

IoT 市場に最適な小形リチウムイオン二次電池

ニチコン株式会社

近年、モノのインターネット（Internet of Things: IoT）によって、人々の生活がさまざまに変わっている。様々な「モノ」に搭載された多様なセンサーからデータを収集することで出来たビッグデータをAIで分析し効率よくものごとを進めたり、異常が発生したことを通知したりと無くてはならない存在になりつつある。センサーによるセンシングには、電源が必要となっており、新たな蓄電デバイスが求められている。

IoTを活用したソリューションの一例を下記に示す。

1. スマートホーム

家庭にIoTセンサーを設置し、各部屋の温度や湿度などの情報を収集する。温度や湿度の分布を分析することで、必要な場所にエアコンの風を送風したり、加湿や除湿をおこなったりと、人々の過ごしやすい空間作りができる。

2. 災害検知

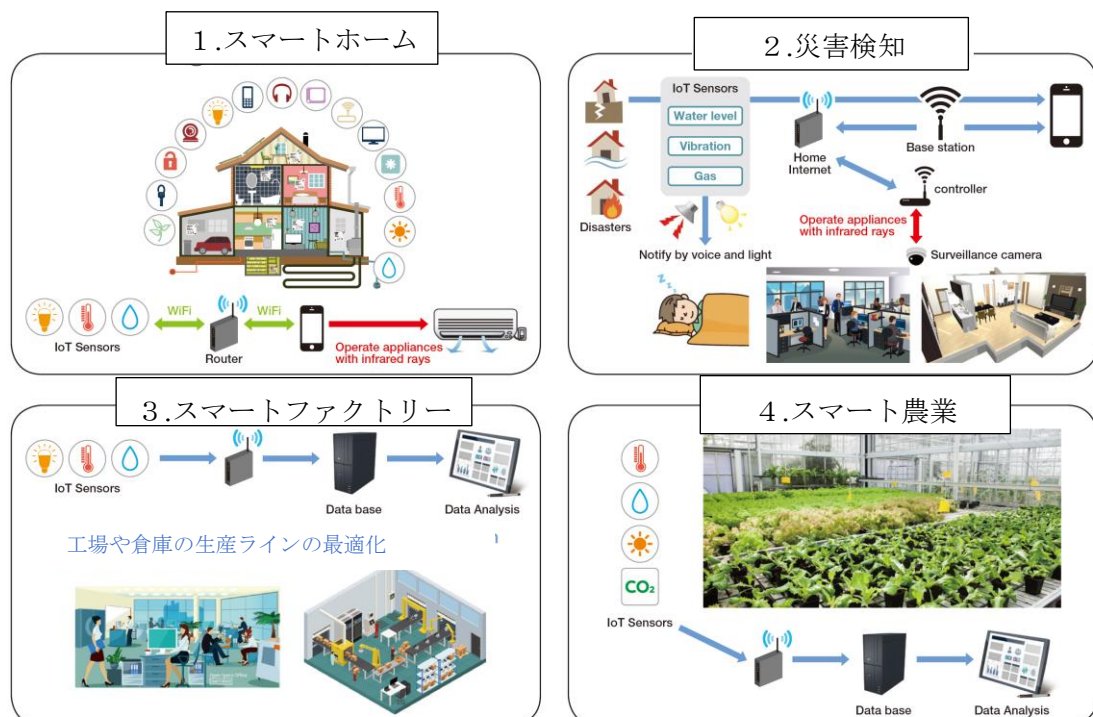
家やビル、山や河川などにIoTセンサーを設置することで、火事や洪水、地震が発生した際に、素早く音声と光で危険を伝えることができる。人々はいち早く情報を入手し、避難することが出来、被害を最小に食い止めることができる。

3. スマートファクトリー

工場ラインや倉庫にIoTセンサーを設置することで、生産ラインの稼働状況や在庫の数量などをリアルタイムに監視することができる。その情報をもとに、生産数量調整や生産ラインの異常検知ができる。

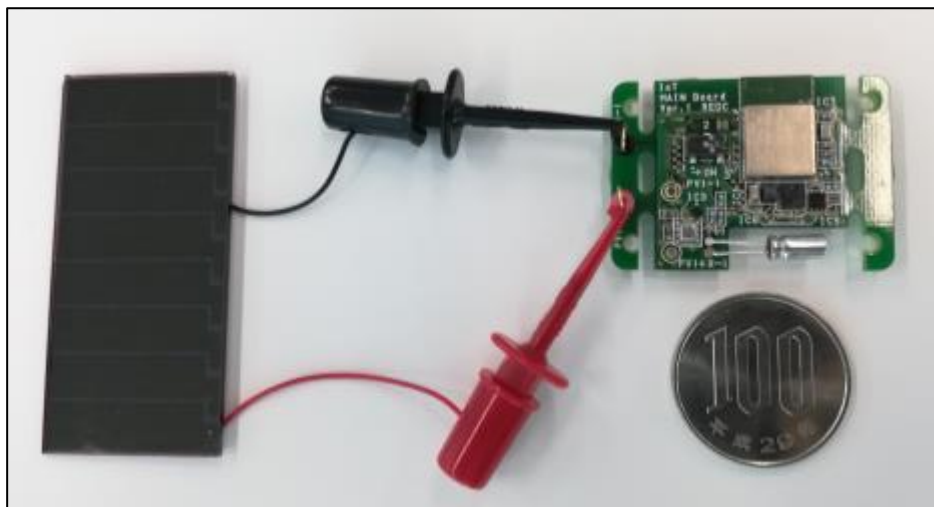
4. スマート農業

ビニールハウスにIoTセンサーを設置することで、温度や湿度、照度などを収集し、データ分析することで、植物が成長しやすい最適環境を作り出すことができる。



【図1 IoTを活用したソリューション】

IoT センサーを商用電源によってセンシング可能な場所は問題ない。しかし、電源を確保出来ないところに設置する場合には、必ず蓄電デバイスが必要となっており、多くの場合には一次電池が使用されているが、耐用年数が短いために定期的に交換しなければならないという課題がある。その課題に対して、二次電池に変更し、エネルギーハーベスタと一緒に搭載することで自立化しメンテナンスフリーにすることが可能となるため、IoT センサー用途に最適な二次電池の市場ニーズが増えてきている。事例として、リコー電子デバイス株式会社（以下、リコー電子デバイス）と協業で検討している環境センサーを紹介する。（図 2）太陽光パネルで発電した電気をリコー電子デバイスのエナジーハーベスタ用低消費電流降圧 DC-DC コンバータで降圧し、小形リチウムイオン二次電池に蓄電する。蓄電したエネルギーを低消費電流昇降圧 DC-DC コンバータで降圧し、温度、湿度、気圧、照度を測定できるセンサーと無線モジュールを駆動させることで、センシングした情報を Bluetooth で送信し、データ収集ができる仕組みである。また、電池電圧をモニターできる IC も搭載しており、簡易的に電池残量がわかるようになっている。この環境センサーには、当社の小形リチウムイオン二次電池「SLB シリーズ」0.35mAh（φ3×7Lmm）が搭載されており、太陽光発電と組み合わせることで、メンテナンスフリーを実現している。「SLB シリーズ」が最適である理由としては、低電流充電が可能、大電流放電が可能、サイクル特性に優れており長寿命なところである。低電流充電に関しては、通常のリチウムイオン二次電池と比較して、内部抵抗が低いいため、小さな電流でも充電が可能である。エネルギーハーベスタの発電電流が小さいことが多いため、低電流で充電できることは他の電池と比べるとアドバンテージがある。大電流放電に関しても、内部抵抗が小さいため、瞬時に電気を取り出すことが可能である。IoT の世界では、様々な通信方式を使用してデータ収集するが、情報量と距離によって必要な電力が異なっており、消費電力が大きいほど大電流が必要となる。通常のリチウムイオン二次電池は大電流で放電するためには、製品容量を大きくするしかなく、サイズが大形化してしまうが、「SLB シリーズ」は、小さくても大電流を流すことが可能であり、サイズを大きくする必要はない。サイクル特性に関しては、通常のリチウムイオン二次電池と比べると 10 倍以上の充放電が可能であり、メンテナンスフリーに貢献できる。



【図2 環境センサー(リコー電子デバイス 提供)】

下記に「SLB シリーズ」の構造および特長を示す。基本技術は東芝インフラシステムズ株式会社の二次電池 SCiB™ 技術によるが、開発品の特長を以下に述べる。開発品は、負極にチタン酸リチウム (LTO) を採用することにより、高レート※ (最大 20C) での急速充放電性能を有し、電気二重層コンデンサに迫る高入出力密度を実現した。また、充放電 10C レートで 25,000 回以上のサイクルが可能な耐久性と、-30℃でも動作可能な低温特性を有している。さらに短絡や劣化の原因となるリチウム金属の析出が起こりにくいことで、発火発煙の危険性が極めて低い、安全な小形リチウムイオン二次電池である。

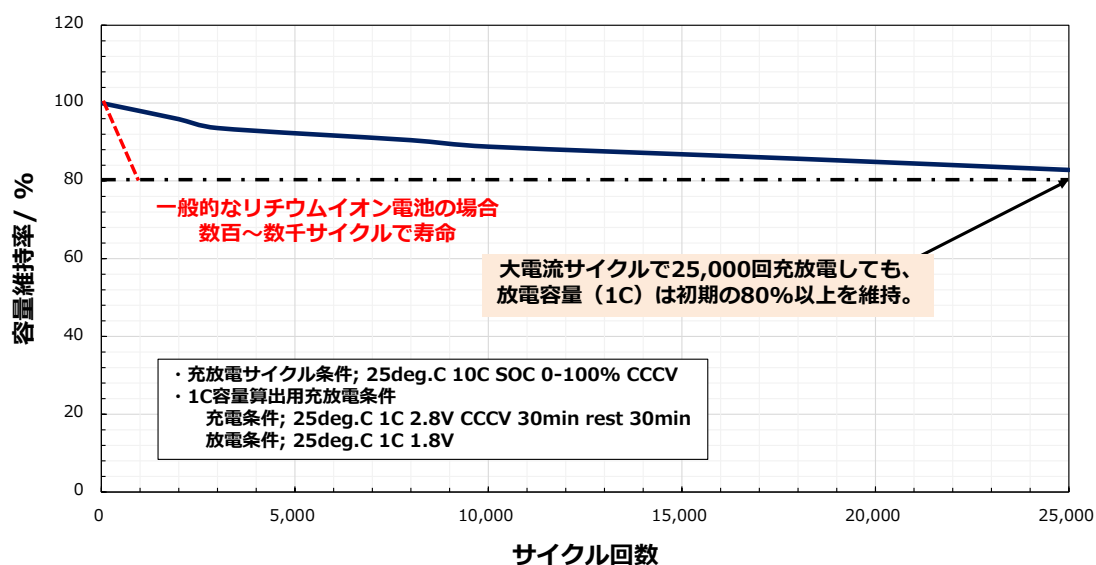
<構造および特長>

一般的に、リチウムイオン二次電池の構造は円筒形、角形、ボタン形に大別される。当社開発の「SLB シリーズ」は円筒形で、当社電気二重層コンデンサの基本構造とおおよそ同じ構造をベースとし、正極、負極、セパレータ、電解液、それらを収納する外装材から構成される。

正極と負極は、薄い金属箔に正極材と負極材をそれぞれ塗布したものであり、負極の主材料である LTO は、多くのリチウムイオン二次電池に採用されているカーボン系材料より、熱的に安定した不燃材料である。LTO 負極仕様では、高温域まで電解液との反応は見られないため、負極材と電解液との反応が引き金となって熱暴走が生じる可能性が低い。また、LTO はリチウムイオンが放出された状態では、絶縁に近い状態に変化する性質があり、部分的に短絡反応が起こっても電池全体に広がらず、短絡箇所 LTO 表面は絶縁化して放電反応の進行が抑えられる。このため、内部短絡を起こしても電池の発熱反応は非常に緩やかになる特長がある。

<サイクル特性>

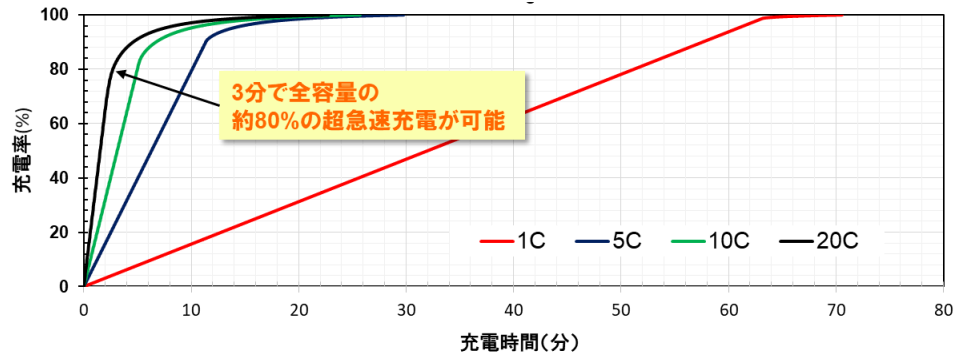
電池容量を 1 時間で充電または放電させるときの電流レートを 1C と定義されている。一般的なリチウムイオン二次電池のサイクル特性は、1C レートでの充放電で実施した場合、数百～数千サイクルで 80% 程度の容量維持率と言われている。しかし、当社の「SLB シリーズ」は、10 倍の 10C (1/10 時間の充電または放電) レートでの充放電サイクル試験を 25,000 回実施しても 80% 以上の容量を維持しており、高レートでのサイクル寿命に優れた電池である。(25,000 サイクルは一日 7 回充放電を約 10 年間実施する回数に相当)



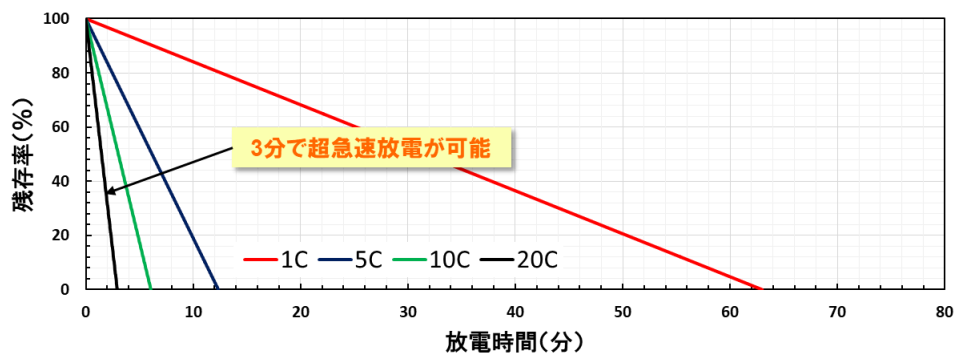
【図 3 充放電サイクル特性】

<レート特性>

当社の「SLB シリーズ」は最大 20C での急速充放電に対応可能であり、20C で充電した場合には、3 分間で約 80%の急速充電が可能であることから、短時間で充電する用途に最適である。また、20C で放電した場合には、3 分間で充電した容量の約 95%を放電可能であり、ハイパワーが必要な用途に適したデバイスである。電池のレート特性を図 4a および 4b に示す。



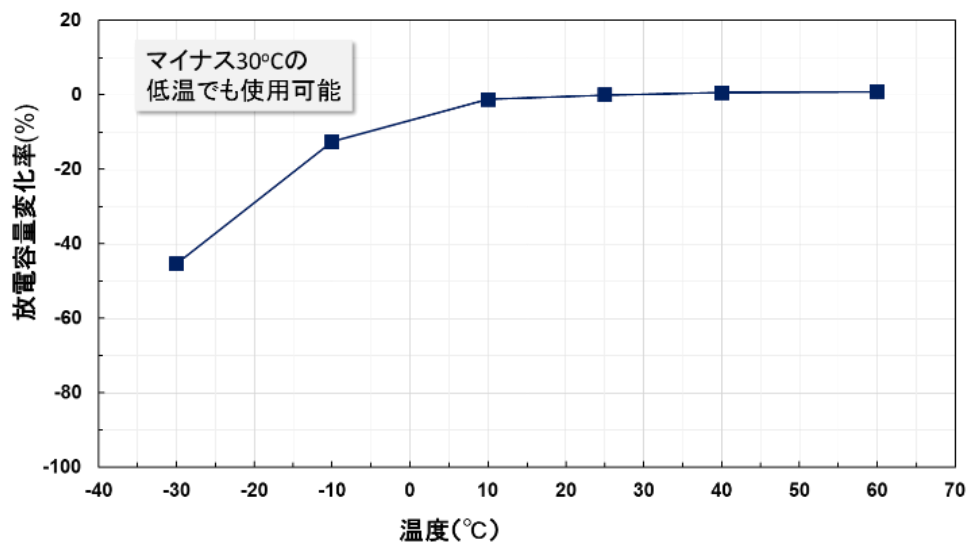
【図 4a 充電特性】



【図 4b 放電特性】

<低温特性>

-30°Cの低温環境下においても充電、放電が可能であり、低温特性に優れている。低温環境下でLTO負極上にリチウムが析出しないため安全であり、充放電を繰り返しても容量劣化など電池性能へのダメージは起こらず低温環境下での耐久性にも優れている。



【図 5 低温特性】

<安全性>

当社の「SLB シリーズ」に対し、表1の安全性試験を実施し、いずれも破裂・発火が無いことを確認した。LTO 負極は SOC (State Of Charge: 残容量) 範囲(0~100%)で 1.5V 以上の電位を持ち、原理的にリチウム析出は起こらない。また過充電領域でも LTO 負極は約 0.5V 以上の電位を確保し、リチウム析出は起きないことを確認しており、万が一、過充電が起こっても破裂・発火のメカニズムが無いのが特長の一つとなっている。

| 試験項目 | 試験内容 | 結果 |
|---------------|---|---------|
| 圧壊 | 満充電後、半円状圧子(φ 10mm)で円筒型電池の縦軸が圧子と垂直になるように入れ、試験前の50%まで押し潰す。 | 破裂・発火無し |
| 釘刺し | 満充電後、φ 3mmの釘を電池の中央部で垂直に速度5.5mm/secで貫通させ放置する。 | 破裂・発火無し |
| Blunt Nail 試験 | 満充電とした電池にBlunt Nailを用いて、0.1mm/sの速度で電池を加圧する。電池電圧が0.5V以上低下した時点で短絡とみなし、釘の降下を止める。 | 破裂・発火無し |
| 外部短絡 | 電池の正負極端子を1mΩ 程度の外部抵抗に接続し短絡させる。 | 破裂・発火無し |
| 過充電 | 10V以上で使用できる電源を用いて、電池を放電状態から1C(または2~10C)にて定格容量の250%まで通電する。 | 破裂・発火無し |
| 強制放電 | 放電状態(SOC0%)から、電池を1Cにて90分間、逆充電を行う。 | 破裂・発火無し |

【表 1 安全性試験結果】

<今後への期待>

当社の小形リチウムイオン二次電池「SLB シリーズ」は、IoT 市場に留まらず、様々な分野で活躍が期待できる製品であり、製品特長を活かして、既存市場および新規市場開拓を進めていく。

以上

※高レート of 急速充放電性能：

電池容量を1時間で充放電させるときの電流レートを1Cと定義されている。1Cよりも大きなレートで充放電できることを高レート of 急速充放電性能としている。

参考文献

- *1:安全性に優れた新型二次電池 SCiB :小杉、稲垣、高見
- *2:耐久性と安全性に優れたハイブリッド自動車用新型二次電池 SCiB:高見、小杉、本多
- *3:HEV 用 新型二次電池 SCiB 電池パック:小杉、高見、本多
- *4:IoT の電源－電池の問題点:竹内啓治