ISSN 1345-8426







FBテクニカルニュース No.61号

 2005年(平成17年)12月発行

 発行所古河電池株式会社 横浜市保土ヶ谷区星川2-4-1

 編集

 FBテクニカルニュース編集委員会

 編集委員長志賀章二

 編集委員佐藤秀一、塩井佳行、冨田行雄、 水野隆司、三柳弘、米本俊郎

非売品 (無断転載を禁じます)

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

FB 77=711=2-7

目 次

卷頭言

あたりまえの会社を目指して	1
---------------	---

報文

宇宙用リチウムイオン電池の低温保管の検討ク	入保田 昌明、	山本 真裕、	江黒 高志	2
サイクルユース用超長寿命(4000 サイクル)電池の	開発			
野口 博正、菊地 大介、	吉田 英明、	高野 秀夫、	萬ヶ原 徹	7
蓄電池診断装置「BCW」の運用実績	長嶋 茂	を、高橋 清、	籔本 俊昭	. 13
鉛蓄電池極板格子耳部の破断メカニズムの解明		•••••	.桜井 俊明	. 18
インテリジェント監視制御装置付直流電源装置 MD :	シリーズ発売			
		唄代 正弘	4、三柳 弘	. 25
UPS 用モノブロック電池(新 FVH 形)の開発	町田 一幸、	若尾 将士、	佐藤 亮太	. 28
鉄道車両用蓄電池状態監視システムの実用化	長	〔谷川 和則、	深沢 正利	. 33
鉄道車両用新 MT 形の実車評価 鈴木 孝光、	小野 秀伸、	岩淵 剛志、	鈴木 喜輝	. 37
白色古田屋池の皮は田とというた約海本				
目動単用電池の美使用における美態調査	竹島 修平、	小浦方 智檍	村、白井隆	. 43

技術解説

蓄電池標準化の現状と動向につい	ζ	冨田	行雄	49
	<			• •

トピックス

携帯型太陽光発電システム	52
横浜市へ防災対応型太陽光発電システムを納入	53
横須賀市猿島公園へ独立型太陽光発電システムを納入	54
中国青島亞通達鐵路設備有限公司に鉄道車両用アルカリ蓄電池製造技術を供与	55
リチウムイオン電池搭載「はやぶさ」小惑星到着!!	56

新商品紹介

二輪用 FTZ10S 形制御弁式電池の紹介	57
無瞬断デュアルプロセッシング方式常時商用給電形 UPSALT-X シリーズ	58

製品紹介

高性能ニッケル水素電池の新ラインア	ップ6	1
-------------------	-----	----------

FB Technical News

Contents

Opening Remarks	Katsuhiko Utsumi1
Technical Papers	
Investigation of Low Temperature Storage of Li Ion Cells for Space	Applications
	, Masahiro Yamamoto, Takashi Eguro2
Development of Ultra Long-life (4000cycles) VRLA Battery for Development	eep Cycle-Use
	ida, Hideo Takano, Tohru Mangahara7
Field-Monitoring Results of "BCW" for VRLA Battery in Stationar	ry Applications
	iyoshi Takahashi, Toshiaki Yabumoto13
Study on Fracture Mechanism of Grid Tab Structure in Lead-Acid I	Battery for Trucks Toshiaki Sakurai
Development and Launch of MD Series, DC Power Supply Plant In	corporating Advanced Monitoring
and Control Unit of Battery Condition Watcher Ma	sahiro Utashiro, Hiroshi Mitsuyanagi25
Development of VRLA Monoblock Battery (New FVH Series) for	UPS Usage
Kazuyuki Ma	chida, Masashi Wakao, Ryouta Satou28
Practical Development of Train's Battery Monitoring System	
Kazu	nori Hasegawa, Masatoshi Fukasawa33
Evaluation of New MT-battery Series for Train Application	
Takamitsu Suzuki, Hidenobu O	no, Takashi Iwabuchi, Yoshiki Suzuki37
Investigation of Life of Automotive Batteries in After Market	
Shuuhei Takeshin	na, Tomoki Kourakata, Takashi Shirai43
Technological Analysis Standardization of Rechargeable Batteries and Trend	
Topics	
Mobile-Type Photovoltaic Power Supply System	
Delivery of Disaster Prevention Type Photo Voltaic Power Supply S	ystem to City of Yokohama53
Delivery of Independent Type Photo Voltaic Power Supply System	to Island of Sarujima Park54
Technical Support Contract Agreed with Chinese to Manufacture A	lkaline Battery
for Advanced Railroad System	
Space Craft "HAYABUSA" Equipped with World's First Li-Ion Bat	ttery Now Arrived
at the Asteroid "ITOKAWA"	
New Desiderate	
New Products	57
The New Tree Duel Processing UPS Engling Perellel Connection	
OP Commercial Processing OPS Enabling Parallel Connection	59
Or commercial rower suppry ALI-A series	
Products	
New Products Line-up of Nickel-Metal Hydride Batteries	
- •	

あたりまえの会社を目指して



社長 内海 勝彦

この度、FB テクニカルニュース 2005 年号を刊行 するにあたり、平素より弊社の製品を御愛顧戴いて いるユーザーの皆様、そしてこのテクニカルニュー スを通じてバッテリーの技術動向に常に関心をお寄 せ戴いている読者の皆様に、この6月から現今井会 長より経営をバトンタッチされました新任社長とし て、御挨拶、並びに所信を述べさせて戴きます。

私は社長就任時の挨拶の中で、経営者の使命は「会 社の継続的発展」と「株主、従業員をはじめとする ステークホルダーに対する利益の還元」であるとい う事を申しました。そしてこれらを実現していくた めには健全な理念と高邁なビジョンを常に標榜し、 その目的に向けて正々堂々と進んでいく事が肝要で あり、そのプロセスと結果を内外共にディスクロー ズしていかなければならないと思っております。

またその一方で「会社の継続的発展」を支え利益 を生み出していく源泉はたゆまぬ「技術革新」を進 めていく事が重要であると認識しております。従い まして、「経営」と「技術革新」は切っても切れな い表裏一体の関係であります。創立50有余年の弊 社の歴史も常にイノベーションの連続で発展して参 りました。この間、蓄積された技術・技能を将来に 如何に繋げ、次の時代の研究開発にどう寄与させて いくかが、今、重要課題であると思っております。

そこで、弊社がメーカーである以上、技術力・研 究開発力を礎に更に発展していくためには次の2つ の事柄に留意していきたいと考えております。

まず、1つ目は「人材の育成」であります。正に「企 業は人なり」と言いますが、とりわけ「イノベーシ ョン」は人智に依るところ大であります。弊社には 過去に事業撤退等の構造改革を経て来たため、社員 の年齢構成にギャップを生じており、そのために派 遣社員の起用等を余儀なくされ、技術・技能の継承 に支障が出る恐れがあります。こうした事態を極力 避けるためにも全社員が技術者、研究者の立場で物 事を考える習慣をいつもつけていける様な環境作り も必要であると考えております。

2つ目は「競争力のある物作りの技術」でありま す。競争力には様々な要素がありますが、弊社にと ってはまず「品質」を第一に考えております。勿論 コストも大切ですが、顧客にとっても今や品質がブ ランドであり、製品の品質が会社の質を問われる様 になりつつあります。安定的な品質維持には顧客、 マーケットの情報を常に物作りに反映させる姿勢と 仕組みが欠かせません。お客様に満足戴く品質作り には、実際に物作りに携わっている人達の魂が必須 です。その中から品質向上への知恵と工夫が湧き起 こり、更には技術革新に繋がっていく事と確信して おります。弊社には規模よりも収益力のある事業を 一つでも多く育てていきたいと考えております。小 さくても光る事業の実現に向け、愚直に地道に徹底 的にイノベーションを進めて参りたいと思います。

これからも技術革新の努力を通し、1つでも2つ でも業界の発展と社会に貢献できる存在感のある会 社を目指して参りますので、引き続き御指導御鞭撻 の程、宜しくお願い申し上げます。

1

宇宙用リチウムイオン電池の低温保管の検討

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

久保田 昌明*山本 真裕* 辺 Masaaki Kubota Masahiro Yamamoto Ta

江黒 高志* Takashi Eguro

Abstract

Lithium ion battery(LIB) has begun to be adopted as practical space batteries due to their energy density and reliability. In case of the planetary exploration application, LIB starts to work so only after arriving a planet that its degradation has to be kept as small as possible during the transfer orbit period of time.

Therefore, varied storage performance of LIB was examined for 1 year at low temperature from -10° C to -75° C, at which electrolyte began to freeze. Major findings are as follows;

- 1) No fall of OCV was observed
- 2) No capacity loss was observed
- 3) There was no influence on DOD cycle performance
- 4) No damaging clue of battery constitution elements was observed even in electrolyte freezing.

It is strongly suggested that low temperature storage is an effective measure to the safekeeping of LIB in space applications.

1. はじめに

1.1 宇宙用リチウムイオン電池について

リチウムイオン電池は高いエネルギー密度を有 し、かつセル電圧が高いことから、バッテリーの軽 量化を図ることができるだけでなく、より少ないセ ル数によりバッテリーシステムの信頼性を高めるこ ともできる。これらの理由から、リチウムイオン電 池が宇宙用バッテリーとして採用され始めている。

我々は、2003年5月に打ち上げられた宇宙航空 研究開発機構(JAXA)殿の小惑星探査用工学実験 探査機『はやぶさ』に世界初の大容量リチウムイオ ン電池(13.2Ah)を搭載し、現在も順調に運用さ れている¹⁾²⁾。

惑星探査機用バッテリーの運用方法の一つに、バ ッテリーは惑星への長期間(例えば1~3年)にわ たるトランスファー軌道中は使用されず、到達した 惑星において、様々な用途(周回衛星、惑星探査な ど)に使用されることがある。

* 技術開発部 第4グループ

しかしながら、一般にリチウムイオン電池は長期 間開路で保管すると、充放電特性の劣化が生じる。

それゆえ、この長期間にわたるトランスファー軌 道の間、リチウムイオン電池の特性劣化をできるだ け抑制できる保管技術の確立が必要とされている。

我々が開発した宇宙用セルは、10℃環境下にて、 満充電状態(100% SOC)で1年間保存すると約 5.5%の容量劣化が生じる³⁾。このため、例えば惑星 に到着した後の運用に必要な容量を確保するため、 セル設計段階で、容量劣化分を考慮してセル容量を 大きくする必要がある。従って、このトランスファ ー中の容量劣化を抑制すれば、セルの小型・軽量化 が可能になる。

1.2 容量劣化のメカニズム

リチウムイオン電池の容量劣化の原因の1つに、 電極と電解液の反応がある。これは主として、負極 と電解液による反応であり、保管中、負極に吸蔵さ れている Li イオンが電解液と反応し、固体電解質 界面皮膜(Solid Electrolyte Interphase: SEI)と 呼ばれる皮膜の形成に消費されるため、それに相当 する容量の損失が起きる。以下に反応式の例を示す。 $2EC+2e^{-}+2Li^{+} \rightarrow (CH_2OCO_2Li)_2+CH_2CH_2$

 $2DMC+2e^{-}+2Li^{+} \rightarrow 2CH_{3}OCO_{2}Li+CH_{3}CH_{3}$

EC : Ethylene Carbonate

DMC: Dimethyl Carbonate

保管温度と容量の永久損失(容量劣化)の関係は、 指数関数で現されることが報告されており⁴⁾⁵⁾、例 えば、B. V. Ratnakumar 等によって報告された式 のような指数関数で示される⁴⁾。

 $v = 0.5524e^{0.0614x}$ \vec{x} (1)

y: 容量の永久損失(%): 10 ヶ月当り

x:温度(℃)

この式からも自明なように容量劣化は温度の影響 が極めて大きく、劣化抑制には低温保管が効果的で あることが示唆される。式から、20℃では約1.9% の永久損失が見込まれるのに対して、-10℃では 約0.58%となり、-10℃以下の低温領域では永久損 失が極めて少ないか全く無い可能性が覗える。

一方、電池の充電状態(State Of Charge: SOC) もまた、永久損失を引き起こす要因の1つであり、 SOC が高くなるほど永久損失が促進されることが 報告されている⁶⁾。しかし、SOC をあまり下げると 保管中に自己放電により過放電となる恐れがある。

1.3 研究の目的

本報告では、リチウムイオン電池の保管方法とし ての低温保管方法の有効性の検証について報告す る。

また、例えば惑星探査機のトランファー中に電池を 太陽照射の無い極低温環境で保管することが可能で あれば、ヒーター消費電力の削減など設計・運用上 のメリットが大きいが⁷⁾、一方で低温環境下での保 管では、

1) 電解液の凍結による悪影響

2)結着剤の劣化⁸⁾

などが懸念されることからこれらについても調査を 行った。

2. 電解液凍結による電池構成要素への影響

保管試験に先立ち、電解液の凍結による電池構成 要素(電解液、セパレーター、電極)への影響につ いて調べた。

2.1 電解液の体積変化

電解液の凍結による体積変化の測定結果を表1 に示す。電解液は開発している宇宙用リチウムイオ ン電池に使用されているものを用いた。試験の結果、 本評価に使用した電解液は、凍結により約6.7%収 縮することが示された。

表 1 電解液の体積変化 Change of electrolyte volume in freezing

Table 1

	volume (%)
frozen & defrost (20°C)	100
non frozen $(-75^{\circ}C)$	93.33

2.2 セパレータの収縮・膨張

セパレータを電解液に浸漬し、凍結させ解凍した サンプルと、凍結させていないサンプルを用い、走 査型電子顕微鏡 (SEM) 観察と透気度測定を実施 した。SEM 像を図1に、透気度測定の結果を表2 に示す。

SEM 観察の結果、電解液の凍結の有無による違 いはほとんど見られなかった。しかし、透気度測定 の結果では、電解液を凍結させたセパレータは透気 度が多少低下している結果が示された。

これは、セパレータ中の電解液が凍結・収縮する 際に、セパレータ中の空隙も収縮し、解凍時に空隙 の体積が元へ戻らなかったものと考えられる。

表 2 セパレータの透気度 Table 2 Gurley of separator

	Gurley (sec/100ml)	
frozen & defrost	498	
non frozen	551	

2.3 電極の結着強度

正負極電極を電解液に浸漬し凍結させ解凍した サンプルと、凍結させてないサンプルについて、ピ ール試験機により、活物質層と集電体の結着強度を 測定した。結果を表3に示す。正負極の両方とも、 凍結による結着強度への影響はほとんど無いことが 判った。

Binding strength		ength (N/m)
	cathode	anode
frozen & defrost	5.37	5.36
non frozen	5.31	5.42

表3 電極の結着強度 Rinding strength of electrodes Table 2

宇宙用リチウムイオン電池の低温保管の検討

	a) frozen & defrost
	3kV×10
	b) frozen & defrost
	3kV×30
	c)non frozen
STZTLE SKY XI6.00	3kV×10
	d)non frozen
	3kV×30

図1 セパレータの SEM 像

Fig.1 SEM images of separator "frozen & defrost" and "non frozen".

3. 実験

評価に用いたセルは、正極(コバルト酸リチウム) と負極(人造黒鉛)とをセパレータを介して捲回し たものを、ステンレスの角型電槽に挿入したもので、 地上評価用の簡易シール電槽を用いたこと以外は宇 宙用として開発したセル構成¹⁾²⁾と同様である。以 下に評価に使用したセルの諸元と外観、そして保管 条件を、図2、表4、表5に示す。



図2 評価 Fig.2 Outs

評価セルの外観 Outside view of test cell

表 4	評価セルの諸元 Specification of test cell	
Nominal Capacity (Ah)		21.0
Nominal Voltage	(V)	3.6
Size (W \times H \times T) (mm)	69.3 × 137 × 24.4
Weight (g)		640
Specific Energy (Wh/kg)	118

326

表5 評価セルの保管条件

Specific Energy (Wh/L)

Table 5 Storage condition of test cell

	-	
SOC	Temperature	Time
	−75℃	
10%	-40°C	
	-10°C	12 months
50%	40%	
100%	-40 C	

保管温度は前述の式(1)を参考に定めた。また 事前の調査から、凍結保管の温度条件を-75℃と した。

今回は12ヶ月保管の結果について報告する。惑 星間のトランスファーはミッションにより様々で概 ね1~3年と言われており、保管特性を把握する上 で1年間の保管は最低限必要と考える。

調査項目は、保管中の開回路電圧、保管前後の充 放電特性の変化、保管後のサイクル性能である。

4. 結果及び考察

4.1 低温保管中のセルの電圧挙動

図3に、低温保管中の試験セルのOCV(開放電圧: Open Circuit Voltage)を示す。図から保管中の自 己放電による OCV の低下は確認されず、ほぼ一定 の値を維持している。

この結果から、本評価に使用したセルは低温はも とより、凍結状態で長期間保管してもセル電圧には 異常は発生しないことを確認した。



Fig.3 Change of OCV in storage at varied temperature

4.2 保管後の特性調査

6ヶ月及び12ヶ月保管後の容量試験の結果を 表6に示す。尚、容量試験は環境温度 20℃で実施 した。試験の結果、いずれの保管温度や充電状態に おいても、保管後の電池に容量劣化が無いことが示 された。また、保管による内部抵抗の変化を示す放 電平均電圧もほとんど差異が無く、ほぼ一定の内部 抵抗を維持していることが推察できる。

図4に-75℃での保管セルの保管前後の充放電 特性を示す。セルを凍結状態で保管しても、解凍後 の充放電特性は保管前の特性と何ら変わりが無いこ とが示された。-10℃と-40℃保管セルについて も同様の結果であった。

これらの試験結果から、12ヶ月間-10℃~ -75℃で低温保管することで、容量劣化は全く無い こと、懸念された電解液の凍結による体積収縮やセ パレータ透気度の低下もセル特性へ影響を与えてい ないことを確認した。

4.3 セル保管後のサイクル試験

12ヶ月保管後のセルを20℃環境下で放電深度 (Depth Of Discharge: DOD) 50%でサイクル試験 を行った。放電終止電圧と放電平均電圧の変化を 図5に示す。サイクル試験前の保管条件の違いに 関わらず、どのセルも同様の電圧挙動を示した。

表 6	セル保管後の充放電特性
Table 6	Charge-discharge characteristic performance
	after storage

		Disch	arge Capacity	(Ah)
SOC	Temperture	before Storage	after 6 months	after 12 months
	-10℃	25.85	25.95	25.84
10%	-40°C	25.97	26.04	25.96
	-75℃	25.93	26.10	25.98
50%	40°C	26.07	26.07	26.03
100%	-400	25.97	26.00	25.83
10%	10°C	25.79	26.01	25.86

			Average V	oltage of Disc	harge (V)
	SOC	Temperture	before Storage	after 6 months	after 12 months
		-10℃	3.741	3.750	3.752
	10%	-40°C	3.747	3.751	3.752
		-75℃	3.748	3.753	3.751
	50%	40°C	3.745	3.750	3.750
	100%	-400	3.747	3.753	3.749
	10%	10°C	3.747	3.749	3.748

Charge : 0.5CA, 4.1V, CCCV, 3hr charge Discharge : CC 0.5C, cut off 2.75V



Charge : 0.5CA, 4.1V, CCCV, 3hr charge Discharge : CC 0.5C, cut off 2.75V

また、100 サイクル毎に実施した容量確認試験の 結果は表7の通り。サイクル試験による容量劣化 挙動も保管条件に因らずおおむね同等で、300 サイ クル後においても約95%の良好な容量維持率を示 した。

この値は保管前のセルと同等であり、低温保管す ることで保管前のセル特性を保持できることを示唆 している。

以上、今回の低温保管試験の結果、電極活物質、 電解液、結着剤等は特性の変化もなく良好な状態で 宇宙用リチウムイオン電池の低温保管の検討



図5 保管後セルのサイクル特性 Fig.5 Cycle performance of cells after storage at varied temperature and SOC Charge: 0.08CA, 4.0V, CCCV Discharge: CC 0.25CA, 50% DOD

表 7 サイクル試験後の充放電特性

Table 7 Charge-discharge performance after cycle test

		Disch	arge Capacity	(Ah)
SOC	Temperture	before cycle test	after 100th cycle	after 300th cycle
	-10℃	25.84	25.12	24.39
10%	-40°C	25.96	25.21	24.51
	-75℃	25.98	25.24	24.57
50%	-40°C	26.03	25.31	24.68
100%	-40°C	25.83	25.23	24.62
10%	10°C	25.86	25.18	24.47

Charge : 0.5CA, 4.1V, CCCV, 3hr charge Discharge : CC 0.5C, cut off 2.75V

保管されていることが示された。電解液は凍結によ り凝縮するが、セパレータの透気度以外とくに影響 しないことが示された。また、結着剤もある温度以 下になるとガラス転移し機能しなくなることが考え られたが、その影響も観られなかった。仮に冷却・ 凍結状態のまま特性試験をすることが可能であれ ば、低温保管の影響が現れたかもしれないが、本試 験に使用したセルは常温に戻した時にセル構成材料 の物性も大部分は復元するようである。

5. 結論

リチウムイオン電池を低温(-75、-40、-10℃) で保管し、保管中の状態、保管後の充放電特性及び セル構成要素の状態変化と物性の変化を調査した結 果を以下にまとめる。

 1)12ヶ月間の低温保管中、セルの自己放電に起 因する OCV 低下は無く、ほぼ一定の OCV を 維持していた。

- 2)12ヶ月間の低温保管前後の充放電特性は、全 水準において保管前と同等の特性であり容量劣 化は全く無く、電解液凍結の影響も見られなか った。
- 3)12 ヶ月間の低温保管セルの 50% DOD サイク ル特性は、保管温度、保管中の SOC による差 が無く、サイクル後の容量維持率も同等であっ た。
- 4)電解液の凍結による体積収縮は、セパレータの 透気度を僅かに低下させたが、活物質と集電体 との結着性への影響は見られなかった。
- 以上の結果から、
- ・低温保管はリチウムイオン電池の保管中の容量 劣化抑制に対し有効な手段である
- ・低温における電解液の凍結は保管性能に悪影響
 を及ぼさないことが示唆された。

今後、更に長期間(目標3年)の低温保管の影響 について調査を行う予定である。

謝辞

本研究は宇宙航空研究開発機構殿の平成14年度、 16年度SA-5の受託研究により実施した。ここに、 御指導・御協力を賜った、田島教授、曽根助教授、 廣瀬助教授ならびに関係各位に感謝申し上げます。

(参考文献)

- 大登裕樹、山本真裕、吉田浩之、江黒高志、FB テクニカ ルニュース, No.59, 69 (2003)
- 大登裕樹、山本真裕、吉田浩之、久保田昌明、江黒高志、 FBテクニカルニュース、No.60, 18 (2004)
- 3) 山本真裕,大登裕樹,江黒高志,田島道夫,廣瀬和之,高 橋慶治,第22回宇宙エネルギーシンポジウム要旨集, (2003)
- 4) B.V.Ratnakumar, M.C.Smart, J.O.Blosiu, S.Surampudi, STORAGE CHARACTERISTICS OF LITHIUM ION CELLS
- Bor Yann Liaw, E.Peter Roth, Rudolph G. Jungst, Ganesan Nagasubramanian, Herbert L. Case, Daniel H. Doughty, J.Power Source, 874, 119-121 (2003)
- 6) 竹井勝仁, リチウムイオン電池の寿命評価, 2001 バッ テリー技術シンポジウム, 3-1-1
- 7) 久保田昌明,山本真裕,大登裕樹,江黒高志,高橋慶治, 廣瀬和之,田島道夫,第23回宇宙エネルギーシンポジ ウム要旨集,7 (2004)
- Hiroaki Yoshida, et.al, 電気化学及び工業物理化学, 71, No.12, 1018-1024 (2003)

サイクルユース用超長寿命(4000 サイクル)電池の開発

Development of Ultra Long-life (4000cycles) VRLA Battery for Deep Cycle-Use

野口博正* 菊地大介* 吉田英明* Hiromasa Noguchi Daisuke Kikuchi Hideaki Yoshida

高野秀夫* 萬ヶ原 徹* Hideo Takano Tohru Mangahara

Abstract

Based on the formerly reported achievement of 3000 cycles, battery elements and their cyclelife-affecting factors of VRLA were scrutinized and upgraded that DOD cycle performance was enhanced up to over 4000 cycles. Major items pursued herein were for positive grid corrosion, charge acceptance of negative electrode and mechanical elasticity of AGM separator. Capacity turn-over obtained was compared with those of lead-acids of flooded and VRLA and Ni-MH in a current literature.

1. はじめに

昨今、地球規模で資源リサイクルや温暖化防止な ど環境問題に対する意識が高まっている。特に、温 暖化防止に対しては気候変動枠組条約第3回締約国 会議(京都議定書)において、世界各国の温室効果 ガスの排出目標が定められるなど、国家を取り巻く 環境が厳しくなりつつある¹⁾。

また、世界的に見てもアジア・アフリカなど急激 な経済発展に伴い、地球全体のエネルギー消費は増 加する傾向にある。

このような環境下でエネルギーの効率的な利用が 求められる中、日本を始めとして欧米諸国では電力 の自由化などの規制緩和もあって、官民を挙げて分 散型電源システムの開発が進んでいる²⁰。

システムとしては、発電特性により①太陽光や風 力などの自然エネルギーを利用するタイプ、②燃料 電池や自家発電型のコージェネレーションなどの燃 料を投入するタイプ、③バイオマスなど廃棄物を利 用した再生エネルギーを使用するタイプ、④蓄電池 を利用して電力を貯蔵するタイプなどに分けられる が、現在の所、最後の電力貯蔵タイプが蓄電池使用 の実績から見て実現性が高く、技術的に確立されて いると言える³。 この蓄電池を利用する電力貯蔵システムは、商用 電源から割安な深夜電力を利用して電池に蓄電し、 需要が多い昼間に電力を供給して、負荷の平準化を 行うもので、ユーザーとしては電気コストの削減、 または UPS (無停電電源装置)の代替として利用 できるなどのメリットがある。これまで、蓄電池と しては従来から多くの分野で使用されている鉛蓄電 池に加えて、リチウムイオン電池、ナトリウム硫黄 電池、レドックスフロー電池、キャパシタなどが検 討されているが、導入するシステムの規模や出力特 性、用途により選定する必要がある⁴⁾⁵⁾。

この中で鉛蓄電池は IT バブルがはじけて以来、 コストダウンの要求が強い中、低価格に加えて保守 性及び安全性に優れ、またリサイクルシステムが確 立しているため環境負荷が小さく、LCA(ライフ サイクルアセスメント)に優れるなど高い信頼性を 有している⁶⁾。

タイプとしては従来のベント形から、補水を必要 としない保守不要の制御弁式が主流になっている。 通信機器のバックアップなどのフロートユース用に 対し、電力貯蔵のため深い充放電を繰り返すサイク ルユース用に耐えうるよう改良が進められ、現在で は DOD(放電深度)70%で 3000 サイクルの寿命を 有するまでになっている⁷⁾。

* 技術開発部 今市開発センター

サイクルユース用超長寿命(4000 サイクル)電池の開発

今回、DOD70%で4000サイクル以上のサイクル 寿命を有する制御弁式鉛蓄電池を開発したので報告 する。

開発の経緯

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

電池の寿命の要因としては、用途や使い方によっ て異なるが、サイクルユース用では表1に示すA ~Iのような項目が挙げられる。

当社では、先に3000サイクルレベルの長寿命を 有する制御弁式鉛蓄電池を開発し、社内では太陽光 発電や風力発電と蓄電池を組み合わせた小規模独立 電源システム及び12V-50Ah電池、26個を4並列 に接続した工場内負荷10kWの小型蓄電システム の実証運転を行っている⁸⁾⁹⁾。

前回開発品の寿命モード解析のため、寿命電池の 解体調査を基に当社ラインアップ電池と劣化モード 比較を行った。寿命への影響度を3段階に分け、劣 化状況を比較した結果を表1に示す。

表 1	従来品と前回開発品とのサイクル時の劣	化
	モード比較	

Table 1Comparison of deterioration mode in cycle-
use between common battery and the last
developed one

雄代西丰		おち (知会せ)	少化市应	寿命	への影響度
伸成安米	:	対象 (組合セ)	为化内谷	従来品	前回開発品
	А	格子	腐食劣化	×	0
正極	В	活物質	軟化、泥状化	0	\bigtriangleup
	С	格子/活物質	活物質剥離	0	\bigtriangleup
合场	D	活物質	硫酸鉛化	×	\bigtriangleup
貝悭	Е		収縮	×	\bigtriangleup
重极法	F	液	枯渇	×	×
电胜放	G	液/セパレータ	成層化	\bigtriangleup	×
セパレーク	Н	材質	へたり	×	\bigtriangleup
200-9	I		短絡(ショート)	×	×

※影響度○;十分ある、△;ややある、×;ほとんどない …従来品で寿命に影響を与えた要素 …前回開発品で寿命に影響を与えた要因 前回開発品は、従来品と比べ、正極活物質の軟化、 泥状化(B)、正極格子に対する活物質剥離(C)等 の課題点を解決できていることが分かった。今回の 劣化モード比較により、さらなる寿命延伸に対し、 下記の課題点が明らかとなった。

[サイクル寿命延伸に対する新たな課題点]

- 1) 正極格子の腐食劣化(A)
- 2) 負極活物質の硫酸鉛化(D)
 - (=サルフェーション)
- 3) 負極活物質の収縮(E)
- 4) セパレータ材質のへたり(H)

3. 目標と対策

今回の開発の目標と対策を表2に示す。次に、 正極、負極、セパレータ各々に施した対策について 詳述する。

表2	今回の開発の日標と対策
24 2	

Table 2	Development target and step for ultra long-life
	battery

	構成要素	目標	対策
	正極	格子腐食劣化抑制	高耐食性合金の適用
	自極	充雷特性の改善	カーボン、リグニン、硫酸バリウムの 種類、添加量の組合わせの見直し
	X III	元电符任の以書	電解液への添加剤添加
	セパレータ	へたりの抑制	ガラス繊維高密度品の適用

3.1 正極格子腐食対策

表1に示される活物質の軟化、泥状化(B)対策 として活物質の高密度化を、格子/活物質の活物質 剥離(C)対策としては、活物質の高密度化に加え 極板群の高圧迫化を行った。さらに、今回新たに格 子の腐食劣化(A)対策に当社が先に開発した新合 金を適用した¹⁰⁾¹¹⁾。

従来の Pb-Ca-Sn 合金に対し、新合金として Pb-Ca-Sn 合金に Ag 元素を添加したものはグロス を改善することができ、また同様に Pb-Ca-Sn 合金 に Ba 元素を添加したものは腐食量、グロス共に大 幅に改善することができた。

次に上記従来合金と新合金(Pb-Ca-Sn 合金に Ba 元素を添加したもの)を正極格子用合金に用いて 作製した小形 2V-33Ah 電池のサイクル試験結果を 図1に示す。対10時間率容量で70%を下回って寿 命に至った従来合金仕様の電池を解体して正極格子 腐食層断面を SEM 観察した。また、新合金仕様の 電池はこのサイクルでは寿命には至っていないが、 同サイクル数での正極格子腐食の程度を比較するた め、2200 サイクルの途中で解体して同様に SEM 観 察を行った。

図2に示すように従来合金では腐食層が厚い上 に、格子内部まで侵食した粒界腐食モードである。







図 2 正極格子腐食層の SEM 写真(500倍) Fig.2 SEM images of grid corrosion layer in positive plate at a magnification of 500

一方、新合金では緻密な腐食層を有する界面腐食モ ードであり、厚さも従来合金のほぼ半分と薄く、ク ラックもあまり見られず、良好な耐食性を示してい る。

3.2 負極充電特性の改善

表1に示される活物質の硫酸鉛化(D)及び活物 質の収縮(E)対策として、負極添加剤の最適化を 図った。一般的に、負極には充放電時の可逆性や耐 久性の向上を目的として、カーボンやリグニン、硫 酸バリウムが適宜添加されており、各添加剤は下記 の特徴を有する。充放電サイクルを繰り返すと、不 可逆性の硫酸鉛が徐々に蓄積し電子伝導性が低下し てくるが、カーボン添加により導電ネットワークを 構築して、充電受入性を向上させることができる。

また、活物質が収縮してくると反応面積が低下し、 微細なクラックの発生により放電特性に影響を及ぼ したりするが、リグニンの添加によりこれを抑制す ることができる。硫酸バリウムについては硫酸鉛と 結晶構造が似ていることから、放電時に生成する硫 酸鉛の核になり、粗大な硫酸鉛の成長を抑制するこ とができる。

これら添加剤は相互に作用しており、負極の充電 特性を改善するためには、それぞれの効果を踏まえ た上でバランス良く配合することが必要である。前 回開発品の解体により、さらなるサイクル寿命の延 伸のためにはサルフェーションの抑制と共に耐久性 の向上が不可欠であることが明らかになった。そこ で、今回はリグニン種の検討を中心にカーボンと硫 酸バリウムの添加量を見直し、最適な組合せを試み た。このときに使用したリグニンの特徴を表3に、 リグニンの種類と負極活物質利用率の関係を図3 に示す。

小型のテストセルを用いて深い放電条件でサイク ル試験を繰り返した結果、分子量が小さく、水に溶 解したときの液性が中性のリグニンBの負極活物 質利用率の低下が少なく、これを選択することで耐 久性を向上できることが確認された。

また、カーボン添加による充電受入性向上に関し ては、多く添加し過ぎると充電時の水素過電圧が低 下し減液特性に影響を及ぼすため、特に液量が制限 された制御弁式鉛蓄電池では問題になり、サイクル 表 3

サイクルユース用超長寿命(4000 サイクル)電池の開発

添加したリグニンの特徴





数が長い程顕著である。そこで、見かけの充電量で はなく、実質的な充電効率を向上させるための検討 を行った。

図4に示すように、電解液に添加剤Aを加えた ものはサイクルごとの充電量は少ないにもかかわら ず、容量の低下が少なく、容量維持の点で有効であ る。図5に示すように添加剤Aを加えたものは初 期と比較して負極活物質が微細な形態を維持してお り、比表面積もほぼ同じであった。このことから、 充放電反応が効率良く行われているものと推測され る¹²⁾。



図 4 電解液添加剤による充電効率の比較 Fig.4 Comparison of charge efficiency between non additive and additive A



図5 負極活物質の SEM 写真(5000倍) Fig.5 SEM images of negative active material at a magnification of 5000

3.3 セパレータのへたり対策

遊離電解液が存在しない制御弁式鉛蓄電池では、 セパレータは正・負極板の隔離だけでなく電解液の 含浸、保持といった目的も担っている。そのため、 放電時にセパレータ中の電解液を極板に拡散させる には十分密着している必要があり、極板群は適度な 群圧をかけて電槽内に挿入されている。また、最近 では正極活物質の軟化、泥状化を抑制し、格子と活 物質の密着性を向上させるために高圧迫状態の適用 が増えてきている。しかしながら、サイクルの当初 は高圧迫でも、サイクルが経過してくるにつれてセ パレータはへたり、反発性が弱くなることが認めら れている。

そこで、セパレータの材質による検討を行った。 このときに使用したセパレータの特徴を表4に、 サイクル寿命試験結果を図6に示す。

小型のテストセルを用いて深い放電条件でサイク ル試験を繰り返した結果、高密度のセパAが優れ ていることが分かり、これを採用することでへたり の耐久性を向上させることができた。セパBとセ パCは、繊維密度が同じにもかかわらずサイクル 寿命に差が出たのは、添加剤の量による反発性の 差が影響を及ぼしていると考えられる。一方、セパ A はセパCと同じような特性を有しているものの、 繊維密度が高いため長期サイクルにわたってへたり が少なく、反発性を維持していたものと推測される。

表4 使用したセパレータの特徴 Table 4 Characteristics of used separator 種類 密度 反発性 添加剤 セパA 0 小 高

х

多

小

中

セパB



図6 セパレータ材質によるサイクル寿命の比較 Fig.6 Comparison of cycle life among three separator materials

4. 電池特性

以上の長寿命化課題要因の適正化を基に、 12V-50Ahの電池を構成し、室温において放電 (0.25CA、DOD70%)、充電(3段CC、104%)の サイクル試験を実施した。

その結果、放電特性やエネルギー密度や効率等は 従来開発品と同じ性能を持ちながら、図7に示す ように 4000 サイクル以上のサイクル寿命を有する ことが確認できた。

5. まとめ

前回開発品の劣化モード解析を基に、さらなる長 寿命化に向け、下記要因の適正化を行った。





1) 当社開発の高耐食性合金を採用

2) 負極添加剤の適正化(材質、配合比)

3) セパレータの適正化(材質)

適正化要因を組み合わせた12V-50Ahの電池を作 製し、DOD70%、室温でのサイクル試験を実施し た結果、4000 サイクル以上の寿命を有するサイク ルユース電池であることが確認できた。

図8はDODとDOD100%におけるサイクル数と の関係から Capacity turn-over (DOD100%で何回 放電できるかということ)を示した図である。これ は各放電深度でその放電深度におけるサイクル数を DOD100%、すなわち10時間率定格容量放電相当 分に換算したときのサイクル数であり、ここではそ のサイクル数を容量回転比として示している。この 図から明らかなように、他の電池系と比較して今回







サイクルユース用超長寿命(4000 サイクル)電池の開発

開発した電池の容量回転比は、まだ一桁低いレベル にあるものの、従来の VRLA 電池からは大幅に進 歩しており、Ni-MH のレベルに近づけるべく、さ らなる改良を進める予定である¹³⁾。

今後、本開発電地の最終寿命確認と共に他用途へ の適用検討を進めていく予定である。

(参考文献)

- 堀江利夫,石田靖仁,藤岡秀彰,NTT 建築総合研究所 2004 年度研究報告書:「電力貯蔵システムの最新動向」, P.1-6 (2004)
- 山下隆司, NTT 技術ジャーナル;「エネルギービジネスの取り組み」, Vol.16, No.2, 31-36 (2004)
- 3) 池内貞広,高橋光男,総合設備コンサルタント技術 年報:「分散型電源設備の動向と省エネルギー対策」, Vol.28, 12-16 (2003)
- 野崎健,工業材料:「電力貯蔵用大型二次電池の技術動 向と展望」, Vol.52, No.2, 22-25 (2004)
- 5) 内山洋司, エネルギー・資源:「電力貯蔵技術の役割と 展望」, Vol.25, No.6, 12-15 (2004)
- 6) エネルギー・資源学会 第18回エネルギーシステム・
 経済・環境コンファレンス 講演論文集,297-314(2002)
- 7)野口博正,菊地大介,高田利通,松本正幸,萬ヶ原徹, 飯塚博幸,根兵靖之,FBテクニカルニュース,「長寿命 サイクルユース用制御弁式鉛蓄電池の開発」,No.57, 13-19 (2001)
- 8) 籔本俊昭, 加納哲也, 竹島修平, 白川亮偕, 熊谷枝折, FB テクニカルニュース, 「長寿命サイクルユース用鉛蓄電 池の分散電源システムへの適用」, No.59, 47-52 (2003)
- 新井努, 籔本俊昭, 程塚康明, 稲庭克己, 熊谷枝折, 伊藤 高之, FB テクニカルニュース,「小型蓄電システムの運 用と評価」, No.60, 29-34 (2004)
- 10) Jun Furukawa, Y.Nehyo, S.Shiga, Journal of Power Sources, Development of new positive grid alloy and its application to long-life batteries for automotive industry Vol.133 25-31 (2004)
- 11) 根兵靖之, 尾崎正則, 本間徳則, 古川淳, 新妻滋, FB テク ニカルニュース, 「C-21 合金を用いた GOLD シリーズの 開発」, No.59, 8-14 (2003)
- 12) 吉田英明, 栃窪和弘, 萬ヶ原徹, FB テクニカルニュース, 「サイクルユース制御弁式鉛蓄電池 (FC38-12)の開発」, No.60, 24-28 (2004)
- D.A.J.Rand, P.T.Moseley, J.Garche, C.D.Parker, Valve-Regulated Lead-Acid Batteries, 350 (2004)

蓄電池診断装置「BCW」の運用実績

Field-Monitoring Results of "BCW" for VRLA Battery in Stationary Applications

長嶋茂* 高橋清* 簍 Shigeru Nagashima Kiyoshi Takahashi To

籔本 俊昭* Toshiaki Yabumoto

Abstract

Battery Condition Watcher, "BCW" was developed for SOH monitoring of VRLA battery four years ago. BCW which is installed near batteries or battery groups measures internal impedance, voltage and temperature of each battery automatically and continuously, and can store measured data. BCW can be connected into network system for remote monitoring. Through varied field-uses for stationary applications battery data were accumulated, that enabled diagnostic measures as well. This paper delineates some aspects of them.

1. はじめに

蓄電池診断装置(以下 BCW と称す)¹⁾は、制御 弁式鉛蓄電池(VRLA 蓄電池)の内部抵抗、電圧、 温度を連続計測し、蓄電池の状態・異常を記録/監 視をする装置である²⁾。BCW を開発し約4年経過 した現在、通信基地局、ソーラー無線基地局³⁾、鉄 道用電源、電力用操作電源等多くのユーザーの方々 に使用いただいている。本報では、その間の運用・ 効果例⁴⁾などについて報告する。

2. 変遷

上市当初、BCW はシステムコントローラ (BCWT) と 2V セル用蓄電池センサユニット (BCW3) より構成していた。その後、表1に示す ように、下記機種・アプリケーションが加わって いる。機種として、まず4~12V 用蓄電池センサ ユニット (BCW6)⁵⁾を開発した。このユニット は、主に4~12V/200Ah以下のモノブロック電池 を対象として開発したが、単セル電池を2~6セル 毎にまとめて計測することも可能である。次に、特 定ユーザー向けに、システムコントローラと蓄電池 センサユニットの機能を一体化した BCW6L⁶⁾を開 発した。この装置は、小型の電源装置(UPS)に組 み込むことを前提として設計されているので、コ

* 技術開発部



ンパクトに仕上がっている。アプリケーションで は、BCW で取得したデータをパソコンで解析でき るデータ解析ソフトウェアを開発した。その画面例 を図1に示す。このソフトは、PC カードでダウン ロードしたデータをグラフ化し、データ解析を容易 に行える。その後、複数のBCW を集中して監視が 行えるよう、LAN を利用したセンター監視機能を 追加した。その画面例を図2に示す。これは、1台 のパソコンで各BCW の警報発生状況等を一括して 管理することができる。更に05年度、システムコ ントローラの機能を電源装置内に実装し、電源と蓄 電池を集約して監視/制御を行う電源監視制御装置 (MD1000)⁷⁾を開発し、販売を開始した。

蓄電池診断装置「BCW」の運用実績



図1 解析ソフトウェアの例



グルー	刀監視				星沢グループ
1 1	所工場		9 Ju	-79	
2 3	ループ2		10 91	-710	_
3 2	ルーナ3		11 27	-711	
4 9	ルーブ4		12 91	#12	_
5 3	ループ5		13 97	#13	-
-	1-76		14 21	714	_
6 2	6 J. G. S. G. S.				
7 2	レージア		15 27	-715	_
6 2 7 5 8 5	ループ7 ループ8		15 9n 16 9n	ープ15 ープ16	_
5 2 7 2 8 2 1 7 1 8	レープ7 ループ8 場)監視 満名称	μ	15 970 16 970	ープ15 ープ16 棋園名称	
	レーブ7 ルーブ8 場 > 監視 置名称 GQ和		15 77 16 77	ーブ15 ーブ16 17 17	
	レープ7 ループ7 場) 監視 満名和 500年 50年章章	0 10	15 (วี.1 16 (วี.1 ธศ	ーブ15 ーブ16 17 19	
	レープ7 ループ7 増) 監視 遺名和 成成素 5(病音庫	9 10 11	15 <u>77</u> 16 7 7	715 716 17 10 19	
	レーブ7 ルーブ8 場)監視 震気和 5(東東 5(東東	9 10 11 12	15 <u>77</u> 16 7 7	- 715 - 716 12 12 19 20	
	レープ7 ループ7 場) 監(現 備 C府 資源和 5(限金庫	9 10 11 12 13	16 9 <i>n</i> 16 9 <i>n</i>	- 715 - 716 17 18 20 21 22	
	レープ7 レープ7 リレープ8 選び税 賃気税 情報業	9 10 11 12 13 14 15	16 27	- 715 - 716 12 10 20 21 22 22	

図2 センター監視機能の例



3. 運用例

3.1 使用年数によるデータの特徴

期待寿命7~9年の VRLA 蓄電池の運用例を報 告する。

まず、運用開始から2年経過までの蓄電池 (500Ah)のセル電圧と内部抵抗の推移を図3に示 す。セル電圧は稼動開始から数ヶ月の間、大きく変 動するが、次第に収束し変動幅が小さくなる傾向が ある。一方、内部抵抗値は、稼働開始からほとんど 変化が見られず安定しており、セル間の内部抵抗ば らつきも小さい。

設置から2年経過した蓄電池(500Ah)の温度と





1.5 years after installation

内部抵抗の推移を図4に示す。この蓄電池は、設置されている場所に空調設備がなく、約10~30℃の間を変動しているが、内部抵抗の変動は小さく、 セル間のばらつきも小さい。





つぎに、設置から7年経過した蓄電池(300Ah) の内部抵抗と温度の推移を図5に示す。温度変動 に対する内部抵抗値の変動が大きくなっており、年 数経過とともに徐々に上昇し、セル間のばらつきも 大きくなる傾向がある。

さらに、設置から9年経過した蓄電池(500Ah) のセル電圧と内部抵抗の推移を図6に示す。内部 抵抗は1年間で急激に上昇しており、セル電圧のば らつきも次第に大きくなっている。

これらの運用例より、以下の特性が実際に確認で きた。

①内部抵抗は、運用開始直後はほとんど変動せず、 数年経過後に次第に上昇していき、寿命期を過 ぎると急激に上昇する。

14









②内部抵抗の温度係数は、蓄電池の劣化が進行するに従い大きくなる。

③セル電圧および内部抵抗値のセル間ばらつき は、寿命期になるに従い大きくなる。

3.2 劣化蓄電池の調査

設置から9年経過した蓄電池(500Ah)を引き取 り、容量試験を実施した。設置時のBCWによる蓄 電池の内部抵抗と温度の推移は、図7に示すよう に1セルにおいて内部抵抗が急激に上昇していた。 容量試験の結果、図8に示すように、この1セル は他のセルに比べ容量が少ないことが確認され、内 部抵抗による劣化診断の有効性が確認された。

なお、この容量低下の激しいセルは、図9のよ うに蓄電池キュービクルの上段中央に設置されてい た。他の蓄電池に比べ劣化の進行が早かったのは、 蓄電池キュービクル内の換気が良くないために中央 部が蓄熱し、温度が高くなってしまったためと判断 できる。



図 7 9 年経過した蓄電池の内部抵抗と温度の推移 Fig.7 Trend of impedance and temperature of batteries 9 years old





3.3 劣化以外の異常が発見された事例

確認例は少ないものの、劣化以外の初期・偶発故 障領域で発生したと思われる異常例を紹介する。

図 10 は、設置から1年経過した蓄電池(300Ah) のセル電圧と内部抵抗の推移である。セル電圧が稼 動開始から低いセルがあった。このセルの内部抵抗 は次第に上昇していることより、初期の故障である ことが判断できた。



図 10 1 年経過した蓄電池のセル電圧と内部抵抗の推移 Fig.10 Trend of voltage and impedance of batteries 1 year old

つぎに、設置から6年経過した蓄電池(200Ah) のセル電圧と内部抵抗の推移を図11に示す。セル 電圧が大きく変動する蓄電池が検出され、内部抵抗 は他セルとは異なった挙動を示していた。



図 11 6 年経過した蓄電池のセル電圧と内部抵抗の推移 Fig.11 Trend of voltage and impedance of batteries 6 years old

以上の例のように、連続で計測することで、蓄電 池の寿命故障領域ばかりでなく、初期・偶発故障領 域でも異常を捉えることができた。

3.4 放電時のセル電圧計測機能追加

VRLA 蓄電池において、頻繁に充放電を繰り返 す用途での早期容量低下(PCL)が近年問題視さ れている(図12)。このような使用条件で、蓄電 池の状態をより正確に確認できるようにするため、 BCW に蓄電池放電時のセル電圧を計測する機能を 追加した。その結果を図13に示す。

放電の繰り返しと共にセル電圧の低下速度が大き くなり、セルの変化を明確に捉えることが確認でき た。VRLA 蓄電池の PCL 状況把握に有効と考えら れる。



Fig.12 Case of frequent discharge



図 13 蓄電池の放電時間と電圧の関係 Fig.13 Discharge behavier in case of frequent discharge in Fig.12

4. まとめ

今回の実証試験の結果より、以下のことが分かっ た。

- (1) BCW が長期間に亘り安定して精度良く計測 できることが実証された。
- (2) 蓄電池の劣化は、以下の傾向を総合的に判断 するのが望ましい。
 - ・内部抵抗:
 ①値の変化
 - ②温度係数の変化
 - ③セル間のばらつき
 - ・セル電圧:

セル間のばらつき

- (3) 蓄電池寿命と温度とは密接な関係があること が実証された。
- (4) 電圧、内部抵抗、温度を連続的に計測することが、蓄電池の初期・偶発故障発見に有効であることが確認された。

16

5. **今後の展開**

今後、BCW を以下のように展開することを予定 している。

- ・ 蓄電池以外の電圧・電流・温度・接点等の信号
 取り込み機能の追加と監視項目の拡充
- ・BCW の更なる小型化、設置容易化
- ・実運用データの蓄積による、蓄電池劣化アルゴ リズムの最適化
- ・統合型監視解析ソフトへの発展



(参考文献)

- K. Takahashi and Y. Watakabe, "Development of SOH Monitoring System for Industrial VRLA Battery String", Proceedings of the 25th International Telecommunications Energy Conference, 664 (2003)
- 2) 高橋清,渡壁雄一,「蓄電池診断装置の開発」, FB テクニ カルニュース, No.58, 44 (2002)
- 3) 熊谷枝折,「ドコモエンジニアリング北海道株式会社殿 での蓄電池監視システム(BCW)の導入と展開」,FB テクニカルニュース, No.60, 49 (2004)
- 4) S. Nagashima, K. Takahashi, T. Yabumoto and S. Shiga, "Battery Condition Watcher, BCW, for VRLA batteries in stationary applications", 11th Asian Battery Conference, Abstracts of Papers, 11 (2005)
- 5) 長嶋茂,高橋清,「12V 制御弁式鉛蓄電池対応診断装置 用センサ BCW6」,FB テクニカルニュース,No.59,79 (2003)
- 佐藤秀一,「株式会社 Best ソリューションズ社殿向け医 療機器用 UPS 向け BCW の開発」, FB テクニカルニュー ス, No.60, 50 (2004)

7) 唄代正弘, 三柳弘,「インテリジェント監視制御装置付 直流電源装置 MD シリーズ発売」, FB テクニカルニュー ス, No.61, 25-27 (2005)

鉛蓄電池極板格子耳部の破断メカニズムの解明

Study on Fracture Mechanism of Grid Tab Structure in Lead-Acid Battery for Trucks

桜井 俊明* Toshiaki Sakurai

Abstract

Lead-acid batteries of 12V are widely used for vehicles. By improving lead materials of grid structures alloyed with Ca and Sn for corrosion resistance, maintenance-free batteries are developed. In consideration on the serious issues of the earth environment electric vehicles and hybrid cars with gasoline engines and motors will be growingly used. In these circumstances lead-acid batteries are getting more important in the future. On the other hand, some troubles are reported to happen in track batteries, where grid tabs of negative plates are broken. The causes and affecting factors, however, are not proven.

In this paper the fracture mechanism and relating factors are clarified through inspection of broken portion, CAE analyses on stress-strain and battery charging experiments, results of which are summerized as follows;

- 1. Finite element method (FEM) anticipates the stress concentration and stress distribution under assigned loadings.
- 2.Inspecting actual broken specimens taken from on road, causes different from simple mechanical stress level must be considered.
- 3. Fracture mechanism is clarified to be not only due to stress concentration but also due to corrosion cracking, so to speak, stress corrosion cracking (SCC).
- 4.Bench tests with charging batteries reproduce SCC at the position of stress concentration.

1. はじめに

現在、自動車用 12V 蓄電池には、鉛合金を基調 とした鉛蓄電池が主に使用されている。鉛蓄電池は 信頼性も高く、用途も広く、今後も継続的に使用さ れることが予想される。一方、トラックで使用され る鉛蓄電池のその構成部品の一つである極板格子の 耳部と呼ばれる部位が破断して不具合が生じること が報告されている。破断の原因はトラックの走行時 の振動や繰返し負荷が作用して破損に至るものと考 えられてきたが、まだ破断メカニズムについて明確 に解明されていない。

そこで本研究では、これまで著者らが古河電池 (株)と共同で進めてきた基礎的研究や振動解析 ^{1)~3)}、さらに有限要素法(FEM)で応力解析を行 った結果、従来の単なる応力や疲労による破損説で は説明付きにくいことが分かってきた。さらにまた、 市場での耳部の破損の調査解析やFEMによる再計 算、台上試験や再現試験を行った結果、耳部の破壊 メカニズムは応力と腐食による、いわゆる応力腐食 割れ(SCC)であると推定されたのでその研究結果 を報告する。

2. 鉛蓄電池の極板構造と計算のモデル化

2.1 鉛蓄電池の極板構造

鉛蓄電池は種々構成部品から成り立っている。そ の一つの正負極板はセパレータで分離され、活物質 とともにそれぞれの極板群を形成し、ストラップで 溶接結合されて、隣接の電槽のストラップへ接続さ れている。これが一つのセルを形成していて、合計 6 セルで全体を構成している。図1に極板群と格子 を示す。6 個の群のうち、一つを図中(a)に、さ らに単体格子を図(b)に示している。図(b)で 示すように、上部の突起部が耳部と言われ、ストラ ップ部位と溶接で結合されている。下部の小さな突 起は電槽内での位置決めに供する。今回対象として

* いわき明星大学 科学技術学部 教授 工博

いる基板の製造法は重力鋳造法によるものである。

strap	grid ta	ab
(a) Plate group of cell	(b) Grid (Height $ imes$ Length=114 $ imes$ 1	137)

図1 極板群と格子 Fig.1 Configurations of cell and grid

2.2 1 セルの FEM 計算モデル化

破断メカニズムを解明するため計算による解析を 行う。使用した計算手法は有限要素法である。有 限要素法のソフトウェアは市販されている MSC/ NASTRAN である。有限要素法を使用するに際し て基本的な事項、すなわち、要素の種類や要素数、 要素分割法などの基本的なことは事前に検討してお いた(結果は省略)。

対象とする構造には、全体の蓄電池ではなく、先 に述べた1セルの極板群構造を選んだ。有限要素法 による計算のためのモデル化にあたって種々検討し たが、代表的な二例を紹介する。注目の部位は次の ストラップ部と極板である。

1. ストラップ部のモデル化

2. ストラップ部と格子の結合のモデル化

3. 格子のモデル化

先の図1(a) で示したように、実際の一個の極 板群は図2に示すように1個のストラップと9枚 の耳付き極板から構成されている。



図 2 ストラップと極板格子の結合状況 Fig.2 Cell's plate group with a strap and nine (9) plates

実際の構造ではストラップ部と極板は耳部を介し て溶接で結合されている。部材同士が結合される結 合部はこれまでの報告⁴⁾では、複雑な振る舞いを 呈することが知られている。そこで、①ストラップ 部および極板とも固体要素でモデル化する場合と、 ②ストラップ部を固体要素、結合部に剛体要素、極 板を殻要素にした場合の2通りのモデルをここでは 取上げる。これらのモデル化の計算精度を、ストラ ップ部を支持点に、極板部に負荷する簡単な片持ち 構造で検討した。この計算結果を材料力学による理 論値と比較した結果、②の方、すなわちストラップ を固体要素、結合部に剛体要素、格子板を殻要素と した場合の方が計算精度は良好であった。今回この モデルを使用する。ただし、今回対象としている極 板には、小さな格子形状を有しているが(板厚は平 均0.8mm)、モデル化に際して個々の格子や穴(空 間)は無視し、質量を同じくする格子のない一様平 板とし、等価剛性を有する構造体とする。寸法形状 は図面通りとする。極板の板厚は活物質の質量を考 慮して t=1.0mm とした。

実際のストラップ部を固体要素でモデル化した結 果を実際のストラップ部とあわせ図3に示す。要 素の種類は固体4面体要素である。要素の分割は自 動で行った。要素分割の粗密は剛体要素による結合、 応力分布の強弱を考慮して行った。結果的には比較 的粗い要素分割で十分であった。



図 3 実際のストラップ部と固体要素を用いた FEM モデル Fig.3 An actual strap and FEM model for it

極板を殻要素でモデル化し、先の図3で示したス トラップ部と剛体要素(色付き)を用いて結合した モデルを図4に示す。ストラップ部の要素点、結 合の剛体要素点、極板の殻要素点はそれぞれ共有し ている箇所がある。

図5に1セル全体のFEM モデルを示す。

計算の実行には、モデル化の他に入力条件、境界 条件や拘束条件、材料の機械的特性が必要である。

入力条件は実際の自動車の走行条件を考慮して、 あるメーカーから入手した悪路条件の上下入力を参 考にした。また、蓄電池の設置位置や方向は車種に よって異なるので、特にその方向も考慮し、自重の 鉛蓄電池極板格子耳部の破断メカニズムの解明



図 4 シェル、固体および剛体要素を用いた FEM モデル Fig.4 FEM model with shell, solid element and rigid bar



図 5 電極群セルの FEM モデル (実際のセル構造は図 2) Fig.5 Total FEM model with shell, solid element and rigid bar in plate group (compared with actual one of Fig.2)

条件を含め、負荷方向を種々変えた。負荷位置は極 板の下端である。

ストラップ部の拘束状態を図6に示す。



Fig.6 Restraint condition

図から分かるように、2つのストラップフランジ 同士がやや中央付近で互いに結合された構造になっ ている。このことから計算の上でも全体の拘束条件 はストラップフランジ結合部を拘束箇所にし、完全 拘束とした。

極板の機械的性質は耳部から直接切り出した試験 片で引張試験を実施してそれらの結果から得た。

計算時のそれら条件をモデル化における要素や要素数を含め表1に示す。

計算結果の一例を図7に示す。

いずれの入力に対しても耳部に高応力領域が集中 し、その領域はややストラップ部に近い位置であった。 計算結果を考察すると、確かに高応力は耳部に集

表 1 Table 1	計算上の条件 Initial and boundary conditions						
要素	固体 4 面体、	剛体、殻					
要素数	約 12,5	約 12,500					
節点数	約 12,500						
	縦弾性係数(Gpa)	0.84					
	ポアソン比	0.3					
	引張強さ(MPa)	53					
境界条件	ストラップ部フラン	ィジを完全拘束					
入力	自重、曲げ、せん断、	上下(突き上げ)					
応力表示	von Mises stress						



(a) 自重による計算結果 (a) FEM calculation result of weight loading



(b) 曲げ負荷による応力分布(b) FEM calculation result of bending



(c) せん断負荷による応力分布
 (c) FEM calculation result of shear loading
 図 7 各負荷条件による応力分布
 Fig.7 Calculation results of each loading by FEM

中している。ただし、応力レベルは降伏応力より低 く、耐久強度を考慮しても、振動などのメカニカル な入力だけでは破損に至ることは考えにくい。そこ で、実際の破損事例を調査分析した。

3. 実際の破損事例

3.1 実際の耳部の破断状況

実際に破断した耳部破断形状を図8に示す。破 断位置は耳部の上下方向ではやや上方でストラップ 部に近いところであった。これらの破断位置は計算 結果ともほぼ一致している。破断状況は耳部上下方 向に対してほぼ直角に、あるいは左右で僅かに上下 にずれてはいるが、最終的に直角に近い形で破断し ている。上下方向に対し直角方向から計測した角度 を破断角度とすれば、破断角度はほぼゼロに近い。 引張試験では、破断角度は約38度であり、典型的 な延性破壊と比較すれば、破断形態は単純な引張応 力によるものではないことが推定される。



図8 実際の耳部の破断状態

Fig.8 Fractured configuration of grid part taken from actual vehicles

引張試験で破断面を観察したと同じように、実際 の耳部の破断面を走査型電子顕微鏡(日本電子製 JEM-5200、以後SEMと言う)で行った。

結果を図9に示す。引張試験によって破断した 破面のように多くのデンプルが存在する形態と比 べ、破面は様相がかなり異なっている。すなわち、



図 9 実際の蓄電池耳部の破面写真(SEM) Fig.9 SEM image of fracture surface of actual grid tab.

破断面性状は付着物と見られる物質が存在するよう な状況である。

極板は Pb-Ca-Sn 系合金でそれ以外の付着物と推 定されるのは充放電の化学式(関係式は略)から、 硫酸鉛(PbSO₄)と推定される。次に成分分析で確 認する。

3.2 成分分析

この腐食生成物を特定するため蛍光 X 線分析装置(理学電機製 ZSX100e)を用い、使用後の耳部分の成分分析を行った。

使用前の成分分析結果と合わせて表2に分析結 果を示す。使用後の格子板の成分分析結果から、 Pb-Ca-Sn 系合金元素以外に、使用前に観察されな かった Fe やSが検出された。

表 2	成分分析結果
Table 2	Composition of failed grid tab potion before
	and after broken.

	Element	Pb	Са	Sn	Fe	S
前	Mass %	99.5	0.08	0.41		_
後	Mass %	90.5	0.05	0.36	0.08	8.99

以上のように化学式と分析結果からの硫黄元素の 存在で、実際破壊した蓄電池の耳部分破面表面に付 着した生成物は PbSO₄(硫酸鉛)であると特定さ れる。

4. FEM 再計算モデル

これまでの計算からは耳部のストラップに近い位 置に高応力が生じること、実際の破断箇所の SEM 観察および成分分析と化学式から腐食による影響も 推察されることから、再度 FEM 計算をし直すこと にした。

先の FEM 計算モデル化の計算結果から注目され ることはストラップや極板格子にはほとんど高応力 部が見られなかった。このことは Saint-Venant の 原理 ^{5) 6)} からも推察される。

そこで、ストラップ部は考慮せず、耳部だけを計 算モデル化の対象とする。さらに腐食をシミュレー トする考え方として、耳部の高応力集中箇所に切り 欠きを形成し、亀裂先端の応力場を破壊力学の立場 から検証するよりも、むしろ力学的な応力場と考え、 切り欠き深さをクラックの進展状況として切り欠き の深さをパラメータにとった。耳部側面に切り欠き

鉛蓄電池極板格子耳部の破断メカニズムの解明

を設け、先と同じ解析条件で計算を実行した。拘束 条件は耳部上端を固定し、下端部に入力条件を負荷 した。切り欠き位置は一定にして、切り欠き深さを 種々変えて計算を実行した。耳部の詳細と計算パラ メータを図10に示す。切り欠き位置は一定にし、 切り欠き深さを変数に取った。





切り欠き深さと応力および変位の関係を種々なる 入力形態を変えて計算を行った結果を通常の切り欠 きのない場合を含め図11および図12に示す。応 力は切り欠き深さ3mmから急に増加する傾向にあ る。変位量は切り欠き深さが増加してもあまり変化 は見られなかった。

図13に耳部せん断方向負荷解析結果の例を示 す。

なお、図中、切り欠き深さは次の通りである。







図 13 有限要素法による解析結果 Fig.13 Calculation results of grids by FEM

(a)通常状態で切り欠きを有していない。高応力 部は市場の破損状況と同じストラップ部に近接して いる。

(b) ~ (f) は切り欠き深さを変化させたときの応力分布を示す。

耳部切り欠き深さの違いにより最大の応力や応力 分布にも変化が見られた。同様に切り欠き先端で高 く、最終的に(f) モデルで左右の応力集中箇所が つながる形となった。特に、せん断方向負荷では、 高応力場となった。せん断方向の負荷が耳部分の破 断により顕著であることが分かった。降伏応力およ び引張強さは平均 39 および 43MPa あることを考 慮すれば、破損に至る経緯を理解できる。なお、引 張試験の結果は一軸の見かけの応力である。

5. 応力腐食割れを確認する再現試験

これまでの観察、調査、成分分析試験などから破 断のメカニズムには腐食現象が大いに関与している ことが分かった。

そこで応力と腐食を同時に考察できる再現試験装置を製作し、再現試験を実施した。試験法は過充電 試験であり、供試品には耳部分への応力集中による 応力腐食破壊の再現試験のため切り欠きを入れた供 試品を用意した。

図14に先の計算モデルおよび計算結果を考慮し て、耳部側面に切り欠きを入れ、応力集中を考慮し た耳部の試片形状を示す。左右対称に切り欠きを形 成した。



図 14 切り欠きを有する供試品の形状 Fig.14 Configuration of earring with notches

再現試験条件を表3に示す。

1111

表 3 Fable	 再現試験条件 e 3 Conditions of reproduction bench 1 							
	項目	条件						
	環境温度	75℃水槽中一定						

図15に切り欠きを入れた供試品による過充電試 験の結果を示す。図に示すとおり、抵抗および電圧 とも徐々に増加の傾向を示す。このことは導体の断 面積の減少を示しており、クラックの成長で断面積 を減少させているものと推定される。



試験中における切り欠きを有する供試品の切り欠 き近傍には表面クラックの存在は目視でも確認でき たが、さらに供試品から、金属顕微鏡用試片を切出 し、金属顕微鏡で観察した結果を図16に示す。大 小のクラックが多数観察された。

さらに走査型電子顕微鏡(SEM)で破面を観察 し、市場で破断した破面と比較した結果を図17に 示す。



切り欠き付近の様子

Cracks at the notch area on the surface



図 16

Fig.16



 $20 \,\mu$ m

 $20 \, \mu \, m$

(a) The concerned specimen (b) Actual specimen 図 17 SEM による破断表面性状 Fig.17 Photos of parts with cracks by SEM

図中(a)および(b)には腐食生成物と推定され る PbSO4 が多く観察された。なお、(a) は図 15 で 示した上部でクラックが生じていた部分である。亀 裂部の腐食生成物は実際に破断した耳部分(b)よ りも発達した大きな結晶として析出している。

さらに蛍光 X 線分析装置を用い蓄電池耳部分の 組成を分析した。結果を表4に示す。実際の破損 した耳部の分析の結果を既に表2に示していて、 FeやS元素の存在が知れた。表4からも同様にS 元素の存在が認められ、やはりこの不純物は硫酸鉛 であることが特定される。

∄ T	₹4 tj able 4 C	切り欠き部の組成分析結果 Composition of cracked grid tab potion						
	Element	Pb	Са	Sn	S	Sb		
	Mass %	93.2	0.062	0.326	5.84	0.498		

さらに、Sb(アンチモン)が検出された。Sbは 知られているように鉛の腐食を促進する原子であ る⁷⁾。

金属学的視点からの結果を総合すると破断する 要因として腐食割れの可能性が高い。また、Sbの 流入経路を解明するために、ストラップ部分を蛍光 X線分析した結果、Sbが検出され、Pb-Sb合金か らなる正極ストラップの腐食により、負極耳部分に Sbが電析したものと推定される。

鉛蓄電池極板格子耳部の破断メカニズムの解明

6. 結論

- (1)有限要素法による応力解析のためのモデル化 を検討し、1セルの場合には、ストラップ部 を固体要素に、極板を殻要素にしてそれらを 剛体要素で結合したモデルが有用であること が分かった。
- (2)計算結果、種々なる入力形態でも、耳部に高応力領域が見られ、それらはストラップ部に近い領域であった。しかし、その応力レベルはかなり低く、耐久強度を考慮しても、単なる応力だけでは破損は考えられないことが分かった。
- (3) 実際の破断した耳部の形状や破面を SEM 観察した結果、破断形状は典型的な延性破断で はなく、さらに不純物の付着が観察された。
- (4)成分を分析した結果、その付着物は硫酸鉛であることが特定できた。従って、応力による破損だけでなく、腐食による破損も推定される。
- (5)計算で再検討を行うため、耳部だけのモデル 化と腐食を故意に進展させるモデル化を、切 り欠き付加で検討した。この結果、3mm(板 幅方向の20%に当る)の切り欠き深さにな ると応力レベルが急に増加し、その傾向はせ ん断方向入力が顕著であった。
- (6)以上のような計算結果と破面の観察や分析結果から、破断メカニズムは応力と腐食の混在した応力腐食割れであることが推定された。
- (7) そこでこれらを再現できる過充電試験を実施し、その試験結果から本件の破断メカニズムは応力腐食割れであると推定した。
- (8) その際、Sb 流入が観察された。この元素は これまでの研究結果から、腐食促進の因子で あることが知られており、このことから腐食 を促進し、さらに上記(7)の腐食割れが裏 付けられる。

謝辞

共同研究にご協力を頂いた古河電池(株)殿にお 礼申し上げます。いわき明星大学理工学部機械工学 科桜井研究室の本研究に卒研や修士論文で熱心に携 わった学生諸君^{8~10}に感謝する。

(参考文献)

- 桜井俊明, 伊藤佑介, 大内久士, 鉛蓄電池の FEM 計算モデル化と格子板の最適形状に関する研究, 日本機械学会東北支部第39 期講演会, 218, 2004.3
- 2) 桜井俊明,八代和也,小杉山勝博,鉛蓄電池極板格子の 実験的手法による破壊メカニズムの解明,日本機械学 会東北支部第41期秋季講演会,522,2005.9
- 3) 金子泰洋, 鉛バッテリー格子形状の最適設計に関する 基礎的研究, いわき明星大学修士論文, 2003
- 4) 桜井俊明,鎌田慶喜,車体構造の薄肉鋼板結合部剛性について,自動車技術会論文集, No.39, 1988
- 5) Y.ファン, 固体の力学/理論, 大橋義夫ら訳, 培風館, 1971
- 小山智大, Saint-Venantの原理の定量的解釈およびその原理の構造物への応用に関する研究,いわき明星大 学物理工学専攻修士論文,2005
- 7) 阿部英俊, 竹島修平, 制御弁式蓄電池(VRLA)の負極 ストラップ腐食に関する観察, FB テクニカルニュース, 2000, P52 ~ P57
- 8) 伊藤佑介, 柳沼仁志, 鉛バッテリー格子形状の最適設計 に関する研究, いわき明星大学卒業論文, 2002
- 9) 斉藤聡, 鉛蓄電池の陰極格子板形状の最適設計に関す る研究, いわき明星大学卒業論文, 2004
- 10) 市嶋好明, 鉛蓄電池格子板の応力腐食割れに関する基礎的研究, いわき明星大学卒業論文, 2005

インテリジェント監視制御装置付直流電源装置 MD シリーズ発売

Development and Launch of MD Series, DC Power Supply Plant Incorporating Advanced Monitoring and Control Unit of Battery Condition Watcher

> 唄代正弘* 三柳 弘* Masahiro Utashiro Hiroshi Mitsuyanagi

Abstract

Through the product diversification of BCW, that is Battery Condition Watcher, its system control unit (BCW T) was incorporated into DC Power Plant, resulting in the development and launch of MD series as premier DC power supply plant. BCW T is designed to perform the control of battery sensor units (BCW 3, 6), data storage, screen display, alarm control and communication with the external device and networks. MD series are both preferably useful as intelligent device to communicate with networks and advantageous to construct BCW system.

1. はじめに

IT時代の到来で家電製品にも遠隔監視、遠隔制 御出来るものが多くなってきた中で、弊社でも整流 器の監視と蓄電池の充放電量を監視制御する電源 監視制御装置¹⁾と蓄電池診断装置(BCW)²⁾の開 発に取り組んできた。特に蓄電池診断装置(BCW) は他社に先駆けた製品として好評を得ている。しか しながら、それぞれ単品であることから、社内外よ り発展形として、それらを統合した総合電源監視装 置の開発が望まれていた。この度、整流器の監視と 蓄電池の充放電量を監視制御する電源監視制御装置 の機能に、ネットワーク通信への対応と蓄電池状態 監視(BCW)機能を設けた先進の直流電源装置を MDシリーズとして販売開始したのでその概要を報 告する。

2. 新型電源監視制御装置の概要

新型電源監視制御装置の開発目標を下記に示すよ うに設定した。

- 従来の電源監視制御装置にBCW-T機能を内蔵
 し、蓄電池の状態監視と整流器を一括して行える様にする。
- 2) イーサネット対応によりパソコン上で容易に蓄 電池・整流器の監視が可能とすることと、Java アプレットで、グラフィカルでわかりやすいホ
- * 産業機器営業本部 営業推進部 電源技術グループ



control unit

ームページ表示ができるようにする。

- データロギング機能を設け、顧客のメンテナンスの省力化に寄与できる製品とする。
- 4) PC カードインターフェースの実装により通信 設備がない場合でも、定期的データ収集を可能 とする。

3. 新型電源監視制御装置の具備すべき機能

位置付けから考える新型電源監視制御装置の具備 すべき機能をまとめると次のようになる。

- 1) インテリジェント機能
 - ・ 高速 CPU を搭載し、高度な監視制御を行う。
 - ・ 蓄電池放電量に応じた回復充電を行い適正充 電制御を可能とする(液式電池の場合)。
 - ・ 蓄電池の充電状態、放電可能時間、放電残存 容量の演算表示を行う。

インテリジェント監視制御装置付直流電源装置 MD シリーズ発売

- ・ 蓄電池の全セル電圧・内部抵抗(VRLAの 場合)の表示及びデータ保管を行う。
- 2) 電源システムの総合モニタ装置を目指す。
 - · 高精細の見やすいカラー LCD を採用する。
 - ・バーグラフで運転状態を表示する(一目で状態確認が可能)。
- 3) 運転履歴・警報履歴を保存
 - ・ 整流器、蓄電池の運転使用履歴、警報履歴を
 保存し、保守を容易にする。
- 4) ネットワーク等の各種通信への対応
 - ・10 / 100BASE イーサネットコントローラを 実装する。
 - LAN 対応により e-mail による緊急連絡を可 能とする(通信先3件)。
 - BCWとの接続が可能なマルチドロップ通信 を実装する。
 - PC カードインターフェィスを実装する(巡回データ収集対応)。
 - Java アプレット対応 Web サーバーソフトに て見やすい画面を作成する。

4. 新型電源監視制御装置の構成

出来上がった新型電源監視制御装置の全体構成イ メージは図2の通りである。

監視装置部の部位構成としては、①電源モニタ部 (ベースモジュール基板・直流電源表示モジュール 基板・液晶表示器など)、②直流電源計測制御モジ ユール基板、③制御用電源から構成される。

スイッチング電源・サイリスタ電源などの対応は ソフトのみで行うように標準化が図られ、ハードは 同一とした。

新型電源監視制御装置の仕様を表1に示す。

表 1 新型電源監視制御装置仕様一覧

Table 1New-style power supply surveillance control
unit specification look

項目	内容						
直流電源 出力	24V ∕ 48\ 10 ~ 5000	24V / 48V / 100V 系、サイリスタ式、スイッチング式 10 ~ 5000A					
蓄電池	制御弁式鉛	蓄電池(VRLA)、液式鉛蓄電池、アルカリ蓄電池					
計測	交流電圧	U-V、V-W、W-U					
	直流電圧/ 電流	蓄電池、整流器、出力					
	蓄電池	充電状態; 放電残容量(予測値)、放電残時間(予 測値)、放電回数(重・中・軽)、蓄電池残寿命(予 測値)、蓄電池温度 蓄電池セル電圧; 蓄電池内部抵抗(VRLA 蓄電池 のみ)					
記憶	日報	交流電圧:蓄電池・整流器・出力の電圧電流 蓄 電池温度/セル電圧/内部抵抗 蓄電池充電状態 放電回数					
	運転/警報	各種警報の発生/復旧 充電/停電等の運転情報					
	放電時 データ	蓄電池電圧/電流・出力電圧電流・セル電圧					
データ 保存	不揮発性メ ダウンロー	モリに記憶 ドファイルフォーマット:csv 形式					
状態表示	液晶表示器	グラフィック形 320 × 240 ドット 256 色カラー					
	LED	交流・整流器・蓄電池・出力 運転/警報表示					
	バーグラフ	出力電流 蓄電池					
通信	イーサネット	IEEE 802.3u 10Base-T/100Base-TX 自動認識 RJ-45 コネクタ プロトコル:ARP ICMP DHCP HTTPd SMTP (POP before SMTP 対応)					
	RS-232C	9P D-sub(ハードのみ実装)					
PC カード	РС-АТА 🖊	PC-CF 形メモリカードに対応					
	FAT 形式:	FAT12、FAT16,VFAT、FAT32					

内部抵抗・セル電圧の測定にはセンサーユニットが必要。



図2 新型電源監視制御装置の構成

Fig.2 Constitution of a new-style power supply surveillance control unit

5. 検証

検証試験は一般的特性試験・環境試験・動作機能 試験に加えて、計測値精度の確認や方形波インパル ス性ノイズ試験・静電気放電試験等を実施し、設計 仕様を満足することを確認した。この結果を踏まえ、 2005 年7月より販売を開始した。

6. まとめ

新型電源監視制御装置を搭載した直流電源装置を MDシリーズとして 2005 年 7 月より発売を開始し たわけであるが、この製品は他社に先立つ商品であ り、総合的に監視する装置として今後も発展が期待 出来ると考えている。今後も、インバータへの適用 など更なる進化を目指して行く事としたい。

(参考文献)

- 高橋清,新型電源監視制御装置,FBテクニカルニュース, No.56
- 高橋清, 渡壁雄一, 蓄電池診断装置の開発, FB テクニカ ルニュース, No.58

UPS 用モノブロック電池(新 FVH 形)の開発

Development of VRLA Monoblock Battery (New FVH Series) for UPS Usage

町田 一幸 * Kazuyuki Machida 若尾 将士* Masashi Wakao 佐藤 亮太* Ryouta Satou

Abstract

With ever-growing computer utilization, UPS (Uninterrupted Power Source) has gained the recognition of necessity as back-up power source and has made prolific in products and performance variation, in which the miniaturization is high-ranked in priority along with reliability and cost-performance.

In order to meet the circumstance VRLA (Valve-Regulated Lead-Acid) battery of 12 voltage monoblock for UPS was designed and developed as new FVH series, based on the technological experience of former 2V cell-type FVH series and keeping its life longevity and high-rate dischargability. They are two families of 12V-100Ah@10hr rate and 8V-150Ah@10hr rate, where remarkable miniaturization at battery level was realized by introducing TTP (Through the partition) technique of resistance welding. At cubicle level large improvement of space-and floor-space economy was achieved. In comparison to the conventional monoblock arrangement, cubicle volume and floor can be reduced by 45 and 49% in case of 100kVA and 200kVA, respectively.

1. はじめに

IT 革命の進展により、情報・通信分野の中核で あるコンピュータの果たす役割は非常に重要となっ ており、それを支える電源にも無停電で安定した高 品質が要求されている。これらコンピュータシステ ムの電源を保護するため、UPS(無停電電源装置) の重要度もますます高くなり、その需要も急増して いるが、弊社では1999年にUPS用の高率放電用制 御弁式据置鉛蓄電池としてFVHシリーズ¹⁾を発売 し、ユーザー各位よりのご好評を得てきた。

しかし、近年のコンピュータの小型化、高性能 化により、UPSの使用条件や使用場所も多様化し、 UPSの小型化、高性能化も進んでいる。このよう な状況の中で、弊社では従来のFVH形の特徴を継 承し更にコンパクト化を図るべく、隔壁のある一体 成型電槽を用いて1個の蓄電池に複数のセルを有す るモノブロックタイプの製品化を進めてきた。本稿 ではモノブロックタイプの新FVH形蓄電池の開発 について、その概要を述べる。

2. 開発目標

UPSでは、その必要保持時間は殆どが5分~10 分となっている。高率放電使用においても従来の制 御弁式据置鉛蓄電池と同等の寿命性能を確保するこ とを考慮し、モノブロックタイプ電池の開発にあた っては、以下のような目標を設定した。

- (1) 主な用途:中・大容量 UPS 用
- (2) 初期性能: 3.3C₁₀A にて 10 分間放電が可能な こと
- (3) 期待寿命: 7~9年(25℃、3.3C₁₀A 放電に て寿命期の放電持続時間5分)
- (4) 開発品種: 12V-100Ah/10HR、8V-150Ah/ 10HRの二品種

なお、蓄電池容量は UPS 定格に対して最適化 が図れるよう 100Ah と 150Ah の二品種とした。 150Ah 品の電圧を 8V とした理由は、収納蓄電池盤 の寸法と、製造工程での流動の容易さ、生産設備の 共用化から極力近似した寸法にするため、および完 成品の製品質量等を考慮したものである。

[·] 產業機器事業部 產業電池技術部

3. 電池構造と構成

開発目標を達成するために、本開発品で採用した 内容を次に示す。

3.1 セル間接続方法

モノブロック電池では、一つの電槽内に複数のセ ル(単電池)を収納するため、蓄電池内にてセル間 を接続する必要がある。セル間の接続には幾つかの 方法があるが、本開発品では接続距離が短く電圧 降下に対して有利であり、自動化も容易である隔壁 貫通式の抵抗溶接方式とした。なお、抵抗溶接部 の寸法決定にあたってはCAEによる発熱量解析²⁾ を行い、150Ah品での最大放電電流に対しても必 要にして十分な耐溶断性を確保できる寸法とした。 CAE 解析の一例を図1に示す。



図 1 セル間接続部の CAE 解析

3.2 電槽・蓋の材質、接合方法

材質は従来の制御弁式据置鉛蓄電池で実績のあ る ABS 樹脂を採用した。電槽と蓋の接合について も幾つかの方法があるが、従来の据置形のモノブロ ック形ではセル間接続は隔壁オーバー式が一般的で あり、このため電槽・蓋の接合も接着式となってい た。しかし、前項で述べたように本開発品ではセル 間接続を隔壁貫通式(TTP:Through the Partition Type 式)としたことにより、熱融着方式(ヒート シール方式)が可能となった。この方法では接着剤 を用いずに電槽と蓋の融着代を融かして接合するた め、接着剤の硬化時間をとる必要が無く、硬化炉な どの設備も不要になり、接合の作業自体も自動化が 容易である。また、蓋の長側面には取手部を設け蓄 電池組込み時の施工性を向上させている。セル間接 続と熱融着の状態を図2に示す。





3.3 端子構造

従来のFVH 形と同様に電気抵抗の小さい黄銅ナ ットインサート方式とした。これにより、端子極柱 部での電圧低下を減少させて高率放電の特性向上に 寄与するとともに、蓄電池接続の際のナットが不要 となり、締付け工数の低減による施工性の改善を図 ることが出来た。

3.4 極板群構成

極板群は高率放電性能を向上させるため極板の薄 形化と枚数構成の最適化を行ったが、薄形極板の設 計に当たっては CAE による格子のたわみ解析³⁾を 行い、蓄電池組立て時に必要な極板強度のアップを 図った。また、正極格子には高耐食性 Pb-Ca-Sn 系 合金を採用し極板の薄形化による寿命への影響を補 っている。これらの施策により、要求された高率放 電性能と寿命特性を満足することが可能となってい る。

以上の構成をまとめ、従来の FVH-200、-300 形 と比較した結果を**表1** に示す。

表 1 従来 FVH 形蓄電池との構造比較 Table 1 Structural comparisons of new FVH and conventional FVH

蕃電池形式項目	FVH-100-12 FVH-150-8	FVH-200 FVH-300		
セル間接続方式	抵抗溶接 (TTP 接続)	(単セル電池)		
電槽・蓋材質 / 接合方式	ABS/ 熱溶着 ABS/ 接着			
端子構造	黄銅ナットインサート			
取手構造	あり なし			
格子合金組成	(+)高耐食性 Pb-Ca-Sn 系合金 /(一)Pb-Ca-Sn 系合金			
スタンバイユース (高率放電) 期待寿命(年)25℃	7~9年			

Note. TTP: Through the partition type

Fig.1 Calculation result on temperature rise in intercell connector

UPS 用モノブロック電池(新 FVH 形)の開発

4. 電池諸元

開発品の単電池の諸元を表2に、外観を図3に 示す。

排気部構造は、従来のFVH形やMSE形と同一 の防爆フィルターを装着した排気栓を各セルに設 けてあり、前述の通りいずれのタイプにも長側面 に取手構造を有している。また、FVH-100-12形と FVH-150-8形では長さ寸法が11mm異なるが、蓄 電池高さと幅寸法は同一としている。

lab	Table 2 Specification of new FVH series						
 項目	蓄電池形式	FVH-100-12	FVH-150-8				
公	称電圧(V)	12	8				
容量 10 時間率容量		100	150				
(Ah)	10 分間率容量	55.3	83				
10 分間率電流(A)		332	498				
	最大高さ	353	353				
外形 寸法 (mm)	箱高さ	340	340				
	長さ	322	311				
	幅	165	165				
蓄電池質量(約 kg)		50	49				

表 2 新 FVH 形電池の主要諸元 Table 2 Specification of new FVH series



図 3 新 FVH 形蓄電池外観 Fig.3 External view of new FVH series

5. 開発品の電気特性

5.1 各率放電特性

開発品の電気特性の確認にあたり、FVH-100-12 を用いて、試験を行った。図4に各率放電特性を、 図5に3.3C₁₀Aでの放電特性の一例を示す。試験結 果より、3.3C₁₀Aでの放電持続時間は開発目標を十 分にクリアしており、電圧特性も良好である。また、 MSE 形蓄電池との性能比較を図6に示すが、FVH 形蓄電池は優れた高率放電性能を有していることが わかる。



図 4 25℃各率放電特性図





図 5 3.3C₁₀A (10 分間率) 放電特性図 (25℃) Fig.5 10 minutes rate discharge characteristics at 25℃





5.2 最大放電電流試験結果

本開発品は高率放電タイプの蓄電池であるため、 JIS 規格で規定されている最大放電電流試験の条件 (3C₁₀A にて1分間放電、6C₁₀A にて5秒間放電) より厳しい 6C₁₀A にて1分間放電、12C₁₀A にて5 秒間放電の条件で評価を実施した。その結果を図7 に示すが、いずれの条件でも異常は認められず、結 果は良好である。



図7 大電流放電試験結果

Fig.7 Discharge characteristics of large current rate

5.3 寿命特性

図8に開発品の60℃加速寿命試験の結果を示す。 この結果より25℃換算において期待寿命の7~9 年を満足することが確認できた。

以上述べたとおり、各種の評価結果から、本蓄電 池の優れた高率放電特性、および計画通りの期待寿 命特性を有することが確認できた。

6. 組電池仕様

本開発品と従来タイプの組電池での比較を表3 に示すが、蓄電池盤の小型化により省スペースを 図ることが可能となり、200kVA用 UPS の例では、



床面積が半減しており、組電池質量も軽減されてい る。また、モノブロック化により蓄電池個数が減少 しているため、施工時の接続線の締付け工数を低減 することができる。

また、100Ahと150Ahの容量比1.5倍の蓄電池 をラインアップしたことにより、UPS 定格に最適 な蓄電池容量の選定が可能となり、モノブロックタ イプの採用とあわせて、経済性のアップに寄与して いる。表4に総電圧が360V系の場合の組電池容量 に対する蓄電池の組合せ例を示す。

表 4 360V 系組電池の形式組合せ Table 4 Combination of battery for 360V

Total Batter Voltag	y se	Total Battery Capacity (Ah/10HR)	Battery Type & Pieces	Amount of total Pieces			
360\	/	100	FVH-100-12 × 30Pcs.	30			
		150	FVH-150-8 × 45Pcs.	45			
		200	FVH-100-12 × 30Pcs. × 2P	60			
		250	FVH-100-12 × 30Pcs.	30			
			FVH-150-8 × 45Pcs.	45			
		300	FVH-150-8 × 45Pcs. × 2P	90			
		400	FVH-100-12 × 30Pcs. × 4P	120			
		500	FVH-100-12 × 30Pcs. × 2P	60			
			FVH-150-8 × 45Pcs. × 2P	90			

Note. \times 2P : Two parallel connection, \times 4P : Four parallel connection

表 3	蓄電池盤寸法比較(当社比の一例)
Table 3	Dimension and floor space comparison of cubicle

Ratings of UPS	Battery			Dimension of Cubicle (Approx. mm)			Floor Space		
	Туре	Capacity	Pieces	Weight (kg)	Width	Depth	Height	(m²)	(%)
100kVA	FVH-100-12	100Ah/10HR	30	1500	1300	850	1950	1.11	55
	MSE-200	200Ah/10HR	180	2700	2000	1000	1950	2	100
200kVA	FVH-100-12	200Ah/10HR	30 × 2P	3000	2400	850	1950	2.04	51
	MSE-200	400Ah/10HR	180 × 2P	5400	4000	1000	1950	4	100

UPS 用モノブロック電池(新 FVH 形)の開発

7. まとめ

以上述べた通り、今回開発したモノブロックタ イプの FVH 形蓄電池は開発当初の目標要件を十分 に満たしていることが確認され、2005 年 4 月より 発売を開始した。なお、本電池は JIS 規格 (JIS C 8704-2) に準じており、蓄電池設備認定委員会の型 式認定を取得しているので、UPS 用途の他、消防法、 建築基準法適用負荷等の幅広い分野にも使用が可能 である。

(参考文献)

- 若尾将士,河内英樹,細谷俊明,高率放電用制御弁式鉛 蓄電池(FVH)の開発,FBテクニカルニュース, No.55, 2 (2000)
- 2) 飯塚博幸, VRLA 電池への CAE 適用の検討, FB テク ニカルニュース, No.58, 19 (2002)
- 3) 飯塚博幸, CAE による鉛蓄電池用格子の最適設計, FB テクニカルニュース, No.60, 8 (2004)

鉄道車両用蓄電池状態監視システムの実用化

Practical Development of Train's Battery Monitoring System

長谷川 和則* Kazunori Hasegawa 深沢 正利* Masatoshi Fukasawa

Abstract

The Train's Battery Monitoring System was supplied to Tobu Railway Co., Ltd. This system is a system that informs train's crew of battery conditions (S.O.C and alarm). We succeeded in the miniaturization and the simplification of the original system which had been developed before as prototype. Also, the system cost was reduced.

1. はじめに

鉄道車両には通常、停電時のバックアップとし てSIV(静止形逆変換装置)の起動用に蓄電池が搭 載されているが、今までこの蓄電池の状態を監視す る装置は、蓄電池の電圧を表示する程度の手段しか なかったため、蓄電池を過放電させ、停電復旧後の SIV 起動に支障をきたす危険性があった。

今回、東武鉄道株式会社殿から蓄電池の状態(特に残存容量)をモニタしたいとの御要望があり、蓄 電池の状態を常に監視し、その情報を運転手に伝達 する車両用蓄電池状態監視システム(以下、本シス テム)¹⁾の実用化に成功したので紹介する。

2. システムについて

本システムは、蓄電池状態監視装置本体(以下、 装置本体)、電流センサ、温度センサ、接続ケーブ ルから成り、装置本体は車両の先頭及び後尾車両の 下部に取り付けられる蓄電池格納箱内のモニタ部内 に設置され、搭載されている蓄電池の充電量及び放 電量を積算し放電可能容量を表示する。

モニタ部は、蓄電池収納部に隣接しており、モニ タ部内には装置本体以外に電磁接触器や蓄電池の充 放電電流を検知する電流センサなどが収納されてい る。図1に蓄電池格納箱の外観を示す。

* アルカリ電池部 宇航特機技術グループ



図1 蓄電池格納箱外観 モニタ部(左) 蓄電池部(右) Fig.1 Appearance of battery housing box. Monitor box (left) and Battery box (right)

装置本体は、通常モニタ部内に収納されているが、 点検時などには容易に取り出せる様、スライド式の 収納となっている。図2に装置本体を示す。

3. システム機能

図3にシステムブロック図を、表1に装置本体 の主要諸元を示す。

3.1 モニタ機能

3.1.1 電流モニタ

今回、電流センサには、非接触型の DCCT を採 用した。このセンサで蓄電池の入出力電流を検知し、 その情報は装置本体に送られ、CPU によって平均 処理後、積算される。 鉄道車両用蓄電池状態監視システムの実用化



図2 装置本体 Fig.2 Monitoring device



Fig.3 System block

3.1.2 温度モニタ

組電池内のモジュールに温度センサ(サーミスタ) を取り付け、蓄電池の温度を監視する。

3.1.3 蓄電池電圧モニタ

組電池の総電圧を監視する。

電流・温度・電圧値は、常時監視され各補正値算 出に使用される。 表1 装置本体仕様概要 Table1 Specification of the monitoring system

項目		内容					
	監視入力 範囲	①組電池電圧:DC 0V ~ 150V ②充放電電流:DC -150A ~ 0A ~+ 150A ③蓄電池温度:-20 ~+ 80℃					
監視機能	判定出力	 ①容量状態1: SOC 100%以下~70%以上 ②容量状態2: SOC 70%未満~40%以上 ③容量状態3: SOC 40%未満~15%以上 ④容量低警報: SOC 15%未満~7%以上 ⑤給電停止警報:SOC 7%未満~0%以上 					
	アラーム 出力	充電電流異常、電池温度異常、システム異常、 BU 電池電圧異常					
	出力方式	DO 伝送方式					
電源入力	範囲	DC 70V ~ 125V					
理接泊库	作動時	−10~+60°C					
	非作動時	−20 ~+ 70°C					
寸法		H400 × W72 × D320					
質量		約 6kg					

SOC: 放電可能容量

3.1.4 表示・出力

装置本体で積算された放電可能容量及び異常アラ ーム情報は、装置本体正面のLEDにより表示する (放電可能容量:5段階別表示、異常アラーム:4種 類)。

また、この情報は装置本体から車両情報装置に DO伝送され、運転席モニタでも蓄電池の状態が確 認できる。

放電可能容量の段階別表示については、表1の「判 定出力」欄に示すとおり。

本装置のアラーム出力には下記の4種類がある。

- (1) 充電電流アラーム:異常充電電流を検知した
 とき、出力される。
- (2) 電池温度アラーム:電池温度が高温に達した とき、出力される。
- (3) システムアラーム:内部 CPU 及び接続ケー ブル間に問題が発生したとき、出力される。
- (4) BU アラーム:内部 CPU のバックアップ電 池電圧が下がったとき、出力される。

3.2 放電可能容量積算機能

蓄電池ラインには、電流センサ(DCCT)が設置 され、蓄電池の入出力電流をモニタする。モニタ された入出力電流は、16bitマイコンで積算処理さ れる。通常、蓄電池の容量は電流(A)と時間(h) の積のAhで表される。

本システムで算出される放電可能容量は、入出力 による蓄電池の積算残存容量(Ah)に蓄電池温度 及び放電電流値データを考慮し、補正した積算残存 容量である。

それゆえ、蓄電池温度が同じであれば、残存容量 が同じ場合でも、放電電流値が大きい場合は、放電 電流値が小さい場合に比べて放電可能容量は小さく なるため、容量状態表示は放電電流値に対応して変 化する。

3.3 補正機能

3.3.1 積算補正

蓄電池の積算残存容量は、サイクル中の充放電効 率による誤差及び使用年数による電池自体の容量低 下などによる誤差が生じる。充放電効率による誤差 は微小ではあるが、この誤差はサイクルを繰り返す 毎に積算され、長期間になると積算容量誤差として 顕著に現れる。

この積算容量誤差を補正するため、今回の容量判 定方式はメインに積算方式を、サブに放電電圧方式 を採用している。

これは、積算方式に誤差が生じた場合、放電中の 電流と電圧データより積算残存容量を補正する方式 である。

3.3.2 満充電リセット補正

車両に搭載される蓄電池は、常に充電される浮動 充電(定電圧)方式のため、通常は微小な充電電流 で満充電状態を維持する。監視装置は、蓄電池への 入出力電流及び電圧を常に監視しており、もし、積 算残存容量が満充電容量を示していない場合でも充 電電流及び電圧が満充電時の値で一定時間変化がな い場合は、積算残存容量を満充電にリセットする方 式を備えている。

なお、これらに使用される充電電流及び電圧値、 また、3.3.1 積算補正での放電電流及び電圧値デー タによる補正値は、開発段階での実車における実測 値を採用している。

3.3.3 自己放電補正

車両が休車や整備・点検などで長期間、車両搭載 蓄電池に充電が行われない場合は、自己放電による 容量低下が起こる。

本装置はタイマ機能が付いており最後に充電が行 われた時より、再度充電が行われるまでの間の時間 を計算し、その間に失われた自己放電容量を補正す る。

以上の各補正により、従来の積算残存容量計算よ りも精度を上げたものとなっている。また、今回は この積算残存容量に補正をかけた放電可能容量を表 示するため、利用者は、その時の状況でどれ位蓄電 池容量が使用できるかを容易に判断できる。

4. 量産化にあたり

開発時は、基礎データ収集のため、蓄電池のモジ ユール別に電圧を測定していたが、既に十分なデー タを収集済みであること、またそのまま実用化した 際、装置本体が複雑になる、蓄電池へのモニタ配線 も複雑になり蓄電池のメンテナンス時に運用しにく い等の理由からモジュール別から組電池での電圧測 定に変更した。このことにより、モニタ入力数が減 り装置本体を小型化することができた。

放電可能容量は当初、数値(%)で表していたが、 容量を5段階(表1参照)に分け、LED及びDO で出力することによりシステムの簡略化、及びコス トダウンに大きく貢献した。

プログラムについては、開発時のプログラムを搭 載する予定であったが、実車での電流リップル測定 値から電流値平均処理プログラムの一部を変更し た。実車での測定値を図4に示す。





蓄電池は、SIV からの AC 出力(3 相、200VAC、 60Hz)を補助整流装置により整流された DC 出力 ラインに接続される。蓄電池への充電電流リップル は、60Hz × 6(3 相全波整流) = 360Hz になるため、

鉄道車両用蓄電池状態監視システムの実用化

電流センサからの入力データの電流平均処理プログ ラムの周波数を360Hzに設定したが、実車でのデ ータから、AC200Vの3相のうち1相に負荷による と思われる歪みがあることが判明した。

このため、本システムの電流リップル平均処理の 周期は360Hzではなく、各相の基本周波数の60Hz が適切であることが分かり、電流平均処理プログラ ムの周波数を360Hzから60Hzに変更した。

この数値であれば、負荷が違う他の車両で違う相 に歪みが生じても平均処理は問題なく処理される。

図5に360Hz平均処理プログラムにおける電流 平均処理結果(リップル分)を示し、図6に60Hz 平均処理プログラムにおける電流平均処理結果(リ ップル分)を示す。

なお、両図は蓄電池における一定充電電流を0と









したときの変動リップル分を平均処理し、プロット したものである。

図5は、リップル平均処理の周期が合致していな いため、正規の電流値に収めることができない。

図6は、実際の電流リップルと平均処理プログラ ムの周期が合致しているため、正規の電流値に処理 された。

5. まとめ

今回、本システムの実用化にあたり、開発時から の変更点(ハード及びソフト)が多かったため、工 場内に模擬システムを設置し、長時間のサイクル試 験を行い、システムに問題がないことを確認した。 また、ケーブル及びケーブルチューブにノンハロゲ ン材料を、その他の部品も難燃材を使用することに より、防火対策も万全なものとした。

今後は、車両側への伝送方法を変えた装置を実用 化し、多様な車両への搭載を可能とするとともに、 車両の安全運用に一層貢献できるよう努力していき たい。

謝辞

今回、本システムを導入して頂いた東武鉄道株式 会社殿には、多大なご指導とご教示を頂きました。 この場をかりて厚くお礼申し上げます。

(参考文献)

 長谷川和則, 江黒高志, FB テクニカルニュース, No.59, (2003)

鉄道車両用新 MT 形の実車評価

Evaluation of New MT-battery Series for Train Application

鈴木 孝光 * Takamitsu Suzuki 小野 秀伸* Hidenobu Ono 岩淵 剛志* Takashi Iwabuchi 鈴木 喜輝* Yoshiki Suzuki

Abstract

MT-battery series of vented alkaline battery for train application were developed, applying a pasted Cd plate for negative side to realize both maintenance-freeness and high-dischargability performance. There occurred so very little water consumption through the float-charging that the interval of water replenishment was expected to exceed the practical life span in effect. We did an early stage of interface examinations, a follow-up surveys and, about a MT form

battery for this railroad vehicles which we commercialized, carried out a function of a battery, interface with vehicle load, investigation of water addition interval in actual use condition. We introduce this initial interface examination and actual car needs assessment of a follow-up survey this time.

1. 新 MT 形蓄電池の主な特長

鉄道車両用蓄電池の実用寿命がこれまでの実績か ら概ね12~15年間であることを考慮して、「15年 以上の補水間隔」を得るために、ガス発生電位を引 き上げることが可能なペースト式カドミウム負極の 適用した。このペースト式極板の採用により、減液 性能を大幅に向上し実質的な無補水化を図った。新 MT 形蓄電池の特長を以下に示す。

 ①10年以上の補水間隔が期待でき、特に保有電 解液量の豊富なMB形では15年以上の補水間 隔が期待でき、電池寿命まで実質上不要となる。
 ②低温高率放電特性が優れている。

③長寿命性能である。(期待寿命15年)

- ④モノブロック構造、カバー構造により、金属露 出部をなくし、埃の進入を防止したため、点検 作業時の安全確保、清掃が容易となる。
- 写真1に新MT形蓄電池の外観を示す。

2. 商品化した新 MT 形蓄電池のラインアップ

MT 形鉄道車両用蓄電池はこれまで1サイズで 20Ah から 100Ah の容量ランクをラインナップして いたが、新サイズの MT 形蓄電池の開発により小

* 産業機器事業部 アルカリ電池部



写真1 MT 形蓄電池の外観(左から:MB、MA、右端は 従来タイプ低形の MTC 形) Photo 1 New MT series (From the Left:MB, MA, MTC)

容量ランク品の容積効率を向上させた。新たにライ ンナップ化したのは、従来サイズの「MT 形」より も長さ、幅、高さ全ての寸法を小型化した「MA 形」 である。

表1に「新MT形」のラインアップを示す。

3. 新 MT 形蓄電池の実車評価

商品化した新 MT 形蓄電池について、客先にお いて実車評価を実施した。実車評価は、初期インタ ーフェイス確認試験において問題がないことを確認 した後、実際の車両運行において追跡調査を実施し た。

鉄道車両用新 MT 形の実車評価

Table 1 Summary of New MT ser					I series	S	
	Cap.		Dimension (mm)			Weight	
Type		(Ah)	L	W	Н	(Approx.kg)	
MA	6M20A	20	230	115	276	10	
	6M30A	30				11	
	6M40A	40					12
	6M50A	50				13	
MB	6M20B	20	255	170	306	15	
	6M30B	30				16	
	6M40B	40				17	
	6M50B	50				18	
	6M60B	60				19	
	6M70B	70				20	
	6M80B	80				21	
	6M90B	90				22	
	6M100B	100				23	

表 1 新 MT シリーズのラインナップ

3.1 初期インターフェイス確認試験

東京都交通局殿の車両において、実際に行った新 MT 形蓄電池の初期インターフェイス確認試験の一 例を紹介する。

3.1.1 目的

搭載した新 MT 形蓄電池について、静止試験(負 荷投入、停電・復電)を行い以下に示す確認を目的 とした。

- (1) 蓄電池の機能が正常に作動している事
- (2) 蓄電池と車両負荷とのインターフェイスに問 題のない事

3.1.2 試験車両



3.1.3 試験蓄電池及び試験数量

6M50B-12形 (50Ah/5HR、7.2V モノブロック電池 12個)、既設ポケット式アルカリ蓄電池 AM50P-70形 (50Ah/5HR、1.2V 電池 70 セル)の各1台という特 性の異なる並列使用で行った。

写真2、写真3に試験状況を示す。

3.1.4 試験方法

(1) 充放電条件 セットアップされた試験回路に対し、以下の 負荷条件を印加した。



写真 2 試験状況(6号車、6M50B-12) Photo 2 The examination situation (6 Numbered Train, 6M50B-12)



写真 3 試験状況(4号車、AM50P-70) Photo 3 The examination situation (4 Numbered Train, AM50P-70)

静止状態:起動→負荷投入(軽負荷、通常、 重負荷)→停電30分(放電)→復電30分(起動)

(2) 測定項目

図1に試験回路の測定点を示す。

3.1.5 負荷投入試験結果

負荷投入試験は、SIV 装置を起動(DC100V ライ



V: 蓄電池電圧(浮動充電電圧)、I: 充放電電流、T: 周囲温度

図 1 試験回路の測定点

Fig.1 The measurement point of an examination circuit ン ON 状態) させて、車両負荷(軽負荷、通常負荷、 重負荷)を投入して電圧を測定した。

表2に負荷投入試験結果一覧を示す。

図2、図3に負荷投入試験チャートを示す。

表 2 負荷投入試験結果一覧

車両番号	測定項目	軽負荷	通常負荷	重負荷
	電圧(V)	104.1	103.1	101.5
6 6M50B-12	電流(A):参考	0.4	0.2	0.1
	温度(℃)	29.9	30.3	30.1
	電圧(V)	104.1	102.9	101.5
4 AM50P-70	電流(A):参考	0.4	0.2	0.1
	温度(℃)	30	30.1	30
	① 室内灯	0	0	0
	②非常ブレーキ	0	0	0
	③ドア(片側)	×	0	0
負荷内容	④ ATC	×	0	0
	⑤社内放送	×	0	0
	⑥クーラー(ラインデリア)	×	×	0
	⑦保守ブレーキ	×	×	0



図2 負荷投入試験チャート(6号車、6M50B-12) Fig.2 A load injection examination chart (6 Numbered Train, 6M50B-12)



図3 負荷投入試験チャート(4号車、AM50P-70) Fig.3 A load injection examination chart (6 Numbered Train, AM50P-70)

表 3 Table 3		停電試験結果一覧 A list of discharge examination results					
車両番号	測定 項目	5分	10 分	15 分	20 分	25 分	30 分
	電圧 (V)	91.10	89.75	89.00	88.60	88.41	88.31
6 6M50B-12	電流 (A)	-18.54	-17.42	-17.36	-17.64	-18.04	-18.38
	温度 (℃)	30.4	30.7	30.8	30.9	30.9	30.9
	電圧 (V)	89.86	88.69	87.92	87.48	87.21	87.05
4 AM50P-70	電流 (A)	-4.68	-5.60	-5.52	-5.12	-4.70	-4.32
	温度 (℃)	30.7	30.7	30.7	30.8	30.8	30.7

停電負荷:非常灯、前照灯、尾灯

表 4 復電試験結果一覧 Table 4 A list of charge examination results

車両番号	測定 項目	直後	5分	10 分	15 分	20 分	25 分	30 分
6 6M50B-12	電圧 (V)	-	98.90	100.30	101.55	102.72	103.28	103.46
	電流 (A)	56	32.20	25.00	15.68	8.00	3.90	2.34
	温度 (℃)	-	31.0	31.1	31.0	31.0	31.0	31.0
4 AM50P-70	電圧 (V)	-	100.23	101.52	102.33	102.99	103.34	103.49
	電流 (A)	29	9.90	1.62	1.34	1.26	0.92	0.70
	温度 (℃)	_	30.8	30.8	30.7	30.8	30.7	30.8

軽負荷、通常負荷、重負荷における安定時の蓄電 池電圧は101.5~104.1Vで、設定推奨値内(100~ 105V)であることを確認した。

3.1.6 停電·復電試験結果

停電試験は 30 分間行い、その後、復電(蓄電池 充電)を約 30 分間実施した。

表3に停電、表4に復電試験結果一覧を示す。

図4、図5に停電・復電試験チャートを示す。

停電30分目における蓄電池電圧は6号車 (6M50B-12形)で88.31V(-18.4A)、4号車(AM50P-70 形)で87.1V(-4.3A)であり、6M50B-12形で実負 荷の約80%をバックアップしていた。この電流の 違いは、蓄電池の特性差(6M50Bのほうが内部抵 抗は小さく放電特性が優れている)によるものであ る。

その後の復電において正常に蓄電池が充電される ことが確認できた。

3.1.7 初期インターフェイス確認試験結果まとめ 初期インターフェイス確認試験の結果、以下に

鉄道車両用新 MT 形の実車評価







Fig.5 Discharge / Charge Examination chart (4 Numbered Train, AM50P-70)

示す通りで実使用において問題のないことを確認した。

- (1) 蓄電池の機能が正常に作動している事
- (2) 蓄電池と車両負荷とのインターフェイスに問題のない事

3.2 追跡調査

初期インターフェイス確認試験後に追跡調査を実施した一例を紹介する。

3.2.1 目的

実運用において以下に示す確認を目的とした。

- (1) 外観その他に異常のない事。
- (2) 浮動充電状態における蓄電池電圧(総電圧及 び単位電池電圧)に異常のない事。
- (3) 浮動充電状態における蓄電池の液面位置と質量を測定して、実使用における補水間隔を算出する事。

(4) 搭載1年後の電池特性に異常のない事。

3.2.2 追跡調査結果

3.2.2.1 外観

約1年間の追跡調査において、蓄電池の外観、そ の他に異常はなかった。

3.2.2.2 浮動充電電圧の推移

図6に浮動充電電圧の推移を示す。



車両の電源での浮動充電電圧は、104~105Vの 範囲で推奨範囲(100~105V)の上限付近で推移 していた。単位電池電圧は搭載時にややバラツキが あるものの、経過するにつれバラツキは減少する傾 向を示している。

3.2.2.3 電解液の消費





電解液面レベルは搭載時、最高液面線から約 -10mmの位置にあったが、夏季を経過した後でも ほとんどレベルに変化なく、液減りはほとんどなか った。

3.2.2.4 電解液の消費

減液量を正確に把握するため、蓄電池の質量を測 定した。

表5に質量測定結果を示す。

てあり 日本 J 正向上 和未 Table 5 Weight Measurement Result								
号車	単位電池 No.	搭載時 質量(kg) (2003.9.18)	1.3 年目 質量(kg) (2004.10.26)	減液量 (kg)	換算液面 レベル (mm)			
6	1	17.95	17.86	0.09	-2.6			
	2	18.05	17.97	0.08	-2.3			
	11	17.96	17.88	0.08	-2.3			
	12	18.02	17.95	0.07	-2.0			
	平均	18.00	17.92	0.08	-2.3			

医导测中体用 主に

減少した質量は、単位電池当たり80gと非常に 少ない結果であった。この値を液面の低下レベルに 換算すると2~3mmとなる。本使用条件に近い使 用における開発時の減液シミュレーションからは、 2.1mm/年の液面の低下予想であり、実使用におけ る液面の低下にほぼ等しいレベルであると言える。

今回の調査から1年間の減液量が2.3mmと推定 されるが、3mmとした場合でも液面が最低液面線 (-60mm) に至るまでの期間は20年となり、実質 的に電池寿命まで補水する必要がないと予想でき る。

3.2.2.5 電池引取り特性調査

13 ヶ月点検後、No.3 及び No.4 の単位電池を引き 取り、特性調査を行った。

図8に容量試験結果(No.3)を示す。

図9に最も厳しい低温高率放電試験結果を示す。



No.3、No.4の電池とも、引き取り直後の残放電 において定格容量を十分に満足し、その後の充放電 (容量試験)ではほぼ初期の特性に容易に戻った。

低温高率放電試験でも、セル電池間の差なく、良 好な特性を維持していることが確認できた。以上よ り、実車搭載で約1年経過した電池の特性は良好で あった。







3.2.2.6 追跡調査まとめ

以上、追跡調査を行った結果、次に示す通り実運 用において問題のないことが確認できた。

- (1) 外観その他に異常はなかった。
- (2) 浮動充電状態における蓄電池電圧(総電圧及 び単位電池電圧)に異常はなかった。

また、蓄電池の液面位置と質量を測定したところ、 1年間の減液量は3mm未満であり、電池の期待寿 命(12~15年とする)まで補水する必要がないと 予想される。さらに引き取り調査では、電池性能は 良好な状態を維持していることが確認できた。

4. まとめ

新 MT 形蓄電池の実車評価を行い、鉄道車両用 に搭載しての初期インターフェイス確認試験におい て、蓄電池の機能、車両負荷とのインターフェイス に問題がないことを確認し、さらに、追跡調査にお いても、蓄電池に異常がなく特性が維持できている こと、定電圧充電時の減液特性が大幅に改善され、 鉄道車両用蓄電池の実用寿命期間(12~15年)に 対して15年以上の補水間隔の見通しを得ることが 確認できた。

本報告は実車評価の一例であるが、他客先におい ても同様に良好な結果が得られている。

5. おわりに

本報告で紹介した実車評価を実施するにあたり、 御協力頂きました東京都交通局大島車両検修場殿関 係各位に謝意を表します。

41

(参考文献)

- 1) 冨田行雄,石川幸嗣,鈴木孝光,小野秀伸「鉄道車両用 低保守タイプMT形アルカリ電池の開発」,FBテクニ カルニュース, No.55, p5-10 (2000.1)
- 江黒高志,鈴木孝光,阿部勲,白井隆「鉄道車両用 MT 形アルカリ蓄電池の減液特性改善」,FBテクニカル ニュース, No.57, p24-28 (2001.12)
- 江黒高志,鈴木孝光,白井隆,阿部勲,「新開発の鉄道 車両用 MT 形バッテリー」,FB テクニカルニュース, No.59, p53-58 (2003.11)
- 石川幸嗣,「鉄道車両用アルカリ蓄電池「新 MT シリーズ」のご紹介」, FB テクニカルニュース, No.60, p52 (2004.12)

自動車用電池の実使用における実態調査

Investigation of Life of Automotive Batteries in After Market

竹島 修平* Shuuhei Takeshima

小浦方 智樹* Tomoki Kourakata 白井隆* Takashi Shirai

Abstract

In order to make clear on practical life or exchange period of the automotive battery, discharded batteries at varied market channels were studied by using newly-developed battery tester FBT-1000, which was equipped with two types of diagnostic functions, conductance CCA mode of ohmic method as well as JIS load tester mode. 275 batteries were classified into 3 categories of usable (25%), low-voltage (21%) and failed (54%) and average months from delivery of which were found as 31.2, 30.9, 59.5 respectively. Low voltage included 2 tester judgment of "good + recharge" and "charge + retest", the later of which was founded as negative plate failures .With regard to the practical life effects of producers (Furukawa and others), areas and battery sizes were statistically analyzed. All failed samples were and dismantled found out as relating to positive grid corrosion and growth.

1. はじめに

* 技術開発部

自動車用電池は車両の電装品負荷が増大する傾向 の中で、車両側のオルタネータの発電能力アップと 共に、過充電に強い Pb-Ca 系合金の正極格子への 採用により、減液に起因する不具合が殆どなくなり、 オーナー車使用においては長寿命化傾向にある。

ー般オーナーのアンケート調査において、長寿命 電池を求める声が多く寄せられている。ユーザー要 求の長寿命化を図るために、現在上市されている現 行品の市場における寿命実態と劣化モードを知るこ とは、ベンチにおける評価と共に重要である。

海外では、米国 BCI(Battery Council International)が5年毎に北米地域の廃電池の調査をおこな っている。05年5月に公表された使用可能電池を 除いた電池の平均寿命は、前回2000年に報告され た値41ヶ月を10ヶ月上回る51ヶ月となっている ¹⁾。但し、この数字は使用される電池容量、負荷状態、 温度条件の相違もあり、単純に国内寿命データとの 比較は難しい。また同様の調査が欧州(EUROBAT) でも行われている。

弊社は市場の長寿命要求に応えるべく、従来の Pb-Ca-Sn 系合金に Ba 元素を添加し、高温耐食性 が約2倍以上向上した C21 合金の開発に成功し、 本合金を正極格子に用いた電池を 02 年 10 月から上 市している²⁾³。車両取替え寿命が伸びる一方、長 寿命で交換時期が容易に判定できる電池に対する要 求に応えるため、03 年 10 月にはテスター機能を内 蔵した「FGUARD」を上市した⁴⁾。いつでも電池 の健康状態が容易に分かり、かつ C21 合金により 高温耐食性が改善されたことにより、安心して交換 時期まで使用できることで、市場で好評を得ている。

JAF 統計によると、ロードサービスの主な出動 理由の上位を「電池」が占めている⁵⁾。電池の信頼 性を追求することは、安心快適なカーライフにとっ て益々重要となっている。実使用電池の廃棄寿命の 実態を把握して寿命要因を解明することは電池の開 発とサービスの向上に極めて有用である。

上記の理由により、この度、降車1ヶ月以内の廃 電池について、昨年製品化したコンダクタンス法テ スター FBT-1000 を用いて、市場における電池の寿 命と劣化状態を調査したので調査結果の一部概要を 報告する。

2. 調査方法

2.1 対象電池

調査電池は廃電池となっている通常の電池につい

43

自動車用電池の実使用における実態調査

て、気温の影響を見るために九州地区(福岡、佐賀、 熊本)と関東(埼玉、茨城)・福島地区の調査先に 出向き、フレッシュな状態で調査した。調査先は次 の4つのカテゴリーに分類される。

- ・カー用品量販店
- · 特約店(代理店)
- ・カーメーカー部品販売会社
- ・サービスステーション (ガソリンスタンド)(以 降 SS と呼ぶ)

504 個の他社品を含む新車搭載品(以降 OE と呼 ぶ)と市販品について調査を行った。その内、市販 品は 329 個(63%)であり、出荷日が判明しデータ として使用できたのは 275 個、全調査数に対して 54%、市販品全数に対して約 84%であった。図1 に 275 個のカテゴリー別の割合を示す。



図1 廃電池の内訳 Fig.1 Distribution of discarded batteries investigated

特約店が最も多く47%を占め、次にカー用品量 販店が22%、主にカーディラーからの回収品が集 まる部品販売会社16%、SSが15%を占めた。各廃 電池はバッテリー上がり品のみならず、予防的に交 換された電池も多く含まれていると考える。本調査 の解析は275個の市販品について行った。

2.2 使用テスター

劣化状態の判定には新規開発した FBT-1000 を主 に使用し、補完的にロードテスター FBT-500P を 用いた。オーミック法の一形態であるコンダクタン ス法テスターの特長はロードテスターが充電状態の 影響を受け易いのに対して、充電状態が低くても判 定が可能であることである。図2、図3に使用した テスターの外観を示す。

図2のFBT-1000は判定アルゴリズムを2種 類持つ。ロードテスターのFBT-500Pと同じよ



図 2 FBT-1000の外観(質量約0.43kg、 サイズW102×L230×H65mm) Fig.2 External view of FBT-1000



図 3 FBT-500Pの外観(質量約4.7kg、 サイズW200×L300×H200mm) Fig.3 External view of FBT-500P

うに放電5秒目の電圧を表示する「JIS 試験」モ ードと他のコンダクタンス法テスターと同様に MidtronicsCCA(以降コンダクタンス CCA と呼ぶ) を基準に判定する「CCA 試験」モードを備えてい るが、劣化判定には「CCA 試験」モードを用いた。 「CCA 試験」モードの判定は次の5種類である。

「電池良好」「電池良好+要充電」「充電+再試験」 「電池要交換」「セル不良+要交換」

「電池良好+要充電」の意味は、劣化は進んでい ないが充電不足の放電状態にあり、充電が必要であ ること意味する。また「セル不良+要交換」は短絡 セルがある場合に表示される。

なお、コンダクタンス CCA は−18℃で 30 秒間 放電して得られる実測 CCA とは異なるが、出力 と相関があり、劣化判定に十分使用できることは、 FGUARD 電池に内蔵されているテスター回路に採 用され、数多くのフィールド、ベンチにおけるモニ ター試験で実証されている。

また、詳細に劣化状態を把握するために、幾つか 電池を回収し、図4で示すフローに従い調査した。



Fig.4 Flow of investigation of discarded batteries

3. 調査結果

3.1 判定の種類

BCIの故障モード調査では「Cause Unknown」 を含む「Serviceable」「Worn out/Abused」等9種 類に分類しているが、今回の調査ではテスター判定 の結果と性能試験、解体調査の結果から3つに分類 した。

①良好品

「電池良好」判定品のうち、測定されたコンダ クタンス CCA が基準値の 90%以上のもの。

②低開路電圧品

開路電圧が12.6V以下で「電池良好+要充電」 及び「充電+再試験」判定品。

③寿命品 (寿命末期も含む)

- ・「電池要交換」「セル不良+要交換」判定品
- ・「電池良好+要充電」「充電+再試験」判定品 で、充電しても電圧が回復しなかったもの及 び性能低下が著しいもの。

「電池良好」判定品には予防的に交換されたもの、 低開路電圧品の「電池良好+要充電」判定品には単 純にランプ等の負荷消し忘れによるバッテリー上り のもの、「充電+再試験」判定品には過放電された もの、極板の劣化が進み充電しても電圧が上がらな くなったもの等が含まれると考える。

3.2 判定結果の内容

275 個の判定結果の内訳を図5に示す。良好品 68 個 (25%)、低開路電圧品59 個 (21%) に対し、 寿命品が148個(54%)と半数以上を占めた。今回 の調査で良好品が多いが、予防的に早めに交換され る場合が多いことによると思われる。また、実使用 において車両条件、温度条件、充電状態によっては 始動し難くなり降車されたものも含まれるものと推 測する。低開路電圧品59個については図6に示す 様に、更に2つに分類され、性能低下が小さく「良 好+要充電」と判定された単純放電品が27個(46 %)、過放電又は寿命末期に近い「充電+再試験」 が32個(54%)であった。テスター判定において 判定精度を上げる重要なファクターである開路電 圧別の割合を図7示す。電池構成により異なるが、 充電状態約50%相当を示す12.4V以下が半数を占 め、充電前の判定を難しくしていることが分かる。



3.3 使用期間の分布

低開路電圧品 59 個と寿命品 148 個の出荷日から 調査日までの月数(以降使用期間と呼ぶ)の分布を

自動車用電池の実使用における実態調査

図8、図9に示す。低開路電圧品の平均使用期間は 30.9 ヶ月(6~61 ヶ月)、寿命品の平均使用期間は 59.5 ヶ月(28~135 ヶ月)であった。出荷日から 搭載されるまでの期間を6ヶ月と仮定すると、寿命 品は53.5 ヶ月になり、平均で4.4 年の寿命を有して いた。但し、走行距離、搭載する車両環境条件、使 用負荷(放電深度)、走行条件、外気温等の使用条 件による影響が大きいためか、ばらつきも大きい。

寿命品については、更に調査地区の差異、A・B サイズとDサイズの差異、弊社と他社との差異に ついて解析した。結果を表1~表3に示す。何れ も平均値で僅かに差が見られたが、平均値の有意差 検定では差に違いがないとの結果が得られた。



図 8 低開路電圧品の使用期間の分布 Fig.8 Histogram of low open circuit voltage batteries





Table 1 Difference of areas

	九州	関東・福島
個数	95	53
平均	59.5	59.4
最大	119.2	135.7
最小	27.6	29.4
標準偏差 σ _{n-1}	17.4	18.3

表 2 Table 2	電池サイズの差 Difference of ba	attery sizes
	A・Bサイズ	Dサイズ
個数(個)	101	47
平均(月)	58.6	61.4
最大	135.7	119.2
最小	27.6	30.0
標準偏差 σ _{n-1}	17.1	18.9

表 3	製造メーナ	5-の差	

Table 3 L	anutacturers	
	弊社	他社
個数	66	82
平均	61.5	57.9
最大	135.7	119.2
最小	30.0	27.6
標準偏差 σ _{n-1}	20.1	17.2

3.4 SS における調査例

前項において市販寿命品の使用期間の分布を述 べたが、SS 以外は弊社品をメインにサンプリング した。意図的なサンプリングを行っていない SS に おける廃電池の内容を解析したので一例として紹介 する。調査廃電池数は101個である。本調査例の 特異性としては、地方都市の SS のため、比較的軽 自動車搭載品が都市部と比較して多いことが挙げら れる。101 個の内訳は市販品が55 個(54.5%)、OE 品が46個(45.5%)と僅かに市販品が多かった。 更に、出荷月を確認できた86個(85%)の内訳は 市販品が46個、OE品が40個であった。市販品、 OE 品の平均使用期間の内訳を表4に示す。差は殆 どなく、56.0ヶ月と54.1ヶ月であった。また、市 販品 46 個中の寿命電池 26 個の平均使用期間は 65.8 ヶ月であった。寿命電池の使用期間の度数分布を 図10に示す。ばらつきは大きいが、平均では良好 品を含む全数の平均56ヶ月より約12ヶ月長いこと

表4 SS における調査結果 Table 4 Results of survey at SS

	市販品	OE 品	計
個数	46	40	86
平均	56.0	54.1	55.0
最大	135.7	119.2	135.7
最小	27.6	30.0	27.6
標準偏差 σ _{n-1}	17.1	18.9	24.8



から、寿命品は最後まで使用されたことを裏付けら れる。一方、市販品 46 個中には予防的に交換され た電池が含まれていたと推測される。

3.5 解体調査結果

良好判定品を含む電池について、判定結果と劣 化モードとの関係を把握するために解体調査を行っ た。調査電池数が少ないが、現地調査で低開路電圧 のためにテスターによる「充電+再試験」判定品に は負極の硬化とデンドライトショートが確認された が、寿命であると判断されたものは、全て正極格子 腐食が著しかった。また、正極活物質においては寿 命原因になるような軟化は見られなかった。これは、 解体調査した電池がオーナー車使用であり、放電深 度が浅いことも影響しているためと考える。今後、 電池数を拡大して調査し劣化モードをより明確にす る予定である。

解体調査の2番目の目的である使用期間と格子の 耐食性との関係について把握するため、格子の腐食 量を調べた。図11にDサイズ(D20~D31)の使



図 11 D サイズ品の使用期間と格子腐食率の関係 Fig.11 Relationship between used period and corrosion ratie of size batteries





用期間と腐食率の関係を示す。使用期間に比例して、 腐食率が大きくなる傾向が見られる。調査地区の差 については調査数の多い A, Bサイズ(A17、B19、 B20、B24)の結果を図 12 に示す。九州(福岡、熊本) と福島(郡山)の年平均気温では約5℃程度の差が あり、九州地区の方が腐食率が大きいと予想された が、車両を含む使用条件による影響が大きいためか ばらつきが大きく、差異は明確にならなかった。

4. まとめ

市販電池について市場における寿命実態の調査を 行い、次のことが分かった。

- (1) 寿命品の出荷日から調査日までの使用期間は 28~136ヶ月、平均59.5ヶ月(n = 148)で あった。寿命ばらつきが大きいことから、車 両条件・使用条件により、大きく影響を受け ていることが推測される。
- (2)低開路電圧品の「充電+再試験」判定品と寿 命品の間で劣化モードが異なり、「充電+再 試験」判定品に負極硬化が多く見られたが、 寿命品での主な劣化モードは正極格子腐食で ある。
- (3) コンダクタンス法テスターは寿命実態を把握 するのに有効なツールである。

今後、更に調査数を増やし検討を継続すると同時 に、ベンチ試験、タクシー実車試験で耐食性の向上 が確認されている C21 合金についても、同様の調 査を行う予定である。

自動車用電池の実使用における実態調査

(参考文献)

- John Hoover, BCI 117th Convection, May 2005, Louisiana
- 2) 根兵靖之, 尾崎正則, 本間徳則, 古川淳, 新妻滋, FB テク ニカルニュース, No.59, 8 (2003)
- Jun Furukawa, Y.Nehyo, S.Shiga, J. Power Sources 133, 25 (2004)
- 竹島修平, 白川亮偕, 田口 仁, 瀬尾秋男, 大内久士, 水 野隆司, 後藤武廣, 矢吹修一, FB テクニカルニュース, No.59, 15 (2003)
- 5) 日本自動車連盟 (JAF) ホームページ http://www.jaf.or.jp
 平成 16 年度のロードサービス救援内容

蓄電池標準化の現状と動向について

Standardization of Rechargeable Batteries and Trend

冨田 行雄* Yukio Tomita

はじめに

1859年にフランス人のプランテにより鉛蓄電池 が発明され、その後ニッケル・カドミウム蓄電池が 1899年にスウェーデン人のユグナーにより発明さ れ、多くの用途や機器向けに製品が生産されるよう になり、電池は近代の産業や社会を支える重要なも のとなった。

これら以外には広く普及する蓄電池は現れない期間がしばらく続いたが、1990年代初めにニッケル 水素電池とリチウムイオン電池が相次いで実用化され、ここでも電池は情報通信の新しい時代を支える ものとして重要な役割を果たしている。

それぞれの蓄電池が普及する際には、使用者の利 便性をもたらすために、その製品の性能や寸法・構 造などの基本的事項が明確化されて、規定される標 準化がなされる。

また、製品は使用者側からの要求に対応するかた ちで継続的に機能や性能の向上を図るため、電池標 準もこれらを合理的に取り込む必要があり、定期的 に見直し作業が行われるのが通常である。したがっ て、蓄電池の規格を見ていくと、その蓄電池分野や その蓄電池を使用する分野の動向も見えてくる。

本文では、JIS 規格を主にした電池規格の制定・ 改訂の動きから、蓄電池(充電式電池)分野の状況 と動向の概要について述べる。

1. 一般

現在、日本工業規格 JIS に制定されている蓄電池 規格を規格番号のアルファベット及び数字順に掲げ ると表-1 に示すとおりになる。JIS 規格以外にも蓄 電池に関する規格は、社団法人電池工業会が制定す る SBA 規格などがあるが、ここでは解説を割愛す る。

* 産業機器営業本部 営業推進部

規格のメンテナンス期間である5年程度のスパン でみると、新規制定が4件、改正が11件、見直し が2件であり、現在の蓄電池分野では、新規格を制 定するよりも、既存の規格の見直しを行い、生産や 使用実態に整合させる作業が多いことが分かる。ま た後述するが、国際標準化の動きの中で、IEC 国際 規格への整合を図る改正も行われている。

		Table 1 Bio Elet of Batteriee		
No.	規格番号	題目	刊	亍年
1	C8701	可搬鉛蓄電池	2000	(確認)
2	C8702-1	小形制御弁式鉛蓄電池 第1部:一般要求、機能特性及び試験方法	2003	(改正)
3	C8702-2	小形制御弁式鉛蓄電池 第2部:寸法、端子及び表示	2003	(改正)
4	C8702-3	小形制御弁式鉛蓄電池 第3部:電気機器への使用に際しての安全性	2003	(改正)
5	C8704-1	据置鉛蓄電池一般的要求事項及び試験方法 第1部:ベント形	1999	(制定)
6	C8704-2	据置鉛蓄電池一般的要求事項及び試験方法 第2部:制御弁式	1999	(制定)
7	C8705	円筒密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池	1998	(改正)
8	C8706	据置ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池	2003	(改正)
9	C8708	密閉形ニッケル・水素蓄電池	2004	(改正)
10	C8709	シール形ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池	2004	(制定)
11	C8711	ポータブル機器用リチウム二次電池	2000	(制定)
12	C98972	太陽光発電用長時間率鉛蓄電池の試験方法	2003	(確認)
13	D5301	始動用鉛蓄電池	1999	(改正)
14	D5302	二輪自動車用鉛蓄電池	2004	(改正)
15	D5303-1	電気車用鉛蓄電池 第 1 部:一般要件及び試験方法	2004	(改正)
16	D5303-2	電気車用鉛蓄電池 第 2 部:種類及び表示	2004	(改正)
17	F8101	船用蓄電池	2003	(改正)

表1 蓄電池の JIS 規格 Table 1 JIS List of Batteries

蓄電池規格及び用途分野の現状と動向について

ここでは、蓄電池の主たる自動車用鉛蓄電池、産 業用鉛蓄電池、産業用アルカリ蓄電池、小形二次電 池について、それぞれ概要を述べる。

2.1 自動車用鉛蓄電池

 概要 主に自動車のエンジン始動に供する蓄 電池で、JIS D 5301 (四輪用)と JIS D 5302

49

技術解説

蓄電池標準化の現状と動向について

(二輪用)が規定されている。現時点ではこの 他には新たに制定を予定している規格はない。 既存規格につき、IEC 規格との整合化を進め る作業が予定されている。

- 2) 国際規格との関係 四輪用は、対応国際規格 に、IEC60095-1、-2、4 があるが、二輪用は IEC 規格が制定されていない。JIS では、IEC と整合する部分を規格本体で規定し、その他 の内容を付属書で規定する形態をとっている。 JIS 改正時に整合化を進める予定がある。
- その他 自動車用の鉛蓄電池は、低燃費、低 公害化の流れの中でこれまでのSLI (Starting, Lighting, Ignision)用途に加え、アイドリング ストップのような積極的に充放電する使い方 への対応を要求されている。

2.2 産業用鉛蓄電池

2.2.1 据置蓄電池

- 1)概要 据置用鉛蓄電池としては、ベント形、 制御弁式、可搬用、船用の4つが JIS 規格とし て制定されている。現時点では、この分野で 新たに制定を予定している規格はない。可搬 と船用は不活発であり規格は確認するにとど まっている。
- 2) 国際規格との関係 据置用として、対応国際 規格に、IEC60896-1、-2 があるが、可搬、船用 は対応 IEC 規格は制定されていない。JIS では、 IEC と整合した範囲を種類 I、国内で流通し ている電池を種類 IIに規定する形態としてい る。JIS 改正時に整合化を進める予定がある。
- 3) その他 ユーザの電力会社・通信事業者等は、 JIS 規格を参考に独自の購入仕様 / 規格を作成 し、これへの適合を電池メーカに求めること が増えている。

2.2.2 小形鉛蓄電池

1)概要 小形鉛蓄電池としては、JIS C 8702シ リーズに小形制御弁式鉛蓄電池として規定されている。現時点では、この分野で新たに制 定を予定している規格はないが、既存規格へ対応する IEC 規格の 2002 年版への整合化作業 が予定されている。

- 2) 国際規格との関係 Portable lead-acid cells and batteries (Valve-regulated types) として IEC61056 シリーズが規定されていて、JIS は、 日本で実績のある試験方法、種類などの項目 を追加している。
- 3)その他 小形鉛蓄電池は、近年の価格低下の 影響により海外製品への置換が進んできてい る分野で、生産地が海外に移行してきており 国際規格との整合の重要性が高まりつつある。
- 2.3 産業用アルカリ蓄電池
- 1)概要 JISとしては、C8706にベント形、 C8709にシール形の2種類を規定している。 現時点では、この種類で新たに制定を予定し ている規格はない。
- 2) 国際規格との関係 IEC 規格には、IEC60623、 IEC60622 としてそれぞれベント形 JIS とシー ル形 JIS に対応している規格が制定されてい る。JIS では、IEC に整合した範囲を種類 I、 国内で流通している電池を種類 II として規定 するなどのかたちで整合を図っている。IEC 国際規格には、IEC62259 として「partial gas recombination」タイプが制定されているが、 日本では具体的な需要がなく JIS 規格は設けら れていない。
- 3) その他 据置アルカリ蓄電池は、主に国内で 使用されているが、年々、安価でメンテナン ス性が向上した制御弁式鉛蓄電池に置き換わ ってきている。鉄道車両用にアルカリ蓄電池 が多く使用されているが、性能などは JIS 規格 に準じるものの寸法や構造で相違があり、JIS を適用規格としていない。

2.4 小形二次電池

小形二次電池は、文字通り小形軽量の蓄電池のこ とであるが、1990年代に実用化され、主に携帯機 器用へ使用され、近年にポータブル機器の発展につ れて飛躍的に需要が増大したことから、いまや蓄電 池の主流の地位を占めている。競争や技術開発が盛 んに行われ、標準化作業が急ピッチで進められた分 野である。

ニカド電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン 電池の3種類の電池を用途分野がオーバーラップす るとし、3種の電池を統合した安全性や機械試験の JIS 規格の制定作業が行われた。

2.4.1 ニカド電池

- 1) 概要 ニカド電池は、小形二次電池の中でも実用化が早かった蓄電池で、JISは1969年に制定されている。適用範囲を円筒形のみから、角形とボタン電池へ拡大する規格改正作業が行われている。
- 2)国際規格との関係 対応する国際規格に IEC60285 があり、日本で流通しているJタイ プ及びJTタイプをJISに設定するかたちで整 合を図っている。
- 3) その他 高エネルギー密度のニッケル水素電池 やリチウムイオン電池の実用化により、高耐久 性要求するバックアップ用の割合が増加してい る。欧州指令ではコンシューマー向けニカド電 池にあっては、環境問題から販売を規制する方 向での検討がなされている。

2.4.2 ニッケル水素電池

- 1) 概要 1990 年初めに日本で実用化された新種 電池で、携帯電話やポータブル用の OA 機器、 AV 機器に使用され、JIS C 8708 として制定さ れている。ポータブル機器用のサイクルユース のほか、バックアップ用途への適用が始まって おり、この用途への標準化の動きがある。
- 2) 国際規格との関係 対応する国際規格に IEC61436 があり、この規格は実用化を行った 日本主導で制定した規格であり、対応 JIS と基 本的に整合している。
- 3) その他 建築基準法、消防法に規定される防災 機器へ適用する蓄電池(バックアップ使用)を ニッケル・カドミウム蓄電池に加え、ニッケル 水素蓄電池へも適用する方向での検討がなされ ている。また、デジタルカメラ用に使用される 乾電池と互換性のある市販用ニッケル水素電池 は適用外であるため、別途SBA 規格で制定し た。

2.4.3 リチウムイオン電池

1) 概要 ニッケル水素電池についで 1990 年前半 に日本で実用化された新種電池で、携帯電話や ノートブックパソコンなどの OA 機器、ポー タブル AV 機器に使用され、JIS C 8711 とし て制定されている。高エネルギー・高電圧の 蓄電池であることに加え、電池構成材料に可 燃性のものが使用されているため、電池規格 に安全性に関わる項目を含むものになってい る。

また、リチウム二次電池は、正極、負極、電 解液に多くの材料種類の選択ができる 蓄電池であり、規格中でも記号化された使用 材料を形式に表示することになっている。

- 2) 国際規格との関係 対応する国際規格に IEC61960 があり、この規格もリチウムイオン 電池の実用化を行った日本主導で制定した規 格であり、基本的に JIS に整合している。
- 3) その他 日本メーカの 2004 年のリチウムイ オン電池の出荷数量は、8 億個を超え、韓国、 中国においても多くのリチウムイオン電池の 出荷がなされている。このような中で、発生 率としては大きくはないが、焼損などの電池 事故が散発していることも事実であり、米国 では IEEE 規格でノートパソコンや携帯電話 などの機器別の安全性規格などを制定してい る。また、電池輸送中において安全性を確保 する目的でリチウムイオン電池輸送安全に関 する IEC 規格も制定作業が行われている。

携帯型太陽光発電システム

Mobile-Type Photovoltaic Power Supply System

『携帯型太陽光発電システム』の軽量化・電力供 給時間延長を目的にリチウムイオン電池を適用した システム開発を実施しております。リチウムイオン 電池は鉛蓄電池の3倍以上のエネルギー密度を有す るため、同一容量比で比較した場合蓄電池部を約1 /3以下に小型・軽量化できます。このため本シス テムは可搬性に優れ、無電化地域や災害対策での用 途が期待されています。

本報では、自然エネルギーの有効利用を目的とす るソーラーパネルとリチウムイオン電池を組み合わ せた『携帯型太陽光発電システム』とその社内運用 試験状況につき報告します。

本システム『携帯型太陽光発電システム』はソー ラーパネル(150W)とリチウムイオン電池(定格 容量40Ah・DC12V)と充放電装置から構成されま す。図1に本システムの外観を示します。ソーラ ーパネル下部の筐体にリチウムイオン電池と充放電 装置等を収納しています。運用試験は、負荷として 約55Wライトを使用し、日没後2時間通路外灯と して毎日点灯しております。この運用試験の代表デ ータを図2に示します。またシステム構成を図3 に示します。これらの収集データをもとにシステム の最適化を図り、実用化を目指して参ります。



図 1 システム外観 Fig.1 Appearance of system



(技術開発部 新井 努)

横浜市へ防災対応型太陽光発電システムを納入

Delivery of Disaster Prevention Type Photo Voltaic Power Supply System to City of Yokohama

この度、横浜市環境保全局殿より本郷台駅前アー ケード商店街向け防災対応型太陽光発電システムを 受注し納入致しました。

今回受注・納入致しました防災対応型太陽光発電 システムは、昼間の太陽光による発電電力を蓄電池 に充電しておき、その電力で夜間防犯灯を点灯する ことと災害発生時の商用電力停止時に、非常用負荷 へ本システムより商用電源(AC100V)を供給出来 る、防災時の電力確保にも対応可能な太陽光発電シ ステムです。

今回のシステムでは、太陽電池モジュールを15 階建、共同住宅の屋上部に設置、制御部・蓄電池 を1階の建屋脇に屋外キュービクルにて設置し、こ のシステムにて発電した電気量等の表示を商店街入 り口に設置した自立型表示装置にて表示するもので す。太陽電池モジュールの設置には、設置場所の特 異性(15階建て屋上:地上45m)より風圧による 太陽電池モジュールの耐風圧強度の確保が最大のポ イントとなりました。

このシステムで発電された電気は商店街の防犯灯 負荷へ電力を夜間供給すると共に、余剰分は東京電 力(株)殿へ確認を行い、幾らかでも CO₂ 発生抑 制に寄与しております。

本システムの運用開始時には、横浜市会議員、区 会議員の方々の列席のもと、地元商店街主催の運用 開始式典が開催され、地域住民の方々からも高く期 待をかけられています。 本システムの概要及び太陽電池モジュールの設置 状況を紹介致します。

【システム概要】

- (1)システム:防災対応型系統連系太陽光発 電システム
- (2) 設置場所: 横浜市栄区本郷台駅前商店街アーケード
- (3) 太陽電池容量: 5.655kW
- (4) 蓄電池名称 :太陽光発電システム専用制御 弁式鉛蓄電池
- (5) 蓄電池型式 : 12CTE-80
- (6) 数量 :15 個
- (7)表示装置: 屋外設置自立型(日射量、現 在の発電量、本日の発電電気 量の表示)



(産業機器営業本部 営業推進部 佐藤 秀一)

横須賀市猿島公園へ独立型太陽光発電システムを納入

Delivery of Independent Type Photo Voltaic Power Supply System to Island of Sarujima Park

この度、横須賀市が整備を進めている猿島公園(三 笠埠頭よりフェリーで約10分)に「独立型太陽光 発電システム」を納入致しました。

猿島は横須賀市の沖約2kmに浮かぶ周囲約 1.6kmの無人島ですが、歴史を残す要塞跡や古代住 居跡、ウミウの越冬コロニーや、夏場の海水浴場と して近隣の方々の憩いの場所となっています。

島内で使用される電力は全て島内に設置されたエ ンジン発電機によります。

横須賀市は平成16年度事業として「猿島公園整 備工事」を実施し、より利用者の利便性向上及び 島の環境保護を目指して便益施設の建設を行いまし た。この施設では環境保護を主眼に設置されるトイ レも環境に配慮した「エコトイレ」が採用され、施 設の電灯用電源として使用される電力の一部も環境 に配慮した発電システムである「独立型太陽光発電 システム」にて発電した電力を使用するなど、今後 の島の環境保護に有益な設備を採用したものとなっ ています。又、太陽電池モジュールの設置に関して も、便益施設、島の美観を考慮した建物と融合した 設置方法(便益施設屋根部の突起部分に設置)にて 設置するなど、施設が島に融合した形での配慮が随 所に織り込まれた施設となっています。 下記にこの度当社が納入した「独立型太陽光発電

システム」の仕様と設置風景を紹介致します。

【仕様概要】

- 1. 太陽電池容量: 4.14kW
- 2. システム方式: 独立型
- 3.太陽電池種類:結晶系シリコン太陽電池
- 4. 蓄電池名称 :太陽光発電システム専用制御弁 式鉛蓄電池
- 5. 蓄電池形式 :12CTE-120(12V120Ah)
- 6. 蓄電池数量 : 24 個



(産業機器営業本部 営業推進部 佐藤 秀一)

中国青島亞通達鐵路設備有限公司に 鉄道車両用アルカリ蓄電池製造技術を供与

Technical Support Contract Agreed with Chinese to Manufacture Alkaline Battery for Advanced Railroad System

弊社はこのたび中国の鉄道車両用蓄電池の有 力な取扱業者である青島亞通達鐵路設備有限公 司 ASIAN TONG DAI (QINGDAO) RAIL WAY EQUIPMENTS CO., LTD. (以下、亞通達という) との、鉄道車両用アルカリ蓄電池製造に関する技術 援助契約を締結いたしました。

調印は、今回の技術援助への仲介の労を取られた 明治産業株式会社の竹内社長に立会いをいただき、 本年9月に中国青島で亞通達湯董事長と弊社内海 社長により契約書に署名が行われました。契約締結 により亞通達は、蓄電池工場建設、設備購入、電池 の試作・評価などを経て2006年後半から中国で製 作される鉄道車両用向けの蓄電池の出荷を開始しま す。

中国は、近年の目覚しい経済発展から貨物輸送と 旅客輸送の発展が急務であり、オリンピックに向け 高速鉄道導入が国策と進められている他、人口集中 の都市ではバス主体の交通手段から更なる大量・高 速輸送が求められ、地下鉄建設などが始まっていま す。

高性能鉄道車両の日本や欧米のメーカから技術導 入を行っており、鉄道車両用の装備品についても先 進的な技術導入を積極的に取り入れようとしていま す。

亞通達は、弊社の高性能の鉄道車両用蓄電池に注 目し、技術導入を行うとともに、弊社との強い協力 関係のもと、中国での拡販展開を進めたい意向であ り、弊社も40年を超える日本国内での培った経験 と技術力で亞通達の支援を行います。

(産業機器営業本部 営業推進部 冨田 行雄)



リチウムイオン電池搭載「はやぶさ」小惑星到着!!

Space Craft "HAYABUSA" Equipped with World's First Li-Ion Battery Now Arrived at the Asteroid "ITOKAWA"

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の小惑星探査 用工学実験衛星「はやぶさ」は、2003年5月に打 ち上げられて以来、2004年5月の地球スウィング バイを経て、順調に運航し (テクニカルニュース No.60 p18-23 参照)、2005年9月に目標の小惑星 「イトカワ」に到着し、11月にはタッチダウンに成 功しました。

本衛星には、宇宙航空研究開発機構のご指導の下 で開発された当社の衛星用リチウムイオン電池が、 11 直列接続されて搭載されております。

1. 「はやぶさ」の運用と展望

「はやぶさ」は「イトカワ」に到達した後、小惑 星の①大きさや形、地形データ、②自転軸、自転周 期などの物理的力学的特性、③表面組成と構造を調 べます。

この調査にはカメラ、レーザー高度計、X線計測 装置、赤外観測装置などが用いられます。右の写真 は狭視野光学航法カメラ(ONC-T)により撮影さ れたイトカワの一画像です(**写真 1**)。

これらの観測により「はやぶさ」の着陸地点を決 定した後、着陸地点へ88万人署名入りのターゲッ トマーカーが投下され、小惑星の土壌サンプルの採 取(タッチダウン)を行います。サンプルの採取は、 重さ数gの金属球を秒速300mの速度で小惑星表面 に打ち込み、舞い上がった破片をサンプラーホーン によりカプセル内に回収する手順となっています。

「イトカワ」での表面観測、土壌サンプルの採取 が完了した後、「はやぶさ」は地球に向けて運航を 再開し、2007年6月に地球へ帰還します。その際、 小惑星のサンプルを搭載した小型の回収カプセルを 地球大気圏に再突入させます。

2. 搭載リチウムイオン電池の運用

「はやぶさ」に搭載されたリチウムイオン電池は、 2004年夏に容量確認試験を実施し、軌道上で十分 な性能が発揮されることを確認しております。

地球へ帰還する1.5年の運行中も、緊急時の衛星 姿勢制御(セーフホールド)に備えた非常用電源と して運用されます。

また、地球帰還時の姿勢制御でも使用される予定 であり、ミッション完了までその性能を如何なく発 揮することでしょう(図1)。





(技術開発部 大登 裕樹)

二輪用 FTZ10S 形制御弁式電池の紹介

Valve-Regulated Battery for Motorcycles "FTZ10S"

この度、二輪車用制御弁式電池の液入り充電済み タイプとして新たに FTZ10S を開発しラインアッ プいたしました。

この電池は、新車メーカ殿と共同開発した大形サ イズ FTZ12S と同じタイプとなります。現行の即 用タイプと異なり、工場出荷時からすでに注液、充 電されており、車両搭載後、直ぐにエンジン始動が 可能な状態となっております。また、活物質量、液 量バランス、極板活物質の活性化について最適化を 図り、長期放置のタフネス性を向上させています。

以下に現行即用品との比較を示します。本開発品 は2004年10月から新車メーカ殿に納入しておりま す。



			FTZ10S 形電池(開発品)	FTX9-BS 形電池 (現行品)	備考
諸	電池サイブ	長さ×幅×高さ	150mm × 87mm × 93mm	150mm × 87mm × 105mm	高さ 12mm 減
元比	电池リイス	容積	1214cc (89%)	1370cc (100%)	容積 11%減
較	電池質量		約 3.2kg 約 3.0kg		
初	10 時間率容量		8.6Ah	8.0Ah	現行 FTX9-BS 以上の始動性能
期性	-10℃・100A 放電	5秒目電圧	10.2V	10.0V	
能		持続時間	1m-45s	1m-20s	
	正極格子に高耐食性合金採用		鉛 - 低カルシウム - パンシウム - スズ合金 高スズ合金		放置中及び使用中の腐食を軽減させる ために高耐食性合金を採用
	群溶接方式		COS 方式	バーナー溶接方式	自動車電池同様の群溶接方式を採用し 極板上のデットスペースを減少
特	端子部		平板端子(黄銅)	箱型端子(鉛)	端子部溶接に新方式の自動溶接を採用
JIX	電池状態		液入り充電済み品	即用品 ※専用電解液添付	 ・注液作業不要 ・使用済み電解液容器が廃棄不要で環境に優しい ・液入り充電済みタイプで長期放置タフネス性アップ

(自動車電池事業部 技術部 水野 隆司)

無瞬断デュアルプロセッシング方式常時商用給電形 UPS ALT-X シリーズ

The New Type Dual Processing UPS Enabling Parallel Connection OP Commercial Power Supply "ALT-X Series"

エネルギーの未来を見つめた新しいタイプの UPSです。高効率化、小形・軽量化を実現しました。 ALT シリーズに EM タイプの上位機種 X タイプが 追加されました。

■特長

・超高効率

電気料金比較(当社従来機種 GBT シリーズとの比較) 効率・損失比較(100kVA の場合)

	出力 〔kVA/kW〕	効率 〔%〕	損失〔kW〕	空調機消費 電力 〔kW〕
当社従来UPS	100/80	88	10.9	3.9
ALTXシリーズ	100/80	98	1.6	0.45

雷気料金の比較(100kVAの場合)

項目	結果	備考				
UPS損失差	9.3kW	=10.9-1.6				
空調消費電力差	3.45kW	=3.9-0.45				
改善された電力	12.75kW	=9.3+3.45				
年間低減電力量	111,690kWh	=12.75×24×365				
年間節約電気料金	168万円	電気料金:15円/ k Whとしました				
年間CO2削減量	41.4t	排出原単位:0.371kg/kWhとしました				

・高性能

開放停電時

入力電圧 Vin 80V/div

出力電圧 Vout 80V/div



短絡停電時

入力電圧 Vin 80V/div

出力電圧 Vout 80V/div



停電発生時の入出力電圧波形





入力電圧対出力電圧特性

・小形化、省スペース化

安全保守バイパス回路を内蔵し、従来比で約40%のスペースを削減しました。

アクティブフィルタ機能を標準装備
 低高調波電流・高入力力率を実現しました。



デュアルプロセッシング UPS とは



動作図

新商品紹介

無瞬断デュアルプロセッシング方式常時商用給電形 UPS ALT-X シリーズ

■定格仕様

		1									
UPS 方式		デュアルプロセッシング方式									
形式		ALT 100X	ALT 150X	ALT 200X	ALT 250X	ALT 300X	ALT 400X	ALT 500X			
定格出力	容量〔kVA〕	100	150	200	250	300	400	500			
停電時切	換時間	無瞬断									
	相数	三相 3	三相3線								
	電圧 * 1	200V	200V ± 15%								
交流入力	周波数	50/60	50/60Hz(± 1 ~± 5%設定可能)								
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	力率	بلا 0.98	し (定	[格時)							
	高調波 補償率	75%比	75%以上(定格時)								
古兴1-1	相数	三相 3	線								
但达入力	直送人力 電圧		交流出力電圧に同じ								
直流入力	電圧	384V(鉛蓄電池 192 セル相当)									
	電圧 *1	三相 200V									
	周波数	入力に同じ,但しバッテリ運転時±0.01%									
	負荷力率	0.8(遅れ)~1.0(定格 1.0)									
	電圧精度	AVR モード時:± 2%以下									
	(整定時)	Eco Ŧ	ード時	:±59	%						
交流出力	過渡電圧 変動	± 5%以下(負荷 0 ⇔ 100%)									
	電圧波形 歪率	5%以	٢								
	過負荷耐量	通常時	: 125° 1000	% 10 分 0% 1 サ	}間, 20 トイクル	00% 1 ,	分間,				
		停電時:150% 10 秒									
	周囲温度	– 10 + 25°	~+ 40 Cを超え	℃(運 しるとバ	転時), 、ッテリ	寿命減					
その他	相対湿度	30~9	90% (	結露し	ないこと	と)					
	絶縁耐圧	2000\	/1 分間								
	絶縁抵抗	3M Ω.	以上 (5	500V ×	ガーに	て)					

■外形寸法・質量



外形寸法・質量

UPS	バッテリ		外形寸法		UPS	バッテリ	
容量 〔kVA〕	容量 ^{*2} 〔Ah〕	W1	W2	D	Н	質量 〔kg〕	質量 〔kg〕
100	100 (50 × 2P)	1200	1400	850	1950	950	2100
150	150 (50 × 3P)	1600	2000	850	1950	1700	3100
200	200	1600	2200	850	1950	1800	4400
250	300	2200	3000	1000	1950	2700	5800
300	300	2200	3000	1000	1950	3000	5800
400	400 (200 × 2P)	3500	4000	1000	1950	4500	8700
500	500 (200 + 300)	3500	5200	1000	1950	4800	10200

* 2:10 分間(+ 25°C, PF = 0.8)バックアップで FVH バッテリを 使用した場合です。

長時間対応も可能です。

(産業機器営業本部 営業推進部 三柳 弘)

* 1:415V も製作可能です。

# 高性能ニッケル水素電池の新ラインアップ

New Products Line-up of Nickel-Metal Hydride Batteries

電気・電子機器の高性能化や小型・軽量化がエレ クトロニクスの進展によりもたらされています。こ れらを支える電源にも高容量、高出力、高耐久の電 池が強く求められています。

一方、環境問題の視点からは環境に受入れられや すい電池が求められる時代となりました。古河電池 はこのような要求に応えるべく、高性能のニッケル 水素電池に、高容量タイプ、高耐久タイプ、高出力 タイプの新しいラインアップを用意し、顧客各位の 幅広いニーズにお応えいたします。

表1 高容量タイプ Table 1 High capacity type

	公称	公称		標準	充電	寸法	
型式	電圧   (V)	(mAH/0.2lt)	(g)	電流	時間	直径	高さ (mm)
				(IIIA)	(11)		
FHR-AAA650	1.2	650	13	65	16	10.5	44.5
FHR-AAA760	1.2	760	15	76	16	10.5	50.0
FHR-AAA920	1.2	920	19	92	16	10.5	67.5
FHR-AA1000	1.2	1000	27	100	16	14.2	43.0
FHR-AA1300	1.2	1300	24	130	16	14.5	50.0
FHR-AA1300L	1.2	1300	27	130	16	14.2	49.0
FHR-AA1500	1.2	1500	28	150	16	17.0	50.0
FHR-A1950	1.2	1950	35	195	16	17.0	43.0
FHR-A2450	1.2	2450	40	245	16	17.0	50.0
FHR-A3600	1.2	3600	55	360	16	17.0	37.5
FHR-FA4100	1.2	4100	62	410	16	18.0	67.5

(寸法は絶縁被覆含む)

表2	高耐久タイプ
Table 2	Durable type

	公称	公称 _{雷正} 定格容量		標準	標準充電 寸法		
型式	電圧 (V)	(mAH/0.2lt)	<b>≝</b> ∰ (g)	電流 (mA)	時間 (hr)	直径 (mm)	高さ (mm)
FHR-AAA600D	1.2	600	13	60	16	10.5	44.5
FHR-AA950D	1.2	950	27	95	16	14.2	50.0
FHR-AA1000D	1.2	1000	23	100	16	14.2	43.0
FHR-1500D	1.2	1500	38	150	16	18.1	43.2
FHR-A1550D	1.2	1550	35	155	16	17.0	43.0
FHR-A1900D	1.2	1900	59	190	16	17.0	50.0
FHR-SC1900D	1.2	1900	40	190	16	23.0	43.0
FHR-FA3300D	1.2	3300	62	330	16	18.0	62.0
FHR-SC3000D	1.2	3000	69	300	16	23.0	50.0



表3 高耐久角形タイプ Table 2 Durable prismatic type

Table 3 Durable prismatic type								
	公称	定格容量	重畳	標準	充電		寸法	
型式	電圧 (V)	(mAH/0.2lt)	(g)	電流 (mA)	時間 (hr)	直径 (mm)	高さ (mm)	厚み (mm)
FHF-900D	1.2	900	26	90	16	17.0	67.0	6.2
					(	寸法は	絶縁被れ	- 覆含む)

表4 高出力タイプ Table 4 High Rate type

	公称	公称 定格容量		標準	標準充電 寸法		
型式	電圧 (V)	(mAH/0.2lt)	<b>≝</b> ≇ (g)	電流 (mA)	時間 (hr)	直径 (mm)	高さ (mm)
FHR-AA1800H	1.2	1800	36	180	16	14.2	67.0
FHR-A1600H	1.2	1600	34	160	16	17.2	43.2
FHR-SC1900H	1.2	1900	47	190	16	23.0	33.5
FHR-SC2300H	1.2	2300	62	230	16	23.0	43.5
FHR-FA2500H	1.2	2500	58	250	16	18.1	67.0
FHR-SC2700H	1.2	2700	61	270	16	23.0	61.0
FHR-FA3050H	1.2	3050	60	305	16	18.1	67.0
FHR-FA3400H	1.2	3400	58	340	16	18.1	67.0
FHR-FA1800H	1.2	1800	39	180	16	18.1	43.2
FHR-D6500H	1.2	6500	175	360	16	34.0	59.3
FHR-D8450H	1.2	8450	178	845	16	34.0	59.3

(寸法は絶縁被覆含む)

(産業機器営業本部 営業推進部 冨田 行雄)



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

本社・支店

本		社	〒240-0006	横浜市保土ヶ谷区星川2-4-1(星川SFビル)	TEL.045-331-1221
東 京	事 務	所	〒153-0043	東京都目黒区東山1-1-2(東山ビル)	TEL.03-3793-3291
北 海	道 支	店	₹003-0808	札幌市白石区菊水8条4-2-27	TEL.011-842-2931
東北	: 支	店	₹980-0821	仙台市青葉区春日町7-19(仙台エフビービル)	TEL.022-224-1231
北陷	支	店	〒920-0968	金沢市幸町8-5(金沢エフビービル)	TEL.076-233-1475
中 部	阝 支	店	₹461-0005	名古屋市東区東桜1-14-25(テレピアビル)	TEL.052-973-0791
関 西	ī 支	店	〒530-0004	大阪市北区堂島浜2-1-29(古河大阪ビル)	TEL.06-6344-0017
中国	支	店	〒730-0812	広島市中区加古町1-6(広島エフビービル)	TEL.082-240-8001
四国	支	店	〒760-0017	高松市番町5–9–11(高松エフビービル)	TEL.087-833-5771
九州	支	店	₹810-0011	福岡市中央区高砂2-10-4(福岡エフビービル)	TEL.092-521-6151

# 事業所・工場

今市事業所	$\mp 321 - 2336$	栃木県今市市荊沢字上原597	TEL.0288-22-3111
いわき事業所	〒972-8501	福島県いわき市常磐下船尾町杭出作23-6	TEL.0246-43-0080
エフビー工場	₹321-2331	栃木県今市市針貝字茅場1066-22	TEL.0288-26-8061
いわき開発センター	〒972-8501	福島県いわき市常磐下船尾町杭出作23-6	TEL.0246-44-6881
今市開発センター・荊沢	₹321-2336	栃木県今市市荊沢字上原597	TEL.0288-21-3179
今市開発センター・針貝	₹321-2331	栃木県今市市針貝字茅場1066-22	TEL.0288-26-8700



