

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, discharged 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

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。

一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

* 技術開発部

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。

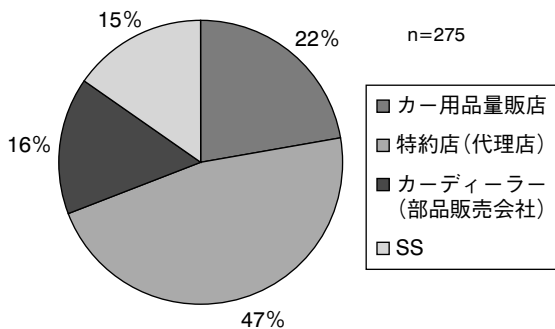


図1 廃電池の内訳
Fig.1 Distribution of discarded batteries investigated

特約店が最も多く47%を占め、次にカー用品量販店が22%、主にカーディー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ものに対して、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。

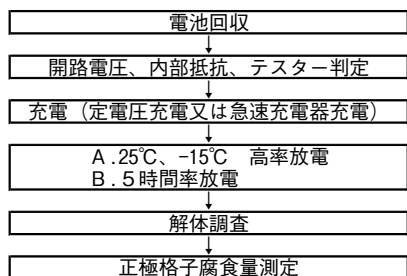


図4 廃棄電池の調査フロー
Fig.4 Flow of investigation of discarded batteries

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。

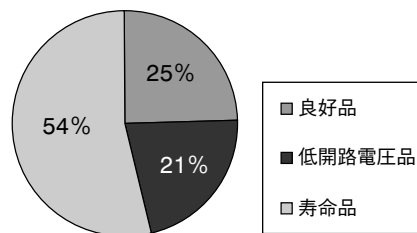


図5 判定結果の内訳
Fig.5 Detail of judgment

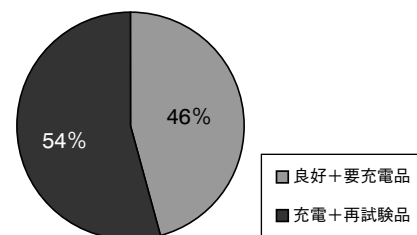


図6 低開路電圧品の内訳
Fig.6 Detail of low voltage batteries

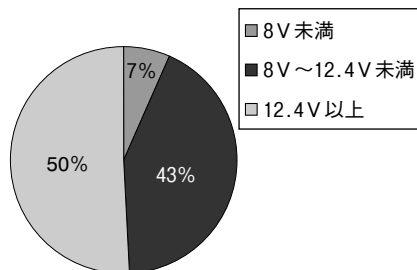


図7 開路電圧別内訳
Fig.7 Detail of open circuit voltage batteries

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

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。

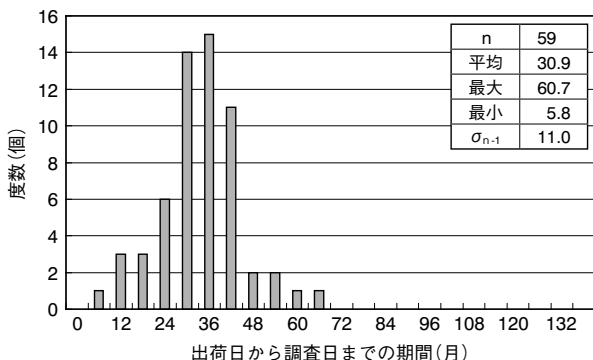


図 8 低開路電圧品の使用期間の分布
Fig.8 Histogram of low open circuit voltage batteries

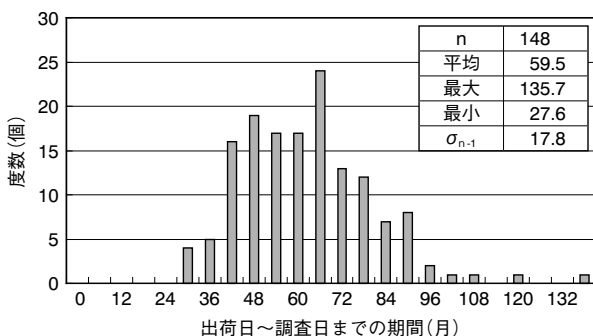


図 9 寿命品の使用期間の分布
Fig.9 Histogram of failure batteries

表 1 調査地区の差
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 電池サイズの差
Table 2 Difference of battery 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 製造メーカーの差
Table 3 Difference of manufacturers

	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、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

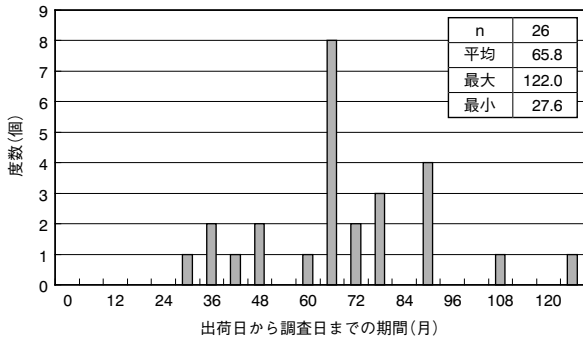


図 10 SS における寿命品の使用期間の分布
Fig10 Histogram of failure batteries at SS

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

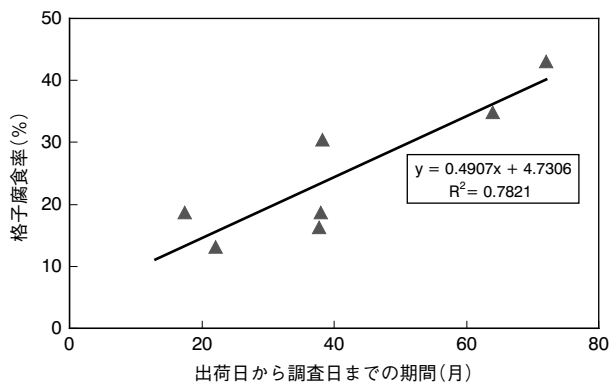


図 11 D サイズ品の使用期間と格子腐食率の関係
Fig.11 Relationship between used period and corrosion rate of size batteries

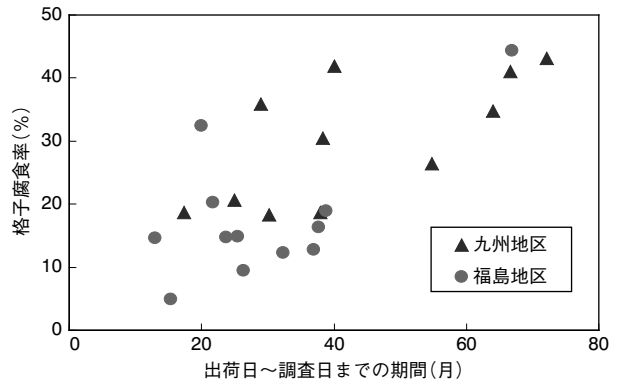


図 12 調査地区別に層別された使用期間と格子腐食率の関係 (電池形式: B サイズ)
Fig.12 Relationship between used period and corrosion rate concerning to survey areas

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。

(参考文献)

- 1) 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)
- 3) Jun Furukawa, Y.Nehyo, S.Shiga, J. Power Sources 133, 25 (2004)
- 4) 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