

アセアン二輪車用 VRLA 電池 "YTZ4V, GTZ4V" の開発

Development of VRLA Batteries "YTZ4V and GTZ4V" for Motorcycles in ASEAN

武田 美雪* 平川 憲治** 藤田 壮右*
山口 昌宏*** 亀田 毅****

Miyuki Takeda Kenji Hirakawa Sousuke Fujita
Masahiro Yamaguchi Tsuyoshi Kameda

Abstract

We have developed VRLA batteries "YTZ4V and GTZ4V" the same size as "YTZ5S and GTZ5S" produced in our ASEAN factories, respectively. YTZ4V type improved the self-discharge rate down to 1/2 maintaining the same level of initial and cycle life performances compared to YTZ5S type. In addition, YTZ4V improved the productivity and reduced the lead-usage of grid by reviewing the battery design. Therefore, YTZ4V realizes "high quality" and "cost reduction". Yuasa Battery (Thailand) Pub. Co., Ltd. and PT. Yuasa Battery Indonesia produce this YTZ4V, and PT. GS Battery (Indonesia) and GS Battery Vietnam Co., Ltd. produce GTZ4V based on the design concept of YTZ4V. Moreover, we introduce the same design concept of YTZ4V into YTZ6V, and then Yuasa Battery (Thailand) Pub. Co., Ltd. produces YTZ6V for motorcycles with idle reduction system.

Key words: Valve regulated lead-acid battery; Motor cycle-use; Self-discharge

1 はじめに

2011年の国内二輪車総需要は、前年比24%減の40万9千台と6年連続での減少が見込まれている¹⁾。一方で、急速な経済発展により、いわゆる「中間層」の人口の伸びが顕著なアセアンにおいて、二輪車は日常生活に必要な移動手段として使用され、その市

場規模の大きさには目をみはるものがある。2011年の二輪車需要予測は、タイで195万台、ベトナムで326万台、インドネシアでは810万台であり²⁾、インドネシアでは今後も拡大が見込まれている。

一方、「中間層」が求める電池への市場ニーズは、さらに安心して使用できる高い品質と、求めやすい低価格モデルを両立したものである。また、アセアンのような高温の気候環境下では、流過程での在庫期間や長期未使用状態での保存における容量低下（自己放電）は重要な品質特性の一つとしてあげられる。

上記背景から、GSユアサグループのアセアン拠点で製造しているYTZ5S、GTZ5Sの外形寸法はそのまま

* グローバル技術統括本部 自動車電池技術部

** 湯浅蓄電池（順徳）有限公司

*** 自動車電池事業部 品質保証部

**** グローバル技術統括本部 技術戦略室

まに、アセアンの市場ニーズである「高品質」と「コスト低減」を両立した“YTZ4V”および“GTZ4V”を開発した。本報ではYTZ4Vの開発を主として以下に報告する。

2 開発目標

Fig. 1に示す開発電池“YTZ4V”の狙いである「高品質」と「コスト低減」を実現するため、つぎの目標を立てた。

- (1) 初期性能、寿命性能はYTZ5Sの性能を維持しながら、自己放電を1/2に低減する。
- (2) 電池設計の見直しにより生産性を10%改善するとともに鉛量を5%削減する。

3 高品質化

3.1 初期性能および寿命性能

3.1.1 達成手段

Table 1にYTZ4VとYTZ5Sの主な電池仕様を示す。いずれも液入り充電済み電池（WETタイプ）である。本開発品であるYTZ4Vでは、後述する生産性の改善および鉛量の削減をはかるため、YTZ5Sから正負極とも1枚ずつ減じた構成としている。しかしながら、そのような極板群の構成では、要求される放電電流領域での放電特性はYTZ5Sよりも低下することから、以下のように極板群の構成を見直した。

Table 2にYTZ4Vの極板仕様を示す。まず、電圧

特性および寿命性能を維持するために正負極板厚さを約30%増し、セル当りの活物質量をYTZ5Sと同程度になるようにした。

Fig. 2にYTZ4VおよびYTZ5Sの格子デザイン比較を示す。YTZ4Vの格子設計は、高率放電特性に影響の大きい縦骨の本数を二本から三本に増やし、断面積も大きくすることで格子の内部抵抗を小さくした。これらの見直しに加え、電解液比重の最適化により、極板枚数削減にともなう電圧特性の低下を補うことにした。

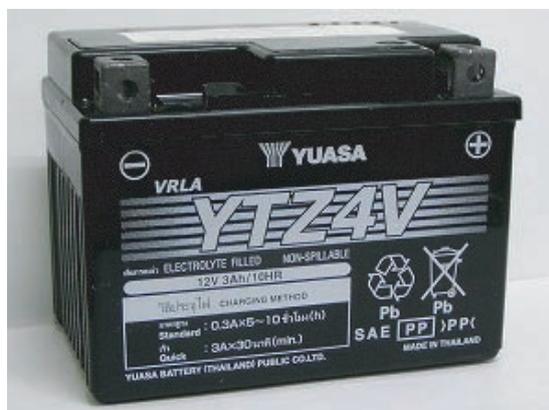
Table 1 Specifications of newly developed YTZ4V type and existing YTZ5S type VRLA batteries.

Items	YTZ4V	YTZ5S
Battery type	Wet type	Wet type
Capacity @10 HR/ Ah	3.0	3.5
Mass of battery / kg	1.55	1.60
Number of plates in cell (Positive / Negative)	3 / 4	4 / 5

Table 2 Features of plates for newly developed YTZ4V type VRLA battery compared with YTZ5S type's plates.

Items	Plates	(Design value of YTZ4V type / Design value of YTZ5S type) × 100 / %
Plate thickness	Positive	132
	Negative	126
Active material mass in cell	Positive	100
	Negative	100

(a)



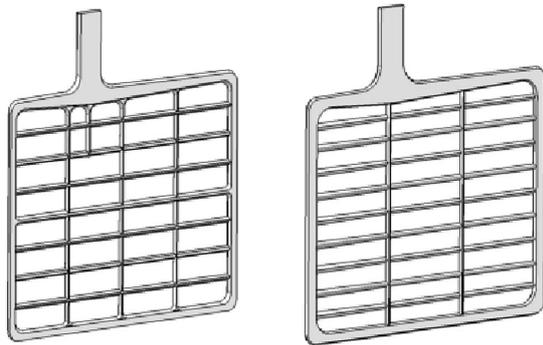
(b)



Fig. 1 Appearance of newly developed YTZ4V type (a) and GTZ4V type (b) VRLA batteries. Dimensions of YTZ4V and GTZ4V are same as existing YTZ5S and GTZ5S types, respectively.

3.1.2 性能評価

Table 3に10 HR容量を、Fig. 3に0℃における放電特性を示す。これらの結果から、いずれの性能もYTZ5Sと同等であることが確認できる。また、40℃ JIS軽負荷寿命試験における寿命推移をFig. 4に示す。この図から、寿命性能についてもYTZ5Sと同等であることが確認できる。



YTZ4V (Newly developed battery) YTZ5S (Existing battery)

Fig. 2 Grid design images of newly developed YTZ4V type and existing YTZ5S type VRLA batteries.

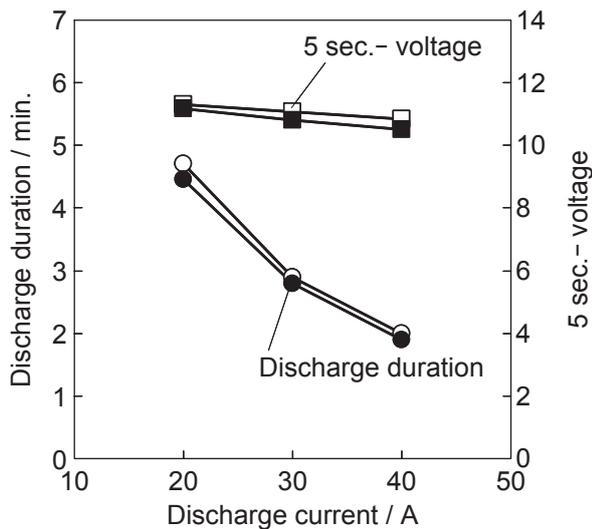


Fig. 3 Discharge properties of newly developed YTZ4V type and existing YTZ5S type VRLA batteries. Each symbol shows discharge duration of YTZ4V(●), YTZ5S(○) and 5 sec.- voltage of YTZ4V (■), YTZ5S(□) at various currents at 0℃.

3.2 自己放電の低減

3.2.1 達成手段

正極板は負極板に比べ自己放電が大きいことが知られている^{3,4)}。また、自己放電は、極板の厚さ、活物質密度、充電時の電解液温度や電解液濃度、電流密度などの影響を受けるといわれている。本報では、これらの因子の中から、電流密度、電解液濃度、未化成極板を電解液に浸してから充電開始までの時間に着目し、充電条件の最適化により自己放電の低減を目指した。

3.2.2 性能評価

3.2.2.1 単板

電流密度、電解液濃度、未化成極板を電解液に浸してから充電開始までの時間の3因子について、Table 4に示す組み合わせにより正極板を充電した。自己放電の評価は、各条件にて充電した正極単板を水洗乾燥後、所定比重の電解液中に浸漬し、60℃の恒温水槽中で170時間保存して電解液の比重低下を測定した。電解液の比重低下を測定したのは、正極の自己放電反

Table 3 Initial performance of newly developed YTZ4V type and existing YTZ5S type VRLA batteries.

Item	YTZ4V	YTZ5S
Capacity @10 HR / Ah	3.7	3.6

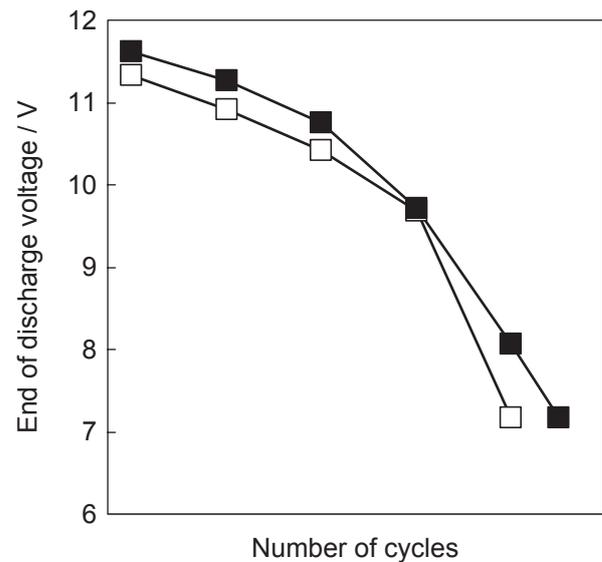
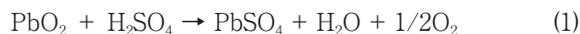


Fig. 4 Changes in end of discharge voltage of YTZ4V type (■) and YTZ5S type (□) VRLA batteries at 40℃ under the condition of JIS shallow cycle endurance test.

応が1式に示すように、硫酸を消費するためである。充電後の正極活物質中には、未反応物質である低級酸化物 (PbO_x $1 \leq x < 2$) も存在するが、その自己放電反応についても1式と同様の反応と考えられる。



まず、電流密度の自己放電への影響については、Table 4のNo. 1とNo. 2で評価した。その結果をFig. 5に示す。この図から、電流密度を従来条件から新しい条件に下げると、保存170時間後の比重の低下が26%抑制されることがわかる。すなわち、自己放電が改善したことを意味する。特に、保存開始46時間までの初期段階でその効果は大きい。これは、充電後の未反応物質である低級酸化物 (PbO_x $1 \leq x < 2$) の割合が高いと、保存初期に自己放電が大きくなる^{3,5)}ためと考えられる。そこで、充電後の正極活物質中の PbO_x の割合を化学分析で確認した。なお、 PbO_x の割

Table 4 Combination of charge conditions of PbO_2 positive plate for the self-discharge evaluation.

No.	Current density	Acid density	Time from plate soaking to charge beginning
1	Conventional condition (High)	Conventional condition (Low)	Conventional condition (Short)
2	New condition (Low)	New condition (High)	New condition (Long)
3	Conventional condition (High)	Conventional condition (Low)	Conventional condition (Short)
4	New condition (Low)	New condition (High)	New condition (Long)

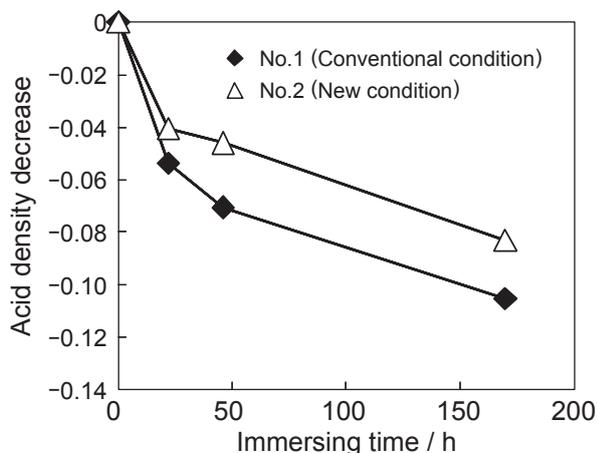


Fig. 5 Changes in acid density decrease at 60 °C when immersing PbO_2 positive plates charged by newly adopted condition of changing current density into sulfuric acid electrolyte.

合は、正極活物質全体から PbO_2 、 PbSO_4 を除外したものとした。その結果をTable 5に示す。この結果から、電流密度を下げると、 PbO_x が16%から6%へと減少していることがわかる。このことから、保存初期段階での自己放電が改善するのは未反応物質である低級酸化物が減少するためと考えられる。つぎに、電解液濃度の影響については、Table 4のNo. 1とNo. 3で評価した。その結果をFig. 6に示す。比重を従来条件から新しい条件に上げると、保存170時間後の比重の低下が約30%抑制されることがわかる。保存開始46時間までの初期段階だけでなく、46時間以降の保存においても比重低下は抑制されている。これは、 α - PbO_2 は β - PbO_2 に比べ、自己放電が大きい⁶⁾ためと考えられる。そこで、充電後の正極活物質の α - PbO_2 と β - PbO_2 の存在比についてX線回折分析をおこなった。なお、 α - PbO_2 は回折角29度、 β - PbO_2 は回折角25度の値を用いた。その結果をTable 6に示す。表から、 α - PbO_2 / β - PbO_2 の強度比が、従来の条件では1.36であるのに対し、電解液濃度を高くした場合には0.77へと減少していることがわかる。このこ

Table 5 PbO_x % of positive active materials after charge under the condition of No.1 and No.2 in Table 4. No.1 is PbO_2 positive plate charged under the conventional condition. No.2 is PbO_2 positive plate charged under the low current density condition.

Item	Different charge conditions	
	No.1	No.2
PbO_x / %	16	6

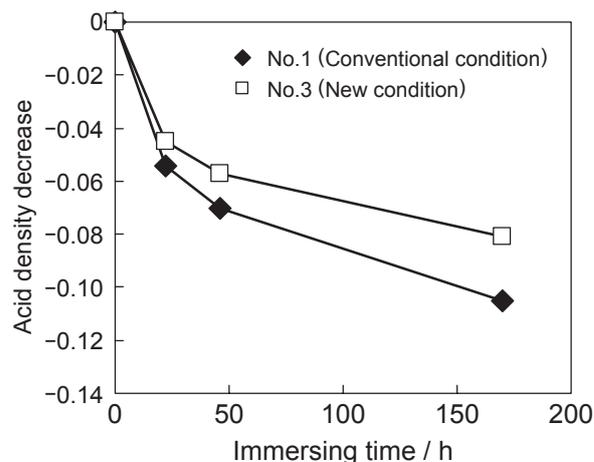


Fig. 6 Changes in acid density decrease at 60 °C when immersing PbO_2 positive plates charged by newly adopted condition of acid density into sulfuric acid electrolyte.

とから、保存46時間以降の自己放電が改善したのは α - PbO_2 の割合が減少するためと考えられる。最後に、未化成極板を電解液に浸してから充電開始までの時間の影響については、Table 4のNo. 1とNo. 4で評価した。その結果をFig. 7に示す。未化成極板を電解液に浸してから充電開始までの時間を従来条件から新しい条件に長くしても、その影響は認められない。

3.2.2.2 完備電池

3.2.2.1項の結果を受け、開発電池ではその組み合わせを最適化した。自己放電の評価は、40℃の恒温水槽中で保存し、その開回路電圧が12.4Vに到達するまでの期間を測定した。

Fig. 8に40℃での保存期間と開回路電圧推移を示す。12.4Vは、補充電なしで充分エンジン始動可能な残容量約50%に相当する値である。開回路電圧が12.4Vとなるまでの期間は、YTZ5Sで約70日に対し、YTZ4Vでは約140日となり、自己放電をYTZ5S対比で1/2に低減することができた。なお、この改善は現行のYTZ5Sにも適用されている。

Table 6 Ratio of α - PbO_2 and β - PbO_2 after charge under the condition of No.1 and No.3 in Table 4. No.1 is PbO_2 positive plate charged under the conventional condition. No.3 is PbO_2 positive plate charged under the high acid density condition.

Item	Different charge conditions	
	No.1	No.3
α - PbO_2 / β - PbO_2	1.36	0.77

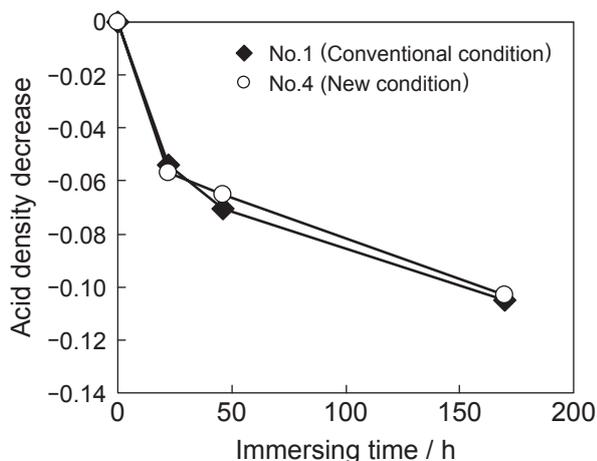


Fig. 7 Changes in acid density decrease at 60℃ when immersing positive PbO_2 plates into sulfuric acid with different time from plate soaking to charge beginning.

4 コスト低減

4.1 生産性の改善

極板群の構成をYTZ5Sから正負極とも1枚ずつ減じたことで、極板の製造工程において、時間あたりの生産数を増加することができた。また、極板枚数を減らしたことで格子および極板厚さが厚くなり、格子の鑄造性、活物質の充填性、ハンドリング性の向上にともなう歩留まりの改善を実現した。

また、上蓋形状を左右非対称とし(Fig. 9)、蓋と上蓋の取り付け方向の間違いを一目で判別できる形状とし、排気弁取り付け部の弁座上部寸法を従来の1.7倍に広げ(Fig. 10)、排気弁の取り付け作業性を向上させた。

以上の最適化により、目標の10%生産性向上を達成することができた。

4.2 鉛量の削減

YTZ4Vの格子設計において、高率放電特性に影響の大きい縦骨の質量を極力維持しながら、横骨の本数は九本から七本に減らし、断面形状も見直して格子全体の質量を軽量化した。また、格子は一つのパネルで複数枚とれる形状にて鑄造しているが、そのパネル設計も見直した。具体的には、格子同士をつなぐ箇所(後に切断する箇所)には、従来余分なペーストが付着しているが、新しいパネルでは、ペースト充填時にペーストが付着しにくい構造となるよう設計を見直した。また、切断後に不要となる箇所のデザインを変更し、極板切断時に発生する鉛ロス量を削減した。

以上により、目標の5%鉛量削減を達成することができた。

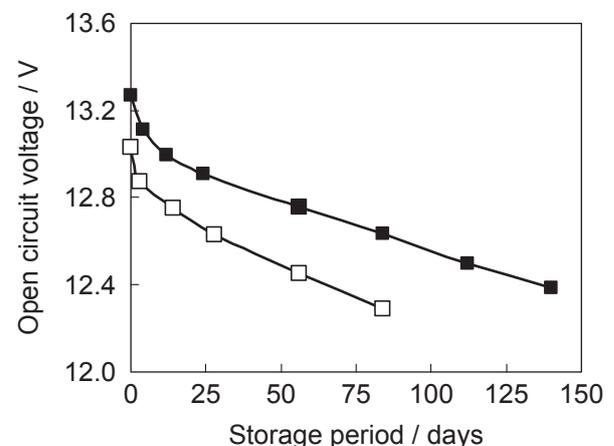
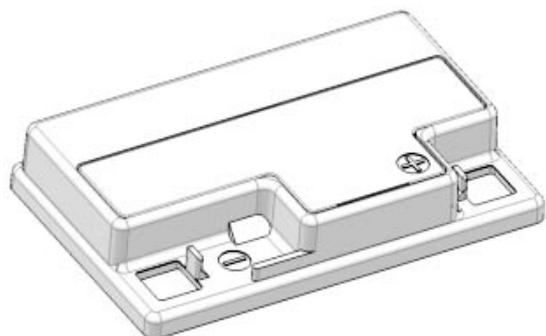
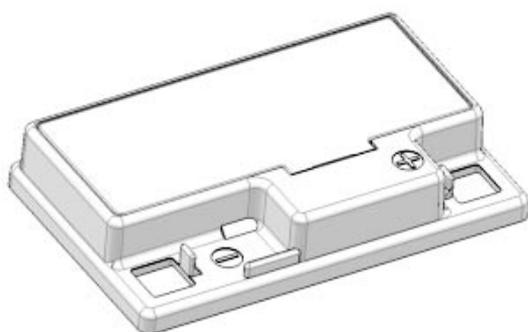


Fig. 8 Change in open circuit voltage of YTZ4V type (■) and YTZ5S (□) type VRLA batteries at 40℃ for motorcycle use.



YTZ4V (Newly developed battery)



YTZ5S (Existing battery)

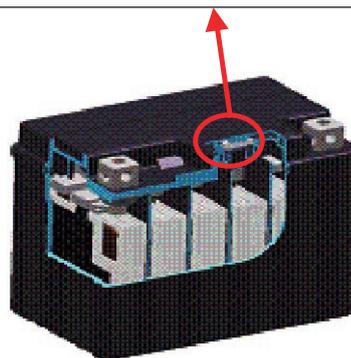
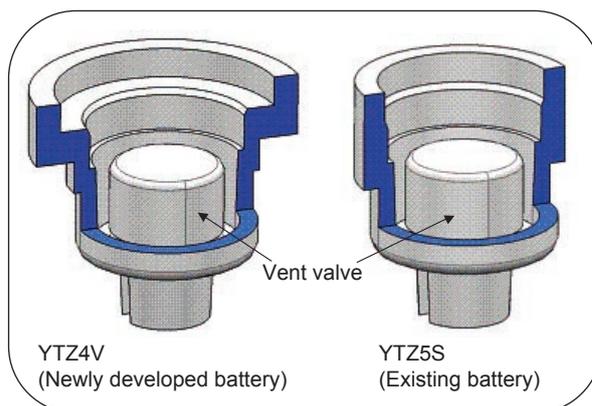


Fig. 10 Valve installation part comparison of newly developed YTZ4V type and existing YTZ5S type VRLA batteries.

Fig. 9 Cover design comparison of newly developed YTZ4V type and existing YTZ5S type VRLA batteries.

Table 7 Specifications of newly developed YTZ6V type and existing YTZ6 type VRLA batteries.

Items	YTZ6V	YTZ6
Battery type	Wet type	Wet type
Capacity @10 HR/ Ah	5.0	5.0
Mass / kg	2.06	2.12
Number of plates in cell (Positive / Negative)	3 / 4	4 / 5

5 機種展開

YTZ4V をタイの Yuasa Battery (Thailand) Pub. Co., Ltd. および、インドネシアの PT. Yuasa Battery Indonesia で製品化した。その後、インドネシアの PT. GS Battery および、ベトナムの GS Battery Vietnam Co., Ltd. では、この設計コンセプトを取り入れた GTZ4V 電池を開発し製品化した。また、アイドリングストップシステムを搭載した車両向けに、同様のコンセプト



Fig. 11 Appearance of newly developed YTZ6V type VRLA battery. Dimensions of YTZ6V are same size as existing YTZ6 type.

を取り入れた YTZ6V (Fig. 11) を開発し、タイの Yuasa Battery (Thailand) Pub. Co., Ltd. で製品化している。その電池仕様を Table 7 に示す。

6 むすび

今回の開発では、「高品質」の狙いに対し、初期性能、寿命性能は既存性能を維持し、自己放電を既存品比1/2に改善することができた。また、「コスト低減」の狙いに対し、目標の10%生産性向上と、5%鉛量削減を達成することができた。アセアン各国で、二輪車用VRLA電池が本開発品に置き換えられていることが、本電池のコンセプトが受け入れられているものと考えている。

謝 辞

今回の開発にあたり、ご指導、ご鞭撻を賜りました株式会社本田技術研究所の関係者のみなさまに深く感謝いたします。

文 献

- 1) 日本自動車工業会 HP 需要見通し, <http://www.jama.or.jp/stats/outlook/20101217/index.html>.
- 2) ヤマハ発動機株式会社 HP, アニュアルレポート2010年, p.33-34, <http://www.yamaha-motor.co.jp/profile/ir/material/>.
- 3) 岡本英治, 田中弘, 坪田正温, *GS News Tech. Report*, **47** (1), 17-22 (1988).
- 4) 小牧昭夫, 小関満, 松林敏, 野村洋一, 竹原善一郎, *電気化学*, **63** (9), 821-828 (1995).
- 5) 小牧昭夫, 石山一郎, 米田忠司, 竹原善一郎, *電気化学*, **63** (11), 1016-1022 (1995).
- 6) D. Pavlov, G. Papazov, and V. Live, *J. Electrochem. Soc.*, **119** (1), 8-19 (1972).