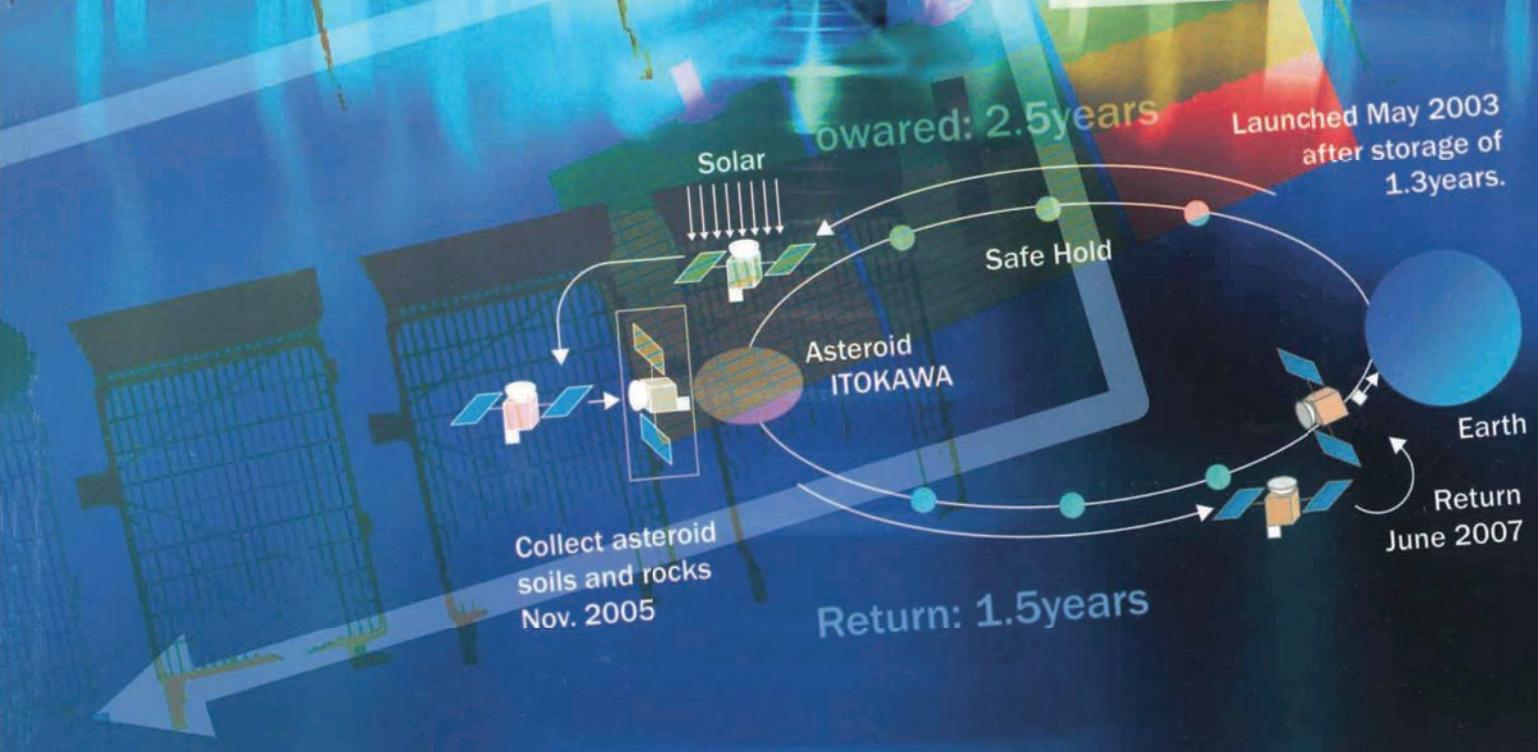




# テクニカルニュース

2004.12  
No. 60



 古河電池株式会社

---

## **FBテクニカルニュース No.60号**

---

2004年(平成16年)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 緒方 有二、佐藤 秀一、塩井 佳行

富田 行雄、松井 良輔、三柳 弘

米本 俊郎

---

**非売品(無断転載を禁じます)**

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

## 目 次

### 巻頭言

- 60号記念誌発行に当たって ..... 今井 雅也 ..... 1

### 報文

電子顕微鏡を用いた微細組織観察による

- 正極格子用 Ba 添加 Pb-Ca-Sn 合金の強化機構の検討 ..... 古川 淳、安野 拓也 ..... 3

- CAE による鉛蓄電池用格子の最適設計 ..... 飯塚 博幸 ..... 8

ハイブリッド軽乗用車用 VRLA 電池の開発

- ..... 竹島 修平、小浦方 智樹、松本 健之、清水 博文、矢吹 修一 ..... 13

「はやぶさ」搭載リチウムイオン電池の運用経過

- ..... 大登 裕樹、山本 真裕、吉田 浩之、久保田 昌明、江黒 高志 ..... 18

サイクルユース制御弁式鉛蓄電池 (FC38-12) の開発

- ..... 吉田 英明、柄窪 和弘、萬ヶ原 徹 ..... 24

小型蓄電システムの運用と評価

- ..... 新井 努、籐本 俊昭、程塚 康明、稻庭 克己、熊谷 枝折、伊藤 高之 ..... 29

### 技術解説

- 世界の電池環境規制の状況について ..... 富田 行雄 ..... 35

- JIS D 5302 (二輪自動車用鉛蓄電池) の改正 ..... 緒方 有二 ..... 44

- “据置ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池”改正 (JIS C 8706:2003) ..... 石川 幸嗣 ..... 47

### トピックス

ドコモエンジニアリング北海道株式会社殿での

- 蓄電池監視システム (BCW) の導入と展開 ..... 熊谷 枝折 ..... 49

株式会社 Best ソリューションズ社殿向け医療機器用

- UPS 向け BCW の開発 ..... 佐藤 秀一 ..... 50

- 株式会社山武殿伊勢原工場に防災対応型太陽光発電システムを納入 ..... 佐藤 秀一 ..... 51

- 鉄道車両用アルカリ蓄電池「新 MT シリーズ」のご紹介 ..... 石川 幸嗣 ..... 52

- 宇宙用リチウムイオン電池の低温保管についての研究発表 ..... 久保田 昌明 ..... 53

- AMANO 製 DE-501 型に EBE 形電池を納入 ..... 水野 隆司 ..... 54

### 新商品紹介

- 東武鉄道株式会社殿に車両用状態監視装置 (BMT-100TB1) を納入 ..... 深沢 正利 ..... 55

- 無瞬断パラレルプロセッシング方式常時商用給電形 UPS ALT-EM シリーズ ..... 三柳 弘 ..... 56

### 製品紹介

- 高率放電用小形制御弁式鉛蓄電池 FPX シリーズ ..... 58

- 世界初！テスター機能内蔵バッテリー 〈全 5 種 10 タイプ〉 FGUARD Series ..... 59

- 総目次 ..... 60

# FB

# Technical News

No.60 2004. 12

## Contents

### Opening Remarks

In Commemoration Issue of the 60th Volume of Technical News ..... Masaya Imai ..... 1

### Technical Papers

Observation on the Microstructure and Strengthening Mechanism of Ba-added Pb-Ca-Sn Alloy (C21)	
for Positive Grids by Electron Microscope ..... Jun Furukawa, Takuya Yasuno	3
Optimization of Grid Design for Lead-Acid Batteries by CAE ..... Hiroyuki Iizuka	8
Development of Compact VRLA “FT7C-HEV” for HEV-type Passenger Mini-car	
.. Shuuhei Takeshima, Tomoki Kourakata, Takeyuki Matsumoto, Hirofumi Shimizu, Shuichi Yabuki	13
In-Orbit Operations of Li-Ion Battery aboard HAYABUSA Spacecraft	
..... Hiroki Ooto, Masahiro Yamamoto, Hiroyuki Yoshida, Masaaki Kubota, Takashi Eguro	18
Development of VRLA Battery FC38-12 for Deep Cycle Use	
..... Hideaki Yoshida, Kazuhiro Tochikubo, Tohru Mangahara	24
Construction and Operation of 10kW Electric Power Storage System	
..... Tsutomu Arai, Toshiaki Yabumoto, Yasuaki Hodotsuka,	
..... Katsumi Inaniwa, Shiori Kumagai, Takayuki Itou	29

### Technological Analysis

Situation of Worldwide Environmental Regulations for Batteries	Yukio Tomita	35
The Revision of JIS D 5302, Lead-Acid Batteries for Motorcycles	Yuji Ogata	44
Revision of JIS C 8706:2003, “Stationary Nickel-Cadmium Rechargeable Single Cells”		
..... Yukitsugu Ishikawa	47	

### Topics

Introduction and Development of BCW (Battery Condition Watcher)		
at DoCoMo Engineering Hokkaido Inc.	Shiori Kumagai	49
Development of BCW6L (Battery Condition Watcher) for Medical Use UPS to Best Solution, Inc.		
..... Hidekazu Sato	50	
Delivery of Disaster Prevention Type Photovoltaic power Supply System to		
Yamatake Corporation Isehara Factory	Hidekazu Sato	51
New MT-battery Series for Train Application	Yukitsugu Ishikawa	52
Investigation of Low Temperature Storage of Li Ion Cells for Space Applications		
Delivery of Battery Monitoring	Masaaki Kubota	53
Delivery of EBE Batteries to the DE-501 Machine of AMANO	Takashi Mizuno	54

### New Products

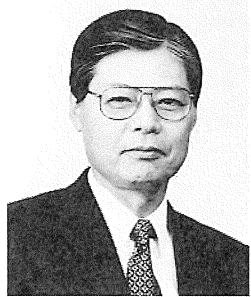
System for TOBU Electric Train	Masatoshi Fukazawa	55
The New Type Parallel Processing UPS Enabling Parallel Connection of		
Commercial Power Supply “ALT-EM Series”	Hiroshi Mitsuyanagi	56

### Products

High Rate Discharge Use Small-Sized Valve Regulated Lead-Acid Battery “FPX series”	58
The World’s First Release “FGUARD Series” Automotive Batteries	59

All Table of Contents From 50th to 59th Volume ..... 60

## 60号記念誌発行に当たって



社長 今井 雅也

FB テクニカルニュースは 1982 年に第 1 号を発行して以来、今回おかげさまで第 60 号を発行する運びとなりました。この間お客様の皆様には多少なりとも弊社の新商品や技術レベルの一端あるいは開発の状況をご理解頂くことでお役に立てたのではないかと自負を致しておりますとともにこれに関連いろいろとご指導、ご助言を頂きましたことに心より感謝をいたします。

今、日本の電池業界は大きな再編の動きの中になります。私はいつも申している通り、弊社が品質とコストと開発力において他に負けない力を發揮できれば単独でも十分に生き残れますし、そのことに力が集中できれば決して大きいことが良いことではなくすることも可能だと考えています。

他に負けない、ということは他社と差異のある高い品質、低いコストを実現できるモノ造りの力を持つことと、今までの商品と差異のある新しい商品を継続的に出していく力です。社内のすべての部門がそれぞれの役割の中で Number One、Only One、First One をを目指していくかなければなりませんが、開発に携わっている部門においてはこれまで以上にここに力点をおいて、何が何でも差異性のあるものを生み出すように努力していかなければならぬと考えています。

社内では全体の売上の中で新製品の売上がどのような割合になってきたかを知るために新商品化率をひとつの指標としております。その中で、本当に今まで例のない“市場創出型”に分類される新商品の売上比率はあまり伸びていない、と報告されています。しかし、この分析を始めた当初から比べる

と今までのやや甘かった分類と違って最近分類されている“市場創出型”的商品は本当に今まで市場に出ていなもので、名実ともに“市場創出型”と呼んでふさわしいものになってきたように感じています。ただ、一方で、せっかく“市場創出型”的商品と思って市場に出しても市場から得られる収益という点で見ると決して高くない、既存商品とあまり変わらない、とも分析されています。このことが意味していることは、私たちが社内で「これは市場創出型新商品だ」、「Only One だ」と自賛しても市場ではまだまだそれだけの評価をして頂けていない、と考えるべきでしょう。もちろんまだ営業努力が足りなくて市場に十分に浸透していないこともあるでしょうが、本当に市場が反応する商品であれば必ず高い収益や高いマーケットシェアという形でのアウトプットが頂けるようになると考えています。どんなに優れたさなぎができても本当に美しい蝶に変身させるためにはもう一段の厳しい努力と工夫が必要です。また、新商品の開発は“市場創出型”に限られることではなく、“改良型”や“他社追随型”的新製品もあるでしょう。そのような新商品の場合にも改良型の場合は当然のことながら、他社追随型の場合であってもどこかひとつ弊社独自の、あるいは Number One のポイントを加えられるようにしなければなりません。前にも触れましたようにこれからは何らかの明確な差異がなければ結局は安値競争に巻き込まれ、最後には市場から脱落してしまうと覚悟しなければならないのです。

さて、私たちの周辺には課題とすべきこと、やってみたいことがたくさんあります。しかし、限られ

# 巻頭言

60号記念誌発行に当たって

た資源の中で、しかも高い成果を期待するためには弊社の最も得意とする分野、これまでの事業や研究開発の中でもっとも知見の蓄積が進んでいる分野、いわゆるコア・コンピタンスに資源を集中することが必要です。

弊社においてもっとも知見が集中しているのは言うまでもないことですが鉛電池・アルカリ電池・Liイオン電池など二次電池の製造に関する分野です。しかもこの周辺にはまだ多くの開発課題があります。これに対する取り組みの成果の一端は後の報文にも出て参りますが、特に私は素材技術に注目しています。最近は新たな素材革命の時代を迎えたといわれ、素材の開発に関心が集まり、新たな素材もいろいろと生まれています。素材において優位な成果が得られれば最終製品で決定的な差異を生み出すことができます。例えば鉛電池の分野で弊社が開発したC21あるいはC21S合金は大変優れた素材で、これからいろいろの形で花が開いていくことを期待していますが、周辺技術が今のままの段階で止まってしまえば、せっかくのC21が宝の持ち腐れになってしまうことの懸念もあります。C21を活かすには極板だけでなく活物質やセパレーターや電解液さらには電槽にいたるまでのすべての素材でC21に匹敵する新たな優位性のある素材を開発することがどうしても必要だと思います。そうした新たな素材が組み合わされて初めて強い競争力を持った電池が生まれ、“さなぎ”から美しい“蝶”への変身が実現できるのだと思います。

もうひとつ確認しておくべきことはこのように弊社が電池の製造に関して高い知見の蓄積があるということは電池の内部状態、すなわちどのような形で活性化し、どのような形で劣化が進行するのかなどについて多くの知見を持っていること、あるいは持つることを意味していることです。このことは極めて重要なコア・コンピタンスであり、この知見をもっともっと活用すべきです。

二つのことが考えられます。一つはそうした内部状態を外部から見えるようにして電池を状態監視する、モニタリングするということです。これについてはすでにFGUARD<sup>1)</sup> やBCW<sup>2)</sup>として商品化が進

んでいますが内部状態の把握の仕方についても情報の外部への取り出し方に関してもまだまだせっかくの知見を十分に生かしたものとは言いがたいように思います。

もう一つはこの内部状態に着目して最適な内部状態を維持しながら最大のパフォーマンスを実現する充放電のための機器の開発であり、充放電システムのマネジメント技術です。電源事業や航空機用のチャージャビジネスはこの点に基盤をおいているのですが、ここにおいても弊社の持つ知見を活かしたもの、とはまだ言い難いところがあります。充放電をきっちりマネジメントできるようになれば大変に広い応用範囲を持った技術に展開できるようになるに違いありません。

以上の通り課題は山積ですが、これらの課題に応えてFBテクニカルニュースが今後一層充実したものとなり情報量が増大することが弊社の業績の拡大に向けてのもっとも近道であることを認識して努力をして参る所存でございます。関係の皆様のますますのご指導、ご鞭撻をお願い申し上げます。

- 1) 田口 仁、FBテクニカルニュース、No.59、82 (2003)
- 2) 長嶋 茂、高橋 清、FBテクニカルニュース、No.59、79 (2003)

# 電子顕微鏡を用いた微細組織観察による 正極格子用 Ba 添加 Pb-Ca-Sn 合金の強化機構の検討

Observation on the Microstructure and Strengthening Mechanism of Ba-added Pb-Ca-Sn Alloy (C21) for Positive Grids by Electron Microscope

古川 淳<sup>\*1</sup> 安野 拓也<sup>\*2</sup>  
Jun Furukawa Takuya Yasuno

## Abstract

In the previous papers, reported were the development and application of new lead alloy named as C21 consisting of Pb-Ca-Sn base composition and Ba, which was so much superior to conventional alloys in both mechanical strength and corrosion resistance that the corrosion and growth (or creep) of positive grids were suppressed resulting in battery durability doubled or longer. In this report, by using the latest version of scanning TEM equipped with high-angle annular dark-field (HAADF) detector, the comparative observation on the microstructure of C21 and the base composition were performed to elucidate the mechanism of the enhanced mechanical property. In case of C21, there was a large population of precipitated sub-micron particles which were dispersed uniformly in the grain. The precipitate consisted of Pb, Ca, Sn and Ba by EDS analysis. The observation of tensile-fractured portion showed the precipitates tangled by dislocations which prevented dislocation movement effectively. These results strongly support that new alloy composition so enhances precipitation reactions that the mechanical strength, in particular, creep or growth at high temperature is so much improved along with corrosion resistance.

## 1. はじめに

近年、自動車用鉛蓄電池の使用環境はエンジルーム内の機器の高密度搭載化でこれまで以上に高温化する傾向がある。その結果、従来の Pb-Ca-Sn 系合金を用いた正極格子は腐食の進行とともに、腐食生成物の引っ張り応力に起因するクリープ現象であるグロスが顕著となる。格子腐食とグロスによる短絡が電池の寿命原因に占める割合が約 60% に達し、とりわけ高温地域で更に顕著化するとの報告がある<sup>1)</sup>。鉛電池の軽量化と長寿命・信頼性化の両立が要求されるグローバルモータリゼーションの今日、鉛合金の耐食性改善は益々重要な課題である。

ところで、Pb-Ca 系や Pb-Ca-Sn 系合金の機械的特性の強化機構に関する研究は数多く行われており、Pb-Ca 系合金では不連続析出により Pb<sub>3</sub>Ca が、

また Pb-Ca-Sn 系合金では不連続及び／又は連続析出により主に Sn<sub>3</sub>Ca が生成し、Pb<sub>3</sub>Ca と比較して Pb 格子とのミスマッチが大きい Sn<sub>3</sub>Ca では、より高い機械的強度が得られるとしている<sup>2)~3)</sup>。Ca 以外を添加した系についても広く検討してきた。広範囲な合金について、元素のイオン半径と電気的陰性度を Pb 元素との対比において整理する試みがある<sup>4)</sup>。Ba は Ca より両ファクターが Pb と乖離しており、顕著な合金効果が期待される。

Pb-Ca-Sn-Ba 系の新合金 (C21 と呼称) を開発実用化した<sup>5)~8)</sup>。本合金は次節に要約するとおり、耐食性と強度、従ってグロスを大幅に改善できるので、正極格子合金として有用性が高い。

本稿では最新の高角度散乱暗視野 (HAADF) STEM 法を用いた電子顕微鏡による C21 合金の微細組織の観察により、優れた機械的特性の発現メカニズムを検討したので結果を報告する。

\*1 技術開発部 いわき開発センター

\*2 いわき明星大学 理工学部 機械工学科

# 報文

## 電子顕微鏡を用いた微細組織観察による正極格子用 Ba 添加 Pb-Ca-Sn 合金の強化機構の検討

### 2. C21 合金の特徴と応用

これまでの報告<sup>5)~8)</sup>並びに C21 合金からバリウムを除いたベース合金 (Pb-Ca-Sn 合金) に関する結果を基に本合金の特徴は下記のとおり要約される。

#### (1) 合金特性

ベース合金と C21 合金の腐食試験と高温クリープ試験の結果を表 1 に示す。ベース合金と C21 合金の腐食減量の差はわずかであったが、クリープ破断時間には大きな違いがあった。

表 1 腐食減量とクリープ強度の比較

Table 1 Comparison of corrosion weight loss at constant potential (720hr, 1350mV vs. Hg/Hg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 4.9M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 60°C) and time-to-rupture at 16.5MPa constant-load creep test at 100°C between C21 and base composition

項目	ベース合金	C21 合金
腐食減量 / mg cm <sup>-2</sup>	16.3	14.1
クリープ破断時間 / hr	0.3	29.4

#### (2) 電池における正極格子腐食とグロス

75°Cにおける JIS 軽負荷寿命試験後に調べた正極格子の腐食減量率とグロス率の関係を図 1 に示す。従来合金及び高耐食性の Ag 入り合金に比して、腐食、特にグロスが大幅に改善されている。

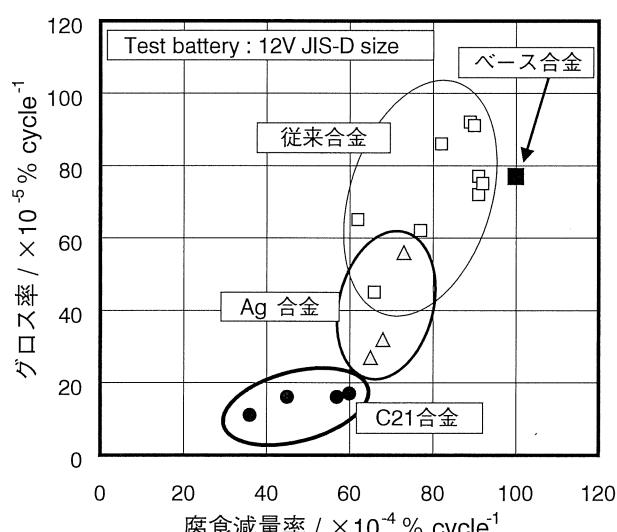


図 1 75°C JIS 軽負荷寿命試験における腐食減量率とグロス率の関係

Fig.1 Relationship between corrosion rate and growth rate of positive grid by JIS shallow cycle endurance test at 75°C

#### (3) 応用

既に、2002 年より長寿命電池「GOLD」シリーズに実用化が始まり、2003 年には世界初のスマート電池「FGUARD」に導入された。これらの実用化実績や国内外のタクシー実車試験結果に基づき、各種電池への適応を進めている。

格子腐食が寿命支配因子となる場合に、顕著な効果を発揮できることは昇圧 42V の PSOC サイクル試験などでも実証されており、次世代電池を含めて広範囲な応用が期待できる<sup>6)</sup>。

### 3. 実験

#### 3.1 合金試料

本検討では C21 合金 (Pb-Ca-Sn-Ba 合金) と比較のために C21 合金からバリウムを除いたベース合金 (Pb-Ca-Sn 合金) を用いた。これらの合金はステンレス製るつぼを用いて大気中 500°C で溶解後、150°C に加熱した鉄製鋳型を用いて 200mm (長さ) × 15mm (幅) × 1.5mm (厚み) の短冊状に鋳造した。試料を引っ張り試験に供する場合は、短冊状試験片をダンベル状に加工して用いた。

#### 3.2 透過電子顕微鏡観察 (TEM)

##### 3.2.1 薄膜試料調整

試料をエメリー紙による手研磨とバフ研磨により厚みを 0.05mm 以下とした。次いで高エネルギーイオン加工機により 0.01mm 以下の薄膜とし、これにイオンミーリングを用いて中心部に穴を開けて薄膜試料とした。

##### 3.2.2 抽出レプリカ試料調整

試料にエメリー紙による手研磨とバフ研磨を行った後、表面を腐食させた。次に腐食した表面にカーボンレプリカ膜を蒸着し、化学研磨により試料からレプリカ膜を剥離させ、溶媒中でシートメッシュ上にすくい取り抽出レプリカ試料とした。

##### 3.2.3 薄膜試料の TEM 観察

電子顕微鏡は PHILIPS 社製 TECNAI30 を用いた。観察時の加速電圧は 200 ~ 300kV とし、観察には主に高角度散乱暗視野 (HAADF) STEM 法を用いた。また、試料ホルダーには冷却ホルダーを用いた。

## 4. 結果及び考察

### 4.1 微細組織の観察

ベース合金と C21 合金の微細組織を薄膜法により観察した。ベース合金を図 2、図 3 に、C21 合金を図 4 に示す。

ベース合金の結晶粒内の組織に析出物は認められなかった(図 2)。

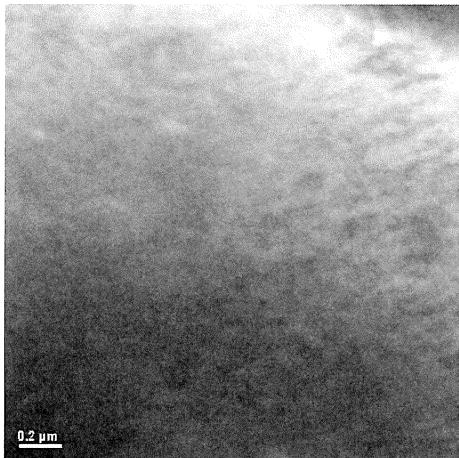


図 2 ベース合金の結晶粒内付近の STEM 像 (薄膜)  
Fig.2 STEM with HAADF image of Pb-Ca-Sn alloy at the grain interior by thin film method

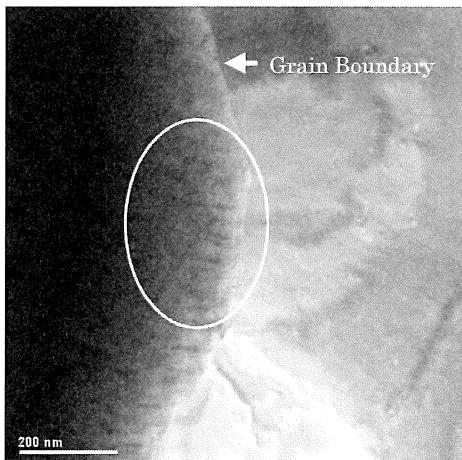


図 3 ベース合金の粒界付近の STEM 像 (薄膜)  
Fig.3 STEM with HAADF image of the grain boundary of Pb-Ca-Sn base alloy by thin film method

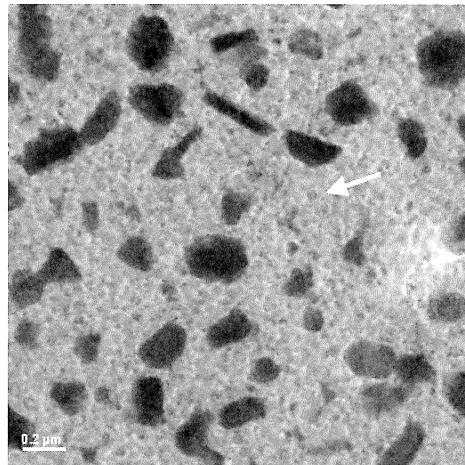


図 4 C21 合金 STEM 像 (薄膜)  
Fig.4 STEM with HAADF image of C21 alloy by thin film method

しかし、結晶粒界付近では粒界に沿って梨地状の析出物が見られた(図 3)。これは不連続析出であり、パーライト状のノジュールが形成された粒界反応型析出と考えられる。粒界反応型析出は合金の機械的強度を低下させる場合が多いと言われている<sup>9)</sup>。

一方、C21 合金では主に球状で均一に分散した粗大な析出物と微細な析出物が観察された(図 4)。このことから、Ba の添加は析出物の生成を促進するとともに、析出形態にも影響を与えていることが分かった。

### 4.2 析出物の分析

次に、C21 合金の抽出レプリカ試料を用いて、析出物の EDS 分析を行った。抽出レプリカ試料は薄膜試料と比較して析出物を選択的に抽出できるため、EDS 分析に適当である。分析結果を図 5 に示す。析出物は Pb、Ca、Sn に加え Ba を含んでおり、Ba は析出物の構成元素であった。

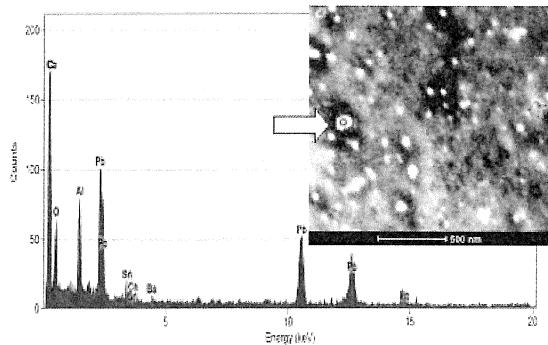


図 5 C21 合金の STEM 像と EDS 分析 (抽出レプリカ)  
Fig.5 STEM image and EDS analysis of C21 alloy by extraction replica technique

#### 4.3 引っ張り試験による破断部の観察

格子がグロスした場合に相当する、引っ張り応力の影響を調べるために、引っ張り試験破断部におけるベース合金と C21 合金の微細組織の比較を薄膜法により行った。ベース合金を図 6、図 7 に、C21 合金を図 8、図 9 に示す。

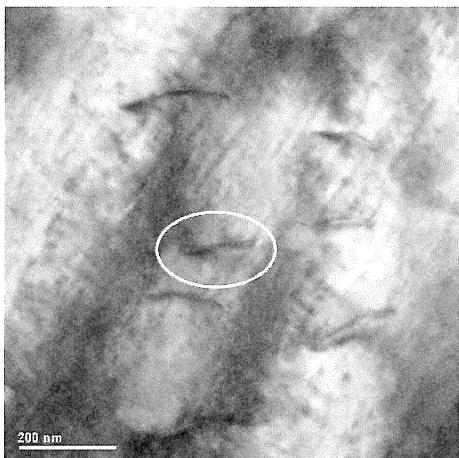


図 6  
Fig.6 ベース合金の引っ張り試験破断部 STEM 像（薄膜）  
STEM with HAADF image of tensile-fractured Pb-Ca-Sn base alloy by thin film method

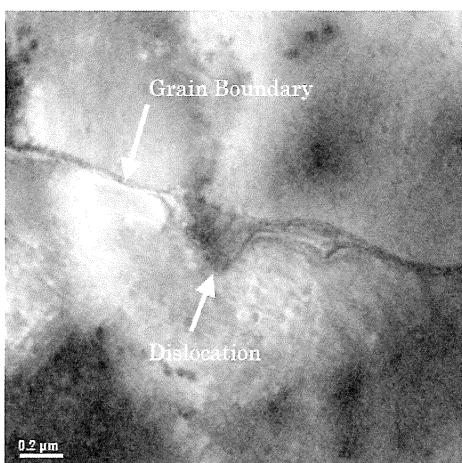


図 7  
Fig.7 ベース合金の引っ張り試験破断部粒界付近の STEM 像（薄膜）  
STEM with HAADF image of the grain boundary of tensile-fractured Pb-Ca-Sn base alloy by thin film method

ベース合金ではマトリクス中に転位がほとんど見られず、孤立した転位もわずかであった(図 6)。また、図 7において粒界の幅が拡がって見えるのは、多量の転位が吸い込まれて粒界の方位差が拡大したためと考えられる。この写真は転位が粒界に吸い込まれる瞬間を撮影したものである。このように、ベース合金は転位が移動し易いため高温クリープ特性に劣

ると考えられる。即ち、ベース合金を実際の電池に用いた場合は、活物質や格子表面の腐食層の体積変化による応力で格子のグロスが進行し、本来は安定な格子表面の腐食層を破壊するため、試験片での結果を大きく上回る腐食が進行したものと考えられる。

また、これとは別に結晶粒界が転位の消滅源となった結果、粒界の方位差が増加して大きなミスフィットが生じ、粒界の耐食性も低下していると考えられるため、このことも腐食を増大させた一因と思われる。

一方、C21 合金では刃状転位の移動が粗大化した析出物に妨げられてタンブルを形成していることが観察された(図 8)。また、マトリクスにらせん転位が均一に分散した組織も見られた(図 9)。これはマトリクスに分散した微細な析出物による転位のピン止め効果が有効に機能しているためと考えられる。以上のように、C21 合金は比較的粗大で強固な析出物が転位のすべり運動を抑制することから、いわゆる分散強化型合金であると考えられる。

このように転位の結晶粒内から粒界への移動が析出物粒子に妨げられるため、実際の電池に用いた場合も格子のグロスが起きにくく、格子表面の腐食層が健全な状態に維持されて腐食の進行を抑制、さらにグロスが抑制されると言う良好な循環が起こっているものと考えられる。

これとは別に転位の移動が妨げられた結果、表面や粒界における原子の配列に乱れが生じにくく、このことも耐食性に良い影響を与えていると考えられる<sup>10)</sup>。

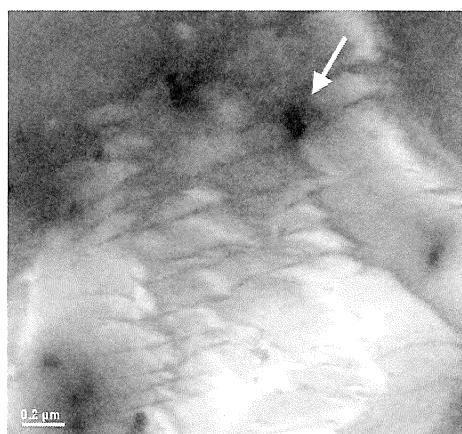


図 8  
Fig.8 C21 合金の引っ張り試験破断部 STEM 像（薄膜）  
STEM with HAADF image of tensile-fractured C21 alloy by thin film method

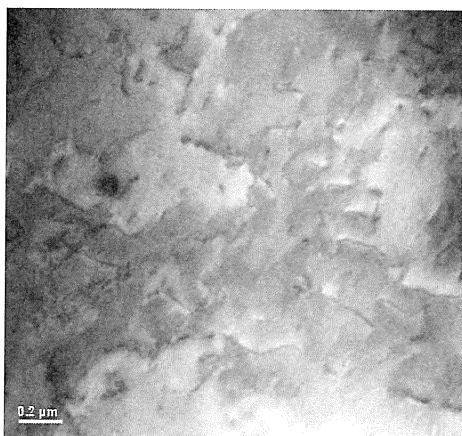


図9 C21 合金の引っ張り試験破断部 STEM 像 (薄膜)  
Fig.9 STEM with HAADF image of tensile-fractured  
C21 alloy by thin film method

## 5.まとめ

- (1) C21 合金では Ba の添加が析出物の生成を促進するとともに、Pb、Ca、Sn、Ba 元素で構成された析出物がマトリクス中に均一に分散していることが分かった。
- (2) C21 合金は比較的粗大で強固な析出物と微細な析出物とともに転位の運動を妨げる分散強化型合金であるため、優れた機械的特性を示し、その結果格子表面の腐食層が健全に維持されてグロスと腐食を相乗的に抑制したと考えられる。
- (3) C21 合金は転位が結晶粒内から移動しにくいために表面や粒界における原子の配列に乱れが生じにくく、このことも耐食性に良い影響を与えていると考えられる。

今後は、析出物の成長過程、組成、結晶構造の解明により C21 合金の更なる改善に努める所存である。

## (参考文献)

- 1) John H. Hoover, 112th BCI, Apr. 19, 2000, San Francisco
- 2) Heinz Borcher, Herbert Assmann, Z.Metallkde, 69, 43 (1978)
- 3) R. David Prengaman, 7th Int. Lead Conf., Madrid, May, 1980, 34
- 4) N. E. Bagshaw, J. Power Sources, 85, 9 (2000)
- 5) 根兵靖之、尾崎正則、本間徳則、古川淳、新妻滋、FB テクニカルニュース、No.59、8 (2003)
- 6) Jun Furukawa, Yasuyuki Nehyo, Shoji Shiga, J. Power Sources, 133, 25 (2004)
- 7) Jun Furukawa, Shuhei Takeshima, Masanori Ozaki, Shoji Shiga, 4th Advanced Automotive Battery Conf., June 3, 2004, San Francisco
- 8) Jun Furukawa, Yasuyuki Nehyo, Masanori Ozaki, Shuhei Takeshima, Shoji Shiga, 4th Int. Lead Battery Fair, June 11, 2004, Beijing
- 9) 幸田成康監修、合金の析出 第2刷、丸善、237 (1976)
- 10) 小原嗣朗、金属組織学概論、第10刷、朝倉書店、105 (1973)

# CAEによる鉛蓄電池用格子の最適設計

Optimization of Grid Design for Lead-Acid Batteries by CAE

飯塚 博幸<sup>\*</sup>  
Hiroyuki Iizuka

## Abstract

Performance and reliability are ranked as ever ongoing priority for the automotive battery along with reduced mass for higher fuel economy, in which one of key issues is due to the design of electrode grids. In order to optimize it, considerations must be taken into not only electrical resistance but also matters on reliability like corrosion and productivity like casting process, for which CAE (computer-aided-engineering) is a powerful method to forecast and compromise effects of relevant design factors. In this report the relationship between electrical performance and mass of grids were simulated to find out design optimization through the analyses of casting and solidification, mechanical strength and corrosion growth as well.

## 1. はじめに

鉛蓄電池における極板のベースとなる格子は、集電体および活性物質の保持体として働き、その形状の違いが電池特性を大きく左右するため、以前よりCAE等を用いて、最適な格子形状を摸索する試みが行なわれてきた<sup>1)~6)</sup>。

格子の製造方式には、重力鋳造方式(BM鋳造)、連続鋳造方式、エキスパンド方式、打ち抜き方式等があるが、特に高性能・高耐久性が要求されるハイグレードタイプの電池には、正極格子として集電特性・耐腐食性に優れるBM方式の格子が使われることが多い。

一方、近年では環境問題から、自動車の主要部品のひとつである鉛蓄電池にも軽量化の要求が高まっており、格子も軽量化する必要があった。格子を軽量化するには、電池性能・耐久性への影響を考慮するのはもちろんのこと、電池の製造段階に起こりうる問題を予測し、対策を講じる必要がある。

本稿では、設計段階における電気特性(極板の電位分布)や寿命特性(グロース)の予測だけでなく、製造段階における鋳造性(湯流れ、凝固)や組み立て時のハンドリング性(強度)をCAEを用いて多角的に解析し、最適な格子形状を求めるためのシミ

ュレーションシステムの構築を行なった事例について報告する。

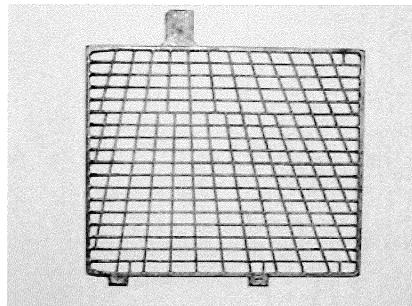


図1 自動車用鉛蓄電池と格子  
Lead-Acid Battery for automobile and grid

## 2. 格子の抵抗値解析

### 2.1 解析の目的

電池性能を落とさずに、格子を軽量化するには、

\* 技術開発部 いわき開発センター

格子体質量の削減と集電性能を向上させるという、二つの目的（目的関数）を同時に達成する必要がある。格子の電気抵抗をシミュレーションにより求め、格子デザインの最適化検討を行なった。

## 2.2 解析結果

一定の大きさの格子について、格子デザインの違いによる電気抵抗（電位分布）の違いを求めた結果を図2に示す。Cのエキスパンド方式格子では、A及びBのBM铸造方式と比べ、格子内での電位差が大きく、電気抵抗が大きい格子であることを示している。

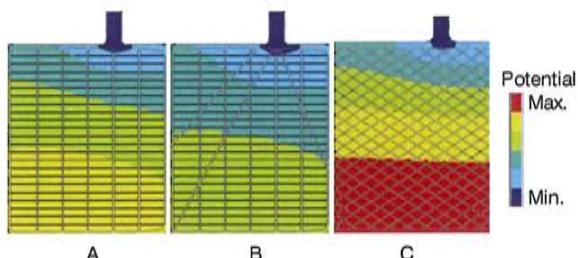


図2 正極電位分布解析結果  
Fig.2 Calculation results of electro potential distribution on positive grids

これらの格子について、横軸に格子体の質量、縦軸に電気抵抗値をプロットすると図3に示すような分布となり、図の左下に近い格子が、軽量かつ電気抵抗の小さな、効率的な格子デザインであることを示す。また分布図からは、ラインAを境に格子の存在範囲が分かれており、効率化には一定の限界があることが見て取れる。このラインAがパレート曲線と呼ばれるもので、曲線上の格子はそれぞれ特徴をもった最適化された格子を示している。

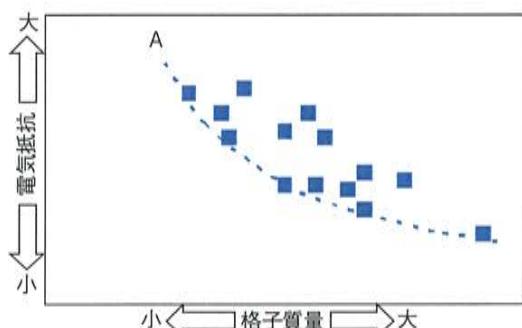


図3 格子質量と電気抵抗のパレート曲線  
Fig.3 Relationship between electro resistance and mass of grids (Pareto curve)

パレート曲線上の最適化格子と、パレート曲線から右上に外れた最適化されていない格子の最も大き

な違いは、格子密度分布の違いである。格子は、極板の活物質（電気伝導度小）で発生した電気を、耳と呼ばれる集電部までバイパスする役目を持っており、電気の流れる量（電流密度）に合わせて格子の太さ、格子位置を細かく設定することが、格子デザインの最適化には必要となる。電流密度は耳付近で大きくなり、耳から離れるほど小さくなる傾向を持ち、その差は最大で数十倍にもなることがある。この電流密度分布に合わせて格子の密度を設定した場合には、格子の密度が極端に高く活物質が入りうる隙間が無い個所が発生したり、逆に格子の密度が極端に低く、構造的に弱い個所が発生したりといった不具合を生ずることがある。或いは格子自体の製造が不可能な場合も起こりうる。

そういった問題が起らぬよう、これまで格子密度の設計自由度を、主に従来データを基に規定し、その範囲内でのみ格子デザインの最適化を行なってきた。しかし、より一層の格子軽量化をしようとした場合には、設計自由度のパラメータであるパレート曲線を図の左下にシフトさせる必要がある。そこで、次項以下では、製造段階からCAEを用いて格子の評価、改善検討を行ない、格子体の設計自由度の向上を目指すことを試みた。

## 3. 格子の製造（铸造）解析

### 3.1 解析の目的

铸造技術にて製造される格子を軽量化しようとする際に大きな問題となるのが、格子を細くすることによる、铸造性の悪化がある。格子が細くなると、湯が铸型のすべてに行き渡らないうちに凝固してしまう『目切れ』が発生しやすく、また、凝固する際に引き巣の発生や、焼き折れといった铸造欠陥も生じることがある。これらの発生を抑えるためCAEを用いて、铸造技術の底上げ検討を行なった。

### 3.2 湯流れ解析

铸造シミュレーションソフト Conifer CAST を用い、铸型内に溶融鉛合金（湯）が注入されてからの、湯の流れと温度変化（凝固状態）の計算を行なった。

铸型に湯が注入されてから、铸型に充填されるまでの湯の充填状況と温度変化を図4に示す。湯は、

鋳型上部の湯口から重力にしたがって注入され、時間が経過するごとに、左右の太い外格子から先に充填され、最後に中格子の下部が充填される様子が伺える。これらの結果は、実際の鋳造で充填不良が起こりうる箇所と近似しており、シミュレーションの妥当性が確かめられた。

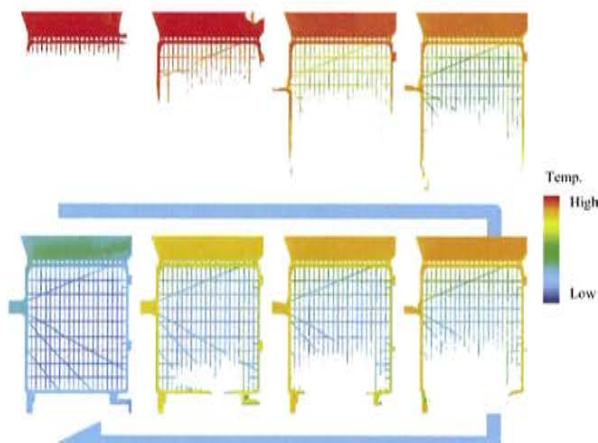


図4 鋳造湯流れ解析結果  
Fig.4 Calculation result of lead-melt flow

鋳型に湯が充填されてから、凝固完了までの、湯の存在分布の変化を図5に示す。凝固は、中格子から始まり、枠格子から最後に耳と押し湯が凝固する。これらの結果から予想される、凝固収縮に伴う欠陥の発生箇所と、実際の引け巣の箇所が近似しており、ここでもシミュレーションの妥当性が確かめられた。

これらのシミュレーション結果を用いることで、湯流れ性を改善し、凝固特性を改善した鋳型設計が可能となった。

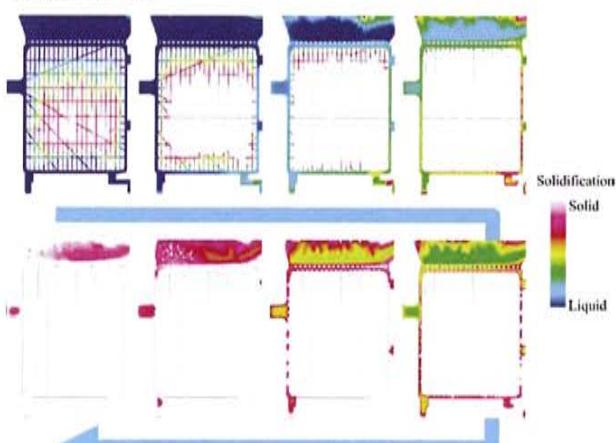


図5 鋳造凝固解析結果  
Fig.5 Calculation result of lead-melt solidification

### 3.3 鋳型の温度分布解析

鋳型の温度分布解析を行なった結果を図6に示す。鋳型の熱作用は、ヒータによる加熱、湯からの熱移動、冷却水への放熱、鋳型表面からの放熱等がある。従来技術では、図6-Aに示すように非常に大きな温度分布が鋳型内に生じてしまつており、不均一な状態であった。その結果、ある種の鋳造欠陥が偏って生ずるといった問題があった。

そこで、加熱器形状、放熱機構を見直すことで、図6-Bに示すような、均一な温度分布とすることができた。その結果、鋳造欠陥を大幅に減らすことが出来た。

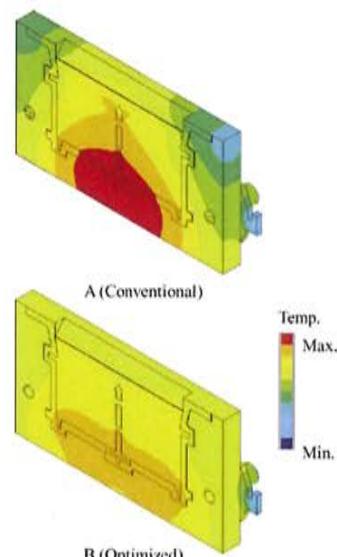


図6 鋳型の熱解析結果  
Fig.6 Calculation result on temperature distribution of casting molds

## 4. 格子の強度（ハンドリング）解析

### 4.1 解析の目的

格子を軽量化しようとしたときに、電池の製造工程にて問題となるのが、ハンドリング強度が不足し、格子変形等の不具合を生ずる事があることである。そこで、格子の強度解析を行い、軽量化と強度を両立できる格子形状の検討を行なった。

### 4.2 解析結果

格子モデルを三次元にてモデル化し、両端耳を支持したときの、重力によるたわみ量を求めた。

格子を水平方向に支持したときの解析結果を図7

に、格子を垂直方向に支持したときの解析結果を図 8 に示す。格子の断面形状の変更により、同一質量にて約 15% の強度アップを達成した。

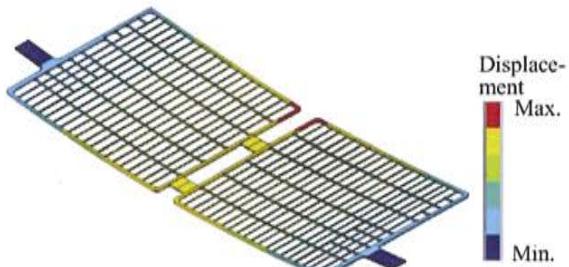


図 7 自重たわみ解析（水平方向）  
Fig.7 Calculation result of bending deformation by gravity in the horizontal position of double-grid cast

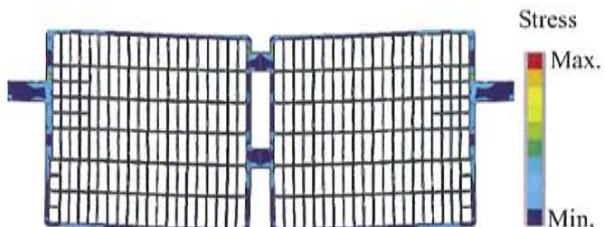


図 8 自重たわみ解析（垂直方向）  
Fig.8 Calculation result of bending deformation by gravity in the vertical position of double-grid cast

## 5. グロース解析

### 5.1 解析の目的

格子を軽量化した場合に、格子表面腐食による伸びが増加し、電池の寿命性能が悪化することが考えられる。これらの伸びをシミュレーションによって予測し、伸びにくい格子の形状を求める試みを行なった。

### 5.2 解析結果

解析では、格子と格子表面の腐食層を三次元にてモデル化し、腐食層のみを一定の割合で体積膨張させたときの変形量を求めた（図 9）。格子耳と足部分のみを完全位置拘束として解析を行なった。

格子伸びの解析結果を図 10 に示す。格子の伸び形状は、実際の電池での極板変形形状とよく一致しており、シミュレーションの妥当性が確かめられた。

格子のデザイン（形状、配置、太さ）の適正化により、同一質量にて約 10% のグロース抑制を達成した。

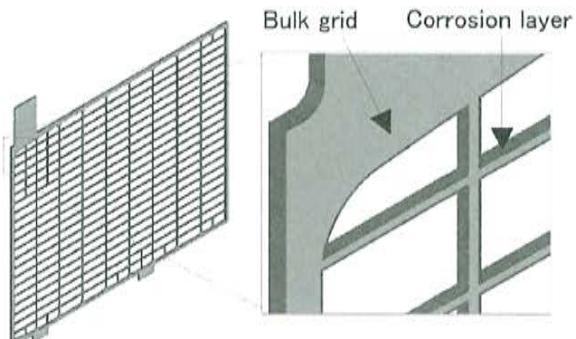


図 9 正極格子伸び解析モデル  
Fig.9 Calculation model for corrosion growth of positive grid

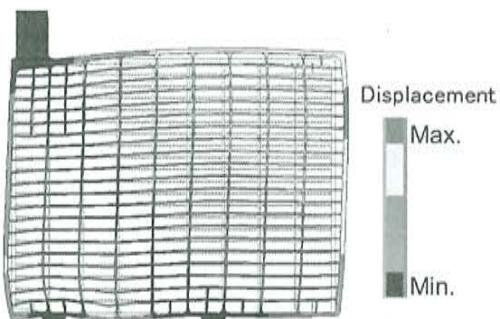


図 10 正極格子伸び解析結果  
Fig.10 Calculation result of grid growth

## 6. パレート曲線

3～5 項の検討結果を基に、格子密度分布の設計自由度の拡大を行い、格子質量と電気抵抗のパレート曲線を求めた結果を図 11 に示す。従来のパレート曲線 A に比べ、格子密度分布範囲を広げた最適化格子でのパレート曲線 B は、質量で約 15% 小さくすることができた。また、このときの、鋳造性、ハンドリング強度、耐グロース性は従来と同等以上となった。

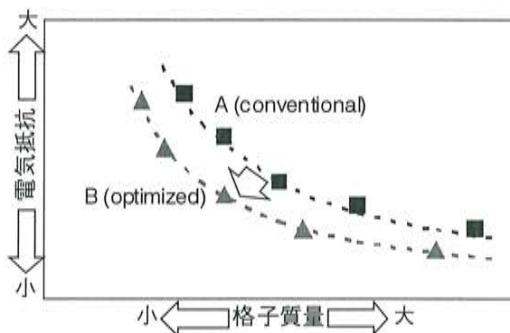


図 11 最適化格子のパレート曲線  
Fig.11 Pareto curve of conventional and optimized grids

# 報文

## CAE による鉛蓄電池用格子の最適設計

### 7. まとめ

鉛電池用の格子の設計に CAE 技術を多角的に用いることで、電池性能（放電性能、寿命性能）を落とすことなく、鋳造性やハンドリング強度の低下といった製造面での問題を生じさせることなく、軽量化を達成することができた。

今後は、本報にあるような CAE を用いた開発プロセスの自動化を推し進め、更なる開発のリードタイムの短縮を図っていく予定である。

### (参考文献)

- 1) 大塚正久、FB テクニカルニュース、No.59、1 (2003)
- 2) 飯塚博幸、FB テクニカルニュース、No.58、19 (2002)
- 3) 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、FB テクニカルニュース、No.57、13 (2001)
- 4) Milan Calabek, Karel Micka, Petr Baca, Petr Krivak "Influence of grid design on current distribution over the electrode surface in a lead-acid cell" Journal of Power Sources 85, 145 (2000)
- 5) W. Tiedemann, J. Newman and F. DeSau, "Power Sources 6" , D. H. Collians, Editor, P.15, Academic Press, London (1977)
- 6) C. W. Tobas and R. Wijsman, j. Electrochem. Soc., 100, 459 (1953)

# ハイブリッド軽乗用車用 VRLA 電池の開発

Development of Compact VRLA "FT7C-HEV" for HEV-type Passenger Mini-car

竹島 修平<sup>\*1</sup>  
Shuuhei Takeshima

小浦方 智樹<sup>\*1</sup>  
Tomoki Kourakata

松本 健之<sup>\*2</sup>  
Takeyuki Matsumoto

清水 博文<sup>\*2</sup>  
Hiroyumi Shimizu

矢吹 修一<sup>\*2</sup>  
Shuuichi Yabuki

## Abstract

Compact VRLA "FT7C-HEV" with rated capacity of 6.3Ah-12V was developed for parallel HEV-type passenger mini-car, "Suzuki Twin" HEV, which was launched January 2003. Battery pack of 16 batteries in series served as 192V power source, with which HEV functions of start-assist, power-assist, regenerative braking and idle-stop/start were well performed under control of battery management unit. This VRLA was featured as its compactness in dimension, power performance and cycle-life longevity in PSOC operation which were realized through optimizing the design and composition of both plates, separator and battery assembly construction as well as manufacturing process and control.

## 1. はじめに

近年、エネルギー問題及び環境問題から低公害車が世界各国で開発され、その中でハイブリッド自動車が普及し始めている。従来、実用化されたハイブリッド自動車（HEV）の乗用車に使用されている高電圧系電池はニッケル水素電池とリチウムイオン電池のみで、制御弁式鉛蓄電池（VRLA 電池）はトラック・バス用に一部使用され、乗用車には使用されなかった<sup>1)</sup>。また近年、アイドルストップと回生充電による燃費向上を行い、環境負荷の低減を狙った42V 電源系のマイルドハイブリッドと呼ばれる乗用車に36V 鉛電池が使用されている。HEV は主に普通車として上市されているが、軽自動車では実用化されていなかった。

VRLA 電池を用いた高電圧系の乗用車 HEV はこれまで実用化されず、各種サイズの円筒型及び角型の VRLA 電池を用いた開発が国内外の電池メーカー、研究組織で行なわれているのみであった<sup>2)~4)</sup>。

2003 年 1 月にスズキ株式会社が小型 VRLA 電池を用いた高電圧系の軽乗用車「Twin」ハイブリッド車を発売した。本稿は専用電池として搭載され

ている「FT7C-HEV」の概要を述べるとともに、各種特性を報告する。

## 2. FT7C-HEV の諸元と特長

「Twin」ハイブリッド車のハイブリッドシステムはエンジンと高電圧電池を組合わせて制御することにより、エンジンの効率を大幅に改善できるパラレルハイブリッドシステムである。発進、加速、登坂のモーターアシストとブレーキ回生並びにアイドルストップのハイブリッド機能はエンジンに直結されたモーター／ジェネレーターを介して、高電圧系からの放電と充電を最適化制御の下で行うことにより実現される<sup>5)</sup>。

図 1、表 1 に車の外観及び代表的諸元を示す。



図 1 Suzuki 「Twin」HEV の外観  
Fig.1 External view of "Suzuki Twin" HEV

\*1 技術開発部

\*2 自動車電池事業部技術部

表 1 Suzuki 「Twin」 HEV の諸元  
Table.1 Specification of "Suzuki Twin" HEV

全長 (mm)	2735
全幅 (mm)	1475
全高 (mm)	1450
車両質量 (kg)	730
乗車定員 (名)	2
電動機最高出力 (kW)	5

高電圧電池系は 12V、6.3Ah の小型 VRLA 電池、FT7C-HEV を 16 個シリーズ接続した電池パックで、図 2 の如く車後部に搭載される。外観を図 3 に示す。FT7C-HEV の諸元を類似小型形状の二輪車用電池と比較して表 2 に示す。上述のハイブリッド機能を実現する為に電池は常時部分充電状態 (PSOC) で保持運用される。その特長を下記の 4 点に要約できる。

- (1) 小型で高出力
- (2) 入力性能が高い
- (3) PSOC でサイクル寿命が長い
- (4) HEV 用付属部品の取付けが可能

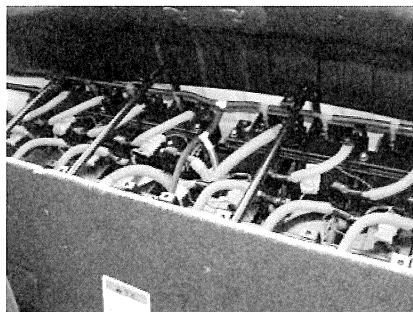


図 2 FT7C-HEV 192V 組電池搭載状態  
Fig.2 192V-VRLA battery pack

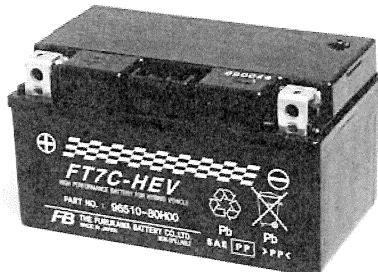


図 3 FT7C-HEV の外観  
Fig.3 External view of FT7C-HEV

表 2 FT7C-HEV の諸元  
Table.2 Specification of FT7C-HEV

	HEV 用	二輪用	
	FT7C-HEV	小形 VRLA	
電圧 (V)	12	12	
外形寸法	長さ (mm) 幅 (mm) 高さ (mm)	150 87 83	150 87 93
容積 (ℓ)	1.08	1.21	
質量 (kg)	2.7	2.7	
端子構造	黄銅平板 折り曲げ端子	鉛 BOX 端子	
3 時間率容量 (Ah)	6.3	5.4	
出力 (DOD50%、2s) (%)	100	100	
入力 (DOD50%、2s) (%)	220 以上	100	
PSOC サイクル寿命 (%)	400 以上	100	

### 3. 電池の構成

#### 3.1 構造

車両搭載するために最適設計を行い、二輪用小形 VRLA 電池と比べ、総高さを 10mm 低くし小型化を図った。

また電池パックで使用するために電池接続部には高い信頼性が必要であり、締め付け強度の高い端子構造を採用した。この端子構造は一部の二輪用電池に使用されている構造と同じで、黄銅の平板折り曲げ端子を採用し、一端が蓋に圧入されて固定されている。

その他に過充電による発生ガスで安全弁が開いた時に、このガスを外部に排出するための排気管の接続、温度センサーの埋め込み及び温度センサーと電圧センサーのコネクターの固定を可能とする蓋構造になっている。

#### 3.2 正極板

正極板には高耐食性合金の厚形格子を採用して格子耐食性を向上させ、正負極板枚数を多くし高出力化を図った。

極板サイズについては、開発段階において、高さの異なる二輪用電池を用い、充電量を 100% に制限した PSOC 充放電試験を行い、電圧低下が少なく、充電受入性が良好な低形極板の方が寿命が長いことを確認し、本電池に低形極板を採用した。表 3 に試験結果を示す。

表3 PSOC 充放電サイクル寿命  
Table.3 PSOC endurance cycle life

電池高さ (mm)	寿命回数 (%)
105	100
93	230

正極活性物質密度は車の充放電パターンと放電深度から判断して、最適な値を採用した。

### 3.3 負極板

効率良く回生エネルギーを得るために、充電受入性を向上し、負極板における硫酸鉛の蓄積を抑制することが必要である。そのために、基になった二輪用電池の添加剤の見直しを行い、カーボン、リグニン、硫酸バリウムの添加量の最適化を行い、サルフェーションの抑制を図った。最適検討の一例として、図4に負極カーボン量の異なる試作電池について実施したPSOCサイクル寿命の比較を示す。試験方法は後述の4.4項と同様である。カーボン量を多くすることにより、寿命回数が大幅に増大することを確認した。

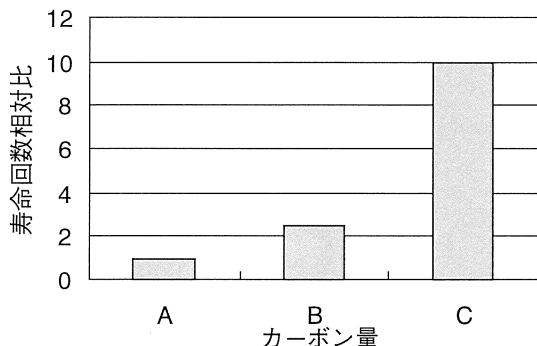


図4 負極カーボン量の寿命に及ぼす効果  
Fig.4 Effect of carbon contents in negative plate on cycle life

### 3.4 セパレータ

電池パックでの使用では、特に高い信頼性が必要である。今回各種セパレータを検討し、短絡防止に優れ、へたりに強く高圧迫性を維持できる特性を持つリテナマットを採用した。厚みについては要求される入出力を満足する範囲内で厚くし信頼性を高めた。

## 4. 電池特性

### 4.1 放電特性

放電電流と放電容量の関係を図5に、各率放電時の出力密度とエネルギー密度の関係を図6に示す。

10C<sub>3</sub>A放電で対定格比約50%の容量を有し、0.33C<sub>3</sub>A放電時のエネルギー密度は30Wh/kg以上で、出力を重視する本用途には十分である。

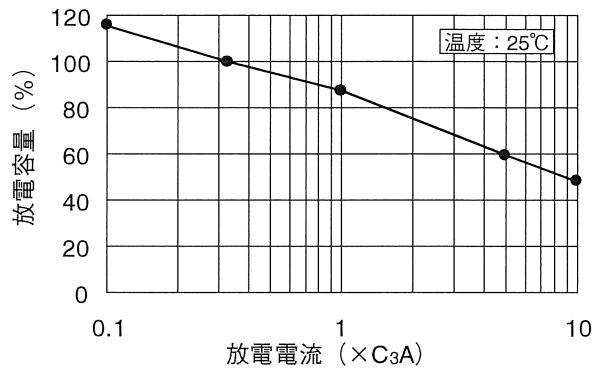


図5 放電電流と放電容量の関係  
Fig.5 Relationship between discharge current and capacity

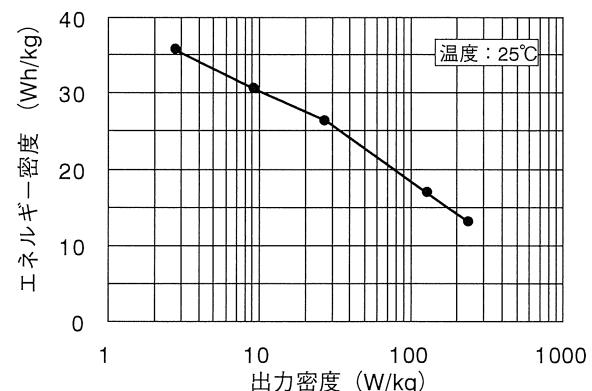


図6 出力密度とエネルギー密度の関係  
Fig.6 Relationship between discharge power density and energy density

### 4.2 充電受入性

二輪用電池と開発電池について、充電受入性試験をした時の結果を図7に示す。10分目電流で約2.4倍、10分間充電量で約2.1倍の値を示し、充電受入性が二輪用電池と比較してHEVに適した特性を備えていることが分かる。

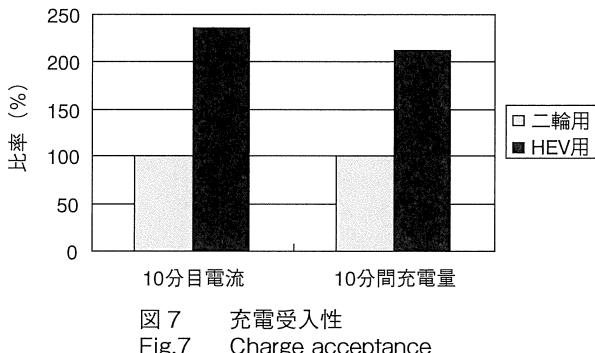


図 7 充電受入性  
Fig.7 Charge acceptance

#### 4.3 放電深度と入出力特性の関係

二輪用電池の放電深度 50% を基準とした、二輪用電池と開発電池の出力特性を図 8 に、入力特性を図 9 に示す。出力性能において、DOD50% で両電池とも同じ出力を有し、DOD80% で開発電池が僅かに高い値を示している。入力性能では、DOD50% で開発電池は二輪用電池の入力に対し、約 2.2 倍の入力を示し、入力性能が二輪電池と比較し向上している。

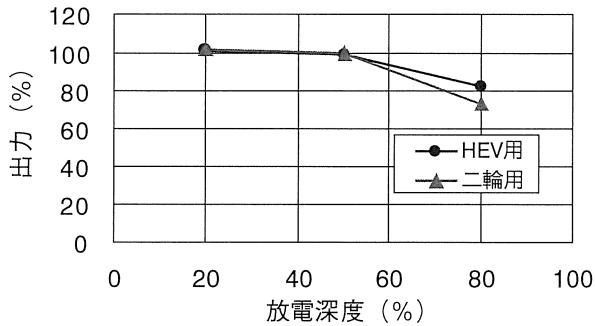


図 8 出力特性  
Fig.8 Output power characteristics

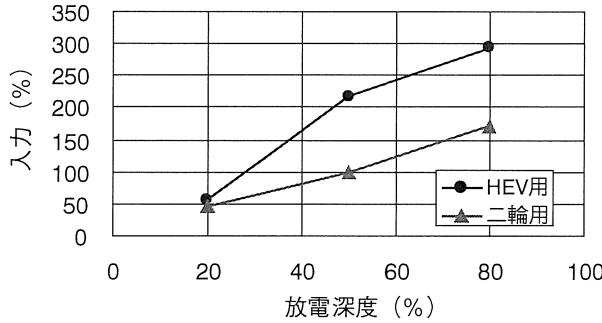


図 9 入力特性  
Fig.9 Input power characteristics

#### 4.4 サイクル寿命特性

PSOC 加速寿命試験は、先に述べたハイブリッド機能を模したパターンをベースに自動車仕様や試験加速度を考慮して細部や DOD を調整して行った<sup>6)</sup>。

12V 電池を主に試験したが、一部 192V 電池パックについても行った。

12V の二輪用電池と比較した図 10 の結果から、開発電池は約 4 倍のサイクル寿命を有することが分かる。図 11 に寿命前と寿命期の負極断面の PbSO<sub>4</sub> 分布を示す。寿命期の表面に PbSO<sub>4</sub> の存在を示す S が高濃度に分布していることから、この電池の寿命モードは PSOC の高率充放電サイクル (HR-PSOC) に特徴的な表面サルフェーション、即ち絶縁性の PbSO<sub>4</sub> が高濃度に表面に蓄積したことによると判断される。充放電の電気化学反応と拡散に伴う PbSO<sub>4</sub> の析出・溶解の化学反応とのインバランスの結果である<sup>7)</sup>。以上の結果は電池パックの試験でも同様に確認されている。

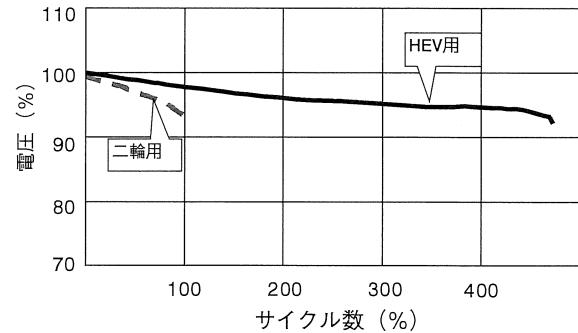


図 10 サイクル寿命試験  
Fig.10 Characteristics of endurance cycle life

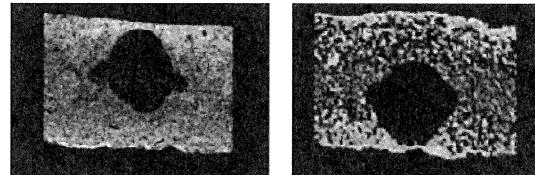


図 11 サイクル寿命途中（左）と寿命期（右）の電池の負極断面 SEM の硫酸鉛 (S) の分布  
Fig.11 Distribution of lead sulfate in negative plate sections of VRLA's before (left) and after (right) cycle life

#### 4.5 実走行での電流・電圧特性

「Twin」ハイブリッド車を市街地走行しながら、電池パックの電流と電圧を実測した結果を図 12 に示す。頻繁なアシスト放電と回生充電の様子が観える。

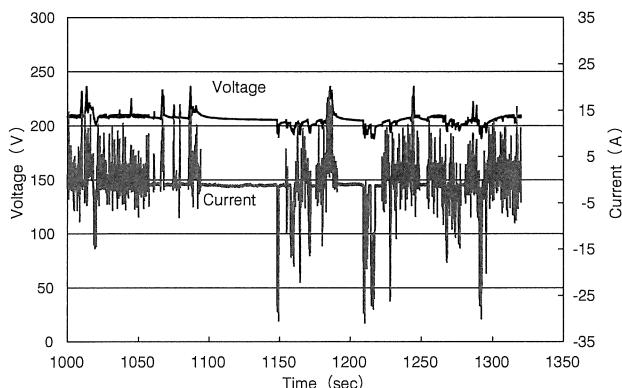


図 12 市街地走行時の電流・電圧特性  
Fig.12 A sample of current and voltage pattern in town-driving

## 5.まとめ

ハイブリッド用電池は PSOC での高率充放電サイクルに適した特性が必要であるが、正負極・セパレータと極板群を収納する電槽蓋構造を最適化することにより、小型高入出力、高信頼性、長寿命で廉価の VRLA 電池を開発した。

電池製造管理技術、パック化技術により、16 個直列 192V による使用に適した高品質の HEV 用電池パックを提供することが可能になった。本電池を搭載した Suzuki 「Twin」 HEV は 2003 年 1 月より商品化されている。

## 謝辞

本電池の開発にあたり多大なご指導とご教示を頂いたスズキ株式会社殿に厚くお礼申しあげます。

## (参考文献)

- 1) 松本修明、高橋さわ子、北条英次、中山恭秀、小池哲夫、JEVA 電気自動車フォーラム、93 (1998)
- 2) John B.Olson, the 15th Annual Battery Conference on Applications and Advances, 205 (2004)
- 3) 久井 真、中村憲治、林 俊郎、高橋克二、坪田正温、JEVA 電気自動車フォーラム、77 (2000)
- 4) ALABC 9th Members' & Contractors' Conference, May, 2004 EALABC Foresight Vehicle Project RHOLAB
- 5) 森本一彦、村松稔久、伊藤芳輝、仁田勝邦浩、古橋一能、自動車技術会学術講演会前刷集 動力伝達系の最新技術 2003、20034657, 66 (2003)
- 6) 古川淳、坂本光、飯塚博幸、FB テクニカルニュース、No.58,3 (2002)
- 7) L.T.Lam, N.P.Haigh, C.G.Phyland, A.J.Urban J.Power Sources, 133, 126 (2004)

# 「はやぶさ」搭載リチウムイオン電池の運用経過

## In-Orbit Operations of Li-Ion Battery aboard HAYABUSA Spacecraft

大登 裕樹  
Hiroki Ooto

山本 真裕  
Masahiro Yamamoto

吉田 浩之  
Hiroyuki Yoshida

久保田 昌明  
Masaaki Kubota

江黒 高志  
Takashi Eguro

### Abstract

World's first spacecraft powered with Li-Ion battery, that is HAYABUSA, was successfully launched in May 2003 and since then operational events were conducted as scheduled, which demonstrates the battery and its operation method work well with keeping sufficient capacity to meet the mission. HAYABUSA or former Muses-C was designed and handled by JAXA and its 4-year scientific mission was to collect soils and rocks of an Asteroid, ITOKAWA.

The battery consisted of 11 prismatic cells in series with a rated capacity of 13.2 Ah, SOC of which was maintained in a certain controlled range according to battery's calendar degradation of capacity and each cell voltage of which was reset periodically with a cell-by-cell balancing circuit. Through one and a half year operation on space, battery's performances for events and capacity change were measured and analyzed in comparison to the initial planned values.

### 1. はじめに

当社は宇宙研究用及び人工衛星用 Ni-Cd 電池、Ni-MH 電池の研究開発と製造実績を基に、宇宙用リチウムイオン電池を開発し<sup>1)~3)</sup>、宇宙科学研究所（現：宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所）殿の小惑星探査用工学実験探査機「MUSES-C」に搭載され、2003 年 5 月に打上げられ、「はやぶさ」と命名された。

「はやぶさ」は世界初の大容量リチウムイオン電池を電源とし、4 年間のミッションに向け現在順調に運航している。

「はやぶさ」ミッションの概要図を図 1 に示す。

2005 年夏に小惑星「ITOKAWA」に到着し、数ヶ月に亘り小惑星表面の観測とサンプル採取を行い、2007 年 6 月に地球に帰還する。この小惑星「ITOKAWA」の土壤をサンプリングして地球に持ち帰るミッションは、小惑星の観測と土壤の分析から太陽系の生い立ち、成り立ちを解明する。

搭載したリチウムイオン電池は、ミッションの大部分を占める軌道運行中の 4 年間、緊急時の衛星姿勢制御（セーフホールド）に備えて充電状態で運用

される。そして、①打上げ②スイングバイ③タッチダウン④ターミネータ観測の 4 つのオペレーションにおいて大出力（1CA 以上）の放電が予定されている。

このオペレーションを確実に実施するための運用のポイントは次の 2 つである。

- 1) 電池の容量劣化を最小限に抑制する特殊な運用パターン
- 2) 電池の特性バラツキを抑制するリセットオペレーション

本報は電池納入後 3 年弱、打上げ後 1 年半の期間で行ったバッテリーの運航実績を紹介する。

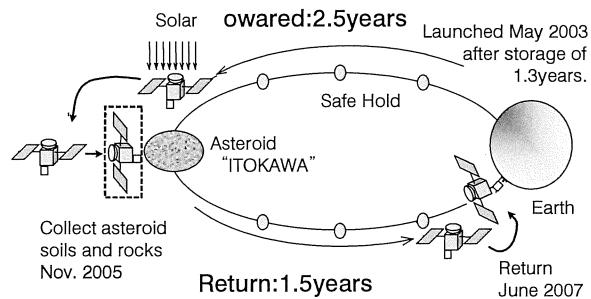


図 1 「はやぶさ」ミッション  
Fig.1 The asteroid sample return mission spacecraft, HAYABUSA.

\* 技術開発部

## 2. 「はやぶさ」搭載バッテリーの開発と諸元

### 2.1 要求性能とバッテリーの構成

「はやぶさ」搭載バッテリーへの要求性能を表1に示す。この要求性能を満たすため、電池特性の経年劣化と最大負荷電流を考慮し、定格容量13.2Ah、公称電圧3.6Vの角形リチウムイオン電池を設計した。

表1 「はやぶさ」搭載バッテリーの要求性能  
Table.1 Requirements of Li-Ion cell for HAYABUSA spacecraft.

	使用時期 (年)	最大負荷容量 (Ah)	最大負荷電流 (A)
Launch	0	7.03	12.78
Swing By	1.06	4.76	14.27
Touch Down	2.37	2.51	16.70
Terminator	2.45	5.95	17.61
Safe Hold	Mission全期間	3.43	15.23

設計した電池は、正極活性物質にコバルト酸リチウムを、負極に人造黒鉛を、電解液に有機溶媒系電解液を用いた低温特性に優れた長寿命な電池構成となっている。電極端子の封口には、宇宙用アルカリ電池で実績のあるセラミックハーメティックシール技術を応用し、耐宇宙環境用の高真空間シール構造を実現した。

また世界で最高レベルの機械強度が要求されるM-Vロケットの打上げ時の振動・衝撃にも十分に耐えられる機械特性を有している。

この電池の諸元を表2に、外観を図2に示す。「はやぶさ」にはこのリチウムイオン電池を11セル直列接続したバッテリーを搭載した。

表2 「はやぶさ」用リチウムイオン電池の諸元  
Table.2 Specification of Li-Ion cells for HAYABUSA spacecraft.

Rated Capacity	13.2 Ah
Size W × T × H	69.3 × 24.4 × 132mm
Mass	570g
Specific Energy Density	> 85 Wh/kg
Volumetric Energy Density	> 220 Wh/l

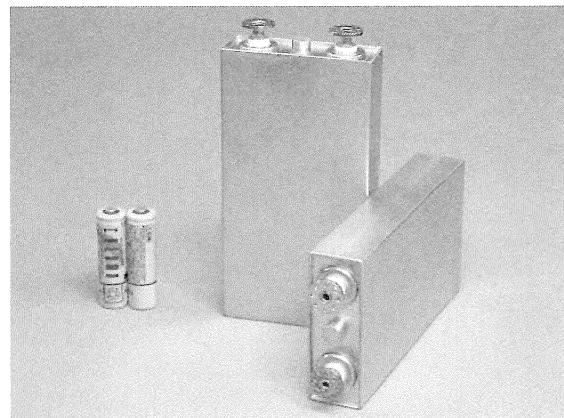


図2 「はやぶさ」用リチウムイオン電池の外観  
Fig. 2 External View of a 13.2 Ah Li-Ion Cell for HAYABUSA spacecraft.

### 2.2 搭載バッテリーの運用方法

#### (1) 搭載バッテリーの運用パターン

リチウムイオン電池はSOC(充電状態)が高くなるほど容量劣化が促進される<sup>4)</sup>。「はやぶさ」搭載バッテリーはミッション期間中に生じる容量劣化をできるだけ抑制するため、軌道運行中は必要最低限のSOCを維持する特殊なパターンで運用する<sup>5)~6)</sup>。

このSOCは軌道運行中の、

- ・セーフホールド容量
- ・電池の自己放電容量
- ・モニター回路への放電容量

等からなる最小必要容量とその時の電池容量で決定する。そして運用中の電池の容量劣化に合わせて、電池のSOCを徐々に上げていく。

例えば、最小必要容量が8.0Ahで初期の電池容量が13.2AhであればSOCを60%に設定し、その後容量が劣化し、例えば12.5Ahとなった時点ではSOCを64%に設定するのである。

この容量劣化の確認には搭載バッテリーの容量確認が必要であるが、オペレーション以外で搭載バッテリーを完全放電することは探査機の運用上の負担が大きいため、頻繁に行なうことが難しい。そこで、地上試験により、搭載バッテリーの運用パターンによる容量劣化をシミュレーションし、その結果を基に搭載バッテリーのSOCを決定することを試みた。

そして、オペレーションの前などに、容量比較を実施してシミュレーション試験の妥当性を確認する。

## (2) リセットオペレーション

11セル直列で構成されたセル間のSOCのバランスが崩れた場合、セル間で特性劣化の進行にバラツキが生じ、最も特性劣化が進行したセルにバッテリー全体の特性が支配される。そこで、「はやぶさ」には各セルのセル電圧を揃える充電バイパス回路が採用されており、これにより定期的にリセットオペレーションを実行する。

図3に今回計画されている運用パターンと容量劣化のシミュレーションを示す。

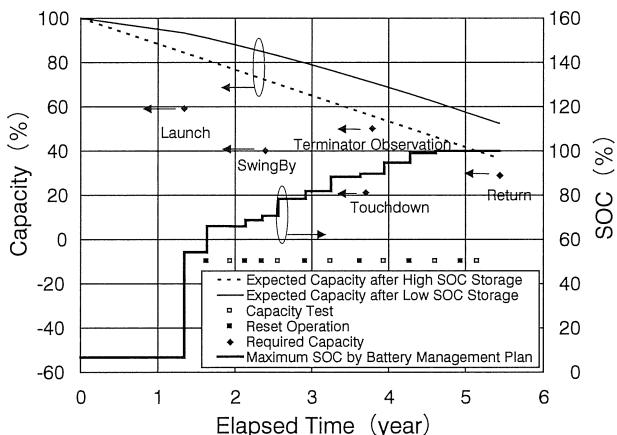


図3 「はやぶさ」搭載バッテリーの運用パターンと容量劣化シミュレーション

Fig.3 SOC and capacity requirements scheduled through the mission and capacity changes simulated for two cases of SOC.

常に満充電状態で運用するケース（図3中、点線）に比べ、低SOCに制御する本運用法（同、実線）はミッション全期間に亘り高い電池容量を維持できると予想される。

## 3. 搭載バッテリーの運用経過

「はやぶさ」は現在、スウェーリングバイを終えて小惑星「ITOKAWA」に向けて順調に軌道運航を続けている。以下に、これまでのバッテリーの運用状況とリセットオペレーション、シミュレーションによる容量劣化予測、容量確認試験によるシミュレーションの妥当性検証結果について述べる。

### 3.1 搭載バッテリーの電圧挙動の推移

図4に搭載バッテリーの電圧、温度の推移と地上モニターバッテリー電圧の推移を示す。

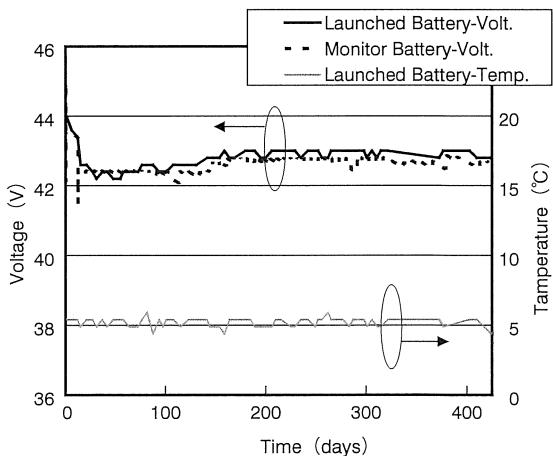


図4 「はやぶさ」搭載バッテリーの運用の推移  
Fig.4 Performance of Li-Ion battery in HAYABUSA spacecraft in operation.

これまで①打上げ②リセットオペレーション③スウェーリングバイ④バッテリー容量確認試験、のオペレーションが行われたが、搭載と地上モニターの両電池電圧の推移はおおむね一致している。以下に、これらのオペレーションにおける運用状況を述べる。

### 3.2 打上げ

「はやぶさ」は打上げの際、探査機内の温度を一定範囲に保つため、ヒーター作動時の負荷電力に応じてバッテリーを放電する予定であった。

しかし、実際には探査機内の温度が予想より低下しなかったため、ヒーターが殆ど動作せず、バッテリーは予想した放電量のわずか10%に当たる0.8Ah程度を放電しただけであった。

### 3.3 リセットオペレーション

打上げ後、約4ヶ月ごとの間隔でリセットオペレーションを2回行った。図5に第1回リセットオペレーション時のバッテリー電圧、セル電圧の充電挙動を示す。

リセットオペレーションは、11個のセルを所定の電圧 ( $4.1 \pm 0.05V$ 、 $\pm 0.05V$  の誤差 = 制御装置の誤差  $\pm 0.03V$  + テレメトリの誤差  $\pm 0.02V$ ) まで充電した後、充電電流をバイパスするバイパス充電回路を装着して行った。

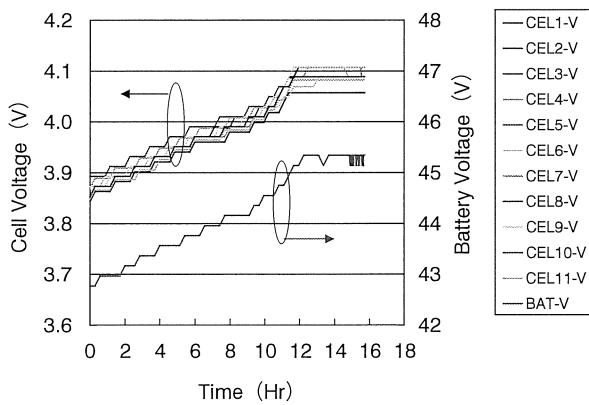


図5 「はやぶさ」搭載バッテリー  
リセット充電時の電圧挙動  
Fig.5 Changes of voltage of Li-Ion battery in HAYABUSA spacecraft during reset operation.

図6に打上げ以降の搭載バッテリーの各セルの電圧の推移を示す。この定期的なリセットオペレーションの効果で、打上げ以降11個のセル電圧のバラツキは広がること無く順調に推移している。

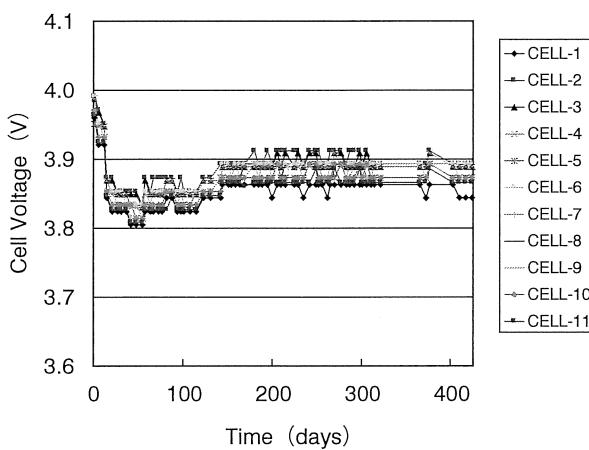


図6 「はやぶさ」搭載バッテリー  
セル電圧の推移  
Fig.6 Performance of voltages of Li-Ion cells in HAYABUSA spacecraft in operation.

### 3.4 スwingバイ

スwingバイは、地球の重力を利用し探査機に搭載する推進剤を使用することなく、軌道の方向や速度を大きく変更するオペレーションである。

このオペレーションにおいて「はやぶさ」は地球の夜側を通過するため約30分間の日陰が生じ、通常時探査機の電源として働いている太陽電池パドルが使用できないので搭載バッテリーのみで探査機を運用した。

図7にスwingバイの日陰時における搭載バッテリーの放電挙動を示す。26分間に日陰時に約

3Ahの放電が行われた。このイベントで探査機は初めて本格的なバッテリーのみの運用を行った。

今回、スwingバイ時のバッテリー放電負荷は設計では485Wの予定だったが、実際には280W(平均)であった。これは日陰時のヒーター消費電力量を削減するため、スwingバイ直前に探査機内を20°C付近まで昇温しておいた効果である。

探査機は目標点(地球からの再接近点)から1km程度の誤差という高い精度の軌道を通過し、スwingバイが成功した。

スwingバイ後もリチウムイオン電池を含む全搭載機器は良好に動作しており、電気推進(イオンエンジン)とスwingバイを併用したオペレーションの成功という世界初の快挙が達成された。

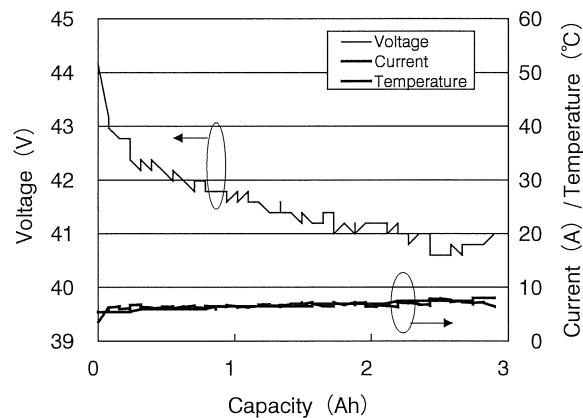


図7 「はやぶさ」搭載バッテリー  
スwingバイ時の放電特性  
Fig.7 Discharging characteristics of Li-Ion battery in HAYABUSA spacecraft at swingby.

### 3.5 バッテリー容量確認試験

スwingバイ後、「はやぶさ」はイオンエンジンの本格的な再稼動を行い、小惑星「ITOKAWA」に向けて運航を続けている。

小惑星に到達した後は、バッテリーの放電オペレーションとして最大の負荷が要求されるターミネータ観測が控えている。このオペレーションで十分な電気量が得られるかどうか搭載バッテリーの容量を確認し、シミュレーションによる劣化予測を検証するため、2004年7月に実機による容量確認試験を実施した。結果を図8に示す。

## 「はやぶさ」搭載リチウムイオン電池の運用経過

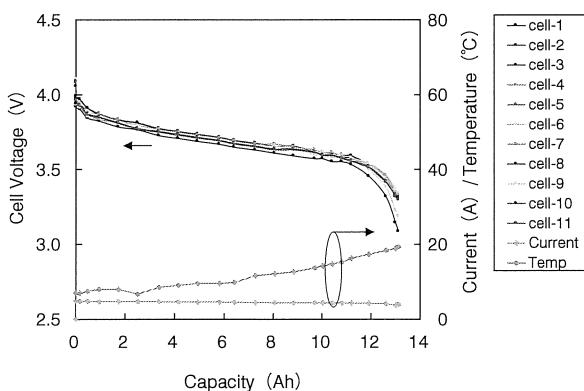


図 8 「はやぶさ」搭載バッテリー容量確認試験

Fig.8 Discharging characteristics of Li-Ion battery in HAYABUSA spacecraft during tentative discharging.

11 個のセルの電圧挙動と容量にはほとんど差はなく、リセットオペレーションの効果が十分に得られていると考える。

これまでの搭載バッテリーの容量実測値と設計値との対比を図 9 に示す。図には容量速度式（詳細省略）から予測される容量変化（図中点線）を併記した。

図から搭載バッテリーの容量劣化はシミュレーション予測にほぼ従い、若干予測より良好に充放電特性を維持していることが判った。

この容量確認試験により「はやぶさ」搭載用のリチウムイオン電池に用いた運用パターンは、電池の特性劣化の抑制に有効であることを実際の探査機の運用で検証することができた。

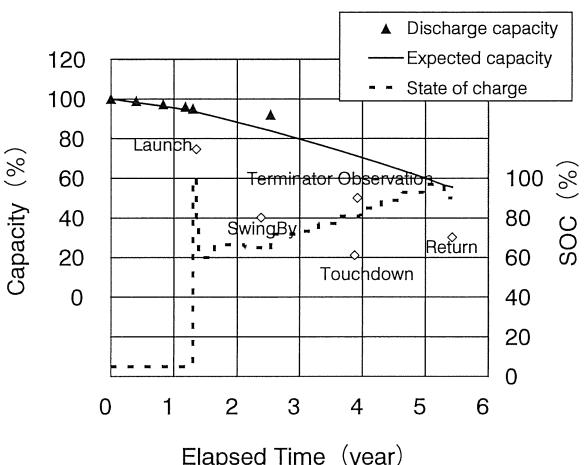


図 9 「はやぶさ」搭載バッテリー容量測定と予想

Fig.9 Capacity measured and forecast of Li-Ion battery in HAYABUSA spacecraft.

## 4. まとめ

- ①2003 年 5 月、世界初の探査機用リチウムイオン電池を搭載した小惑星探査機「はやぶさ」が打上げられ、軌道上の実用性検証を開始した。
- ②搭載バッテリーの運用では、容量劣化を最小限に抑制するための特殊な運用パターンが用いられ、この運用パターンの決定のため地上モニターによるシミュレーションが行われた。また 11 直列セルの電圧バラツキを抑制するリセットオペレーションが行われた。
- ③実機による容量確認試験において、搭載バッテリーの容量劣化が地上モニターのシミュレーションの推移とよく一致していること、容量劣化抑制の運用パターンの効果を確認できたこと、リセットオペレーションによる特性バラツキ抑制の効果が確認できたことなど、多くの成果が得られた。
- ④スwingバイでは、初めて軌道上でリチウムイオン電池のみで探査機を本格運用し、電気推進（イオンエンジン）とスwingバイを併用したオペレーションとして世界初の成功という快挙に寄与することができた。

## 5. 今後の「はやぶさ」の運用計画

「はやぶさ」は 2005 年 11 月から 12 月にかけて、小惑星表面のターミネータ観測と、サンプル採取のためのタッチダウンオペレーションを行う予定である。搭載バッテリーはこの 2 つのオペレーションで最大の負荷放電を要求される。

ミッションが完了する 2007 年 6 月には、探査機が地球に帰還した際に、最後の姿勢制御オペレーションでバッテリーは使用される予定である。

## 6. 謝辞

本研究開発は財団法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所本部殿、NEC 東芝スペースシステム株式会社殿の御指導の下で実施している。ここに、御指導、御協力を賜った関係各位に感謝を申し上げます。

(参考文献)

- 1) 山本、大登、高椋、酒井、高橋、廣瀬、田島：第 18 回  
宇宙エネルギーインポジウム要旨集、47 (1999)
- 2) 大登、高椋、山本、酒井、高橋、廣瀬、田島：第 19 回  
宇宙エネルギーインポジウム、1 (2000)
- 3) 山本、高椋、大登、酒井、FB テクニカルニュース、  
No.56、64 (2000)
- 4) 加藤、野崎、津田、根岸、高野：第 39 回電池討論会、  
209 (1998)
- 5) 大登、山本、酒井、高橋、廣瀬、田島：第 20 回宇宙工  
エネルギーインポジウム要旨集、11 (2001)
- 6) 山本、大登、江黒、高橋、廣瀬、田島：第 21 回宇宙工  
エネルギーインポジウム要旨集、1 (2002)

# サイクルユース制御弁式鉛蓄電池（FC38-12）の開発

Development of VRLA Battery FC38-12 for Deep Cycle Use

吉田 英明<sup>\*1</sup>  
Hideaki Yoshida

柄窪 和弘<sup>\*2</sup>  
Kazuhiro Tochikubo

萬ヶ原 徹<sup>\*1</sup>  
Tohru Mangahara

## Abstract

In addition to formerly reported cycle use VRLA for energy storage, new version of deep cycle use VRLA with rated capacity of 38Ah in 12V was developed, which met varied mobile applications of small vehicles and carts such as carts for elderly or handicapped people, golf cart, sweeper (floor cleaning machine) and so on. Through introducing newly-developed materials and their combination along with the improvement of assembly technology, cycle life was enhanced, coping with various charge and discharge conditions.

## 1. はじめに

制御弁式鉛蓄電池（VRLA）は、ローメンテナンスであり、通信・電力・防災等のバックアップ電源用フロートユース、及び充放電を繰り返すサイクルユースとして広く用いられている。電力貯蔵などのサイクルユース電池は既に開発し報告しているが<sup>1) 2)</sup>、最近、省エネルギー、排気ガス、騒音等の課題に対応したHEV自動車<sup>3)</sup>の他、各種電動車両・カート（以下、モバイル用途）が増加傾向にあり<sup>4)</sup>、小形VRLA電池の適用も増えてきている。これらの用途では、上記特徴に加え高率充放電特性と共に深放電サイクル長寿命の要求が強い。本開発では、この要求を満たすために、電池材料及び組立の要素技術開発を進めモバイル用サイクル電池、FC38-12を開発した。

FC38-12の外観写真を図1に示す。

## 2. 開発内容

一般的に、VRLA電池は表1に示す劣化モードにより寿命に至ることが知られている。サイクルユースの場合その充放電の使用方法により大きく異なる

が、主な劣化モードは、正極の活物質の軟化と格子腐食、負極のサルフェーション（硫酸鉛化）、電解液の水分減少や成層化がある。



図1 FC38-12 外観写真  
Fig.1 Appearance of FC38-12.

表1 サイクルユースでの劣化モード  
Table.1 Deterioration modes of cycle use battery.

構成要素	劣化モード
正極	活物質の軟化脱落、格子腐食
負極	サルフェーション
電解液	成層化、水分減少
セパレータ	へたり

各種要素技術開発を基に、充電方式を含めたBMS技術の適用によりDOD70%サイクル試験で3000サイクル級の長寿命電池を開発した<sup>1)</sup>。しかし、モバイル用途の小形VRLA電池では、高率充放電

<sup>\*1</sup> 技術開発部 今市開発センター

<sup>\*2</sup> 産業電池技術部

パターンで使用され、また車載充電器との組合せで使われる場合が多いので、用途によって負荷条件や充電条件が異なる。このような使用条件下で長寿命を図るには長期に亘り安定した放電性能（極板全体での均一反応の維持）と、充電受け入れ性を向上させることが特に重要である。このような観点から、本開発では、極板群の高圧迫化による長寿命化、電解液成層化に代表される極板各部位での異なる不均一反応防止、そして充電時の充電効率向上について検討を行った。

### 3. 極板群高圧迫化によるサイクル寿命向上

サイクルユースの寿命原因の1つに正極活性物質の軟化による極板からの脱落がある。これは正極活性物質粒子がサイクル中の充放電の繰り返しにより粗大化し、結合力低下により極板から脱落する現象である。活性物質軟化とセパレータのへたりを防止し、極板全体の均一反応を促進するため、電槽内での極板群圧迫度効果について検討を行った。

セパレータは極板群高圧迫時に活性物質の充放電による体積変化への追従性に優れたものを選定するため、理論空間量に相当する水を浸透させたセパレータを2種類（A、B）を選定し、 $1 \leftrightarrow 50\text{kgf}/\text{dm}^2$  の開放、加圧を10サイクル繰り返し、復元性を比較した。図2に示すように反復復元性（%）はセパレータAがセパレータBに比べ10%大きく、体積変化への追従性に優れることができた。

次に、セパレータAを使用し電槽内での極板群圧迫の影響について調査を行った。群圧迫とサイクル寿命の関係を図3に示す。低圧迫電池（ $25\text{kgf}/\text{dm}^2$ ）に比べ高圧迫電池（ $55\text{kgf}/\text{dm}^2$ ）では約3倍の寿命が得られることが分かった。

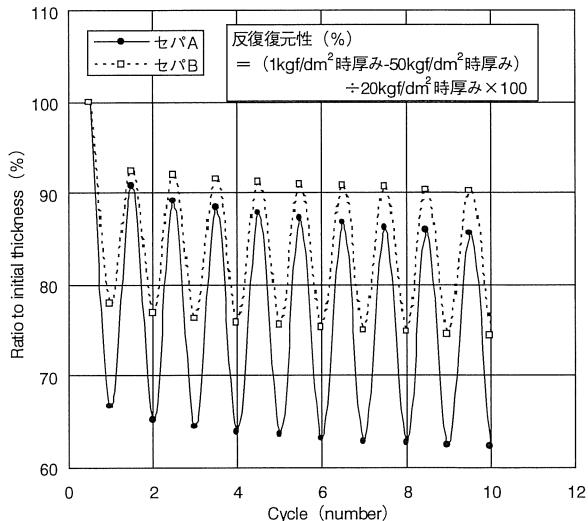


図2  $1 \leftrightarrow 50\text{kgf}/\text{dm}^2$  サイクル間のセパレータ厚さの反復復元性の比較  
Fig.2 Comparison of thickness change by repeated compression test of separators.

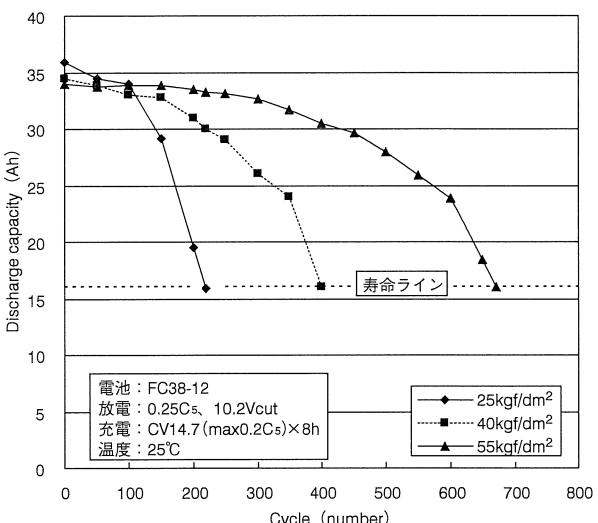


図3 極板群圧迫とサイクル寿命の関係  
Fig.3 Relation between plate group pressures and cycle life.

### 4. 電解液添加剤によるサイクル寿命向上

#### 4.1 サイクル寿命向上

サイクルユースのVRLA電池で容量低下の原因の1つとして電解液の成層化がある。

成層化は充放電サイクルによって極板群内に含まれた硫酸濃度に分布が生じ、下部ほど高濃度、上部ほど低濃度の液が存在するようになり、電池および極板サイズが大きくなるほど、これらの現象が起こりやすい。特に、常時満充電に近い状態でスタンバイ

しているフロートユースに比し、サイクルユースではこの傾向が顕著である。この成層化が生じると充電しても極板下部で正負極板とも著しいサルフェーションが起こり、極板の一部しか充放電反応に関与しなくなるため、著しい容量低下を引き起こすことになる。また、極板下部の高濃度域に接する極板では格子腐食も進行し短寿命の原因ともなる。VRLA電池の場合、必要最小限の電解液しか電池内には保持されておらず、過充電で成層化を防止しようとすると液枯れなどによる短寿命を招くことになる。このため、本開発では電池内の電解液を極板全体において一様に保持させ成層化を抑制することを目的に、添加剤による液の移動度を抑える検討を行った。図4に無機添加剤Cの有無によるサイクル寿命への影響を示す。添加剤Cを加えることにより寿命が向上することが確認できた。また、試験後の電池について極板活物質の組成分析、電解液比重を調べた結果を表2に示す。以上の結果、添加剤Cを加えることにより、極板上下での電解液比重差が生じにくくなり、長期に亘り極板全体での均一な充放電が保持され長寿命化に有効なことが分かった。

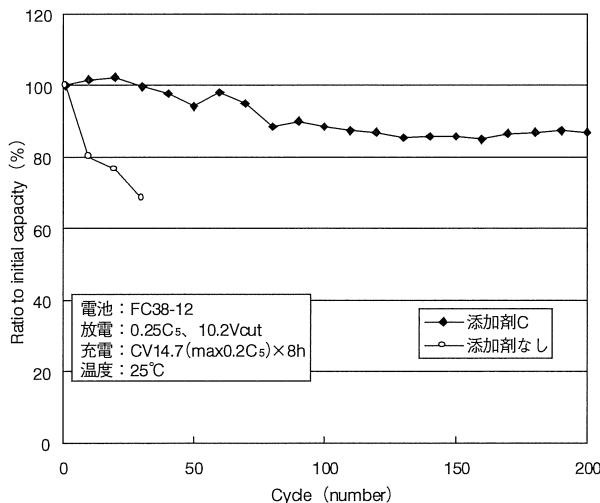


図4 電解液添加剤Cとサイクル寿命の関係  
Fig.4 Effect of electrolyte additive C on cycle life.

表2 サイクル寿命後のPbSO<sub>4</sub>割合と電解液比重分布  
Table.2 Distribution of PbSO<sub>4</sub> and electrolyte specific gravity with and without additive C after cycle life.

PbSO<sub>4</sub>割合 (%)

無添加電池			添加剤C 添加電池		
極板部位	正極板	負極板	極板部位	正極板	負極板
上	0.88	5.30	上	1.29	2.12
中	0.66	4.23	中	2.11	2.99
下	47.88	13.89	下	4.93	5.11

電解液比重分布

無添加電池		添加剤C 添加電池	
極板群部位	電解液比重	極板群部位	電解液比重
上	1.16	上	1.30
中	1.21	中	1.30
下	1.30	下	1.31

#### 4.2 充電効率向上

次に、充電効率を上げるために電解液への添加剤付与の効果を調査した。図5に電解液添加剤と放電容量との関係を示す。添加剤Cと添加剤Dを併用することにより、放電容量の低下を抑制できる。試験後の負極活物質のSEM写真を図6に示す。添加剤D併用では、充放電を繰り返しても負極活物質の表面形態は微細な状態が維持されている。このことから、充放電反応に関与する活物質の比表面積が減少せずに長期に亘り保持されたために、充電効率、放電性能が向上したものと推測される。

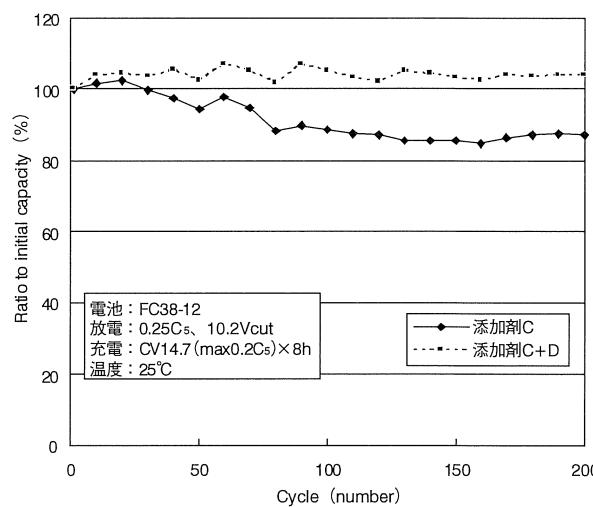


図5 電解液添加剤Dと放電容量の関係  
Fig.5 Comparison of additive effects on discharge capacity.

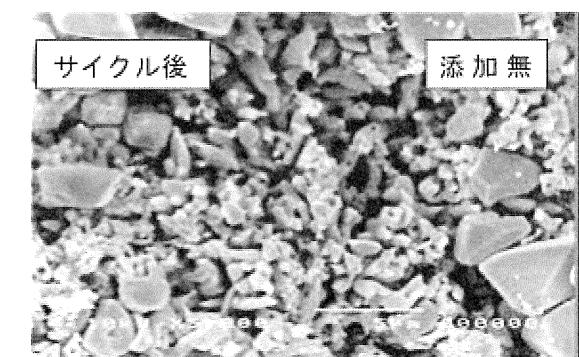
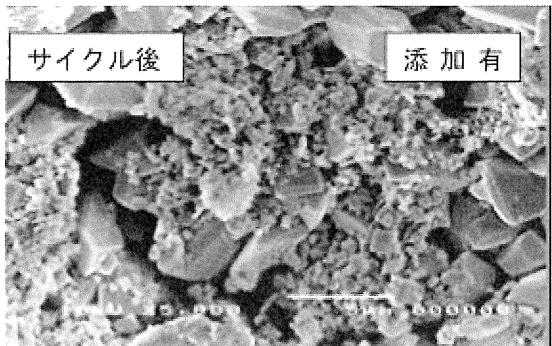


図 6 電解液添加剤 D 有無による負極活性物質表面形態の比較

Fig.6 SEM images of NAM surface with (upper) and without (bottom) additive D.

また、図 7 には添加剤 C を加えたものをベースに、さらに添加剤 D 有無の各状態におけるサイクル試験時の充電率、いわゆる充電量 / 放電量の推移を示す。添加剤 D を加えたものは少ない充電率であり、これは充電効率が良いことを示している。

以上のことから、添加剤 D を添加することにより、充電効率を高め放電特性を向上させることができた。

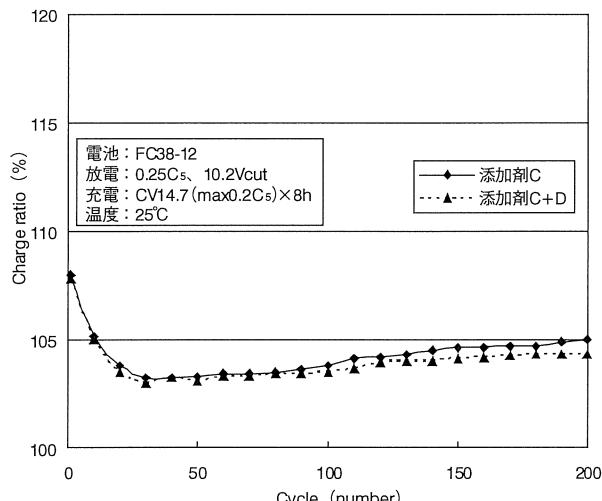


図 7 電解液添加剤 D とサイクル充電率の関係  
Fig.7 Effect of electrolyte additive D on charging efficiency.

## 5. FC38-12 電池特性

以上の結果を組み合わせた開発電池について、25 °Cにおける各率放電特性を図 8 に、放電電流と放電持続時間特性 (25°C) を図 9 に示す。

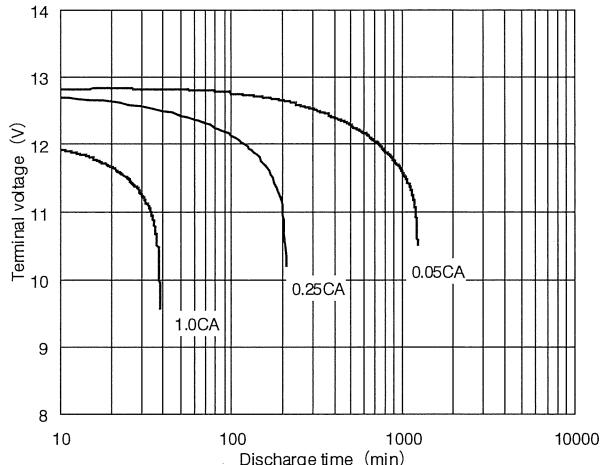


図 8 FC38-12 各率放電特性 (25°C)

Fig.8 Discharge characteristics of FC38-12 at various current rate (25°C).

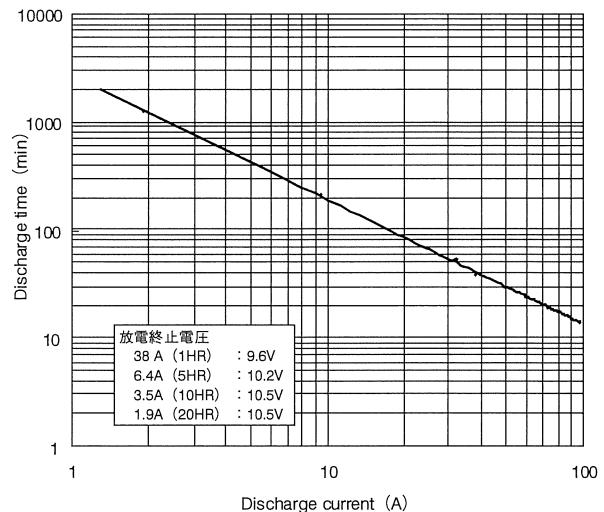


図 9 FC38-12 放電電流と放電持続時間の関係 (25°C)  
Fig.9 Relation between discharge current and discharge time of FC38-12 (25°C).

サイクルユースの場合、特に電動車に搭載される電池ではユーザーにより放電深度 (DOD) は様々であり、また充電不足の危険性を低減するため、過充電気味の充電がなされる充電器設計になっている場合が多い。この場合電池にとっては過充電で電解液枯れ等により短寿命になる恐れがある。これらを想定して充電量 130% 充電サイクル試験を行ったときの電池容量推移と減液量の推移を図 10 に示す。FC38-12 では上述のような検討の他、電解液量の適

# 報文

## サイクルユース制御弁式鉛蓄電池（FC38-12）の開発

正化、高耐食性合金の適用により過充電サイクル試験での寿命向上も図った。その結果、過充電サイクル試験で500サイクルの寿命が確認できた。

今回開発したFC38-12の電池仕様を表3に示す。

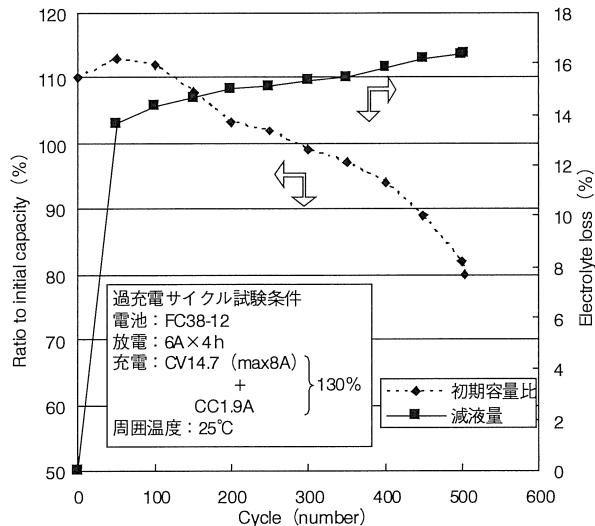


図10 過充電サイクル試験における50サイクル毎の電池容量と減液量の推移

Fig.10 Discharge capacity and electrolyte loss during deep cycle test with 130% charging.

表3 FC38-12電池仕様  
Table.3 FC38-12 battery specification.

形式		FC38-12
公称電圧 /V		12
公称容量 /Ah (25°C)	20HR	38
	10HR	35
	5HR	32
質量 /kg		約 15.5
外形寸法 /mm	総高さ	170 ± 2
	高さ	170 ± 2
	長さ	197 ± 1
	幅	165 ± 1
端子形状		ボルト / ナット型
使用温度範囲		-15°C ~ 45°C (充電: 0°C ~ 40°C)
期待寿命		600cycle*

\*at 25°C、DOD100%、CV14.7

## (参考文献)

- 野口博正、菊地大介、高田利通、松本正幸、萬ヶ原徹、長寿命サイクルユース用制御弁式鉛蓄電池の開発、FBテクニカルニュース、No.57、13 (2001)
- 新井努、籐本俊昭、程塙康明、稻庭克己、熊谷枝折、伊藤高之、小型蓄電システムの運用と評価、FBテクニカルニュース、No.60、29 (2004)
- 竹島修平、小浦方智樹、松本健之、清水博文、矢吹修一、ハイブリッド軽乗用車用VRLA電池の開発、FBテクニカルニュース、No.60、13 (2004)
- 林邦広、電動車いすの安全技術、自動車技術会関東支部報(高翔)、No.41、21 (2004)

## 7.まとめ

極板群高圧迫化や、電解液添加剤による早期容量低下の防止、充電効率の改善によりDOD100%サイクル試験において600サイクル以上のFC38-12電池を開発した。

# 小型蓄電システムの運用と評価

## Construction and Operation of 10kW Electric Power Storage System

新井 努<sup>\*1</sup>

Tsutomu Arai

籐本 俊昭<sup>\*1</sup>

Toshiaki Yabumoto

程塚 康明<sup>\*1</sup>

Yasuaki Hodotsuka

稻庭 克己<sup>\*1</sup>

Katsumi Inaniwa

熊谷 枝折<sup>\*2</sup>

Shiori Kumagai

伊藤 高之<sup>\*3</sup>

Takayuki Itou

### Abstract

10kW electric energy storage system was constructed, along with high efficiency bi-directional inverter, incorporating 104 units of 50Ah-12V which were developed for and demonstrated as long-life deep-cycle-use battery.

The system has been operated in a typical cycle mode of 3.5hr discharge and 8hr charge for almost 3 years, keeping total energy efficiency of 74-75%. The batteries have kept voltage and internal resistance changes in very limited range.

### 1. はじめに

深夜電力や太陽など自然エネルギーを有効利用できる電力貯蔵システムの開発が進められている。このシステムの重要要素の1つは、長期間のサイクルユースに耐える蓄電池である。弊社では、先にサイクルユース用制御弁式長寿命鉛蓄電池：「FC50-12」を開発した<sup>1)</sup>。高効率の双方向インバータと合わせて10kW蓄電システムを構築、約3年間運転を継続している。本報では、この間に得られた運転結果につき報告する。

研究開始の2年間は東北電力株式会社殿、東北電機製造殿との共同研究でシステム設計、実証試験、データ解析等を行った。



図1 FC50-12 外観  
Fig.1 The appearance of FC50-12

### 2. システム構成

#### 2.1 適用電池

サイクルユース用制御弁式長寿命鉛蓄電池

「FC50-12」104個(26直列、4並列)で構成した。

図1に外観写真、表1に主要諸元を示す。

表1 主な諸元  
Table.1 Battery Specification

項目	仕様	
形式	FC50-12	
公称電圧 (V)	12	
定格 10 時間率容量 (Ah, 25°C)	50/10HR	
サイクル寿命 (DOD <sup>2)</sup> 70%)	3000 サイクル	
質量エネルギー密度 (Wh/kg)	23	
体積エネルギー密度 (Wh/l)	68	
自己放電率 (% / 日)	< 0.1	
外形寸法 (mm)	総高さ	220
	高さ	190
	長さ	363
	幅	128
質量 (kg)	26	

<sup>2)</sup> DOD : Depth of discharge 放電深度  
定格容量に対する放電電気量の比率 (%)

\*1 技術開発部

\*2 産業機器営業本部 東北支店

\*3 東北電機製造株式会社 制御システムエンジニアリングセンター

## 2.2 インバータ

1台で充放電を可能とするため双方向インバータを適用した。外観を図2に、基本仕様を表2に示す。

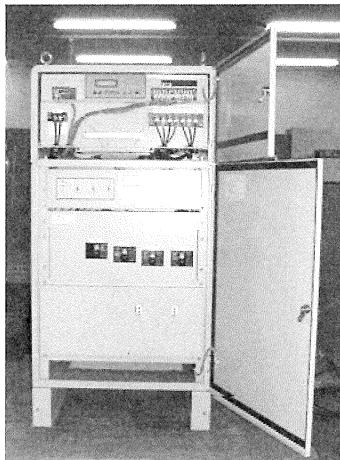


図2 双方向インバータ  
Fig.2 Bi-directional inverter

表2 インバータ基本仕様  
Table.2 Inverter Specification

	項目	定格・仕様	記事
方式	主回路	自励式電圧形	—
	スイッチング方式	高周波 PWM	—
連系運転モード時	定格出力 (kW)	10	—
	定格入力電圧 (V)	DC312	156セル 2.0V/セル
	入力運転電圧 (V)	DC281 ~ 382	156セル 1.80 ~ 2.45V/セル
	出力電気方式	三相3線式	—
	定格出力電圧 (V)	AC200	—
	定格周波数 (Hz)	50 or 60	—
	定格出力電流 (A)	AC28.9	—
	電力制御方式	定電力制御	—
	出力制御方式	電流制御形	—
充電運転モード時	出力容量 (kW)	DC9	公称値
	定格出力電圧 (V)	DC382	充電電流 0A 156セル 2.45V/セル
	定格出力電流 (A)	DC25	出力電流調整範囲 1 ~ 40A
	出力制御方式	電圧制御形	—

## 2.3 システム構成

図3にシステム構成、表3にシステム基本仕様を示す。

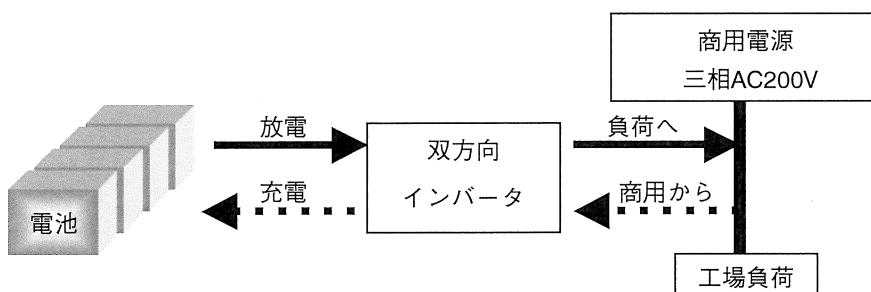


図3 システム構成  
Fig.3 System Configuration

表3 システム基本仕様  
Table.3 System Specification

項目	仕様
蓄電池	単位電池：FC50-12
	数量：104個(26個直4並列)
	容量：200Ah
	電圧：DC312V
インバータ	10kW 双方向インバータ
負荷	工場内負荷 10kW

## 3. 評価・試験方法

### 3.1 計測箇所

図4に計測箇所を示す。

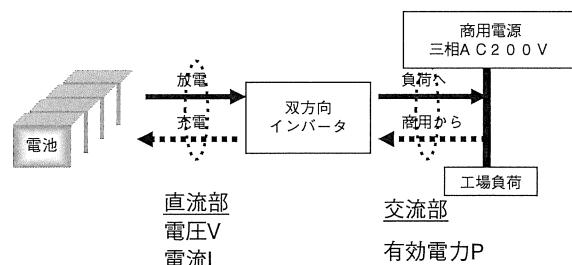


図4 計測箇所  
Fig.4 Measurement points

## ※使用機器

- ・測定器 HIOKI パワーハイテスタ  
3193
- ・AC 電流クランプ HIOKI 9271
- ・DC 電流クランプ HIOKI 9277
- ・記録計 横河電機 ダーウィン  
(サンプリングタイム 20 秒)

直流部で各電池電圧・電流、交流部で 2 電力法により有効電力を測定した。また電池温度、室内温度も測定した。

※昼間に蓄電池から工場内負荷へ電力を供給し、夜間に商用電源から蓄電池に充電

※蓄電池は 26 個直列 4 並列構成

※単位電池は縦置き 28 個収納 ( $7 \times 4$ ) 架台に 26 個収納

※単位電池収納架台は 4 台構成

### 3.2 運転パターン

システム運転として

①タイマ制御によるスケジュール運転

②デマンドコントローラと組み合わせたピークカット運転

の 2 種類を行った。図 5 にスケジュール運転、図 6 にピークカット運転時の各運転パターンを示す。

通常は月曜日から金曜日の工場稼動日の昼間に連続 3.5 時間蓄電システムから工場内負荷へ電力を供給し、夜間に最大 8 時間充電するスケジュール運転を行った。また夏季の負荷が集中する時期は工場に既設のデマンドコントローラを使い、設定デマンド値超過を検出したら蓄電システムから工場内負荷へ電力を供給し、電力ピークを抑えるピークカット運転を行った。ピークカット運転は 1 日に合計 3.5 時間行い、スケジュール運転同様に夜間に充電を行った。評価試験は弊社針貝工場で実施、継続中である(図 7)。

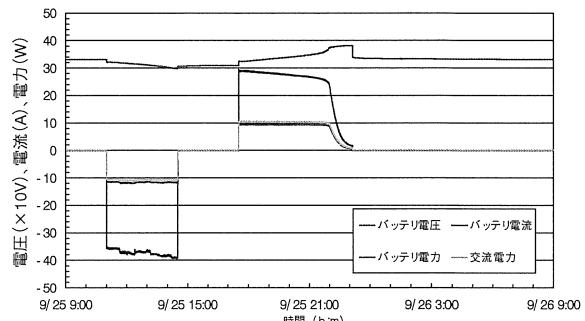


図 5 スケジュール運転  
Fig.5 Mode of schedule operation

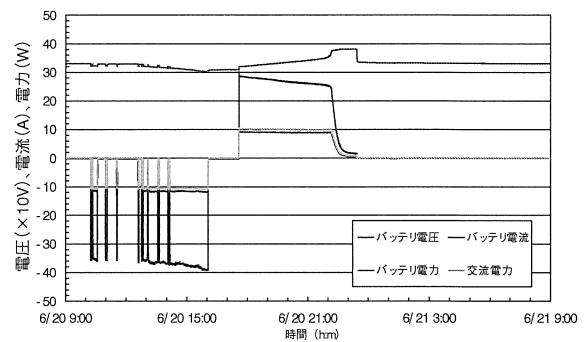


図 6 ピークカット運転  
Fig.6 Mode of peak-cut operation

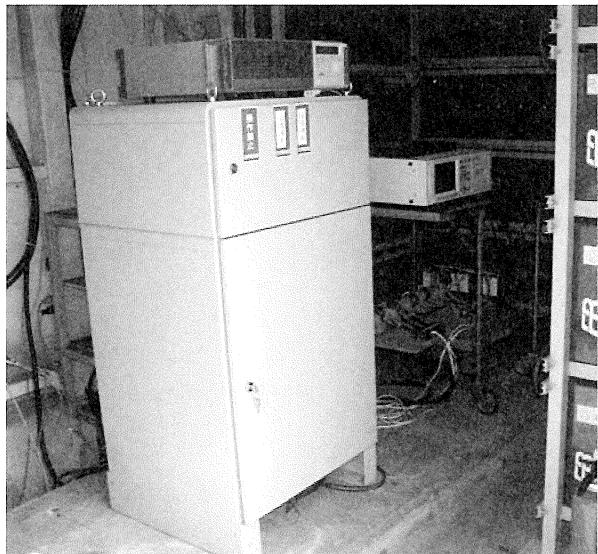


図 7 蓄電システム (針貝工場)  
Fig.7 Electric power storage system (in HARIGAI Factory)

### 3.3 効率算出方法

本実証試験では 3 種類の効率を算出しシステム評価を行った。①交流部の有効電力  $P$  から算出するシステム総合効率②インバータ効率、電池充放電効率から算出する総合効率 A ③インバータ効率、電池の充放電時の電圧効率と電流効率の積から算出する

総合効率 B。①をシステム全体の効率②を各部分の効率とし、③を参考値とした。以下に各効率算出方法を示す。

#### ①システム充放電効率

$$\eta = \sum_{\text{放電時}} P / \sum_{\text{充電時}} P \times 100 (\%)$$

#### ②総合効率 A

$$\eta = \eta_1 \times \eta_A \times \eta_2 \times 100 \times 100 (\%)$$

#### ③総合効率 B

$$\eta = \eta_1 \times \eta_B \times \eta_2 \times 100 \times 100 (\%)$$

※  $\eta_1$ 、 $\eta_2$ ：インバータ充放電効率算出

$\eta_1$ ：インバータ充電効率 (AC → DC)

充電時  $(I_{DC} \times V_{DC}) / P \times 100 (\%)$  の平均値

$\eta_2$ ：インバータ放電効率 (DC → AC)

充電時  $P / (I_{DC} \times V_{DC}) \times 100 (\%)$  の平均値

※  $\eta_A$ 、 $\eta_B$ ：電池充放電効率算出

$\eta_A$ ：直流電力の充放電効率

$\sum_{\text{放電時}} (I_{DC} \times V_{DC}) / \sum_{\text{充電時}} (I_{DC} \times V_{DC}) \times 100 (\%)$

$\eta_B$ ：電池の充放電時の電圧効率と電流効率の積  
( $V_{DC}$  放電時平均電圧 ×  $\sum_{\text{放電時}} I_{DC}$ )

$/ (V_{DC} \text{ 充電時平均電圧} \times \sum_{\text{充電時}} I_{DC}) \times 100 (\%)$

## 4. データ解析

### 4.1 効率

スケジュール運転、ピークカット運転時のシステム充放電効率月平均値の推移を図 8 に示す。ピークカット運転は 2003 年 7 月に 1 ヶ月間のみ行った。

また表 4 に各運転パターンの測定データ一例を示す。試験時の蓄電池の放電状態は、図 5、図 6 から放電平均電流約 37A、放電量約 130Ah で、約 0.2C (= 37 / 200) 放電、DOD65% (= 130 / 200) である。また充電 Ah 量は約 101% で安定している。

図 8 に示すようにシステム充放電効率等は、運転パターンによる影響は認められず、また 2 年以上にわたり 74 ~ 75% で安定している。

特定曜日（水曜日）のシステム充放電効率、各部分効率の推移を図 9 に示す。

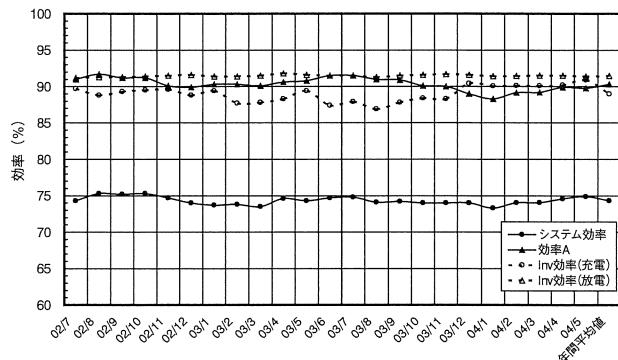


図 8 効率推移 (2002/7 ~ 2004/5)

Fig.8 Total Energy Efficiency (July 2002 ~ May 2004)

表 4 測定データ一例  
Table.4 Measurement date (example)

項目	交流 : kWh		システム充放電効率 %	直流 : kWh		電池充放電効率 A %	インバータ効率 : %		総合効率 A %	
	充電	放電		充電	放電		充電	放電		
スケジュール運転	月	48.70	36.32	74.6	43.51	39.65	91.1	88.0	91.6	73.4
	火	48.48	36.43	75.1	43.51	39.77	91.8	87.9	91.6	73.9
	水	48.83	36.76	75.3	43.64	40.10	91.9	88.1	91.7	74.2
	木	48.21	36.11	74.9	43.04	39.44	91.6	86.7	91.6	72.8
	金	48.04	36.15	75.3	42.88	39.47	92.1	87.9	91.6	74.1
ピークカット運転	月	49.60	37.30	75.2	44.85	40.75	90.8	88.2	91.7	73.3
	火	49.36	36.90	74.8	44.08	40.30	91.4	88.2	91.6	73.8
	水	49.48	37.06	74.9	44.25	40.46	91.4	88.2	91.6	73.9
	木	49.62	37.10	74.8	44.30	40.53	91.5	88.0	91.5	73.7
	金	49.50	36.82	74.4	44.09	40.27	91.3	86.7	91.4	72.4

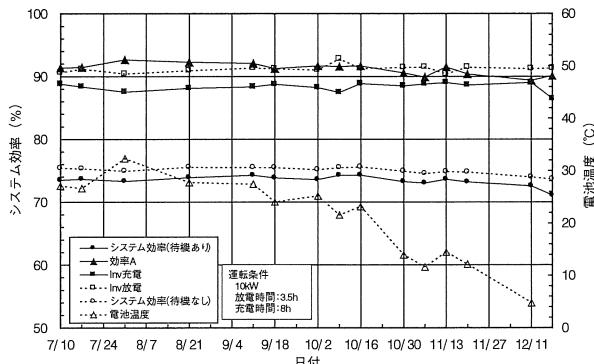


図 9 効率の推移  
Fig.9 Energy efficiencies measured every Wednesday

図 8 より、冬季に僅かながらシステム充放電効率が夏季に比べて低いが、外気温が低下するためと推定される。システム充放電効率は効率 A × インバータ充電効率 × インバータ放電効率から算出されるため、電池温度低下によって効率 A が若干低下する。尚、効率 A は直流電力（蓄電池）の充放電効率である。効率 A と電池温度との関係を確認するため、強制的に電池室を加温し電池温度を高め、時系列的に電池温度が上がる状況で試験を行なった。結果を図 10 に示す。

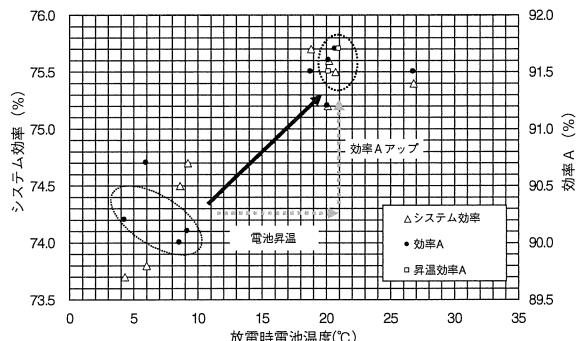


図 10 季節による効率の変動  
Fig.10 Efficiency vs battery temp

図 10 より電池温度上昇に伴い効率の改善が実証された。図 8 において春先にはシステム充放電効率が回復している。電池温度の変化が電池充放電効率を通じてシステム効率に影響することが確認できた。

ただし、約 3 年の運用試験を通じて、季節の電池温度影響による僅かな電池充放電効率（効率 A）の変動はあるが、システム充放電効率は 74～75% で安定している。

#### 4.2 経時変化

実証試験開始後、定期的に蓄電池の各電池電圧、内部抵抗を測定した結果を図 11、図 12 に示す。

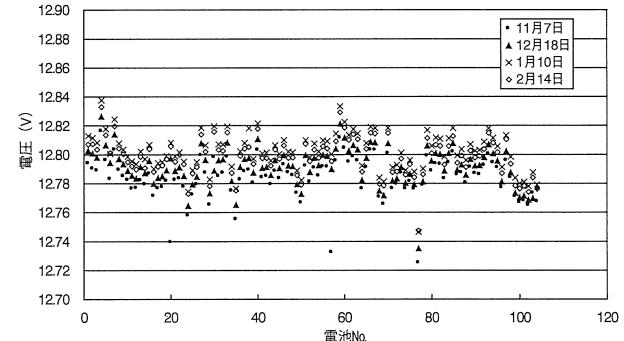


図 11 単位電池電圧  
Fig.11 Change of unit battery voltages

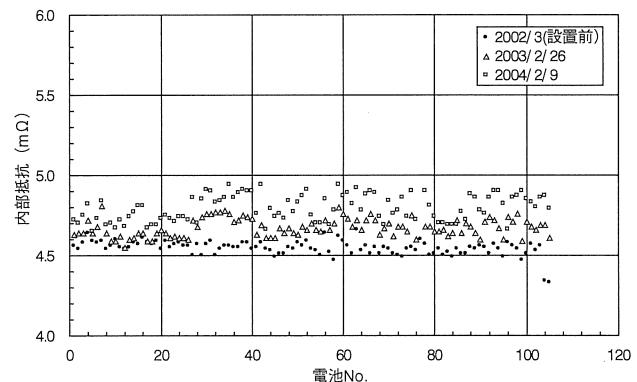


図 12 単位電池内部抵抗  
Fig.12 Change of unit battery internal resistances

本システムは単位電池 26 直列 4 並列で構成されている。単位電池間のばらつきを検証するため、充電終了時の開放電圧の測定を実施し、電圧ばらつきは小さく組電池として正常に動作していることが確認できた。

劣化に伴い内部抵抗が増加することが知られているが、初期値は平均で  $4.55\text{m}\Omega$ 、1 年経過時  $4.67\text{m}\Omega$ 、2 年経過時  $4.79\text{m}\Omega$  であった。若干増加傾向はあるが、初期内部抵抗値の 1.5～2.0 倍が寿命期判定値と考えられるため、軽微な劣化程度であることがわかる。

#### 5. まとめ

- ①10kW 蓄電システムを製作し、約 3 年間の実証試験を行った。システム充放電効率は試験開始当初と変わらず 74～75% で安定している。

# 報文

## 小型蓄電システムの運用と評価

②適用電池の寿命は3000サイクル以上(DOD70%；ただし継続中)であるので、蓄電システムは10年以上の寿命が期待できる。今後も本システムの運用を継続し組電池としての電池評価を進める。

③今後、製品化に向けた蓄電システムを、東北電機製造株式会社殿と一緒に構築する計画である。

### 6. 謝辞

小型蓄電システムのシステム設計、データ測定方法、運用評価にあたり、ご指導いただきました東北電力株式会社 研究開発センター殿に心から感謝申し上げます。

#### (参考文献)

- 1) 野口博正、菊池大介、高田利通、松本正幸、萬ヶ原徹、飯塚博幸、根兵靖之、FBテクニカルニュース、No.57 13 (2001)

## 世界の電池環境規制の状況について

### Situation of Worldwide Environmental Regulations for Batteries

富田 行雄

Yukio Tomita

#### 1. はじめに

世界の電池環境規制の状況については、テクニカルニュースの No.51 号 (1997 年)、No.54 号 (1999 年) および No.55 号 (2001 年) で、その動向などを報告しているが、本文ではその後の動きなどを含めて説明を行う。

#### 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す。

#### 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「再生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および再資源化が義務付けられた。

このため 2001 年 4 月に小形二次電池の製造・販売事業者、小形二次電池使用機器の製造・販売事業者など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」(通称 JBRC : Japan Battery Recycling Center) 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および再資源化を推進することになった。その後 JBRC は有限責任中間法人にかたちを変え、収集・リサイクル活動を行っている。

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	・再生資源の利用の促進に関する法律 ・廃棄物の処理および清掃に関する法律	・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
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 ~ 2001 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	・PRBA1991 年 6 月 ・RBRC1994 年 3 月	・EPBA1993 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	・国ごとに異なる (3.6 項参照)
⑧特記事項	・認定団体に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 指令書の新指令案の概要 ・各国の法制化への対応

\* 産業機器営業本部

# 技術解説

## 世界の電池環境規制の状況について

また産業用や自動車用電池についても、今後に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いる。

### 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」を表示していたが、2001年4月に資源有効利用促進法によりニカド電池に加え他の小形二次電池も対象とされたため、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なった（別図参照）。

- ・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）

### 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、以下のとおりである。

- ①外付けワンタッチ
- ②機器の蓋手外し－ワンタッチあるいはコネクター接続
- ③機器の蓋のネジ外し－ワンタッチあるいはコネクター接続など

## 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る。電池の場合は、1991年3月に制定された指令91/157/EEC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る。各国の状況を別表に示す。

この指令では、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・ダストビ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る。

### 4.2 表示の対応

表示は、「クロスドアウト・ダストビン+含有金属（Cd）」を原則とし、「スリーアローマークの併記も認められている。一部の国ではその他の追加表

示が規定されている（別図参照）。

### 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、小形電池業者および電池使用機器業者により1993年に設立されたもので、ヨーロッパの電池リサイクルの対応団体となっている。2003年11月時点での会員数は22社である。

### 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る。国別の状況は別表を参照されたい。

### 4.5 新電池指令案について

2003年2月に環境総局から関係諸団体にアンケート調査が行われ、この結果を踏まえて、2003年11月に新電池指令案が出され、現在はこの案を審議中である。この新指令案の要点は以下のとおりである。ただし、高い回収率の目標設定などコストや実現性に疑問な内容もあり、この案で制定されるかは現時点では確実な見通しはない状況である。

- ①全電池対象（ただし、軍用に供される電池は除く）
- ②水銀0.0005wt%以上を含む電池の販売禁止（機器にビルトインされる2wt%以下のボタン電池は除く）
- ③自動車用／産業用電池の埋め立て又は焼却での最終処分禁止
- ④循環システムの推進し、生産者又はその代役が使用済み電池を回収し、これに含まれる材料をリサイクルし、新しい製品に使用する。
- ⑤回収およびリサイクルに高い目標値を設定（たとえばニカド電池の場合回収率80%、リサイクル率100%など）
- ⑥回収／処理／リサイクルの費用責任は、生産者又はその代役とする。
- ⑦回収シンボルマーキングをすべての電池に表示する。Hg、Cd、Pbを含む電池は含有金属元素の表示

#### 4.6 WEEE および RoHS 指令と電池規制との関係について

欧州においては、廃電気電子機器リサイクル指令（通称 WEEE 指令）や特定有害物禁止指令（通称 RoHS 指令）が制定され、特に RoHS では 2006 年 7 月 1 日以降、鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、臭素系難燃剤を使用した製品の販売が禁止を規定している。電池の場合は、上記の使用を禁止される物質を主原料として使用しているが、上記の両方の指令の前文には、電池指令 91/157/EEC に相反しないよう適用されることが明記されており、電池はこれらの指令にはよらず、現時点では 4.1 項、4.2 項に述べた扱いとなっている。

### 5. 米国の状況

#### 5.1 法的背景

米国の場合、1989 年頃から電池規制の州法が制定されたが、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た。1996 年 5 月 14 日に対象をニカド電池および小形シール鉛電池とする連邦法 “Mercury-containing and Rechargeable Battery Management Act” が成立したことから、表示内容、取外し容易化など全米ではほぼ統一された。

この法律からは、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る。

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らない。

#### 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 70 社（2004 年 1 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る。

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を行っていたが、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 種類の携帯用二次電池に拡大した。RBRC へは 350 社（2004 年 1 月現在）が会員として参加している。

#### 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る。別図に概要を示す。

##### 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る。

#### 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、回収関係、PR／啓蒙、RBRC の経費などに当てている。

### 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った。これに関連し 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た。

#### 6.2 台湾の状況

2003 年 3 月 1 日から、製品として市場に出ている主なすべての一次電池および二次電池に対して回収義務が課せられるようになった。法律の適用時期は 2004 年 1 月 28 日からで、表示に関しては 2004 年 12 月末日までは旧規定での表示が可能な猶予期間がある。環境保護署への業者登録の上、台湾党内での販売実績の報告、回収費用の支払いが義務付けられた。また電池本体、包装などに規定の電池回収マーク（フォーアローマーク）の表示も義務付けられた。

# 技術解説

## 世界の電池環境規制の状況について

### 6.3 韓国の状況

韓国政府環境部による「資源の節約と再活用促進に関する法律施行令の内、改正令」が2001年1月1日付けで成立し、「拡大生産者責任に関する法律」が2003年1月1日付けで発効された。この法律は生産者／輸入者に対して販売した製品に対するリサイクルの義務を課すもので、責任は生産者／輸入者のみではなく、消費者、地方自治体、政府などを含む全関係者に負担を要求するものである。対象電池は、水銀含有電池、酸化銀電池、ニカド電池、リチウム一次電池で、それぞれの電池に対して重量あたりの標準リサイクル費用が設定されている。

### 7. お願い

本資料は2004年1月時点の情報をもとに説明しており、環境規制の状況は刻々と変化する。実際に対応する場合は、直接確認し実施をお願いする。

### (参考文献)

世界の電池規制の状況、(社)電池工業会 2004年3月

項目	スウェーデン	スイス	2004年1月現在
①該当する法律	・有害な電池に関する法律：1989-974 ・有害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
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
	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
	98/101/EEC ・EC指令と整合	・EC指令と整合	・EC指令と整合
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 ・Hg、Pb、Cd を含む電池	・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 ・ニカド電池 ・ニカド電池
④表示内容	・クロスドアウト ・ダストビン+化学記号（Hg、Pb、Cd）	・EC指令の電池：製造者名、クロスドアウト ・ダストビン+化学記号（Hg、Pb、Cd）廃棄ルート、スリーアローマー可 ・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 ・ダストビン+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については輸入 ・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
⑥費用の調達方法	・ニカド、鉛電池輸入者が境庁に支払 ・ニカド電池：SKR300/kg ・鉛蓄電池：スタータ用 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：DKR3.4/パック
⑦販売するための必要事項	・ニカド、鉛電池環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
⑧その他		・ニカド電池の特別規則で2004年以降、家庭ゴミ中のCdは3t/年以下	・EPA→回収団体 DKR150/kg

別表 欧州各国の状況

項目	オランダ	ベルギー	ドイツ
①該当する法律	・小形廃棄物ロゴ政令：1993.12.29 ・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の回収 ・処理に関する政令：2001.7.9
②EC指令への対応	91/157/EEC	・EC指令より厳しい内容	・EC指令より厳しい内容
	93/86/EEC	・EC指令より厳しい内容	・EC指令と整合（会員のみ：+ BEBAT表示）
	98/101/EEC	—	・EC指令と整合
③対象電池 ・表示 ・取外し容易化 ・回収 ・費用	・全ての電池 ・全ての電池 ・全ての電池 ・全ての電池	・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
④表示内容	* 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） * その他の電池 ・クロスドアウト・ダストbinを含むKCAマークを表示	* EC指令の電池（Hg、Pb、Cdを含む） ・クロスドアウト・ダストbin+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bin+化学記号（Hg、Pb、Cd）
⑤回収方法および団体	・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	・電池製造者・輸入者は独自の回収システム設立又は共同の回収システム（財団GRS）へ参加義務 ・販売店、自治体、製造機器メーカーにより回収
⑥費用の調達方法	・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	・GRSに加入した場合、回収費用は電池種、タイプ別に、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販売するための必要事項	・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 ・又はBEBATに加入	・有害物質を含む特定電池およびこれらを内蔵し、電池の取り外しができない機器は販売禁止
⑧その他	・全ての電池につき90%以上の回収率を目指す	・BEBAT会員になるためBEF2万を支払う	

# 技術解説

## 世界の電池環境規制の状況について

別表 欧州各国の状況

項目	イギリス	フランス	オーストリア
①該当する法律	・有害物質を含有する電池規制： 1994年2月 ・98/101/EECに対応したドラフト案が出ている	・一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
②EC指令への対応	91/157/EEC	・EC指令と整合	・EC指令より厳しい
	93/86/EEC	・EC指令と整合	・EC指令と整合
	98/101/EEC	・EC指令と整合(見込み)	・EC指令と整合
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	・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
④表示内容	* 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)	* 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	・分別回収を組織化する義務なし	回収団体 ・SCRELEC：小型二次電池を対象 ・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、小売り業者、卸業者、輸入者が回収する義務がある
⑥費用の調達方法			・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
⑦販売するための必要事項		・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
⑧その他	・回収団体設立の動きあり	・99-1171は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

項目	イタリア	アイルランド	ポルトガル
①該当する法律	・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.f.No.262：1994 ・廃棄物管理規則 S.I.No.163：1998 S.I.No.73：2000	・電池と蓄電池およびその廃棄物に関する法令案 ・電池と蓄電池およびその廃棄物に関する政令案：2000.12.7 ・Drcree-Law (Nr.62/2001)
②EC指令への対応	91/157/EEC	・EC指令と整合	・EC指令より厳しい内容
	93/86/EEC	・EC指令と整合	・EC指令と整合
	98/101/EEC	・EC指令と整合	・EC指令と整合
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 ・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 ・鉛蓄電池
④表示内容	* 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ebin+化学記号(Hg、Pb、Cd)	・クロスドアウト・ダストebin+化学記号(Hg、Pb、Cd)
⑤回収方法および団体	・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		・製造者および販売者は回収義務あり(単独または共同)
⑥費用の調達方法	・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	
⑦販売するための必要事項	・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 ・製造者、輸入者は年ごとに電池出荷量、使用済み電池回収量およびリサイクル量を報告する義務)
⑧その他	・規制されてい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		・義務違反には罰則

別表 欧州各国の状況

項目	スペイン	ギリシャ	フィンランド
①該当する法律	電池回収リサイクル法 1999.7.1 付け案	No.73537/14398/1995 No.19396/1546/1997 No.19817/1702	・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
②EC 指令への対応	91/157/EEC	・EC 指令より厳しい内容	・EC 指令と整合
	93/86/EEC	・EC 指令より厳しい内容	・EC 指令と整合
	98/101/EC	・EC 指令と整合	・EC 指令と整合
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 ・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
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 (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	・生産者のシステムおよび公共の収集システム	・団体設立は可能	
⑥費用の調達方法	・生産者が負担		
⑦販売するための必要事項	・マーク：収集リサイクルシステムが機能すること		
⑧その他	・取外し容易化について、機器重量によって違いを設けている	・1999.2.26 付で王令 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	

項目	ノルウェー	チェコ	ポーランド
①該当する法律	・環境に有害な電池電池の規制：1990.7.17 ・改正法：1994.7.18	・廃棄と他のいくつかの法令変更に関する 2001.5.15 付け法令	・特定廃棄物、製品料金、補償金料金の管理に関する輸入業者、製品生産者の義務：2001.5.11
②EC 指令への対応	91/157/EEC	・EC 指令と整合	
	93/86/EEC	・EC 指令と整合	
	98/101/EEC	—	・EC 指令と整合
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 ・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	・一次電池、二次電池 ・一次電池、二次電池
④表示内容	* 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)	・使用済電池の収集情報 ・重金属の含有	
⑤回収方法および団体			・回収団体 [Recovery Organization]
⑥費用の調達方法			・保証金：鉛電池販売時 30PLN/ 個 ・製品料金：回収レベルおよび未達時支払い額 NiCd (大) : 70% (小) : 50% max50PLN/ 個 その他 : 50% max5PLN/ 個
⑦販売するための必要事項			・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
⑧その他			・2007.12.31 までに到達すべきリサイクルレベル有り

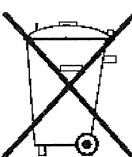
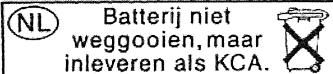
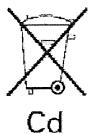
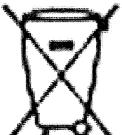
# 技術解説

## 世界の電池環境規制の状況について

別表 欧州各国の状況

項目	ルーマニア	スロバキア	
①該当する法律	・有害物質を含有する電池および蓄電池に関する政府決定：2000.8.7 付け Draft	・廃棄物および確定法令の改正 (2001.5.15)	
②EC指令への対応	91/157/EEC	・EC指令と整合	
	93/86/EEC	・EC指令と整合	
	98/101/EEC	・EC指令と整合	
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 ・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	
④表示内容	・クロスドアウト・ダストбин+化学記号 (Hg、Pb、Cd) ・製造者は次項のラベル表示義務 a) 使用済電池の分別収集 b) 使用済電池のリサイクル c) 重金属の含有量 (%) 表示		
⑤回収方法および団体	・NCRA (ルーマニア NBA)		
⑥費用の調達方法	・デボジットシステム ROL (ルーマニア通貨) 5US\$	・電池とその製造設備の製造業者および輸入業者によるリサイクル基金	
⑦販売するための必要事項			
⑧その他	2007年までに法整備を行う	除外電池 ・メモリー用等直付け ・医療や研究用途 ・交換が一般ユーザに危険を及ぼす 携帯用	

別図 世界の電池表示例

	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	
日本	 Ni-Cd	 Ni-MH	 Li-ion	 Pb	
	Cd,Hg,Pb を含む電池		その他の電池		
ヨーロッパ (EU 加盟国と スイス、ノルウェー)	 Cd		オランダ以外の国		
			なし		
			オランダのみ		
			 (文書は推奨事項)		
ベルギー	 Cd	+  (BEBAT 加入の場合)	 (BEBAT 加入の場合)		
	RBRC 加入の場合				
アメリカ、カナダ	 1.800.822.8837	 1.800.822.8837	 1.800.822.8837	 Ni-Cd	 Pb
アメリカのみ					
台湾	電池	電池組込み機器			
		 「廢電池請回收」			
	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		
ブラジル			 LIXO DOMESTICO		

## JIS D 5302（二輪自動車用鉛蓄電池）の改正

The Revision of JIS D 5302, Lead-Acid Batteries for Motorcycles

緒方 有二  
Yuji Ogata

平成 16 年 3 月 20 日付で JIS D 5302:1997（二輪自動車用鉛蓄電池）は改正され、JIS D 5302:2004 が発行されました。

その改正の趣旨と改正の概要について、ここに解説します。

### 1. 改正の趣旨

#### 1.1 國際規格との整合化

平成 7 年に閣議決定された規制緩和推進計画により、JIS の制定 / 改正においては、上位規格（IEC, ISO 等の国際規格）との整合化が要求されております。

今回の改正された JIS D 5302（二輪自動車用鉛蓄電池）に対応する国際規格は存在しませんが、四輪自動車用として現存する JIS D 5301（始動用鉛蓄電池）に対応する国際規格 [IEC 60095-1 : 2000, Lead-acid starter batteries Part1 : General requirements and methods of test] との整合化について、可能な限り配慮された内容となっております。

例えば、従来用いられていた“シール形蓄電池”という用語は、国際用語として存在しないため、当該電池の国際用語である“VRLA (Valve regulated lead-acid) 形蓄電池”に改められました。更には、IEC 60095-1 : 2000 に新たに追加された VRLA 形蓄電池の試験項目である“減液特性”および“保存特性”が参考として追加されました。

#### 1.2 形式の追加削除

現在、二輪自動車の新車搭載品として採用される蓄電池のほとんどが VRLA タイプであり、その種類も大幅に増加しております。逆に旧車の補修用として需要のあった従来のベントタイプは、大幅に生産量が減少してきております。こうした背景を基に、

生産実績に応じた形式の追加・削除の見直しが行われました。

### 2. 改正の概要

#### 2.1 規格票の様式

規格票の様式は、JIS Z 8301:2000（規格票の様式）に基づき見直されました。

#### 2.2 用語

改正前に用いられた“シール形蓄電池”という用語は、IEC 60095-1 に整合化させるため“VRLA 形蓄電池”に変更されました。また、“陽極、陰極”については、SBA S 0405（蓄電池用語）に準じて“正極、負極”となりました。電解液の濃度を示す“比重”については、JIS B 7525 改正により“密度”となりました。

#### 2.1 種類

種類について、表 1 および表 2 に示します。

追加および廃止形式の基準については、市場性、かつ、形式数を大幅に増やさないという大枠の中で、業界としての年間生産量を 1000 個としました。その結果、追加は VRLA 形蓄電池の 13 形式（表 1 参照）、廃止はベント形蓄電池の 2 形式（6N4C, 12N7C）となりました。

#### 2.2 規格値の根拠

新しく追加された VRLA 形蓄電池の規格値の根拠については、蓄電池メーカーと使用者間で取り交わされていた個別スペックを参考にして定められました。また、VRLA 形蓄電池に参考として新たに追加された、減液特性と保存特性については、IEC 60095-1 から引用されました。

#### 2.3 構造

従来 JIS で引用していた JIS C 2313（鉛蓄電池用隔離板）、JIS C 2202（鉛蓄電池用ガラスマット）、JIS C 2335（鉛蓄電池用電槽）は、廃止となったため、

\* 自動車電池事業部 技術部

引用規格から削除されました。

## 2.4 充電

VRLA 形蓄電池の場合、定電流充電時の充電末期電圧が必ずしも一定値を示さない場合があるため、VRLA 形蓄電池の充電方法が新たに追加され、ベント形蓄電池の充電方法と区分されました。

なお、ベント形蓄電池と VRLA 形蓄電池の両方において、放電電気量があらかじめ分かっている場合の充電方法が追加されました。

## 2.5 試験方法

VRLA 形蓄電池に適用する試験法として、放電深度の浅い試験方法である軽負荷寿命が、新たに参考として追加されました。軽負荷寿命の試験方法については、JIS D 5301（始動用鉛蓄電池）を参考とし、

特性値については各蓄電池メーカーの実績値から定められました。また、軽負荷寿命を追加したため、従来の放電深度が深い寿命試験は、重負荷寿命と改名されました。

寿命試験以外にも、VRLA 形蓄電池に適用する試験として、減液特性と保存特性が参考で追加されました。試験方法および特性値については、IEC 60095-1 を参考にして定められました。

## 3. 懸案事項

VRLA 形蓄電池の軽負荷寿命、減液特性、保存特性については、今回実験データが不足していることから参考となりましたが、今後実験データを積み重ね、次回の改正時に見直しを行なっていく予定です。

表 1 VRLA 形蓄電池の種類

形式	公称 電圧 V	容量 (10 時間率) Ah	高率放電特性(-10°C)			外形寸法 (許容差±2mm)			参考			古河電池形式								
			放電 電流 A	持続 時間 min	5秒目 電圧 V	高さ mm	幅 mm	長さ mm	重負荷 回	軽負荷 回	減液特性 g/Ah									
BT4	12	3	30	1.0	9.2	85	70	113	275	4000	0.9 以下	7.2 以上								
BTX4				1.8	10.0															
BTR4A		2.3		1.0	9.2		48		225											
BT4B																				
BT5		4	40	0.9	9.5	105	70	375												
BTX5				1.2	9.8															
BTZ5★					10.0															
BT6B★		4.5	50	2.7	10.1	130	93	150	225											
BTX7																				
BTX7A		6	40	1.7	9.7		87													
BT7B																				
BTZ7S★		50	6	9.6	9.7	105	70	113												
BTX9																				
BTR9★		8	70	1.9	9.7	87	150	300												
BT9B★																				
BTZ10S★		8.6	100	1.6	9.4	93	87	150												
BTX12																				
BT12A★		10	10	2.0	9.5	130	105	200												
BT12B★																				
BTZ12S★		11	11	1.7	9.3	110	87	225												
BTX14																				
BT14B★		12	12	2.2	9.6	145	69	250												
BTZ14★																				
BTZ14S★		14	11.2	2.8	10.3	110	87	300												
BTX16																				
BTZ16★		18	14	1.7	9.3	161	175	300												
BTX20																				
				2.1	10.0				225	350	FTH16-BS, FTH16-BS-1									
						2.0	9.5	155												
									FTZ16-BS											

# 技術解説

## JIS D 5302 (二輪自動車用鉛蓄電池) の改正

表2 ベント形蓄電池（普通形、高性能形）の種類

形式	公称電圧V	容量 (10時間率) Ah	高率放電特性 (-10°C)			外形寸法 (許容差±2mm)			参考	古河電池形式			
			放電電流A	持続時間min	5秒目電圧V	高さmm	幅mm	長さmm					
普通形	6	2	-	-	-	95	46	70	200	6N2-2A, 6N2-2A-4/7/8			
						105	56	60					
		4				95	70	70	375	6N4-2A, 6N4-2A-2/4/7			
						130	56	60					
		5.5				95	47	101	225	6N4B-2A, 6N4B-2A-3			
						99	69	89					
		6				110	56	98	250	6N6-3B-1			
						99	69	149	225				
		11				130	60	120					
						115	56	155	250				
		12											
高性能形	12	5	-	-	-	130	60	120	200	(FB5L-B)			
		5.5	40	1.5	8.4		135		225	12N5.5-3B			
						114	90	103					
		7	50	1.4	8.5	133	75	135	300	(FB7-A, FB7L-B)			
						149	75	135					
		9	60	1.5	8.6	139			350	(FB9-B, FB9L-B)			
						145	90			(FB10LA-B)			
		10	70			155			225				
		11	80			160	80	134	250	(FB12A-A)			
						175							
		12	90			166	89		300	(FB14L-A2)			
						162	90	205					
		14	100										
		18	130	1.6									
		6BX8	8	-	-	95	70	120	300	6FB8L-B			
		2.5	-15	1.5	9.4	105	80	225	FB2.5L-C	FB3L-A, FB3L-B			
						110							
		3	15	9.3	9.4	92	56	98	275				
		4	25		9.3	130	70	120	375	FB4L-A, FB4L-B			
		5	40			129	60		200	FB5L-B			
		6	50										
		8	60	9.5	133	75	135	300	FB7-A, FB7L-B	FB9-B, FB9L-A2, FB9L-B/B2			
		7			9.4	114	90						
		9	70	9.3	139		75	350	FB10L-A2, FB10L-B2	FB12A-A, FB12AL-A			
		BX9A			9.3	155							
		BX10	90	9.4	145		90	225	FB14-A2, FB14L-A2, FB14L-B2	FB16B			
		BX10A			9.4	130	160						
		BX12A	100	9.3	160		80	250	FB18A	FB20B			
		BX12C			9.3	175							
		BX14	110	9.3	166		89	300	FB20B	FB22B			
		BX14A			9.3	176							
		BX16	130	1.8	155	100	175	325	FB22B	FB24B			
		BX16A			162	70	205						
		BX16B	130	1.8	161	90	160						
		BX16C			175	100	175						
		BX18	150	1.6	162		90	205	375				
		BX18A			18	9.2		180	350				
		BX18B	20	1.8	1.8	9.3	176		205	375			

備考： 1. ★印は、今回のJIS改正で追加された形式を示す。

2. 古河電池形式欄の( )内の形式は、高性能タイプの同一寸法品を示す。

# “据置ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池” 改正 (JIS C 8706:2003)

Revision of JIS C 8706:2003,  
“Stationary Nickel-Cadmium Rechargeable Single Cells”

石川 幸嗣<sup>\*</sup>  
Yukitsugu Ishikawa

## 1. はじめに

2003年10月20日付けてJIS C 8706「据置ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池」が改正されたので、その改正の趣旨及び概要について以下に解説する。

## 2. 今回改正の趣旨

この規格と対応する国際規格IEC60623 “Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolyte—Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells”が2001年9月に改正されたため、IEC規格との整合性をさらに高めて改正した。規格の構成は旧規格と変らず、種類IがIEC規格に整合させた種類、種類IIが従来のJIS規格で制定され、国内で多く使用されている種類になっている。消防用設備等の非常電源として規定される蓄電池は種類IIが該当する。

なお、この国際規格の改正に際しては、日本としてJIS規格内容の盛り込みを積極的に働きかけ、相当分の反映がなされている。

## 3. 改正の概要

### 3.1 適用範囲

SBA S 0405(蓄電池用語)の改正に従い、触媒栓シール形ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池の「シール形」を削除した。触媒栓式蓄電池はベント形蓄電池に触媒栓を取り付けた構造であり、シール形の呼び方は相応しくないとの指摘による。

### 3.2 引用規格

使用する測定機器の精度をIEC規格と整合させ、精度の表記のみとしたため、JIS B 7411(一般用ガラス製棒状温度計)およびJIS C 1102-2(直動式指示電気計器 第2部：電流計および電圧計に対する要求事項)を削除した。その他引用規格の最新年を追加した。

### 3.3 定義

用語の定義は、改正されたSBA S 0405の内容と整合性を高め、修正した。

### 3.4 測定器具

IEC規格で容量の計測精度が追加されたため、その内容を「容量の計測」として追加した。

### 3.5 低温放電特性

IEC規格で放電時の周囲温度が-18℃のみから5℃又は-18℃のいずれか又は両方に改正されたことに伴い、新たに種類Iに5℃の規定を追加した。IEC規格改正における5℃規定の追加は日本の提案による。

### 3.6 容量保存特性

種類IIのAM、AMH、AH形の放置後の放電持続時間をIEC規格と整合させ、3時間30分以上から4時間以上とした。ただし、AHH形は1C1A放電で42分以上とし変わっていない。

### 3.7 定電圧充電受入特性

IEC規格に整合する種類Iのみの規定であるが、IEC規格の改正に伴い、充電時間と放電持続時間が変更されている。

\* 産業機器事業部 アルカリ電池部

# 技術解説

“据置ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池” 改正 (JIS C 8706:2003)

## 3.8 防まつ特性

今回の改正に伴う変更はないが、日本からの提案により IEC 規格改正時に採用され、内容は IEC 規格と整合している。

## 3.9 最大放電電流特性

IEC 規格と整合させるため、「参考」から正式に規定とし、放電中の電池電圧を連続的に記録すること、合格基準に電圧の不連続点がないことを追加した。

## 3.10 形式検査及び受入検査

IEC 規格では新品電池で行うと規定しているが、日本では据付後、客先で検査することもあるため、納入後 3 ヶ月以内に適用することを追加した。

## 3.11 形式検査

IEC 規格に整合させ、最大放電電流特性と防まつ特性を追加した。

## 3.12 附属書 1

触媒栓式蓄電池は現在国内で広く使用されていることから、前回同様附属書として規定した。ただし、定義の内容は本体へ移した。

## 3.13 附属書 2

JIS と対応する国際規格との対比表を JIS Z 8301 (規格票の様式) に従い、解説から本体の附属書 2 (参考) として追加した。

## 4. 今後の改正の方向性について

今回の改正は対応する IEC 規格改正に伴うものであったが、IEC 規格改正作業において日本から JIS 規格の内容を IEC 規格に盛り込む提案を積極的に行った結果、防まつ特性の規定追加、低温放電特性における 5°C 規定の追加が採用された。これにより IEC 規格との整合性がさらに進んだ。

今後の IEC 規格はペント形、シール形などの大型アルカリ蓄電池規格の統合化を進めていくことが既に決定されており、次回以降の JIS 規格改正に反映していくことになる。

## 5. その他

SBA 規格として制定されていた SBA S 0506 「シール形ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池」は、

2002 年度から JIS 規格に昇格すべく制定作業が進められ、2004 年 8 月 20 日付けで JIS C 8709 として制定された。

## ドコモエンジニアリング北海道株式会社殿での 蓄電池監視システム（BCW）の導入と展開

Introduction and Development of BCW (Battery Condition Watcher)  
at DoCoMo Engineering Hokkaido Inc.

弊社では、VRLA 電池（制御弁式鉛蓄電池）の SOH（劣化状態）を確実に計測できる蓄電池監視装置（BCW）の開発と評価をドコモエンジニアリング北海道株式会社殿と共同で実施してまいりました。（FB テクニカルニュース No.58 号（2002.11）参照）同社では、昨年度より、自社内およびドコモグループ設備での本格的な蓄電池監視システムの導入促進と合わせて、他のユーザーの皆様にも手軽に導入できるように、販売を始めています。同社のホームページには、ドコモグループの通信網を利用したバッテリー監視システムの説明が掲載されています。

<http://www docomoeng-h.co.jp/>

尚、当 BCW システムの導入効果は、設置されて

いる全ての電池セルの電圧、内部抵抗に必要なセルの温度をリアルタイムに計測できるようになり、組電池としての全体評価を継続して分析できることから、電池更新時期を予測し、停電時でのバックアップ時間を的確に把握する事ができ、電源システムの信頼性を確保・実現するところにあります。また電池が設置している場所の環境改善を見出せることから、交換時期を延ばすことも可能となります。

こうした技術の展開から、限られた少ないエネルギーの出し入れが確実に電池に対して行われているかの状況を把握し、運転制御することが必要なソーラー無線基地局の蓄電池監視にも適応することができるようにするために、実証試験を継続しております。

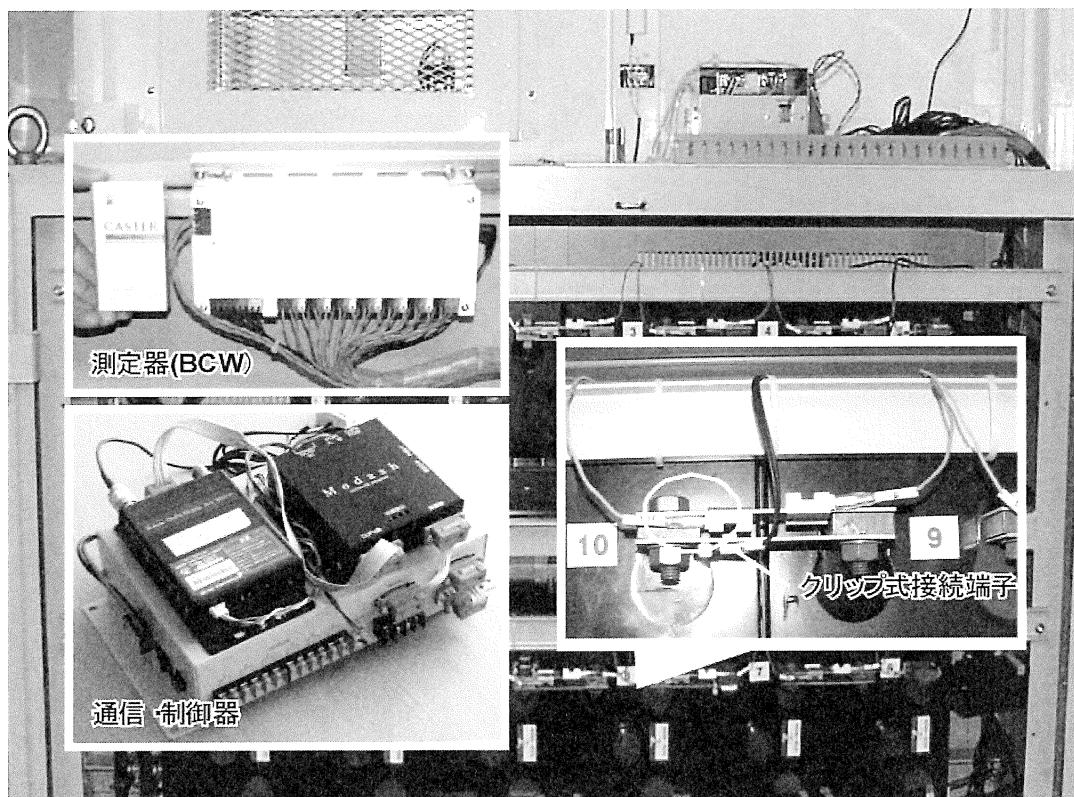


図 1 BCW および通信制御機器の設置状況  
画像ご提供：ドコモエンジニアリング北海道（株）殿

（産業機器営業本部 東北支店 熊谷 枝折）

### 株式会社 Best ソリューションズ社殿向け医療機器用 UPS 向け BCW の開発

Development of BCW6L (Battery Condition Watcher) for Medical Use UPS  
to Best Solution, Inc.

この度、株式会社 Best ソリューションズ社殿が販売している医療機器向け UPS 用に蓄電池状態監視装置（BCW6L）を開発・納入しましたのでその概要をご紹介いたします。

現在（株）Best ソリューションズ社殿は医療現場にて使用されている機器向けの UPS を納入されていますが、この種用途では一般の UPS と違い、機器仕様に医療現場独特の要求項目が盛り込まれたり、高信頼性が常時要求されます。また、UPS 自体も小型化が要求されます。このような高信頼性を要求される用途では、使用されている制御弁式鉛蓄電池（以下蓄電池）の状態を常時監視し、蓄電池の状態を把握することや、適切な時期に交換時期を通知する機能を持っていることが理想とされています。

今回（株）Best ソリューションズ社殿へ納入いたしました BCW6L は、UPS に内蔵されている蓄電池の「電圧」「内部抵抗」「温度」等を常時監視し、蓄電池の状態を的確に把握することで、蓄電池の交換が適切な時期に実施でき、UPS を常時完全な状態で使用できるようにするものです。さらに、今回の BCW6L では通信機能を合わせ持ち、蓄電池の情報および UPS 本体の状態監視データも BCW6L にて通信できる機能となっております。UPS および蓄電池の監視データはこの通信機能により監視センターへ送信され、各所に設置された UPS および蓄電池の状態を一括して常時把握することが可能となりました。

今回開発・納入いたしました BCW6L の仕様概要とその外観写真を写真 1 に示します。

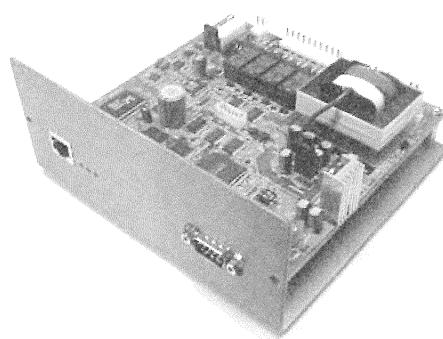


写真 1 外観

#### 【仕様概要】

##### 1. 計測

- 蓄電池電圧 : 0 ~ 16.00V、4 点
- 蓄電池内部抵抗 : 0 ~ 39.99m Ω
- 蓄電池温度 : -20 ~ 70°C

##### 2. 通信

- イーサネット : 1 チャンネル
- RS232C : 1 チャンネル

##### 3. 接点入力 : 1 点

##### 4. 寸法 : W153mm × H163 × D69

（産業機器営業本部 営業推進部 佐藤 秀一）

## 株式会社山武殿伊勢原工場に 防災対応型太陽光発電システムを納入

Delivery of Disaster Prevention Type Photovoltaic power Supply System  
to Yamatake Corporation Isehara Factory

この度、弊社が株式会社山武殿へ提案を行った防災対応型太陽光発電システムを、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構殿（以後 NEDO と呼ぶ）が公募した「平成 16 年度太陽光発電新技術等フィールドテスト事業」に応募し、審査の結果採択を得、9月末にシステムの設置が完了しましたので、その概要について紹介いたします。

本年度の NEDO の一次公募では約 200 件が採択されましたが、弊社が提案したような防災対応型での採択は 4 件と非常に少なく、一般的な系統連系方式で使用する太陽光発電システムに比べ、蓄電池を使用し、パワーコンディショナ等も特殊な機能を有する事が必要となるため、全体システムを取りまとめるのに高度な知識が必要とされます。

今回、株式会社山武殿伊勢原工場に納入しましたシステムの設計（要求）事項とシステム概要、特徴を下に記します。また、設置外観写真を写真 1 に示します。

### 【システム設計にあたっての要求事項】

- (1) 災害発生時に系統からの電力供給が断となつた場合でも、一次防災用として場内消火ポンプの稼動を可能とする。



写真 1 外観

- (2) 従業員が一次的に避難する場合にその集合場所（事務厚生棟 2 階）への照明電力および情報収集機器への電力供給ができること。
- (3) 通常時は系統連系運転を行い、太陽電池にて発電した電力を工場内にて使用する。

### 【システム概要】

- (1) 太陽電池容量：結晶型シリコン太陽電池 10kW
- (2) パワーコンディショナ：自立運転・充電機能付系統連系インバータ 10kW
- (3) 太陽電池架台：地上設置型 4 段 20 列架台（鉄骨製、地上より 2.2m 嵩上げ型）
- (4) 蓄電池：長寿命制御弁式据置鉛蓄電池 (FVL-100-6 形 48 個、DC288V100Ah)
- (5) 変圧器箱：三相 3 線 200V を 単相 3 線 200V / 100V に変換、5kVA

### 【特徴】

- (1) 通常時には系統連系運転を行い、太陽光による自然なクリーンなエネルギーを工場へ供給できる。
- (2) 災害発生時に商用電力が“断”になった場合でも、太陽光発電および蓄電池より防災対応負荷へ電力を供給することができる。
- (3) 災害発時には地域住民の一次避難場所として、地域貢献が可能。

（産業機器営業本部 営業推進部 佐藤 秀一）

## 鉄道車両用アルカリ蓄電池「新MTシリーズ」のご紹介

New MT-battery Series for Train Application

弊社ではローメンテナンス性を向上させた鉄道車両用蓄電池「MTシリーズ」を発売し、多くのお客様から好評を博してまいりましたが、この度、新しいサイズ品などの追加を行い、「新MTシリーズ」として発売を開始しましたので、ここにご紹介いたします。

### 1. 「新MTシリーズ」の主な特長

- 「新MTシリーズ」の特長は以下のとおりです。
- ①10年以上の補水間隔が期待でき、特にMBタイプでは15年以上の補水間隔が期待でき、電池寿命まで補水が実質上不要となります。
- ②低温高率放電特性が優れています。
- ③長寿命性能（期待寿命15年です）  
(写真1に「新MTシリーズ」の外観を示します。)



図1 「新MTシリーズ」外観  
(左から MB、MA、MTC タイプ)

### 2. 「新MTシリーズ」の幅広いラインアップ

「新MTシリーズ」は小形サイズのMAタイプ、MTCタイプを新たにラインアップに加え、小容量ランクの容積効率と重量効率を向上させ、収納スペースをさらに小さくすることが可能になりました。

表1に「新MTシリーズ」のラインアップ一覧を示します。

表1 「新MTシリーズ」のラインアップ

タイプ	形式	定格容量 (Ah)	寸法 (mm)			液入り質量 (約 kg)	容積効率 (Wh/dm <sup>3</sup> )
			L	W	H		
MA	6M20A	20	230	115	276	10	19.7
	6M30A	30				11	29.6
	6M40A	40				12	39.5
	6M50A	50				13	49.3
MB	6M20B	20	255	170	306	15	10.9
	6M30B	30				16	16.3
	6M40B	40				17	21.7
	6M50B	50				18	27.1
	6M60B	60				19	32.6
	6M70B	70				20	38.0
	6M80B	80				21	43.4
	6M90B	90				22	48.8
	6M100B	100				23	54.3
MTC	6M20TC	20	235			12	14.1
	6M30TC	30				13	21.2
	6M40TC	40				14	28.3
	6M50TC	50				15	35.3

### 3. 「新MTシリーズ」の納入状況

「新MTシリーズ」はJR東日本殿房総新特急車両に採用された他、現在まで名古屋鉄道(株)殿、東京地下鉄(株)殿、東京都交通局殿、大阪市交通局殿、東武鉄道(株)殿へ納入いたしました。

以上、「新MTシリーズ」は、メンテナンスを低減した画期的な鉄道車両用アルカリ蓄電池としてお客様の満足度を必ず高め、ますます採用が増えるものと確信しております。

(産業機器事業部 アルカリ電池部 石川 幸嗣)

# 宇宙用リチウムイオン電池の低温保管についての研究発表

## Investigation of Low Temperature Storage of Li Ion Cells for Space Applications

2004年3月に、宇宙航空研究開発機構の宇宙科学研究所本部（JAXA : ISAS）において第23回宇宙エネルギーシンポジウムが開催され、弊社から宇宙用リチウムイオン電池の低温保管に関する報告を行った。リチウムイオン電池の低温保管の取組みはこれまで例が無く、また惑星探査機にとって極低温環境で電池を保管することはヒーター消費電力の削減など、設計・運用上のメリットが大きいことから関係者の注目を集めた。

本紙の報文（P.18）でも取上げられているように、今後、高エネルギー密度・高電圧のリチウムイオン電池が、宇宙衛星や惑星探査機の電源として主役となることは間違いない。

一方、「はやぶさ」のような惑星探査機や、2004年1月に火星に着陸した惑星探査車などのバッテリーの運用では、長期間のトランスマート軌道中には使用されず、到着した惑星における様々な用途（周回衛星、惑星探査等）の電源として使用される。

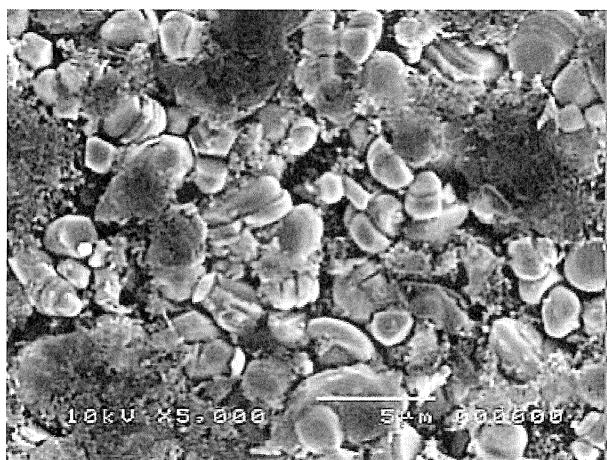


図1 -75°C保管セルの正極表面 SEM写真

しかし一般に、リチウムイオン電池は長期間開回路で保管すると、主として、負極と電解液の反応に起因する特性劣化が起きる。そしてこの現象は高い充電状態や、高温時に進行しやすい。

宇宙用途は質量制限の最も厳しい用途のひとつであり、このような特性劣化は電池の必要容量の増大を招くため、特性劣化を最小限に抑え、より良い状態に電池特性を維持することが必要とされている。

このような背景から、我々は宇宙科学研究所本部殿のご指導の下、この課題解決のため、リチウムイオン電池の低温保管に関する検討を始めた。シンポジウムではリチウムイオン電池を凍結状態で保管しても電圧・容量などの電気的特性に変化が見られず、活物質などにも物理的特性に変化が無いこと（下図参照）などを報告した。今後、引き続き低温保管の検討を進め、宇宙用電池の運用技術の一つとして提案していきたい。

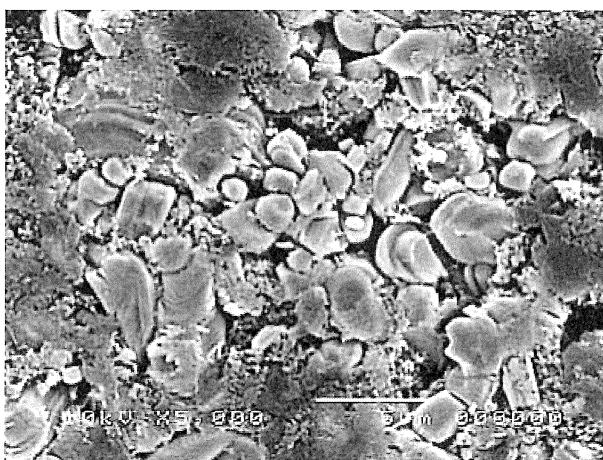


図2 フレッシュセルの正極表面 SEM写真

（技術開発部 いわき開発センター 久保田 昌明）

### AMANO 製 DE-501 型に EBE 形電池を納入

Delivery of EBE Batteries to the DE-501 Machine of AMANO

このたび、アマノ株式会社殿が新製品として開発いたしましたDE-501型に弊社のEBE形蓄電池を採用いただきました。

搭載された蓄電池は、EBE65形でDE-501型が36V仕様であるため、定格容量65Ah・12Vが3個収納されています。

DE-501型は、500～1200m<sup>2</sup>の中規模店舗、静音型病院、老健施設向けを対象としており、以下に示すように「高い磨き性能を發揮し、さらにコンパクトで最軽量。操作力を軽減でき、作業効率アップ」を設計コンセプトとして作製された電子高速バフイングマシンです。

- ・高効率モータ採用：高速2200回転で光沢のある汚れにくい床を維持。
- ・本体の重さは従来機の80%に低減。
- ・簡単操作：メインスイッチON→パット圧設定（通常・強・超強）→運転スイッチONで開始。
- ・最適パット圧を自動制御：昇降モータ機構が負荷に応じてパット圧を自動制御。常に安定した磨き性能を維持。

EBE形蓄電池は、サイクルサービス用途に開発した制御弁式鉛蓄電池（VRLA形蓄電池）であり、補水不要タイプです。アマノ株式会社殿の設計コンセプトである「作業効率アップ」をサポートしております。

弊社は、これからも顧客要求を満足した商品を積極的に市場投入して参ります。



写真1 アマノ（株）殿 DE-501型外観

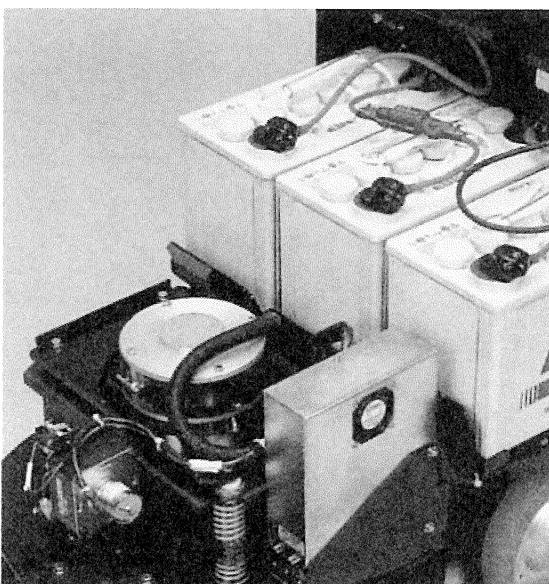


写真2 DE-501型搭載電池外観

（自動車電池事業部 技術部 水野 隆司）

## 東武鉄道株式会社殿に車両用状態監視装置(BMT-100TB1)を納入

Delivery of Battery Monitoring System for TOBU Electric Train

このほど、東武鉄道株式会社殿の50000系新造車両に車両用状態監視装置(BMT-100TB1)が搭載されました。

当該装置は車両に搭載されるアルカリ蓄電池(6M100B-12)の状態を常に監視し、蓄電池の異常および放電可能残存容量を運転台のモニタ側に出力します。運転者は運転台モニタで蓄電池の状態を把握することができます。

主な機能は下記のとおりです。

### [容量判定]

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| ①判定方式                                   | 積算方式（主）+放電電圧方式（副）                   |
| (主)充電電気量と放電電気量の Ah 収支演算により蓄電池の容量状態を求める。 |                                     |
| (副)放電電圧により放電末期の蓄電池の容量状態判定精度を向上させる。      |                                     |
| ②容量基準                                   | 充電末期の自己リセット機能により 100% 容量状態とする。      |
| ③放電容量                                   | 放電可能な容量は、積算容量を放電電流・電池温度により補正する。     |
| ④自己放電                                   | 休車中の電池自己放電量をカレンダ・データから推定し積算容量を補正する。 |

### [監視機能]

- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| ⑤放電可能容量 (SL) 表示 (バーグラフ表示出力) |                       |
| ・容量状態 1                     | $SL \geq 70\%$        |
| ・容量状態 2                     | $70\% > SL \geq 40\%$ |
| ・容量状態 3                     | $40\% > SL \geq 15\%$ |
| ・容量低警報                      | $15\% > SL \geq 7\%$  |
| ・給電停止警報                     | $7\% > SL \geq 0\%$   |
| ⑥異常警報表示 (異常時のみ出力)           |                       |
| ・充電電流 AL                    | (電流高異常)               |
| ・電池温度 AL                    | (温度高異常)               |
| ・システム AL                    | (システム異常)              |
| ・BU 電池 AL                   | (バックアップ電池低電圧異常)       |

### 仕様

項目	仕様
適合電池	アルカリ蓄電池 (6M100B-12 形)
入力電源範囲	DC 70V ~ 125V
使用温度範囲	-10°C ~ +60°C
演算回路部	16bit マイコン使用
寸法	L 460 × W320 × D81 (mm)
質量	約 6kg

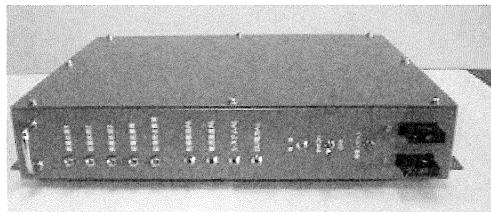


写真1 車両用状態監視装置の外観

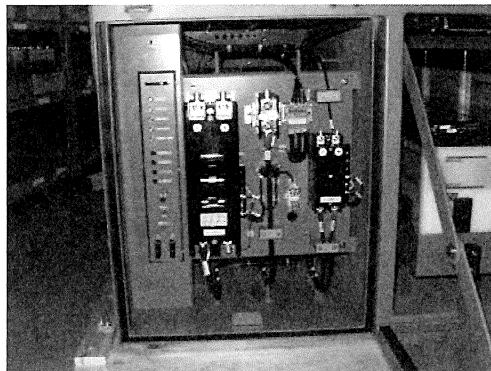


写真2 筐体に組み込まれた状態の監視装置 (左側)

(産業機器事業部 アルカリ技術 2 グループ

深沢 正利)

# 無瞬断パラレルプロセッシング方式常時商用給電形 UPS ALT-EM シリーズ

The New Type Parallel Processing UPS Enabling Parallel Connection of Commercial Power Supply “ALT-EM Series”

エネルギーの未来を見つめた新しいタイプのUPSです。高効率化、小形・軽量化を実現しました。

### 特長 1 電力料金を 13% 削減できます。

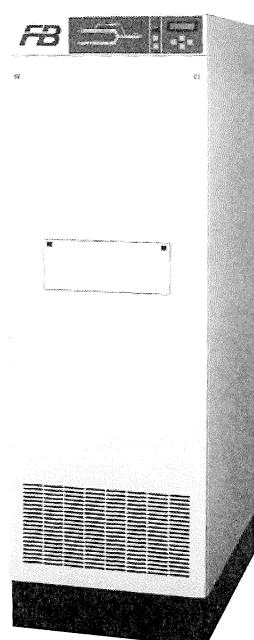
- 電力変換効率 97% を実現しました。
- 環境保護に貢献します。

### 特長 2 設置スペースを削減できます。

- 小形（従来面積比 40% 削減）軽量（従来比 50% 削減）を図りました。
- 長時間バッテリ使用の場合、オプションチャージャが不要のため、設置面積は 60% 削減できます。

### 特長 3 どのような機器にも、安心して給電できます。

- 停電・瞬断・電圧低下が起きたときも、完全な正弦波を無瞬断で給電します。
- 波形の乱れによる機器の誤動作の心配がありません。



特長 4 メンテナンスが簡単で、費用も削減できます。

- 瞬断時はコンデンサから電力を供給するので、バッテリの劣化を低減します。
- 数ヶ月ごとに UPS が自動でバッテリをチェックし、劣化をお知らせします。トラブルを低減できます。

### 特長 5 少ない投資で設置できます。

- 保守バイパス回路を、標準装備しています。
- 長時間バックアップ時のオプションチャージャも不要です。

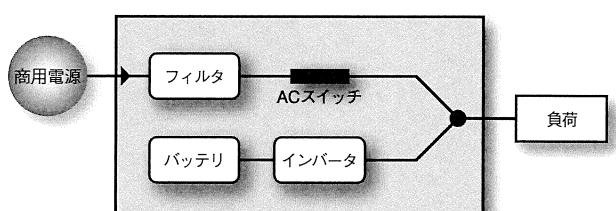
### 特長 6 工場設備負荷を考慮した設計をしています。

- 過負荷耐量が 800% (0.5 秒) と高く、動力負荷などの突入電流にも耐えられます。

新方式・無瞬断パラレルプロセッシング方式とは  
商用電源とインバータが常時並列で働いており、  
停電時には途切れることなく電力を供給する新方式  
の無停電電源装置です。

通常は商用電源から電力を供給し、インバータは  
サージ、ノイズや瞬断による波形の乱れの修正・補  
正を行い、きれいな電力を負荷へ供給します。

エネルギーは商用電源から、品質はインバータか  
ら給電する方式です。



このUPSは、停電が起きたとき、商用電源側からインバータ側に切り換える方式ではなく、商用電源側を切り離す方式を採用したため、切換スイッチによる信頼性の低下がありません。

## 仕様

項目	型式	ALT20EMAT3-Y	ALT50EMAT3-Y	ALT100EMAT3-Y	ALT200EMAT3-Y
定格出力容量（皮相電力／有効電力）	20kVA/16kW	50kVA/40kW	100kVA/80kW	200kVA/160kW	
運転方式	パラレルプロセッシング方式				
冷却方式	強制空冷				
交流入力	相数・線数	三相 3 線			
	定格電圧	200V (205、210V)			
	定格周波数	50 または 60Hz			
	所用容量 (kVA) 以下	20	50	100	200
	力率	0.98 以上			
歪み電流補償	補償容量	定格容量以内			
	補償次数	2 ~ 20 次高調波			
	補償率	85% 以上			
交流出力	相数・線数	三相 3 線			
	定格電圧	200V (205、210V)			
電圧精度	商用運転時	定格電圧 -8 ~ +10% 以内 (出荷時)			
	バッテリ運転時	定格電圧 ± 2% 以内			
	定格周波数	50 または 60Hz			
周波数精度	商用運転時	定格周波数 ± 4% 以内 (出荷時)			
	バッテリ運転時	定格周波数 ± 0.1% 以内			
負荷力率	定格	0.8 (遅れ)			
	変動範囲	0.7 ~ 1.0 (遅れ)			
電圧波形歪率 (バッテリ運転時)	線形負荷時	2% 以下			
	整流器負荷時	5% 以下			
電圧不平衡率	バッテリ運転時	2% 以内			
瞬時電圧変動	変動率	± 5%			
	整定時間	50ms 以内			
過負荷耐量	商用運転時	200% (30 秒)、800% (0.5 秒)			
	バッテリ運転時	125% (10 分間)、150% (1 分)			
バッテリ運転時への切換時間	無瞬断				
バッテリ	種類	小形シール鉛バッテリ			
	バックアップ時間	8 分 (バッテリ内蔵)	10 分 (別ユニット)		
	公称電圧	336V (168 セル)	312V (156 セル)		
効率 (AC-AC)	97% 以上				
騒音 (dB) 以下	57	65	65	70	
インターフェース	RS-232C				
使用環境	周囲温度 : 0 ~ +40°C、相対湿度 : 30 ~ 90% (結露しないこと)				
塗装色	外面	6.6Y8.3/0.8 (マンセル)			
	ベース	N1.5 (マンセル)			

(産業機器営業本部 営業推進部 三柳 弘)

## 高率放電用小形制御弁式鉛蓄電池 FPX シリーズ

High Rate Discharge Use Small-Sized Valve Regulated Lead-Acid Battery  
“FPX series”

### ●格段の高率放電特性

- ・ 極板厚みと面積の最適化により、高率放電特性を向上しました。
- ・ 弊社標準品に比べ、1.5～1.7倍の電流で10分間放電可能となりました。

### ●長寿命

高率放電評価による寿命が、標準品の約2倍に伸長しました。

- ・ 正極格子に新合金を採用することにより、耐食性を向上。
- ・ 正極格子体積を増加し、耐久性を確保。
- ・ 格子形状の最適化により、極板の伸びを抑制。
- ・ 電槽・ふたの肉厚を見直すことにより、水分透過量を低減。
- ・ 制御弁の材質を見直すことにより、耐久性を確保。

### ●安全性向上

- ・ UL (Batteries, Standby - Component) 認定品 No. MH16658
- ・ 電槽材質に難燃樹脂 (UL94 V - 0) を採用しました。
- ・ 極板の伸びに対する電槽内スペースを確保し、電槽破壊年数を延長しました。

### <用途例>

UPS、防災・防犯システム 等



### ●FPXシリーズ要項表

形式	公称電圧 (V)	定格容量 (Ah/20HR)	外形寸法 (mm)				質量 (約g)	端子 形状	電槽の 難燃性	最大放電 電流 (1秒)	蓄電池設備 型式認定	UL 認定
			総高 (最大)	箱高さ	幅	長さ						
FPX1250	12	5.0 (10HR)	109	102 ± 1	70 ± 1	90 ± 1	1800	F2	○	100	□ C72	○
FPX1255		5.5	109	102 ± 1	70 ± 1	90 ± 1	2000	F2	○	110	□ C72	○
FPX1275		7.5	102	94 ± 2	65 ± 1	151 ± 1	2800	F1	○	150	□ C72	○
FPX12100		10	102	94 ± 2	98 ± 1	151 ± 1	3700	F2	○	200	□ C72	○
FPX12170		17	169	167 ± 2	76 ± 1	181 ± 1	6000	B1	○	340	□ C72	○
FPX12240		24	127	125 ± 2	166 ± 1	175 ± 1	9500	B1	○	480	□ C72	○
FPX12240H		24	177	175 ± 2	125 ± 1	166 ± 1	9400	B1	○	480	□ C72	○
FPX12380		38	172	170 ± 2	165 ± 1	197 ± 1	15000	T2	○	760	□ C72	○

### <端子形状>

- |             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| ・ ファストン端子   | F1: 187 シリーズ   | F2: 250 シリーズ |
| ・ ボルト・ナット端子 | B1: M5 (T = 2) |              |
| ・ ボルト端子     | T2: M6         |              |

(産業機器営業本部 営業推進部)

# 世界初！テスター機能内蔵バッテリー〈全5種10タイプ〉

## FGUARD Series

The World's First Release "FGUARD Series" Automotive Batteries

突然の始動不能を未然に防ぐには、電池の充電状態、劣化状態を適宜チェックすることが有効です。

テスター機能内蔵自動車用バッテリー FGUARD(エフガード)は、バッテリーを車に搭載した状態でいつでも、手軽に、ワンタッチで性能をチェックできる機能を持ったバッテリーです。

本バッテリーは電池の交換時期を知ることができますので、寿命末期の不意のエンジン始動トラブルを未然に防ぐことが可能になります。

### ●世界初テスター機能を内蔵（特許出願中）

FGUARD はボタンを押すことにより、コンダクタンス法<sup>\*</sup>を用いて簡単に SOH(劣化状態)、SOC(充電状態) の判定が可能になります。

\*テスター部分のボタンを押すことで、回路にパルス電流が流れ、正極格子腐食、正極活性物質の軟化、負極のサルフェーション等による極板の劣化状態を測定します。また、温度センサーをテスター部に内蔵していますので、幅広い温度帯での判定が可能です。

### ●要項表

形式		電圧 (V)	5時間率容量 (Ah)	外形寸法 (約 mm)				液入質量 (約 kg)	極板種類	電解液密度 (g/cm <sup>3</sup> )	充電 電流	アクセサリー
R タイプ	L タイプ			総高	箱高	幅	長さ					
B19R	B19L	12	34	227	200	125	185	9.8	カルシウム (C-21 特殊合金)	1.290	3.4	取っ手 液面インジケータ 防爆栓 端子保護キャップ
B24R	B24L		38	227	200	126	236	12.6			3.8	
D23R	D23L		54	225	200	169	230	16.7			5.4	
D26R	D26L		58	225	200	170	257	18.7			5.8	
D31R	D31L		72	225	200	171	304	23.5			7.2	



バッテリーテスター部



(自動車電池事業部 自動車電池技術部)

# 総目次



総目次 No.50～No.59 (1997～2003)

《卷頭言・寄稿文》		
鉛電池の50年－米国テレコム用据置鉛蓄電池の経験と課題	DAVID OFFDER	56-3
太陽電池発電システムの発電動作点制御回路	清水敏久	56-22
エネルギーと動力	増子 昇	57-1
次世代自動車の姿	齋藤武雄	58-1
鉛電池正極格子の腐食とグロース	大塚正久	59-1
《報文》		
電気自動車用電池の開発動向	藪本俊昭	50-2
電気自動車用シール形鉛蓄電池の開発	竹島修平	50-5
電気自動車用ニッケル水素電池の開発	江黒高志	50-10
新型直流電源装置の開発	唄代正弘／堀内勝弘／広瀬 晃	51-1
HR-AAA(単4形)ニッケル・水素電池の開発	柄窪和弘／斎藤 健	51-4
据置鉛蓄電池の技術動向	内藤築市	52-2
直流電源装置 DP5000シリーズ開発	井上裕章	52-9
ニッケル・水素電池搭載の配電工事用高所作業車の開発	江黒高志	53-1
家電用高容量 HR-AA-H形ニッケル・水素電池の開発	坂本智彦／柄窪和弘／古川 淳／石川幸嗣	53-4
宇宙開発用 Ni-MH電池の開発	岩淵剛志／井奈福浩之／鈴木孝光／稻庭克己／松本清人	54-2
高率放電用制御弁式鉛蓄電池(FVH)の開発	若尾将士／河内英樹／細谷俊明	55-2
鉄道車両用低保守タイプMT形アルカリ蓄電池の開発	富田行雄／石川幸嗣／鈴木孝光／小野秀伸	55-5
自動車電池用連続铸造極板技術について	大竹直浩／加藤勝久	56-29
鉛電池端子のレーザー溶接とそのシミュレーション技術	飯塚博幸	56-35
高性能制御弁式据置鉛蓄電池(FMU-S形)の開発	大出康樹／若尾将士／河内英樹／細谷俊明／飯塚博幸	56-42
制御弁式(VRLA)の負極ストラップ腐食に関する観察	阿部英俊／竹島修平	56-52
エレベータ電力アシスト用電源装置の開発	長谷川和則／村上新一／長嶋 茂／白川亮介／野津龍太郎／坂本 光	56-58
衛星用リチウムイオン電池の開発	山本真裕／高椋 輝／大登裕樹／酒井 茂	56-64
次世代スイッチング電源の開発	井上裕章	56-71
新型電源監視制御装置	高橋 清	56-76
使用済み蓄電池リサイクル関連法制定と今後の行方	福島 直	56-82
自動車用鉛蓄電池におけるLCA	竹島修平	57-3
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	57-8
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／菊池大介／高田利通／松本正幸／萬ヶ原徹／飯塚博幸／根兵靖之	57-13
高効率スイッチングユニットの開発	柳田佳廣／井上裕章	57-20
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 眞／白井 隆	57-24
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／曾我部幸藏	57-29
42Vシステム用36V-VRLA電池とサーマルマネジメントの開発	古川 淳／坂本 光／飯塚博幸	58-3
交流インピーダンス測定による鉛電池正極活物質構造の解析	小宮山亮二／阿部英俊	58-9
正極格子界面腐食層の劣化挙動について	曾我部幸藏／古川 淳	58-14
VRLA電池設計へのCAEの適用検討	飯塚博幸	58-19
リチウムイオンポリマーゲル電池の開発	山本真裕／吉田浩之／大登裕樹／江黒高志／幡谷耕二	58-25
宇宙用Ni-MHセルと火星探査機「のぞみ」での適用	岩淵剛志／井奈福浩之／石川幸嗣	58-31
配電工事高所作業車用ニッケル・水素電源システムの開発	江黒高志／白井 隆	58-38
蓄電池診断装置の開発	江黒高志／白井 隆	58-44

C-21 合金を用いた GOLD シリーズの開発	根兵靖之／尾崎正則／本間徳則／古川 淳／新妻 滋	59-8
テスター機能内蔵自動車用電池「FGUARD」の開発		
竹島修平／白川亮介／田口 仁／瀬尾秋男／大内久士／水野隆司／後藤武廣／矢吹修一		59-15
電気二重層キャパシタとの組み合わせによる鉛電池の性能改善の可能性		
-簡易型バッテリーキャパシタモジュール(BCM)について-	坂本 光／古川 淳	59-22
UPS 用小形制御弁式鉛蓄正極活物質利用率の SQC 的解析	星野耕一／三浦 優／小宮山亮二	59-27
鉛電池の化成における温度の影響	阿部英俊／斎藤耕作／本間徳則／緑川 淳／飯塚博幸	59-35
据置用 VRLA 電池への触媒効果とその反応機構の検討	加納哲也／萬ヶ原徹	59-41
長寿命サイクルユース用制御弁式鉛蓄電池の分散電源システムへの適用		
藪本俊昭／加納哲也／竹島修平／白川亮介／熊谷枝折		59-47
新開発の鉄道車両用 MT 形バッテリー	江黒高志／鈴木孝光／白井 隆／阿部 熱	59-53
鉄道車両用バッテリー状態監視システムの開発	長谷川和則／江黒高志	59-59

## 《技術解説》

FMU 形鉛蓄電池の耐震性評価	産業機器事業部 電池技術部	50-14
100V 系高力率スイッチング電源について	産業機器事業部 電源技術部	50-16
電池の環境規制とリサイクルの動向について	アルカリ特機事業部	51-8
第三世代直流電源装置の DP2000 シリーズの紹介	電源システム事業部 営業技術部	51-13
二輪自動車用鉛蓄電池の JIS 規格改正	電池事業部 自動車電池技術部	52-14
ハイブリッド車とは	技術開発部 企画課 藤本俊昭	53-9
小形シール鉛蓄電池の JIS 規格改正	電池事業部 産業電池技術部 山本敏一	54-7
電気自動車用語集の全面改訂について	技術開発部 藤本俊昭	54-8
JIS C 8704 改正	電池事業部 産業電池技術部 前島治人	55-16
JIS D 5301 「始動用鉛蓄電池」改正	電池事業部 自動車電池技術部 緒方有二	55-18
最近の制御弁式鉛蓄電池について	電池事業部 産業電池技術部 内田榮市	55-20
ポータブル機器用リチウム二次電池の JIS 規格制定	アルカリ・特機事業部 富田行雄	55-23
日本電機工業会技術資料 JEM-TR204,215 の紹介	内田榮市	57-35
電池の輸送安全について	富田行雄	58-51
電池の国際標準化について	富田行雄	59-64

## 《トピックス》

EVS13 開催、当社も出展・展示	技術開発本部 開発部	50-19
自動車電池事業部 ISO9001 認証取得	自動車電池事業部 品質保証部	50-21
『1996 年（第 35 回）エレクトロニクスショー』展示会出展！	営業企画部	50-22
CEBIT 1997 展示会	MH 電池営業部／営業企画部	51-18
1997 ワールド・エコノ・ムーブ開催 “スーパーでんち君” が、69.967km を走破して総合優勝	営業企画部／東北支店	51-19
(株) 東京デジタルホン殿に大容量スイッチング式直流電源装置を納入	営業本部 産機第二営業部	51-21
角形 Ni-MH 電池が Motorola 社殿技術承認取得	アルカリ・特機事業部	52-16
北陸セルラー電話（株）殿へ DP5027 型整流器を納入	北陸支店	52-17
『エレクトロニクスショー'97』展示会出展！	営業本部 営業企画部	52-18
神奈川県企業庁水道局殿に建屋式 SUS 屋外キュービクル形無停電電源装置を納入	営業本部 産機第二営業本部	53-12
ワールド・エコノ・ムーブ開催		
和歌山県立紀北工業高校がトップチームに分け入る	営業本部 営業企画部／東北支店	53-13
HR-AAA-L 形 Ni-MH 電池 Motorola 社の技術承認取得	アルカリ・特機事業部	53-16
モーターサイクルショー'98（横浜・大阪）展示会出展！	営業本部 営業企画部／市販営業部	53-17
武藏工業大学の「手作り EV レース 99」紹介	営業企画部	55-25
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	産業機器営業本部 産機第二営業本部 佐藤秀一／河野一郎	57-37
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	産業機器事業部 アルカリ電池部 深沢正利	57-38
7 年目を迎えた電気自動車の省エネレース	産業機器営業本部 東北支店 熊谷枝折	57-39

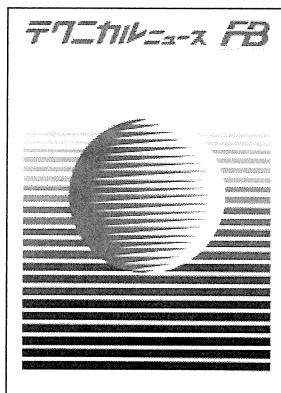
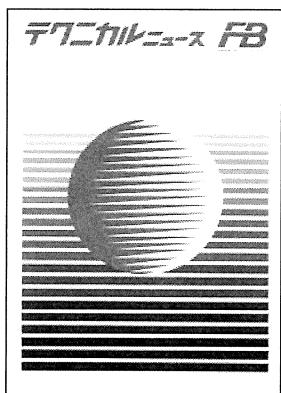
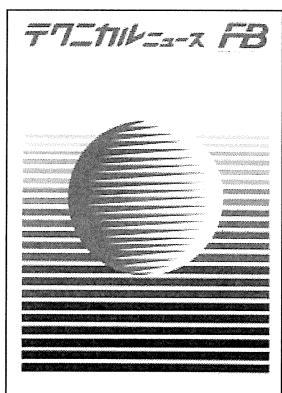
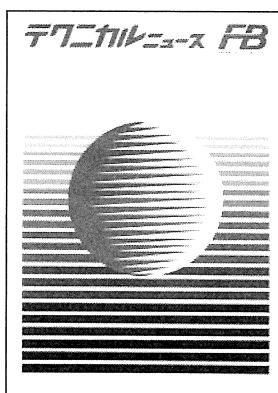
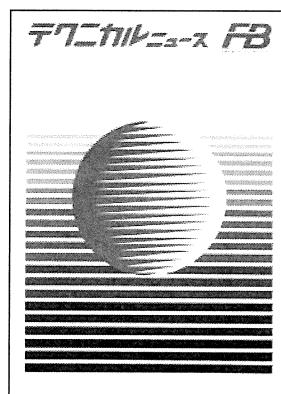
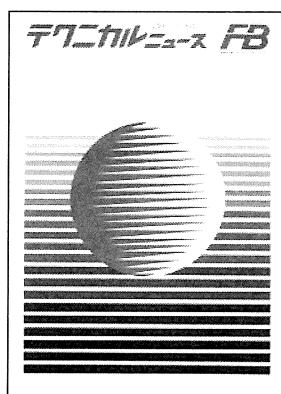
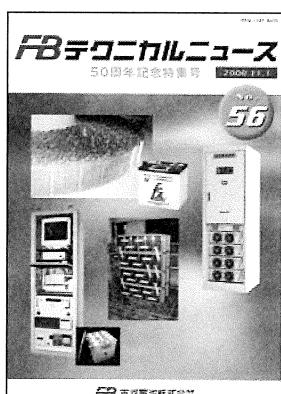
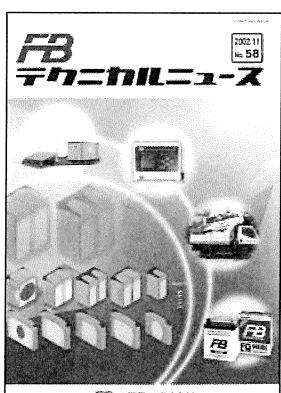
# 総目次

H II A ロケット打上げ成功！	産業機器営業本部 アルカリ電池部 石川幸嗣／井奈福浩之	57-40
自動車用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		
.....自動車電池事業部 技術部 外崎直人	57-41	
サイアム・フルカワ社(SFC)の今後の事業展開		徳山勝敏 58-56
太陽光・風力発電システムの設置	技術開発部 今市開発センター 藤本俊昭	58-57
補修市場向け自動車用バッテリーのフルモデルチェンジ		
GOLD シリーズにC21 特殊合金を採用	自動車電池事業部 技術部 緒方有二	58-58
FVH-50-12 形蓄電池搭載 UPS を納入	産業機器営業本部 産機第三営業部 向 保則	58-60
東急 5000 系車に MT 形電池を納入	産業機器営業本部 産機第一営業部 久野昌隆	58-61
サイアムフルカワ製バッテリーがホンダ車に搭載され日本へ	サイアムフルカワ社 加藤勝久	59-68
リチウム電池搭載 MUSES-C 「はやぶさ」打上げ成功！！ LE チーム 大登裕樹／山本真裕／吉田浩之／江黒高志		59-70
ハイブリッド自動車用 VRLA 電池(FT7C-HEV 形電池)の紹介	自動車電池事業部 技術部 矢吹修一	59-71
ペル 412 機汎用回転翼航空機用電池の開発	産業機器事業部 岩淵剛志	59-72
インテレック'03 の紹介	産業電池技術部 宮田康二	59-73
42V 自動車用 36V 制御弁式鉛蓄電池の開発進展	技術開発部 MV チーム 古川 淳	59-74
200kVA UPS 及び電源監視システムを納入	産業機器事業部 電源技術部 浅見啓介	59-76
《新商品紹介》		
米国車用カーバッテリー AMX シリーズ (X シリーズ) の紹介		
.....営業本部 市販営業部／電池事業部 自動車電池技術部	51-23	
二輪車用バッテリーテスター FMT12-30 の紹介	営業本部 市販営業部／電池事業部 自動車電池技術部	51-24
クリーンエネルギーを支えるソーラー用シール鉛蓄電池「SLM シリーズ」新発売		
.....電池事業部 産業電池技術部	51-25	
新型ミニ UPS 『HiS シリーズ』の紹介	電源システム事業部 営業技術部	51-27
シール形据置鉛蓄電池「FVL シリーズ」新発売	営業本部 営業企画部／電池事業部 産業電池技術部	52-20
小形シール鉛蓄電池「FPX シリーズ」新発売	営業本部 営業企画部／電池事業部 産業電池技術部	52-22
補修市場向け自動車用バッテリーフルモデルチェンジ	営業本部 市販営業部／電池事業部 自動車電池技術部	53-18
鉄道車両用アルカリ蓄電池 MT シリーズ	営業本部 産機第一営業部／アルカリ特機事業部	54-11
新形インバータ「AP3000 シリーズ」		
および新形 UPS 装置「JP1000 シリーズ」「JP2000 シリーズ」の紹介	電源システム事業部 電池技術部	54-12
二輪車用 FTZ12S 形制御弁式電池の紹介	電池事業部 自動車電池技術部 矢吹修一	56-91
FLH シリーズに新機種追加 (FLH1270)	電池事業部 産業電池技術部 三浦優	56-92
バッテリー・アナライザー	アルカリ・特機事業部 アルカリ電池部 小野真一／岩淵剛志	56-93
ブレーカー自動復旧装置“雷丈夫”	電源システム事業部 開発設計部 坂上栄造	56-94
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		
.....自動車電池事業部 技術部 外崎直人	57-41	
地上波デジタル放送（送信所）用電源システム	電源システム事業部 技術部 三柳 弘	57-42
FVH シリーズに FVH-50-12 形を追加	産業機器営業本部 営業推進部 内田榮市	58-62
高効率スイッチングユニット	電源システム事業部 技術部 畠山寿雄	58-64
高効率形 UPS “フルパワー AL シリーズ”	産業機器営業本部 営業推進部 加藤幹男	58-66
農業機械・建設機械対応乗用車用電池 FX シリーズ	自動車電池営業本部 市販営業部 赤星 貢	58-67
長寿命形制御弁式据置鉛蓄電池(FVL シリーズ)	産業機器営業本部 営業推進部	58-68
鉄道車両用バッテリー (MT シリーズ)	産業電池事業部	58-69
地上波デジタル放送・中継局用スイッチングユニット	産業機器事業部 電源技術部 畠山寿雄	59-78
12V 制御弁式鉛蓄電池対応診断装置用センサ BCW6	今市開発センター 長嶋茂／RM チーム 高橋 清	59-79
二輪車高出力 VRLA (制御弁式) バッテリーのラインアップ拡大	自動車電池事業部 技術部 外崎直人	59-80
防衛庁毎にバッテリーアナライザ(FBT-BAT-2050)を納入	産業電池事業部 アルカリ技術 2 グループ 深沢正利	59-81
世界初 テスター機能内蔵自動車用電池 FGUARD (エフカード) シリーズ		
.....自動車電池事業部 市販営業部 田口 仁	59-82	
バイオトイレ用ハイブリッド方式太陽光発電システム納入	産業機器営業本部 営業推進部 佐藤秀一	59-84
電気防食用直流電源装置の紹介	産業機器営業本部 営業推進部 電源技術グループ 鬼窪 潔	59-85

## 《製品紹介》

マレッグシリーズがさらに充実!	自動車電池事業部	技術部	57-53
高率放電形制御弁式据置鉛蓄電池	産業電池事業部	技術部	57-53
小容量無停電電源装置 ミニ UPS 「JS」シリーズ	電源システム事業部	技術部	57-54
火災報知器設備用予備電源 (コラム電池)	産業電池事業部		57-54
長寿命形制御弁式据置鉛蓄電池「FVL シリーズ」	産業機器営業本部	営業推進部	58-68
鉄道車両用バッテリー「MT シリーズ」	産業電池事業部		58-69

## FB テクニカルニュース表紙

No.50  
(1997年1月発行)No.51  
(1997年8月発行)No.52  
(1998年1月発行)No.53  
(1998年7月発行)No.54  
(1999年1月発行)No.55  
(2000年1月発行)No.56【50周年記念特集号】  
(2000年11月発行)No.57  
(2001年12月発行)No.58  
(2002年11月発行)No.59  
(2003年11月発行)





<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（吉河大阪ビル）	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	福島県いわき市常磐下船尾町杭出作23-6	TEL.0246-43-0080
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
いわき開発センター	〒972-8501	福島県いわき市常磐下船尾町杭出作23-6	TEL.0246-44-6881
今市開発センター・荊沢	〒321-2336	栃木県今市市荊沢字上原597	TEL.0288-21-3179
今市開発センター・針貝	〒321-2331	栃木県今市市針貝字茅場1066-22	TEL.0288-26-8700



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