

環境配慮形高性能自動車用バッテリー 「ECO.R シリーズ NEO」の開発

Development of Environment-friendly High-powered Automotive Lead-acid Battery “ECO.R series NEO”

船 本 崇 行* 橋 本 幸 典* 岩 口 善 人*
大 前 孝 夫* 秦 公 樹**

Takayuki Funamoto Yukinori Hashimoto Yoshito Iwaguchi
Takao Ohmae Kohji Hata

Abstract

Newly developed “ECO. R series NEO” for environment-friendly automotive lead-acid battery consists of three groups of the ECO. R LS, the ECO. R, and the ECO. R IS series. The first ECO. R LS series has longer life and higher capacity compared with conventional batteries. These series are therefore environment-friendly commodity from the viewpoint of a longer life performance. Those characteristics were able to be achieved by using positive plate of new grid design, optimized grid alloy formula, increased amount of active material, and optimized active material additive. The second ECO. R series as well as the first one achieved the improvement of the charge acceptance by optimizing carbon content in negative plate, and the result of 10·15 mode emission test on vehicle verified equal effects of fuel efficiency and CO₂ emission reduction to existing series developed so far. The third ECO. R IS series delivered to the automotive manufacture is used for idling-stop car resulting in the contribution of reduction of CO₂ emission when installing it into the car.

Key words: Automotive lead-acid battery; Environment-friendly; Charge control; Idling-stop

1 はじめに

近年、環境意識の高まりとともに乗用車の燃費基準が強化されている。日本と欧州連合 (EU) における乗用車の排出規制を Fig. 1 に示す。日本においては

2007年7月に乗用車の2015年燃費基準が法制化された¹⁾。その狙いは運輸部門からのCO₂(二酸化炭素)排出量を抑制することである。現在、運輸部門からの排出量は全体の2割であり、そのうち自動車からの排出量は9割を占めている²⁾。2015年燃費基準は2004年度実績に対して乗用車で23.5%の改善を求めている。CO₂排出量に換算すると138 g/km、燃費に換算すると16.8 km/lとなる。しかも排出量および燃費の試験基準が、従来の10·15モードから、1割程度燃費が低下するJC08モード(2008年導入)での試験に変更

* (株)ジーエス・ユアサ インターナショナル
自動車電池事業推進本部 技術部

** (株)ジーエス・ユアサ パワーサプライ
技術開発本部 研究開発部

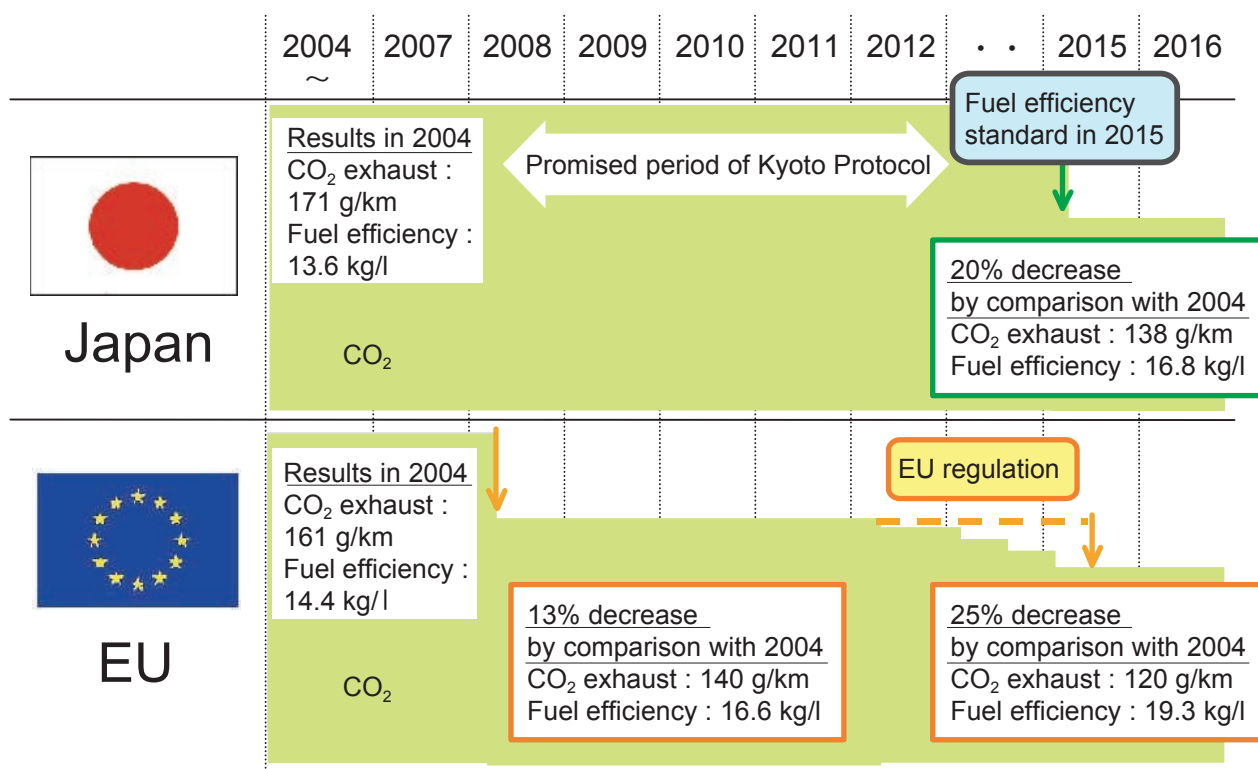


Fig. 1 Automobile exhaust gas regulations in Japan and EU.

となり、厳しい規制といえる。一方、EU(欧州連合)においても、EU域内で販売する新車から排出されるCO₂排出量を、2012年から2015年までに段階的に削減し、120 g/km以下に抑える規制案を2007年2月に発表している。

このような状況のなかで、自動車業界ではCO₂排出量を抑制し、燃費を改善する環境対応車の開発が急務となっている。とりわけ、電気自動車、ハイブリッド車に注目が集まっており、各社からの発表が相次いでいる。これらの車はCO₂排出量の削減効果は大きい反面、モーターやインバータ、制御装置、電池などの新しいデバイスを使用しており、広く普及するにはまだ時間がかかりそうである。CO₂排出総量を抑えるには、多くの自動車が環境対応であることが望ましく、既存のエンジン車についても環境対応技術の開発が進められている。

既存エンジン車の燃費向上のために、駆動系、エンジン系、電気系の改善などがおこなわれており、それらの方策のひとつとして充電制御技術がある。発電電圧を制御(=充電電圧制御)するこの技術を用いた「充電制御車」^{3,4)}の販売が増加している。2005年度国内の軽四輪を含む総保有台数約5700万台⁵⁾の内の約20%が何らかの充電制御を採用している。基本的には

オルタネータの作動率を減らして燃費の向上をはかるものである。この充電制御車においては、オルタネータのON/OFFにあわせて電池は充電/放電を繰り返されることになるため、電池には短時間充放電特性の向上が求められる。

さらなる燃費改善のシステムのひとつにアイドリングストップ(以下ISという)がある。それは、信号待ちなどで停車した際にエンジンを止め、つぎの発進時に素早く再始動させるものであり、停車中のCO₂排出をなくすることができる。このISシステムは、CO₂排出量の削減効果が電気自動車やハイブリッド車とくらべると小さいものの、システムのコストが抑えられ、既存車両への付加が比較的容易である。そのために、今後広く普及し、ハイブリッド車以外の既存エンジン車両すべてにISが付与されるとの予測もある。この車両においては、従来のエンジン車とくらべて始動回数が増加するだけでなく、エンジン停止中は電装品への電力供給がおこなわれるため、電池の充放電量は飛躍的に増加する。また、再始動後は速やかに充電されなければ、充電不足になることも考えられる。これらの観点から、IS車用電池には、従来の電池に比べて、高い充放電耐久性と充電受入性が求められる。

当社の取り組みとしては、充電制御車において燃費

向上効果を発揮する「ECO. R シリーズ」を2007年、他社に先駆けて開発した。また、IS車用電池についても自動車メーカー向けに開発し、2009年から納入を開始している。今秋からラインアップした「ECO. R シリーズ NEO」は、上記の市場要求に応えるために開発したものであり、ECO. R LS (エコ.アール エルエス) シリーズ (ELS シリーズ)、ECO. R (エコ.アール) シリーズ (ECT シリーズ) および ECO. R IS (エコ.アール アイエス) シリーズ (EIS シリーズ) の特長の異なる3種類のタイプがある。本稿では、これらの鉛蓄電池の開発に用いた技術についてのべる。

2 新規開発電池

「ECO. R シリーズ NEO」の外観写真を Fig. 2 に示す。商品の特長の概要はつぎのとおりである。

- (1) ECO. R LS (エコ.アール エルエス) シリーズ : ELS シリーズ
従来品に比べ寿命性能、放電性能、充電受入性



Fig. 2 External appearance of "ECO.R series NEO".

能が向上し、長寿命で商品ライフサイクルが長くなる。そのことによる CO₂ 削減効果や、充電制御車に搭載した場合の燃費向上による CO₂ 削減が期待できる。

- (2) ECO. R (エコ.アール) シリーズ : ECT シリーズ
従来品に比べ充電受入性能が向上し、充電制御車に搭載した場合には燃費向上により CO₂ 削減が期待できる。
- (3) ECO. R IS (エコ.アール アイエス) シリーズ : EIS シリーズ
IS 車に最適な電池の商品化であり、IS 車に搭載した場合には CO₂ 削減が期待できる。
それぞれの商品コンセプトに基づき、採用した各種技術アイテムの一覧を Table 1 に示す。

2.1 長寿命化

寿命性能を向上させるためには、正極板格子の腐食による変形を軽減させる必要がある。そこで、正極板格子のデザインや質量配分を最適化し、また、高耐食性合金を採用することで耐久性を飛躍的に向上させた。ELS シリーズの B19 サイズの電池を用いておこなった当社の高温 (75 °C) サイクル寿命試験結果を Fig. 3 に示す。この試験では、電池が過充電サイドで充放電されるため、その寿命を決定する因子は正極の格子腐食となる。新格子を採用した開発品は、従来品とくらべて 30% 寿命性能が向上していることがわかる。

2.2 高容量化

正極活物質の新処方により高容量化を実現した。Fig. 4 に 5 時間率容量とリザーブキャパシティの利用効率の改善比を示す。開発した正極活物質は従来品に対して、いずれの条件においても利用率が向上している。Fig. 5 に正極活物質の孔径分布測定結果を示す。開発品では従来品に比べて 0.05 ~ 1 μm 付近の細孔の

Table 1 Adopted technologies for automotive lead-acid battery "ECO. R series NEO".

Objective items	ELS series	ECT series	EIS series	Technologies
Longer life	○			New positive grid design Optimized positive grid alloy compositions
Higher capacity	○	Mass reduction		Positive active material increase Optimized positive active material additive
Charge acceptance improvement	○	○	○	Optimized carbon content in negative active material
Maintainability improvement	○			Electrolyte visibly-detected recycled resin use for container
Longer life performance of idling-stop pattern test			○	Higher density positive active material Optimized carbon content in negative active material Pb-Sn alloy layer formed on negative lug surface

○ : Fitted type

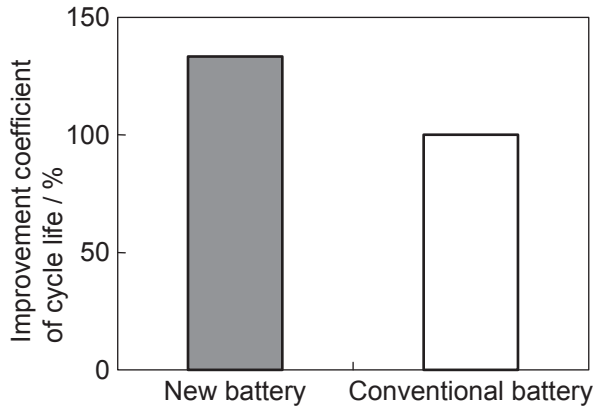


Fig. 3 Cycle life performance at high temperature of 75 °C for newly developed automotive B19 size lead-acid battery of ELS series.

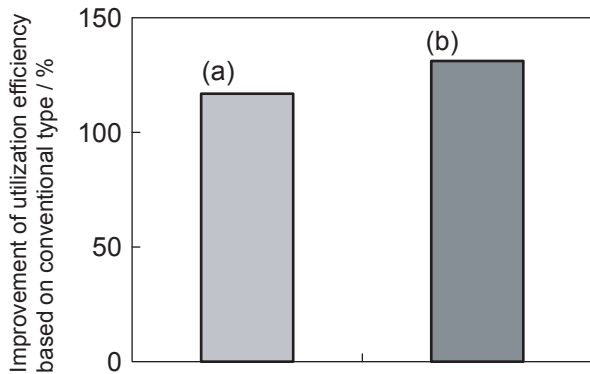


Fig. 4 Improvement of utilization efficiency for positive active material applied to newly developed automotive lead-acid battery ECO. R series NEO under 5 HR (a) and reserve (b) capacity test conditions.

体積が増加しており、そのため利用率が向上するものと考えられる。また従来品は、利用率向上のために鉛酸化物 A を添加しているが、化成後においても活物質間の結合力が不十分であるため、軟化・脱落が occurred やすかった。開発品では、これを解消するために粒子構造が鉛酸化物 A と異なる鉛酸化物 B を添加すると、その粒子構造の違いにより活物質間の結合が強固になり軟化・脱落は occurrence にくく、かつ目的の利用率向上も可能となる。その添加剤の効果の違いを Fig. 6 に示す。この高容量化により、電池の充電状態(State of Charge, 以下 SOC という)が高く維持されることで放電時間が延び、充電制御車では燃費の改善が期待できる。ELS シリーズの D23 サイズ電池で 5 時間率容量試験をおこなった結果、従来品にくらべて容量性能を 20% 向上させることができた。また、ECT シリー

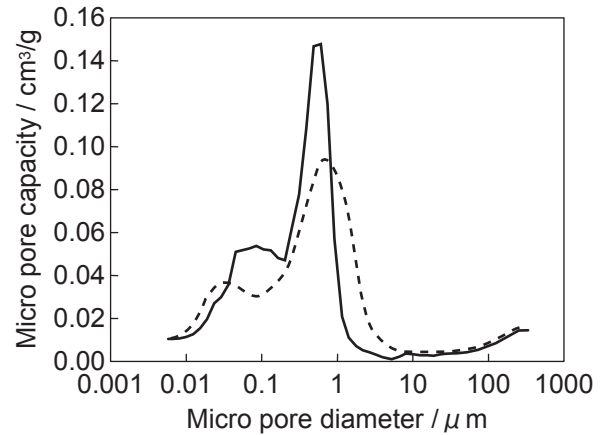


Fig. 5 Improvement of micro pores size distribution of positive active material applied to newly developed automotive lead-acid battery ECO. R series.
 — New battery with lead oxide compound additive B in active material
 - - - Conventional battery with lead oxide compound additive A in active material

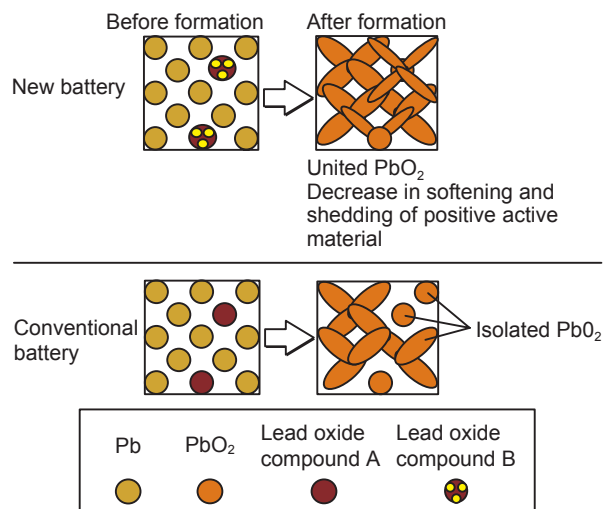


Fig. 6 Effects of additive in positive active material of newly developed automotive lead-acid battery ECO. R series.

ズにおいては、利用率向上技術により、従来の活物質質量よりも少ない量で同等の放電性能を実現できるため、軽量化によっても燃費に貢献できる。

2.3 充電受入性能の向上

充電制御車の場合、電池は頻繁に放電されることから高い充電受入性能が必要である。そこで、従来にくらべて負極活物質中のカーボン量および処方最適化によって充電受入性を向上させている⁶⁻⁸⁾。これにより、JIS 充電受入性能は、従来品にくらべて ECT シリー

ズで16%、ELSシリーズで21%向上させることができた。

また、サンデードライバーの使用環境を想定し、暗電流相当の電流でSOCが約70%に低下するまで常温で2週間放電し、その後の14.5V定電圧での充電受入性を確認した。一般的に自動車用鉛蓄電池は、放電状態で放置しておくことで充電回復性が低下する。ELSシリーズのB24サイズ電池を用いておこなった充電中のSOC推移をFig. 7に示す。本開発品の60分間充電後SOC回復量は従来品と比較して3%向上している。この結果から、暗電流放電後においても充電受入性の改善効果が確認できる。

2.4 メンテナンス性の向上

従来の「ECO. Rシリーズ」はバッテリーから回収したポリプロピレン樹脂を再資源化して使用している。従来の再生樹脂では、回収された樹脂に様々な色の樹脂が混ざり合うため、色ばらつきを考慮して黒色に着色している。回収再生樹脂を使用した黒色電池は、メンテナンス時に電池側面から液面を確認することができないため、液面を見やすくしてほしいという市場からの要求がある。ELSシリーズでは、透明性の高い回収樹脂を選別して再資源化する「再生ナチュラル樹脂」を電槽に採用した。色むらをなくし、色あいについては、環境をイメージさせるアイボリー調にコントロールしている。従来の樹脂との液面視認性の比較をFig. 8に示す。再生ナチュラル樹脂を採用したことで液面管理を容易にし、メンテナンスと環境という要求を両立させることができた。

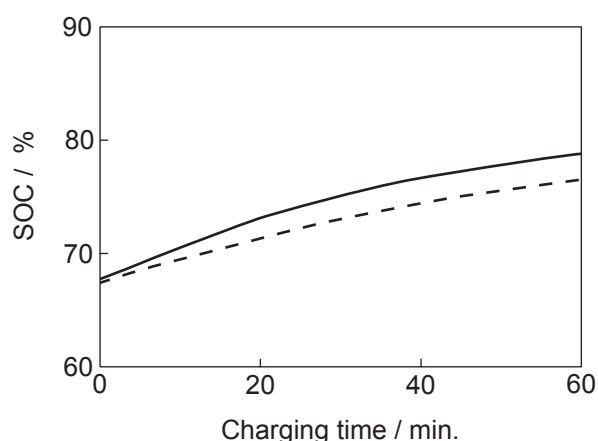


Fig. 7 Enhancement of SOC recovery during 14.5 V charge after 2 weeks-storage at discharged state for newly developed automotive B24 size lead-acid battery of ELS series.

— New battery, - - - Conventional battery

2.5 アイドリングストップ寿命性能

今後のCO₂排出規制の強化に際し、普及が見込まれるアイドリングストップ車では、従来のエンジン車とくらべて電池の充放電挙動が大きく異なり、従来の始動用電池では期待される寿命性能の要求を満たすことができない。われわれはこれらの要求を満たす電池をすでに開発し⁹⁾、新車メーカーへの納入を始めている。この技術を活かした電池をEISシリーズとしてラインアップに加えている。

3 実車試験による効果の確認

新規開発電池および従来電池の実車搭載による寿命性能および燃費効果の確認をおこなった。

3.1 10・15モード実車試験

10・15モードは、日本の都市交通の走行実態を反映させたもので、シャーシダイナモメータ上で所定の走行パターンに沿って自動車を走らせて燃費を測定する方法^{10, 11)}であり、国土交通省が制定した。試験車両には、従来の「ECO. Rシリーズ」で燃費測定したのと同じ車種(国内自動車メーカーの充電制御車)を用いた¹²⁾。試験は第三者機関で実施し、カーボンバランス法^{13, 14)}によりCO₂排出量および燃費を測定した。

10・15モードの実車試験結果としては、ELS/ECTシリーズのB24サイズ電池において従来の「ECO. Rシリーズ」と同じ燃費向上効果およびCO₂排出削減効果があることを確認した。

3.2 タクシー実車試験

実車搭載による寿命性能の妥当性確認として、ELSシリーズのD23サイズの電池でタクシー実車試験をおこなった。タクシーは走行形態が一般オーナー車と異なり、時間あたりの走行距離が長く、電池の市場加

New battery container Conventional battery container



Fig. 8 Improved visibility of electrolyte level through container wall for newly developed automotive lead-acid battery ELS series.

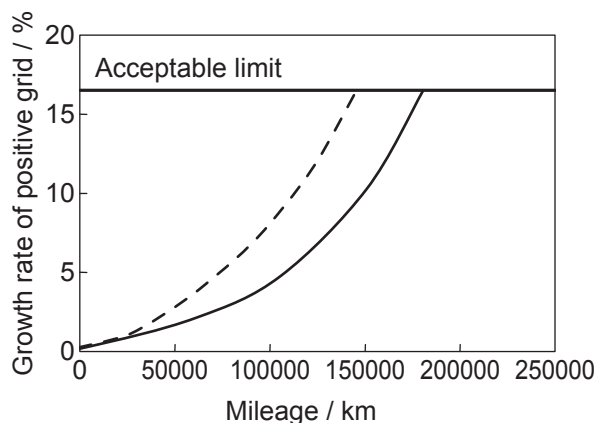


Fig. 9 Suppression of growth rate of positive grid for newly developed automotive D23 size lead-acid battery ELS series during road test by taxi.

— New battery, - - - Conventional battery

速評価方法として適している。また、充放電の機会が多く、正極格子は腐食や変形が大きくなりやすいため、ELSシリーズで採用した格子の効果確認をこの試験でおこなった。走行距離と正極格子の変形(伸び)の関係について Fig. 9 に示す。新規開発品は従来品にくらべて、寿命に至るまでの走行距離が1.2倍に延びており、開発品の耐久性向上を確認することができた。

4 まとめ

従来品と比較して、長寿命、高容量、高充電受入性の電池を開発した。メンテナンス性などの市場からの要求への対応や、今後増えていくIS車専用電池などを加えて「ECO. R シリーズ NEO」を完成させることができた。

この「ECO. R シリーズ NEO」が多くの人々に使用されることによって、地球環境に貢献できるものと期待している。

文献

- 1) 国土交通省, Website,
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/09/090702_.html.
- 2) 国土交通省, Website,
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000006.html.
- 3) 自動車工学, **52** (5), 79 (2003).
- 4) 自動車工学, **53** (12), 65 (2004).
- 5) せいび広報社編, 経営戦略データ 2006, p.39 (2006).
- 6) 北條英次, 山下譲二, 岸本健二郎, 中島博人, 笠井勝夫, *Yuasa Jiho*, (72), 23 (1992).
- 7) 船戸貴之, 高橋克仁, 坪田正温, 田淵淳, 岩田政司, 田川弥八郎, *GS News Technical Report*, **52** (2), 21 (1993).
- 8) 足立昌司, 岡田祐一, 塩見正昭, 坪田正温, *GS News Technical Report*, **57** (1), 10 (1998).
- 9) 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).
- 10) 国土交通省発表資料 自動車燃費一覧(平成19年3月), 国土交通省, p.8 (2007),
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/nenpi/nenpulist/nenpulist0703.pdf>.
- 11) 自動車工学, **55** (9), 114 (2006).
- 12) 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).
- 13) JIS D 1030 : 1998 自動車一排气ガス中の一酸化炭素, 二酸化炭素, 全炭化水素および窒素酸化物の測定方法.
- 14) JIS D 1012 : 2005 自動車一燃料消費率試験方法.