

蓄電型太陽光発電システム用リチウムイオン蓄電池の調査

Researches on Lithium ion battery for the use in photo-voltaic electric power generation system

恩田 一*
Hajime ONDA

Abstract: Lithium ion battery which is used in the SIST PV-EV charging system is researched and the results are reported. The four important subjects are reported that are ①Application for electric power storage, ②Capability of reuse, ③Safety use(Battery management) and ④Lithium ion capacitor. Lithium ion battery is becoming more and more powerful and safe by new improvement, the careful usage is necessary in every stage.

Key word; Lithium ion battery, reuse, recycle, battery management, cell balance, Lithium ion capacitor

1. はじめに

静岡理科大学では開学 20 周年記念事業の一環として図 1 に示すような太陽光発電を主体とした蓄電型太陽光発電式電気自動車 (PV/EV) 充電システムを構築中である。本システムは 2012 年 3 月までに構築を完了し、その後本格的な運転と関連する研究開発作業が開始される予定である。本システムはクリーンエネルギー応用の実証実験システムで、システム全体に関しては別途報告する予定であるが、本報ではシステムの中心的な蓄電池のうち、特性的に不明部分の多いリチウムイオン蓄電池について事前に調査・検討した結果を報告する。

2. 本システムの概要

図 1 に示す本システムの概略構成・構想を説明する。本システムは「クリーンな自動車である電気自動車をクリーンなエネルギーである太陽光発電で充電する」を目的とし、夜間でも充電が可能な様に蓄電装置を設け、さらに、近年のスマートグリッドやスマートハウスを志向した構成を目指している。太陽電池で発電された電気を DC/AC コンバータで交流化して電気自動車 (EV) またはプラグインハイブリッド自動車を交流充電する。余った電気は蓄電装置に蓄える。将来的には中容量の直流充電も予定している。

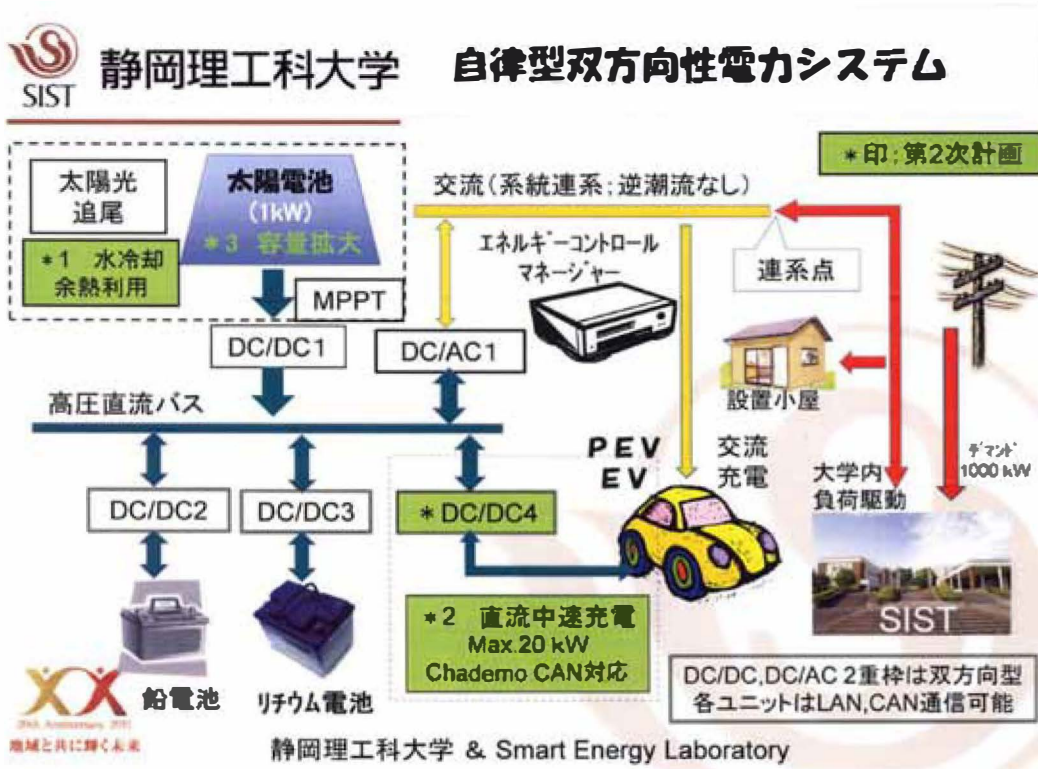


図 1 SIST 蓄電型 PV/EV 充電システム

2012 年 3 月 2 日受理

* 理工学部 電気電子工学科

3. 本システムにおけるリチウムイオン電池の位置づけ

蓄電装置としては従来からの鉛蓄電池がある。鉛蓄電池は十分な実績、安全性により有効な蓄電装置であるが、エネルギー密度 (W/kg) が低いため大容量にするには広い設置場所が必要である。スマートグリッドではEVに使用されているリチウムイオン電池（以後リチウム電池と記述）を主たる装置と位置付けている。本システムでもメインの蓄電装置をリチウム電池と考え、鉛蓄電池と共存させて、その特性上の差を検討することを考慮している。また、本システムでは前述の目的と共に、EV用リチウム電池の再利用も目的の一つとしており、自動車用としては性能不足になった中古品のリチウム電池を再利用することも考慮している。

リチウム電池は一部の純電気自動車に使用されてきているが、まだ開発段階にあり、種々の技術開発中で、電池メーカーが極秘の内に開発を進めている状態である。そのため、関連する技術情報も少なく、現物の入手性も良くない。ここで使用するリチウム電池は閑スズキより借用と言う形で使用することになっている。

本報告では、リチウム電池を使用する立場から知っておくべき事項を整理する目的で、種々の情報を集め、主として次の4点について調査した。

- ①電力の蓄電用としての用途
- ②再利用の可能性
- ③安全性確保（バッテリーマネジメント）
- ④リチウムイオンキャパシタ

以下、これらについて詳述する。

4. 電力用蓄電装置としての用途

東日本大震災後、日本は電力不足国に陥った。計画停電や不測の停電・省エネ対策として蓄電型の機器が増えてきた。例えば、家電品として蓄電型の扇風機が発売され、電力使用の少ない時間帯の夜間電力で蓄電し、昼間の電力使用の多い時間帯に、蓄電した電力で扇風機として動作するものである。また、従来のエンジン発電機に代わって、夜間電力で充電する大型の移動式電源なども市販されてきている。

さらに、より大がかりな方法として、電気自動車に積載された大容量電池を家庭の電源として利用するシステムが提案されている。図2は昨年の東京モータショーで日産が展示した電気自動車リーフで家庭用電気を賄う、いわゆるピークル・ツー・ホーム (V2H) システムである。日産はこれを「LEAF to Home」と呼んでいた。EVからは急速充電用直流コネクタを介して車載バッテリーから直流を介して外付けのインバータ（パワーコントロールシステム；PCS）で交流化して家庭の配電盤に供給電する。リーフの電池容量は24kWhで、通常の家計では2日分使えると言っていた。日産では2階方式のモデルハウスを含むシステム全体体の販売も意図しており、モデルハウスはタイヤ

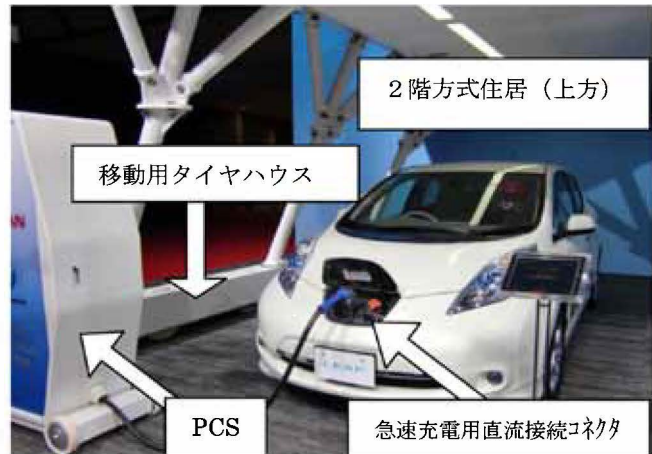


図2 日産リーフのV2H 展示

付で移動可能になっている。

また、同様に三菱自動車ブースではワゴンタイプ商用EV車から、同様に直流コネクタを介してCafé用電気機器を動作させる方式を展示していた。1500Wの電力供給が可能な由、外付けのインバータは大型スーツケース程度で20万円で販売予定との説明であった。

このように、電気を蓄えて非常時等に備えることや深夜の安い電力を有効活用する等、電力用蓄電装置としての需要は今後益々増えていくものと思われる。その中で、エネルギー密度の高いリチウム電池は、その中心を担ってゆくものと思われる。

5. 再利用の可能性

EV用リチウムイオン電池は車載仕様として厳しい性能を満足する必要がある。この高性能で高価なEV用リチウム電池を性能低下後に、車以外に再利用する考えがある。その筆頭は前記スマートハウスにおける蓄電設備で、電力網全体からみてもスマートグリッドの中心的な存在に位置付けられている。しかし、リチウムイオン電池は特性的に非常に使い難く、「性能低下した中古品の電池は残存寿命の推定が不可で、商品価値が見積もれない」ということが電池メーカーから言われてきている。また、「自動車用としての寿命10年後には、電池価格は現在の1/10程度になっているはずだから、現行品を再利用するより、新品を購入した方が安くて高性能」との話もある。

このような状況下で各社はどのような考えか探ってみた。三菱自動車は先のモータショーで図3のように再利用を全面に出して宣伝していた。説明員に上記内容の質問をしたところ、自動車メーカーとしては「現時点では再利用可能な視点で進めている」との回答であった。他の自動車メーカーのブースでも概ね同様の意見で、蓄電池ユーザとしての自動車メーカーとしては、現時点ではまだ、再利用可能な立場にいるようである。



図3 EV用バッテリーの再利用 (三菱自動車)

6. 安全性確保

リチウム電池は電極に金属リチウムを有し、発熱により発火する可能性がある。このため、発火し難い電極材料の開発がおこなわれているが、電池性能とのトレードオフの関係があつて、現在も開発途上である。安全性に関して特段の注意が必要なのは単位セル当たりの電圧が規定値を越さないように注意することである。また、高電圧を得るために多数のリチウム電池セルを直列または並列に使用する場合、セル間に電圧のばらつきがあると、特定のセルに電力負担が掛かって発熱・発火する恐れがある。このため、多数セルを有するバッテリーシステムではセル間の電圧アンバランスを検出して、これが規定値以上になった場合は充電や放電を中止するか、特定のセルを外部放電させてセル電圧をバランスさせる等のバッテリーマネジメント制御をしている。

バッテリーマネジメントの概要を図4に示す。各セルの電圧を検出し、全セル間のばらつきを測定する。その中で、特にセル電圧が高いセルはセル両端に抵抗を介して接続されているトランジスタで短絡して放電させ、セル電圧を下げる。このような動作を行うLSIもICメーカー数社か

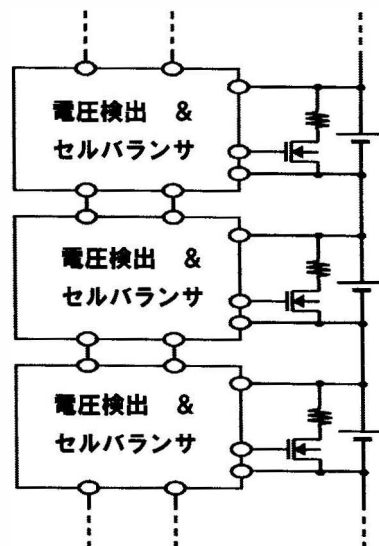


図4 バッテリーマネジメントの仕組み

ら市販されている。

パソコン用等の小電力用リチウム電池では上記セルバランスは有効であったが、EV用の大容量リチウム電池では、バランスさせるためには相当大電力を放電させる必要があり、エネルギー損失が大きく、セルの内部抵抗も考慮するとセル自体の電圧バランスはかなり困難で、「気休め」とも言われてもいる。実際、日産のEVであるリーフの解体現場を見学した際に観察すると、各セルから細い電線が配線されていた。これでは大電流でのバランス動作は不可と判断した。しかし、その後の情報では、バランス動作は遅いが、アンバランスが増大しすぎないように、小電流でのバランス動作を行っているとのことであった。

本学のシステムにおいても、リチウム電池借用先のスズキ側からはしっかりしたバッテリーマネジメントを行った上での使用を連絡されており、安全面については十分な対応が必要である。

7. リチウムイオンキャパシタについて

最近、「リチウムイオンキャパシタ」なる製品が出現した。これはリチウムイオン電池と電気二重層コンデンサの中間的な特徴を有するキャパシタである。ここで「キャパシタ」とはF(ファラッド; 静電容量の単位)レベルの大きさを有するコンデンサの総称で、電気二重層コンデンサからなる「スーパーキャパシタ」が有名である。メーカーの一つであるFDKの関連会社AFEC社のカタログの一部を図5に示す。リチウムイオンキャパシタは電気二重層コンデンサより高電圧(最大3.8V/セル)で使用できる特徴があり、より大容量の蓄電器として利用できる。キャパシタはコンデンサであるので蓄えられるエネルギー量は少ないが、充放電が速く、リチウム電池の短所である充電時間の長さをカバーできる可能性がある。事実、浜松のEVベンチャー企業「タカヤナギ」はバッテリーの代わりにリチ

ウムイオンキャパシタをEVに搭載して走行実験をしている。その実験結果では、2分弱の充電で6 km程度走行出来た様である。ごく近所への急な外出等には便利と思われる。

キャパシタは、充放電の速さからEV等の回生制動には有効であると言われており、種々の用途に使用されつつある。本学でも電気電子工学科服部研究室において、AFEC製リチウムイオンキャパシタを借用して、電動スクータの駆動実験を行っており、それなりの特性が得られている。

しかし、それ程急激な電力移動の少ない太陽光発電等の充電用途への使用はあまり有効でないといわれているが、それでも併用するとピーク負荷をキャパシタが受け持つことにより、メインのリチウムイオン蓄電池の寿命が延びる等の効果があると言われるようになってきた。そのような観点から、本学の太陽光発電システムにおいてもリチウムイオンキャパシタの応用を検討している。

キャパシタにおいても、高耐圧を得るためにいくつかのセルを直列接続する必要があり、リチウムイオン蓄電池と同様にセルバランスを考慮する必要があるといわれている。その方法は図4に示したリチウムイオン蓄電池と同様の方法が利用される。今回借用したAFEC製のリチウムイオンキャパシタも、その機能を有しているが、メーカーから「使う必要は無い」と言われている。性能向上が図られて、使いやすくなってきている。

8. まとめ

大容量リチウムイオン蓄電池について調査した結果を報告した。リチウムイオン蓄電池は、まだまだ開発途上であり、今後も新しい種類の製品が次々と発表・発売されて来ると思われる。本学における蓄電型PV/EV充電システムも、今後の動向を見ながら適宜変更・改良を進めて行くことが必要と思われる。

参考文献

- 1) 「燃えないLiイオン2次電池」 日経エレクトロニクス社 NE アカデミー講習会テキスト 2011.12.21
- 2) 「蓄電デバイス開発の現状と適用例」電気学会関西支部専門講習会テキスト 2012.2.9
- 3) 「ハイブリッド車に向けたLiイオン・キャパシタの開発」 日経エレクトロニクス 2011.6.27 P107
- 4) 旭化成 FDK エナジーデバイス(株)製品カタログ

EneCapTen エネキャプテン

FDK

大容量リチウムイオンキャパシタセル

RoHS

Ultra Lithium-ion Capacitor Cell

available

リチウムイオンキャパシタは、充放電サイクル寿命が長く、大電流の急速充放電が可能な蓄電デバイスです。また、高温環境下での使用が可能です。



■ 特長 Features

- Liブレドープ型ハイブリッドキャパシタ
- 鉛蓄電池の300%出力性能
- 重金属を使用しない環境に優しい製品

■ 仕様 Specification

	標準 type	回生 type
電圧範囲(V)	2.2 ~ 3.8	2.2 ~ 3.8
容量	○	○
出力	○	○
高温負荷特性	◎	○
サイクル特性	○	◎
温度特性(°C)	-20 ~ 80	-20 ~ 80

※ご要望に応じた最適なセル設計が可能です。

	電気二重層キャパシタ	EneCapTen	鉛蓄電池	リチウムイオン電池	高出力LiB
最大電圧(V)	2.5	3.8	2.0	4.2	2.4
エネルギー容量(Wh)	△	○	◎	◎	○
出力(W)	◎	◎	×	△	○
高温信頼性	○	◎	○	△	△
サイクル寿命	◎	◎	×	△	△
温度範囲(°C)	-20~60	-20~80	-30~50	-20~60	-20~80

図5 リチウムイオンキャパシタ カタログ