

ストレージシステムが求められる背景と設置場所

太陽光発電システムや風力発電機などの再生可能エネルギーの導入が世界各国で活発化し、電力の発電量や販売量に占める再エネの比率が30%を超える地域が出てきた。特にドイツでは、2017年1～6月期の発電量に占める再エネの割合は前年同期比2%増の35%となり、史上最高を更新した。米国でもカリフォルニア州で再エネ導入が加速しており、サンディエゴを拠点とする大手電力であるSDG&E (San Diego Gas & Electric) は2016年6月、2016年に販売する電力の33%以上が太陽光発電と風力発電などの再エネとなり、2018年までに40%を超す見通しだと発表した。

それに伴い、系統網を不安定化させる2つの問題が顕在化してきた。第1は朝と夕方に急激な需要ピークが立つ「ダックカーブ対策」に代表される長周期変動、第2は系統周波数が変動するなどの短周期変動である。

長周期変動、短周期変動共に、リチウムイオン蓄電池、NAS (ナトリウム・硫黄) 電池、レッドクスフロー電池などの蓄電池、余剰電力を水素の形で貯めるP2G (パワー・ツー・ガス) など多様なストレージシステムが、それぞれの特性を生かして、さまざまな場所に設置され始めた (図1)。

ダックカーブ対策や、日中などに再エネ出力が需要を上回って調整力が不足する「下げ代不足」対策などの長周期変動や、偏在化している再エネの余剰を貯蔵して需要地で使う用途向けには高いエネルギー密度を持つストレージが必要となる。一方で、再エネの増加によって周波数などが短期間に変動する短周期変動対策向けには、瞬時の出力変動に追従できる充放電特性や十分な出力が得られる出力密度が求められる。これらはいずれも変電所など、系統サイドに設置される。

メガソーラーや風力発電所に隣接して蓄電池システムを設置し、出力変動を抑えたいうえで系統連系する要請も高まってきており、導入が進んでいる。そのために、各再エネの出力変動を吸収できる高速応答が可能なストレージシステムや蓄電池システムの開発が進んでいる。

住宅やC&I (商業・工業施設) など需要家サイドに蓄電池システムを設置する動きも加速している。これは、太陽光発電システムを搭載する需要家が増加することによって、FIT (固定価格買取制度) をなくす方向での制度設計が進み、電力会社が夕方以降の需要ピークに対応した価格設定などの処置により、蓄電池システムを使った自家消費モデルの方が経済的メリットが大きくなったためである。

需要サイドに分散した蓄電池システムをアグリゲート (集約) して大型発電所のように運用できるVPP (仮想発電所) の技術が発達して、より付加価値を高められるようになったことも導入を後押ししている。こうした需要家サイドに置かれた蓄電池を電力メーターの内側という意味で「ビハインド・ザ・メーター」と呼び、近年市場が拡大してきている。

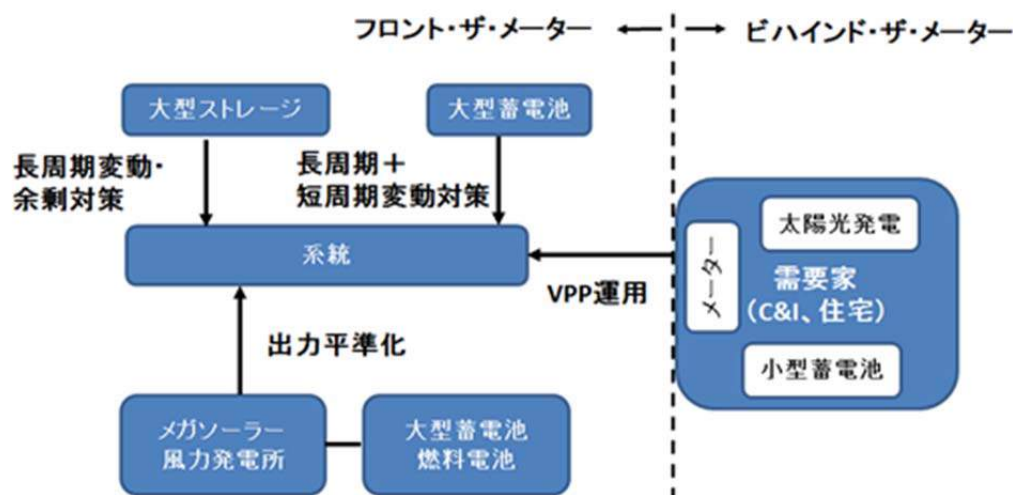


図1 ストレージシステムの設置場所
(出所: 日経BP総研 クリーンテック研究所)

主要ストレージシステムの概要と使い分け

各ストレージシステムは、エネルギー密度や出力密度が異なり、最適な放電時間やシステム出力規模も違うために、長周期変動対策や短周期変動対策など用途によって使い分けられている（図2）。

揚水発電は、数時間以上の単位で長周期変動に対応できる既存の手法で、全世界で設置されているストレージ容量の大半（96%）を占めている。ニーズは高いものの環境保護などの観点から新たな立地は難しくなっており、各種の新ストレージ手法が検討されてきている。

特に欧州では、風力発電の余剰対策が喫緊の課題となっており、最近注目されているのが余剰を水素（またはメタン）に変換してガスとして貯蔵する P2G である。通常、P2G は再エネ余剰対策として使われるが、アンシラリー用途や再エネに併設して、出力変動を抑える用途にも使われている。

フライホイールは、充放電回数に制限がなく高寿命であるなどのメリットから、欧米の系統運用機関が主催するアンシラリー市場のうち、秒単位の応答性が求められる周波数調整市場に参加するプロジェクトが立ち上がっている

放電時間面で、P2G とフライホイールの中間の位置にあるのが、リチウムイオン、鉛、NAS、レドックスフローといった蓄電池システムである。

このうち NAS 電池は、短周期、長周期の両方に対応できるが、電力容量 (kWh) 単価が安いことが評価されて長周期変動対策に使われている。レドックスフロー電池も長周期、短周期変動対策共に対応可能で、両面でプロジェクトが進んでいる。

リチウムイオン蓄電池と鉛蓄電池は、住宅向けなどの小型用途から再エネ併設や系統設置などの大型用途まで幅広く利用でき、短周期変動にも長周期変動対策にも使える。リチウムイオン蓄電池は EV（電気自動車）や PHEV（プラグインハイブリッド車）などの電動車、鉛蓄電池も自動車向けなどに使われており、多くの企業が開発・製造をてがけていることも特徴である。

両電池の最も大きな違いは、エネルギー密度がリチウムイオン蓄電池の方が大きい点であり、その分小型化できる利点がある。この利点から、リチウムイオン蓄電池は EV や PHEV の駆動用電源として主流の座を占めているが、定置分野でも住宅向けや C&I（商業・工業施設）など省スペース化の要求の強い分野では独壇場の状況である。系統向けについても、コンテナの数が減らせるなど施工面などさまざまな利点があり、省スペース化が要求される分野ではリチウムイオン蓄電池に優位性がある。

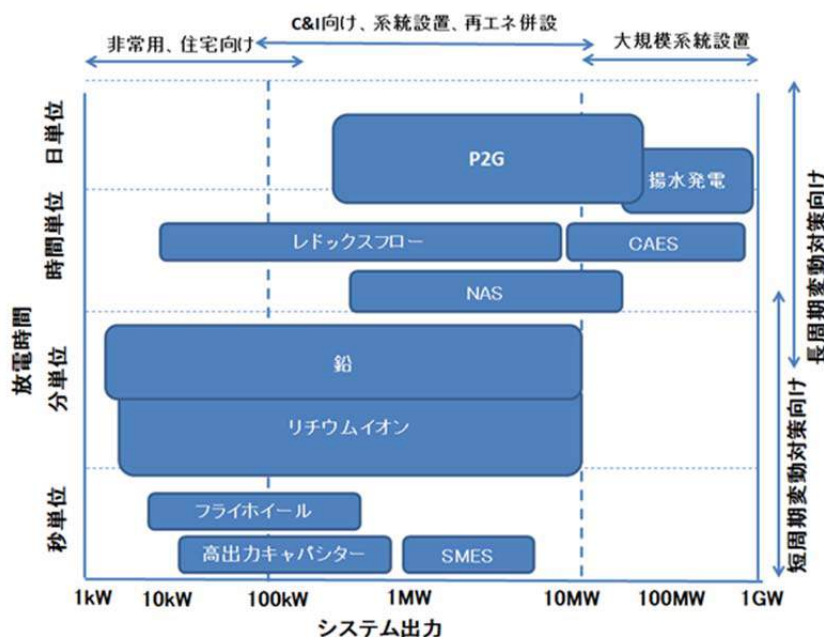


図2 各種ストレージの放電時間とシステム出力の位置付け
（出所：日経BP 総研 クリーンテック研究所）

ストレージシステムを採用した代表的プロジェクト

各種ストレージシステムの特徴を生かしたプロジェクトが世界でスタートしている（表1）。

特に目立つのが、ドイツで「Schwerin 1、2」や「STEAG」などリチウムイオン蓄電池システムを活用したアンシラリー市場向けのプロジェクトが補助金なしでスタートしており、商業ベースに乗ってきたことである。蓄電池コストが下がってきたことから、市場からの対価で採算が合うようになってきた。英国では、「Centrica project」のように容量市場向けの大型プロジェクトもスタートしている。

米国では、ダックカーブ対策としてカリフォルニア州が3大電力会社に蓄電池の設置を義務付ける法律「AB2514」を施行したことに加え、2016年10月におきた大規模ガス漏れ事故を受けて、需要ピーク対策のために、「Mira Loma Battery Storage Facility」や「Pomona Generation Facility」など数十MW級の大型プロジェクトがスタートしている。

日本でも九州や北海道で、系統安定化のためにメガソーラー併設型のプロジェクトが始まった。

表1 ストレージシステムを採用した代表的なプロジェクトと目的（出所：日経BP 総研 クリーンテック研究所）

ストレージ	プロジェクト名	目的（短・長周期変動対策）
リチウムイオン	独「Schwerin 1、2」、独「STEAG」、英「SNS」、英「Centrica project」、米「Stafford Hill Solar Storage」、日本「甌島リユース蓄電池プロジェクト」	アンシラリー市場参加、系統周波数調整（短周期）
	米「Tehachapi Wind Farm」、米「Laurel Mountain」、日本「御嶽徳之島太陽光発電所」、日本「釧路町トリウス原野太陽光発電所」	再エネ併設出力変動抑制（短周期）
	米「Mira Loma プロジェクト」、米「Pomona Energy Storage Facility」、豪「Alkimos Beach Battery Storage Trial」、日本「南相馬変電所」	系統ピークカット、下げ代不足対策（長周期）
	米「KIUC storage project」、日本「ハヤソーラーシステム高柳発電所」	夜間使用・売電型（長周期）
	米「Samoa Microgrid」、シンガポール「REIDS」（水素システムも採用）、日本「壱岐島 バーチャルパワープラント構築実証事業」	島嶼における出力抑制の緩和（長周期）、マイクログリッド運用
	米「Schneider Electric BOC」、米「McCrary Battery Energy Storage Demonstration」、独「EUREF-Campus Micro Smart Grid」	施設内ピークカット、再エネ自家消費率向上、施設内非常用
	仏「Carros Micro Grid」、米「Borrego Springs Micro Grid」	系統内非常用、マイクログリッド運用
	ケニア「Kisii project」、ソマリア「NECSOM project」	未電化村電化、マイクログリッド運用
鉛	米国「Stafford Hill Solar Storage Farm」、日本「東松島市スマート防災エコタウン」	系統ピークカット、系統内非常用
	豪「KIREIP」	島嶼におけるディーゼル燃料削減
NAS	日本「豊前蓄電池変電所」、日本「ハイブリッド蓄電池システムによる技術実証事業（隠岐諸島）」（短周期にはリチウムイオン）	下げ代不足対策、接続可能量増加（長周期）
	日本「きんでん本社ビルマイクログリッド」	施設内ピークカット、施設内非常用
レドックスフロー	日本「南早来変電所 大型蓄電システム実証事業」	再エネ変動抑制・系統周波数調整（短周期）、下げ代不足対策
フライホイール	米「Tyngsboro project」、米「Stephentown project」、カナダ「Minto project」、カナダ「Hydro One Networks project」	アンシラリー市場参加、系統周波数調整（短周期）
P2G	英国「SURF 'N' TURF」、独「Energie Park Mainz」	再エネ余剰対策（長周期）
	仏「MYRTE」、独「Thüga P2G Plant」	再エネ変動抑制、アンシラリー対策

蓄電池システムメーカーのバリューチェーン

成長が著しいリチウムイオン蓄電池システム市場には多くの企業が世界から参入してきているために、バリューチェーンのレイヤーごとに分業する産業構造が形成されつつある（図3）。

最上流には、蓄電池セルを製造するメーカーが位置し、EV（電気自動車）向けに量産規模を拡大して、それを定置向けにも転用することでコスト競争力を上げる競争を繰り返している。ここ2~3年で年率20%ほど下落し、2017年時点で400~500ドル/kWh程度まで下がっていると見られる。また、メーカーによっては20年保証を付けることによって、顧客にとってのリスクを低減して普及に弾みをつけている。

各社の蓄電池セルの中から、顧客ニーズに合わせて最適なものを選択して、自社または他社のソフトウェアやインターフェースを組み込んで、ソリューションとして提供するのがストレージインテグレーターである。バリューチェーンの要に位置する存在であり、企業としての存在価値が上がっていることから最近買収が相次いでいる。

セルの供給を受けて、ラック段階から自社で製造するメーカーも自動車業界を中心に登場してきており、EV（電気自動車）向けと共に、定置用蓄電池システムも販売し始めた。

需要家サイドで搭載が増えてきた太陽光発電などの分散型の自家発電、EV、燃料電池などを蓄電池システムと合わせたDER（分散エネルギー資源）として統合して管理するソフトウェアやソリューションを提供するエネルギーソリューションベンダーが登場してきた。これらのベンダーは、ストレージインテグレーターと提携するか、業容を拡大してインテグレーターとなったり、電力会社に直接提供して、電力会社がサービスを提供できる環境を提供するなど業容を拡大してきている。

さらに下流には、蓄電池を運用して充放電電力を電力市場で販売したり、電力会社向けに提供するストレージオペレーターやエネルギー全般のサービスを提供するエネルギーサービスプロバイダーが登場している。ストレージが標準的な品ぞろえになりつつあり、両者の境目はなくなっている。

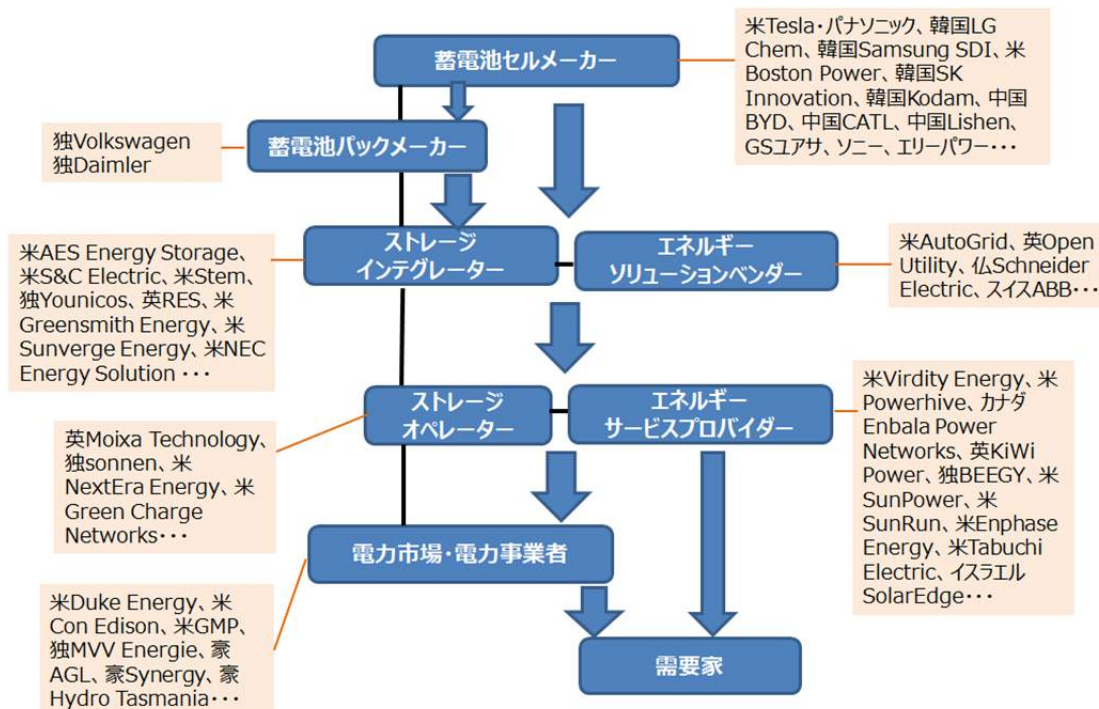


図3 リチウムイオン蓄電池システムを中心としたバリューチェーンの概要と各レイヤーの主要参入企業

（出所：日経BP総研 クリーンテック研究所）

注：企業によって複数のレイヤーにまたがるが、主要と思われる所に配置