

環境重視時代の省エネ・省資源を確実に実行できる 鉛電池の新しいビジネス・システム

池田 肇⁽¹⁾ (hajimu.ikeda@union-services.com)

南 繁行⁽²⁾・仁科 辰夫⁽¹⁾・大場 好弘⁽¹⁾・小沢 昭弥⁽³⁾

〔⁽¹⁾ 山形大学・⁽²⁾ 大阪市立大学・⁽³⁾ ITE イエガー電池研究所〕

New business plan for lead-acid batteries in the new environmental era for energy saving and material saving

Hajimu Ikeda⁽¹⁾, Shigeyuki Minami⁽²⁾, Tatsuo Nishina⁽¹⁾, Yoshihiro Ohba⁽¹⁾, and Akiya Kozawa⁽³⁾

⁽¹⁾ Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University, Japan

⁽²⁾ Department of Electrical Engineering, Osaka City University, Japan

⁽³⁾ ITE Battery Research Institute, Japan

Abstract

Lead-acid batteries for SLI (engine starting, lighting, ignition) uses have an average life of 3-4 years. The ITE Yeager Battery Research Institute (Japan) has developed a new chemical (organic polymer) which prevents sulfation of new batteries and recovers deteriorated batteries from sulfation. By using this new ITE Kozawa Activator (an organic polymer is the main chemical), the service life can be extended into 5-10 years and also the lead plate can be reduced by 25-50%. This means the current SLI batteries can be made smaller and lighter.

Key words

lead-acid battery, activator, sulfation, business system, environmental

1. はじめに

近年は環境重視時代となり、省エネ・省資源が主要な研究開発課題の一つとなってきた。小沢等(2005)のITE電池研究グループで開発された電池活性化剤(以降本文ではアクティベーターと呼ぶ。)により、次の3点が事業として成立することが分かった。

- (1) 鉛電池の使用電極を25～50%減らしても、アクティベーターを添加することによってSLI用電池として、寿命が3～5年の電池の製造が可能になった。添加剤を加えた電池は、負極のサルフェーションの防止で著しく長寿命になる特長をもっている。
- (2) 使用中の容量が30～50%劣化した電池にアクティベーターを添加して使用していると性能が自然に回復する。回復後、電池に補水と補充電をすれば、電池の使用期間は従来の劣化するまでの期間の2倍になる。
- (3) 劣化して廃棄された電池は、電極としての活性物質は20～30%しか残っていないが、アクティベーターを入れて小電流(1A程度)の電流値で2～3日連続充電すれば、更に2～3年使用できるようになる。

以上のような3つの活性化剤の重要な性能を、今日の電池メーカーは事業として採用しないと考えられる。その理由は、企業が利益を伸ばすために、商品回転率を上げることを第一主義としているためである。

本文では、最初に電池の放電容量が何で決まるのかについてアクティベーターの持つ機能について明らかにする。よって、理想的な新しい「環境重視・省エネ時代のバッテリーリース・レンタルシステム」の提案が、環境問題の解決に貢献するものと考えられる。

2. アクティベーター技術

2.1 サルフェーションとその除去

鉛電池におけるサルフェーションとは、多孔性の活性な硫酸鉛が図1のように結晶性の不導体となり、有効に働く電極、特に負極の容量が減少した状態である。

多孔性硫酸鉛($PbSO_4$)は不定形で粒子が小さく、表面積が大きいので硫酸中への溶解速度が大きく、負極板で金属鉛になり電極反応がスムーズに進行する。鉛電池が充放

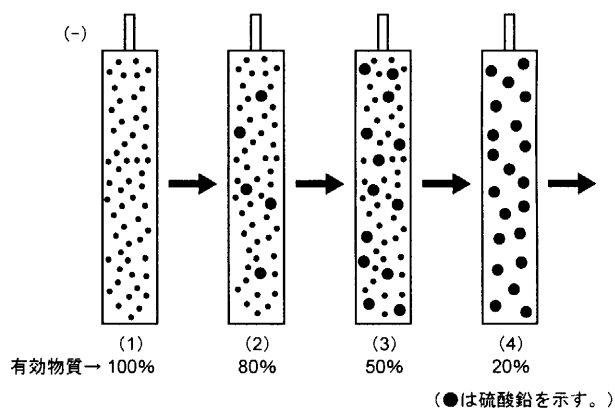


図1：サルフェーションの進行

電を繰り返すことにより、負極の鉛が化学変化をして極板に不活性硫酸が蓄積（サルフェーション現象）する。やがて大型結晶が多くなり、充電容量が低下し電池反応はスムーズに起こらなくなる。

アクティベーターは硫酸に溶解する有機ポリマーなので、金属鉛の生成の時に放電によってPbSO₄が生成される時にも負極の表面に吸着する。結晶が無定形で粒度が小さくなり、活性な物質を作るのに寄与していると考えられる。

負極中には添加剤を練り込み、硫酸バリウム、リグニンカーボン粒などのような硫酸に溶解しない物質を加えると有効なことが分かっているが、硫酸に溶ける物質、特に有機物は陽極で酸化されるので、加えることは良くないと考えられてきた。アクティベーターは、硫酸中でH⁺（プロトン）が吸着して正電荷を持ち、正極表面で電気的反発があり、その酸化は著しく遅いので1～2年間有効に電池の電解液中に存在し、活性化剤として作用すると考えられる。アクティベーターの主成分は、ポリビニールアルコール（PVC）である。PVCは醋酸ビニールの複合で生成するが、そのケン化度により完全ケン化型と部分ケン化型がある。図2に醋酸ビニールの複合反応を示す。

12V用電池のサルフェーションの解消には、充電電圧を15～16Vにあげた充電器が必要と考えられてきたが、実際にトラック、タクシーなどの充電器（オルタネーター）の出力電圧が14.5Vボルトで、比重値の上昇から判断して十分にサルフェーションが解消できていると言ってよい。

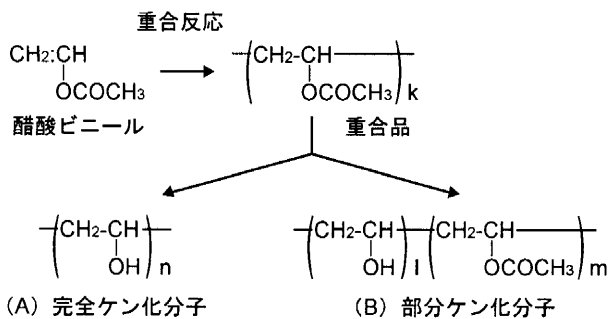


図2：醋酸ビニールの複合反応

2.2 正極と負極のどちらが電池劣化の原因か

ITE電池研究グループは、従来の定説となっていた鉛電池の劣化の原因が正極板の劣化であるという説を実験に基づいて否定し、鉛電池の劣化は負極の劣化であることを証明した。

電池便覧（2001）によると、劣化の要因は正極板に起因することが多く、特にスズを添加することによって改善できると記載されている。硫酸鉛の溶解度が急増することから、過放電を繰り返すと極板上に樹枝状の鉛が成長し、内部短絡を引き起こす原因となる。これを防ぐためには、アルカリ金属やアルカリ土類金属などの金属イオンを電解液中に存在させることが有効であると記述されている。また、リンデン（1996）の研究でも、鉛電池の劣化原因は正

極板起因すると述べている。正極の劣化は主としてPbSO₄の粒子が大きくなり、放電容量が減少することである。また、負極の劣化はサルフェーションと金属鉛の表面積の減少によると考えられている。

SLI（Starting, Lighting, and Ignition）鉛電池のセルは、通常、5枚の正極と6枚の負極で構成されている。初期には負極の方が容量は大きいので、電池容量は正極で決まることになる。しかし、図3に示すように、充放電サイクルが40～50サイクルとなると、負極により電池全体の容量が決まることは明白である。

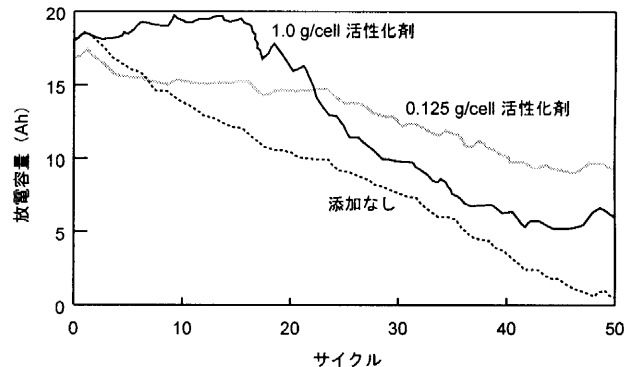


図3：添加剤の有無による放電容量の変化の実験例

2.3 アクティベーターの効果とその実証

三和運送事業株式会社が所有する200台のトラックについて、年1回アクティベーターを添加しバッテリーが何年使用できるかをテストした結果を図4に示す。1997～2000年までは、添加剤を全く使用しない場合の4～20トントラック200台のバッテリーの取り替えを示す。1998年は大量のトラックを買い換えたので新車が多くなりバッテリーの交換は著しく少なく、39台の取り替えであった。その他の年では取り替えは平均年60台である。このことは平均のバッテリー寿命は約3.5年であることを意味する。2000年から添加剤を入れ始め、2002年に全トラックに入れ終わった。その後2004年以降は、バッテリーの取り替えを全く行っていない。つまり、新車の時からアクティベーターを入れておくと、バッテリーは車を入れ替えるまでの6～8年以上バッテリーの取り替えは必要ないといえる。（Minami et al., 2004）

図4で示した結果からアクティベーターの有効性が検証されたことが分かる。なおここには示していないが、バッテリーの取り替えが、夏（7～8月）と冬（1～2月）に多いことも分かった。

この200台のトラックテストで、電池の硫酸液の比重値も測定された。2～3年経過すると比重値が新品の1.28から1.23～1.24に低下してくる。しかし、添加剤を入れて2～3ヶ月使用していると1.28前後に上昇し、サルフェーションが解消していることが分かった。サルフェーションで、電極（特に負極）に蓄積していた硫酸鉛が溶出され、SO₄²⁻濃度が高くなるので比重値が上昇する。この結果から

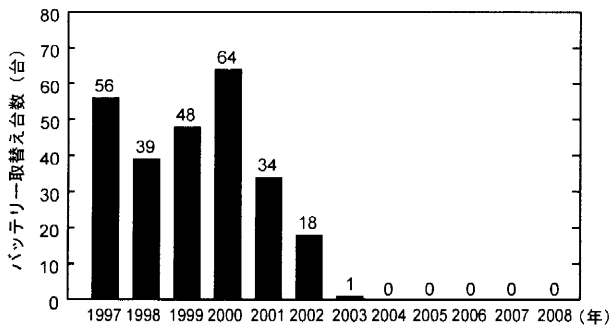


図4：トラックの年間バッテリー取替え台数

劣化電池にアクティベーターを添加して使用していると、充電電圧が14.5Vと低くても電池の再生が出来ることが分かる。

この結果を水素過電圧に基づいて記述する。充電電圧14.5Vでは少しずつ水素ガスの発生が起こり、毎日0.1～0.3%位の不足充電となり、3～4年のうちに劣化してエンジンの始動が困難な電池となる。始動が困難で取り替えた電池の残存容量は、新電池のAh(容量)の15～20%にまで低下していることが多い。

2.4 再生電池の容量 (Ah)

劣化廃電池を集めてアクティベーターを添加し、1/10～1/20 Aの電流で2～3日連続充電して、再生した電池を150

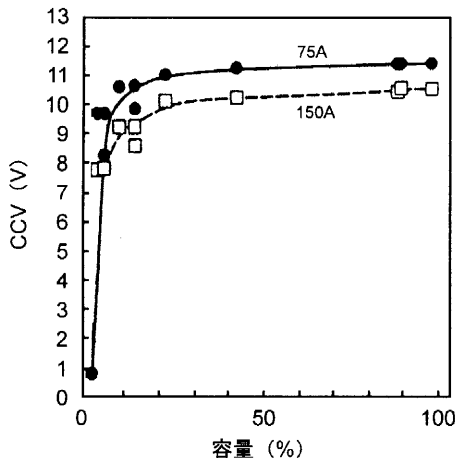


図5：再生電池の150A放電テスト

Ampで放電して測定したものが図5である。

また、図6に新品電池を異なる電流値で放電し、電池容量が10～90%になった電池でエンジン始動に必要な150Aまたは300Aの連続5秒放電をすると、電池が何ボルトに低下するのかを40B19型の新品電池で実験した結果を示す。このことから、電池の容量が10%位に低下していても、150～300Ampで5秒なら放電できる、つまりエンジンは始動が可能であることが証明できたと考えられる。このことは、エンジン始動用電池は、現在の1/10位小さくなくても良いが、その1/10の活物質が劣化しないことが大切である。

劣化した電池にアクティベーターを添加することによって比重値が上昇し、電池が回復することが分かったので、アクティベーターをはじめから新電池に添加しておくか、毎年少しずつ添加すれば電池は現在の1/10でよいと結論できる。(Sugawara et al., 2003)

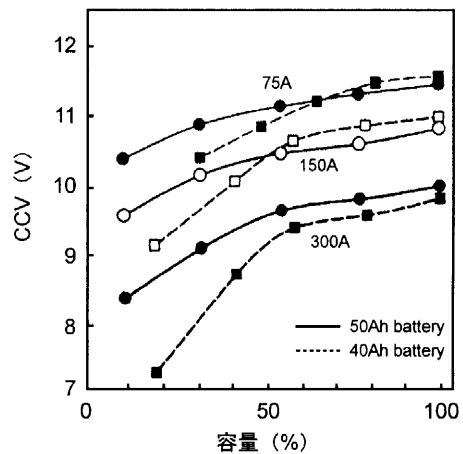


図6：新電池の放電テスト

2.5 再生電池の実状

ITE電池研究グループは7個の劣化した40B19型の廃棄電池を再生テストした結果、5個が新品に近くなることを明らかにした。表1にその内訳を示す。下記のそれぞれのテスト方法について詳しく記載する。

また、インドのバス会社を訪問して、その電池の廃棄場から無作為に8個を集めてきて再生した。定格電圧6Vのこれら8個の内、200Amp連続放電で4.5V以上の容量があり、バス用として再利用出来る合格電池は6個であった。

表1：廃棄電池(40B19型)再生後の特性例

| | 80A 連続放電テストで9Vまでの放電時間 | 比重(再生後) | 150A/5秒テスト |
|-------------|-----------------------|-----------|------------|
| No.1 (Used) | 0'20" | 1.28～1.30 | 9.8V |
| No.2 (Used) | 8'54" (85.7%) | 1.29～1.30 | 10.53V |
| No.3 (Used) | 7'30" (71.4%) | 1.26～1.28 | 10.22V |
| No.4 (Used) | 9'07" (85.7%) | 1.30～1.31 | 10.04V |
| No.5 (Used) | 0 | 1.10～1.27 | 17.68V |
| No.6 (Used) | 8'24" (81.0%) | 1.26～1.27 | 10.43V |
| No.7 (Used) | 10'35" (100%) | 1.30～1.31 | 10.74V |

表2：インドのバス用電池の廃品の再生電池性能

| ブランド | 使用期間 | 比重値（再生前） | OCV | CCV |
|-----------|------|-------------|------|-------|
| Exide | 27ヶ月 | 1.17 (1.25) | 6.27 | 4.87○ |
| STD | 39ヶ月 | 1.18 (1.24) | 6.22 | 3.97○ |
| Exide | 43ヶ月 | 1.20 (1.24) | 6.22 | 4.35× |
| STD | 32ヶ月 | 1.18 (1.26) | 6.29 | 4.66× |
| Exide | 24ヶ月 | 1.16 (1.23) | 6.19 | 4.84○ |
| Exide | 28ヶ月 | 1.19 (1.28) | 6.28 | 4.75○ |
| Kirlosher | 27ヶ月 | 1.12 (1.22) | 6.12 | 4.60○ |
| STD | 35ヶ月 | 1.11 (1.22) | 6.15 | 4.56○ |

表3：再生電池と新品電池の放電性能と価格

| 再生電池の150Aテストの合格値 (9.5Vまでの放電時間) | | 新電池の9.5V までの放電時間 | 新電池の価格 (日本) | 再生電池の価格 (日本) |
|-----------------------------------|----------|---------------------|----------------|-----------------|
| 40B19～55B24 クラス | 1.0～2.0分 | 4.0～6.0分 | 5000～6000円 | 2000～4500円 |
| 55B23～80D26 クラス | 1.5～2.0分 | 8.0～10.0分 | 20000～25000円 | 4500～6000円 |
| 95D31～130E41 クラス | 2.0～5.0分 | 10.0～15.0分 | 20000～30000円 | 5500～8000円 |
| 130F51 クラス | 5.0分以上 | 15.0分以上 | 40000～60000円 | 7000～12000円 |

6個の電池の内、5個は表2に示すように新品の71%以上の放電容量に回復している。また、使用期間の長い電池は再生が出来ないことはない。(Kozawa et al., 2002)

2007年から日本において再生電池の事業を行っている事業所における150 Ampテストでは、表3に示すように20～30%の容量であるが、再生後のバッテリーは定価の約50%で販売出来ており、保証期間1年において返品はほとんどないという実績である。このことは、電池の放電容量が20～30%になっていても、エンジン始動用としては、十分に使用できるものであることが実証されたと考えられる。

2.6 減鉛電池

エンジン始動用電池は、新電池の20～30%の容量でも1～2年の実用性があることが分かったので、25～30%に電極板の数を減らした電池（ブランド名：GTP/Green Tec Power）を中国で製造し、日本と中近東地区へ2年間輸出し実用化が証明された。その減鉛電池の規格と性能を表4と表5に示した。これらの電池は買入れないところが多い。鉛電池容量の国際規格は5時間率放電容量とCCA値を中心としたものである。このような規格が業界で広く使用されていて、この減鉛電池（25～35%鉛量または鉛極板を減らした電池）は、その規格に合わないものは規格外の不良品と考えられてしまい、購入しようとしなない販売店や使用者が多い。規格に合わないが、実際にエンジン始動が出来ることを実証し、理論づけることが出来れば、いつかは市場で認められて、規格の改訂ということになるであろう。

エンジンスタート能力は、電池のパワー（W）で評価される。パワー（W）＝電圧×電流値は、150 A用の抵抗線

を12 V電池につなぎ何アンペア流れ、その時電池電圧が何ボルトに低下しているかにより、その電流値×電池電圧で測定できる。大まかに言って、エンジンスタートに流れる電流値は140～150 Aであるから、12 V電池の電圧が7 V以上あればよい。車の古さ、エンジンのかかりやすさ、温度によるオイルの粘度など色々な条件が関係するが、減鉛電池は実用上差し支えないものであることが確認されている。

2.8 色々な車種による電池のテスト

エンジンをスタートした後は、その車のオルタネーター（発電器）からどれだけの電流と電圧が発生して、エンジン始動に使った電池をどれだけ充電しているのか、電池が完全充電の状態に何時戻るのかということの検証が必要である。これを大まかに推定するには、その車がエアコンを使用し、ライトを全てつけてハイビームにした時でも、電池から電流を取ることなく、オルタネーターからの電流出力で十分かどうかを測定すればよい。

カローラや小型トラックでも、オルタネーターの出力は1.2 kWというのが通常の車の設計である。シガライター取出し口から出る電流値は約15 Aである。この車の発電能力が不足の時は、バッテリーから電気が引き出されてバッテリーが放電するのでバッテリー電圧が12.5 V以下になる。

従って、車のエアコンと全部のライトをつけた時（トータルで約30 A）、バッテリーが12.5 V以上であれば、その車のオルタネーターは設計通りの出力を出していることになる。このような観点から、香港においてトラック、タクシーなど色々な車について走行中のバッテリー電圧を測定

表4：GTP鉛電池の鉛量削減率

| 電池サイズ | JIS 形式 | JIS規格容量(Ah) 20時間率 | GTP容量(Ah) 20時間率 | 鉛量削減率 | 極板枚数 陽極/陰極 |
|-------|--------|----------------------|--------------------|-------|---------------|
| B19 | 40B19 | 35 | 28 | 20.0% | 24/30 |
| | 42B19 | 37 | 28 | 24.3% | 24/30 |
| B24 | 50B24 | 45 | 28 | 37.8% | 24/30 |
| | 55B24 | 45 | 28 | 37.8% | 24/30 |
| D23 | 55D23 | 60 | 44 | 26.7% | 24/30 |
| | 65D23 | 65 | 44 | 32.3% | 24/30 |
| | 75D23 | 65 | 48 | 26.2% | 24/30 |
| D26 | 80D26 | 69 | 55 | 20.3% | 30/36 |
| | 90D26 | 69 | 60 | 13.0% | 30/36 |
| D31 | 95D31 | 80 | 66 | 17.5% | 36/42 |
| | 115D31 | 90 | 77 | 14.4% | 42/48 |
| E41 | 105E41 | 104 | 88 | 15.4% | 48/54 |
| | 115E41 | 110 | 88 | 20.0% | 48/54 |
| | 130E41 | 115 | 88 | 23.5% | 48/54 |
| F51 | 130F51 | 120 | 88 | 26.7% | 48/54 |
| | 145F51 | 140 | 99 | 29.3% | 54/60 |
| | 170F51 | 150 | 110 | 26.7% | 60/66 |
| G51 | 155G51 | 150 | 122 | 18.7% | 66/72 |
| | 195G51 | 175 | 132 | 24.6% | 72/78 |
| H52 | 210H52 | 200 | 143 | 28.5% | 78/84 |
| | 245H52 | 220 | 154 | 30.0% | 84/90 |
| 平均 | | | | 24.5% | |

表5：中近東に出荷した電池の容量表

| 電池サイズ | JIS 形式 | JIS規格容量(Ah) 20時間率 | GTP容量(Ah) 20時間率 | 鉛量削減率 | 極板枚数 陽極/陰極 |
|-------|--------|----------------------|--------------------|-------|---------------|
| B20 | NS40L | 32 | 28 | 12.5% | 24/30 |
| D26 | N50 | 50 | 39 | 22.0% | 24/24 |
| D31 | N70 | 70 | 50 | 28.6% | 30/30 |
| 平均 | | | | 21.0% | |

した結果を表6にまとめた。この表には、エンジンが動いている間にライトをつけたか、ライトとエアコンをつけたか、エンジン始動何分後のデータかを示している。タクシーがエアコンとライトを共につけた時以外は全て12.5V以上あり、バッテリーは放電していないことを示す。

タクシーはバッテリーが放電するケースが多くみられるが、その理由として大きいエアコンを使用しているためだと考えられる。また、中型トラックでは、表5の例20でエンジンスタート直後に11.8V、または11.6Vで低い電圧であるが、5分、10分とエンジンを働かせておくと電池が次第に充電されていることが分かる。テスト車番号20は、かなり劣化した電池を載せているトラックであったと思われる。要するにこのデータからオルタネーターは十分に発電しているので、エンジン始動後はバッテリーから電流が取り出されることはほとんどないということを示している。すなわちSLI用電池として必要とされる条件は、エン

ジン始動時に必要とされる電力(7V×100Aを5秒間)が出力できることであり、トータルのエネルギー貯蔵量は問題にならないので、鉛量(鉛極板)を25～50%減らした減鉛電池は、SLI電池の電池容量として十分であるということが結論できる。

3. 減鉛電池事業

鉛量を減らしたバッテリーを使用した電池を世界中に広く使用してもらう上で必要なことについて述べる。規格値(特にCCAと5時間率、放電容量)が小さいことを第2章で述べた技術的内容とは別に、どう説明してユーザーや代理店を信用させて販売させるかについて述べる。バッテリー販売代理店やユーザーの信用と安心感を得るには、テスト実施地区で500～1,000台レベルの大規模なテストが必要である。安心して使用してもらうには、次の方法が考えられる。

表6：香港におけるタクシー、トラック、バスの鉛電池の電圧テストの結果

| | 車種 | 年数 | バッテリー | 年数 | 電圧* | エンジン回転中 | | | エンジン回転中 ライト点灯 | | | エンジン回転中 ライト点灯 エアコン使用 | | |
|----|------|----|---------|----|-------|---------|-------|-------|------------------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|
| | | | | | | 1分後 | 5分後 | 10分後 | 1分後 | 5分後 | 10分後 | 1分後 | 5分後 | 10分後 |
| 1 | タクシー | 7 | 80D26 | 3 | 12.72 | 13.66 | 13.61 | 13.00 | 13.57 | 13.48 | 12.99 | 12.30 | 12.00 | 12.00 |
| 2 | タクシー | 5 | 563 18 | 6 | 12.60 | 13.37 | 13.30 | 13.20 | 13.29 | 13.25 | 13.10 | 12.51 | 12.44 | 12.20 |
| 3 | タクシー | 4 | 563 18 | 9 | 12.46 | 12.84 | 12.93 | 12.96 | 13.01 | 12.81 | 12.90 | 12.49 | 12.41 | 12.24 |
| 4 | タクシー | 5 | 563 18 | 2 | 12.38 | 12.69 | 12.73 | 12.79 | 12.88 | 12.85 | 12.81 | 12.52 | 12.48 | 12.46 |
| 5 | タクシー | 2 | 563 18 | 2 | 12.68 | 12.93 | 13.07 | 13.10 | 12.91 | 12.79 | 12.59 | 12.84 | 12.61 | 12.77 |
| 6 | タクシー | 8 | 95D31 | 12 | 12.75 | 13.40 | 13.60 | 13.50 | 13.42 | 13.56 | 13.45 | 13.38 | 13.45 | 13.42 |
| 7 | トラック | 2 | N70 | 6 | 12.62 | 13.18 | 13.24 | 13.34 | 13.08 | 12.92 | 12.74 | 12.91 | 12.77 | 12.71 |
| 8 | トラック | 1 | 62A-80 | 11 | 12.56 | 12.87 | 13.00 | 13.03 | 13.09 | 13.01 | 12.98 | 12.73 | 12.80 | 12.52 |
| 9 | トラック | 4 | 62A-80 | 11 | 12.69 | 12.86 | 13.03 | 13.17 | 12.93 | 12.85 | 12.68 | 12.71 | 12.53 | 12.38 |
| 10 | トラック | 8 | 62A-80 | 1 | 12.64 | 12.92 | 13.00 | 13.18 | 12.76 | 12.50 | 12.51 | 12.83 | 12.75 | 12.68 |
| 11 | バス | 7 | 62A-210 | 5 | 25.08 | 25.10 | 25.70 | 27.80 | 24.90 | 25.50 | 27.20 | 24.50 | 25.30 | 26.90 |
| 12 | バス | 5 | 62A-180 | 8 | 24.60 | 24.60 | 26.00 | 27.40 | 24.20 | 24.90 | 26.50 | エアコンなし | | |
| 13 | バス | 7 | 62A-150 | 12 | 24.60 | 25.00 | 25.40 | 27.00 | 24.80 | 25.20 | 26.80 | | | |
| 14 | バス | 8 | 62A-180 | 15 | 24.60 | 24.90 | 25.50 | 27.20 | 24.40 | 25.30 | 26.80 | 24.10 | 25.0 | 26.80 |
| 15 | バス | 3 | 62A-180 | 4 | 24.99 | 25.06 | 25.28 | 25.31 | 25.88 | 25.29 | 25.02 | 25.15 | 24.93 | 24.71 |
| 16 | トラック | 3 | N120 | 9 | 25.00 | 25.00 | 25.35 | 25.61 | 25.99 | 25.61 | 25.36 | 25.14 | 24.83 | 24.74 |
| 17 | トラック | 6 | N100 | 8 | 25.23 | 25.49 | 25.70 | 25.83 | 25.35 | 25.28 | 25.08 | 25.50 | 25.41 | 25.34 |
| 18 | トラック | 5 | N100 | 9 | 24.90 | 25.86 | 25.98 | 28.35 | 25.40 | 25.32 | 25.17 | 25.03 | 24.78 | 24.68 |
| 19 | トラック | 8 | N100 | 1 | 25.10 | 25.68 | 26.07 | 26.24 | 25.99 | 25.78 | 25.24 | 25.22 | 24.96 | 24.93 |
| 20 | トラック | 8 | 62A-120 | 12 | 11.80 | 11.86 | 12.30 | 13.50 | 11.60 | 12.41 | 13.20 | No air conditioner | | |

備考：*はエンジン停止中のバッテリー電圧を示す。

時間はエンジン回転後の時間を示す。

- (1) 大資本と信用の大きい会社によるテスト
ホンダ、トヨタ、三井物産、ソニー、東芝など大会社に対し、環境重視時代に25～50%鉛量を減らした電池は重要なので、各社が減鉛電池のリース・レンタル新事業の開始を始めたことを広く新聞やテレビなどのマスコミを通じて、発表してもらおう。
- (2) 大資本の会社によるリース・レンタル
小規模の会社では、ユーザーや販売代理店の信用が得難く、減鉛電池の普及は困難であろう。
- (3) 減鉛電池のサイズは、当初から25～35%の減鉛電池よりは、若干の減鉛にして安心させることが大切である。売りやすいところから販売を初めて、大きく信用してくれた所へは、50～60%の減鉛電池を市場に紹介する。リースなのでトラブルが発生すれば全て代替品と無料で、いくつでも交換する内容の広告をしないと売れないと思われる。

(4) 減鉛電池の具体的設計

サイズはそのままにして、大きなケースへ小型電池を入れる。40B19型SLI電池は、全鉛電池の生産の約50%を占める。メーカーは全自動製造システムでこの小型電池を製造している。つまり、一倍安い電池は日本では小型の40B19型である。大型電池の電極板を減らす代わりに、小型電池を使用すると安く減鉛電池になるので、この方法を提案する。減鉛電池の具体的な設計例を図7に示す。

4. 小さい販売店のアプローチ

小規模な電池販売店も、その店に信頼を持つユーザー（トラック会社）を2～3社持っている。そのユーザーに今まで120～150 Ahの大型電池を2個載せていたトラックに対し、アクティベーターを入れた50～60 Ahの電池と置き換えてもらって何年持つか、どんなトラブルが起きるかなどのテストを行ってもらおうのも一つの方法である。この場合、トラックに予備の電池を積んで置いて、バッテリーのトラブルの時、その補助電池で主電池を5分充電してからエンジンをスタートさせることを提案する。その補助電池としては、4 Ahの6 V電池5個をシリーズにしたものを使用する。例えば図8に示したのは一つの方法である。24 Vの積載電池を30 Vで充電するので十分である。トラックが12 V電池の場合は、小型（4 Ah）電池をシリーズにして18 Vにして使用するとよい。これら小型のオートバイ用電池は、硫酸が入っていないもので必要になったら硫酸を入れて使用する。硫酸が予め入っている電池は、自己放電するのですすめられない。乗用車はエンジンスタート用電池がメモリー保持に使用されているので、電池を外せない。

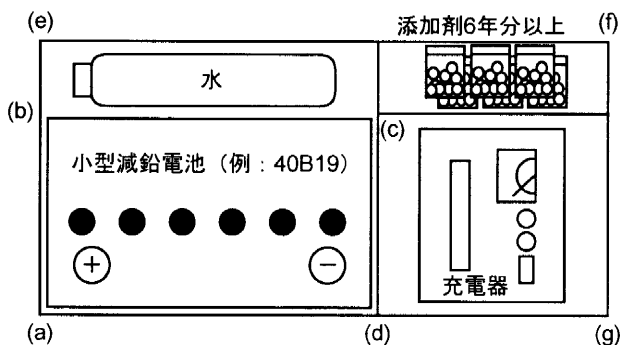


図7：ケースのみ大型で小型の安い電池を使用した電池の形態

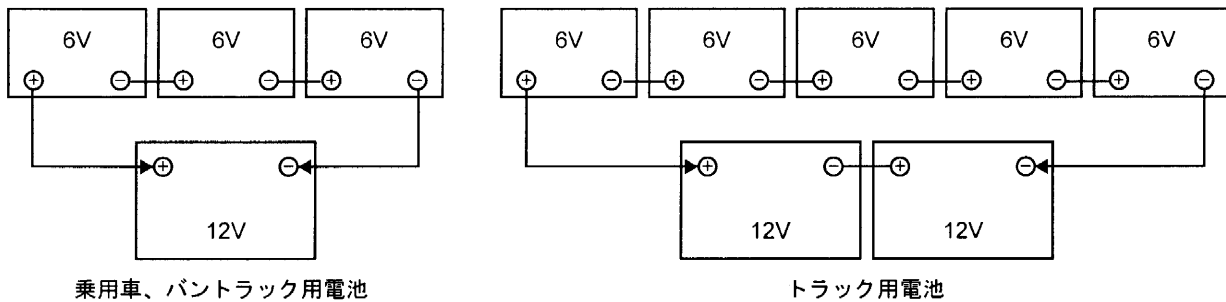


図8：補助電池の案

その時は12Vの主電池を16V以下の4Ahの補助電池で充電するのがよい。16V以上の補助電池では、メモリーシステムを損なうおそれがある。

5. 小規模運輸会社へのアプローチ

運輸会社でトラック4~5台所有する小規模会社を20~30社と契約し、古い電池にITEアクティベーターを入れ2~3日充電して、新品の80%位の容量に再生して使用してもらう。4年以上使用できたら新電池を購入した場合の50%費用でメンテナンスサービスを提供する。120~150Ahの電池は20,000円位する。その電池の寿命を4年として1年分は $20,000 \text{円} \div 4 = 5,000 \text{円}$ である。その50%は2,500円になるので、1台 $2,500 \text{円} \times 2 = 5,000 \text{円}$ となる(1台に2個ついている)。10社で $5 \text{台} \times 10 \times 5,000 \text{円} = 250,000 \text{円}$ の収入になる。このようにして少しずつ信用を得る方法で事業拡大が出来る。

何万台もトラックを所有している大手運輸会社は、電池を直接電池メーカーから市場価格の50%以下で購入している。従って、小口のトラック数台の事業所と50社ぐらい契約する方法が良い。近年は鉛の値段が6倍になり、1トン3,500円にもなり、バッテリーの値段が2倍以上になった。今後は3倍ぐらいに値上がりすると予測されている。従って、中古再生電池または鉛極板を35~50%減らした減鉛電池を使用してみようとする会社も見込まれる。この場合、安心して減鉛電池を受け入れるような保証付きリース制度の開発が必要である。万が一のために充電用補助電池も提供し、他社の新電池使用に比べて50%の経費で済むようなビジネスモデルが必要である。

6. 結論：理想的ビジネス・システムの条件

終章として環境保全のための省エネルギー(CO2削減)と省資源のために車用鉛電池はどうすべきかにつき考えてみる。現在、多くの研究者はリチウムイオン電池が鉛電池に取って代わり、エンジン始動用もハイブリッド用もリチウムイオン電池になると考えている。リチウムイオン電池が環境によい電池になるのか、資源の節約になるのかを検討してみると大きな疑問がおきる。グローバルな観点から、今後電池を長く使用するための条件として次の4点が考えられる。

(1) 安全性が十分か。

(2) リサイクルが容易でかつ安全にできるか。

(3) 安くて、世界の発展途上国でも使用できるか。

(4) 重量はどこまで減らせるか。

鉛電池は、上記の(1)(2)(3)の点でリチウムイオン電池に勝るが、(4)の重さの点でリチウムイオン電池と比べて現状では劣っていると言える。しかし、アクティベーターを使用した減鉛電池は、鉛量を30~50%減らせるということが可能である。このことから、鉛電池を将来のSLI電池、小型の近距離用EV、ハイブリッド車用の電池として研究してみることが正しい方法と著者は結論した。

従って、SLI電池の理想ビジネスは、リース・レンタル方式で確実にリサイクルする方式で、寿命が長いほどユーザーにも事業者にもメリットが大きくなる新しいシステムにすべきである。これまでの鉛電池システムは、早く劣化して早く新電池に取り替えることを考慮したシステムである。「環境重視時代」の到来で、新しいシステムに転換することが必要である。本論文で提案した記述が本文の技術解説と提案が、システムのために有効なヒントとなることを願っている。

参考文献

- A. Kozawa, H. Wada, T. Nomura, Y. Kozuka, H. Ikeda, S. Minami, and C. C. Chan, ITE-GTP Activator Technology for Chinese Lead-acid Batteries, *Journal of Asian Electric Vehicles*, Vol. 3, No. 1, 747-749, 2005.
- A. Kozawa, S. Vyas, N. Wada, N. Padekar, and H. G. Sampat, Regeneration of 6 Volt-150 Ah Bus Batteries in India Using ITE Lead-acid Batteries Activator, *ITE Letters*, Vol. 3, No. 5, 13-19, 2002.
- M. Sugawara, T. Tachibana, A. Kozawa, M. Yamashita, S. Ikeda, and R. J. Brodd, Beneficial Action of Comple Organic Polymer Additions for the Regeneration of Deteriorated Acid Batteries, *ITE Letters*, Vol. 4, No. 4, 28-35, 2003.
- S. Minami, A. Kozawa, Y. Li, Y. Suzuki, S. Iwata, S. Ikeda, H. Ikeda, M. Wada, T. Okayasu, M. Sugawara, J. C. Nandi, R. J. Broad, and C. C. Chan, Eight Year's Summary of ITE's Organic Activator Tests for New and Used Lead-acid Batteries, *Journal of Asian Electric Vehicles*, Vol. 2, No. 2, 623-626, 2004.

ダヴィッド・リンデン, 電池ハンドブック, 朝倉書店, 1996

年.

電池便覧編集委員会編，電池便覧第3版，丸善，2001年.

(受稿：2008年4月7日 受理：2008年5月20日)