

連載「脱炭素社会の到来」第6回

電源の脱炭素化を支える蓄電池技術

中村博子¹

「脱炭素」に資する蓄電池の役割

今年2月、オーストラリアのニューサウスウェールズ州ハンターバレーに、定格出力120万kWの蓄電施設を建設する計画が発表された。昨年12月に米カリフォルニア州モンレー郡で稼働した、世界最大とされるモスランディングエネルギー貯蔵施設（出力30万kW／容量120万kW時）の4倍の出力になる。蓄電池の大型化が急速に進み、「世界最大」の記録が短期間で塗り替えられている。

蓄電池というのはどのような技術なのか。太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギー（再エネ）は気象条件によって発電量が変動するため「変動再エネ」と呼ばれ、その出力の変動を平滑化する必要がある。それらによって発電された電気を充電し、必要な時に放電して、繰り返し電気の出し入れを行えるのが「蓄電池」だ。脱炭素の実現には、「電化」を可能な限り進めるとともに、発電時に二酸化炭素を排出せず、安定して出力できる電源を増やすことが重要になる。

蓄電池は、スマートフォンやノートパソコンなどの情報端末に使用される「民生用」、電気自動車用の「車載用」、系統安定化のために変電所や発電所など系統

¹ 電力・新エネルギーユニット、新エネルギーグループ、主任研究員

側に併設されたり、太陽光発電の自家消費などを目的に家庭や事業所など消費者側に設置される「定置用」に分かれる。本稿では、系統安定のための定置用について考える。

系統用の蓄電池には主に①蓄電、②変動調整、③周波数調整—の三つの役割が期待される。

第一に、再エネが増えると、気象条件によっては電力需要の小さい季節や時間に供給が需要を上回り、電力が余るため、この電力を貯めておく役割がある。

第二に、日照がある日中は需要家による自家発電量や蓄電量を全体の需要から引いた「見かけ上の電力需要」が低くなり、太陽が沈む頃から需要が急激に増えるが、変動速度が大きく、火力や水力による出力の上げ・下げでは対応が難しい。蓄電池はその解決手段となりうる。

第三に、電力の周波数は、供給力より需要が増えると下がり、需要が減ると上がるが、周波数が変動すると各種機器の使用に当たり不具合が生じる恐れがある。従来、周波数を一定に保つ役割は火力や水力が担ってきたが、再エネの発電量が増えた場合に火力発電の出力を抑制する「優先給電ルール」があるため、調整力の確保が難しくなる。そこで、機動性や即応性の高い蓄電池を調整力として活用することが考えられる。たとえ数秒程度の調整であっても発電所を代替できる規模の容量が必要となる。

蓄電池の種類と国内導入事例

国内では、北海道、東北、九州に数万 kW 級の蓄電池システムが、さまざまな方法で導入されている（図表）。

東北電力の西仙台変電所と南相馬変電所には、4万 kW のリチウムイオン電池が併設されている。また、北海道の送電事業者が塩郡豊富町に、60万 kW の風力発電所の出力平滑化用として出力 24万 kW / 容量 72万 kWh のリチウムイオン電池による世界最大級の蓄電システムを建設中だ。リチウムイオン電池はエネルギー密度と充放電効率が高く、自己放電が小さい。また急速充放電が可能であるため、細かい周波数変動への対応に適している。

九州電力の豊前発電所には5万 kW のナトリウム硫黄電池（NAS 電池）が併設されている。NAS 電池はエネルギー密度が鉛蓄電池の約3倍と高く、大容量で長時間の電力貯蔵が可能だ。2002年に日本ガイシが世界で初めて実用化し、これまでに全世界で200件以上の導入実績がある。

北海道電力の南早来変電所には、1万5000kW のレドックスフロー電池が系統安定化と余剰電力の吸収のために設置されている。レドックスフロー電池はバナジウムなどのイオンの酸化還元反応を利用して充放電する。エネルギー密度が低く大きな敷地が必要だが、発火性材料を用いず、常温での運転が可能のため安全性に優れる。また、電極や電解液の劣化がほとんどなく長寿命なのも特徴だ。

また、離島において、再エネと蓄電池システムを組み合わせ、ある一定の需要地内で複数の変動再エネ電源や制御可能な電源を組み合わせ、電力・

熱の安定供給を可能とする小規模供給網「マイクログリッド」を構築している例もある。

〔図表〕蓄電池の特徴の比較

	鉛蓄電池	リチウムイオン電池	NAS 電池	レドックスフロー電池
活物質 (正極/負極)	二酸化鉛/鉛	リチウム含有金属酸化物/カーボン系材料	硫黄/ナトリウム	バナジウムイオン/バナジウムイオン
エネルギー密度	低	中	高	低
安全性	中	中	△中	高
資源の入手可能性	○	△	◎	△
寿命 サイクル数	17年 3150回	10～20年 3500回	15年 4500回	20年 制限なし
メリット	過充電に強い 国内のリサイクル体制が確立	充放電効率が 高い 自己放電が小さい	大容量・省スペース レアアースを使用せず 低コスト	不規則な充放電操作に強い 瞬時高出力性
デメリット	SOC(充電率)の定期的なリセットが必要	発火の可能性 過放電/過充電に弱い	300℃の加熱が必要 可燃材を使用	タンクの容積大 電流損失有

(注)サイクル数は充放電できる回数のこと。各メーカー発表最新データとは異なる場合がある。

(出所)経済産業省「蓄電池戦略」、NEDO、住友電気工業ウェブサイトをもとに筆者作成

蓄電池の大型化の動き

前述した蓄電池の大型化は、世界各地で進む再エネ大量導入を支えるだけでなく、二酸化炭素を排出する火力発電の段階的廃止の動きにも合致している。

貯めた電力を価格が高い時間帯に売電（放電）する市場参加がインセンティブとして働いているほか、政策的な後押しもある。例えば、米国では再エネの大量導入が進むカリフォルニア州が2013年から定置用蓄電池の設置を電力会社に義務付けており、ニューヨーク州をはじめ他州もエネルギー貯蔵の義務化を進めている。事業に必要な電力を100%再エネ電力で賄う企業が増える中、自家消費用の大規模電源に蓄電池を併設する動きもある。米アップルは、カリフォルニア州

の同社全施設にエネルギーを供給する太陽光発電所近くに、24万 kWh のエネルギーを蓄電できる設備を建設すると発表している。

日本の先進技術による実証事業も海外で展開されている。米カリフォルニア州では系統安定化用にレッドクスフロー電池を変電所に併設する実証が行われ、風力発電量の多いドイツのニーダーザクセン州ではリチウムイオン電池と NAS 電池のハイブリッドシステムの実証が実施された。こうした動きが、日本企業が海外の蓄電池市場に進出するきっかけとなることが期待される。