問題が多い。

従って今後の使用済み蓄電池リサイクルに対しては、「電池メーカーはリサイクルしやすい製品を開発し、使用済みになった後には回収を行って再資源化すること。製品販売時には使用者がリサイクル費用を支払うことが出来る販売形態を確立すること」との統一した考え方が必要となる。

4. 自動車リサイクル法（仮称）と使用済み蓄電池

最近、自動車リサイクルについては、新聞その他のニュース報道で取り上げられることが多くなっている。これは2004年を施行予定として検討されている自動車リサイクル法（仮称）の審議が大詰めの状態となっていることに起因している。

この法律では「使用済み蓄電池は解体前に取り出し適切に処理すること」として蓄電池についても規定されることが内定されている。特に注目しなければならない点は「適切に処理」の5文字であり、法施行前には蓄電池の適切な処理方法が確立していかなければならない。法を守ろうとしても適切な処理方法がなければ法自体が絵に描いた餅になりかねない。

現在も自動車用蓄電池処理は高リサイクル率を維持してはいるが、廃掃法上の諸問題、輸入電池の取り扱い、費用負担者の問題等を抱え、それらについての改善が急務となっている。

5. 自動車リサイクル法（仮称）への (社)電池工業会の対応

前項の適切な処理方法の構築については、(社)電池工業会より経産省に今後検討予定である複数案から研究の進んでいる二つの案の提案書を本年6月に提出している。ただし、今後の検討過程で現行案より優れたシステムが考え出された場合は追加で報告することになっているが、報告した二つの案の内、経産省自動車課で有力ではないかとの意見を得た第一案について以下の5.1～5.4で説明する。

5.1 報告済み案で有力視された第一案の概略

一言で言えば、「リサイクル費用に見合ったリサイクルシールを蓄電池販売時に併売し、そこで得られた費用を用いてリサイクルを行うシステム」でありフローを別図に示す。

システム構築手順は次による。

- ①国内鉛蓄電池メーカーが中心となり、自動車メーカー、蓄電池輸入業者らが参画したリサイクル団体を作る。(図中：第三者機関)

②リサイクル団体は電池種毎にリサイクルシールを作成し販売する。

③自動車メーカー（二輪車メーカー含む）はリサイクル団体より販売量に応じたシール使用権をリサイクル団体から購入し、新車搭載用電池納入メーカーに渡す。→電池メーカーは納入電池にリサイクルシールを貼付（又は印刷）した後に納入する。

④外国車輸入事業者（二輪車含む）はリサイクル団体より販売量に応じたシールを購入し、蓄電池に貼付して販売する。

⑤補修用電池小売店はリサイクル団体より販売量に応じたシールを購入して電池に貼付した後に販売する。

⑥販売価格は以下のとおりとなる。

$$\text{販売価格} = \text{製品価格} + \text{製品価格分消費税} + \text{リサイクルシール代金}$$

⑦小売店は無償回収する。

⑧小売店は回収した蓄電池、自動車解体業者は解体車から取り出した蓄電池をリサイクル団体指定の回収業者に売却する。

⑨リサイクル団体指定の回収業者は、同様に指定を受けたリサイクラーに売却する。

⑩リサイクル団体指定のリサイクラーは買取費用+処理費用をリサイクル団体に請求する。

⑪リサイクル団体はリサイクルシール売却益からリサイクラーに必要費用を支払う。

5.2 報告済み案のメリット

①電池メーカー・自動車メーカー及びそれらの輸入販売事業者らが供給者として、責務（拡大生産者責任）遂行が出来る。

②国内メーカー及び海外メーカーが同一条件でリサイクルシステムに参画出来る。

③使用済み製品の処理責任（使用者）が明確に出来る。

④使用者が処理費用を理解出来る。

⑤販売時にリサイクル費が徴収されている為に無償排出が出来、不法投棄防止が出来る。

⑥回収拠点（販売店等）及び、自動車解体事業者

お知らせ

世界的な廃棄物処理方法の見直しと今後の使用済み蓄電池処理の方向性

は回収品が売却出来る為に、回収に対する協力が得られやすい。

⑦リサイクラーが回収業者から買取りを行う為に回収業者による不法投棄防止が出来る。

5.3 今後の課題

前述の5.1及び5.2によれば、特に問題もなく直ぐにでも実行に移すべきと思われ、実際、そのような意見も多い。しかし、システム構築においては、①第三者機関の設立、②リサイクル費用の決定、③廃掃法上の許可要件についての緩和措置等を解決しなければならない。これらの解決が新リサイクルシステム構築におけるキーポイントであり、自動車リサイクル法施行の2004年以前に全てをクリアすることを考慮した場合、2002年度中には解決し、2003年度に試験運用してシステムの検証を行うことが求められる。

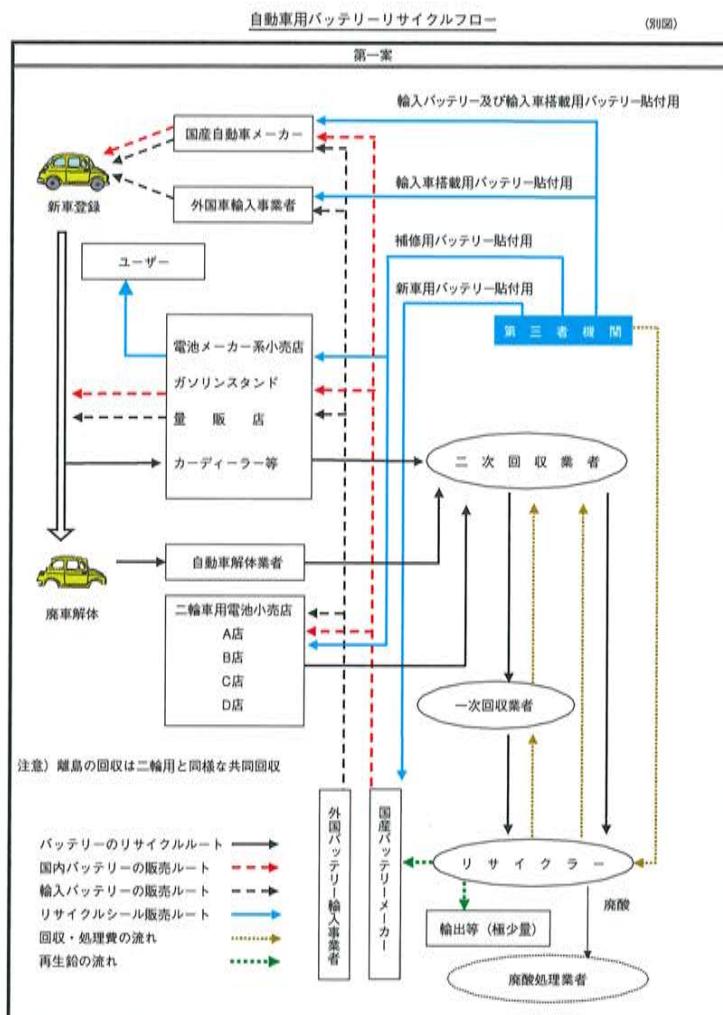
6. むすび

今回は自動車用蓄電池リサイクルの今後の動向につき報告したが、(社)電池工業会では、平行して産業用蓄電池についても同様な検討を進めている。これについては又別の機会に報告することにするが、全ての蓄電池リサイクルは、使用済みになった場合まで供給者・使用者の責務を明確にし、それに対応出来るシステムが構築されることとなる。

「我々は製造販売業者であり、使用済みとなったゴミの処理は使用者と廃棄物業者の領域である。」との考え方を終わりを告げようとしている。

希少な有用資源を守り、傷つけ続けてきた地球の環境を少しでも回復させて子孫に渡すことが我々に課せられた責任であり、蓄電池の新リサイクルシステムの構築はその一手段となることを信じている。

(環境管理室 福島 直)



マレッグシリーズがさらに充実！

MAREG Series Further Upgraded!

1995年に発売以来、ご好評を頂いております欧州車高性能バッテリー「マレッグシリーズ」に、今回新たに2形式を追加し、ラインアップを全11機種としました。

同シリーズは、弊社の徹底した品質管理の基、国内バッテリーと同様、常にフレッシュなパワーを引き出します。

今回発売した2形式の内容は次の通りです。

■追加形式および主な適合車両

形式		容量 Ah (20HR)	主な適合車両		
EN規格	DIN規格				
565 041 054	56541	65	BMW	318is, 318isA, 320iA, 323i, 325iA, 328i, 525iA, 525iAR	
585 024 076	58524	85	BMW	525i, 528i, 530i, 535i, 535iA, 540i, 540iA, 730iA, 735iL, 740i, 740iA, 740iAL, 745i, 750iL, 840Ci, 850iA, 850CSI, M5	
			メルセデスベンツ	C230, C250, E230, E240, E320	

■特長

- カルシウム極板採用

⊕⊖極板格子にカルシウム合金を使用しており、最高のMF性能と寿命を発揮します。

- 24カ月または3万kmの製品補償

24カ月または3万km以内（早く到達した基準を採用）で万一バッテリーの故障があった場合、製品のお取り替えをいたします。

- 補水不要

寿命まで精製水の補充が不要です。

- 取っ手付き

取り付け時に便利な取っ手を付けました。

- インジケーター付き

充電状態と液面状態の目安が一目で分かるインジケーターを装備しています。

- 極性識別赤リング付き

端子の⊕⊖端子を識別しやすいように、プラス端子に赤リングをつけました。

(自動車電池事業部 技術部)



高率放電形制御弁式据置鉛蓄電池

Valve-Regulated Stationary Lead Acid Battery of High Discharge-Rate Performance

コンピュータを核としたIT革命が今進行しています。

これを支えるのが安定した交流電力を供給するUPS(Uninterruptible Power Systems)です。

このUPSには蓄電池が使用されています。

UPSに使用される蓄電池には、高い信頼性、安全性及び経済性が要求されます。

UPSのバックアップ時間は、通常5～10分であるため、蓄電池は高率放電特性(大電流・短時間放電)に優れていることが望ましいことになります。

FVH形は、高率放電特性をMSE形に比べ格段に向上させた蓄電池で、UPSに最も適した蓄電池です。

FVH形をご採用戴くことにより、蓄電池の小形・軽量化が図れ、設置スペースが少なくなります。

■特長

- 優れた高率放電特性

極板表面積の増加、格子形状の変更等による集電効果の向上、セパレータの電気抵抗減などの施策により、高率放電特性が格段に向上了しました。(10分間放電可能電流の大きさがMSE形の1.8倍)

- 省スペース

高率放電特性の向上に伴い、適用蓄電池の容量が減少するので、結果として省スペース化が図れます。MSE形に比べて46～100%に減少します。(キュービクル収納の場合の弊社比)

- 施工性の改善

極柱へのナットインサート方式を採用した端子構造なので、締め付け工数が低減しました。

単電池の要項



- MSEとの互換性

MSE形と同一寸法の電槽を使用する事により互換性を考慮しています。

- MSEと同等の寿命性能を確保

正極格子の材料を耐食性に優れた合金に変更することにより、高率放電使用でもMSE形と同一の7～9年の期待寿命を実現しました。

(産業電池事業部 技術部)

形式	公称電圧	容量 (Ah)			外形寸法 (約mm)				質量 約(kg)
		10分間率 (定格)	1時間率	10時間率 (参考)	総高さ	箱高さ	長さ	幅	
FVH-200	2	113	170	200	347.5	322.5	106	170	18
FVH-300	2	170	255	300	347.5	322.5	150	170	25

小容量無停電電源装置 ミニUPS 「JS」 シリーズ

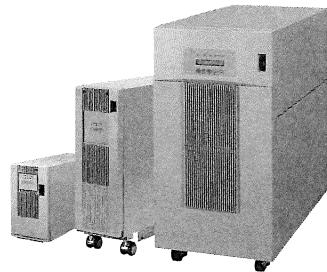
Uninterruptive Power Systems for Small Capacity Use, Mini-UPS "JS" Series

電源トラブルを未然に防止するためには、使用する常時インバータ給電方式の無停電電源装置『ミニUPS JSシリーズ』です。本装置は新開発のネットワークアダプタカードとの組合せで、UPSとネットワークシステムとの融合を簡単に実現しています。

■特長

- ・コンパクトなボディーに先進の機能を搭載しています。
- ・縦置き・横置き自由自在で19インチラックにもピッタリ収納できます。(1~3kVA)
- ・豊富なインターフェースを標準装備
- ・標準監視用インターフェース(接点)
- ・WindowsNT対応インターフェース(接点)
- ・シリアル通信インターフェース
- ・リモートON/OFF

- ・オプションのインターフェースボードで様々なコンピュータ環境に対応しています。
- ・ネットワークに接続可能
- ・ブラウザよりUPSアクセスできます。
- ・充実したバッテリチェック機能を搭載しています。



「標準仕様」

容 量		1kVA	1.5kVA	2kVA	3kVA	5kVA	7.5kVA	10kVA		
交流入力	相 数	単相2線								
	電 壓	100V±15%				100V／200V±15%				
	力 率	0.97以上								
交流出力	相 数	単相2線								
	電 壓	100V±2%				100V／100Vおよび200V±2%				
	周波数	50Hzまたは60Hz								
停電保持時間(分)		7	10	12	10					

(電源システム事業部 技術部)

火災報知器設備用予備電源（コラム電池）

Backup Power Supply Using Column Battery for Fire Alarms

火災時に人命を守る目的で設置されている自動火災報知設備および非常警報設備は、万一に備えてニカド電池(弊社名称コラム電池)の予備電源でバックアップされています。

コラム電池は厳重な品質管理のもと製造され、長寿命で高信頼のバッテリーです。

■予備電源は定期的な交換が必要です。

自動火災報知設備および非常警報設備に組み込まれている予備電源「ニカド電池」には寿命があります。バックアップ時間は経年とともに徐々に短くなり、いざというとき寿命がつきていた、ということにならないよう定期的な交換をお薦めします。

■リサイクルにご協力ください。

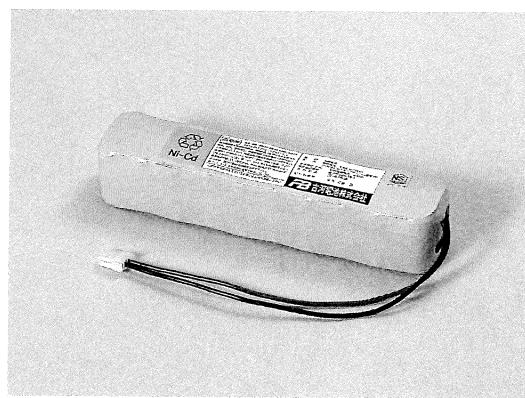
ニカド電池は、法律に定められた再資源化指定製品です。ご使用済みのニカド電池は再資源化しますので廃棄しないで、リサイクラーまでご送付をお願いします。

リサイクルの詳細は、弊社までお問い合わせください。

(産業電池事業部)

古河形式	定格V	容量 Ah/5HR	外形寸法(約mm)		
			幅	長さ	高さ
20-S126A	24	0.12	172	37	27
20-S201A	24	0.225	149	32	39
20-S101A	24	0.45	149	32	59
20-S213A	24	0.6	230	49	36
20-S204A	24	0.9	264	56	40
20-S113A	24	1.2	230	49	52
20-S104A	24	1.65	264	56	58
20-S103A	24	3.5	332	70	70
20-S108A	24	6.0	332	70	100
20-S128A	24	8.0	443	94	92
20-S127A	24	10.0	443	94	112

注) 中継機用は別途ご指定ください。





<http://www.furukawadenchi.co.jp>

本社・支店

本 社	〒240-0006 横浜市保土ヶ谷区星川2-4-1（星川SFビル）	TEL.045-331-1221
東京事務所	〒153-0043 東京都目黒区東山1-1-2（東山ビル）	TEL.03-3793-3291
北海道支店	〒003-0808 札幌市白石区菊水8条4-2-27	TEL.011-842-2931
東北支店	〒980-0821 仙台市青葉区春日町7-19（仙台エフビービル）	TEL.022-224-1231
北陸支店	〒920-0968 金沢市幸町8-5（金沢エフビービル）	TEL.076-233-1475
中部支店	〒461-0005 名古屋市東区東桜1-14-25（テレビアビル）	TEL.052-973-0791
関西支店	〒530-0004 大阪市北区堂島浜2-1-29（古河大阪ビル）	TEL.06-6344-0017
中国支店	〒730-0812 広島市中区加古町1-6（広島エフビービル）	TEL.082-240-8001
四国支店	〒760-0017 高松市番町5-9-11（高松エフビービル）	TEL.087-833-5771
九州支店	〒810-0011 福岡市中央区高砂2-10-4（福岡エフビービル）	TEL.092-521-6151

事業所・工場

今市事業所	〒321-2336 栃木県今市市荊沢字上原597	TEL.0288-22-3111
いわき事業所	〒972-8501 福島県いわき市常盤下船尾町杭出作23-6	TEL.0246-43-0080
開発センター	〒972-8501 福島県いわき市常盤下船尾町杭出作23-6	TEL.0246-44-6881
エフビー工場	〒321-2331 栃木県今市市針貝字茅場1066-22	TEL.0288-26-8061



<http://www.furukawadenchi.co.jp>