

# 一般乗用車・アイドリングストップ車対応 高性能自動車用バッテリー 「ECO.R LONG LIFE」の開発

## Development of Advanced Automotive Lead-acid Battery “ECO.R LONG LIFE Series” for Conventional and Idling Stop Vehicles

石川 雅 健\*    小林 俊 貴\*\*    稲 垣   賢\*\*    洲 脇 弘 典\*  
坪 井 裕 一\*\*    岩 口 善 人\*\*\*    大 前 孝 夫\*

Masatake Ishikawa    Toshiki Kobayashi    Satoshi Inagaki    Hironori Suwaki  
Yuichi Tsuboi    Yoshito Iwaguchi    Takao Ohmae

### Abstract

Recent years, the technologies to improve fuel efficiency for automotive vehicles have been developed remarkably, and automotive manufactures have launched many types of ECO-cars like HEVs, charging control vehicles and idling stop vehicles which are using advanced electric system and battery. Especially, the market of idling stop vehicles which are “light-cars” mainly has been increasing very quickly in Japan. These idling stop vehicles use flooded type lead-acid battery, but require high durability, high charge acceptance, and long life to the battery for their idling stop system. On the other hand, conventional vehicles are often used in a short time/short distance driving, and as a result the opportunity for their battery charging is decreased. Therefore it is also important for the battery to improve charge acceptance in a short period of time. We have developed “ECO.R LONG LIFE Series”, by improving the durability by 200–300% and the charge acceptance through our experience of lead-acid battery technologies for idling stop vehicles in the various market places, which has realized higher performance to be beneficial for both conventional and idling stop vehicles.

*Key words:* Lead-acid battery; Idling stop; Charge control

### 1 はじめに

- \* グローバル技術統括本部 自動車電池技術部
- \*\* グローバル技術統括本部 技術開発本部
- \*\*\* 台湾湯淺電池股份有限公司

近年、自動車メーカーは、アイドリングストップ (IS) 車、ハイブリッド車、電気自動車などの環境対応車の開発に注力している。これは、各国で CO<sub>2</sub> 排出

規制が強化され、自動車でも厳格化されている影響が大きい。日本では、燃費の評価方法を重量区分別達成方式から企業別平均燃費基準方式 (CAFE) に変更し、2020年度までにJC08モード燃費を2009年度実績16.3 km/Lから20.3 km/Lまで約24%改善することを目標に掲げている<sup>1</sup>。また、市場ではガソリン販売価格の高騰により、一般ユーザーにおいても低燃費車の需要が高まっている。これらの背景から、様々な環境対応車の開発が進む中、特にIS車の成長が著しく、Fig. 1に示すとおり、日本国内でのIS車の販売が、2012年に急増して、約230万台に達し、今後も増加が予想される。

IS車は、主に信号待ちなどの停車時にエンジンを停止させることで、燃料消費を抑えている。このシステムでは、エンジンの始動回数が従来の一般乗用車より多くなるのに加えて、エンジン停止中には鉛蓄電池から電装機器への電力供給がおこなわれる。このため、鉛蓄電池の放電量が、主にエンジン始動に使用される従来型鉛蓄電池より大幅に増加する。また、増加した放電量を走行中の限られた時間で充電して速やかに回復しなければならない。従って、IS車用鉛蓄電池に対しては、従来型鉛蓄電池より充放電耐久性や充電受入性能の大幅な改善が求められており、IS車にはこれらの性能を改善したIS用途専用の鉛蓄電池が搭載されている。仮に、IS車に従来型鉛蓄電池を使用した場合、ISシステムの動作不良や短寿命、充電不足などのトラブルが発生して、鉛蓄電池が短寿命とな

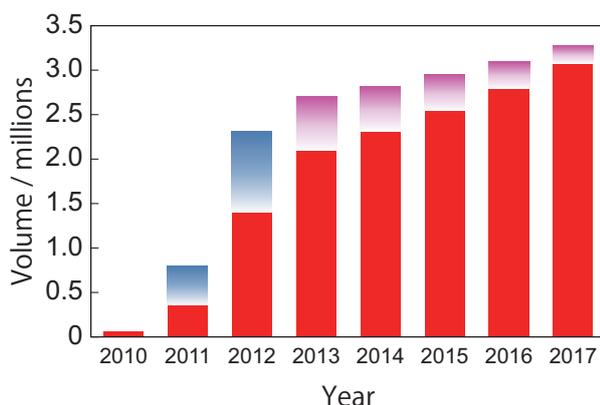


Fig. 1 The volume of idling stop vehicles estimated by GS Yuasa.

- Forecast volume at 2010.
- Additional volume from actual sale information until 2012.
- Revise additional volume at 2013.

る可能性が高いため、一般社団法人電池工業会では従来型鉛蓄電池のIS車両への誤搭載を防止する目的で、SBA S 0101にてIS車用鉛蓄電池の規格を策定し、従来型鉛蓄電池と形式を区別している<sup>2</sup>。

当社は、これまでIS車用鉛蓄電池の開発に注力し、製品化を進めてきた。2009年に第1世代品がトヨタ・オーリスに採用されて以来改良を続け、現在は第4世代品まで発展し、多くのIS車に搭載されている。第1世代品では、IS車の用途に耐えうる基本仕様を構築し、第2世代以降、格子体、正極活物質の密度と添加剤、負極カーボン技術の応用、電解液への新規添加剤の開発、セル構成の最適化設計など、ほぼ全ての構成部品の新規開発および改良をおこなってきた<sup>3-5</sup>。

一方、日本における一般ユーザーの月間走行距離は、その70%が600 km以下との統計があり<sup>6</sup>、運転頻度が低く、短時間・短距離運転するユーザーが増加していると推測できる。このような短時間・短距離走行は、鉛蓄電池において、充電時間が短く、放電量に対して充電量が不足しやすい傾向となる。また、最近の一般乗用車にはカーナビゲーションシステムなどの消費電力が比較的大きな電装機器を搭載していることが多いため、エンジン停止中にもこれらの電装機器を使用することによって、さらに鉛蓄電池の放電量が増加することも考えられる。加えて、これらの車載電装機器は、自動車を運転していない間でもわずかではあるが待機電力を消費しているため、使用頻度が低い自動車では、搭載している鉛蓄電池の充電状態が低下しやすくなる。よって、自動車の短時間・短距離走行は、搭載している電池にとって、放電傾向の環境で使用されると言えるため、高い充放電耐久性や短時間で充電を受け入れる性能が必要になっている。

以上より、従来型鉛蓄電池に求められる要求性能と、IS車用鉛蓄電池に求められる要求性能が類似してきていることがわかる。そこで、当社では、IS車用鉛蓄電池の開発で培った新技術は、一般乗用車で使用しても、従来型鉛蓄電池の寿命延長に効果があると考え、一般乗用車とIS車のどちらにも搭載可能な「ECO.R LONG LIFE シリーズ (EL シリーズ)」を開発した。本稿では、このELシリーズに用いた技術について述べる。

## 2 新商品開発

今回、新しく開発したELシリーズの外観写真をFig. 2に示す。ELシリーズの前モデルは、次に示すELSおよびEISの二系統のシリーズで構成されていた。

(1) 一般乗用車向け

ELS シリーズ：長寿命化モデル

(2) IS 車向け

EIS シリーズ：IS 車専用モデル

新たに開発した EL シリーズは、Table 1 に示すとおり、ELS および EIS シリーズでそれぞれ用いた技術を統合した製品となっている。

EL シリーズの製品ラインナップを Table 2 に示す。B20 から D26 までの形式は、一般乗用車、IS 車のどちらでも搭載可能であるため、ユーザーは車両システムを意識することなく交換用電池を購入することができるようになった。また、販売店は一般乗用車用と IS 車用の 2 種類の鉛蓄電池を準備する必要がなくなり、店頭陳列の省スペース化や在庫減をはかることができる。

2.1 樹脂の検討

EL シリーズの電槽と蓋は、従来の「ECO.R シリーズ NEO」と同様に使用済み鉛蓄電池から回収したポリプロピレン再生樹脂を利用しながら、これまでの「ECO.R シリーズ NEO」よりさらにデザインにこだわり、その色をワインレッドとした。ワインレッドは、



Fig. 2 External appearance of “ECO.R LONG LIFE series”.

これまでの鉛蓄電池の電槽や蓋に使用していない色である。

鉛蓄電池の電槽や蓋に使われているポリプロピレン樹脂には、黒色、白色をはじめ、さまざまな色が用いられている。さまざまな色の樹脂を混合して再生樹脂とした場合、製作ロット毎の色ばらつきが大きくなる。そのため、通常は黒色に着色して使用する、あるいは着色度の低い樹脂のみを選択して使用することで色ばらつきを抑えてきた。今回の EL シリーズに用いた再生樹脂では、樹脂の配合量を変えたサンプルプレートを、色彩色差計で測定することで色目を定量化して、配合量を決定するようにした。再生樹脂の配合量と色ばらつきのイメージ図を Fig. 3 に示す。このように、再生樹脂の配合量を細かく調整することで、色ばらつ

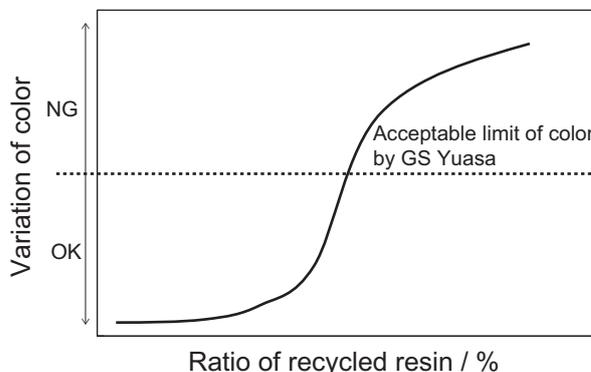


Fig. 3 Variation of color samples based on the ratio of recycled resin.

Table 2 Lineup of “ECO.R LONG LIFE series”.

Type
EL-55B19L(R)
EL-55B20L(R)/M-42(R)
EL-70B24L(R)/N-55(R)
EL-90D23L(R)/Q-85(R)
EL-100D26L(R)/S-95(R)

Table 1 Adopted technologies for automotive lead-acid battery “ECO.R LONG LIFE series” at the launch of sale.

Technologies	“ECO.R LONG LIFE series” (except B19 type)	ELS series	EIS series	Effects
Use of recycled P.P.	○	○		Ecology
New positive grid design	○		○	Longer life
Optimized positive grid alloy compositions				
High density of positive active material	○		○	Longer life
Carbon technology	○	○	○	Charge acceptance improvement
Cell design	○		○	Charge acceptance improvement
New additive for electrolyte	○			Charge acceptance improvement

○ : Application

きを一定範囲内に抑え、安定した色で電槽や蓋の成形をおこなうことができるようになった。

2.2 IS 寿命試験による検証

Fig. 4 に 90D23L/Q-85 を SBA S 0101 に規定される IS 寿命試験に供した結果を示す。この図から、90D23L/Q-85 は、SBA S 0101 の規定である 3 万回の 2 倍以上となる 6 万回を達成し、IS 車用鉛蓄電池として、十分な寿命性能を有していることを確認した。なお、EL シリーズは、B19 形を除き IS 車に搭載可能である。

2.3 一般乗用車用途での性能検証

2.3.1 JC08 モード試験での回生充電受入れ性能

アイドリングストップを行わない一般乗用車に、EL シリーズまたは従来型鉛蓄電池を搭載した場合の走行中の充放電挙動の違いを確認するために、第三者機関にて JC08 モードでの走行試験をおこなった。JC08 モードは、国土交通省が 2011 年 4 月に導入した燃費測定方法であり、近年の自動車ユーザーの使用環境を踏まえて、従来の 10・15 モードよりも実際の運転に近い状況を模擬したものである<sup>7</sup>。トヨタ・ヴィッツを試験車両とし、一般乗用車搭載時での比較のため、IS システムはオフの状態で行った。

Fig. 5 には、この JC08 モード走行時の車両速度と、経過時間 1100 ~ 1200 秒目に各鉛蓄電池に流れた充放電電流の推移を比較して示している。この図の縦軸正方向は充電電流、負方向は放電電流である。この結果より、EL シリーズは、従来型鉛蓄電池より減速時の回生電流が大きくなり、短時間での充電受入性能が向上していることを確認した。

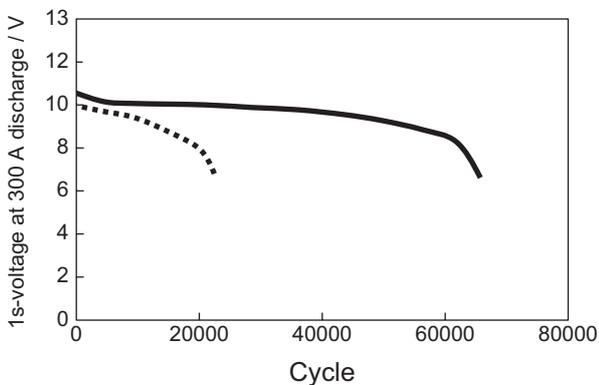


Fig. 4 Result of "ECO.R LONG LIFE" 90D23L/Q-85 for idling stop life test according to SBA S 0101. "ECO.R LONG LIFE" (—), and conventional battery of D23 type (.....).

2.3.2 短時間・短距離走行を模擬した寿命試験

一般乗用車に搭載される鉛蓄電池の寿命に対して、さらに厳しい条件となる短時間・短距離走行に加えて、放電電量が多くなる使用環境を下記のように仮定し、それを模擬した寿命試験パターンを Fig. 6 に示す。

仮定した使用条件

- (1) 週末のみの一般乗用車使用
- (2) 一般乗用車を使用した日において、エンジン停止中にも電装機器を使用 (負荷電流: 20 A)

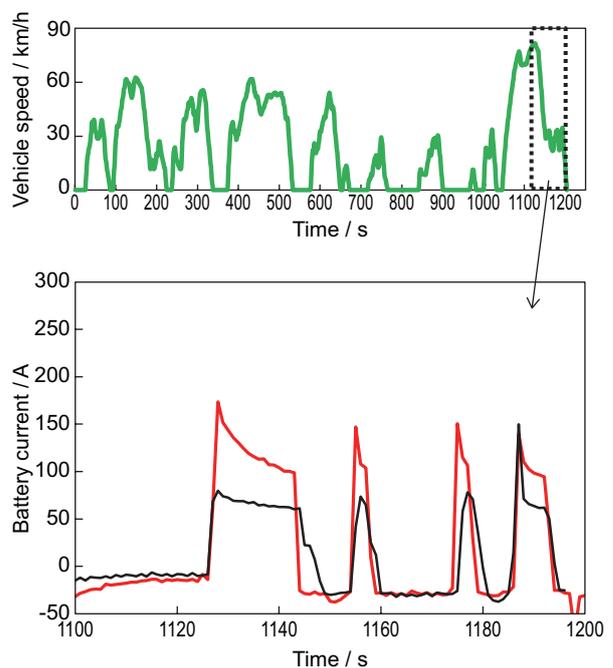
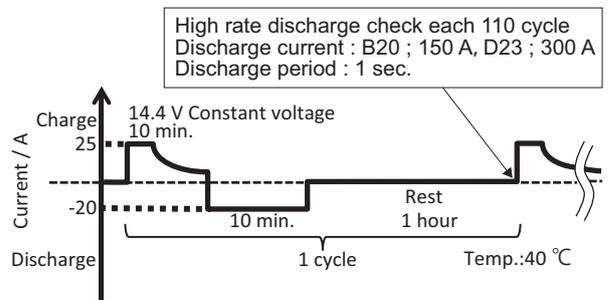


Fig. 5 Comparison of charge acceptance between "ECO.R LONG LIFE" D23 type (red line) and conventional D23 type battery (black line) during 1100s to 1200s of JC08 driving mode on TOYOTA Vitz.



When battery terminal voltage during 20 A discharging in the life cycle test or at high rate discharge each 110 cycle is less than 7.2 V, the test shall be terminated.

Fig. 6 Life cycle test profile of lead-acid battery replicating driving the car for a short time and distance.

試験は、走行中の充電、停止中の電装機器による放電、未使用時の放置を繰り返した。寿命判定は、110サイクル毎の充電の直前におこなわれる高率放電時、あるいはサイクル中 20 A 放電時の電圧が 7.2 V に達した場合とした。寿命試験は、B20 形と D23 形の EL シリーズの電池と比較対象である当社製従来型鉛蓄電池を用いておこなった。

Fig. 7~9 には、B20 形における 20 A 放電末期電圧、150 A 判定放電時の電圧および試験中の充放電収支をそれぞれ示す。これらより、EL シリーズは、当社従来型鉛蓄電池のサイクル数の 3 倍以上であることが

分かる。この長寿命性能は、Fig. 9 より、EL シリーズの高い充電受入れ性能によって、サイクル中の充放電収支が高く維持されたことに起因すると推定できる。

Fig. 10~12 に、D23 形における 20 A 放電末期電圧、300 A 判定放電時の電圧および試験中の充放電収支をそれぞれ示す。D23 形においても、B20 形と同様の結果が得られ、EL シリーズの高い充放電収支と長寿命が確認できた。

各電池を寿命試験終了後に解体し、それらの各構成部材の劣化状態を表したレーダーチャートを Fig. 13 (B20 形) および Fig. 14 (D23 形) に示す。これらの

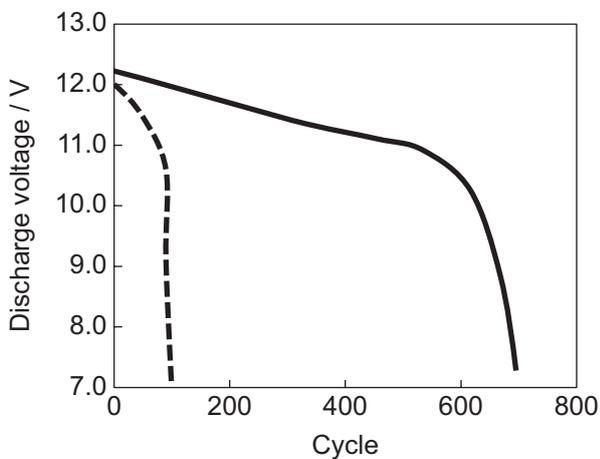


Fig. 7 Changes in voltage at the end of 20 A discharge during life cycle test pattern of lead-acid batteries B20 type.  
 — “ECO.R LONG LIFE”, - - Conventional battery

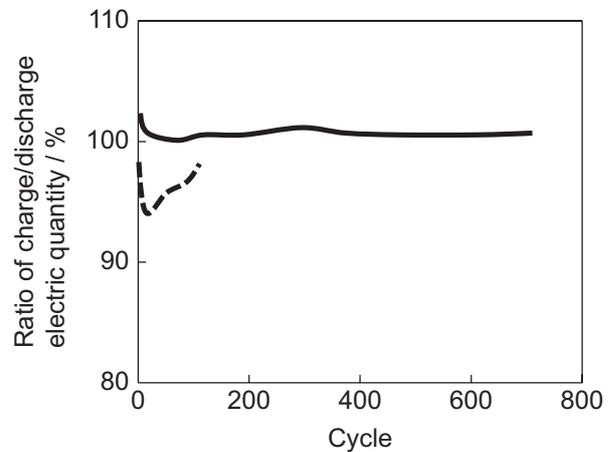


Fig. 9 Changes in ratio of charge/discharge electric quantity during life cycle test pattern of lead-acid batteries B20 type.  
 — “ECO.R LONG LIFE”, - - Conventional battery

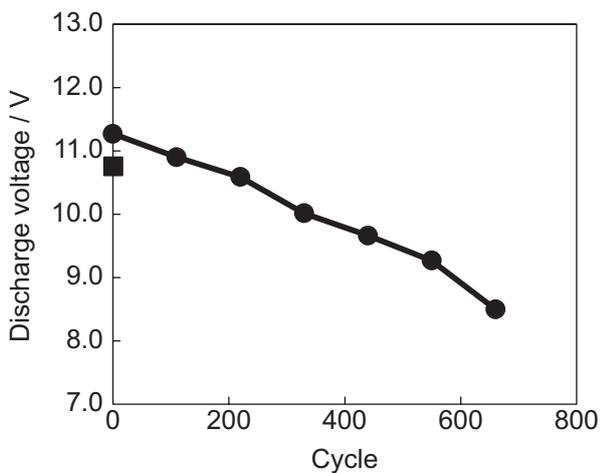


Fig. 8 Changes in voltage at the end of 150 A discharge during life cycle test pattern of lead-acid batteries B20 type.  
 ● “ECO.R LONG LIFE”, ■ Conventional battery

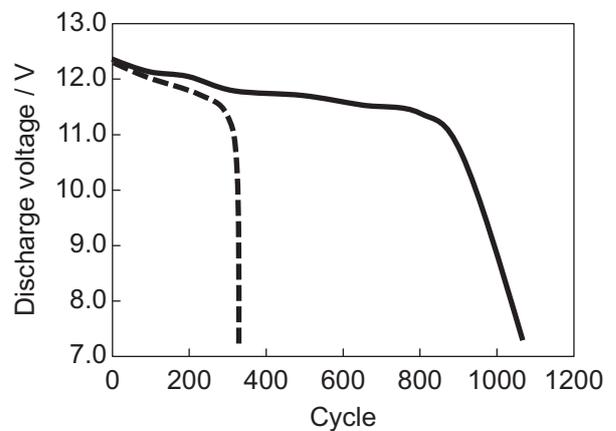


Fig. 10 Changes in voltage at the end of 20 A discharge during life cycle test pattern of lead-acid batteries D23 type.  
 — “ECO.R LONG LIFE”, - - Conventional battery

図において、劣化の進行状態は5段階に分けて示し、数字が大きい程、劣化が進んでいることをあらわしている。従来型鉛蓄電池、ELシリーズともに、負極活物質のサルフェーションの進行状態がもっとも進んでおり、寿命試験中の充電不足が寿命要因と推定できる。しかしながら、寿命に至るまでのサイクル数はELシリーズの方が長いため、その負極サルフェーションの進行速度は従来型鉛蓄電池よりも遅いと言える。ELシリーズには、IS用途向けに開発した充電受入性能向上のための負極活物質中へのカーボン添加技術<sup>8,9</sup>および電解液への新規添加剤技術<sup>10</sup>を採用している。また、一般乗用車に搭載される鉛蓄電池の寿命に対して、さらに厳しい条件となる短時間・短距離走行に加

えて、放電電量がよくなる使用環境を模擬した試験においても、これらの技術の効果によって、従来型鉛蓄電池よりサルフェーションの進行を抑制できることが確認できた。

2.3.3 実車試験による検証

ELシリーズ試作品および当社従来型鉛蓄電池を3台の一般乗用車に搭載して、劣化進行状態を検証した。

この実車試験には、使用期間に対して走行距離が比較的短い一般乗用車を選定した。Table 3に、これら3台の実車試験時の使用期間および走行距離を示す。3台とも走行距離は、月当たり約500km以下であり、想定した短時間・短距離走行に近い使用状態であった。

実車で約3年間使用後に、3台全てのエンジン始動

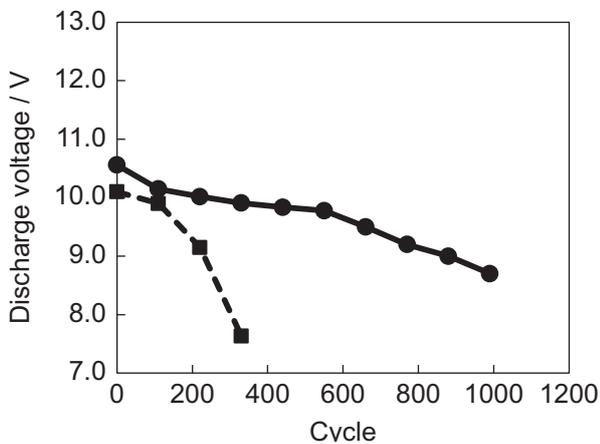


Fig. 11 Changes in voltage at the end of 300 A discharge during life cycle test pattern of lead-acid batteries D23 type.  
● “ECO.R LONG LIFE”, ■ Conventional battery

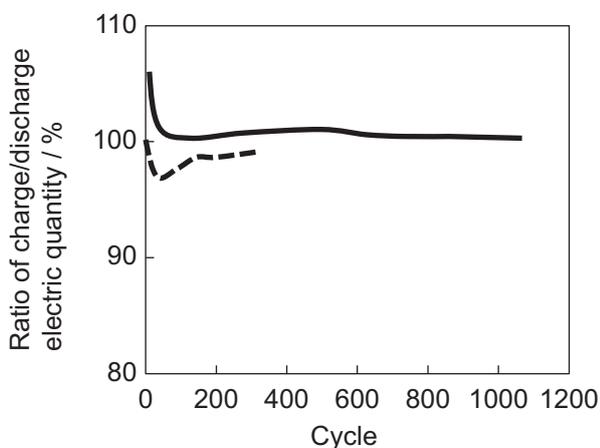


Fig. 12 Changes in ratio of charge/discharge electric quantity during life cycle test pattern of lead-acid batteries D23 type.  
— “ECO.R LONG LIFE”, - - Conventional battery

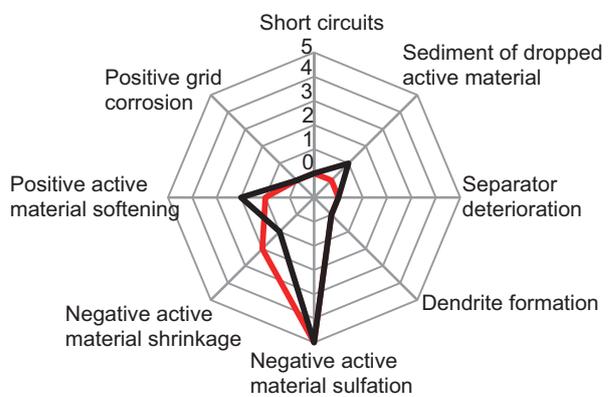


Fig. 13 Failure mode analysis for “ECO.R LONG LIFE” (red line) and conventional (black line) of lead-acid batteries B20 type after life cycle test pattern. The State of various failure modes is evaluated by six ranks with the extent of their deterioration phenomena: A rank of 0 is no sign of the phenomena. A rank of 5 is the most severe state.

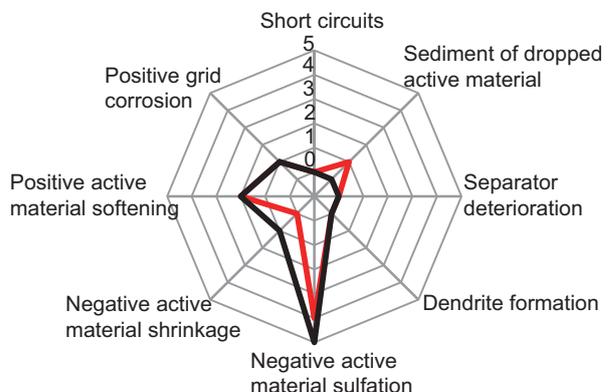


Fig. 14 Failure mode analysis for “ECO.R LONG LIFE” (red line) and conventional (black line) of lead-acid batteries D23 type after life cycle test pattern.

Table 3 Driving data of three cars for field tests of lead-acid batteries.

Sample No.	1	2	3
Vehicle	Nissan Liberty	TOYOTA Corolla	TOYOTA Estima
Battery type	"ECO.R LONG LIFE" B24	Conventional B19	Conventional B24
Period	year	3.1	3.0
Distance	km	18922	15733
Ratio of distance / period	km/month	509	436

が可能であることを確認し、その鉛蓄電池を解体した。それらの劣化進行状態を Fig. 15 に示す。従来型鉛蓄電池では負極活物質のサルフェーションがレベル 4 まで進行していたが、EL シリーズは、ほとんど進行していなかった。この試験結果より、EL シリーズは実際に短時間・短距離走行の車両に使用した場合においてもサルフェーションの進行が抑制され、従来型鉛蓄電池より長期間使用可能であると推定できる。

なお、本実車試験において、鉛蓄電池の主たる劣化要因が負極活物質のサルフェーションであることから、2.3.2 項にて短時間・短距離の走行を模擬した寿命試験パターンは、実車に近い劣化状態を再現できていると言える。

### 3 まとめ

当社は、IS 車用鉛蓄電池の開発で培った新技術を従来型鉛蓄電池に投入することで、一般乗用車と IS 車のどちらにも搭載可能な「ECO.R LONG LIFE シリーズ (EL シリーズ)」を開発した。

本電池の開発にあたっては、多様化するニーズの中で、あらためてユーザーの視点に立ち返り、本当に必要とされる機能とはなにかを考えることから始めた。

本電池により、ユーザーは所有する車両が IS 車か否かを意識することなく交換用電池を購入することができ、また、販売店は一般乗用車用と IS 車用の 2 種類の鉛蓄電池を準備する必要がないため、店頭陳列の省スペース化や在庫減をはかることが可能となる。

今後も車両やユーザーニーズをとらえて、ECO.R シリーズをさらに進化させていく所存である。

### 文献

- 国土交通省, Website, [http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha10\\_hh\\_000064.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha10_hh_000064.html).
- 一般社団法人電池工業会, アイドリングストップ
- 車用鉛蓄電池, SBA S 0101(2006).
- 秦公樹, 沢井研, 石本信二, 近藤猛, 鈴木基行, 稲垣賢, 大角重治, *GS Yuasa Technical Report*, **6**(1), 7 (2009).
- 船本崇行, 橋本幸典, 岩口善人, 大前孝夫, 秦公樹, *GS Yuasa Technical Report*, **6**(2), 33 (2009).
- 和田秀俊, 細川正明, 大前孝夫, *GS Yuasa Technical Report*, **9**(2), 16 (2012).
- 乗用車市場の変化と保有に関する意識…平成 17 年度『乗用車市場動向調査』より, 一般社団法人日本自動車工業会, JAMA レポート No.100.
- 国土交通省, Website, [http://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha\\_fr10\\_000008.html](http://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_fr10_000008.html).
- 竹内泰輔, 沢井研, 松村拓児, 今村智宏, 石本信二, 大角重治, *GS Yuasa Technical Report*, **4** (1), 22 (2007).
- K.Nakamura, M.Shioda, K.Takahashi, and M. Tsubota, *J. Power Sources*, **59**, 153 (1996).
- 新井勇貴, 藤田晃平, 岡田祐一, 高間徹郎, 大角重治, *GS Yuasa Technical Report*, **8**(2), 22 (2008).

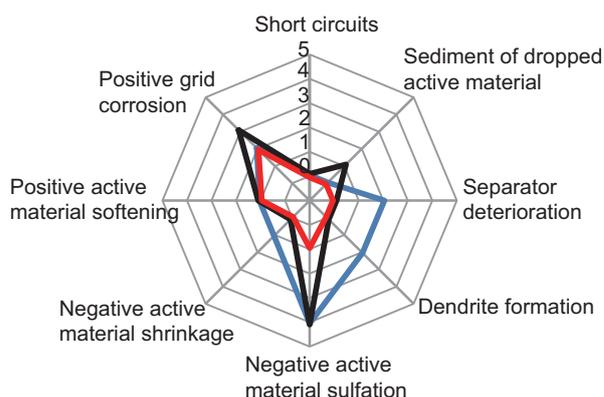


Fig. 15 Failure mode analysis for "ECO.R LONG LIFE" B24 type (red line), conventional B24 type (black line) and B19 type (blue line) of lead-acid batteries after field driving test.