

# FB

2014.11  
No. 70

# テクニカルニュース

## 70号発行記念特集



▶表紙の写真説明



- ① ECHNO [エクノ] IS UltraBattery
- ② 非常用マグネシウム空気電池 (Mgbox®)
- ③ 車載式移動電源

---

## FBテクニカルニュース No.70号

---

2014年(平成26年)11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 集 FBテクニカルニュース編集委員会  
編集委員長 小野 眞一  
編集委員 飯塚 博幸、井奈福 浩之、加納 哲也、坂井 幹之、  
櫻井 正人、柴野 具文、岩田 正範、宅見 理

---

非売品(無断転載を禁じます)

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



## 目次

### 巻頭言

テクニカルニュース創刊70号発刊にあたって 徳山 勝敏 ..... 1

### 総説

蓄電池技術の今後の展開 —リチウムイオン電池から革新電池へ— 金村 聖志 ..... 3

### 報文

UltraBatteryの開発 第4報  
柴田 智史、中島 秀仁、荻野 由涼、西村 章宏、赤阪 有一、本間 徳則、古川 淳 ..... 9

鉛電極に及ぼすカーボンの影響 萩原 英貴、海藤 大哉、古川 淳 ..... 14

サイクル用鉛蓄電池向けBMUの開発 土橋 朗、手塚 渉、三浦 優 ..... 19

非常用マグネシウム空気電池「Mgbox<sup>®</sup>」の評価試験  
伊藤 彩乃、阿部 英俊、久保田 昌明、平 芳延、飯塚 博幸、齋田 耕作、高原 努、小野 陽洋 ..... 23

リチウム二次電池用多孔質集電体正極の開発  
久保田 昌明、根本 美優、阿部 英俊、田中 祐一、金村 聖志 ..... 28

宇宙用ステンレス箔ラミネートリチウムイオン電池の開発  
小出 和也、大平 賢治、大登 裕樹、阿部 英俊、豊田 裕之、嶋田 貴信、高橋 優、廣瀬 和之 ..... 33

リチウムイオン電池用バッテリーマネジメントシステムの開発 箱崎 安洋、坂本 智彦 ..... 39

### 技術解説

SBA S 0101 (アイドリングストップ車用鉛蓄電池) 改正 高田 利通 ..... 43

安全データシート (SDS) について 浅井 実篤 ..... 45

### トピックス

車載式移動電源の展示会出展 ..... 47

ホンダ オデッセイ アブソルートがQ-85液式UltraBatteryを搭載 ..... 48

スズキ株式会社様にK-42R型鉛蓄電池を納入 ..... 49

海外事業展開 フルカワ・インドモービル・バッテリー・マニュファクチャリングの設立 ..... 50

MD1500形電源監視装置の紹介 ..... 51

北陸新幹線E7系・W7系にアルカリ蓄電池を納入 ..... 52

### 新商品紹介

産業用UltraBattery UB-50-12の紹介 ..... 53

自動車用高性能ランク品のリニューアル — Premiumシリーズ — ..... 54

マグネシウム空気電池「Mgbox<sup>®</sup> (マグボックス)」 ..... 55

### 製品紹介

FPXシリーズに新機種追加 (FPX1288) ..... 56

可搬形特殊信号発光機MF-84R (シガープラグ) の紹介 ..... 57

### 特集

70号発行記念特集 ～テクニカルニュースの歩み～ ..... 58

## Contents

### Opening Remarks

Katsutoshi Tokuyama.....1

### Introduction

Future Developments of Battery Technology –From Lithium Ion Battery to Innovative Battery–

Kiyoshi Kanamura.....3

### Technical Papers

Development of the UltraBattery-4<sup>th</sup> Report

Satoshi Shibata, Hidehito Nakajima, Yuusuke Ogino, Akihiro Nishimura,

Yuich Akasaka, Tokunori Honma, Jun Furukawa.....9

Effect of Carbon to Lead Electrode

Hideki Hagihara, Hiroya Kaidou, Jun Furukawa..... 14

Development of Battery Monitoring System (BMU) for Lead-acid Battery for Cycle Use

Akira Dobashi, Wataru Tezuka, Masaru Miura..... 19

Evaluation Test of Magnesium Air Battery “Mgbox<sup>®</sup>” for Emergencies

Ayano Ito, Hidetoshi Abe, Masaaki Kubota, Yoshinobu Taira,

Hiroyuki Iizuka, Kosaku Saita, Tsutomu Takahara, Akihiro Ono.....23

Development of the Cathode with Porous Current Collector for Lithium Secondary Batteries

Masaaki Kubota, Miyu Nemoto, Hidetoshi Abe, Yuichi Tanaka, Kiyoshi Kanamura.....28

Development of Stainless Steel Laminate Li-ion Cells for Space Application

Kazuya Koide, Kenji Oohira, Hiroki Ooto, Hidetoshi Abe,

Hiroyuki Toyota, Takanobu Shimada, Yu Takahashi, Kazuyuki Hirose.....33

Development of Battery Management System for Lithium-ion Batteries

Yasuhiro Hakozaiki, Tomohiko Sakamoto.....39

### Technological Analysis

The Revision of SBA S 0101 Lead Acid Batteries for Vehicles with Stop and Start System

Toshimichi Takada.....43

Safety Data Sheet

Saneatsu Asai.....45

### Topics

Vehicle-loaded Mobile Power Supply was Exhibited at the Expo .....47

HONDA ODYSSEY ABSOLUTE Powered by the Q-85 Flooded-type UltraBattery .....48

Delivery of K-42R Lead Acid Battery for SUZUKI MOTOR CORPORATION .....49

Global Business Development The Establishment of PT. Furukawa Indomobil Battery Manufacturing .....50

Introduction of MD1500 Type Power Monitoring Device .....51

Delivery of Alkaline Batteries to the Hokuriku Shinkansen of JR East E7 Series and JR West W7 Series.....52

### New Products

Introduction of the Stationary UltraBattery “UB-50-12” .....53

Renewal of the Highly Efficient Rank Article for Cars –Premium Series– .....54

Magnesium Air Battery “Mgbox<sup>®</sup>” .....55

### Products

The New Additional Model of FPX Series “FPX1288” .....56

Introduction of Portable LED Flashing Light.....57

### Special edition

70th Publication Anniversary Special Edition ~ The History of Technical News .....58



## テクニカルニュース創刊70号発刊にあたって



代表取締役社長 徳山 勝敏  
Katsutoshi Tokuyama

テクニカルニュース70号の発刊を迎えられたこと、ひとえにお取り引き先の皆様方のご指導とご支援の賜物と心より御礼申し上げます。古河電池は、昭和25年の創立以来60有余年、主として鉛電池、アルカリ電池などの蓄電池の製造販売を通して、モータリゼーションを中心に我が国の繁栄を支えて参りました。

その間、航空宇宙分野でもその存在価値を高め、航空機用蓄電池での実績の積み重ねや科学衛星などに数多の蓄電池を搭載していただいた他、昨今では2010年に地球に帰還して話題となりました小惑星探査衛星「はやぶさ」に、弊社が世界で初めて衛星用に開発したりチウムイオン電池が搭載され、採取サンプルの地球への持ち帰りに貢献したことも大きな誇りであります。

近年は、地球環境問題や原発事故の問題などから、自動車の燃費競争の激化や、再生可能エネルギーへの期待度の上昇など、蓄電池を取り巻く環境が大きく変化してきており、弊社もそれらの対応に研究開発のウエイトを大きくシフトさせて来ております。

まず、「自動車の燃費競争の激化」に関しては、充電効率を高め、ジェネレーターの出力を無駄なく充電できる性能の向上に努める他、深い充放電のサイクルが続いても劣化し難い鉛電池の開発に注力して

参りました。これらの成果として、2012年度にはアイドルストップ車用電池としてエクノシリーズを上市し、更に昨年2013年度には、その上位機種として、キャパシタ内蔵型鉛蓄電池UltraBatteryを上市することができました。これらの電池を通して、今後も進化するモータリゼーションを支えて行く所存です。そしてその一環として、いわき事業所に2014年、自動車電池用の新充電建屋を建築し、新しい設備を導入することにより、性能、品質面での向上及び生産効率の向上を図っております。

「再生可能エネルギーへの期待度の上昇」に関しては、太陽光発電や風力発電など、変動の激しい自然エネルギーの系統への接続に際して要求される、出力の平滑化や発電電力の平準化などの役割に蓄電池が期待されており、それらに対応するため、サイクルユースの産業用鉛蓄電池を開発してきております。2012年度にはFCPシリーズを、2013年度にはその上位機種として産業用UltraBatteryを上市致しました。また、高い安全性を誇る磷酸鉄リチウムイオン電池を開発し、上述した産業用UltraBatteryと共に、NEDOや経済産業省の蓄電システム実証プロジェクトに参画し、長期間の実証試験でその性能や寿命特性及び安全性などを確認しております。

また、2011年3月11日に東北地方で発生した未曾有の大震災で経験した長期に亘る停電の影響か

## 巻頭言

---

### テクニカルニュース創刊70号発刊にあたって

ら、非常時の電源の重要性が再認識されつつあり、その対応として、弊社は本年、凸版印刷株式会社様と共同で、非常用マグネシウム空気電池「マグボックス」の発売を発表致しました。この電池の特徴は電池ケースが紙でできていること、そのため、使用後の処分が容易であることや非常時に水を入れるだけで発電し、USB出力端子を介し、照明やスマートフォンの充電などに使用できることです。使用開始時に注水するまでは、紙製のため大変軽く、長期間保存可能であるため、避難所などに非常用グッズとして置いて頂くことを想定しております。

一方で、少子化に伴う人口の減少や若者の車離れの傾向に起因する国内自動車の生産台数の減少は、自動車用鉛電池の国内市場を縮減させ、その対応は弊社にとっても喫緊の課題となっており、グローバル化を避けて通れない状況となっております。

弊社はタイに2010年に完全子会社化したサイアム・フルカワという連結子会社を有しておりますが、ここ数年は、このサイアム・フルカワの利益が、連

結決算に大きく貢献してきている現実があります。東南アジアは今まさにモータリゼーションの隆盛期であり、この傾向は当分の間継続するものと予測されております。弊社は海外での売上げ拡大のため、2014年の今年、インドネシアに新たに自動車用電池の製造会社及び販売会社を現地企業のインドモバイル社と合併で立ち上げました。同社の今後の成長を楽しみにしております。

私は、社長就任以来、経営理念として「私たちは挑戦者である」を掲げ、社員に対し「挑戦力」「変換力」「失敗力」を磨くことを説き、失敗を恐れず果敢に挑戦することを求め続けております。

来るべき環境と共生する新しいエネルギー社会に於いても、常に高い目標に挑戦し、全社員一丸となって蓄電池会社としてその社会的役割を十分に果たせるよう、そして「2020年長期ビジョン」に掲げた「売上げ1000億円企業」という大きな目標を達成できるよう、日々精進して参ります。どうか、今後とも古河電池をご支援頂けますよう、お願い申し上げます。

# 蓄電池技術の今後の展開 —リチウムイオン電池から革新電池へ—

## Future Developments of Battery Technology —From Lithium Ion Battery to Innovative Battery—

首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 分子応用化学域 教授

金村 聖志  
Kiyoshi Kanamura



### Abstract

Rechargeable battery has been utilized in our life. Recently, lithium ion battery has been developed and utilized in portable application, stationary application, and electric vehicle, due to its high energy density. For future society, higher energy density and power density are strongly required, so that new generation batteries have been developed. In this report, current status of rechargeable batteries is reported and then development of new generation batteries are discussed.

### 1. はじめに

電池はこれまでに、いろいろな場面で用いられ、我々の生活を補助してきた。自動車用の鉛蓄電池やニッケル・水素電池、いろいろな機器で使用されているリチウム電池など、多くの電池が生産され利用されてきた。20年ほど前にリチウムイオン電池が登場し、その後この電池のエネルギー密度は飛躍的に向上してきた。そして、より高いエネルギー密度を有する電池に対する期待がますます高まってきている。特に、ハイブリッド自動車や電気自動車に搭載する電池のエネルギー密度は大きくなくてはならず、高エネルギー密度電池に対する期待が高まっている。一方で、地球温暖化や電力不足などの社会状

況を背景に、太陽光発電や風力発電に対する期待が高まっている。自然エネルギーあるいは再生可能エネルギー利用の一環である。しかし、これらの自然エネルギーを利用するためには発電した電気を一度蓄電池に貯めることが求められる。発電量が天候に依存するためである。このように、これまでのポータブル機器用電源から大型電池への展開が蓄電池の研究においては大きな課題となっている。

これらの課題を解決し、より高性能な電池の作製を行うことで図1に示すような蓄電池がいろいろなところに配置されたエネルギー社会の構築ができる。未来のエネルギー利用を高度にするために、ますます蓄電池に対する期待は大きくなるであろう。

### 著者略歴：

1980年3月 京都大学工学部工業化学科卒業  
1987年1月 京都大学工学博士取得  
1995年3月 京都大学大学院工学研究科 物質エネルギー化学専攻 助教授  
2002年4月 東京都立大学大学院工学研究科 応用化学専攻 教授  
2010年4月 首都大学東京大学院都市環境科学研究科 分子応用化学域 教授  
専門分野：セラミックス化学、電気化学、エネルギー化学

受賞歴：1992年4月 “電池電極反応と電池高性能化のための基礎研究”により、電気化学協会佐野進歩賞  
2000年7月 電気自動車研究会 優秀論文を受賞  
主著：「最新燃料電池部材～その最先端技術と信頼性評価～」技術情報協会 (03)、「電気化学」丸善 (01)、「Chapter 16 Fluorine Compounds in Battery Application」Lausanne Switzerland (00)、「環境触媒とグリーンケミストリー」シーエムシー (00) など



# 総説

## 蓄電池技術の今後の展開 —リチウムイオン電池から革新電池へ—

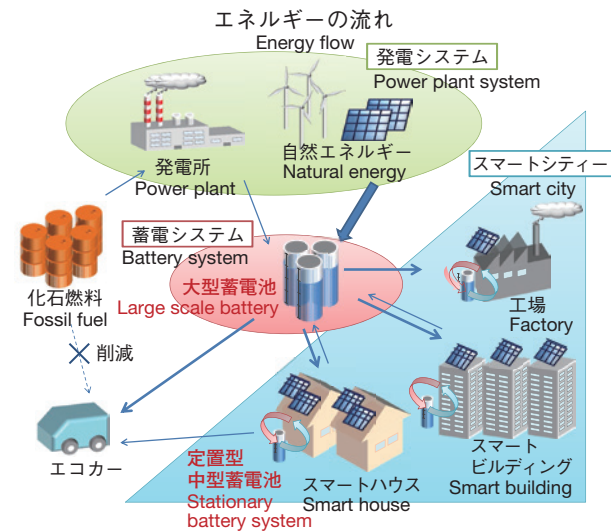


図1 蓄電池が配置され自然エネルギーが利用でき電気自動車が走行する未来社会  
Fig. 1 Society of the future where stationary batteries are arranged, natural power sources can be utilized, and electric vehicles are running

## 2. 高エネルギー密度への挑戦

図2は鉛蓄電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池（ポータブル応用）、リチウムイオン電池（大型）のエネルギー密度をまとめたものである。鉛蓄電池のエネルギー密度からポータブル機器用リチウムイオン電池のエネルギー密度へと、蓄電池のエネルギー密度は大きく飛躍してきた。その結果、いろいろなポータブル機器が発展してきた。しかし、新しい用途である電気自動車や自然エネルギー用の電源となると、同じリチウムイオン電池でも異なる特性や製造プロセスが要求される。特に電気自動車の場合、蓄電池のエネルギー密度は自動車の走行距離に比例するため、自動車としての用途が成立するためには大きなエネルギー密度が要求される。例えば、電気自動車で500kmの距離を1回の充電で走行するには400～500Wh/kgのエネルギー密度が電池に要求される。現時点でこのように高いエネルギー密度を有する蓄電池は存在しない。一方、電気自動車用電池にしても自然エネルギー用の電池にしても、ポータブル用途の電池とはその容量が大きく異なる。10倍以上の容量が求められる。大型のリチウムイオン電池が必要である。小さな電池を作る技術と大きな電池を作る技術は異なる。もちろん、

エネルギー密度も大きくしなければならない。大型電池のエネルギー密度向上をめざし新しいリチウムイオン電池技術や新しい蓄電池の開発が急務となっている。ポストリチウムイオン電池や革新電池の開発が重要となっている。

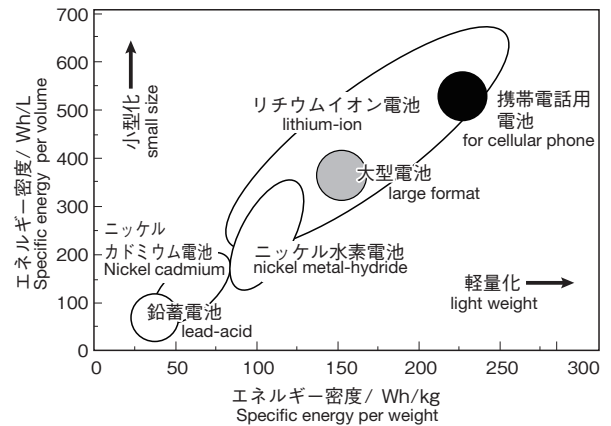


図2 鉛蓄電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池（ポータブル応用）、リチウムイオン電池（大型）のエネルギー密度  
Fig. 2 Specific energy densities of lead-acid battery, nickel metal-hydride battery, lithium-ion battery for portable applications, and large format lithium-ion battery

## 3. エネルギーハーベスト

大型の蓄電池への期待とともに、小さな電池、マイクロ電池への期待も高まっている。エネルギーをオンサイトで生成し蓄電することで、電力供給をせずとも自立して駆動するデバイスの展開が期待されている。エネルギーハーベストシステムである。鉛蓄電池やニッケル水素電池ではこのようなマイクロ電池を作製することは難しい。最も適した蓄電池として全固体型のリチウムイオン電池が挙げられる。ユビキタ的な電力システムが構築され、大きく生活が変貌していく可能性のあるシステムである。このようなシステムの実現には優れたマイクロ発電素子と蓄電素子が必要となっている。たとえば、車に搭載するとセンサーへの配線が不要となり、少しでも車の重量を軽くすることができる。

#### 4. 従来電池から新型電池へ

自動車のボンネットには必ずエンジンをスタートさせるための蓄電池が入っている。鉛蓄電池が使用されている。今後、電気自動車が大きく普及するとこの電池は不要となる。また、ハイブリッド自動車などにおいても、リチウムイオン電池に置き換わる可能性もある。自動車の電力系統は12Vが用いられるが、エネルギー効率のことを考えると48Vでの使用も考えられる。この場合、リチウムイオン電池が有利となる。従来電池が新型電池に置き換わっていく可能性がある。蓄電池の世界も今後は大きく変貌していく可能性があり、リチウムイオン電池や新型電池の展開には注意が必要である。新しい技術開発の手を緩めることができない。

#### 5. 革新電池への期待

リチウム系の電池ではもちろん限界があり、新しい電池系の探索が開始されている。革新電池と呼ばれる電池群である。表1にこれまでに提案された革新電池についてまとめた。この中でも、固体電解質を使用した電池の研究が進展している。たとえば、硫化物系の固体電解質を使用すると図3に示すような構造の電池を作製することが可能であり、電池として成立していることが証明されている。<sup>1)~3)</sup> 粉体を用いて電池の作製が行われ、比較的簡便な方法により電池が作製できる点で興味深い。固体電池では安全性の面でリチウムイオン電池より優位であり、寿命の面においても優れている。加えて、リチウム金属を負極として使用することができるので、エネルギー密度の向上が期待されている。しかし、固体で電池を作製することは難しく、特に安定な固体電解質と活物質の界面を構築するための新しい製造技術が必要となっている。リチウム金属を使用する電池としてリチウム・空気電池が挙げられる。<sup>4)</sup> ~<sup>6)</sup> この電池は正極には燃料電池と同じ空気極が使用され、理論的なエネルギー密度は非常に大きい。空気極での反応は酸素の還元によるオキサイドイオンの生成とLi<sup>+</sup>イオンとの反応によりLi<sub>2</sub>O<sub>2</sub>が生

成する反応である。負極ではLiの溶解・析出反応が生じる。電解質には水溶液系や非水系と固体電解質を用いる。固体電解質は空気とLi金属が直接接触することを防ぐために必要である。図4にリチウム・空気電池の構造を示す。電池反応は単純であるが、実際にセルを作製するには、多くの課題が残っている。リチウム金属負極を使用する電池としてリチウム・硫黄電池の研究も行われている。硫黄は1200mAh/gと非常に大きな容量密度を有しており、大きなエネルギー密度を有する電池の実現が期待される。<sup>7)~9)</sup> これまでに、この電池の研究は行われてきたが、硫黄が放電時に電解液中に溶解することが問題となっていた。この問題を解決するために、電解質に関する研究が進められた。硫黄が溶解しにくい電解液や固体電解質を用いた電池が提案されている。また、硫黄は電気的に絶縁体であるので、集電体に工夫が必要である。空気電池の正極と同じ問題である。そのため、図5に示すような多孔質な構造を有する炭素正極が必要となる。<sup>10)</sup> また、リチウム・硫黄電池の電圧は2Vであり、鉛蓄電池と同程度であるため、実際に電池を作製した場合のエネルギー密度が問題である。電池を上手に作製する設計が重要な技術課題となる。

表1 これまでに提案された革新電池  
Table 1 Innovative batteries which are proposed until now

| 電池<br>Battery                                       | 正極<br>Positive Electrode                                    | 負極<br>Negative electrode   | 電解質<br>Electrolyte  |
|---|---|--|---|
| リチウム<br>金属電池<br>Lithium metal<br>battery            | リチウムイオン<br>電池に類似<br>Similar to lithium-<br>ion battery      | リチウム金属<br>Lithium metal  | リチウムイオン<br>電池に類似<br>Similar to lithium-<br>ion battery                                |
| 全固体<br>リチウム電池<br>All-solid-state<br>lithium battery | リチウムイオン<br>電池に類似<br>Similar to<br>lithium-ion<br>battery    | リチウムイオン<br>電池に類似ある<br>いは合金系負極<br>Similar to lithium-<br>ion battery, or<br>alloy-based | 固体電解質<br>Solid electrolyte  |
| リチウム<br>空気電池<br>Lithium air<br>battery              | 空気極<br>Air electrode  | リチウム金属<br>Lithium metal  | 液体および<br>固体電解質の<br>組み合わせ<br>The combination<br>of a liquid and a<br>solid electrolyte |
| リチウム<br>硫黄電池<br>Lithium sulfur<br>battery           | 炭素と硫黄の<br>混合物<br>The mixture of a<br>carbon and a<br>sulfur | リチウム金属や<br>シリコン<br>Lithium metal or<br>silicon   | 液体電解質<br>Liquid<br>electrolyte  |
| ナトリウム<br>イオン電池<br>Sodium-ion<br>battery             | リチウムイオン<br>電池に類似<br>Similar to lithium-<br>ion battery      | リチウムイオン<br>電池に類似<br>Similar to lithium-<br>ion battery                                 | リチウムイオン<br>電池に類似<br>Similar to lithium-<br>ion battery                                |

# 総説

## 蓄電池技術の今後の展開 —リチウムイオン電池から革新電池へ—

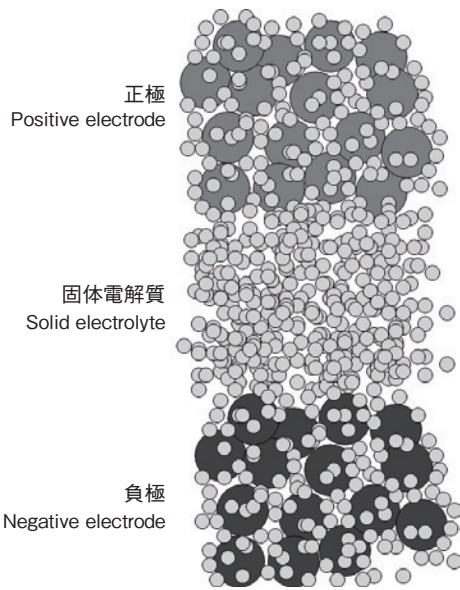


図3 硫化物系の固体電解質を使用した全固体電池の構造  
Fig.3 Structure of all-solid-state batteries with sulfide based solid electrolyte

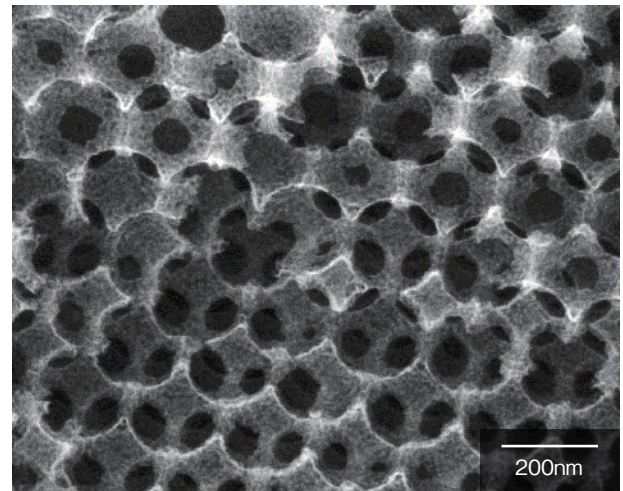


図5 リチウム・硫黄電池で用いられる多孔質な炭素電極の電子顕微鏡写真  
Fig.5 The SEM picture of porous carbon electrode for lithium-sulfur battery

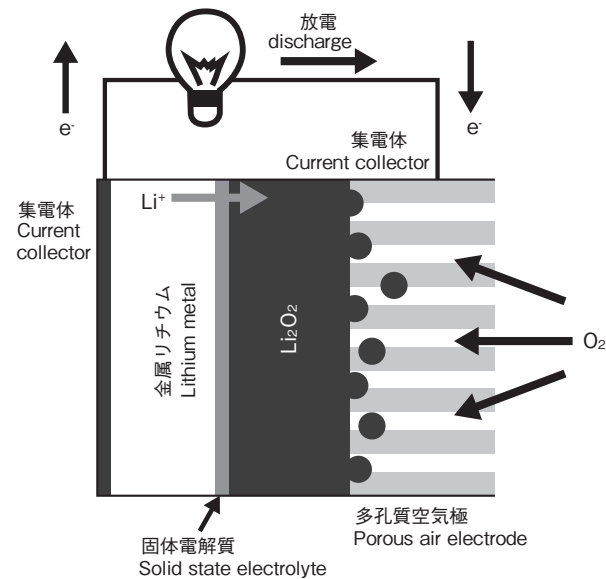


図4 リチウム・空気電池の構造  
Fig.4 Structure of lithium air battery

以上のように、全固体電池以外のほとんどの革新電池は実電池作製のために必要となる要素技術の開発の段階にある。硫化物固体電解質を用いた全固体電池の場合は、実電池作製のための新しいプロセスが必要となっている。革新電池の実現にはまだまだ時間が必要である。

## 6. ポストリチウムイオン電池

より高いエネルギー密度を実現するために、より優れた寿命特性を実現するために、そしてより高い安全性を実現するために、ポータブル用途のリチウムイオン電池の改良から新型のリチウムイオン電池の研究まで、いろいろな試みがなされている。LiCoO<sub>2</sub>正極と黒鉛負極を用いて達成できるエネルギー密度の限界は250Wh/kg (550Wh/L)程度と考えられる。これより大きなエネルギー密度の達成には、新しい正極材料と負極材料が必要となる。例えばLiCoO<sub>2</sub>を用いてSiを負極に用いる場合、そのエネルギー密度は400Wh/kg (650Wh/L)程度と予想される。Li金属を負極に用いると(ただし、リチウム金属の利用率は50%とする)500Wh/kg (750Wh/L)程度が期待される。このように大きなエネルギー密度を有する電池の開発が現在進められているが、解決しなければならない材料に関する問題があり実用化には時間がかかりそうである。たとえば、Siを負極として用いる場合には図6に示すような充放電に伴う材料の膨張収縮が生じる。膨張・収縮は電極の寿命を短くするため、バインダーの工夫や電極構造の工夫が必要となる。リチウム金属負極の場合には充電時に図7に示すような形態のデンドライト状リチウムが



生成することが問題である。電解液や添加剤の検討と共に、電流分布の高度な制御により抑制できることが期待されている。負極材料に関しては、問題はあつたものの、高容量の材料が実現しつつある。一方、正極活物質に関してはLiCoO<sub>2</sub>、LiNi<sub>x</sub>Mn<sub>y</sub>Co<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、LiMnPO<sub>4</sub>など高容量材料が提案されている。しかし、これらの材料は200mAh/g程度の容量密度を示し、これでは高エネルギー密度の電池を作製するには将来問題が生じる。そこで、xLi<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>-(1-x)LiMn<sub>0.5</sub>Ni<sub>0.5</sub>O<sub>2</sub>に代表されるLi過剰固溶体系正極などが提案されている。<sup>11)</sup> 図8に示すように300mAh/gに近づく容量密度を有しており、期待される材料であるが可逆性や作動電位範囲などに問題があり、今後の開発が期待される。負極材料と正極材料の開発に伴って電解液やその他の部材の開発も必要である。

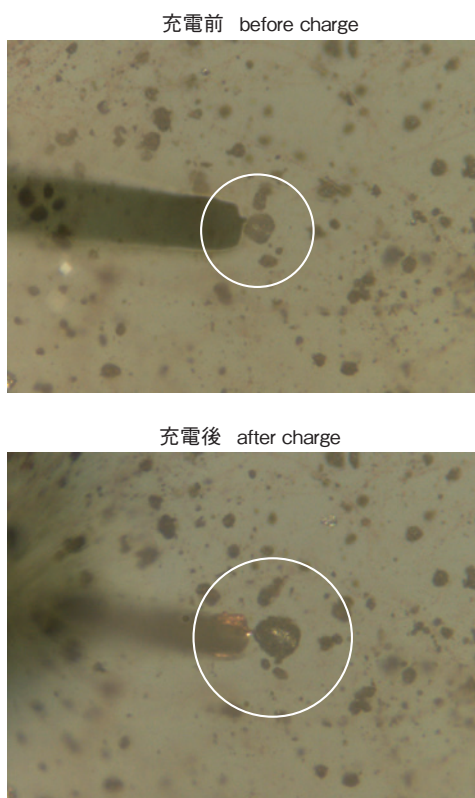


図6 Si負極の充放電に伴う体積膨張・収縮  
Fig.6 The volume expansion and shrinking during charge and discharge of a silicon negative electrode

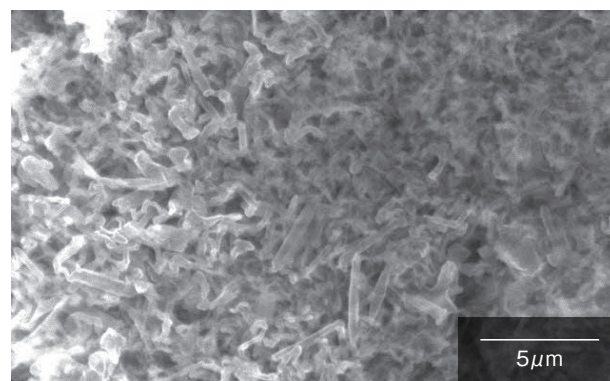


図7 デンドライト状態のリチウム金属の電子顕微鏡写真  
Fig.7 The SEM picture of lithium metal dendrite

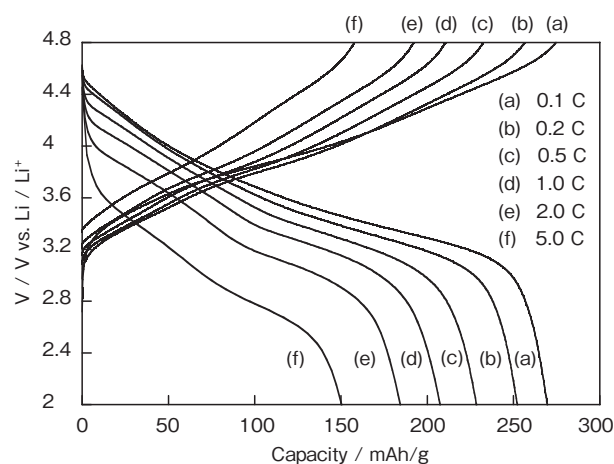


図8 xLi<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>-(1-x)LiMn<sub>0.5</sub>Ni<sub>0.5</sub>O<sub>2</sub>に代表されるLi過剰固溶体系正極の充放電曲線  
Fig.8 The charge and discharge curves of lithium-rich solid-solution positive electrode represented by xLi<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>-(1-x)LiMn<sub>0.5</sub>Ni<sub>0.5</sub>O<sub>2</sub>

## 7. 電池の構造

材料以外にもリチウムイオン電池のエネルギー密度を向上させることができる。図9に二つの電極を使用した電池の構造を示す。この二つのエネルギー密度を比較すると、(a)の電池がより大きなエネルギー密度を有する。集電体、セパレータの使用数が少なくなっているためである。このような構造を有する電極を使用して電池を作製できれば、電池のコストも低減される。一方、出力密度を比較すると(b)の電池が有利である。エネルギー密度と出力密度は相反する。この相反する性質を解決し、より大きなエネルギー密度を有する電池を作製することが

# 総説

## 蓄電池技術の今後の展開 —リチウムイオン電池から革新電池へ—

必要である。電極、セパレータ、電解液の再検討が求められる。鉛蓄電池のような構造のリチウムイオン電池が一つの理想である。電気自動車用電池や家庭用電池のように大きな電池を作製するための技術が新たに求められる時代となった。

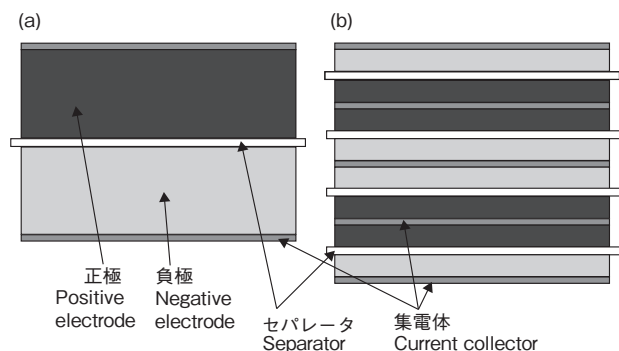


図9 塗工厚みが異なる電極を使用したリチウムイオン電池の構造 (a)塗工厚みが200 $\mu\text{m}$ 、(b)塗工厚みが50 $\mu\text{m}$

Fig. 9 Structure of lithium-ion battery with different thickness of electrodes ((a) 200  $\mu\text{m}$  , (b) 50  $\mu\text{m}$ )

### 参考文献

- 1) A. Hayashi, R. Ohtsubo, T. Ohtomo, F. Mizuno, M. Tatsumisago, *J. Power Sources* **183** (2008) 422-426.
- 2) A. Sakuda, H. Kitaura, A. Hayashi, K. Tadanaga, M. Tatsumisago, *J. Power Sources* **189** (2009) 527-530.
- 3) M. Nagao, A. Hayashi, M. Tatsumisago, *Electrochimica Acta* **56** (2011) 6055-6059.
- 4) G. Girishkumar, B. McCloskey, A. C. Luntz, S. Swanson, W. Wilcke, *J. Phys. Chem. Lett.* **1** (2010) 2193-2203.
- 5) T. Ogasawara, A. Dèbart, M. Holzapfel, P. Novák, P. G. Bruce, *J. Am. Chem. Soc.* **128** (2006) 1390-1393.
- 6) B. D. McCloskey, D. S. Bethune, R. M. Shelby, G. Girishkumar, A.C. Luntz, *J. Phys. Chem. Lett.* **2** (2011) 1161-1166.
- 7) X. Ji, K. T. Lee, L. F. Nazar, *Nat. Mater.* **8** (2009) 500-506.
- 8) Y. V. Mikhaylik, J. R. Akridge, *J. Electrochem. Soc.* **151** (2004) A 1969-A 1976.
- 9) N. Jayaprakash, J. Shen, S. S. Moganty, A. Corona, L. A. Archer, *Angew. Chem. Int. Ed.* **50** (2011) 5904-5908.
- 10) K. Kanamura, S. W. Woo, K. Dokko, *Funct. Mater. Lett.* **02** (2009) 19.
- 11) M. M. Thackeray, S. H. Kang, C. S. Johnson, J. T. Vaughey, R. Benedek S. A. Hackney, *J. Mater. Chem.* **17** (2007) 3112-3125.

## 8. まとめ

蓄電池の世界はこれらから大きく展開し拡大していくことは間違いない。鉛蓄電池やニッケル水素電池などで適応できる応用と、リチウムイオン電池のような高エネルギー密度を有する蓄電池が必要とする応用もある。また、リチウムイオン電池でもエネルギーが不足する新しい応用が出現している。蓄電池の開発が現時点で十分なものではなさそうである。早急な開発が求められる。しかし、電池の安全性や寿命を改善するためには時間も必要である。ここ数年間の蓄電池の開発が未来のエネルギー社会にとって鍵となるかもしれない。

# UltraBatteryの開発 第4報

## Development of the UltraBattery- 4<sup>th</sup> Report

柴田 智史\* Satoshi Shibata    中島 秀仁\* Hidehito Nakajima    荻野 由涼\* Yuusuke Ogino    西村 章宏\* Akihiro Nishimura  
 赤坂 有一\* Yuich Akasaka    本間 徳則\* Tokunori Honma    古川 淳\* Jun Furukawa

### Abstract

The Furukawa Battery released the flooded-type UltraBattery to the aftermarket in Japan in April 2013. Furthermore the flooded-type UltraBattery was adopted by Honda Odyssey Absolute vehicle. The vehicle was released in November 2013 in Japan. The UltraBattery gives superior performance are : (1) Excellent charge acceptability, (2) Excellent cycle life under PSOC condition, (3) Suppression of acid stratification.

### 1. はじめに

近年、地球温暖化の原因である温室効果ガスの排出抑制のため、アイドリングストップ、回生ブレーキ、モーターアシストなどの機能を備えたHEVの導入による自動車の燃費改善が行われている。欧州では2015年には自動車単体でのCO<sub>2</sub>排出量を130g/km以下とする規制が設定されており、更に2020年には95g/km以下に削減する目標が設定されている。日本では2015年度の燃費目標値を16.8km/Lとしており、更に2020年には20.3km/Lの燃費目標値が設定されている<sup>1)</sup>。

このような背景から、世界の各自動車メーカーは、燃費改善効果がある表1に示したHEVシステムを導入した車両を次々と市場に投入してきている<sup>2)</sup>。

表1 HEVの分類と機能  
 Table.1 Classification and function of HEV

| 機能                                       | xHEVシステム | ISS (Start/stop) | Micro  | Mild    | Moderate | Strong (Full) | Plug-in |
|--|----------|------------------|--------|---------|----------|---------------|---------|
| 始動クラッキング                                 | ★        | ★                | ★      | ★       | ★        | ★             | ★       |
| 回生ブレーキ                                   |          | ★                | ★★     | ★★★     | ★★★★     | ★★★★          | ★★★★    |
| 始動アシスト                                   |          |                  | ★      | ★★      | ★★★      | ★★★★          | ★★★★    |
| パワーアシスト                                  |          |                  | ★      | ★★      | ★★★      | ★★★★          | ★★★★    |
| 電動走行                                     |          |                  |        | ★       | ★★       | ★★★           | ★★★★    |
| バッテリー電圧/V                                | 12       | 12               | 36-48  | 100-200 | >150     | >150          |         |
| バッテリータイプ                                 | PbA      |                  |        |         |          |               |         |
|  | VRLA     |                  |        |         |          |               |         |
|  |          |                  | NiMH   |         |          |               |         |
|  |          |                  | LiB    |         |          |               |         |
| CO <sub>2</sub> 削減効果/% <sup>2)</sup>     | <4       | 4-7              | 8-12   | 12-15   | 15-20    | >20           |         |
| システムコスト比 <sup>2)</sup>                   | 100      | 150              | 1,000  | 2,500   | 3,000    | 6,000         |         |
| CO <sub>2</sub> 削減%当たりのコスト <sup>2)</sup> | >25      | 20-40            | 80-125 | 170-210 | 150-200  | <300          |         |

その中でもマイクロハイブリッドと呼ばれるアイドリングストップ機能 (ISS) に加え、回生ブレーキによる充電機能を備えた車両が急速に普及してきている。アイドリングストップ中はオルタネータによる発電が行われなため、その間の電気負荷はすべて電池から供給することになる。更にエンジン始動回数も従来車に比べて多くなるため、大電流での放電回数も増加する。よって、大電流放電に強い電池が求められる。一方で、回生ブレーキによる充電を効率良く受け入れるために電池の充電受入性も重要であり、電池にはPSOC (Partial State of Charge ; 部分充電状態) 環境下での高い充電受入性と耐久性が求められる。

そこで当社は、同一セル内に鉛蓄電池と非対称キャパシタを組み込んだUltraBatteryを商品化し、2013年4月から販売を開始した。更に、2013年11月からホンダ オデッセイ アブソルートに採用されている。図1にUltraBatteryの構成を、図2にUltraBatteryの外観を示す。この電池は従来の鉛蓄電池では難しいとされたPSOCと大電流パルス充電が組み合わせられた過酷な条件での使用が可能であり、マイクロハイブリッドに最適な電池といえる<sup>3)~9)</sup>。

\* 経営戦略企画室 UB事業化部 自動車チーム



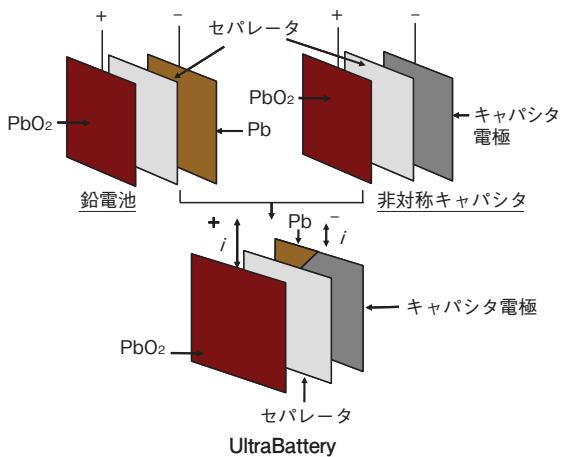


図1 UltraBatteryの構成  
Fig. 1 Configuration of UltraBattery

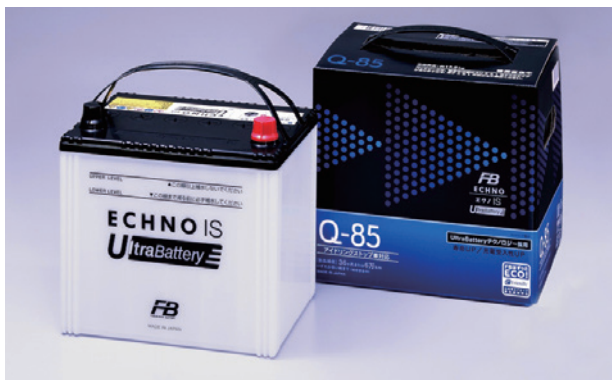


図2 ECHNO IS UltraBattery 外観  
Fig. 2 Appearance of ECHNO IS UltraBattery

## 2. UltraBatteryの特性

### 2.1 UltraBatteryの充電受入性について

SOC (State of Charge : 充電状態、以下SOCという) 70%、80%、90%で最大充電電圧14.0V、最大充電電流100A、試験温度25℃の条件でUltraBatteryの充電受入性試験を行った。評価には液式Q-85 UltraBatteryを用いた。本電池の20時間率容量は60Ahである。なお、比較として液式Q-85 (Extended life Flooded Battery : ISS車用液式鉛蓄電池、以下EFBという) も評価した。

各PSOCにおける充電電流の変化を図3に、積算充電電気量の変化を図4に示す。

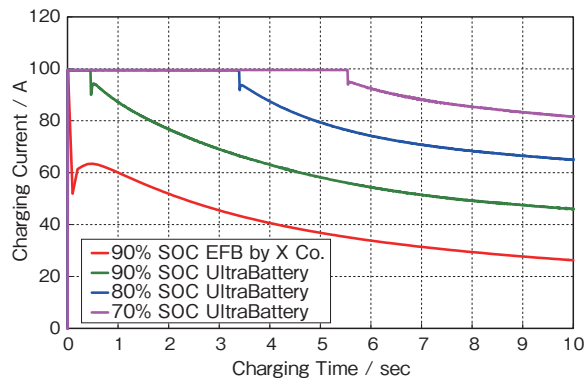


図3 PSOCにおける充電電流の変化  
Fig. 3 Change of charging current under PSOC condition

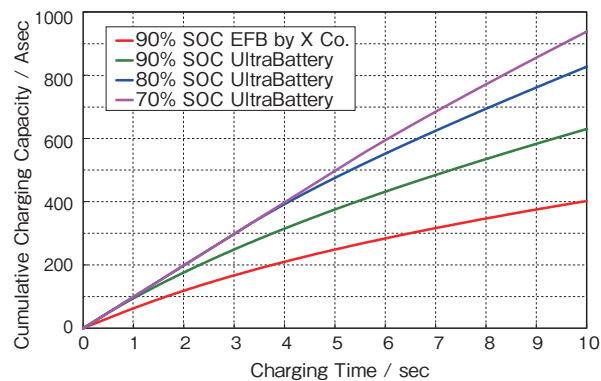


図4 PSOCにおける積算充電電気量の変化  
Fig. 4 Change of cumulative charging capacity under PSOC condition

比較として試験を行ったEFBは充電開始直後から充電電流が垂下するのに対して、UltraBatteryはこれよりも高い充電電流を維持している。SOC 90%における充電5秒目の電流を比較した結果、UltraBatteryの60Aに対して、EFBは40Aであり、UltraBatteryはEFBの1.5倍の充電受入性を示した。また、SOCを80%もしくは70%まで低下させることにより、より高い充電電流を維持させる事が可能になった。

10秒間の積算充電電気量を比較した結果、EFBがSOC 90%で約400Asecであったのに対して、UltraBatteryはSOC 90%で約600Asec、SOC 80%で約800Asec、SOC 70%で約950Asecであった。

このように、SOC 80~70%のPSOCで使用する場合にUltraBatteryは更に高い充電受入性を有し

ていることが分かった。

次に大電流充電におけるUltraBatteryの充電受入性を評価するため、SOC 80%において最大充電電圧14.5V、最大充電電流250A、試験温度25℃の条件で充電受入性試験を行った。結果を図5に示す。

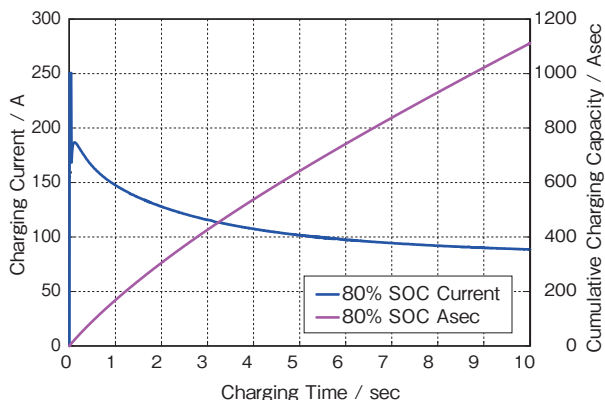


図5 PSOCにおける充電電流および積算充電電気量の変化  
Fig. 5 Change of charging current and cumulative charging capacity under PSOC condition

5秒目電流は約100Aを維持し、高い充電受入性を示した。10秒間の積算充電電気量も約1100Asecとなり、UltraBatteryは大電流充電でも高い充電受入性能を有することが明らかとなった。

## 2.2 UltraBatteryのPSOC状態における耐久性

欧州におけるマイクロハイブリット車用試験であるDCAサイクル寿命試験をQ-85サイズのUltraBatteryとEFBの2Vセルを用いて実施した。

試験プロファイルの概要を図6に示す。この試験は電池工業会が制定したISS車用鉛蓄電池規格(SBA S 0101)の寿命試験を基に作られた耐久試験である。この試験は、7Aと48Aの放電と、始動を模擬した300Aの放電、及び、最大100Aの制限電圧14VのCC/CV充電からなる。

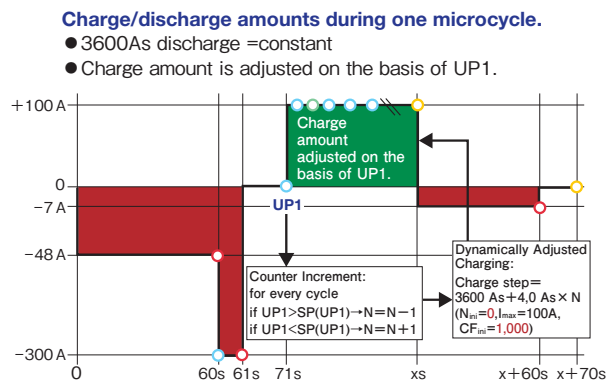


図6 DCAサイクル寿命試験プロファイル  
Fig. 6 DCA Cycle life test profile

各サイクルの300A放電から10秒休止後の開路電圧をUP 1とし、このUP 1からSOCの変動を推定し、UP 1が増加していればSOCが増加したとみなして、充電量を減少させ、UP 1が減少していれば、充電量を増加させる。

本試験では1サイクル目のUP 1をセットポイントとし、2サイクル目以降は、このセットポイントのUP 1と比較して、充電量の増減を行った。

以下に試験開始SOCを80%とした場合のDCAサイクル寿命試験の結果を示す。図7に300A放電時の放電末期電圧の推移を示す。EFBは約60,000サイクルで放電電圧が低下して寿命になったが、UltraBatteryの寿命はEFBの約2倍の110,000サイクルであった。

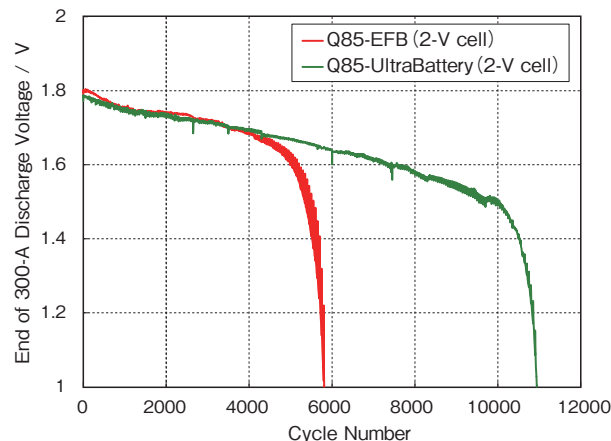


図7 DCAサイクル寿命試験 (SOC 80%) における放電末期電圧の推移  
Fig. 7 Behavior of end of discharge voltage of UltraBattery and EFB under DCA cycle life test profile (SOC 80%)

次に、PSOC条件下における負極サルフェーションの進行を観察するため、試験開始SOCを60%として、DCAサイクル寿命試験を行った。DCAサイクル寿命試験の結果を図8に示す。

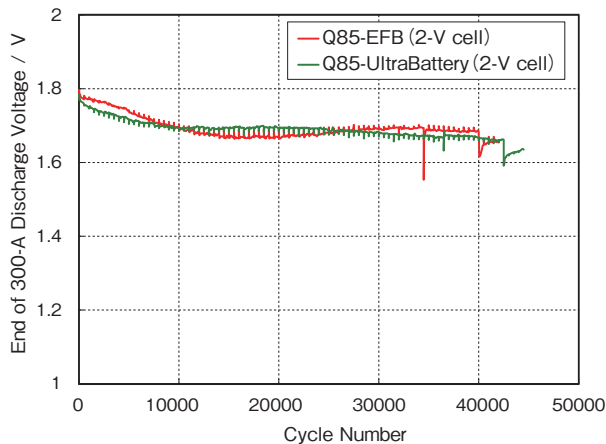


図8 DCAサイクル寿命試験 (SOC 60%) における放電末期電圧の推移  
Fig. 8 Behavior of end of discharge voltage of UltraBattery and EFB under DCA cycle life test profile (SOC 60%)

この試験は約40,000サイクルで終了させ、負極のサルフェーションの状態を調査した。負極表面の外観と負極断面のSEM観察結果を図9に示す。


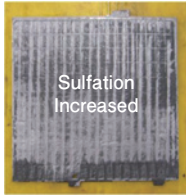
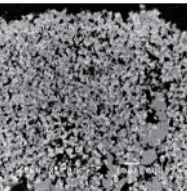
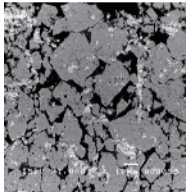
|   | UltraBattery   | EFB   |
|---|--|---|
| External Appearance of the Negative Plates                  |  Sulfation Suppressed |  Sulfation Increased |
| SEM Observation in the Cross section of the Negative Plates |                       |                      |

図9 負極サルフェーションの比較  
Fig. 9 Comparison of Sulfation in negative electrode

EFBの負極表面はサルフェーションが進行して金属光沢が失われていたが、UltraBatteryの負極表面は全体に金属光沢があり、サルフェーションの進

行が抑制されていることが分かった。また、SEM観察の結果、EFBの負極断面はサルフェーションにより、粗大化して石垣状となった硫酸鉛の結晶が確認された。一方、UltraBatteryの負極断面には、海綿状鉛が存在し、硫酸鉛結晶の粗大化が抑制されていることが分かった。

このように、UltraBatteryはPSOCにおける使用でも負極サルフェーションが進行しにくく、長寿命となることが明らかとなった。

### 2.3 UltraBatteryにおける成層化抑制について

液式鉛蓄電池は、放電中や充電中に電解液の上部と下部に比重差が生じる成層化が発生する。放電初期は極板の上部が優先的に放電されるため、電解液の上部の比重は下部よりも低くなる。次に充電では、放電で生成した硫酸鉛は金属鉛と硫酸に還元されるので極板内部で生成した濃硫酸は極板表面に達し、それが集まって大きな液滴となる。この液滴が沈降して電槽底部の硫酸濃度が高くなった状態を成層化という。通常は充電末期に極板から発生する酸素ガスや水素ガスが電解液を攪拌するので成層化は解消される。しかし、アイドリングストップ中は深放電がなされるにもかかわらず、自動車のオルタネータによる発電は定電圧充電であり、充電が制御されるため、成層化は拡大することになる<sup>10)</sup>。

成層化が起こりやすい試験として、EUCARパワーアシストプロファイルによる寿命試験を行った。試験プロファイルを図10に示す。

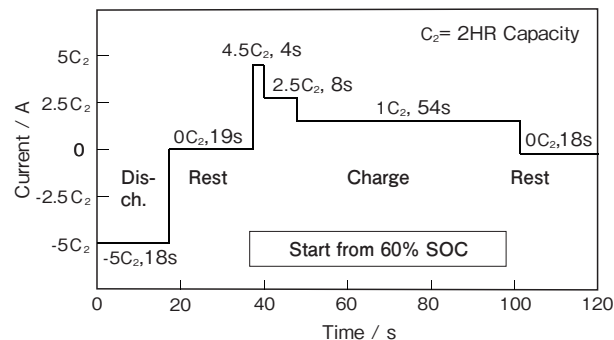


図10 EUCARパワーアシストプロファイル  
Fig. 10 EUCAR power-assist profile

この寿命試験は、欧州市街地走行におけるパワーアシストと回生ブレーキを想定し、PSOC使用における深い放電と充電受入性を評価することができる。

図11にEUCARプロファイルによる寿命サイクルとサイクル終了時の電解液の上下比重差を示す。

従来の鉛蓄電池は上下比重差が0.06と成層化が進行し、4,000サイクルと早期に寿命となった。EFBは上下比重差0.03と従来の鉛蓄電池よりも成層化の進行が少なく、10,000サイクルで寿命となった。一方、UltraBatteryは上下比重差がほとんど無く、すなわち成層化が起こらず、40,000サイクル以上と長寿命であった。

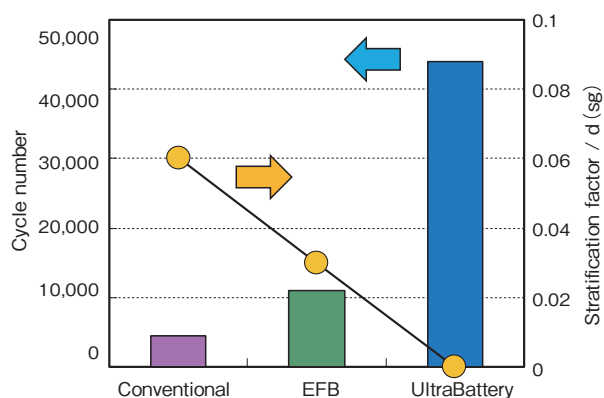


図11 EUCAR パワーアシストプロファイル試験における寿命サイクルと比重の差

Fig. 11 Cycle number and stratification factor under EUCAR power assist profile

このように、UltraBatteryでは深い放電と充電の繰り返しでも長寿命となることが明らかになった。

### 3. まとめ

UltraBatteryの性能試験結果を以下にまとめる。

- (1) SOC 90%における充電受入試験の結果、UltraBatteryはEFBに対して、1.5倍高い充電受入性を示した。更に、SOC 80～70%ではより良好な充電受入性を示した。
- (2) 開始SOC 80%のDCAサイクル寿命試験において、UltraBatteryはEFBの2倍長寿命であった。

- (3) 開始SOC 60%のDCAサイクル寿命試験における負極の観察から、UltraBatteryはEFBと比較して負極サルフェーションが大幅に抑制され、長寿命となることが明らかとなった。
- (4) EUCAR寿命試験において、UltraBatteryはEFBと比較して成層化が大幅に抑制され、長寿命となることが明らかとなった。

### 参考文献

- 1) 自動車用電力マネジメント技術, 自動車用電力マネジメント調査専門委員会編, 第1268号, 3, (2012)
- 2) Allan Cooper :Engine Downsizing and Boosting: A Low-Cost Approach to Hybridisation with Advanced Lead-Acid Batteries, 13<sup>th</sup> ELBC
- 3) Jun Furukawa, 15<sup>th</sup> Asian Battery Conference 12 September, 2013
- 4) 古川淳, 高田利通, 加納哲也, 門馬大輔, L. T. Lam, N. P. Haigh, O. V. Lim, R. Louey, C. G. Phyland, D. G. Vella, L. H. Vu, FBテクニカルニュース, No.62, 10 (2006)
- 5) 古川淳, 高田利通, 門馬大輔, L. T. Lam, N. P. Haigh, O. V. Lim, R. Louey, C. G. Phyland, D. G. Vella, L. H. Vu, FBテクニカルニュース, No. 63, 7 (2007)
- 6) 赤阪有一, 坂本光, 高田利通, 門馬大輔, 土橋朗, 横山努, 増田洋輔, 中島秀仁, 柴田智史, 古川淳, L. T. Lam, N. P. Haigh, O. V. Lim, R. Louey, C. G. Phyland, D. G. Vella, L. H. Vu, FBテクニカルニュース, No.64, 38 (2008)
- 7) 三浦, 手塚, 吉田, 柴田智史, 古川淳, L. T. Lam, FBテクニカルニュース, No.66, 11 (2011)
- 8) 横山努, 本間徳則, 清水博文, 高田利通, 赤阪有一, 柴田智史, 川口祐太郎, 古川淳, FB テクニカルニュース, No.67, 15 (2011)
- 9) L. T. Lam, FBテクニカルニュース, No.69, 12 (2013)
- 10) 高田利通, 古川淳, FBテクニカルニュース, No.64, 11 (2008)



## 鉛電極に及ぼすカーボンの影響

## Effect of Carbon to Lead Electrode

萩原 英貴\*  
Hideki Hagihara海藤 大哉\*  
Hiroya Kaidou古川 淳\*  
Jun Furukawa

## Abstract

Cyclic voltammogram was measured to investigate effect of carbon to lead electrode. As a result, carbon coated lead electrode showed non-faraday process of activated carbon with redox peaks of lead. The capacity of the redox reaction was increased than a lead electrode. This suggests that some kind of interaction acts between carbon and lead electrode.

## 1. はじめに

近年の自動車市場の動向として燃費の向上やCO<sub>2</sub>排出削減を目的にアイドリングストップシステム搭載車の数は年々増加している。アイドリングストップ車向けの鉛蓄電池は従来の鉛蓄電池よりも低いSOC (State of Charge: 充電状態) で使用されるため、負極のサルフェーションが進行しやすく、充電受け入れ性が損なわれる問題がある。この対策として鉛蓄電池の負極へのカーボン添加が活発に検討されており、これらはPbC電池 (Lead-Carbon Battery: 鉛カーボン電池) と称されている。

負極にカーボンを添加することにより、カーボンが硫酸鉛の結晶の周りに導電ネットワークを形成し、HR-PSoC (High Rate Partial State of Charge) サイクル試験での寿命が向上したと報告されている<sup>1,2)</sup>。また、鉛蓄電池に活性炭を添加した場合、活性炭粒子の表面でも硫酸鉛の還元反応が進行しているとの報告もある<sup>3)</sup>。これらの作用によって導電ネットワークと合わせて硫酸鉛の反応性を高め、負極のサルフェーションを抑制していると考えられる。

負極に添加されるカーボンはカーボンブラックをはじめ、活性炭、グラファイト、カーボンナノチューブなどさまざまであり、これらの物性の違いによって効果の度合いも異なる。更に、負極添加剤

であるリグニンや硫酸バリウムとの相互作用によっても負極活物質の状態や性能に違いが生じる。

硫酸バリウムは硫酸鉛と同じ結晶系だが、硫酸水溶液に対する溶解度が硫酸鉛よりも小さいため、微細な粉末を負極活物質に添加することで硫酸鉛の結晶成長の核として作用し、硫酸鉛の結晶粗大化を抑制すると言われる。

リグニンとしてはパルプ廃液から抽出、精製したスルホン化リグニンが使用されている。リグニンは負極活物質の表面積の低下や収縮を防ぎ、充放電時には一時的に鉛イオンを吸着すると考えられ、特に始動用鉛蓄電池では低温放電性能を大きく改善する。その反面、充電時の分極を増大し、充電受け入れ性を著しく損なうことが知られている。近年では硫酸バリウム、リグニン、カーボンの組み合わせによる耐久性の向上が報告されている<sup>4)</sup>。

当社では鉛蓄電池に非対称キャパシタを組み込んだUltraBatteryを開発・商品化している<sup>5)~10)</sup>。非対称キャパシタの正極は鉛蓄電池と同じ二酸化鉛であるが、負極は活性炭などを用いたキャパシタ電極からなる。

キャパシタは急速充放電と長寿命を特長とする蓄電デバイスであり、主な用途として、メモリバックアップや電力の平準化に使用されている。現在キャパシタは非水系電解液を使用した電気二重層キャパシタが主流であり、水系電解液キャパシタの数は多くない。水系電解液を用いたキャパシタの特長は静電容量が高く、電解液が不燃性であるため安全性は

\* 経営戦略企画室 UB事業化部

高いが、酸素過電圧と水素過電圧に制約され作動電圧が低い短所がある。非水系電解液を用いたキャパシタは電解液が可燃性であるため安全性に課題があるが、水系より作動電圧が広く、エネルギー密度は高い。しかし、電圧を上げ過ぎると電解液の分解を引き起こすため、更なる高電圧化を目指し、イオン液体を用いる検討もなされている。キャパシタ全体の短所として充放電容量が小さいことが挙げられており、材料の活性炭の比表面積の増加、擬似容量を利用して容量を増加させる方法が検討されている<sup>11)</sup>。擬似容量を利用するキャパシタはカーボンに金属を担持させて使用している<sup>12)~16)</sup>。金属酸化物を含むカーボンを活物質として使用するハイブリッドキャパシタやレドックスキャパシタは、水系電解液を使用する例が多く見られる。

キャパシタは一般に、活性炭が使用されている。活性炭は古くから化学工業分野における触媒、精製、溶剤回収、更に廃水浄化の吸着剤と広い分野に応用されている。図1に活性炭の製造プロセスを示す。

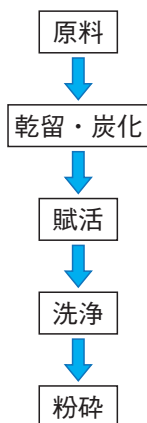


図1 活性炭の製造プロセス  
Fig.1 Manufacturing process of the activated carbon

活性炭は原料の炭化、賦活、洗浄、乾燥、粉碎の過程を経て製造される。活性炭の原料はヤシ殻、木炭などの植物由来の原料、コークスなどの鉱物由来の原料、フェノール樹脂などの合成樹脂由来とさまざまである。

活性炭の細孔は賦活処理を行うことで開けられ

る。賦活処理は原料に多種多様なサイズの細孔を形成し、表面積を拡大させる工程である。つまり活性炭の細孔分布を決定する重要な製造プロセスであり、活性炭そのものの特長である多孔性が決定付けられる。

賦活には水蒸気賦活、ガス賦活、薬品賦活など種類があり、それぞれの方法によって細孔分布は異なる。

活性炭を特徴付けるもう1つの特性として表面官能基の存在が挙げられる。図2に代表的な活性炭の表面官能基を示す。活性炭表面に存在するカルボキシル基やフェノール性水酸基は酸性基であり、固体酸として金属を酸化することが知られている<sup>17)</sup>。また、古くから活性炭は電池材料として使われており、表面官能基のイオン交換作用によって活性炭表面に金属イオンが吸着することが知られている<sup>17-18)</sup>。さらに、大石らは活性炭にPb(II)イオンを吸着する実験を行い、吸着量は活性炭の比表面積と相関があることを示した<sup>19)</sup>。鉛とカーボンを組み合わせた電極では、これらの相互作用によって何らかの効果が現れると思われる。

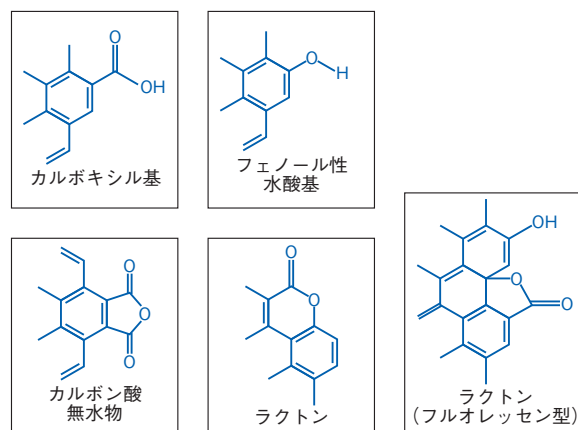


図2 活性炭表面の表面官能基  
Fig.2 Surface functional groups of the activated carbon

そこで本報では鉛電極に及ぼすカーボンの影響を調査するため、三極式の試験セルを作製し、CV (Cyclic Voltammetry) 試験を行った結果を報告する。

### 2. 鉛電極に及ぼすカーボンの影響についての測定

単極における電気化学的な挙動を観察する手法として三極式セルを用いたCV試験は一般的な方法である。本実験においてカーボン電極（以下、Carbon電極とする）の挙動を測定する作用極はグラッシーカーボンをエポキシ樹脂に埋め込んだ集電体を使用し、この集電体上にCarbon電極、AGM (Absorbed Glass Mat: ガラス不織布) セパレータをのせ、両側からアクリル板で挟み作用極とした。図3に作用極の構成を示す。また、Carbon電極は活性炭、導電カーボン、増粘剤、結着剤を混合して調製した。グラッシーカーボンは東海カーボン株式会社製のものを使用した。対極として白金板、参照極として水銀/硫酸水銀電極を使用した。調製した作用極を試験容器内に入れ、硫酸水溶液を入れて15分間真空脱泡を行い、対極と参照極を組み合わせてして試験セルとした。

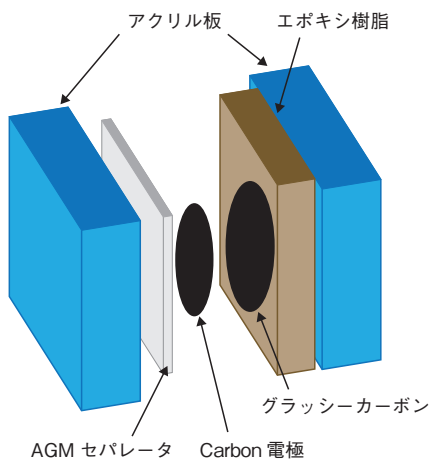


図3 作用極の構成  
Fig.3 Configuration of working electrode

次に、鉛とカーボンの混在する電極として、鉛多孔基板上にカーボンをコーティングした電極を作用電極（以下、Pb+C電極とする）としCV試験を行った。コーティングしたカーボン合剤は図3のカーボン電極と同じものを使用した。使用した鉛多孔板電極（以下、Pb電極とする）とPb+C電極を図4に示す。作製した電極の表面にAGMセパレータを乗せ、アクリル板で挟み、作用極とした。作製した作

用極を試験容器内に入れ、硫酸水溶液を入れて真空脱泡を行い、対極と参照極を組み込んで試験セルとした。

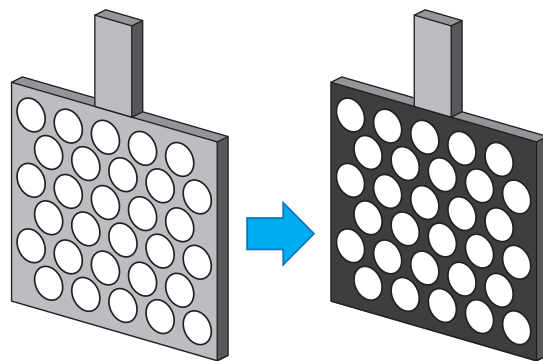


図4 鉛多孔板電極 (Pb電極) とカーボンコート鉛多孔板電極 (Pb+C電極)  
Fig.4 Perforated lead electrode (Pb electrode) and carbon coated electrode (Pb+C electrode)

試験は次の条件で行った。

- ・ 走査電位範囲:  $-1.5 \sim -0.5V$  (vs.  $Hg/Hg_2SO_4$ )
- ・ 走査速度:  $10mV/sec$
- ・ 試験温度:  $25^\circ C$  (水槽中)
- ・ 対極: 二酸化鉛電極
- ・ 電解液: 硫酸水溶液、比重:  $d_{20}=1.285$
- ・ 試験装置: Bio Logic社 型式: VSP

図5にPb電極のCVカーブを示す。Pb電極のCVカーブは鉛の酸化還元反応に起因するピークのみが観察された。

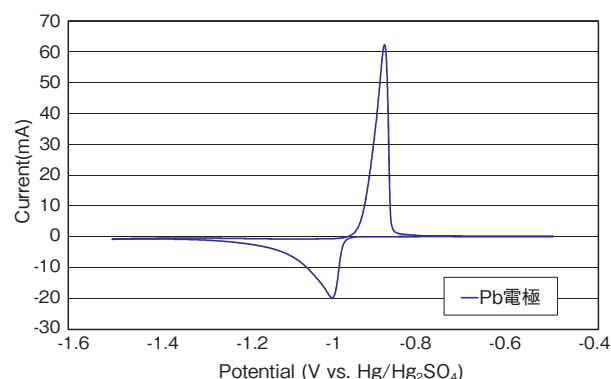


図5 Pb電極のCVカーブ  
Fig.5 CV curve of the Pb electrode



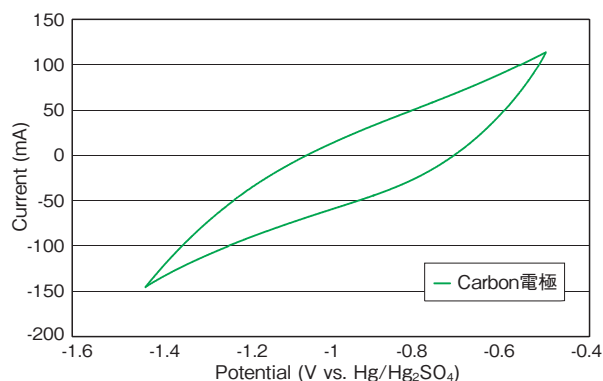


図6 Carbon電極のCVカーブ  
Fig.6 CV curve of the Carbon electrode

次に、図6にCarbon電極のCVカーブを示す。CVカーブはCarbon電極に含まれる活性炭由来の非ファラデー過程のカーブが得られた。

図7にPb+C電極のCVカーブを示す。Pb+C電極のCVカーブはCarbon電極と同様のカーブと鉛の酸化還元ピークが観察されたが、鉛の酸化還元ピークは図5のPb電極と比べてピークがブロードとなった。

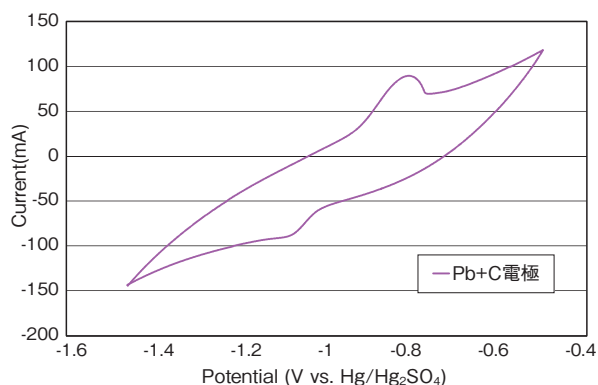


図7 Pb+C電極のCVカーブ  
Fig.7 CV curve of the Pb+C electrode

表1にCarbon電極とPb+C電極の静電容量を示す。Pb+C電極の静電容量は鉛の酸化還元反応の部分容量を除いた容量である。Carbon電極とPb+C電極の静電容量はほぼ同じであった。

表1 Carbon電極とPb+C電極の静電容量  
Table 1 Capacitance of Carbon electrode and Pb+C electrode

|          | 静電容量 (F) |
|----------|----------|
| Carbon電極 | 0.396    |
| Pb+C電極   | 0.387    |

表2にCVカーブより求めたPb電極とPb+C電極の鉛酸化還元反応部分の充放電容量を示す。還元ピークに相当する充電容量、酸化ピークに相当する放電容量は共にPb+C電極の方が大きい結果となった。

表2 Pb電極とPb+C電極の鉛酸化還元反応部分の充放電容量  
Table 2 Charge-discharge capacity by the redox peak of Pb electrode and Pb+C electrode

|        | 充電容量 (ASec) | 放電容量 (ASec) |
|--------|-------------|-------------|
| Pb電極   | 0.021       | 0.023       |
| Pb+C電極 | 0.033       | 0.040       |

Pavlovらは鉛と活性炭の複合電極のCVより、鉛の表面だけでなくカーボン表面上でも鉛の酸化還元反応が起こるとし、カーボンが鉛電極上に存在することで鉛の酸化還元ピークが増加したとしている<sup>34)</sup>。本実験の結果から、鉛多孔板にカーボンをコーティングした場合、鉛の酸化還元反応時の容量が増加することが明らかとなり、鉛とカーボン間に何らかの相互作用が働くことが示唆されたが、メカニズムは不明な点が多い。そこで、今後更に検討を進め、鉛電極に及ぼすカーボンの影響を明らかにしていく。

### 3. まとめ

鉛電極に及ぼすカーボンの影響について測定した結果を以下にまとめる。

- (1) Pb+C電極でCVを行った結果、CVカーブに鉛の酸化還元ピークが確認され、Pb電極と比べて鉛の酸化還元ピークがブロードとなったが、カーボン合剤部分のキャパシタンスはCarbon電極と同等であった。

- (2) Pb+C電極とPb電極の鉛ピーク部分の容量を比較すると、Pb+C電極は還元ピークに相当する充電容量、酸化ピークに相当する放電容量はPb電極と比べて大きい結果となった。
- (3) 本実験の結果から、鉛多孔板にカーボンをコーティングした場合、鉛の酸化還元反応時の容量が増加することが明らかとなり、鉛とカーボン間に何らかの相互作用が働くことが示唆された。なお、メカニズムは不明な点が多いので更に検討を進める。

- 15) 永島正毅, 吉原佐知雄, *Electrochemistry*, Vol.82 No.6, 426 (2014)
- 16) 小松大輝, 菅居高明, 三谷諭, 川口祐司, 本間格, 第54回電池討論会講演要旨集, 3F02 (2013)
- 17) 真田雄三, 鈴木基之, 藤元薫, 新版活性炭 基礎と応用 (第8刷), 講談社, (2003)
- 18) G. ベイロイル, K. ブラッツラー, W. ヘルベルト, W. フォルマー, 活性炭, 横川書房, 127 (1970)
- 19) 大石昇平, 天野佳正, 相川正美, 町田基, *TANSO*, No.250, 231 (2011)

### 参考文献

- 1) K. Nakamura, M. Shiomi, K. Takahashi, M. Tsubota, *J. Power Source*, 59, 153 (1996)
- 2) M. Shiomi, T. Funato, K. Nakamura, K. Takahashi, M. Tsubota, *J. Power Source*, 64, 147 (1997)
- 3) D. Pavlov, T. Rogachev, P. Nikolov, G. Petkova, *J. Power Sources*, 191, 58 (2009)
- 4) D. Pavlov, P. Nikolov, T. Rogachev, *J. Power Sources*, 195, 4444 (2010)
- 5) L. T. Lam, R. Louey, *J. Power Sources*, 158, 1140 (2006)
- 6) 古川淳, 高田利通, 加納哲也, 門馬大輔, L. T. Lam, N. P. Haigh, O. V. Lim, R. Louey, C. G. Phylant, D. G. Vella, L. H. Vu, *FBテクニカルニュース*, No.62, 10 (2006)
- 7) 古川淳, 高田利通, 門馬大輔, L. T. Lam, N. P. Haigh, O. V. Lim, R. Louey, C. G. Phylant, D. G. Vella, L. H. Vu, *FBテクニカルニュース*, No.63, 7 (2007)
- 8) 赤坂有一, 坂本光, 高田利通, 門馬大輔, 土橋朗, 横山努, 増田洋輔, 中島秀仁, 柴田智史, 古川淳, L. T. Lam, N. P. Haigh, O. V. Lim, R. Louey, C. G. Phylant, D. G. Vella, L. H. Vu, *FBテクニカルニュース*, No.64, 38 (2008)
- 9) 三浦優, 手塚渉, 吉田英明, 柴田智史, 古川淳, L. T. Lam, *FBテクニカルニュース*, No.66, 11 (2011)
- 10) 横山努, 本間徳則, 清水博文, 高田利通, 赤坂有一, 柴田智史, 川口祐太朗, 古川淳, *FBテクニカルニュース*, No.67, 15 (2011)
- 11) 直井勝彦, 西野敦, 森本剛, *電気化学キャパシタ 基礎・材料・応用*, 株式会社NTS, 181 (2001)
- 12) 山崎穰輝, 石川正司, *TANSO*, No.256, 15 (2013)
- 13) K. Naoi, Y. Asakawa, H. Watanabe, J. Yasuhara, D. Yonekura, W. Naoi, *Electrochemistry*, Vol.81 No.10, 823 (2013)
- 14) A. L. COMTE, G. POGNON, T. BROUSSE, D. BELANGER, *Electrochemistry*, Vol.81 No.10, 863 (2013)

# サイクル用鉛蓄電池向け BMU の開発

## Development of Battery Monitoring System (BMU) for Lead-acid Battery for Cycle Use

土橋 朗\*      手塚 渉\*      三浦 優\*  
Akira Dobashi      Wataru Tezuka      Masaru Miura

### Abstract

Lead-acid battery for cycle use attracts attention. It is added to renewable energy such as wind power generation or the photovoltaic power generation. When we manage a lead-acid battery for cycle use, we can comprehend SOC (State of Charge) by managing in combination BMU (Battery Monitoring Unit). We developed BMU which could provide a merit such as the above. We will commercialize a lead-acid battery for cycle use as subsystems such as energy management systems (EMS).

### 1. はじめに

風力発電・太陽光発電など再生可能エネルギーの普及や最近の電力事情から、再エネの出力変動吸収やピーク電力削減のために蓄電システムの導入が増えており、それに伴って産業向けサイクル用鉛蓄電池への需要が高まっている。蓄電システムを効率的に運用するためには、鉛蓄電池のSOC (State of Charge) を把握するBMU (Battery Monitoring Unit) が必要となる。また、PCS (Power Conditioning System) ベンダーなどからも、鉛蓄電池とセットでBMU供給の要望があり、開発を行った。

と温度とを測定する。また、組電池には組電池センサを設置し、組電池の電圧と電流を測定する。

セルセンサおよび、組電池センサで測定されたこれらのデータは、データロガーを経由してBMU-Cに送られてデータベースに保存され、予め、構築したアルゴリズムによって、SOCの推定、及び各種警報判定を実施する。

### 2. BMUの概要

#### 2.1 機器構成と機能

BMUは、①BMU-C、②データロガー、③セルセンサ、④組電池センサから構成されており、①BMU-CはSOCの推定および警報判定、②データロガーはデータの収集と集計、③セルセンサはセル電圧と温度の測定、④組電池センサは蓄電池全体（以降、組電池と記載する）の電圧・電流を測定する。

BMUの構成機器リストを表1に、BMU構成図を図1に示す。蓄電池にはセルセンサを設置し、電圧

表1 BMUの構成機器リスト  
Table 1 List of BMU

| 機器     | 役割           |
|--------|--------------|
| BMU-C  | SOCの推定、警報判定  |
| データロガー | データの収集と集計    |
| セルセンサ  | セル電圧・セル温度の測定 |
| 組電池センサ | 組電池の電流・電圧測定  |

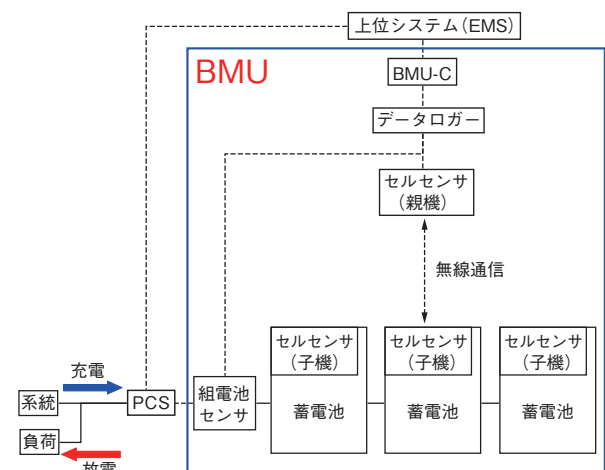


図1 BMUの構成図  
Fig. 1 Schematic diagram of BMU

\* 産業機器生産統括部 産業機器技術部 技術2グループ



## サイクル用鉛蓄電池向け BMU の開発

また、このBMU-Cは、上位のEMS (Energy Management System) にも、これらの結果を送信する。

EMSは、系統の電力消費の状況やその他の発電方法の発電量など取得し、BMU-Cからのデータを用いてPCSの制御を行い、充放電をコントロールする。なお、インターフェースにはイーサネットを使用している。

### 2.2 機器仕様

組電池センサは、電流の測定範囲が-1000 ~ +1000A、電圧の測定範囲は0 ~ 500Vである。また、分圧器を使用することで0 ~ 750Vまで拡大可能である。一方、セルセンサの電圧測定範囲は1.5 ~ 2.7V、温度測定範囲は-20 ~ 60℃である。図1に示すBMU-Cは長期信頼性を考慮し、ファンレス、SSD採用、電解コンデンサを使用しない構成としている。

### 2.3 導入メリット

BMUの導入メリットを表2に、実際の試用例(当社いわき事業所に設置)を図2に示す。

表2 BMUの導入メリット  
Table 2 Benefit of BMU

| 項目            | 内容                     |
|---------------|------------------------|
| 再生エネルギーの有効利用  | 再生エネルギーの余剰電力を発生させない    |
| バックアップ電源      | 停電時の負荷に対して電源が不足する事態を回避 |
| 系統安定化         | 停電や瞬低など電源の不安定化を回避      |
| 需要家側での電力ピーク削減 | ピーク電力または契約電力の削減        |
| 蓄電池の有効利用      | 蓄電池寿命期までの有効利用          |

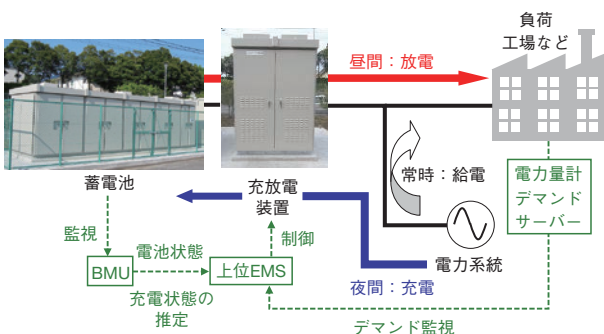


図2 BMUの試用例(ピークカット)  
Fig.2 Experimental use of BMU (Peak cut)

いわき事業所に設置した蓄電設備では、ピークカット用途での運用を行っている。<sup>1)</sup> BMUは、蓄電池のSOC・電圧値の上限と下限を設定しており、過放電や過充電の場合には警報が、BMUからEMSへ発信される。EMSは、BMU経由の蓄電池に関するデータとデマンドサーバー経由の電力消費に関するデータを用いて、デマンドオーバーが予測される場合に放電を実施する。

ピーク電力削減の効果を図3に示す。電力会社から購入した電力の30分間の平均値を平均購入電力、蓄電池から放電した電力の30分間の平均値を平均放電電力とし、これらを加算した電力が実際に消費された電力となる。10:30に最大490kWの消費電力を記録した。

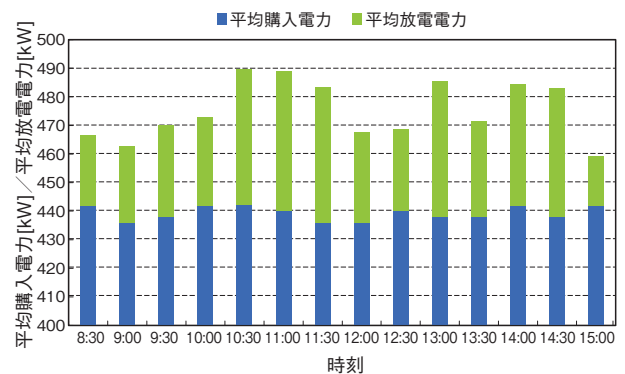


図3 ピークカット運転の状況  
Fig.3 Electricity demand of peak-cut operation

平均購入電力の上限を450kWと設定し、それ以上はピークとして、蓄電池の放電により削減した。購入電力は450kWを下回っており、ピーク電力は最大48kW削減された。蓄電池は設定したSOC下限値まで放電しており、蓄電池の容量を使い切ることができた。

ピーク電力削減の用途で、BMUによって推定したSOCを用いることで蓄電システム運用の効果をより高めることが可能となる。

### 3. BMUの評価

#### 3.1 運用条件の検討

再生可能エネルギーの有効利用やピーク電力削減などの用途を想定し、1週間のうち6日間は1日1サイクルの充放電を実施する。次の1日で運用休止、若しくは回復充電を実施するという蓄電システムの運用条件で検討を行った。

#### 3.2 測定精度の確保

SOCの推定は、充放電電流を積算する電流積算法を基に構築したアルゴリズムであり、電流測定に含まれる誤差も積算されることになり、時間が経つにつれて誤差が大きくなる問題がある。そこで、電流積算法による誤差を軽減するため、電池特性データに基づく各種補正係数を用いて修正すると共に、電流のオフセット処理を実施している。

更に、SOCの補正には、運用状況に応じて2つの手法を用いている。1つ目は、OCV(開回路電圧)を用いる手法である。組電池を一定時間放置して求めた電圧がOCVとなる。このOCVとSOCには相関があり、事前にSOCとOCVの相関をグラフで求め、測定したOCVからSOCを算出する。OCV測定は短時間の休止でも組電池電圧の推移より推定することが可能である。

もう1つは、回復充電による補正であり、回復充電終了時にSOCを100%に補正する。

3.1に示す運用条件において、仮に最初の6日間で±1%の誤差を容認し、残りの1日で回復充電によりSOCをリセットするか、OCVによるSOC補正にて、±4%の誤差を許容する。最もSOCの誤差が大きくなる場合のイメージ図を図4に示す。図4では満充電後に運用を開始し、1日に±1%の誤差が累積し、7日目にOCV補正により+4%の誤差になる。次の6日間は、SOCの誤差4%から始まり、1日に+1%の誤差が加わり、最大の誤差でも10%以内を確保できる。

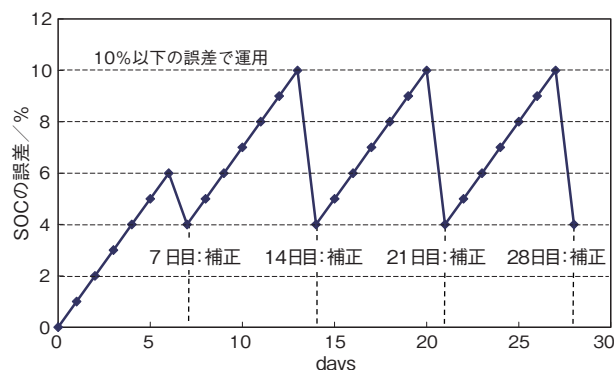


図4 SOCの最大誤差(イメージ図)  
Fig.4 Algorithm of SOC (Max error range)

#### 3.3 BMUの検証とその評価

評価試験の構成を図5に示す。

負荷パターンは、放電100A×7時間(700Ah)、充電CC(定電流)200A+CV(定電圧)充電(SOC100⇔30%での運用)とした。

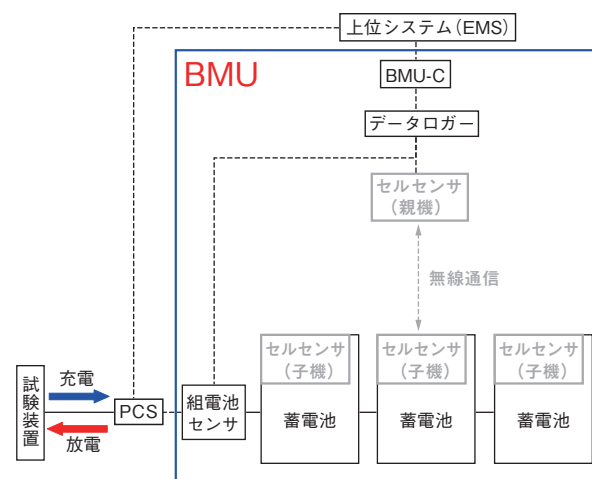


図5 SOC精度確認試験の模式図  
Fig.5 Schematic diagram of SOC measurement experiment

SOCの精度検証結果を図6に示す。放電終了時のBMUのSOC値は平均30.2%であり、放電量から求めたSOCは29.9%であった。最大の誤差でも1サイクルあたりの誤差は0.3%程度であった。電流積算法の放電において誤差が目標値以下であることを確認した。

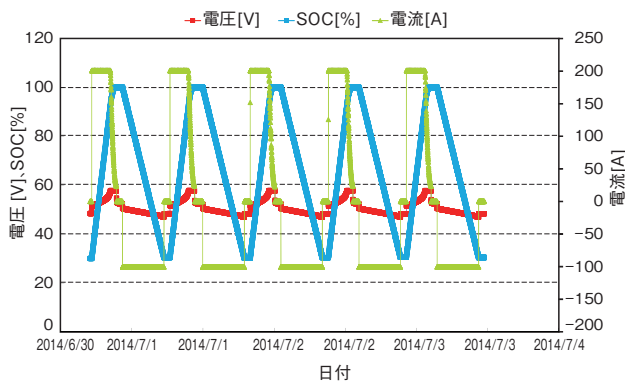


図6 SOCの測定精度検証  
Fig.6 Validation of accuracy of SOC

SOC運用した場合の試験を行った。満充電の状態から100A、1時間放電してSOCを90%に調整し、放電を100Aで6時間(600Ah)、充電を100Aで6時間(600Ah)実施し、このサイクルを5回繰り返した結果を図7に示す。

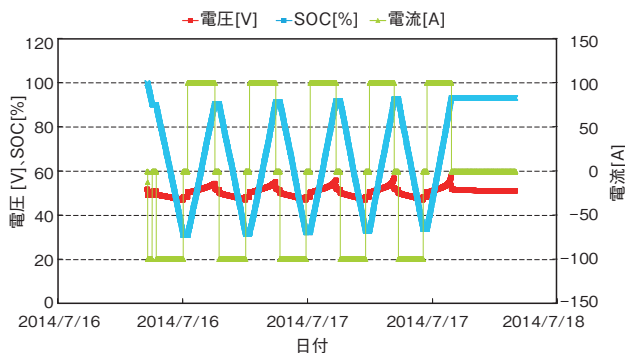


図7 SOCの測定精度検証 (PSOC)  
Fig.7 Validation of accuracy of SOC (PSOC)

サイクル後のSOC値(BMU)は93.2%であり、OCVによる補正後のBMUのSOC値は92.7%となり、真値93.3%とは差が小さい。

OCV補正後の誤差は、0.6%であり、 $\pm 4\%$ を達成している。また、1サイクルあたりの誤差は0.1%となり、目標値： $\pm 1\%$ /サイクルを達成している。

次に意図的にBMU内のSOC値をシフトさせた状態で試験を行った。満充電の状態ではBMU内部のSOCを90%に設定した。結果を図8に示す。

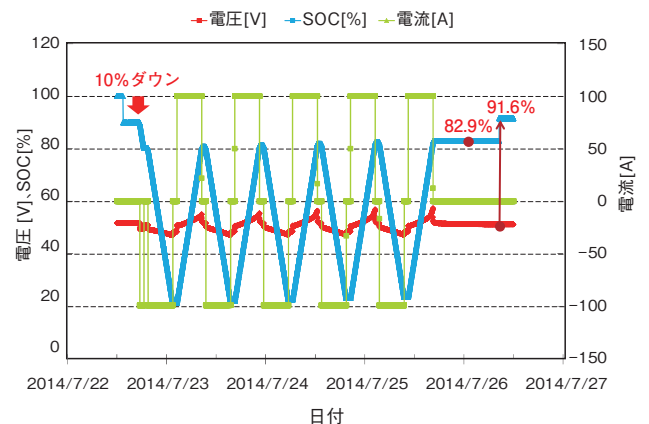


図8 SOCの測定精度検証 (PSOC)  
Fig.8 Validation of accuracy of SOC (PSOC)

サイクル後のBMUのSOC値は82.9%であり、OCVによる補正後のBMUのSOC値は91.6%であった。真値は92.1%であった。誤差は0.5%であり、1サイクル当たりの誤差は0.1%となり、目標値： $\pm 1\%$ /サイクルを達成している。

積算電流法を基にしたSOC値の誤差が累積した場合でも、OCVの補正が可能であり、BMUのSOC値が高精度であることを確認した。

#### 4. まとめ

サイクル用鉛蓄電池の運用方法を検討した上で、特に重要なOCVによる補正後のBMUのSOC値が誤差 $\pm 4\%$ 、1サイクル当たりのBMUのSOC値が目標値： $\pm 1\%$ /サイクルを達成した。

今後は、BMUとサイクル用鉛蓄電池をセットで提案して行く予定である。

#### 参考文献

- 1) 土橋 朗, 手塚 渉, 三浦 優, 古川 淳, 佐藤 敏幸, FBテクニカルニュース, No. 69, 25 (2013)



# 非常用マグネシウム空気電池「Mgbox<sup>®</sup>」の評価試験

## Evaluation Test of Magnesium Air Battery “Mgbox<sup>®</sup>” for Emergencies

伊藤 彩乃 \*1  
Ayano Ito

阿部 英俊 \*1  
Hidetoshi Abe

久保田 昌明 \*1  
Masaaki Kubota

平 芳延 \*1  
Yoshinobu Taira

飯塚 博幸 \*2  
Hiroyuki Iizuka

齋田 耕作 \*2  
Kosaku Saita

高原 努 \*2  
Tsutomu Takahara

小野 陽洋 \*2  
Akihiro Ono

### Abstract

At the time of a disaster, one of the most serious problem is battery consumption in a portable device. The Furukawa Battery located in the stricken area of the great east Japan earthquake has developed based on this experience the power source which can supply electric power easily for many portable devices, and install in the shelter. The magnesium air battery “Mgbox<sup>®</sup>” for emergencies has a large capacity and long storage time. It is able to be started power generation only by filling water, so that can supply the electric power and charge to many portable devices. We revealed that “Mgbox<sup>®</sup>” is possible to safely use under various conditions.

## 1. はじめに

災害時の最も重要な問題の一つに、携帯機器の電池切れがある。東日本大震災において、停電した世帯数は、東北電力管内だけで約850万世帯<sup>1)</sup>であった。さらに、平成26年2～3月の大雪では約31万戸<sup>2)</sup>、その他大雨などの自然災害によって、多くの世帯で停電となった。

東日本大震災の被災地に立地する当社は、震災時に得た「何が本当に必要だったのか？」という経験を生かし、避難所などに設置して簡単に多数の携帯機器へ電力を供給できる非常用電源を研究している。現在、非常用電源として、エンジン発電機、大型リチウムイオン電池などが使われている。一方で、使用時に騒音が発生することや、保管に専門知識が必要であり、個人所有が困難であるなどの問題が残されている。

そこで、当社は、非常時に誰でも使用できる電池として、マグネシウム空気電池『Mgbox<sup>®</sup>』を開発した。(図1に『Mgbox<sup>®</sup>』の外観図を示す。)本報では、非常用マグネシウム空気電池『Mgbox<sup>®</sup>』の各種評価試験を行った結果について、報告する。



図1 『Mgbox<sup>®</sup>』の外観図  
Fig. 1 Appearance of the “Mgbox<sup>®</sup>”

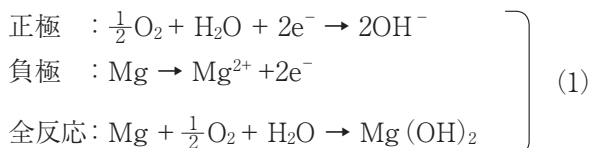
## 2. マグネシウム空気電池とは

空気中の酸素(O<sub>2</sub>)を正極活物質、マグネシウム(Mg)金属を負極活物質に用いた電池をマグネシウム空気電池という。一般的に、電解液は塩水を、正極は活物質である酸素を還元するための酸素還元触媒(カーボン等)を充填した空気極<sup>3)</sup>を用いる。

マグネシウム空気電池の反応式は、次式(1)で与えられる。負極でマグネシウム金属が電解液と反応し電子を放出、正極で電子を受け取り酸素・水と反応し、水酸化マグネシウムが生成される反応である。

\*1 技術開発本部 開発部

\*2 技術開発本部 評価センター



負極活物質であるマグネシウム金属は、理論容量が2200mAh/gと大きい。また、クラーク数が8番目に多い上、自然エネルギーを用いてマグネシウムリサイクルが可能<sup>4)</sup>な元素である。そのためマグネシウム空気電池は、高エネルギー密度かつ資源の枯渇の心配がなく、クリーンなエネルギーを創出することが可能な電池である。

当社では、2012年12月にマグネシウム空気電池を電動トライク（三輪車）に搭載し、実証試験を行った<sup>5)</sup>実績もある。

### 3. Mgboxとは

当社は、非常用マグネシウム空気電池『Mgbox<sup>®</sup>』を開発した。『Mgbox<sup>®</sup>』は、正極に希金属を含まないカーボン材料を主原料とする酸素還元触媒を充填した空気極、負極にマグネシウム合金、電解質に塩化ナトリウム水溶液を用いた一次電池である。セル外装やモジュールは紙製容器としているため、保管時（注水前）は、300Whの大容量であるにも関わらず、約1.6kgであり、老若男女問わず持ち運びが容易である。

『Mgbox<sup>®</sup>』の特徴の一つに、地震や大雪などにより停電となった際、水や海水を注ぐだけで、電力が供給可能になり、スマートフォンやタブレット端末の充電を行うことができることが挙げられる。また、使用時に水を注ぎ作動する『Mgbox<sup>®</sup>』は、電解液を入れずに保管するため、保管時の劣化が少なく、メンテナンスフリーで長期保管が可能である。

このように、マグネシウム空気電池『Mgbox<sup>®</sup>』は、非常用に特化して開発した電池である。

### 4. 評価試験

『Mgbox<sup>®</sup>』の性能や安全性を確認するために各種試験を実施した。

#### 4.1 性能試験

マグネシウム空気電池が4セル直列に接続された『Mgbox<sup>®</sup>』を、環境温度25℃下、2.0Aの定電流で電池電圧が0.0Vに達するまで放電して、定電流放電特性を評価した。評価結果を図2に示す。

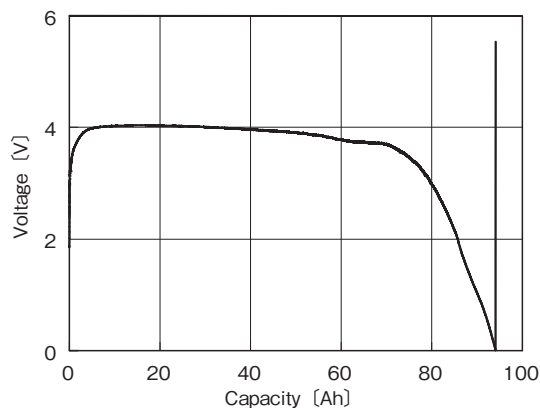


図2 『Mgbox<sup>®</sup>』の定電流放電特性  
Fig. 2 Constant current discharge characteristics of “Mgbox<sup>®</sup>”

評価の結果、取り出せた電力量は約330Whを示し、電圧平坦性を有する放電曲線を得た。

次に、『Mgbox<sup>®</sup>』を、環境温度25℃下、各電流（0.5A・1.0A・1.5A・2.0A・2.5A・3.0A・4.0A・5.0A・6.0A・7.0A・8.0A・9.0A・10.0A）で定電流放電した時の、放電電流と出力の関係を図3に示す。縦軸の出力（W）を算出するために使用したセル電圧は、各電流値における電圧平坦部の値である。

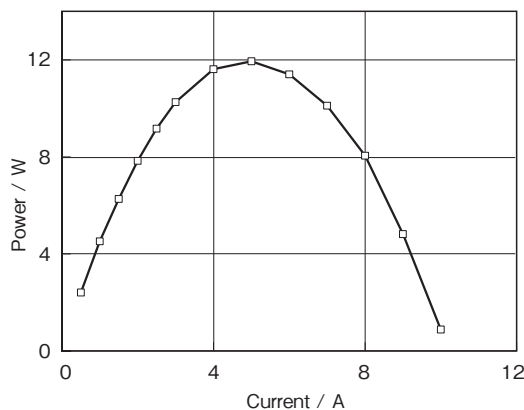


図3 『Mgbox<sup>®</sup>』のI-V特性  
Fig. 3 Relationship between discharge current and output power on “Mgbox<sup>®</sup>”

評価の結果、5.0Aの定電流で放電した時、最大出力が12Wであることを確認した。

#### 4.2 温度試験

設定温度下において0.5A～3.0Aの定電流でそれぞれ放電したときの温度依存特性を評価した。評価結果を図4に示す。縦軸に示したセル電圧は、各電流値における放電電圧の平坦部の値である。評価は、『Mgbox<sup>®</sup>』と同一の電極材料を用い、樹脂成型した評価用セルを用いた。

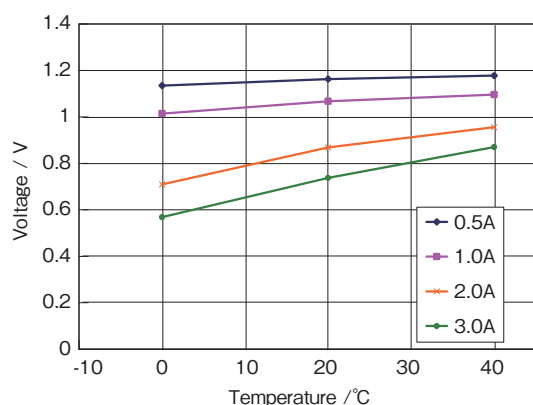


図4 『Mgbox<sup>®</sup>』の温度依存性  
Fig.4 Temperature and discharge current dependence of “Mgbox<sup>®</sup>”

評価は、それぞれ、0℃、20℃、40℃恒温槽中で実施した。電解液は、10wt.%塩化ナトリウム水溶液を用い、予め恒温槽中に保管し、設定温度と同一の温度に調整した。セルに電解液を注液した後、3分放置後に放電を開始した。

図4より、温度が高くなるにつれて、分極が小さくなるのが分かる。この結果は、反応速度式<sup>6)</sup>と一致しており、温度が高いほど、電解液の抵抗減少、及び化学反応速度が増大したことによると推察された。

また、低温(0℃)および高温(40℃)で放電を行った際も、分極に差異は観られたが性能や安全上の問題がなく、通常使用で想定される温度範囲では安全に使用可能な電池であることが示された。

#### 4.3 燃焼試験

前述したように『Mgbox<sup>®</sup>』は、使い捨ての一次電池である。焼却処分した場合を想定し、使用済み電池をガスバーナーで燃焼させたときの現象を観察した。試験に用いた電池は、4.1.で使用した電池を室温中で十分に乾燥させて用いた。燃焼中及び、燃焼後の『Mgbox<sup>®</sup>』を観察した結果を図5に示す。

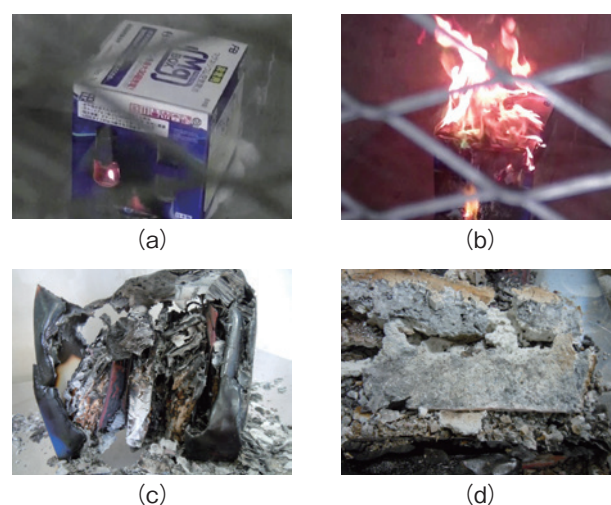


図5 燃焼試験の結果  
(a)着火直後 (b)燃焼中 (c)燃焼後  
(d)燃焼後のセルの中  
Fig.5 Result of combustion test  
(a)just after ignition (b)during combustion (c)after combustion (d)inside of the cell after combustion

ガスバーナーで燃焼を続けたところ、紙製のモジュール箱は、炎を上げて燃焼した。その後、セル内部まで火は達したが、残存マグネシウムの激しい燃焼に起因する破裂などは観られず、焼却処分において危険性が少ないことが確認された。

また、ガスバーナーの炎を消し、しばらく経つと、『Mgbox<sup>®</sup>』の炎も消えたため、燃焼の継続性は小さいと思われる。電池内部では電解質成分である塩化ナトリウムを十分に含んだ水酸化マグネシウムが、マグネシウム金属を覆い、マグネシウム金属の反応に必要な酸素を遮断していることが推察される。

#### 4.4 水以外の試験

『Mgbox<sup>®</sup>』は使用時に水を注液すると作動する電池であるが、ライフラインが切断された非常時にお

いて、水道水は大変貴重である。そこで、水道水以外の液体について検証を実施した。

検証に用いた液体は、海水、炭酸飲料水、(人工)尿、水道水の4種類である。試験は、4.2.と同様の評価用セルを用いた。予め塩化ナトリウムを溶かした各々の液体を評価用セルに注液し、2.0Aの定電流放電を実施した。また、(人工)尿は、イオン交換水、アンモニア、尿素、塩化ナトリウムを調合し、作製した。

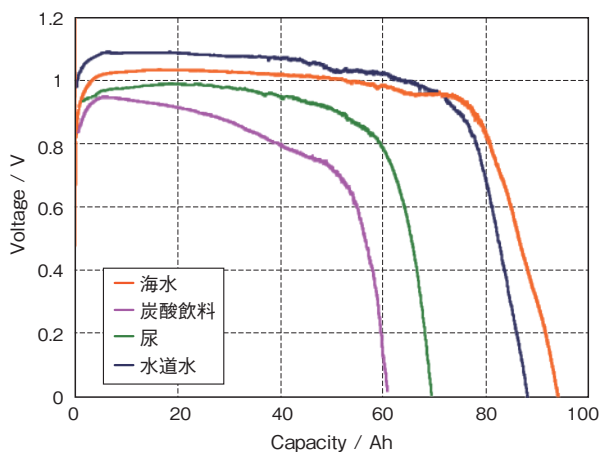


図6 様々な電解液を用いた場合の放電特性  
Fig.6 Result of discharge test, using various electrolytes

評価の結果、海水は水道水と大差ない結果であった。一方、炭酸飲料や(人工)尿は、水道水に比べ電圧が低く、容量も劣る。炭酸飲料や(人工)尿は、含まれる成分によって液抵抗が高くなるため、電圧が低下したと考えられる。また、これら液体は、同質量の液体を注液した場合、正極反応に必要なH<sub>2</sub>Oが水道水に比べて少ないため、容量が減少したと推察される。以上より、『Mgbox<sup>®</sup>』は、水道水だけでなく、海水、炭酸飲料、(人工)尿、でも安全に使用可能であることが示された。

### 4.5 短絡試験

『Mgbox<sup>®</sup>』を強制短絡させたときの、安全性を確認した。短絡試験は、電池の安全性を評価する方法として、リチウムイオン電池の国連勧告試験として定められた試験の一つ<sup>7)</sup>である。

環境温度20℃で強制短絡をさせたとき、約1時間後に16.4Aの最大電流を観測した(図7)。その後は、反応生成物などにより電池内部の抵抗が増大したため、電流値は低下した。そして、強制短絡開始から約4.5時間後、電池内部の温度は最大97.9℃に達した。図8に、『Mgbox<sup>®</sup>』が最高温度に達したときのサーモカメラ写真を示す。電池内部の温度は97.9℃まで達しているが、電池外側の温度は約40℃であった。その後、緩やかに低下した。さらに、強制短絡を20時間続けたが、電池の破裂・発火・発煙は見られず、安全な電池であることが確認出来た。

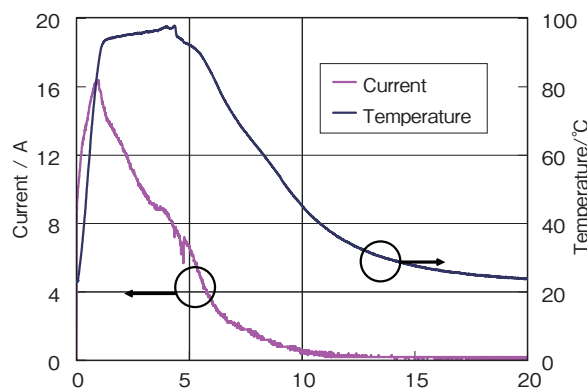


図7 外部短絡試験の結果  
Fig.7 Result of external short circuit test

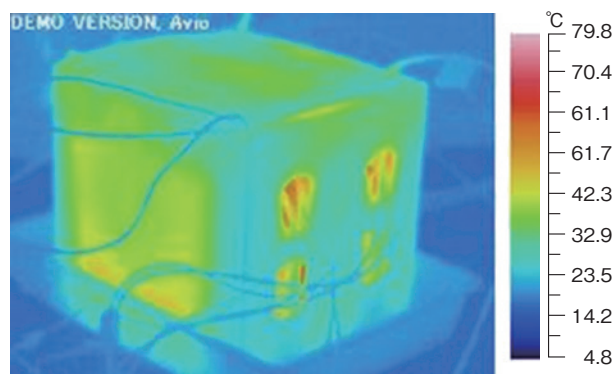


図8 短絡試験中の『Mgbox<sup>®</sup>』温度  
Fig.8 “Mgbox<sup>®</sup>” temperature in external short circuit test



## 5. まとめ

- ・水をいれるだけで、多くの携帯機器に電力を供給し、充電することが可能な非常用マグネシウム空気電池『Mgbox<sup>®</sup>』を開発した。
- ・『Mgbox<sup>®</sup>』を2Aの定電流で放電した時の電力量は約330Whであり、最大出力は12Wであった。
- ・マグネシウム空気電池は環境温度が高いほど分極が小さい結果となった。さらに、環境温度0℃～40℃において、安全に放電可能であることを明らかにした。
- ・使用済み『Mgbox<sup>®</sup>』の燃焼や、強制外部短絡試験を行ったところ、破裂などは生じないことがわかった。
- ・『Mgbox<sup>®</sup>』は、水道水だけでなく、炭酸飲料や(人工)尿、海水でも安全に使用できることが確認された。

以上の結果、非常用マグネシウム空気電池『Mgbox<sup>®</sup>』は、様々な環境下においても、安全に使用可能であり、非常用電源として適していることが示された。

## 6. 謝辞

本研究開発は凸版印刷株式会社殿の御協力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) 内閣府, 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会 第7回会合 従来の被害想定と東日本大震災の被害(概要), p11, (2011)
- 2) 内閣府, 今冬期の大雪等による被害状況等について(第10報), p5, (2014)
- 3) T. Kuboki, T. Okuyama, T. Ohsaki, N. Takami, J. Power Sources, 146, 766, (2005)
- 4) 小濱泰昭, 第86回新電池構想部会講演会講演要旨集, p19, (2013),
- 5) 伊藤彩乃, FBテクニカルニュース, No69, p41, (2013)
- 6) 田村英雄, 松田好晴, 現代電気化学, p96-98, (1977)
- 7) 一般社団法人 電池工業会, リチウム金属電池およびリチウムイオン電池の輸送に関する手引書 第6版, p80, (2013)

## リチウム二次電池用多孔質集電体正極の開発

## Development of the Cathode with Porous Current Collector for Lithium Secondary Batteries

久保田 昌明<sup>\*1</sup>  
Masaaki Kubota根本 美優<sup>\*1</sup>  
Miyu Nemoto阿部 英俊<sup>\*1,\*3</sup>  
Hidetoshi Abe田中 祐一<sup>\*2</sup>  
Yuichi Tanaka金村 聖志<sup>\*3</sup>  
Kiyoshi Kanamura

## Abstract

The high capacity cathode has been studied as one of the method to improve energy density of lithium secondary battery. The cathode that was applied with the porous aluminum as a current collector was prepared and its electrochemical characteristic was evaluated. Though the cathode had about four times larger capacity than conventional coating cathode, it exhibited an excellent rate performance and excellent charge-discharge cycle performance.

## 1. はじめに

リチウム二次電池は、他の二次電池と比べてエネルギー密度が高いため、携帯用機器、電気自動車(EV)、スマートグリッド、家庭用蓄電システムなど、様々な機器や用途に適用されている。しかしながら、携帯用機器では多機能化が進み、電力の消費量が増加したこと、また電気自動車では一回の充電での航続距離が短いこと、などの問題がある。このため、リチウム二次電池の更なる高エネルギー密度化が強く要求されている。

リチウム二次電池の高エネルギー密度化の方法の一つとして、正負極の活物質に高容量の材料を使用する方法がある。表1に示すように、負極の活物質は、SiやSnに代表される高容量の金属・合金系材料が候補として挙げられる<sup>1)~5)</sup>。一方で、正極は高容量の活物質候補が乏しいのが現状である。このため、正極では、単位面積当たりの活物質量を増やして、高容量化する手法が重要である。

表1 リチウム二次電池用活物質の理論容量  
Table 1 Theoretical capacity of active materials for lithium secondary battery

|    | 活物質  | 理論容量       |
|----|--|------------|
| 正極 | LiMO <sub>2</sub>                                  | ~270 mAh/g |
|    | LiFePO <sub>4</sub>                                | 170 mAh/g  |
|    | Li <sub>2</sub> MO <sub>3</sub> -LiMO <sub>2</sub> | ~300 mAh/g |
|    | Li <sub>2</sub> MSiO <sub>4</sub>                  | ~350 mAh/g |
|    | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                      | 290 mAh/g  |
| 負極 | グラファイト   | 372 mAh/g  |
|    | Li <sub>4</sub> Ti <sub>5</sub> O <sub>12</sub>    | 175 mAh/g  |
|    | Sn   | 990 mAh/g  |
|    | Si   | 4200 mAh/g |
|    | Li   | 3860 mAh/g |

※M=Fe, Co, Mnなど

## 2. 多孔質アルミニウム集電体

従来、リチウム二次電池の正極集電体には高電位環境下でも電気化学的に安定なアルミニウム箔が使用される<sup>6)~9)</sup>。現在使用されているアルミニウム箔は厚さ10 $\mu$ m~30 $\mu$ mの箔が一般的である。電極は、活物質、導電剤やバインダーなどを含む合材スラリーを、アルミニウム箔集電体に塗布、乾燥、プレスして作製される。単位面積当たりの活物質量を増やして、電極の高容量化をするためには、合材の塗布量を増やせば良いが、厚みが増した電極は、充放電時に塗布層と集電体の膨張率が異なるために塗布層の脱落、亀裂剥離が生じやすい。

株式会社UACJが開発したファスポーラス<sup>®</sup>は、三次元多孔質構造を有した高気孔率のアルミニウム

\*1 古河電池株式会社 技術開発本部

\*2 株式会社UACJ 技術開発研究所

\*3 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科

である。活物質合材は、ファスポーラス®の孔に充填されるため保持されやすく、従来の正極よりも単位面積当たりの正極合材担持量を増やすことができる(図1参照)。また、電極の高容量化により、電池を構成する電極枚数を低減することができ、省部品化が可能となる。

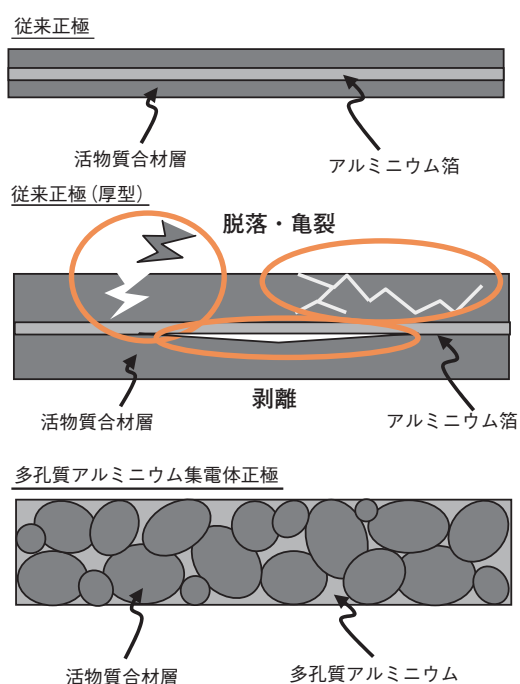


図1 正極の概念図  
Fig.1 Concept pictures of cathode

### 3. 多孔質アルミニウム集電体正極の特性評価

#### 3.1 リン酸鉄リチウム正極の作製

ファスポーラス®を集電体に使用し、活物質としてリン酸鉄リチウム (LiFePO<sub>4</sub>; 以下LFPと略す) を使用した正極の単極特性を調査した。正極の作製は以下の手順で行った。

- ①活物質、導電材、バインダーを含む合材を混練機にて調製。
- ②調製した合材にファスポーラス®を浸漬し、減圧含浸。
- ③合材を含浸したファスポーラス®を乾燥。
- ④所定の密度にプレス。

電極作製に使用したファスポーラス®集電体、および、作製した多孔質アルミニウムLFP正極の写真を図2に、仕様を表2に示す。ファスポーラス®集電体は、表面に多数の孔が存在しているが、LFPを含む正極合材を充填し、プレスした電極は、表面を活物質層が殆ど覆っている。また、プレスをすることにより、厚さは元の約1/3になった。このようにして得られたLFP電極は、単位面積当たり約8.4mAhの容量を有する正極となった。

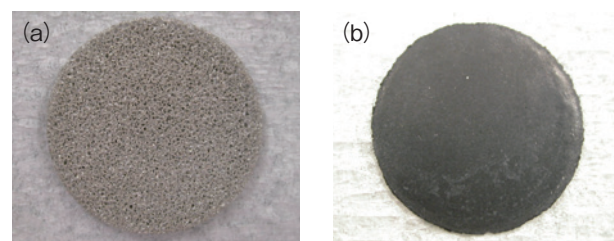


図2 (a) ファスポーラス®集電体、(b) ファスポーラス®にLFPを充電した正極の写真  
Fig.2 Photographs of (a)FUSPOROUS and (b)LFP cathode

表2 ファスポーラス®集電体と、ファスポーラス®にLFPを充電した正極の仕様  
Table 2 Specification of FUSPOROUS and LFP cathode

|     | ファスポーラス®集電体 | LFP正極                  |
|-----|-------------|------------------------|
| 直径  | 20mm        | 20mm                   |
| 厚さ  | 1mm         | 0.38mm                 |
| 質量  | 0.06g       | 0.25g                  |
| 孔径  | 300μm       | —                      |
| 気孔率 | 91%         | —                      |
| 容量  | —           | 8.4mAh/cm <sup>2</sup> |

作製した電極の断面のSEM観察を実施した。図3(a)に示すように、ファスポーラス®は大部分が空隙であることがわかる。合材充填後の電極(図3(b))からは、未充填部分である空隙の存在が確認できるが、プレスをすることにより(図3(c))、大きな空隙はほぼ消滅し、活物質合材層に集電体が埋設したような形態となる。

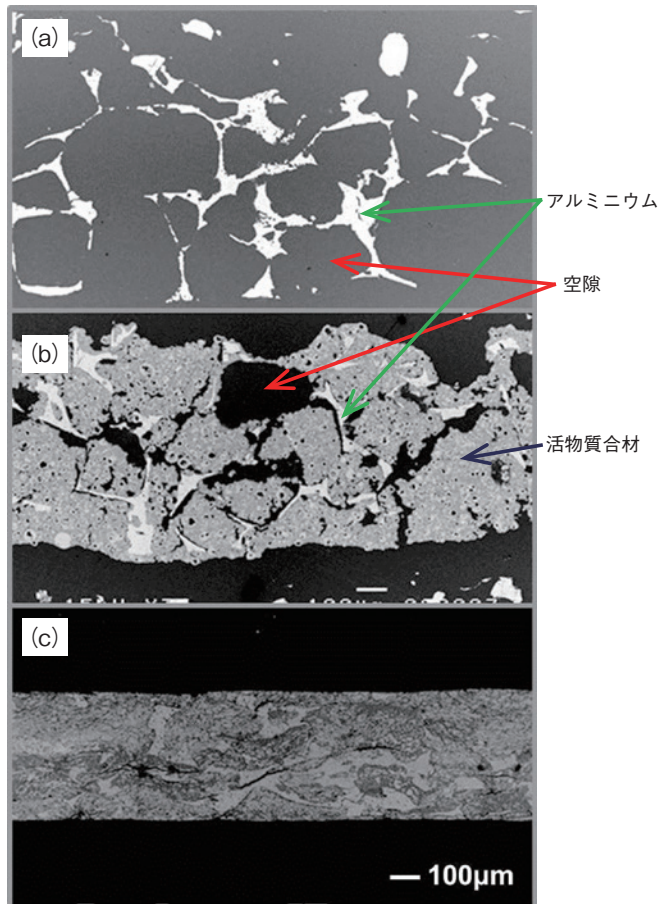


図3 (a) ファスפורラス®集電体、(b) LFP 充填後の電極、(c) プレス後の電極の断面SEM像

Fig.3 Cross section SEM images of (a) FUSPOROUS, (b) loaded electrode, and (c) pressed electrode

### 3.2 リン酸鉄リチウム正極の単極特性

作製した多孔質アルミニウムLFP正極を試験極、リチウム金属を対極と参照極に使用し、電解液として六フッ化リン酸リチウムを溶解したエチレンカーボネート混合溶媒を使用した三極式セルを構築し、充放電特性の評価を行った。また、比較として、従来のアルミニウム箔を集電体とするアルミニウム箔LFP正極を作製した。尚、単位面積あたりの容量は、多孔質アルミニウムLFP正極の約4分の1 (2.0mAh/cm<sup>2</sup>) である。

放電レートを0.2Cと1.0Cに変化させたときの、放電挙動の変化を図4に示す。多孔質アルミニウムLFP正極が正常に放電可能であることが確認できた。また、約4倍の容量を有しているにもかかわらず、1C放電においても従来アルミニウム箔LFP電極と同等の放電特性を示した。

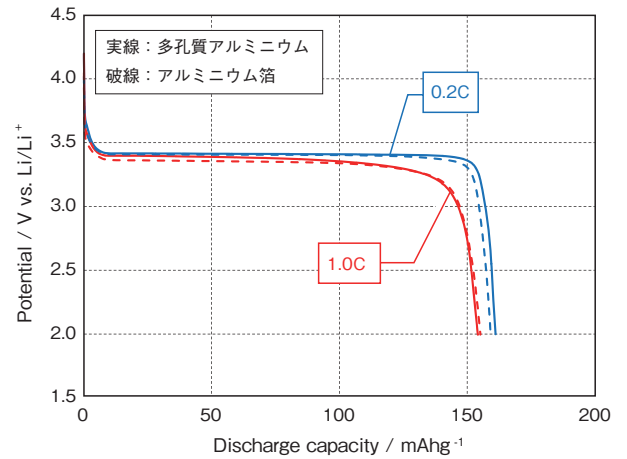


図4 LFP電極の放電挙動  
Fig.4 Discharge behaviors of LFP electrodes

各々のLFP電極について実施した、0.5C放電サイクル試験の結果を図5に示す。多孔質アルミニウムLFP正極はアルミニウム箔LFP正極と同等の良好な充放電サイクル特性を示した。

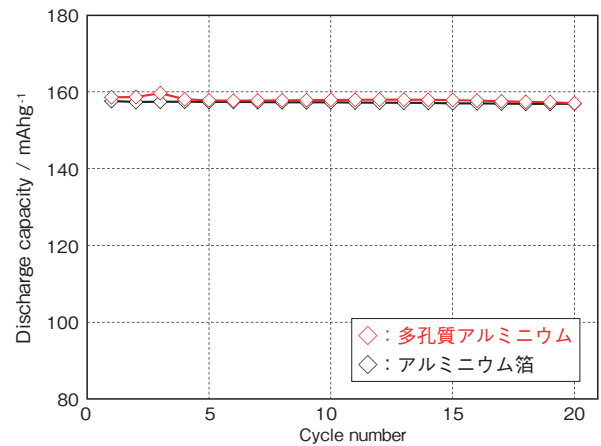


図5 LFP電極の充放電サイクル特性  
Fig.5 Cycle performances of LFP electrodes

以上の結果、正極集電体として多孔質アルミニウムを使用したLFP電極は、出力特性、サイクル特性とともに、従来アルミニウム箔LFP電極と遜色のない単極特性を示すことが確認できた。



## 4. 多孔質アルミニウム集電体正極を使用した リチウム二次電池の電池特性評価

### 4.1 ラミネートセルの構成

正極として、ファスポーラス®を集電体とした多孔質アルミニウムLFP正極を3.1項に記載の製法により作製した。負極は、活物質としてグラファイトを使用した合材を、銅箔集電体に塗布、乾燥、プレスすることにより作製した。なお、多孔質アルミニウムLFP正極は非常に大きい容量を有するため、正極1枚に対して負極2枚の構成とした。また、従来のアルミニウム箔集電体を使用したLFP正極と、グラファイト負極からなるラミネートセルは、正負極ともに1枚ずつの構成で作製した。このようにして作製した電極群をアルミニウムのラミネートフィルム外装体でパックし試験用電池とした。これらのラミネートセルの仕様を表3に示す。ファスポーラス®を使用したセルは、従来セルの約4倍の容量である。

表3 ラミネートセルの仕様  
Table 3 Specification of the laminated cells

|       | 多孔質Al集電体セル                    | Al箔集電体セル               |
|-------|-------------------------------|------------------------|
| 正極    | LFP (1枚)                      | LFP (1枚)               |
| 容量    | 7.9mAh/cm <sup>2</sup>        | 1.9mAh/cm <sup>2</sup> |
| 負極    | グラファイト (2枚)                   | グラファイト (1枚)            |
| 電解液   | LiPF <sub>6</sub> /EC+EMC+DMC |                        |
| セパレータ | ポリオレフィン微多孔膜                   |                        |
| セル容量  | 100mAh                        | 25mAh                  |

### 4.2 ラミネートセルの充放電特性評価

0.2C放電試験、1.0C放電試験の結果を図6に示す。0.2C放電と1.0C放電の両方で、多孔質アルミニウムLFP正極のセルは、アルミニウム箔LFP正極のセルの約4倍の容量を有していることがわかる。また、分極は僅かに大きいものの、1.0C放電においても良好な放電挙動を示した。活物質充填量が多いにもかかわらず良好な放電レート特性を示した要因として、電極内部に存在する多孔質アルミニウムが、電極の導電性向上に寄与していること、及び電極表裏の電解液移動が制限されないためと推察される。

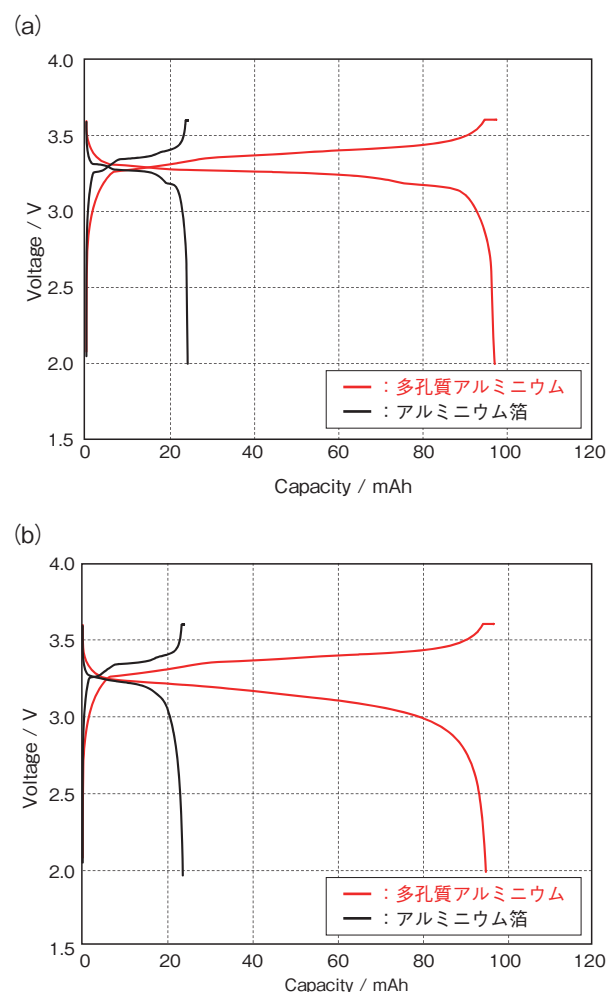


図6 ラミネートセルの充放電挙動  
(a) 0.2C放電 (b) 1.0C放電  
Fig.6 Charge-discharge behaviors of the laminated cells  
(a) 0.2C discharge (b) 1.0C discharge

図7に示す充放電サイクル試験の結果、どちらのセルにおいても2000サイクルに渡って良好に容量を維持していることがわかった。特に多孔質アルミニウムLFPを使用したセルは、2000サイクル後に約80%の高い容量維持率を示した。これは、多孔質アルミニウムが活物質層を良好に保持できるためと推察される。

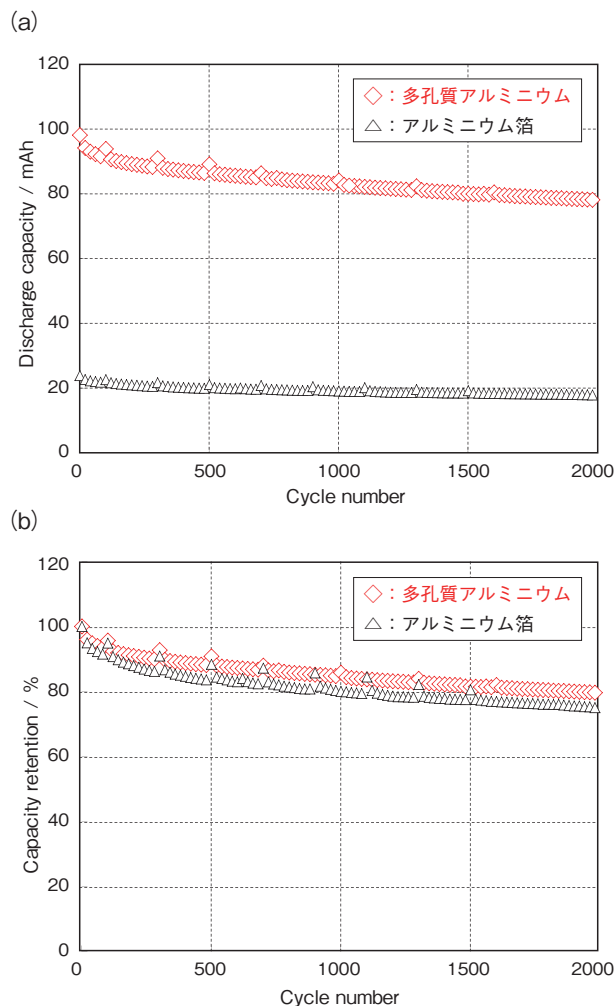


図7 ラミネートセルの充放電サイクル特性  
(a) 放電容量 (b) 放電容量維持率  
Fig. 7 Cycle performances of the laminated cells  
(a) Discharge capacity  
(b) Discharge capacity retention

## 5. まとめ

- ・(株) UACJ製のファスポーラス®を集電体として使用した多孔質アルミニウムLFP正極を作製したところ、従来のアルミニウム箔を集電体とする正極の4倍以上の容量を有する電極が作製可能であることがわかった。
- ・多孔質アルミニウムLFP正極の単極特性は、アルミニウム箔LFP正極と同等の放電レート特性、充放電サイクル特性を示した。
- ・多孔質アルミニウムLFP正極/グラファイト負極からなるラミネートセルは、優れた放電レート特性と充放電サイクル特性を示した。

以上の結果、多孔質アルミニウムを使用することにより、正極の高容量化が可能であり、リチウム二次電池の高エネルギー密度化の可能性が示された。

## 参考文献

- 1) M. N. Obrovac, Leif Christensen, Dinh Ba Le, J. R. Dahn, Journal of The Electrochemical Society, 154 (9) A 849-A 855 (2007)
- 2) H. Uono, Bong-Chull Kim, T. Fuse, M. Ue, J. Yamaki, Journal of The Electrochemical Society, 153 (9) A 1708-A 1713 (2006)
- 3) 久保田昌明, 阿部英俊, 江黒高志, 西村健, 谷俊夫, 西久保英郎, 幡谷耕二, 島田道宏, FBテクニカルニュース, No.66, p24-29, (2011.1)
- 4) 久保田昌明, 阿部英俊, 西村健, 西久保英郎, 谷俊夫, 幡谷耕二, 樋上俊哉, FBテクニカルニュース, No.67, p23-28, (2011.12)
- 5) 久保田昌明, 阿部英俊, 西村健, 西久保英郎, 谷俊夫, 幡谷耕二, 樋上俊哉, FBテクニカルニュース, No.68, p25-31, (2012.12)
- 6) C. Iwakura, Y. Fukumoto, H. Inoue, S. Ohashi, S. Kobayashi, H. Tada, M. Abe, Journal of Power Sources, 68, 301-303 (1997)
- 7) K. Tachibana, Y. Sato, T. Nishina, T. Endo, K. Matsuki, S. Ono, Electrochemistry, 69, 670-680 (2001)
- 8) A. Okamoto, N. Niwa, M. Egashira, M. Morita, N. Yoshimoto, Electrochemistry, 81, 906-911 (2013)
- 9) 芦澤公一, 山本兼滋, Furukawa-Sky Review, No.5, 2009

## 宇宙用ステンレス箔ラミネートリチウムイオン電池の開発

Development of Stainless Steel Laminate Li-ion Cells  
for Space Application

小出 和也<sup>\*1</sup>      大平 賢治<sup>\*1</sup>      大登 裕樹<sup>\*1</sup>      阿部 英俊<sup>\*1</sup>  
Kazuya Koide      Kenji Oohira      Hiroki Ooto      Hidetoshi Abe

豊田 裕之<sup>\*2</sup>      嶋田 貴信<sup>\*2</sup>      高橋 優<sup>\*2</sup>      廣瀬 和之<sup>\*2</sup>  
Hiroyuki Toyota      Takanobu Shimada      Yu Takahashi      Kazuyuki Hirose

**Abstract**

This paper describes the development of stainless steel laminated Li-ion pouch cells for space application.

Although conventional cells for general space applications have high reliability, it is too heavy for very small satellites, deep space explorers, or rovers, which do not require large capacity. On the other hand, an aluminum laminated cell is lightweight. However, in order to use it in vacuum, potting is required and energy density becomes low as a result.

Therefore, we have developed 10 Ah-class stainless steel laminate pouch cell. In the present, the cell has high energy density of 118 Wh/kg as a 10 Ah class cell. The stainless steel laminated cell does not expand in vacuum as compared with the conventional aluminum laminated cell. As a result, charge-discharge cycle is possible. Moreover, the cell has been satisfactorily cleared that vibration and shock test.

**1. はじめに**

宇宙用電池の主流は、Ni-Cd電池やNi-MH電池といったアルカリ電池からリチウムイオン電池に移行し、軽量化が進んでいる。電池1個当りのエネルギー密度は、Ni-Cd電池やNi-MH電池では50Wh/kg程度であったのに対し、リチウムイオン電池では100Wh/kg以上と大きく向上した。当社では小惑星探査機「はやぶさ」<sup>1)~6)</sup>や金星探査機「あかつき」<sup>7)~15)</sup>、また「はやぶさ」の後継ミッションである「はやぶさ2」<sup>16),17)</sup>用のリチウムイオン電池を開発してきた。

小型衛星や惑星探査機の中には、30Ah以下の比較的小容量で、高いエネルギー密度を持つ電池を必要とするものがあり、従来の宇宙用電池ではこれらに対応することが難しい。一方、民生用リチウムイオン電池の一部では軽量のアルミラミネートフィル

ムをケースに用いて、170~200Wh/kgまでエネルギー密度を向上させており、これを宇宙用に適用することも考えられる。

しかし、従来の缶タイプの電池に比べ強度面で劣るアルミラミネートリチウムイオン電池（以下アルミラミネート電池）を用いようとした場合、打ち上げ時の振動、衝撃、真空環境下の使用を想定した堅固な拘束具によって、電池をアセンブリする必要があり、その結果エネルギー密度は約半分まで低下してしまう。

我々は、これらの問題を解決すべく宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所(JAXA/ISAS)殿と共同で新たにステンレス箔ラミネートフィルムをケースに採用したリチウムイオン電池を開発している<sup>18),19)</sup>。このステンレス箔ラミネートリチウムイオン電池（以下ステンレスラミネート電池）は10Ah級と小型で100Wh/kg以上の高いエネルギー密度を持ちつつ、宇宙環境耐性を確保することを目的としている。本報では、これら共同開発の現状について報告する。

<sup>\*1</sup> 技術開発本部 開発部

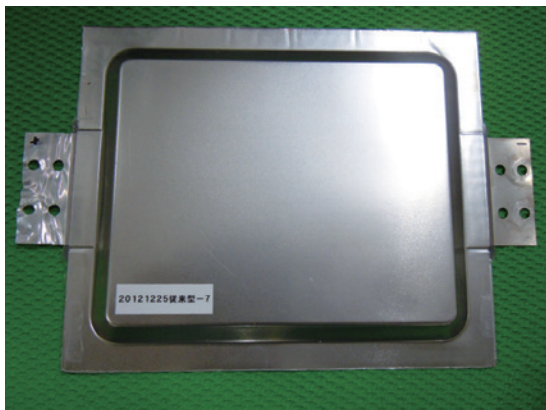
<sup>\*2</sup> 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所  
(JAXA/ISAS)

### 2. ステンレスラミネート電池の仕様

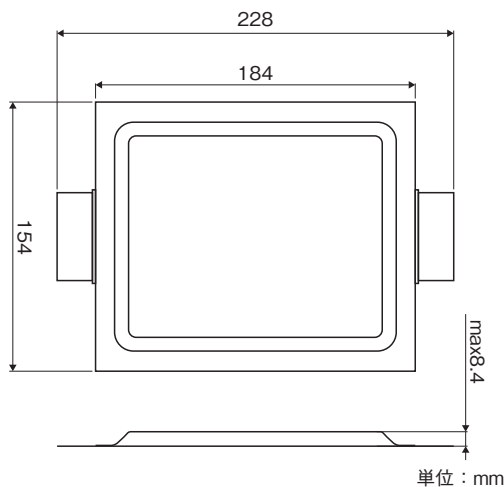
開発した10Ahのステンレスラミネート電池の仕様を表1に、外観と寸法を図1に示す。セル重量は330g以下であり、同容量のステンレス缶ケースの電池と比較した場合、約30%の軽量化が達成されている。

表1 ステンレス箔ラミネートリチウムイオン電池の仕様  
Table 1 Specifications of the stainless steel laminate Li-ion pouch cells

|                |           |
|----------------|-----------|
| Rated Capacity | 10 Ah     |
| Rated Voltage  | 3.7 V     |
| Mass           | < 330 g   |
| Energy Density | 118 Wh/kg |



(a) 外観  
(a) Appearance



(b) 寸法  
(b) Dimensions

図1 セルの(a)外観と(b)寸法  
Fig. 1 Appearance and Dimensions of Stainless steel laminate Li-ion cells

セルの初期充放電特性を図2に示す。充放電試験条件は次のとおりである。

- ・ 充電：0.5ItA、4V規制CCCV充電、4hrカットオフ
- ・ 放電：0.2ItA、CC放電、2.75Vカットオフ
- ・ 環境温度：20 ± 5℃

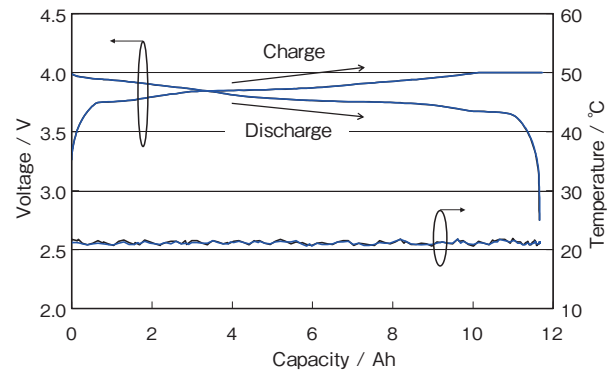


図2 セルの初期充放電特性  
Fig. 2 Initial Charge-discharge behaviors of cells

初期充放電試験の結果、開発したステンレスラミネート電池のエネルギー密度は、118Wh/kgとなり、従来のステンレス缶タイプの宇宙用電池に比べ、大幅に向上した。しかしながら、ターゲットミッションにおいて要求されるエネルギー密度は、民生用リチウムイオン電池に近い140～150Wh/kgであることから、宇宙環境耐性を有しつつ、高容量化・軽量化を図るなど、エネルギー密度の更なる向上を進めている。

### 3. 特性評価試験

#### 3.1 減圧環境下における充放電試験

ステンレスラミネート電池の充放電試験を、減圧環境下で実施した。比較のため同一形状のアルミラミネート電池も製作し、それぞれ金属板による拘束有り/無し状態で試験を実施した。充放電試験条件は次のとおりである。

- ・ 充電：0.5ItA、4V規制CCCV充電、4hrカットオフ



- ・ 放電：1ItA、CC放電、2.75Vカットオフ
- ・ 気圧：133Pa以下
- ・ 環境温度：20 ± 5℃

減圧環境下における充放電挙動とラミネートフィルムケースの変化をそれぞれ図3と図4に示す。

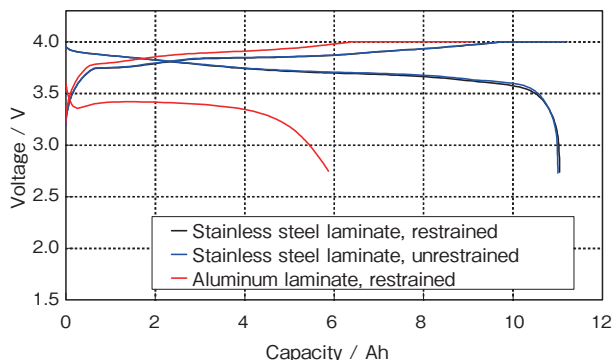


図3 減圧下における充放電挙動 (拘束なしのアルミラミネート電池は表示していない)

Fig.3 Charge and discharge curve behaviors of in vacuum (Unrestrained aluminum laminate pouch cell is not shown, because it became unusable after the initial charging)

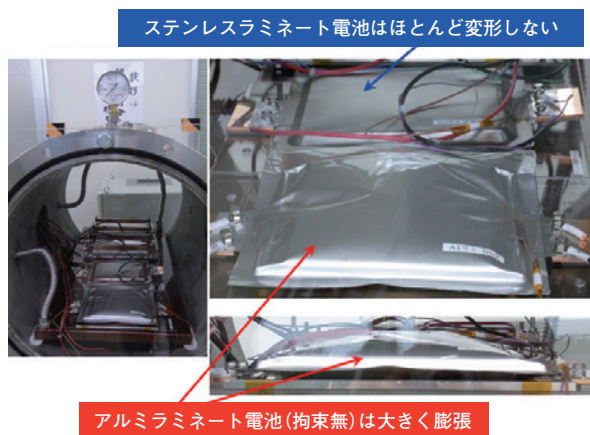


図4 減圧環境下におけるステンレスラミネートとアルミラミネートの変化

Fig.4 Pictures of stainless steel laminate and aluminum laminate pouch cells under charge-discharge cycling test in vacuum

ステンレスラミネート電池では、拘束の有り/無しにかかわらず、大気圧で実施した充放電試験の結果と同等の性能を示し、外観の異常も確認されなかった。

一方、アルミラミネート電池は、拘束有りの状態

では、充放電時の分極が増大し、放電容量が著しく低下する異常が発生した。更に、拘束しない状態の試験では、電池は大きく膨張、変形し、導通不良を起して使用不能となった。

### 3.2 サイクル寿命試験

拘束有りのステンレスラミネート電池について、減圧環境下においてサイクル寿命試験を実施した。試験条件は次のとおりである。

- ・ 充電：1ItA、4V規制CCCV充電、4hrカットオフ
- ・ 放電：1ItA、CC放電、2.75Vカットオフ
- ・ 気圧：133Pa以下
- ・ 環境温度：20 ± 5℃

サイクル寿命試験の結果を図5に示す。1000サイクル後の容量維持率は約90%と良好な値を示した。また、この試験期間中、ステンレスラミネート電池は約1年間減圧環境下に晒されていたが、開裂・液漏れ等の致命的なトラブルは発生せず、宇宙環境耐性の高さを示唆する結果となった。

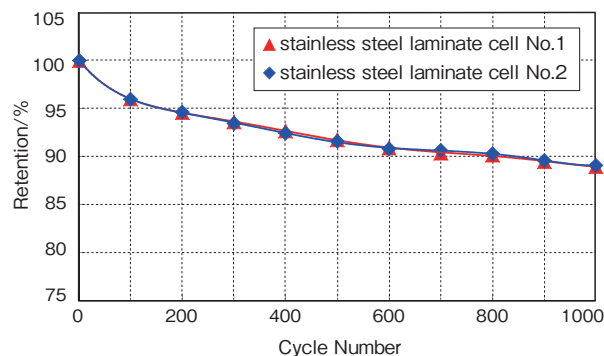


図5 減圧環境下におけるサイクル寿命試験の容量維持率  
Fig.5 Capacity retention of restrained stainless steel laminate pouch cells

### 3.3 機械環境試験

ステンレスラミネート電池の耐機械環境性を調査する目的で、振動試験及び衝撃試験を実施した。これらの試験はロケットの打上げと、探査機が太陽電池パドルを展開する際の衝撃を想定している。

電池の軸方向を図6に示す。試験項目はランダム振動、正弦波振動、パイロ衝撃の3項目とした。

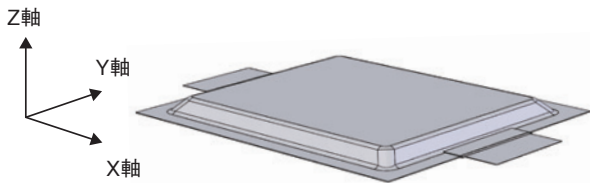


図6 ステンレスラミネート電池の軸方向  
Fig. 6 Axes definition of stainless steel laminate pouch cells

### 3.3.1 ランダム振動試験

打上げを想定して、満充電状態のステンレスラミネート電池に最大17Gのランダム振動を印加した。その際のX軸、Y軸、Z軸の振動条件を表2に示す。全ての軸方向で振動試験を実施したが、代表としてZ軸のランダム振動試験時の電圧、温度の挙動を図7に示す。

試験の結果、電池の変形、故障に起因する電圧異常や、温度の急激な変化は観察されず、高い耐振動性能を持つことが確認された。

表2 ランダム振動試験条件 (a)X, Y軸 (b)Z軸  
Table 2 Test conditions of random vibration

(a) X, Y-axis

| X-Y-axis       |                         |
|----------------|-------------------------|
| Frequency (Hz) | Input                   |
| 20 - 100       | +6 dB/oct               |
| 100 - 1000     | 0.08 G <sup>2</sup> /Hz |
| 1000 - 2000    | -8 dB/oct               |
| Over all       | 10.4 Grms               |

(b) Z-axis

| Z-axis         |                         |
|----------------|-------------------------|
| Frequency (Hz) | Input                   |
| 20 - 70        | +3 dB/oct               |
| 70 - 260       | 0.35 G <sup>2</sup> /Hz |
| 260 - 400      | -6 dB/oct               |
| 400 - 1000     | 0.15 G <sup>2</sup> /Hz |
| 1000 - 2000    | -4 dB/oct               |
| Over all       | 17.0 Grms               |

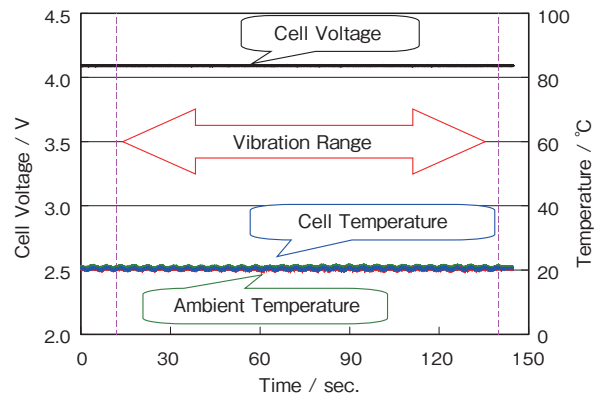


図7 ランダム振動試験 Z軸方向  
Fig. 7 Randaom Vibration Test Z-axis

### 3.3.2 正弦波振動試験

ランダム振動試験と同様、満充電状態のステンレスラミネート電池に最大25Gの正弦波振動を印加した。振動条件を表3に示す。Z軸の正弦波振動試験時の電圧、温度の挙動を図8に示す。

試験の結果、電池の変形、故障に起因する電圧異常や、温度の急激な変化は観察されず、高い耐振動性能を持つことが確認された。

表3 正弦波振動試験条件  
Table 3 Test conditions of sinusoidal vibration

| Frequency (Hz) | Input |
|----------------|-------|
| 5 - 100        | 25 G  |

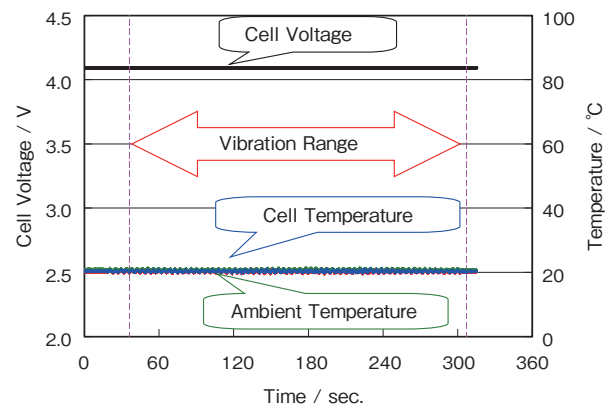


図8 正弦波振動試験 Z軸方向  
Fig. 8 Sinusoidal Vibration Test Z-axis

### 3.3.3 パイロ衝撃試験

打上げ直後の太陽電池パドル展開時の衝撃を想定し、満充電状態のステンスラミネート電池にパイロ衝撃を印加した。なお、パイロ衝撃試験はX軸、Y軸は+方向、-方向にそれぞれ1回ずつ、Z軸については、+方向のみ実施した。+Z軸のパイロ衝撃試験時のセル電圧、温度の挙動を図9に示す。

表4 パイロ衝撃試験条件  
Table 4 Test conditions of pyroshock

| Frequency (Hz) | Input     |
|----------------|-----------|
| 100 - 2000     | +9 dB/oct |
| 2000 - 4000    | 500 Grms  |
| Q=10           |           |

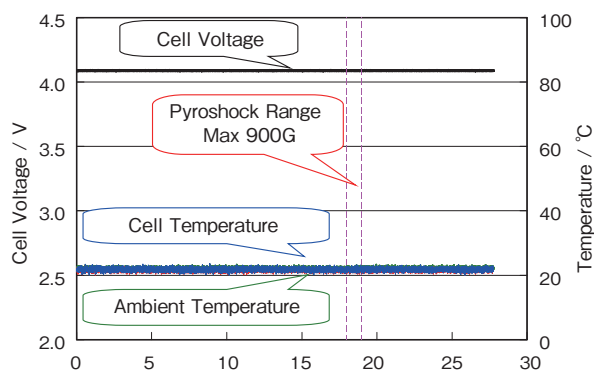


図9 パイロ衝撃試験 Z軸方向  
Fig.9 Pyroshock Test Z-axis

最大で900Gを超える衝撃をステンスラミネート電池に印加したが、電池の変形、故障に起因する電圧異常、また温度の急激な変化は観察されず、高い耐衝撃性能を持つことが確認された。

### 4. まとめ

小型・軽量の宇宙用リチウムイオン電池として、ステンレス箔ラミネートフィルムを電槽に用いたりリチウムイオン電池を試作した。

ステンスラミネート電池は、減圧下での充放電試験において、大気圧下と同等の性能を示し、外観の異常も確認されなかった。また、減圧環境下にお

けるサイクル充放電試験において、1000サイクル後の容量維持率は約90%と良好な値を示した。更に、この試験期間中、電池は約1年間減圧環境下に晒されていたが、開裂・液漏れ等の致命的なトラブルは発生せず、宇宙環境耐性の高さを示唆する結果となった。

ランダム振動試験、正弦波振動試験、パイロ衝撃試験の結果、電池特性に異常は確認されず、高い耐振動・衝撃性能を有することが確認された。

今後は、ステンスラミネート電池の更なる高エネルギー密度化・軽量化を図ると共に、軽量、簡易なバッテリーパック化の設計検証も行う計画である。

### 5. 謝辞

本研究開発は独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所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回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, pp.47-50 (Feb 1999)
- 2) 大登, 高椋, 山本, 酒井, 高橋, 廣瀬, 田島: 第19回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, pp.1-5 (Feb 2000)
- 3) 山本, 高椋, 大登, 酒井, FBテクニカルニュース, No.56, p64 (2000)
- 4) 山本, 大登, 江黒, 高橋, 廣瀬, 田島: 第21回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, pp.1-5 (Mar 2002)
- 5) 大登, 山本, 江黒, 曾根, 廣瀬, 田島: 第25回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, pp.6-10 (Mar 2006)
- 6) 曾根, 鶴野, 川口, 廣瀬, 田島, 大登, 山本, 江黒, 吉田, 小川: 第26回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, pp.6-10 (Mar 2007)
- 7) 大登, 大平, 山本, 江黒, 豊田, 鶴野, 廣瀬, 田島: 第27回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, pp.11-15 (Mar 2008)
- 8) H. Ooto, K. Ohira, H. Toyota et al, Proc. of the '8th European Space Power Conference', (Sep 2008)
- 9) 大登, 大平, 山本, 井奈福, FBテクニカルニュース, No.64, p19-25 (2008)

- 10) 大平, 大登, 山本, 江黒, 豊田, 鶴野, 廣瀬, 田島: 第28回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, pp.1-5 (Mar 2009)
- 11) 大平, 大登, 山本, 井奈福, FBテクニカルニュース, No.65, p19-25 (2009)
- 12) 大登, 大平, 山本, 江黒, 豊田, 鶴野, 廣瀬, 田島: 第29回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, (Mar 2010)
- 13) 大登, 大平, 山本, 井奈福, FBテクニカルニュース, No.66, p36-41 (2011)
- 14) 大登, 大平, 山本, 江黒, 豊田, 鶴野, 廣瀬, 田島: 第30回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, (Feb 2011)
- 15) 大登, 大平, 山本, 井奈福, FBテクニカルニュース, No.67, p29-33 (2011)
- 16) 大登, 大平, 山本, 江黒, 豊田, 鶴野, 廣瀬, 田島: 第31回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, (Feb 2012)
- 17) 小出, 蛭田, 大登, 阿部, FBテクニカルニュース, No.69, p32-38 (2013)
- 18) 大登, 小出, 大平, 阿部, 豊田: 第33回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, (Feb 2014)
- 19) H. Ooto, K. Koide, K. Ohira, H. Toyota et al, Proc. of the '10th European Space Power Conference', (Sep 2014)



# リチウムイオン電池用バッテリーマネジメントシステムの開発

## Development of Battery Management System for Lithium-ion Batteries

箱崎 安洋\*  
Yasuhiro Hakozaiki

坂本 智彦\*  
Tomohiko Sakamoto

### Abstract

For lithium-ion battery, in order to ensure safety, battery management system (BMS) to control voltage, current, and temperature is required. In this paper we will introduce BMS developed. The BMS has multi-stage safety circuit system which operates from information acquired by monitoring state of batteries, and has capability applicable to 3- to 5-series cells battery pack.

### 1. はじめに

リチウムイオン電池は質量エネルギー密度が高い特長を生かして、各種ポータブル機器への適用が拡大してきた。ポータブル機器で使用される場合は、充電と放電を繰り返すサイクルユースと呼ばれる使用方法になる。

一方、最近では一般家庭やオフィス用などの多様なエネルギー管理方法が提案されてきており、かつ、一定の条件下ではリチウムイオン電池の小型化も可能であることから、UPSなどのバックアップユースやHEMS (ホームエネルギー管理システム) などの蓄電システムでの採用が進みつつある。

これらの用途向けリチウムイオン電池としては、酸化物系やオリビン系など多様な電池が提案・商品化されている。しかし、過充電による熱暴走や、低温環境下における充電時のリチウム析出による内部短絡の危険性など、その安全性を確保するためには電圧、電流、温度等の電池からの情報を基に電池システムを制御するBMS (バッテリーマネジメントシステム) が必要になる。

今回、リチウムイオン電池を3直列～15直列した電池パックに適用可能なBMSを開発したので紹介する。

### 2. BMSの構成と保護機能

#### 2.1 構成

今回開発したBMSの構成を図1に示す。

AFE (アナログ・フロント・エンド) は、以下の機能を有している。

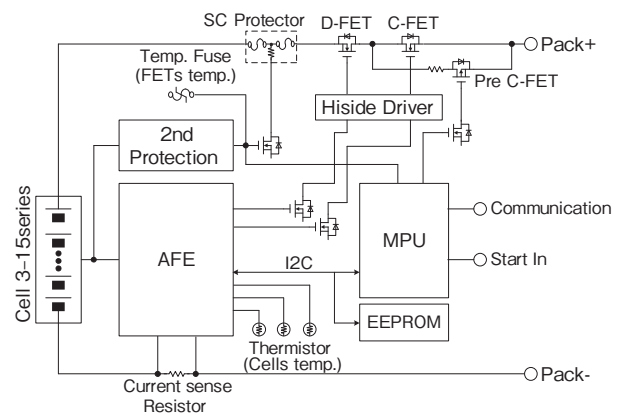


図1 BMS ブロック図  
Fig.1 Block diagram of BMS

- ・ 電圧測定
- ・ 電流測定
- ・ 温度測定
- ・ 充放電FETのON/OFF制御
- ・ 外部通信 (I2C 通信仕様準拠)

AFEは、一定周期毎に各セル電圧、トータル電圧、充放電電流、セル温度の測定を行ない、内蔵されるメモリに格納する。また、過充電保護、過電流

\* 技術開発本部 開発部

保護に関しては、予め書き込まれたパラメータにより充放電FETの制御を直接実施する。

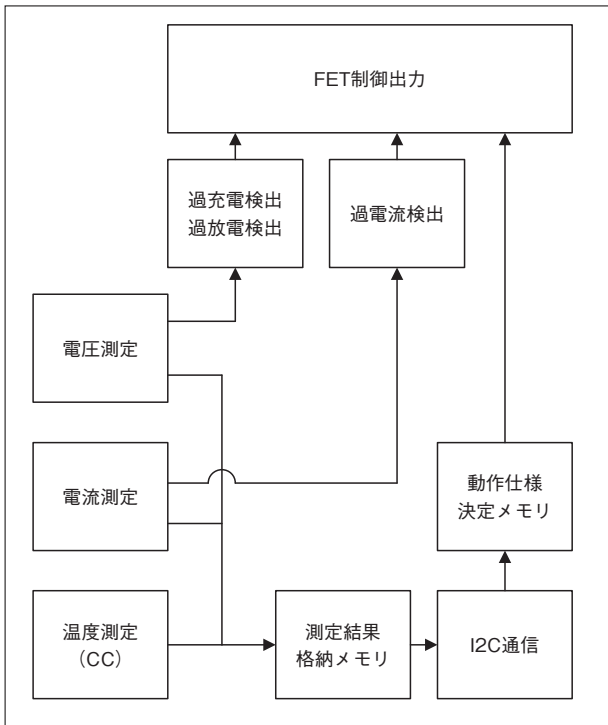


図2 AFEの機能ブロック図  
Fig.2 Functional block diagram of AFE

MPU (マイクロ・プロセッシング・ユニット) は、以下の機能を有している。

- ・ AFEとの通信 (I2C 通信仕様準拠)
- ・ 本体や充電器との通信 (標準はUART 通信仕様準拠)
- ・ EEPROMとの通信 (I2C 通信仕様準拠)

MPUは、一定周期毎にAFEから各測定データを取得し、取得データにより各種処理、および、電池パックの状態を通信により本体 (充電器) へ出力する。また、AFEを通して充放電FETの制御、および、電池パックの動作履歴をEEPROMへ記録する。

この様に、基本動作はAFEとMPUにより実施されるが、各機能が故障した場合、MPUに搭載されるファームウェアがハングアップをした場合、および、充電FETが短絡モードで故障した場合等は、基本動作だけでは制御ができなくなる恐れがある。このような場合を想定して、2nd Protectionは独立

したハードウェアにより構成され、セルが危険な充電状態になる前に安全性を確保する。

本開発では、比較的大電流の充放電を考慮する必要があり、充放電FETにオン抵抗が低いNch型を採用したが、マイナスラインにFETを配置した場合は放電FETがOFFになると外部通信ができなくなる問題が発生する。よって、FETのハイサイドドライバを採用し、Nch型をプラスラインに配置することで問題を解決した。

なお、BMSの消費電流は可能な限り低くする必要がある。本回路は、Start In信号により通常モードと待機モードを切り替えることが可能であり、待機モード時は通常モード時の約1/7まで消費電流を低くすることが可能である。

### 2.2 保護機能

#### (1) 過充電保護

測定電圧値により、三段階の保護動作を行う。

一段階：MPUが判断し、本体(充電器)に対してアラームを送出して充電停止を促す。

二段階：AFEが判断し、充電FETをOFFする。検出電圧値は、MPUからI2C通信経由で動作仕様決定メモリに予め書き込まれる。動作波形を図3に示す。

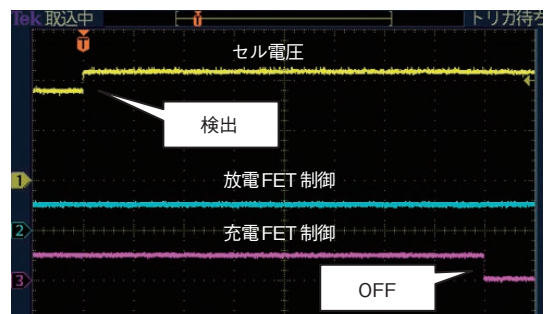


図3 過充電保護動作波形  
Fig.3 Waveform of over voltage protection

三段階：上記の一段階、二段階の保護動作後も電圧が上昇し続けた場合は、2nd Protection回路により、SC

Protector(外部制御により強制溶断が可能なヒューズ)を強制的に溶断させ、充電回路を遮断する。動作波形を図4に示す。

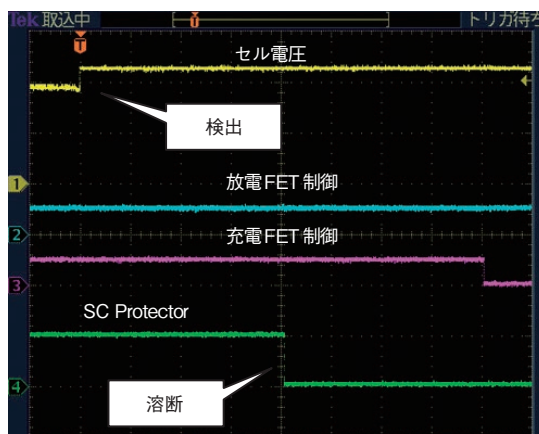


図4 過充電保護動作波形  
Fig.4 Waveform of over voltage protection

(2) 過放電保護

検出電圧値により、二段階の保護動作を行う。  
一段階：MPUが判断し、本体に対してアラームを送出して放電停止を促す。  
二段階：AFEが判断し、放電FETをOFFする。  
検出電圧値は、MPUからI2C通信経由で動作仕様決定メモリに予め書き込まれる。動作波形を図5に示す。

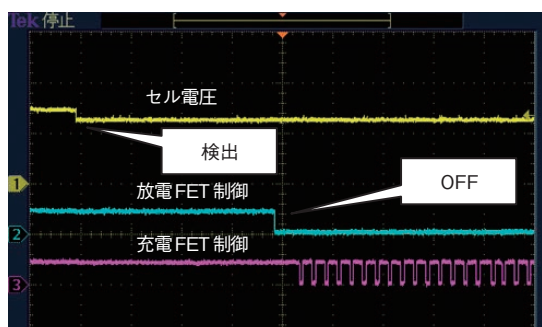


図5 過放電保護動作波形  
Fig.5 Waveform of under voltage protection

(3) 過電流保護

検出電流値と遅延時間の組合せにより、充電側では一段階、放電側では三段階の保護動作を行う。

①充電側過電流保護

一段階：MPUが判断し、充電FETをOFFするようにAFEを制御する。

②放電側過電流保護

一段階：MPUが判断し、放電FETをOFFするようにAFEを制御する。

二段階：AFEが判断し、放電FETをOFFする。検出電流値と遅延時間(数十~数百msecで設定可能)は、MPUからI2C通信経由で動作仕様決定メモリに予め書き込まれる。

三段階：AFEが判断し、放電FETをOFFする。検出電流値と遅延時間(数十~数百μsecで設定可能)は、MPUからI2C通信経由で動作仕様決定メモリに予め書き込まれる。

(4) 温度保護

検出温度値と遅延時間の組合せにより、低温および高温時の保護動作を行う。

①充電時低温保護

MPUが判断し、充電FETをOFFするようにAFEを制御する。

②充電時高温保護

MPUが判断し、充電FETをOFFするようにAFEを制御する。

③放電時高温保護

MPUが判断し、放電FETをOFFするようにAFEを制御する。

(5) その他の保護

①AFE故障

MPUとAFEのI2C通信が一定期間成立しなかった場合、MPUがSC Protectorを強制溶断する。

②FET過熱保護

温度ヒューズが充放電FETと熱カップリングされており、FETが異常発熱し、温度ヒューズが溶断した場合に、ハード的にSC Protectorを強制溶断する。動作波形を図6に示す。

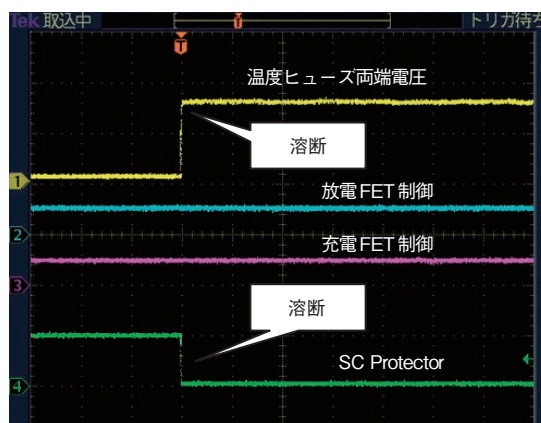


図6 FET 過熱保護波形  
Fig. 6 Waveform of FET overheat protection

### 3. 残容量検出

#### (1) 電流積算

AFEに搭載されている電流検出機能は、クーロン・カウンタ方式が採用されている。

クーロン・カウンタ方式は、電流量を積算する方式で、充電電流量と放電電流量の差を求めることで残容量の計算を実施する。

#### (2) 残容量の補正

電流積算方式は、検出誤差も積算してしまい、充放電が繰り返されると次第に残容量のずれが大きくなるために、そのずれをキャンセルする必要がある。

##### ① 満充電検出による補正

満充電を検出した時に、残容量を満充電容量に補正する。

##### ② 放電時電圧による補正

放電終期の電圧値により、規定の残容量に補正する。

### 4. まとめ

今回開発したリチウムイオン電池用BMSは多重制御を特長としており、電池の状態監視から得られる情報に基づき、多段階の保護回路を働かせることで、電池システムの安全性が確保されることが確認された。また同BMSは、3直列～15直列の電池パックに適用可能であることも確認した。

今後は、今回開発したBMSの考え方をベースに、更なる多直列にも対応可能なBMSの開発を実施したい。



# SBA S 0101 (アイドリングストップ車用鉛蓄電池) 改正

## The Revision of SBA S 0101 Lead Acid Batteries for Vehicles with Stop and Start System

高田 利通\*  
Toshimichi Takada

2012年からSBA S 0101 (アイドリングストップ車用鉛蓄電池) の改正作業を進め、2014年にSBA S 0101:2014が発行されました。その改正の趣旨と概要について以下に解説致します。

### 1. 今回改正の趣旨

アイドリングストップ車の普及に伴い、アイドリングストップ車用鉛蓄電池の種類及び販売量が増加しています。2006年版では、JIS D 5301を参考にアイドリングストップ車の充放電を模擬した寿命試験方法、性能、寸法及び表示について標準化を行ないました。

アイドリングストップ寿命試験は、JIS D 5301に規定されている始動用鉛蓄電池のB24サイズ及びD23サイズの先行試験結果を基に作成されましたが、従来の条件では、今回の改正で新たに追加した形式に対応できません。また、減速回生に必要な“短時間での充電受入性”の重要性が増したため、それを評価する新たな試験が必要になりました。

今回の改正では、アイドリングストップ寿命試験の放電深度を一定にして、新たに追加した形式にも対応した試験条件とすること、及び短時間での充電受入性を評価できる試験方法を標準化することを目的とし、併せて国際規格であるIEC 60095-1や欧州規格のEN 50342-1との将来的な整合を見据えて、5時間率容量から20時間率容量に変更するなど、規格全般についても見直しを行いました。

### 2. 改正の概要

#### 2.1 適用範囲

この規格の適用範囲は、JIS D 0101を引用することによって、適用となる車両を明確に規定しました。また、アイドリングストップ車用制御弁式鉛蓄電池は、改正検討時に販売されていましたが、ごく少量であったため、流通量が増えた段階で再度標準化すべきか否かを議論することとし、今回は適用範囲外としました。

#### 2.2 細別符号及び許容差の表し方

JIS Z 8301:2011に準じました。

#### 2.3 アイドリングストップの英訳

2006年版で使用していた“Idling stop”を“Stop and start”に変更しました。

#### 2.4 まえがき

JIS Z 8301を参考に記載しました。

#### 2.5 引用規格

新たにJIS D 0101、JIS D 5301、SBA S 0405の規格を引用しました。

#### 2.6 用語及び定義

20時間率電流、充電受入性<sup>2</sup>などを追加しました。2006年版に記載されていた複振幅は一般的な用語であり、同様の試験を規定しているJIS D 5301にも記載されていないため、今回削除しました。

#### 2.7 種類

新たにK、M、S、Tを加えて計6種類の外形区分を規定しました。

2006年版では、端子の区分について記号T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>を用いていましたが、簡略化のため記号での表記を取りやめました。

\* 自動車生産統括部 技術部

### 2.8 出荷条件

密度の温度換算式は、本文の試験条件に記載しました。

### 2.9 試験順序

充電受入性2は、試験前の充放電の影響を受けるため、最初に行うこととしました。また、JIS D 5301と同様に、容量試験及びコールドクランキング電流試験は、規定する性能に達しない場合、合計3回まで繰り返してよいこととしました。

### 2.10 検査

2006年版の検査項目に、充電受入性2を追加しました。

### 2.11 表示

アイドリングストップ車用鉛蓄電池を表す表示の一例に英文を追加しました。

### 2.12 製品廃棄時の処置

製品廃棄時の環境保全を目的として、廃棄時の処置方法を掲載しました。

### 2.13 種類、性能及び始動用鉛蓄電池との外形区分対比

附属書Aに、アイドリングストップ車用鉛蓄電池の種類及び一般的な性能の一覧表、並びに始動用鉛蓄電池とアイドリングストップ車用鉛蓄電池との外形区分対比表を記載しました。また、20時間率容量から近似的に5時間率容量を換算するための係数を記載しました。

## 3. 懸案事項

### 3.1 充電受入性1

充電受入性2の追加と同時に充電受入性1の廃止を検討しました。充電受入性1と充電受入性2の試験結果との間に相関性が確認できれば廃止が可能であると考えましたが、現時点で明確な相関は確認できませんでした。試験目的も異なるため、充電受入性1の廃止は行わないこととしました。

### 3.2 アイドリングストップ寿命

アイドリングストップ寿命の規格化を検討しましたが、今回の改正で規定した条件は放電深度が深くなり、2006年版とは試験条件が異なります。従って、現時点では規定が困難であり、2006年版と同様に30,000回を参考値としました。また、一定サイクル又は一定時間ごとに充電状態を回復させることを目的として回復充電を追加するか議論しましたが、アイドリングストップ車両の蓄電池制御は様々であり、最も一般的な充放電として、アイドリングストップ(放電)→エンジン再始動(放電)→走行(充電)を繰り返す2006年版を踏襲し、回復充電を追加しませんでした。市場回収電池の解析を通じて蓄電池の使われ方を明確にし、回復充電等の最適な試験条件を検討することが、今後の課題となります。

### 3.3 その他の試験の追加検討

現在販売されているアイドリングストップ車用鉛蓄電池は車両特性に応じた設計がなされており、始動用鉛蓄電池に比べて繰返し充放電に対する耐久性及び再始動に必要な出力特性に優れる傾向があります。これらの特性を確保するためになされた設計によって、過放電、及び耐振動性で規定した条件とは異なる振動に対する信頼性の低下が懸念され、一定の信頼性確保が必要であることから、試験方法を標準化する必要があるという意見が出ました。

次回改正時は、これらの懸案事項を審議する予定です。

# 安全データシート (SDS) について

## Safety Data Sheet

浅井 実篤\*  
Saneatsu Asai

### 1. 「MSDS」から「SDS」へ改定の概要

2012年に「GHSに基づく化学品の危険有害性情報の伝達方法ーラベル，作業場内の表示及び安全データシート (SDS)」(JIS Z7253:2012)が制定されました。これまでの「化学物質等安全データシート (MSDS)」(JIS Z7250:2000)と「GHSに基づく化学物質等の表示」(JIS Z7251:2010)がJIS Z7253に統合され、JIS Z7250とJIS Z7251は、平成24年3月に廃止となりました。

MSDSもSDSに変更になっています。

### 2. 安全データシート(SDS)(JIS Z 7253:2012)の概要

2012年のJIS Z7253:2012の制定に伴い、「GHSに基づく化学品の危険有害性情報の伝達」すなわち、危険有害性クラス及び危険有害性区分に基づいて作成又は実施するラベル、作業場内の表示及びSDSのそれぞれについて、項目・記載内容及び全体構成、並びにそれらによる情報伝達の方法が明確に規定化されました。

### 3. GHSに基づく危険有害性情報の伝達

GHSとは、「Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals」の略称で、国際連合経済社会理事会で合意された「化学品の分類および表示に関する世界調和システム」です。このGHSは、化学品の危険有害性を一定の基準に従って分類し、絵表示などを用いて分かりやすく表示し、その結果を表示ラベルやSDS (Safety Data Sheet:安全データシート)に反映させ、災害防止

及び人の健康や環境の保護に役立てようとするものです。そのシンボルマークは、9種類に分類されています。

シンボルマークとその表す意味を次に示します。

| GHS シンボルマーク  | シンボルマークの表す意味                                      |
|--|---|
|    | 熱や火花にさらされると爆発するもの。火薬類・自己反応性化学品・有機過酸化化物。           |
|   | 引火性の液体・可燃性の固体・自然発火性の液体など、空気や熱、火花で発火するようなもの。       |
|  | 酸化性の液体・ガス・固体などの他の物質の燃焼を促すもの。                      |
|  | ガスが圧縮または液化されて充填されているもの。熱したりすると膨張して爆発する可能性があるもの。   |
|  | 急性の毒性があるもの。飲んだり、触ったり、吸い込んだりすると死に至る場合があるもの。        |
|  | 金属腐食性、皮膚腐食性があるもの。接触した金属や皮膚に損傷を与えるもの。              |
|  | 短期間もしくは長期間、飲んだり、触れたり、吸ったりした場合健康障害を引き起こす場合があるもの。   |
|  | 水性環境に有害性があるもの。環境に放出すると、水性生物やその生態系に悪影響を及ぼす場合があるもの。 |
|  | 急性毒性、皮膚刺激性、眼刺激性、皮膚感作性、気道刺激性、麻酔性などの健康有害性があるもの。     |

(注) 危険有害性の種類、区分の詳細はGHS文書を参照のこと。

\* 経営戦略企画室 環境推進部

# 技術解説

## 安全データシート (SDS) について

### 4. SDS の記載項目

JIS Z 7252 に従って分類した結果、危険有害性クラス及び危険有害性区分に該当する場合には、SDS を作成し、情報伝達を行わなければなりません。SDS には、化学品について、次の 16 項目の情報を記載します。

#### 《 SDS に記載する項目 》

- 1 化学品及び会社情報
- 2 危険有害性の要約
- 3 組成及び成分情報
- 4 応急措置
- 5 火災時の措置
- 6 漏出時の措置
- 7 取扱い及び保管上の注意
- 8 ばく露防止及び保護措置
- 9 物理的及び化学的性質
- 10 安定性及び反応性
- 11 有害性情報
- 12 環境影響情報
- 13 廃棄上の注意
- 14 輸送上の注意
- 15 適用法令
- 16 その他の情報

### 5. SDS の提供義務を課している法令

日本では、以下の法令で SDS の提供義務を課しています。

2000 年：労働安全衛生法 (MSDS 提供義務) 施行

2001 年：化学物質排出把握管理促進法 (PRTR 法)

(MSDS 提供義務) 施行

毒物劇物取締法 (MSDS 提供義務) 施行

日本のみならず、米国・欧州・カナダ・オーストラリア・韓国などでも、SDS 制度が法制化されています。

### 6. SDS の活用について

国内では前述の法令で SDS を提供しなければならない化学物質などが規定されており、その化学物質を使う全ての労働者、救急対応者、運送関係者、廃棄物処理関係者などに、危険有害性などの情報を提供することが重要です。取り扱う作業者への説明はもとより、取り扱う作業場への配布、掲示又は事故や緊急時対応の訓練などにより、広く情報を共有化できるように活用していただきたいです。

### 7. 当社からの情報提供について

当社では、ホームページ上に主要化学物質の SDS を公開しております。

例外的に以下の製品には SDS やラベルを提供しなくてもよい事になっていますが、蓄電池などの製品としての安全データシートにつきましては、お取引先様からの要求に応じて SDS を発行しております。

| 除外事項            | 除外の製品例   |
|-----------------|--|
| 含有率が少ないもの       | 対象化学物質の含有量が 1% 未満の製品。(PRTR 法における特定第一種指定化学物質は 0.1% 未満のもの) |
| 密封された状態で使用される製品 | 電池やコンデンサーなど  |
| 一般消費者用の製品       | 殺虫剤、防虫剤、家庭用洗剤など  |
| 固形物             | 管、板、組立製品など<br>(注) 通常では固体以外の状態とならず、かつ粉状又は粒状にならない製品        |
| 再生資源            | 空き缶や金属くずなど   |



## 車載式移動電源の展示会出展

### Vehicle-loaded Mobile Power Supply was Exhibited at the Expo

開発中の「車載式移動電源」を、第1回関西スマートコミュニティEXPO (2013年10月開催) および第5回国際二次電池展 (2014年2月開催) に参考出展しました。主な仕様を右表に、展示会出展の様子を下図にそれぞれ示します。車載式移動電源の実演を行う中にご来場された皆様から色々なお話をいただきました。

また、2013年12月には日光市役所様ご協力の下、本庁舎にて実機による実演を行いました。被災による停電時を想定し、バッテリーのエネルギーから作られた電気を使って、実際にお湯を沸かしたり、電気ストーブで暖を取ったり、テレビを映したり、という内容でした。多くの皆様にご参加され、“いざというときのための電気”を実感していただきました。そして、実演中には災害時対応をご担当される方のユーザー視点で貴重なご意見を伺うことができました。

今後も展示会出展や実演活動などを行っていきますので、実機による実演をご希望される場合はぜひお声掛けください。

#### 車載式移動電源の仕様

| システム (最小構成) |                               |
|-------------|-------------------------------|
| 電源容量        | 5kW                           |
| 蓄電池容量       | 21kWh                         |
| 蓄電池パッケージ    |                               |
| 蓄電池         | 12V 50Ah/10HR 35個             |
| 寸法          | W1,850mm×D1,500mm×H1,850mm    |
| 質量          | 約1,400kg                      |
| 電源パッケージ     |                               |
| 出力容量        | 5kW (AC200V) / 2.5kW (AC100V) |
| 相数          | 1φ3W (AC200V) / 1φ2W (AC100V) |
| 定格周波数       | 50Hz/60Hz                     |
| 定格入力電圧      | AC202V                        |
| 定格出力電圧      | AC200V/AC100V                 |
| 寸法          | W850mm×D1,100mm×H1,850mm      |
| 質量          | 約400kg                        |

※仕様は、予告なく変更する場合があります。



車載式移動電源の外観

(産業機器営業統括部 営業技術部 長嶋 茂)

## ホンダ オデッセイ アブソルートが Q-85 液式 UltraBattery を搭載

HONDA ODYSSEY ABSOLUTE Powered by the Q-85 Flooded-type UltraBattery

当社が開発したQ-85液式UltraBatteryが、新型上級ミニバン「ホンダ オデッセイ アブソルート」に搭載されています。オデッセイ アブソルートは、本田技研工業株式会社が2013年11月に発売したアイドリングストップシステムを備えた省燃費車です。

新製品のQ-85液式UltraBatteryは、負極表面にキャパシタ層を設けることにより、充電受け入れ性能を向上させ、充電不足になりやすいアイドリングストップ環境下におけるサルフェーションを抑制しています。また、正極活物質として高密度活物質を採用し、更に正極格子には高耐食性合金「C-21合金」を用いることにより、正極の耐久性を向上させ、活物質の軟化・脱落や格子のグロースを抑制しています。高い充放電耐久性能と優れた充電受け入れ性能を兼ね備えたQ-85液式UltraBatteryは、オデッセイ アブソルートのCO<sub>2</sub>排出量の削減や燃費改善に貢献しています。

今後も、当社は環境対応車に適した蓄電池の開発・販売を通して環境と調和したくるま社会の実現に貢献してまいります。

表1 Q-85液式UltraBatteryの仕様

|      |        |        |
|------|--------|--------|
| 型式   | Q-85   |        |
| 公称電圧 | 12 V   |        |
| 質量   | 約17 kg |        |
| 寸法   | 総高さ    | 225 mm |
|      | 箱高さ    | 200 mm |
|      | 長さ     | 230 mm |
|      | 幅      | 171 mm |



図1 Q-85液式UltraBatteryの外観



図2 ホンダ オデッセイ アブソルートの外観

(経営戦略企画室 UB事業化部 荻野由涼)

## スズキ株式会社様に K-42 R 型鉛蓄電池を納入

### Delivery of K-42 R Lead Acid Battery for SUZUKI MOTOR CORPORATION

このたび、スズキ株式会社様の軽自動車 ハスラーに当社の K-42 R 型鉛蓄電池をご採用いただきました。

昨今市場では、アイドリングストップ車の更なる燃費向上のため、蓄電池に対して、減速回生を効率的に行うための短時間での充電受入性の向上、及び部分充電状態 (Partial State Of Charge) での使用における寿命の向上が求められています。そこで、この2つの要求を満たす電池の開発を行いました。

#### 【主な特長】

##### ●回生充電受入性が従来品の2倍に向上

短時間で充電を受け入れるためには活物質の反応を素早く行なう必要があります。そのため活物質添加剤の最適化及び極板構成枚数などの最適化を行いました。その結果、従来品の2倍の電流を受け入れることが可能になりました。

##### ●PSOC寿命が従来品の2.5倍に向上

アイドリングストップ車は充電制御を行うため、バッテリーはPSOCで使用されます。さらに信号待ちなどでエンジンが停止するとオルタネータからの発電も行われないので、電装品の負荷はバッテリーから消費されます。その結果、バッテリーは深い放電状態になり、活物質の劣化が促進されます。そこで、開発した電池では、活物質の耐久性向上のために、添加剤の最適化及び活物質密度の最適化を行いました。更に、充電制御を行うと充電不足になるため、サルフェーションが発生し易くなります。このサルフェーションを抑制するために活物質添加剤及び電解液添加剤の最適化を行いました。その結果、PSOC寿命は従来品の2.5倍向上することができました。

##### ●内部抵抗の低減

エンジン始動時はバッテリーから大電流が流れます。更にアイドリングストップ車は信号待ちなどでエンジン停止・始動を頻繁に行うので、高い大電流放電特性が求められます。そこで極板デザインの最適化などを行い、従来品よりも内部抵抗が25%低減し、大電流放電特性が向上しました。



図1 電池外観写真

表1 比較表

| 形式          |         | K-42 R | 従来品 |
|-------------|---------|--------|-----|
| 寸法          | 長さ (mm) | 185    | 185 |
|             | 幅 (mm)  | 125    | 125 |
|             | 高さ (mm) | 200    | 200 |
| 公称電圧 (V)    |         | 12     | 12  |
| 内部抵抗 (%)    |         | 75     | 100 |
| 質量 (kg)     |         | 9.6    | 9.1 |
| 5時間率容量 (Ah) |         | 28     | 28  |
| 充電受入性 (%)   |         | 200    | 100 |
| PSOC寿命 (%)  |         | 250    | 100 |

(自動車生産統括部 技術部 高田 利通)



### 海外事業展開

## フルカワ・インドモービル・バッテリー・マニュファクチャリングの設立

### Global Business Development

### The Establishment of PT. Furukawa Indomobil Battery Manufacturing

#### インドネシアについて

インドネシア共和国（通称インドネシア）、人口2億4千万人を擁し、経済発展が目覚ましく、首都ジャカルタでは、街中を走っている車は新しく、多くの建設中の建物が見られ、人々の生活はとても活き活きしています。過去の日本と重ね合わせると、インドネシアの成長に期待が持てます。

#### 会社設立まで

2013年1月からプロジェクトの検討が始まり、同年12月インドネシアの大手財閥であるサリムグループのインドモービル社とフルカワ・インドモービル・バッテリー・マニュファクチャリング（PT. Furukawa Indomobil Battery Manufacturing）を設立致しました。今回、非常に短期間で合弁合意に至りましたが、その背景としては“インドネシアの成長が非常に期待できる”と言う共通意識に基づく新規ビジネス構築の事業方向性がこのパートナーと合致した事が最大の理由です。社会と環境に貢献し、インドネシアの人々の心豊かな生活の実現のため、価値ある商品とブランドを提供することを念頭に、事業を進めていきます。

（参考：フルカワ・インドモービル・バッテリー・セールスも同時期に設立しています。）



2013年11月 調印式

#### どのような工場か

工場は、ジャカルタの東部約65kmに位置するクタブキットインダ工業団地にあり、自動車用鉛蓄電池を製造する最新鋭の設備を導入し、社会環境に配慮した構造設計を目指しています。工場が現在建設中ではありますが、2014年には建屋が完成し、2015年から本格稼働を予定しています。

#### 将来について

当社は長期ビジョン“ダイナミックイノベーション2020”を推進している中、海外戦略の最も重要な位置づけにインドネシア拠点があります。ここでは、2017年に売上高100億円規模の事業を展開し、第2の主要海外工場として確立していきます。

また、数年後には、FBブランドがインドネシアの人々から愛され、ここ当地でトップバリュになるよう大きな期待を胸に秘め、グループ社員一同力を合わせ、一歩ずつ、着実に前進してまいります。



9月撮影

（海外戦略本部長 太田 信一郎）



## MD 1500 形電源監視装置の紹介

### Introduction of MD 1500 Type Power Monitoring Device

この度、MD 1500 形電源監視装置を製品化致しました。本器は、従来の MD 1000 形電源監視装置の後継機種にあたり、DP 形制御装置の上位機種に位置付けられます。

また、従来品と比較して次に示す特長を持ちます。

#### 【特長】

##### ●タッチパネルの採用

タッチパネルの採用によって、直感的に分かりやすく、操作が簡単になりました。

また、入力装置と表示装置が一体化され、装置全体が小型化されました。

更に、6.2インチTFTカラーワイド液晶パネルの採用によって、とても見やすい表示になっています。(図1参照)

##### ●蓄電池計測機能

BCW (蓄電池センサユニット：オプション) を接続することにより、蓄電池のセル電圧、温度及び内部抵抗の測定が可能です。

また、最大計測セル数は128で、従来の2倍のセルが計測可能になりました。

##### ●部品交換アナウンス機能

電源装置を構成する部品に各々推奨交換年数を設定し、これを超過した部品がある場合には、アナウンスする機能を設けています。

また、部品保守情報として、推奨交換時期までの残りの年月を一覧表で表示します。(図2参照)



図1 液晶タッチパネル

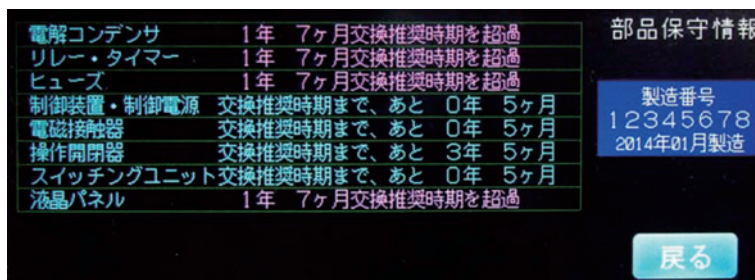


図2 部品保守情報

(産業機器生産統括部 電源生産部)

## 北陸新幹線 E7 系・W7 系にアルカリ蓄電池を納入

### Delivery of Alkaline Batteries to the Hokuriku Shinkansen of JR East E7 Series and JR West W7 Series

当社はメンテナンス性を向上させた鉄道車両用アルカリ蓄電池「MT シリーズ」を発売し、多くのお客様にご採用いただけてきました。

このたび、西日本旅客鉄道株式会社様との共同開発により「WAB100-9」(9M100) を完成させ(共同にて特許を取得)、東日本旅客鉄道株式会社様の E7 系・西日本旅客鉄道株式会社様の W7 系に、ご採用いただき、納入しました。

今回ご採用いただいた蓄電池は、新幹線用として、現行ラインナップにはない、新しい MT シリーズとなります。

この新製品は、右記の特長があります。

#### 主な特長

##### ●長い補水間隔

新開発極板を採用し鉄道車両への最適設定により、使用時の水分消費を大幅に抑制したため、長期にわたり補水が不要です。

##### ●電源変動対応

鉄道車両特有の電源変動によく対応し、充電状態を維持します。

##### ●点検保守が容易

金属部が露出しない構造に加え、扱う端子数が少ないため、点検が安全かつ容易です。

##### ●清掃が容易

液口栓の段差が少なく清掃が容易です。

##### ●液替えが不要

電解液が劣化せず、面倒な液替えが不要です。

##### ●高性能・高信頼

高性能極板の使用により、高率放電性能や低温放電性能に優れ、高耐久性です。



(産業機器生産統括部アルカリ電池部 岩淵剛志)

## 産業用 UltraBattery UB-50-12 の紹介

### Introduction of the Stationary UltraBattery “UB-50-12”

#### はじめに

非対称キャパシタと鉛蓄電池のハイブリッド型鉛蓄電池“UltraBattery”シリーズに、小容量モノブロックタイプ UB-50-12 を追加しましたので、その概要について紹介します。

#### 主な用途

BCP (事業継続計画 : Business Continuity Plan) 対策の非常用電源、車載式移動電源、太陽光発電システム、およびピークカット・ピークシフト対応蓄電システムなど、幅広いサイクル用途に適用できます。

#### 主な特長

##### ○優れた充電受け入れ性

非対称キャパシタを鉛蓄電池内に組み込み導電性を高めることで、従来の鉛蓄電池では不得意であった大電流 (最大  $0.5C_{10}A$ ) での充電を可能としました。

##### ○回復充電回数の削減

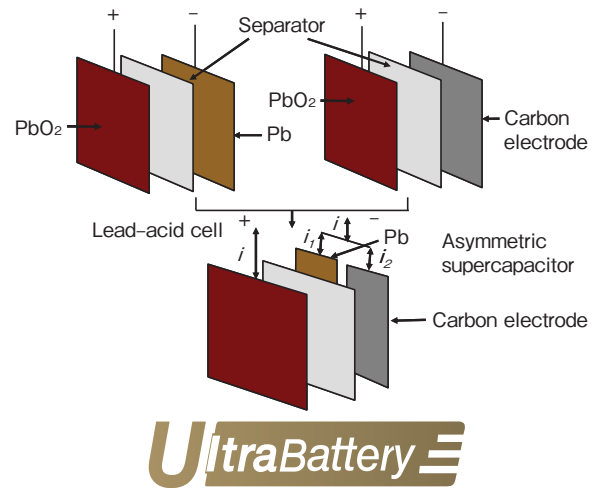
システム運用しても電池電圧のばらつきが生じにくいために、回復充電の回数を従来比の  $1/4$  まで削減できます。蓄電システムのエネルギー効率の向上が期待できます。

##### ○優れた PSOC サイクル特性

(3,000 サイクル以上\*)

PSOC (部分充電状態 : Partial State of Charge) の厳しい条件下においても、鉛蓄電池の寿命の原因の一つであるサルフェーション (硫酸鉛の粗大化) が生じにくいために、従来品よりも優れた寿命特性を示します。

※当社推奨条件による



UltraBattery の構成

#### UB-50-12 の仕様

| 型式     | [ - ]     | UB-50-12              |
|--------|-----------|-----------------------|
| 定格容量   | [Ah/10HR] | 50                    |
| 公称電圧   | [V]       | 12.0                  |
| 質量     | [kg]      | 22.0                  |
| 寸法     | [mm]      | H 220 × W 128 × L 363 |
| 最大放電電流 | [A]       | 50 ( $1.0C_{10}A$ )   |
| 最大充電電流 | [A]       | 25 ( $0.5C_{10}A$ )   |



UB-50-12 外観

(産業機器生産統括部 産業機器技術部)

## 自動車用高性能ランク品のリニューアル — Premium シリーズ —

### Renewal of the Highly Efficient Rank Article for Cars — Premium Series —

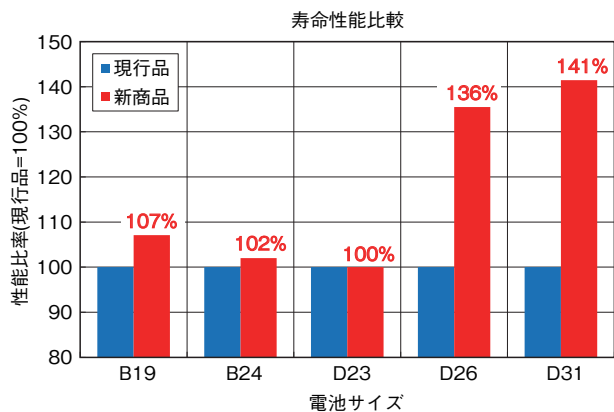
当社製高容量品は2008年7月より市場投入されていますが、近年の車両の高性能化に伴い、搭載される鉛蓄電池に対しても更なる高容量化が必要となり、現行品の改善を実施してきました。このたび、性能ランクアップを実現させることが出来ましたので、Premiumシリーズとしてリニューアル発売いたします。

#### 1. 新商品名

Premiumシリーズ (5機種10タイプ)

#### 2. 発売日

2014年10月



・現行品と同仕様となっているD23サイズ以外で102～140%の寿命性能向上が確認された。

社内寿命試験結果

要項表 (5機種10タイプのラインナップ)

| 型式        | 電圧 (V) | 容量 (Ah) | 外形寸法 (約mm) |     |     |     | 液入り質量 (約kg) | アクセサリ                     |
|-----------|--------|---------|------------|-----|-----|-----|-------------|---------------------------|
|           |        |         | 総高         | 箱高  | 幅   | 長さ  |             |                           |
| 55B19R/L  | 12     | 36      | 227        | 200 | 125 | 185 | 9.7         | 取っ手<br>インジケータ<br>端子保護キャップ |
| 75B24R/L  |        | 46      | 227        | 200 | 125 | 236 | 13.0        |                           |
| 100D23R/L |        | 58      | 225        | 200 | 169 | 230 | 16.1        |                           |
| 125D26R/L |        | 68      | 225        | 200 | 170 | 257 | 19.7        |                           |
| 145D31R/L |        | 78      | 225        | 200 | 171 | 304 | 23.7        |                           |

#### 3. 販路

カーショップ

#### 4. 新商品の特徴

- 補償期間内無補水補償
- 高温耐久性に優れたC-21特殊合金採用
- 特殊二重蓋構造によるハンドリング時の高難漏性
- 当社最高級性能ランク
- 補償期間後は補水して使用できる構造

#### 5. 補償期間延長

- 36ヶ月8万km ⇒ 36ヶ月10万km



(自動車生産統括部 技術部)



# マグネシウム空気電池「Mgbox<sup>®</sup> (マグボックス)」

## Magnesium Air Battery “Mgbox<sup>®</sup>”

### 1. はじめに

災害時の最も重要な問題の一つに、携帯機器の電池切れがあります。東日本大震災の被災地に立地する企業である当社は、震災時に得た「何が本当に必要だったのか？」の経験を生かし、避難所などに設置して、簡単に多数の携帯機器へ電力を供給できる電源を凸版印刷株式会社様と開発してきました。

非常用 Mg 空気電池『マグボックス』は、大容量かつ長期間保存可能で、水をいれるだけで、多くの携帯機器に電力を供給および充電することが可能です。



### 2. 製品の特長

- 水や海水を入れるだけで発電
- スマートフォンなど USB 機器の充電に最適
- 大容量でスマートフォンを最大30回充電できる
- USB タイプの出力端子を2個装備
- 世界初の紙製容器でできたマグネシウム空気電池
- 紙でできているので、使用後の廃棄が容易
- 環境に配慮して発電時に二酸化炭素や騒音を発生しない
- 新開発のリセットスイッチにより確実なオンオフ動作が可能 (特許出願中)
- 安価な空気還元触媒を用いたレアメタルを使わない電池

### 3. 発売予定日

2014年12月中旬発売予定

販売先：主に都道府県や市町村など地方自治体向けに販売予定

#### 電池仕様

|       |                         |
|-------|-------------------------|
| 発電時間  | 最大5日間                   |
| 最大電気量 | 300 Wh                  |
| 寸法    | 233×226×226mm           |
| 質量    | 約1.6kg(注水前) 約3.6kg(注水後) |

#### USB仕様

|      |         |
|------|---------|
| 出力電圧 | DC 5.0V |
| 最大電流 | 1.2A    |



関西二次電池展における状況と配布されたリーフレットの表題



(企画部)

## FPX シリーズに新機種追加 (FPX 1288)

The New Additional Model of FPX Series “FPX 1288”

小形制御弁式鉛蓄電池はその利便性から通信機器、コンピュータおよび防犯システム機器などのバックアップ用電源に広く使用されています。

今回、ミニUPS搭載を目的とした新機種FPX 1288形蓄電池 (8.8 Ah/20 HR) を開発したので、その概要について紹介します。

### 高容量化を実現するための最適設計

FPX 1275 (7.5 Ah サイズ) と同寸法で、電池の高容量化を実現するため、

- ・専用の電槽・蓋部品を新調し、最適化
- ・極板群枚数構成の最適化
- ・活物質量及び液量の最適化

を図り高率放電特性を向上させ、高率放電試験 (試験電流 24 A) で13分以上を確保し、従来のFPXシリーズと同等の期待寿命を実現しました。

### エネルギー密度 (20 HR)

質量効率 37.1 Wh/kg (約 15% 増)

容積効率 114.5 Wh/L (約 17% 増)

※ ( ) 数値はFPX 1275 に対しての増加比

### 用途例

- ・UPS用や各種制御機器等のバックアップ電源

### 今後

- ・本年度、ミニUPS搭載のため量産始動



FPX 1288 形蓄電池

FPX 1288 要項表

| 形式            | 公称電圧 (V) | 定格容量 (Ah/20 HR) | 外形寸法 (約 mm) |        |        |         | 質量 (約 g) | 端子形状 | 電槽の難燃性   |
|---------------|----------|-----------------|-------------|--------|--------|---------|----------|------|----------|
|               |          |                 | 総高          | 箱高さ    | 幅      | 長さ      |          |      |          |
| FPX 1288      | 12       | 8.8             | 102         | 94 ± 2 | 65 ± 1 | 151 ± 1 | 2850     | F2   | UL94 V-0 |
| FPX 1275 (参考) | 12       | 7.5             | 102         | 94 ± 2 | 65 ± 1 | 151 ± 1 | 2800     | F1   | UL94 V-0 |

(端子形状) ・ファストン端子

F1 : 187 シリーズ

F2 : 250 シリーズ

(産業機器生産統括部 産業機器技術部)

## 可搬形特殊信号発光機 MF-84 R (シガープラグ) の紹介

### Introduction of Portable LED Flashing Light

2014年9月に軌陸車専用可搬形特殊信号発光機「MF-84R (シガープラグ)」を発売しましたので、ご紹介します。

#### 【特長】

- 超高輝度のLEDを使用しているため、昼間でも遠方から視認できます。
- 軌陸車への取付は本体底の永久磁石で行うため、ワンタッチで装着できます。
- シガープラグにスイッチが付いているため、手で本体装置の入切ができます。
- 防水性を有し、降雨環境下でも長時間使用が可能です。
- 12Vまたは24Vバッテリー搭載車で使用可能です。

#### 【外観写真】



#### 【実施例】



#### 【主な仕様】

|         |                     |
|---------|---------------------|
| 発光体種類   | 超高輝度LED(赤)          |
| 点滅回数    | 約650回/分             |
| 視認可能距離  | 昼間800m以上            |
| 入力電圧範囲  | DC10~35V            |
| 消費電力    | 約2~2.5W             |
| 発光部本体寸法 | H220mm×W110mm×D91mm |
| 重量      | 約1.8Kg              |

ニカド電池を内蔵したMF-84Dタイプ(充電器付)もラインアップ。

(産業機器生産統括部アルカリ電池部 深沢正利)



## ～テクニカルニュースの歩み～

テクニカルニュースは、今回の発刊で70号となります。  
そこで、これまでのテクニカルニュースがどのように編集されてきたかを  
振り返ってみました。(表1も参照)

### 1. 発行頻度

- 1～39号:1982年4月1日～1991年10月21日  
3ヶ月に1回、年に4回の頻度で発行していた。  
(1982年は4月創刊なので3回)
- 40～53号:1992年1月1日～1998年7月  
半年に1回、年2回の頻度で発行していた。
- 54号:1999年1月  
1年に1回発行となった。
- 55、56号:2000年1月、11月  
会社創立50周年記念特集号を発行した関係上、  
再び年2回発行となった。  
ちなみに、56号は99P、最長のテクニカル  
ニュースである。また、この号から、目次も米  
国人による英文の寄稿があった関係からか、日  
本語、英語の2ヶ国語表記になった。
- 57号～:2001年12月～  
年1回に戻り、年末(11月～翌年1月)に発行す  
るようになった。発行年月日の表記は年・月ま  
で、日はなくなった。

### 2. 内容構成

記念すべき第1号は、専務による発刊のことばの  
他、新製品コーナー・技術解説コーナー・お知らせ  
コーナーで成り立っていた。報文がないころは、新  
製品コーナーや、技術開発コーナーで研究開発の成  
果を掲載していた。

報文が最初に登場したのは29号である(宇宙用  
ニッケル・カドミウム蓄電池のあゆみ その2)。  
ちなみに宇宙用ニッケル・カドミウム蓄電池のあゆ  
み その1は技術解説コーナーに掲載されていた。

表2に、これまでご寄稿いただいた社外のご執筆  
者についてまとめてみた。41号より、計16本の論  
文をテクニカルニュースにご寄稿いただいた。

過去には、販売店紹介コーナーや海外情報コー  
ナー、新車情報(搭載している電池の種類を表にし  
たもの)コーナーが掲載されていた。ちなみに、紙  
の色も43号までは水色だった19～21号を除き、  
全て若緑色だったが、44号は灰色、45号からは今  
と同じ白となった。45号から55号は最終ページにメ  
モ書きするページが1～2ページ設けられた。(54号  
除く)

### 3. 発行元

30号までは、東京・目黒区東山にあった東山ビ  
ルから発行し、31号からは現在と同じ横浜市保土ヶ  
谷区星川SFビルから発行した。発行部署も1～26  
号は営業企画、27～33号は経営企画、34～44号は  
広報室、45～55号は再び営業企画、56号からは今  
と同じテクニカル編集委員会になった。56～61号  
は志賀委員長、62～65号は渡壁委員長、66号から  
は小野委員長が担当した。

### 4. 表紙の変遷

- 1～28号  
表紙から本文が始まっていた。
- 29～43号  
表紙は目次と、断層に似た幾何学模様となっ  
た。裏表紙も、それまでは本文が書かれていた  
が、FBマークのみとなった。
- 44～55号  
地球を思わせる幾何学模様となり、裏表紙も  
FBマークだけでなく、英語でFURUKAWA  
BATTERY と付け加えられ、今とほとんどか  
わらなくなった。
- 56～61号  
幾何学模様を背景に、当社の製品や実験データ



の写真が用いられた。裏表紙には、HPアドレスが付け加えられた。

● 62～69号

幾何学模様のみとなった。

環境問題を意識してか、56号から100%再生紙を利用し、61号からインクに大豆油を使用、そして64号から森林資源を保護しながら作った紙に、揮発性有機化合物を含まない植物性インキを使って有害な廃液を排出しない水無し印刷を行ったという表示がついた。



1号の表紙と裏



19号の表紙と裏



29号の表紙と裏



44号の表紙と裏



56号の表紙と裏



62号の表紙と裏

## 5. こんなこともあった

## ～テクニカルニュースで見る歴史

- ▶自動車用蓄電池の宣伝映画紹介。(4号)  
→写真1参照
- ▶夢の核融合炉にわが社の電池が採用された。  
第8号科学衛星「てんま」に電池を搭載。当社のキャラクター「FBボーイ」が商標登録。(5号)  
→写真2参照
- ▶富士電機が実験中の太陽光利用海水淡水化装置に専用蓄電池を納入。(6号)
- ▶四国愛媛の西条太陽光試験発電所に蓄電池を納入。産業用蓄電池宣伝映画紹介。→写真3参照(8号)
- ▶第9号科学衛星「おおぞら」に電池を搭載。戸塚～舞岡間昭和60年開業に合わせて走行する横浜市営地下鉄新型車両2000形に電池を納入。(9号)
- ▶北京の地下鉄関係者が技術研修に来た。ソーラ街路灯を横浜本社工場に設置。(10号)
- ▶中国へバッテリープラント輸出。インドネシアへ技術援助開始。(11号)
- ▶ハレー彗星探査機「さきがけ」に電池を搭載。(13号)
- ▶ハレー彗星探査機「すいせい」に電池を搭載。(15号)
- ▶原子力発電所用電源装置の耐震実験実施。(16号)
- ▶いわき、今市の開発センター完成。いわき石炭化石館に太陽エネルギーを利用した噴水設置。  
→写真4参照 今市事業所前に栃木県初のソーラ街灯設置。→写真5参照(17号)
- ▶針貝工場完成。(18号)
- ▶アマチュア無線衛星「ふじ」と磁気フライホール宇宙実験装置に電池を搭載。いわきアルカリ電池工場完成。(19号)
- ▶台湾の企業に技術供与。沖縄の、太陽電池で動くゴーカートにわが社の電池が採用された。  
→写真6参照(21号)
- ▶FBのマークが変更となった。(22号)
- ▶88さいたま博覧会のリニアモーターカーの電池が当社に決定。(23号)
- ▶岡山県に倉敷配送センター完成。(25号)
- ▶福島県で開始した、ポケベルサービス用無線局に電源を納入。(27号)
- ▶横浜博覧会にて、当社の製品が多く使われた。(29号)→写真7参照
- ▶1991年開業予定のミニ地下鉄大江戸線車輛用の電源を納入。(35号)
- ▶タイサイアム製電池、日本へ輸出開始。91年春完成予定の朝日生命多摩本社ビルに電源装置を納入。(36号)
- ▶東北電力が青森・竜飛崎に建設した、日本最初の複数の風力発電機を一ヶ所に集中させた施設「ウィンドパーク」へ電源を納入した。空港用牽引車(トローリングトラクター)電動化の共同開発に日産・空港グランドサービスと共に参加。→写真8参照(37号)
- ▶太陽観測衛星「ようこう」打ち上げ(39号)
- ▶人工オーロラ実験が成功、ソーラーカーラリーが能登で開催される。(42号)
- ▶燃料電池と太陽電池を組み合わせた電源システムを持つ集合住宅に蓄電池を納入(43号)
- ▶第30回東京モーターショーで電気自動車用電池を出展。(44号)
- ▶ソーラーカーラリーが秋田の大潟村で開催される。PL法(製造物責任法)とその対策を紹介。(46号)
- ▶世界初、電気自動車の省エネレースが秋田県大潟村で開催。(47号)
- ▶秋田のソーラーカーラリーで、当社製品が1・2・3位を独占。(48号)
- ▶ニッケル水素電池の新工場が完成。(49号)
- ▶日本で初開催の国際電気自動車シンポジウムで、初めて50台以上の最新型電気自動車が展示される。→写真9参照(50号)
- ▶日本蓄電池工業会と日本乾電池工業会が統合し、電池工業会が発足。(51号)
- ▶ハイブリット車の解説が登場。(53号)
- ▶タイで新工場が完成し、操業を開始。(54号)
- ▶当社の電池を搭載したH-2Aロケットが成功。電気自動車の省エネレース、7年目で走行距離



が1.65倍に伸びる。硫酸が、毒物及び劇物取締法改正により、販売者が取り扱いに関する情報を消費者に提供するようになった。(57号)

- ▶火星探査機「のぞみ」に電池を搭載。(58号)
- ▶リチウム電池を搭載した小惑星探査機「はやぶさ」が打ち上げ成功。(59号)
- ▶「はやぶさ」が小惑星「イトカワ」に到達する。横須賀市猿島のエコトイレと横浜本郷台駅前アーケード商店街に太陽光発電システムを納入。(61号)

- ▶中国広州の地下鉄車両用に蓄電池を納入。(62号)
- ▶ウルトラバッテリーの特許を米国イーストペン社へ供与。(64号)
- ▶「はやぶさ」帰還成功。金星探査機「あかつき」と宇宙ヨット「イカロス」打ち上げ成功。福島工業高等専門学校へ技術者を派遣。(66号)
- ▶マグネシウム空気電池で動く3輪自動車でいわき-仙台間を走った。(69号)

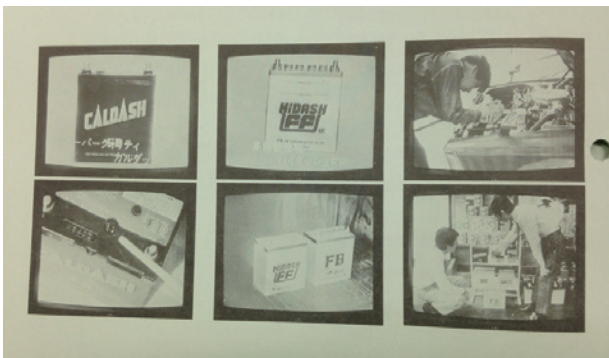


写真1 自動車電池の宣伝映画

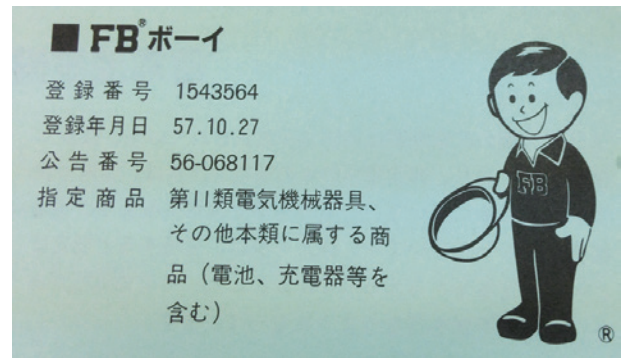


写真2 FBボーイ



写真3 産業用自動車電池の宣伝映画



写真4 いわき石炭化石館の太陽光噴水



写真5 今市事業所の太陽灯

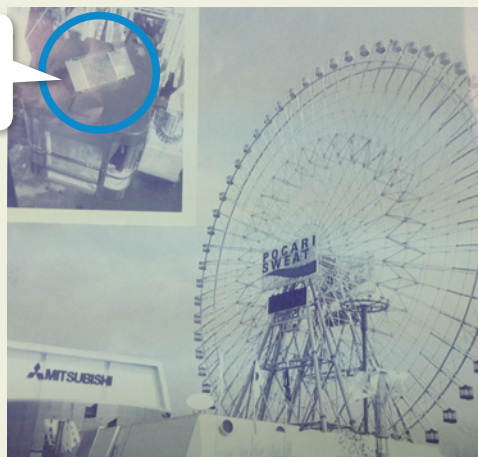


写真6 沖縄のソーラーカート



リニアモーターカーの蓄電池

当社の  
太陽光発電  
システム



大観覧車のゴンドラの独立電源



カプセルカーの  
座席の下には  
FBマーク付き

バスと一人乗りカプセルカーの蓄電池



人が乗る  
カプセルに  
FBマーク付き

太平洋横断気球の電源システム

写真7 1989年に横浜で開催された博覧会で当社の電池を使用した乗り物



写真8 空港用牽引車



写真9 当社の電池を搭載した電気自動車  
東北電力の「WAVE」



## 6. こんな技術を開発してきました。

### ～主なものを紹介(続報は省略)

- ▶ ガス漏れ火災警報設備用無停電電源装置、フォークリフト用蓄電池液量センサー (1号)
- ▶ 充電監視装置付整流器、フォークリフト用蓄電池一括補水装置 (2号)
- ▶ 陰極吸収式シール型据置鉛蓄電池の大容量化 (5号)
- ▶ 太陽光発電システム用鉛蓄電池 (6号)
- ▶ 蓄電池個数を自由に選べるブロック形のポケット式アルカリ蓄電池 (7号)
- ▶ ガス漏れ警報設備用直流電源装置 (8号)
- ▶ 鉄道車両用蓄電池の監視装置を製品化、日本初の銅陰極格子を用いたフォークリフト用高出力大容量蓄電池の商品化 (16号)
- ▶ 小型軽量化した鉄道車両用焼結式アルカリ蓄電池実用化 (17号)
- ▶ 新しい塩素貯蔵法を利用した電力貯蔵用の亜鉛—塩化物電池 (18号)
- ▶ 据置鉛蓄電池の電槽をエポナイトから合成樹脂へ変更 (20号)
- ▶ 太陽電池を利用した蓄電池の自己放電防止充電器 (23号)
- ▶ 船舶用鉛蓄電池充電状態監視器 (29号)
- ▶ ニッケルカドミウム蓄電池の劣化判定、電解液攪拌装置付太陽光発電用鉛蓄電池 (30号)
- ▶ 科学衛星用Ni-cd電池の寿命評価試験 (33号)
- ▶ 集配車用蓄電池 (LYDEN) の開発 (34号)
- ▶ 自動車用密閉式メンテナンスフリーバッテリーの開発 (35号)
- ▶ 鉄ニッケル電池を東北電力所有の電気自動車で実験中 (37号)
- ▶ 据置蓄電池の容量計算ソフトの開発 (38号)
- ▶ タクシー用電池の開発 (39号)
- ▶ 連続鋳造法による基板の軽量化 (40号)
- ▶ 太陽光発電システムを自宅に設置して電気が自給できないか検証、大容量ニッケル水素電池の開発 (42号)
- ▶ 航空機用ニッケルカドミウム電池の開発 (45号)
- ▶ 電気自動車用ニッケル水素電池の開発 (47号)
- ▶ 携帯電話用高性能ニッケル水素蓄電池の開発 (49号)
- ▶ 電気自動車用シール形鉛蓄電池の開発 (50号)
- ▶ 単4形ニッケル水素電池の開発 (51号)
- ▶ 単3形ニッケル水素電池の開発、ニッケル水素電池搭載の配電工事用高所作業車の開発 (53号)
- ▶ 宇宙開発用ニッケル水素電池の開発 (54号)
- ▶ 鉛電池端子のレーザー溶接とそのシュミレーション技術、エレベーター電力アシスト用電源装置の開発、衛星用リチウムイオン電池の開発 (56号)
- ▶ アイドリングストップ車用鉛蓄電池の充電状態や劣化状態を判定する装置の開発、サイクルユース用制御弁式鉛蓄電池の長寿命化、鉄道車両用アルカリ蓄電池の減液改善、鉛蓄電池負極へのカーボン添加効果 (57号)
- ▶ 蓄電池診断装置の開発、リチウムイオンポリマーゲル電池の開発 (58号)
- ▶ C-21合金を用いたゴールドシリーズの開発、テスター機能内蔵自動車用電池エフガードの開発、電気二重層キャパシタとの組み合わせによる鉛蓄電池の性能改善、鉄道車両用バッテリー状態監視システムの開発 (59号)
- ▶ コンピューターによる鉛蓄電池用格子の最適設計、ハイブリット軽自動車用制御弁式鉛蓄電池の開発、サイクルユース用制御弁式鉛蓄電池の開発 (60号)
- ▶ サイクルユース用超長寿命電池の開発、UPS用モノブロック電池の開発、鉄道車両用蓄電池状態監視システムの実用化、監視制御装置付直流電源装置発売 (61号)
- ▶ ウルトラバッテリーの開発、アイドリングストップ車用鉛蓄電池の開発 (62号)
- ▶ タクシー用カルシウムタイプ鉛蓄電池の開発、ノイズ対応型蓄電池診断装置の開発、水性ペーパースト式リン酸鉄系リチウムイオン電池の研究 (63号)
- ▶ 短距離走行集配車用鉛蓄電池の開発、長寿命制

制御弁式鉛蓄電池の開発と風力併設蓄電システムへの適用(65号)

- ▶スマートグリッド用ウルトラバッテリーの開発、アイドリングストップ車用制御弁式鉛蓄電池の開発、リチウムイオン電池用シリサイド・

ナノ・ハイブリッド負極の開発(66号)

- ▶マイクロハイブリッド車用ウルトラバッテリーの開発(67号)
- ▶制御弁式マイクロハイブリッド車用ウルトラバッテリーの開発(68号)

表1 テクニカルニュースの構成

| 号数 | 発効年月日      | 総P数  | 合計掲載件数 | 社長(役員)挨拶 | 寄稿文(総説、巻頭言) | 報文  | トピックス(出来事) | お知らせ | 新商品(製品)紹介 | 海外便り(海外情報コーナー) | 技術解説 | 新車(搭載電池)情報コーナー | 販売店紹介 | メモ | その他         |
|----|------------|------|--------|----------|-------------|-----|------------|------|-----------|----------------|------|----------------|-------|----|-------------|
| 1  | 1982.4.1   | 16   | 10     | (専務)1    |             |     |            | 1    | 6         |                | 2    |                |       |    |             |
| 2  | 1982.7.1   | 12   | 8      |          |             |     | 1          |      | 5         |                | 2    |                |       |    |             |
| 3  | 1982.10.1  | 12   | 9      |          |             |     | 1          | 4    | 2         |                | 2    |                |       |    |             |
| 4  | 1983.1.1   | 14   | 11     | 1        |             |     | 1          | 4    | 4         |                | 1    |                |       |    |             |
| 5  | 1983.4.1   | 12   | 9      |          |             |     | 2          | 3    | 3         |                | 1    |                |       |    |             |
| 6  | 1983.7.1   | 12   | 8      |          |             |     | 1          | 1    | 4         |                | 2    |                |       |    |             |
| 7  | 1983.10.1  | 12   | 10     |          |             |     | 1          | 3    | 5         |                | 1    |                |       |    |             |
| 8  | 1984.1.1   | 12   | 13     | (専務)1    |             |     | 2          | 3    | 4         |                | 2    | 1              |       |    |             |
| 9  | 1984.4.1   | 12   | 13     |          |             |     | 4          | 3    | 3         |                | 2    | 1              |       |    |             |
| 10 | 1984.7.1   | 12   | 13     |          |             |     | 3          | 4    | 4         |                | 2    |                |       |    |             |
| 11 | 1984.10.1  | 10   | 11     |          |             |     | 3          | 3    | 2         |                | 3    |                |       |    |             |
| 12 | 1985.1.1   | 12   | 9      | (常務)1    |             |     |            | 1    | 4         |                | 2    | 1              |       |    |             |
| 13 | 1985.4.1   | 10   | 9      |          |             |     | 3          | 2    | 3         |                | 1    |                |       |    |             |
| 14 | 1985.7.1   | 10   | 8      |          |             |     | 1          | 1    | 4         |                | 2    |                |       |    |             |
| 15 | 1985.10.1  | 10   | 9      |          |             |     | 2          | 2    | 4         |                | 1    |                |       |    |             |
| 16 | 1986.1.1   | 14   | 8      | (常務)1    |             |     | 1          |      | 3         |                | 2    | 1              |       |    |             |
| 17 | 1986.5.1   | 12   | 9      |          |             |     | 2          | 5    | 1         |                | 1    |                |       |    |             |
| 18 | 1986.8.1   | 12   | 8      |          |             |     | 1          | 4    | 1         |                | 2    |                |       |    |             |
| 19 | 1986.10.1  | 8    | 6      |          |             |     | 2          | 2    | 1         |                | 1    |                |       |    |             |
| 20 | 1987.1.1   | 12   | 9      | (取締役)1   |             |     | 1          | 1    | 3         |                | 3    |                |       |    |             |
| 21 | 1987.4.1   | 10   | 7      |          |             |     | 3          |      | 1         |                | 2    | 1              |       |    |             |
| 22 | 1987.7.1   | 10   | 10     |          |             |     | 1          | 5    | 2         |                | 2    |                |       |    |             |
| 23 | 1987.10.1  | 12   | 9      |          |             |     | 1          | 2    | 3         |                | 2    |                | 1     |    |             |
| 24 | 1988.1.1   | 12   | 8      | 1        |             |     | 1          | 1    | 2         |                | 2    |                | 1     |    |             |
| 25 | 1988.4.1   | 12   | 10     |          |             |     | 1          | 3    | 1         | 1              | 3    |                | 1     |    |             |
| 26 | 1988.7.1   | 12   | 9      |          |             |     | 1          | 2    | 2         | 1              | 1    | 1              | 1     |    |             |
| 27 | 1988.10.1  | 16   | 8      |          |             |     | 1          |      | 4         | 1              | 1    |                | 1     |    |             |
| 28 | 1989.1.1   | 20   | 12     | (専務)1    |             |     |            | 1    | 3         | 1              | 5    |                | 1     |    |             |
| 29 | 1989.4.1   | 19   | 6      |          |             | 1   | 1          | 1    | 1         | 1              | 1    |                |       |    |             |
| 30 | 1989.7.1   | 19   | 9      |          |             | 3   | 2          | 1    | 3         |                |      |                |       |    |             |
| 31 | 1989.10.1  | 22   | 9      | 1        |             | 4   | 2          | 1    | 1         |                |      |                |       |    |             |
| 32 | 1990.1.1   | 25   | 9      | (常務)1    |             | 5   | 1          |      |           | 1              | 1    |                |       |    |             |
| 33 | 1990.4.1   | 22   | 6      |          |             | 4   |            |      | 1         | 1              |      |                |       |    |             |
| 34 | 1990.7.1   | 13   | 6      |          |             | 3   | 1          |      | 1         | 1              |      |                |       |    |             |
| 35 | 1990.10.1  | 18   | 7      |          |             | 4   | 1          |      | 1         | 1              |      |                |       |    |             |
| 36 | 1991.1.1   | 14   | 7      | 1        |             | 2   | 2          | 1    |           | 1              |      |                |       |    |             |
| 37 | 1991.4.1   | 13   | 7      |          |             | 1   | 5          | 1    |           |                |      |                |       |    |             |
| 38 | 1991.7.1   | 9    | 5      |          |             | 1   | 2          |      | 1         | 1              |      |                |       |    |             |
| 39 | 1991.10.21 | 14   | 9      |          |             | 1   | 3          |      | 2         |                | 3    |                |       |    |             |
| 40 | 1992.1.1   | 20   | 10     | (常務)1    |             | 3   | 3          | 2    |           | 1              |      |                |       |    |             |
| 41 | 1992.7.1   | 26   | 8      |          |             | 4   |            | 3    | 1         |                |      |                |       |    |             |
| 42 | 1993.1.1   | 38   | 11     | (副社長)1   |             | 4   | 2          | 1    | 1         | 1              | 1    |                |       |    |             |
| 43 | 1993.7.1   | 22   | 8      |          |             | 2   | 2          | 1    |           | 1              | 2    |                |       |    |             |
| 44 | 1994.1.1   | 38   | 12     | 1        |             | 3   | 2          |      | 2         | 1              | 3    |                |       |    |             |
| 45 | 1994.7.1   | 29   | 10     |          |             | 3   | 1          | 1    |           | 1              | 3    |                |       | 1  |             |
| 46 | 1995.1.30  | 35   | 11     | (専務)1    |             | 4   | 1          | 1    | 1         |                | 2    |                |       | 1  |             |
| 47 | 1995.7.1   | 23   | 9      |          |             | 3   | 1          | 1    | 1         | 2              |      |                |       | 1  |             |
| 48 | 1996.2.10  | 25   | 11     | 1        |             | 1   | 4          | 1    | 1         | 1              | 2    |                |       |    |             |
| 49 | 1996.8.1   | 32   | 13     |          |             | 2   | 3          | 1    | 4         |                | 2    |                |       | 1  |             |
| 50 | 1997.1.1   | 25   | 10     | 1        |             | 3   | 3          |      |           |                | 2    |                |       | 1  |             |
| 51 | 1997.8.1   | 33   | 13     |          |             | 2   | 3          | 1    | 4         |                | 2    |                |       | 1  |             |
| 52 | 1998.1.1   | 25   | 10     | 1        |             | 2   | 3          |      | 2         |                | 1    |                |       | 1  |             |
| 53 | 1998.7.10  | 25   | 10     |          |             | 2   | 4          | 1    | 1         |                | 1    |                |       | 1  |             |
| 54 | 1999.1.1   | 25   | 9      | 1        |             | 1   |            | 3    | 2         |                | 2    |                |       |    |             |
| 55 | 2000.1.1   | 29   | 12     | 1        |             | 3   | 1          | 2    |           |                | 4    |                |       | 1  |             |
| 56 | 2000.11.1  | 99   | 18     | 1        | 2           | 9   |            |      | 4         | 1              |      |                |       |    | 古河電池の歴史(年表) |
| 57 | 2001.12    | 54   | 20     |          | 1           | 6   | 4          | 3    | 6         |                |      |                |       |    |             |
| 58 | 2002.11    | 69   | 21     |          | 1           | 8   | 5          |      | 6         |                | 1    |                |       |    |             |
| 59 | 2003.11    | 86   | 25     |          | 1           | 9   | 7          |      | 7         |                | 1    |                |       |    |             |
| 60 | 2004.12    | 63   | 21     | 1        |             | 6   | 6          |      | 4         |                | 3    |                |       |    | 総目次(50~59号) |
| 61 | 2005.12    | 61   | 19     | 1        |             | 9   | 5          |      | 3         |                | 1    |                |       |    |             |
| 62 | 2006.12    | 49   | 20     |          | 1           | 5   | 7          |      | 4         |                | 3    |                |       |    |             |
| 63 | 2007.11    | 60   | 18     |          | 1           | 7   | 5          |      | 4         |                | 1    |                |       |    |             |
| 64 | 2008.11    | 64   | 16     |          | 2           | 6   | 4          |      | 4         |                |      |                |       |    |             |
| 65 | 2009.11    | 57   | 16     |          | 1           | 6   | 4          |      | 2         |                | 3    |                |       |    |             |
| 66 | 2011.1     | 60   | 18     | 1        | 1           | 7   | 4          |      | 3         |                | 2    |                |       |    |             |
| 67 | 2011.12    | 41   | 11     |          | 1           | 4   | 1          |      | 2         |                | 3    |                |       |    |             |
| 68 | 2012.12    | 38   | 12     | 1        |             | 5   | 3          |      | 2         |                | 1    |                |       |    |             |
| 69 | 2013.12    | 42   | 9      |          | 1           | 4   | 2          |      | 1         |                | 1    |                |       |    |             |
| 合計 |            | 1821 | 754    | 25       | 13          | 162 | 151        | 88   | 167       | 20             | 105  | 6              | 6     | 9  | 2           |

※寄稿文は、55号以前にも報文に含まれている。41号、42号、44号に1件ずつ。

表2 テクニカルニュースにご寄稿いただいた社外の方々

| 号数 | 名前            | 肩書き (掲載当時)  | 寄稿文   |
|----|---------------|---|---|
| 41 | 永野泰男          | 信州大学名誉教授  | 電力系統における蓄電池の有効利用                                |
| 42 | 松木健三          | 山形大学工学部教授   | エネルギーと電池  |
| 44 | 清水敏久          | 東京都立大学工学部電気工学科助教授                                 | パワーエレクトロニクスと電池                                  |
| 56 | DAVID O.FEDER | 博士、Electrochemical Energy Storage Systems Inc. 社長 | 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(英文)                 |
|    | 清水敏久          | 東京都立大学工学部電気工学科助教授                                 | 太陽電池発電システムの発電動作点制御回路                            |
| 57 | 増子昇           | 東京大学名誉教授、千葉大学教授                                   | エネルギーと動力  |
| 58 | 齋藤武雄          | 東北大学大学院工学研究科教授                                    | 次世代自動車の姿  |
| 59 | 大塚正久          | 芝浦工業大学工学部教授                                       | 鉛蓄電池正極格子の腐食とグロース                                |
| 62 | 小浦延幸          | 東京理科大学理工学部工業化学科教授                                 | 常温型溶融塩(室温イオン液体)を電解液に用いる二次電池の開発<br>(2名の執筆者による共著) |
|    | 宇井幸一          | 岩手大学大学院工学研究科<br>フロンティア材料機能工学専攻助教授                 |   |
| 63 | 金村聖志          | 首都大学東京大学院都市環境科学研究科教授                              | 高性能リチウム電池の展開                                    |
| 64 | 仁科辰夫          | 山形大学大学院理工学研究科教授                                   | 電気化学エネルギー変換・貯蔵デバイスの未来                           |
|    |               |   | 高速充電リチウムイオン二次電池の開発                              |
| 65 | 安野拓也          | いわき明星大学科学技術学部<br>システムデザイン工学科教授                    | Ba添加Pb-Ca-Sn合金の微細組織                             |
| 66 | 佐藤祐一          | 神奈川大学工学研究所客員教授、<br>蘇州大学客座教授                       | リチウムイオン電池の高性能化：固溶体正極材料について                      |
| 67 | 曾根理嗣          | 宇宙航空研究開発機構准教授                                     | 「はやぶさ」探査におけるリチウムイオン二次電池の果たした役割                  |
| 69 | Lan Trieu Lam | 博士 (UltraBatteryの発明者)                             | UltraBattery その開発と協力関係、そして性能について                |



# 古河電池株式会社

<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.045-336-5034 |
| 東京事務所 | 〒141-0021 | 東京都品川区上大崎4-5-37 (本多電機ビル3F)   | TEL.03-3492-2971 |
| 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  | 〒980-0803 | 仙台市青葉区国分町3-6-1 (仙台パークビル8F)   | TEL.022-224-1231 |
| 北陸支店  | 〒921-8171 | 金沢市富樫2-2-12 (STビル2F)         | TEL.076-281-6651 |
| 中部支店  | 〒461-0005 | 名古屋市東区東桜1-14-25 (テレビアビル)     | TEL.052-973-0791 |
| 関西支店  | 〒530-0004 | 大阪市北区堂島浜2-1-29 (古河大阪ビル)      | TEL.06-6344-0017 |
| 中国支店  | 〒730-0051 | 広島市中区大手町2-11-2 (グランドビル大手町8F) | TEL.082-240-8001 |
| 四国支店  | 〒760-0023 | 高松市寿町1丁目1-12 (パシフィックシティ高松5F) | TEL.087-811-5980 |
| 九州支店  | 〒810-0004 | 福岡市中央区渡辺通1-1-1 (サンセルコビル7F)   | TEL.092-762-8050 |

## 事業所・工場

|             |           |                      |                  |
|-------------|-----------|----------------------|------------------|
| 今市事業所       | 〒321-2336 | 栃木県日光市荊沢字上原597       | TEL.0288-22-3111 |
| いわき事業所      | 〒972-8312 | 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 | 栃木県日光市針貝字茅場1066-22   | TEL.0288-26-8061 |
| 技術開発本部(いわき) | 〒972-8312 | 福島県いわき市常磐下船尾町杭出作23-6 | TEL.0246-44-6881 |
| 技術開発本部(今市)  | 〒321-2336 | 栃木県日光市荊沢字上原597       | TEL.0288-21-3179 |

***FB* FURUKAWA BATTERY**

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