

電力需給システムにおける定置型蓄電池 - 米国で進むグリッドストレージ -

三井物産戦略研究所
ICTイノベーション室
伊達貴彦
岡田邦喜

低炭素社会の実現に向けた再生可能エネルギーの主力と位置付けられる太陽光や風力などによって発電された電力は、出力変動が伴い、電圧変動、周波数変動などの問題を引き起こす。これら不安定な電源による電力系統への影響を緩和する技術として「定置型蓄電池」への期待が高まっている。

特に、米国では、再生可能エネルギーの導入という国策に加え、電力需給の平準化への対応という喫緊の課題に対し、電力需給システムにおける定置型蓄電池の活用が、他国に先駆けていち早く始まろうとしている。

電力需給システムにおける「定置型蓄電池」の活用

電気は蓄電池等を用いない限り貯めておくことができないため、発電したものは即消費する「同時同量」が必須となり、“需要＝供給”の状況を常に維持することが電力需給の要となる。電力会社の発電機は常に一定の速度で回転し、安定した周波数を維持しているが（回転数＝周波数）需要が増加すると強いトルクをかけて回転させなければならない。これは自転車で坂道を、速度を落とさず、一定の回転数で登るのと同じ原理である。電力系統には複数の発電機が接続されているため、全発電機をひとまとまりとして、どのような需要（坂）の変化でも同じ回転数で運転することが求められる。しかし、完全に一致させることは困難なため、“需要＞供給”時は周波数が低下し、“需要＜供給”時は増加しながらも $50 \pm 0.2\text{Hz}$ （東日本の場合）の非常に狭い許容値内で運転を強いられている。現在は、主に出力調整しやすい火力発電で電力需給を一致させているが、そのためにある程度の運転予備力を確保しなければならず、最大出力以下で発電することになり、これが燃焼温度の低下を招き、発電効率を低下させている。そこで、需給調整を蓄電池で代替することが脚光を浴びている。

蓄電池は火力発電より即応性に優れており、太陽光発電や風力発電のような瞬時瞬時での電圧・周波数の変動（短周期変動。図表1）を効率的に吸収できる。さらに、蓄電池は昼間のピーク需要に対応する目的で、夜間の余剰電気を充電し、昼に放電する数時間単位の変動（長周期変動）吸収にも利用されようとしている。現在は揚水ダムがこの役割を果たしているが、蓄電池を併用し、変電所等に分散設置することで、地域ごとの負荷平準化が可能となる。

このような利用形態は蓄電池が送配電網に設置される（図表2）ことから「グリッドストレージ」と呼ばれ、世界市場規模は2010年の15億ドルから2020年では353億

ドルと約20倍に急成長すると期待されている。既に、北米では蓄電池を所有・運用し、電力事業者にサービスを提供するグリッドストレージ専門の事業者が登場し始めている。

グリッドストレージ用の蓄電池はナトリウム硫黄（NaS）、レドックスフロー、鉛、リチウムイオン、ニッケル水素などの二次電池と機械的な慣性を利用したフライホイールが代表的である。

「定置型蓄電池」を活用したグリッドストレージビジネス

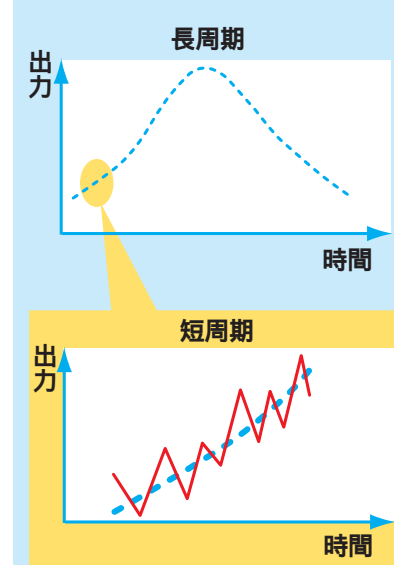
現在、米国では、電力事業者、電力市場を対象に、定置型蓄電池を活用した「周波数調整」、「発電設備のキャパシティサポート」などのサービスがビジネスとして成立し始めている。

「周波数調整」とは、電力需給の変動に伴い発生する周波数の変動調整を定置型蓄電池によって対応するもので、独立系発電事業者（IPP）最大手AES Corporationの子会社AES Energy Storage社と、電力貯蔵用フライホイールメーカーのBeacon Power社の2社が積極的に取り組んでいる。

AES Energy Storage社は、ニューヨーク州ジョンソンシティのAESの既存発電所に20MW規模の定置型蓄電池システム（初期投資コスト2,300万ドル、1,150ドル/kW）を併設し、ニューヨークの独立系統運用機関（NYISO）の電力市場に周波数安定を主とする電力調整サービスを提供している。（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）によると、蓄電設備への初期投資額1,000ドル/kWに対し、電力市場における当該サービスへの対価が26ドル/MWhであれば、IRR（内部収益率）には12%を確保できると試算されている。今後、蓄電池のコストダウン、規制の状況によって市場拡大が期待できる。

また、Beacon Power社は、NYISO電力市場において周波数調整サービスを開始し、2011年10月に破産申請を提出したが、2012年2月に、機関投資家Rockland Capitalが、Beacon Power社の資産を約3,000万ドルで買い取り、元従業員を再雇用し、さらにペンシルバニアに20MWのフライホイール電力貯蔵施設を新設する計画を発表した。一端破産した会社を買収した背景には、2012年末、連邦エネルギー規制委員会（FERC）が導入を予定する「Pay for Performance」と呼ばれる「電力調整サービスの新料金制度」がある。フライホイール等による即応性の高い周波数調整サービスをより評価し、適切な対価を支払う仕組みであるが、それが買収を後押しした。

図表1. 短周期と長周期の概念



図表2. 電力需給システムにおける定置型蓄電池のポジショニング

	発電	送電網	変電所	配電網	需要家
					
設置場所	大規模蓄電設備 (バルクストレージ)	送配電網における定置型蓄電池 (グリッドストレージ)			定置型蓄電池 (オフグリッドストレージ)
用途機能	大電力貯蔵 (長周期変動対応)	電力貯蔵 / 品質調整 (長・短周期変動対応)	品質調整 (短周期変動対応)	電力貯蔵 / 品質調整 (UPS、非常用電源など) 分散型RE電力調整	
蓄電技術	・揚水貯蔵 ・圧縮空気貯蔵	・NaS電池 ・レドックスフロー電池 ・LiB ・鉛電池	・LiB ・ニッケル水素電池 ・フライホイール	・鉛電池 ・LiB (車載転用含む) ・ニッケル水素電池	
仕様	100MW～、6h～	50～400MW、6h～	1～50MW、15min.～1h	1kW～1MW、2h～	
アプリケーション	商業発電所の 余剰電力貯蔵	・周波数調整 ・発電キャパシティサポート(運転予備力確保) ・再生可能エネルギーのインテグレーション			・商業・産業施設蓄電設備 ・住宅用定置型蓄電池 ・マイクログリッド
世界市場規模		2010年：15億ドル 2020年：353億ドル			2011年：99億ドル 2016年：135億ドル
供給サイドによる電力系統安定化				需要側電力貯蔵	
出所：EPRI「Energy Storage Technology Options」等を参考に三井物産戦略研究所作成					

「発電設備のキャパシティサポート」とは、発電能力が不足する発電事業者に向け、定置型蓄電池によって運転予備力を提供するサービスである。AES Energy Storage社は、南米チリ北部の鉱業地域ロスアンデスにおいて、12MW規模のリチウムイオン電池（初期投資コスト1,400万ドル、1,166ドル/kW）を設置し、運転予備力を提供している（2010年の売電実績94GWh/年）。また同社は、ロングアイランド電力公社に400MW規模の定置型蓄電池システムを提案している。これは、需要ピーク時の運転予備力を確保するための火力発電設備を増設する代わりに、大容量蓄電池を設置して夜間等オフピーク時に発電した電力を貯蔵し需要ピーク時に供給することで、既存発電設備の稼働率を向上し、電力事業者の経営効率化を図るという試みだ。

再生可能エネルギーへの適用について

カリフォルニア州では、州法によって、2020年までに再生可能エネルギー比率33%の達成を定められており、関連して2013年からエネルギー貯蔵法（州法AB2514）が施行される。同州の電力会社は、需要ピーク時の電力に対して一定規模の電力貯蔵設備の設置が義務付けられることになる。

また、カリフォルニア州を筆頭に、全米50州のうち29州が再生可能エネルギー利用基準（RPS）制度を設定し、各州導入目標の下、再生可能エネルギーの普及促進を図っている。米国全体の再生可能エネルギー導入については、連邦政府のインセンティブにより、2010年の再生可能エネルギー（水力を除く）の発電設備容量は5,389万kW、うち風力4,500万kW、太陽光350万kWと、米国全体の約5%を占めるに至っている。カリフォルニア州において先行する一連の法規制は、他州にも広がる可能性がある。

これらの動きに伴い、米国では今後2015年から2020年にかけてグリッドストレージにおける定置型蓄電池の事業機会が大きく発展するだろう。

不安定な再生可能エネルギー電源の周波数・電圧調整（短周期変動対応）および、非ピーク時に発電した電力を貯蔵しピーク時に使用する需給平準化（長周期変動対応）を図る上で、定置型蓄電池は有用な手段であり、特に、非ピーク時である夜間にも発電する風力発電における事例が多く見られる。カリフォルニア州では、連邦政府が全米で展開するエネルギー計画の一つであるModesto プロジェクトにおいて、電池メーカーのPrimus Power社が、25MW / 75MWhの電力貯蔵施設を建設中だ。この電力貯蔵量は、日中における一般的な住宅約8,300世帯の3時間分の電力消費量に相当する。同社では、同施設の建設作業完了後に大規模な商用化に向けて運用していく方針を発表している。

スマートシティ実現への鍵に

再生可能エネルギーの大規模な導入は、米国のみならず、世界の主要国でも進行している。EUでは2020年に最終エネルギー消費の20%を、中国では2020年に一次エネルギー供給の15%を再生可能エネルギーとする目標を設定している。世界規模で進む再生可能エネルギーの大規模な導入に伴い、電力需給システムにおける定置型蓄電池の重要度はますます高まる。

また、再生可能エネルギーの普及は分散発電を加速させるだろう。発電した電気を遠くまで送電することなく、近隣で消費する“地産地消”が効率面で優れているからだ。未来型都市として、スマートコミュニティやスマートシティの検討が各国で行われているが、エネルギーの効率利用、安定的な確保の観点から、エネルギーの“地産地消”が重要なテーマとなっている。その実現には、供給エリアが小さい分、従来の電力会社のそれよりも、緻密な需給変動調整が求められる。よって、今後の定置型蓄電池によるグリッドストレージの成功や技術転用がスマートコミュニティやスマートシティの実現に大きな役割を果たすだろう。定置型蓄電池が重要な要素技術の一つであることをあらためて認識したい。