

高性能自動車用バッテリー “GENERETY®” の開発

Advanced Automotive Battery "GENERETY®"

箕浦敏* Satoshi Minoura 前田謙一* Kenichi Maeda 田中伸和* Nobukazu Tanaka 山名匠** Takumi Yamana 竹内久喜** Hisaki Takeuchi
近藤隆文*** Takafumi Kondo 小林真輔*** Shinsuke Kobayashi 徳永雄大*** Yuta Tokunaga 佐々木一哉*** Kazuya Sasaki

近年、自動車用バッテリーに対する高出力・高入力化の要望が、ますます強くなってきている。そこで、薄型大面積極板を使用し、捲回構造を有する高性能自動車用バッテリー（GENERETY®：ジェネレティ）を開発し、市場への投入を実現した。

開発したバッテリーの極板は、従来液式バッテリー（以下、従来品という）の極板の約2倍の面積を有する構造とした。特殊処理のセパレータを採用することで耐浸透短絡性能を向上させ、セパレータの薄型化を図った。また、捲回性に優れた柔軟な集電体に塗着できるように、活物質ペーストに低粘性のスラリー状活物質を用いることとし、新たな充填装置を開発した。さらに集電構造について検討し、低抵抗集電構造とした。

このようにして作製した本バッテリーは、従来品比約1.5倍の高い入出力特性を有している。

Recently, the requirement of higher output and input power on automotive battery is being strong and we have been searching advanced battery. Then, we have developed and introduced to market the new spiral wound VRLA battery called "GENERETY®" with large thin electrodes.

The size of plate of new type battery is twice of that of traditional one and thinner separator with special coating treatment is adopted to improve its resistance of penetration short circuit. New pasting machine is also introduced to paste easier with low viscosity paste on the flexible grid. This battery has ultra low electric resistance.

Then, this "GENERETY®" has one half more output and input power against traditional flooded battery.

[1] 緒言

環境規制が厳しくなっており¹⁾、2008～10年にかけてはさらに厳しい排ガス環境基準が導入される。自動車メーカーはアイドリングストップ、X-By-Wire（補機類の電動化）、ハイブリッド自動車、高電圧（42V）システム車などの環境対応車の開発を加速させている^{2) 3)}。アイドリングストップ車に要求されるバッテリーは、エンジン停止中の電力の確保と頻繁なエンジンの再スタートに対応できることが必要となっている。また、バッテリーが放電気味に使用されるために、短時間での充電回復性が求められている。

X-By-Wireは安全性および快適性の面から、将来有望なシステムである。X-By-Wireシステムはいかなる環境でも作動

することが求められることから、バッテリーとしては特に極低温下での高出力特性と高い信頼性が求められている。

このように、バッテリーの高出力化と高入力化の要求がますます強くなってきている。このような状況に対応すべく、当社では42Vシステム用電源⁴⁾、鉛バッテリーの状態検知技術^{5) 6) 7)}などの開発を進めている。

今回、バッテリーの高出力化と高入力化が強くと求められている状況から、従来品とは違った視点からバッテリーを開発することとし、極板群に捲回構造を採用した。捲回構造を有するバッテリーは海外メーカー製が存在するのみで、国内メーカーで生産されるには至っていない。以下に、開発した高性能自動車用バッテリー“GENERETY®”について報告する。

*電池研究開発センター **名張事業所 ***埼玉事業所

〔2〕“GENERETY®”の開発課題

“GENERETY®”の開発課題を表1に示す。低抵抗化に関する開発課題が多い。正極、負極ともに低抵抗な薄型大面積極板を開発した。セパレータにおいては薄型リテーナを採用することとし、引っ張り強度の向上と耐浸透短絡特性の向上を検討した。また、従来品よりも低抵抗な接続部品を開発した。また、製造法としては活物質ペーストの充填方法、薄型極板の捲回方法について検討した。

〔3〕“GENERETY®”の構造

“GENERETY®”のカットモデルを図1に示す。従来品との構造上の大きな違いは、極板群を捲回構造にしたことである。

〔4〕薄型大面積極板の開発

4.1 集電体の検討

高出力化を図るために、極板の薄型化について検討した。正極を薄型化するための最大の課題は集電体の耐食性向上である。また、極板を捲回する構造であることから、極板の柔軟性も要求される。そこで、従来品の正極集電体で使用されている、鉛-カルシウム-スズ合金圧延シートではなく、耐食性が高く、かつ柔軟な特性を持つ、カルシウムフリーの鉛-スズ合金圧延シートを採用することとした。図2に鉛-

表1 “GENERETY®”の主な開発課題

Table 1 Subjects of Development of “GENERETY®”.

項目	内容
正極および負極	薄型大面積極板
	活物質ペースト
セパレータ	薄型高強度セパレータ
	耐浸透短絡性の向上
部品	接続部品の低抵抗化
設備	充填装置
	捲回装置

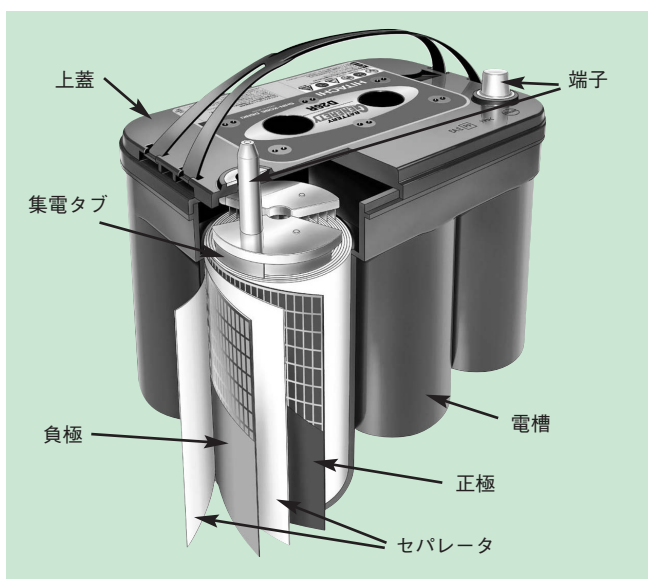


図1 “GENERETY®”のカットモデル
Fig.1 Cut-Model of “GENERETY®”.

スズ合金中のスズ量と腐食層厚みの関係を示す。鉛-スズ合金圧延シートの耐食性はスズ量によって変化することから、最も耐食性に優れる合金を採用するために、合金中のスズ量を腐食層厚みの少ない値にした。この結果、バッテリーが寿命になるまでの腐食量を低減できることから、集電体厚みを低減しても、バッテリーの寿命時の集電体厚みを確保できる。以上のことから、従来品で用いられている正極板集電体厚みを約50%低減することが可能となった。

負極についてもカルシウムフリーの鉛-スズ合金圧延シートを採用することにより、負極板の厚みを50%低減し、柔軟な負極板を作製することが可能になった。

4.2 活物質ペーストの検討

通常、鉛バッテリーの活物質ペーストとしては、粘度200~400kPa・s程度のもが使用されている。このような高粘度の活物質ペーストを柔軟性のある集電体に塗布しようとすると、集電体の変形・破断が発生した。そこで、塗布が可能な粘度0.5~15kPa・s程度の低粘度の活物質ペーストを開発した。

正極ペーストは一酸化鉛と四三酸化鉛とを主原料とし、水で混練したものである。従来品のペーストでは硫酸が少量添加されることにより活物質を多孔化しているが、開発した活物質ペーストは当初、多孔度が不足し、活物質の利用率が低いという問題があった。そこで、活物質利用率の向上を目的として、添加剤について検討した。

図3に今回採用した酸化鉛を反応させた化合物の配合比率

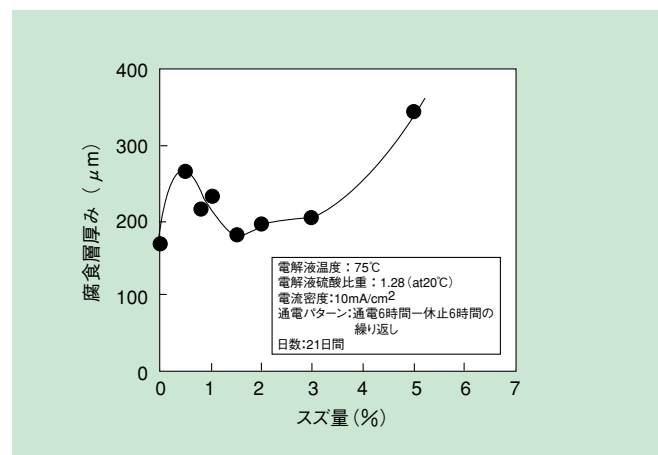


図2 鉛-スズ合金中のスズ量と腐食層厚みの関係
Fig.2 Relationship between Sn Contents and Thickness of Corrosion Layer.

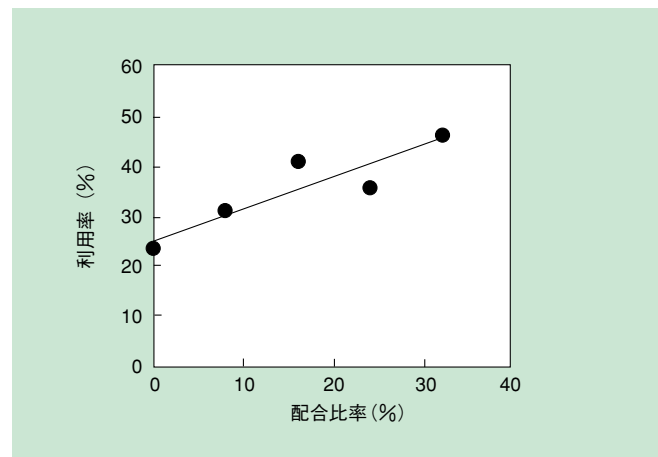


図3 酸化鉛を反応させた化合物の配合量と正極活物質利用率の関係
Fig.3 Relationship the Amount of Additive and Utility.

と活物質利用率の関係を示す。化合物の配合比率が多くなるにつれて利用率が向上した。しかしながら配合比率が多くなりすぎると、サイクル特性が悪くなる傾向が見られたため、高容量でかつ期待寿命を得られる配合比率に決めた。

負極ペーストは酸化鉛を主原料とし、リグニン、カーボン、硫酸バリウムを少量添加し、水で混練したものである。リグニン、カーボン、硫酸バリウムについては、充電受け入れ性を向上させるために、種類および量を最適化した。

〔5〕集電構造の検討

5.1 集電タブ

正極と負極の集電タブが極板群上部から見て対向する位置になるように配置した。また、極板群の外周ほど集電タブの幅を広げた。この結果、集電タブの断面積は従来品に比べて150%と増やすことができた。

5.2 セル間接続

セル間接続には信頼性の高い貫通溶接方式を用いた。極板高さを可能な限り高くするとともに、低抵抗な貫通溶接部とするために、貫通溶接部の形状および断面積について検討した。その結果、貫通溶接部の断面形状、溶接治具を新規設計し、従来品に比べて、高さ90%、貫通溶接部断面積200%とすることができた。

〔6〕薄型リテーナの開発

極板群の低抵抗化を図るため、リテーナの薄型化を検討した。リテーナを薄型化すると、電槽化成時および過放電時に浸透短絡が発生しやすくなるので、リテーナへの短絡防止表面処理を検討した。図4に短絡防止表面処理の効果の一例として、過放電放置回数と浸透短絡の関係を示す。過放電後の回復充電終期の充電電流が高くなった時点で、短絡したことを意味している。ここでは、評価期間を短縮するためにリテーナ厚みを薄くし、短絡するまでの期間を加速させた。処理なしの場合、過放電1サイクル目で短絡しているのに対し、短絡防止表面処理ありでは5サイクル目まで短絡を抑制することができた。このことから、短絡防止表面処理を行うこと

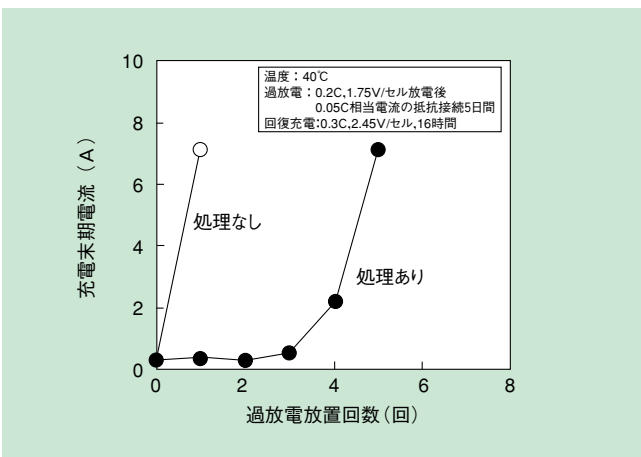


図4 過放電放置回数と浸透短絡の関係

Fig.4 Relationship the Cycle Times of Over Discharge and Penetrative Short Circuit.

により大幅に浸透短絡を抑制することが可能となり、リテーナ厚みを低減しても浸透短絡を抑制できることから、通常一般的に使用されている厚みに比べて60%の薄型化が可能となった。

〔7〕活物質比率の最適化

シール式バッテリーの場合、特に高温での使用環境下では、電解液の蒸発・枯渇による内部抵抗の増大により寿命になることが予想される。そこで、電解液の蒸発・枯渇を抑制するために、正極と負極の活物質比について検討した。

図5に正極と負極の活物質比（負極／正極）に対する100サイクルあたりの電解液の減少量を示す。電解液の減少量は負極／正極活物質量の比との間に直線関係があり、負極／正極活物質量の比が大きくなるほど、電解液の減少量が小さくなった。

図6に正極と負極の活物質比に対する寿命判定までのサイクル数を示す。負極／正極活物質量の比が大きくなるほど、サイクル特性が向上した。高温でのサイクル特性と他の特性を考慮して、正極および負極の活物質量を最適化した。

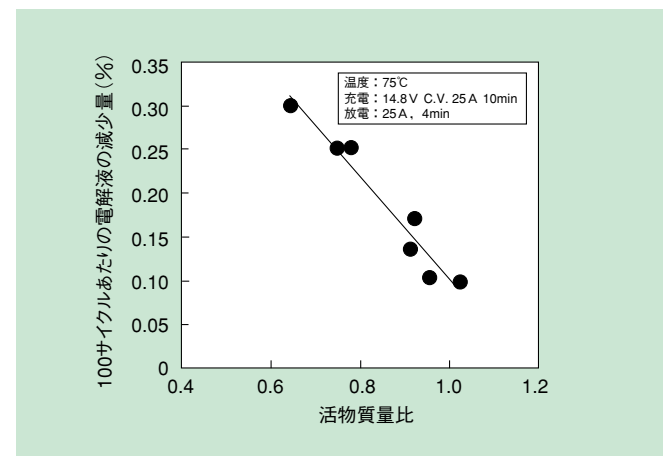


図5 正極と負極の活物質比に対する100サイクルあたりの電解液の減少量

Fig.5 Relationship between Active Mass and Amount of Decrease of Electrolyte.

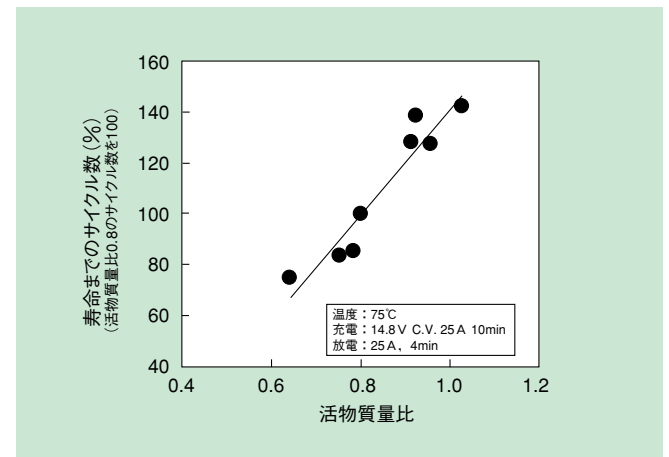


図6 正極と負極の活物質比に対する寿命判定までのサイクル数の関係

Fig.6 Relationship between Active Mass and Cycle End.

〔 8 〕 “GENERETY®” の特性

8.1 諸元

“GENERETY®” の諸元を表 2 に示す。低抵抗化について検討した結果、電池内部抵抗は2.5mΩとなった。-18℃のコールドクランキング電流 (CCA) は890Aを達成した。従来品に比べて約1.5倍である。

8.2 出力特性

図 7 に-30℃での放電IV特性 (放電開始 5 秒目の電圧特性) を示す。また、図 8 に-30℃500A放電時の放電曲線を示す。従来品と比較して大幅に電圧特性が向上し、低温での出力特性が向上した。

表 2 諸元

Table 2 Specifications of "GENERETY®".

項目	単位	内容
電圧	V	12
高さ	mm	204
幅	mm	173
長さ	mm	260
体積	dm ³	9.2
質量	kg	20
内部抵抗	mΩ	2.5
5時間率容量	Ah	42
コールドクランキング電流 (CCA)	A	890

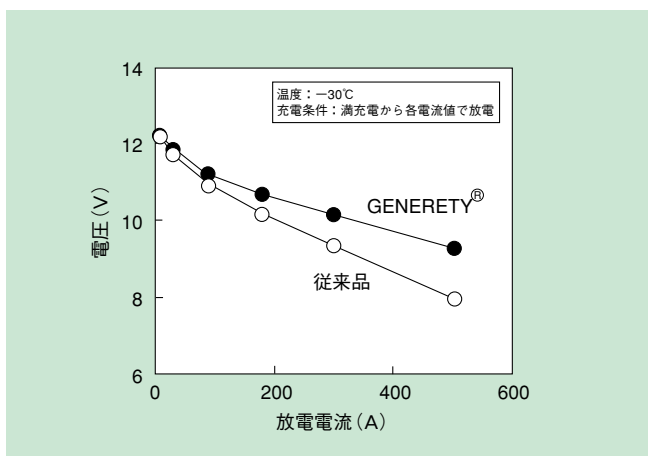


図 7 -30℃での放電IV特性

Fig.7 Discharge Performance at -30°C.

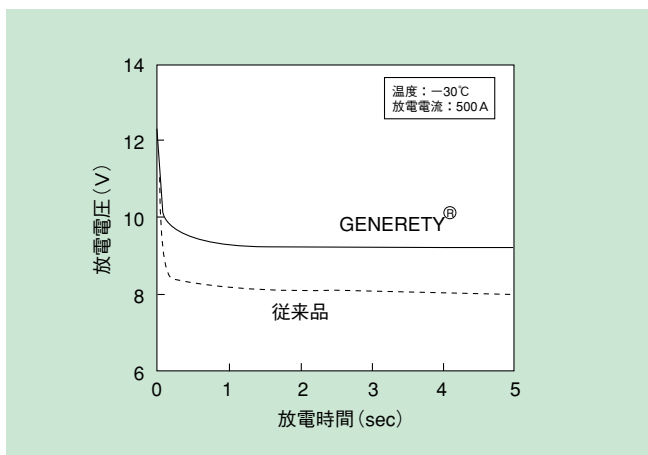


図 8 -30℃での500A放電特性

Fig.8 Discharge Curve at -30°C.

8.3 入力特性

図 9 に0℃における定電圧充電時の充電電流の推移を示す。従来品は充電電流が小さいのに対し、“GENERETY®”の充電電流は大きい。図10に充電容量の推移を示しているが、充電開始直後から充電容量が高く推移しており、入力特性に優れている。充電容量比で約1.6倍の入力特性であった。

8.4 寿命性能

図11に75℃軽負荷寿命試験の結果を示す。従来品に比べて、寿命判定放電における放電電圧が高く、寿命判定までのサイクル数が大幅に向上し、約2倍の長寿命化を達成した。

〔 9 〕 今後の展開

開発したバッテリーは一般市場においてサンプル出荷を開始した。ここで得られたデータを十分解析し、今後のバッテリー設計に展開していくことが望まれる。また、極板やセパレータをさらに薄型化するための技術開発を継続している。集電体に関しては、合金組成の最適化および合金組織の微細化に関して開発を進めている。今後もこれらの要素技術の開発を継続し、バッテリーの小型化と入出力特性をさらに向上させ、ISS車、X-By-Wire車などの新しい電源システムに向けた開発を進めて行く。

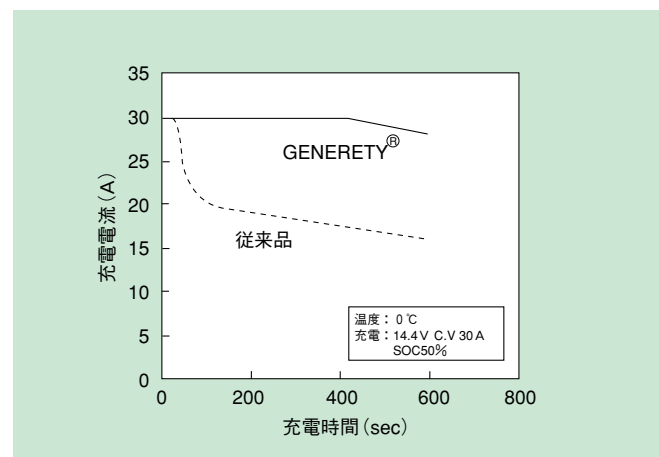


図 9 0℃における定電圧充電時の充電電流の推移

Fig.9 Charge Performance at 0°C.

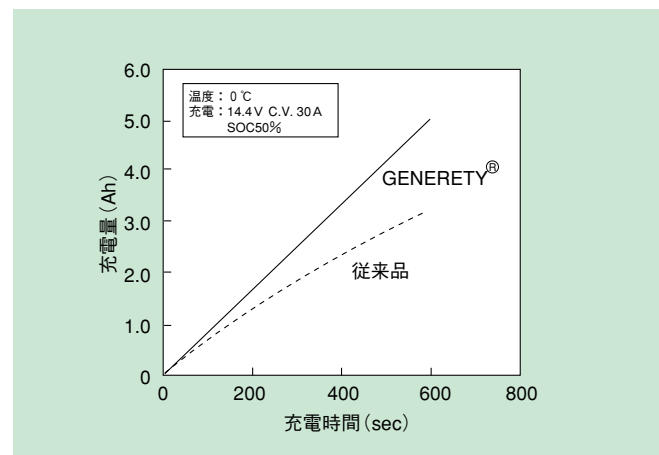


図10 0℃での充電容量の推移

Fig.10 Change of Capacity at 0°C.

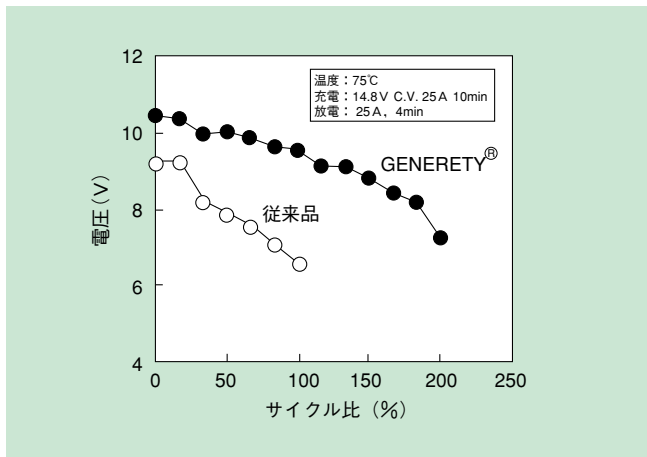


図11 75°C軽負荷寿命試験結果
Fig.11 SAE Cycle Test at 75°C.

[10] 結 言

- (1) 薄型大面積極板を用いた巻回構造を有する高性能自動車用バッテリー“GENERETY®”を開発した。
- (2) 極板の薄型化，セパレータの薄型化および低抵抗構造の採用により従来品に比べて約1.5倍の高出力性能が得られ，極低温下（-30°C）でのエンジン始動性が向上した。
- (3) 負極活物質中への添加剤を検討し，従来品に比べて約1.5倍の高入力性能が得られた。
- (4) 正極および負極活物質の最適化により，高温でのサイクル中における電解液の減少量が減少し，従来品に比べて約2倍の長寿命性能が得られた。
- (5) 一般市場においてサンプル出荷を開始した。得られたデータを十分解析し，今後のバッテリー設計に展開していくことが望まれる。あわせて極板，セパレータをさらに薄型化するべく，要素技術の検討を継続中である。

[参考文献]

- 1) 湊清之：第8回締結国会議（COP8）と今後の地球環境対策，自動車研究，25（1），P9（2003）。
- 2) 日経BP社：日経メカニカル，573，75（2002）。
- 3) 寺谷達夫：“自動車用電源の現状と展望”，電気化学会誌，vol.122，P356（2002）。
- 4) 寺田正幸 他：“42V高電圧システム自動車用制御弁式鉛蓄電池の開発”，新神戸テクニカルレポート，No.13，P23（2003）。
- 5) 大越哲郎 他：“鉛蓄電池状態検知技術の開発”，新神戸テクニカルレポート，No.14，P7（2004）。
- 6) 山田恵造 他：“自動車用AIバッテリー《CYBOX®》の開発”，新神戸テクニカルレポート，No.15，P18（2005）。
- 7) 大越哲郎 他：“自動車用次期AIバッテリーの開発”，新神戸テクニカルレポート，No.16，P22（2006）。