

大型蓄電システムの概要 —国際動向および NITE 評価施設

Overviews of Large-scale Battery Energy Storage Systems —International Trend and NITE's Evaluation Facility

山本 耕市*

Koichi Yamamoto

National Institute of Technology and Evaluation (NITE)

Abstract

As renewable energy sources have been widely utilized, their rapid increase has urged the development of large-scale Battery Energy Storage Systems (BESS) capable of stabilizing entire power grid and supplying power in blackout.

This paper will present the overview and international trend of BESS, following the introduction of NITE facility (NLAB; National LABORatory for advanced energy storage technologies) that has been launched since 2016 whereby enabling ones to evaluate the safety and the performance levels of their large-scale BESS.

Key words: Battery Energy Storage Systems (BESS); Power Grid; International Electrotechnical Commission (IEC); Evaluation Facility

1 大型蓄電システムの概要

リチウムイオン電池などの二次電池は、スマートフォンなどの携帯機器用の電源として我々の生活に欠かせないものとなっている。近年では携帯機器用に加え、電気自動車用や定置用の大型蓄電池が普及しはじめている。定置用の蓄電池で最近よく耳にするのは、太陽光発電設備とセット販売した家庭用の蓄電池（数 kWh 程度）ではないだろうか。これ以外にも、瞬低・

停電時バックアップのために工場・事業所などに設置するものや、電力系統安定のために発電所や変電所に併設する非常に大型（数百 kWh ～数 MWh 程度）の蓄電システムが存在する。本稿では、定置用の大型蓄電システム^{†1}について解説をおこなう。第1節では、

†1 「蓄電システム」は揚水やフライホイール、圧縮空気などを含めた電力貯蔵システム全体を指す用語だが、本稿では特に指示がないかぎりリチウムイオン電池などの化学電池を採用した蓄電システムを指すものとする。

* 独立行政法人 製品評価技術基盤機構

大型蓄電システムの概要について、第2節では国際動向について、第3節ではNITEが運営する大型蓄電システム評価施設(NLAB)について説明する。

1.1 大型蓄電システムの構成

大型蓄電システムで用いられる電池の種類はリチウムイオン電池、レドックスフロー電池、ナトリウム・硫黄電池、ニッケル水素電池、鉛蓄電池などが挙げられる。

リチウムイオン電池を用いたコンテナ型の大型蓄電システムの構成の一例をFig. 1に示す。蓄電システムの最小構成単位はセル(単電池)である。セルの種類としては、円筒形セル、角形セル、ラミネートセルがある。セルを複数個、筐体に収納したものをモジュールという。モジュールにはセル電圧などを監視するBMU(バッテリーマネジメントユニット)が含まれることがある。モジュールを複数個、ラックに収納したものを蓄電池盤という。複数の蓄電池盤をコンテナなどに収納したものが大型蓄電システムである。大型蓄電システムには、直流を交流に変換し電力系統に接続するためのPCS(パワーコンディショナー)や空調設備、消火設備、制御装置なども含まれる。

1.2 大型蓄電システムの用途

大型蓄電システムの主な用途は次のとおりである。

- ① 瞬低・停電時のバックアップ電源としての活用。
- ② 電力消費の少ない夜間に充電をおこない、電力消費の多い昼間に放電することにより電力消費の平準化を図るための活用(ピークシフト)。
- ③ 風力発電では出力は風速に依存するため、出力変動が激しい。また太陽光発電においても雲の通過などにより出力の急激な変動が生じる。このような変動による電力系統への影響を緩和するための活用。
- ④ 太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギー発電所を新設しようとしても、電力系統が細いままでは系統に接続できない。そこで蓄電システムに一時的に電気を貯めておき、発電していないときに放電することによって系統容量の問題を回避するための活用。
- ⑤ 電気には、需要が供給を上回る場合には周波数が低下し、その逆の場合には周波数が上昇するという特性がある。蓄電システムにより電力の供給能力に柔軟性を持たせることによって、周波数の安定を図るための活用。

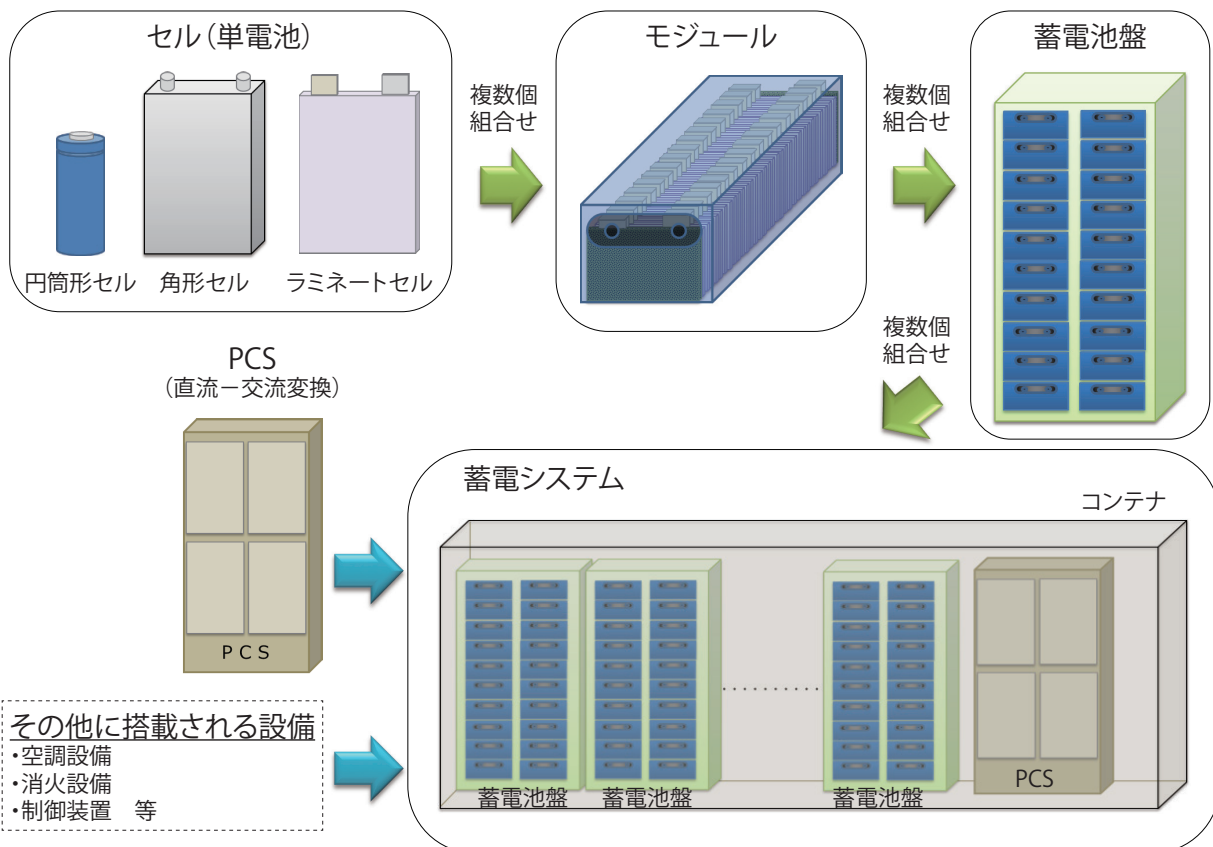


Fig. 1 Schematic of Battery Energy Storage Systems (BESS) based on Li-ion battery.

①②は工場・事業所などの需要家，③④は再生可能エネルギーの発電事業者，⑤は電力会社での利用が想定される。特に③④の利点により，再生可能エネルギーの導入拡大のためには大型蓄電システムは重要な役割を果たすものと考えられる。また，系統につながる様々な場所の電力入出力制御を連携させ，電力系統の最適化をはかろうとする VPP（バーチャルパワープラント）の実用化が検討されている。VPP では，需要家に設置された蓄電システムの活用が鍵となっている。2016年4月に経済産業省が発表した「エネルギー革新戦略」¹においては，VPPの実証を進め，事業化を支援することが示されている。今後，蓄電システムの役割がますます大きくなることが期待される。

1.3 大型蓄電システムの安全性

大型蓄電システムでは何件かの事故事例が報告されている。セル・モジュールレベルでは安全性に関する規格が存在し，それにより安全性が担保されているはずであるが，システムとして組み上げた際にマッチング不良などに起因する新たなトラブルが生じる恐れがある。この観点から，システムレベルでの規格が必要であると考えられる。大型蓄電システムの国際規格に関する解説を2.2節でおこなう。

2 大型蓄電システムの国際動向

国内の蓄電システムメーカーが海外展開するにあたっては，海外の動向について把握する必要がある。本節では，大型蓄電システムの海外市場動向および国際標準に関する動向について解説する。

2.1 海外市場の動向

2.1.1 米国

米国は大型蓄電システムの有望市場と考えられ，中でもカリフォルニア州やハワイ州，米国北東部の独立系統運用機関（PJM：Pennsylvania-New Jersey-Maryland）エリアが中心的な市場となっている。

カリフォルニア州では，2020年までに州の3大電力会社に1.3GWの電力貯蔵容量確保を義務化した州法 AB 2514 が制定されている。また，ハワイ州では，2045年までに再生可能エネルギーの発電割合を段階的に100%にする州法 HB623 が制定されている。さらに，PJM エリアにおける周波数調整市場は，他地域よりも早期に立ち上がったという経緯から，現在成熟段階にある。オレゴン州やマサチューセッツ州でも，蓄電システム導入目標を定める動きが始まっている。

2.1.2 欧州

欧州では国際連系線が強固であることから，系統問題に起因する蓄電システム導入ニーズは高くない。ただし，国によって蓄電システムへのニーズ度合いやその背景は異なっている。例えば，ドイツでは，再生可能エネルギー導入量が加速していることを背景に，蓄電システムへのニーズが高まっている。また，イギリス・スペイン・イタリアなどにおいては，欧州系統の末端に位置することを背景に，蓄電システムへのニーズが見込まれている。一方で，欧州ではEU指令によって，送電系統運用者や配電系統運用者が蓄電システムを保有することが禁止されているため，現在欧州においておこなわれている大型蓄電システムプロジェクトのほとんどは実証事業となっている。

2.1.3 アジア

米国・欧州以外の，アジア・オセアニアなどの地域では，将来的な蓄電システムへのニーズは想定されるものの，現状として，有望市場は特定されておらず，系統に接続されるような蓄電システムの導入は進んでいない。

オーストラリアは，電力需要地と電力供給地の距離が長いという課題を有しているため，送電網投資に対して蓄電システムが経済性を有する可能性もあるが，オーストラリアの人口は限られており，将来的に電力市場の成長が停滞するのではないかと，という懸念がある。

一方，インドにおける電力需要は非常に大きく，今後も人口増加・経済成長に併せて需要が伸びることも想定されるため，将来的な電力市場の拡大が見込まれる。ただし，現状，インドは蓄電システムの導入に向けて，潤沢な資金を有しているわけではないため，電力分野に向けた投資は，グリッドの増強・拡大に優先的に充てられることが想定される。

他にも，中国・東南アジア・台湾などの国々において，今後蓄電システムが導入される可能性はあるものの，カントリーリスクや資金調達などの課題が残っており，現時点で有望市場として特定することは難しい。

2.2 国際標準の動向

電気分野の国際的な標準化団体である IEC（International Electrotechnical Commission：国際電気標準会議）での審議状況について報告する。大型蓄電システムに関する国際標準の開発は TC120¹² で審

¹² TC（Technical Committee：専門委員会）

IEC/TC120: Electrical Energy Storage (EES) Systems

議がおこなわれる。TC120は2012年に日本の提案で設立され、日本が幹事国を務めている。TC120には分野毎に開発を担当するWG(Working Group:作業グループ)が設置されており、現在はWG1(用語)、WG2(性能)、WG3(設置)、WG4(環境)、およびWG5(安全)となっている。本稿執筆時点ではどのWGも規格開発中であるが、これらは2017年～2018年にかけて規格が発行される見込みである。なお、セル・モジュールレベルの二次電池についてはTC21^{†3}およびその傘下のSC21Aで開発がおこなわれており、幹事国はいずれもフランスが務めている。

NITEは、長年にわたり家電製品などの製品事故調査に携わってきた経緯から、安全性を議論するWG5にエキスパートとして参加し、国際標準の開発に貢献している。ここでは、WG5に関する動向について紹介する。IEC/TC120/WG5では、蓄電システムの安全性に関する技術仕様書“IEC/TS 62933-5-1”^{†4}の開発を終えたところである(2017年9月発行予定)。この規格は、化学電池だけでなく、揚水、フライホイール、圧縮空気などを含めたエネルギー貯蔵技術すべてを対象とした規格である。そのため、記述されている内容は各技術に特化しない包括的なものとなっている。一方で、化学電池を用いた蓄電システムには、化学物質を使用することによる特有の危険性(発火、爆発、有害ガスの発生など)が存在する。そこで、化学電池を用いた蓄電システムについて、「システム」として安全性を確保するための新規規格を“IEC/TS 62933-5-1”の傘下に制定することが望ましい。この新規規格の開発を開始するための提案を2016年に日本がおこない、承認された(IEC 62933-5-2^{†5})。2016年7月からこの規格開発プロジェクトが開始され、世界各国から集まったエキスパートとともに議論が重ねられている。NITEはこのプロジェクトに国家プロジェクトの一員として参画しており、国内で開発

された試験方法や試験結果の反映、活用だけでなく、開発された国際規格を用いた認証制度も視野に入れ、活動している。

3 NITE 大型蓄電システム試験評価施設(NLAB)

従来、日本に大型蓄電システムの試験が可能な試験所が存在せず、海外のみに試験所が存在している状態であった。そのため、日本の国内メーカーが認証取得のために蓄電システムの試験をおこなう場合には費用と時間をかけ海外で試験をおこなわざるをえない状況であった。このような状況を踏まえ、わが国における蓄電関連産業のさらなる競争力確保のため、「グローバル認証基盤整備事業」²を基として、大型蓄電システムに関する世界最大級の試験評価施設(NLAB: National Laboratory for advanced energy storage technologies)を開所したので、その内容を紹介する。

3.1 NLABの概要

2016年2月、NITEは蓄電池の関連産業が集積する近畿圏、大阪南港にNLABを建設した(Fig. 2)。設計にあたっては、蓄電池が今後さらに大型化する可能性も考慮に入れ性能面で十分な余裕を持たせた。また、蓄電池メーカーやそのユーザーを訪問し、要望の高い試験設備を導入するなど、試験評価施設としての実用性を重視した。

NLABの敷地内には、主要施設として多目的大型実験棟、機能別実験棟、電源設備(NPU: NLAB Power Unit)、排煙処理設備がある。また、NLABの西側には、NITE大阪事業所管理実験棟があり、当該棟内にも蓄電池の試験・分析用の設備を備えている。

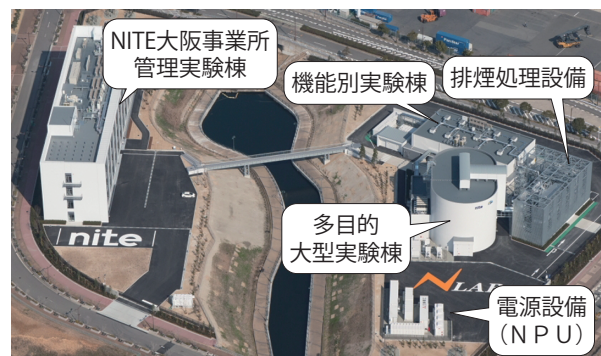


Fig. 2 Aerial photograph of NLAB site.

†3 IEC/TC21: Secondary cells and batteries

†4 IEC/TS 62933-5-1 Ed.1: Electrical Energy Storage (ESS) Systems - Part 5-1: Safety considerations related to grid integrated electrical energy storage (EES) systems

†5 IEC 62933-5-2: Electrical Energy Storage (ESS) Systems - Part 5-2: Safety considerations related to grid integrated electrical energy storage (EES) systems - Section 2: Electrochemical based systems

3.1.1 多目的大型実験棟 (NLAB Large Chamber)

多目的大型実験棟は蓄電システムの充放電試験や燃焼試験などを実施可能な世界最大規模の試験施設である (Fig. 3)。容量数十 kWh 程度の蓄電池盤から MWh 級のコンテナサイズまで、 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ の室内恒温下で試験をおこなうことができる。壁厚 1.2 m の鉄筋コンクリート造であり、十分な耐爆構造と排煙処理設備を有しているため、被試験体が爆発・発火・燃焼した場合でも、安全に試験を実施することが可能である。試験室内寸は長辺 30 m、短辺 18 m、高さ 16 m である。MW 級の試験体を想定し、トレーラーにコンテナを搭載したまま試験室へ入室でき、最大で 53 フィートコンテナ 1 台、40 フィートコンテナ 2 台を同時に収容可能である。

3.1.2 電源設備 (NPU)

多目的大型実験棟にて MW 級の蓄電システムの充放電試験を実施するには相応の電力が必要である。NPU は 500 kWh の蓄電システム 4 基から構成され、最大で 2 MW / 2 MWh の入出力が可能であり、多目的大型実験棟に設置した蓄電システム (被試験体) へ電源供給することができる。

3.1.3 排煙処理設備

多目的大型実験棟および機能別実験棟で蓄電池などが発火・発煙して有害ガスが発生しても排煙処理設備で無害化される。排煙処理設備がないと、燃焼が生じたとき煙により試験体が観察できなくなるが、当設備に整備された排煙処理設備により明瞭に試験体を観察することができる。



Fig. 3 Inside of NLAB Large Chamber.

3.1.4 機能別実験棟 (NLAB Testing Facilities)

機能別実験棟は蓄電池盤やモジュールを試験対象としており、国内外の規格試験をはじめとした蓄電池の安全性・性能評価試験がおこなえる。試験体が発火した場合に備え、 CO_2 冷却設備、ウォーターミスト冷却設備、ガス検知器、排煙処理設備などを備えている。顧客セキュリティの確保から各試験室は独立しており、試験者は隣接する専用の測定室から遠隔で試験開始や測定が可能である。主な試験室・試験装置を紹介する。

地震波再現試験室 阪神淡路大震災や東日本大震災などの地震波を再現し、充放電をおこないながら試験をおこなうことができる。

輸送振動試験室 輸送に関する国内外の規格に準拠した試験を実施することができる。充放電をおこないながら試験を実施することができる。

破壊試験室 1 (圧壊・くぎ刺し) モジュールの圧壊試験・くぎ刺し試験が可能である。くぎ刺し速度は任意で設定でき、治具は着脱式である。

破壊試験室 2 (落下試験) 試験室に天井クレーンおよび電磁フックが備え付けられており、任意の高さから試験体を落下させることができる (最大高さ 5.7 m)。

環境試験室 1 温度 $-40 \sim 85^\circ\text{C}$ 、湿度 10 ~ 95 % RH の環境下で充放電試験が可能。チャンバーの大きさは幅 2.4 m、奥行き 2.5 m、高さ 3 m であり、蓄電池盤程度の試験体を入れることが可能となっている。

環境試験室 2 温度 $0 \sim 60^\circ\text{C}$ の環境下で充放電試験や外部短絡試験が可能。チャンバーの大きさは幅 4 m、奥行き 4 m、高さ 4.5 m で、環境試験室 1 より大きくなっている。

外部短絡試験装置 最高試験電圧 1500 V、最大試験電流 1.6 万 A (0.1 秒以内) に対応可能。

3.2 NLAB の利用について

研究開発、完成品の確認試験、規格試験のデータ取りなどの目的でメーカーなどが NLAB を利用することができる。また、メーカーなどが試験機関などを經由して利用することや、試験機関などが試験法検討のためなどに利用することができる。なお、NLAB 自身は認証機関ではないため、認証を取得するためには認証機関の立ち会いなどが必要となる。NLAB の利用に関する問い合わせは参考文献 3 を確認いただきたい。

4 おわりに

今後役割の拡大が期待される大型蓄電システムの概要、国際動向および評価施設の紹介をおこなった。日本メーカーの従来の傾向として、製品の品質は良いが国際的な標準に対応しておらず海外展開で後れをとることがしばしばあった。優良な蓄電池メーカーを多く有する日本が蓄電システム分野で後れをとらないよう、NITEは国際規格の策定に参加することや、蓄電池評価施設を運営することを通して、日本の蓄電池産業を支援していきたいと考えている。一方で、メーカーなどにおいても、積極的に国際標準に関する議論に参加いただき、海外展開を有利に導いていただくことを期待している。

参考文献

1. 経済産業省 エネルギー革新戦略
<http://www.meti.go.jp/press/2016/04/20160419002/20160419002-2.pdf>
2. 経済産業省 平成 25 年度補正予算「グローバル認証基盤整備事業（大型蓄電池）」
<http://www.meti.go.jp/main/yosan2013/20140206.pdf>
http://www.meti.go.jp/main/yosan2013/pr/pdf/20131212_04.pdf
3. 独立行政法人 製品評価技術基盤機構 国際評価技術本部 蓄電池評価センター
Tel : 06-6612-2073 Email : nlab-sd@nite.go.jp
Web: <http://www.nite.go.jp/gcet/nlab/index.html>