

再生可能エネ発電の発展に「蓄電技術」も重要なパートナー、その現状と発展方向は

(電力問題研究会テーマ14・その1、2022年11月)

再生可能エネルギーのうち、太陽光発電や風力発電などは、発電量が天候に左右され、コントロールするのが難しいという弱点があります。地球温暖化の深刻化による、CO₂排出の大幅削減も待ったなしの状況で、今後、いっそう自然エネルギーの導入の加速を進めざるを得ません。この変動の激しい再生可能エネルギーを使いこなすには大量の蓄電システムが必要です。

『古典的な蓄電技術』

★重力蓄電 蓄電技術では、重力による位置エネルギーや圧縮空気などを使った古典的な蓄電技術があります。余剰な電力を用いて重いセメントブロックなどを高所に持ち上げることで位置エネルギーに転換し、エネルギーを保管します。そして、電力が必要になった際には、その高所のセメントブロックを地面や地下に下ろすことで運動エネルギーに変換させ、発電機を駆動し発電できるという、大変シンプルな蓄電システムです。位置エネルギーとしての効率性は90%程度で、重力蓄電は大変効率の良い蓄電システムと言えます。また重りとなるセメントブロックにも再生素材を用いることができるのと、重りとそれを動かすだけというシンプルなシステム故に、化学的な蓄電池などと比較して長寿命であり、蓄電システムそのものの持続可能性も高いものとなっています。スイスの電力網にも実証実験としてつながっています。

★揚水発電 揚水発電は、夜間・休日昼間などの需要の少ない時間帯に他の発電所の余剰電力で下部貯水池（下池）から上部貯水池

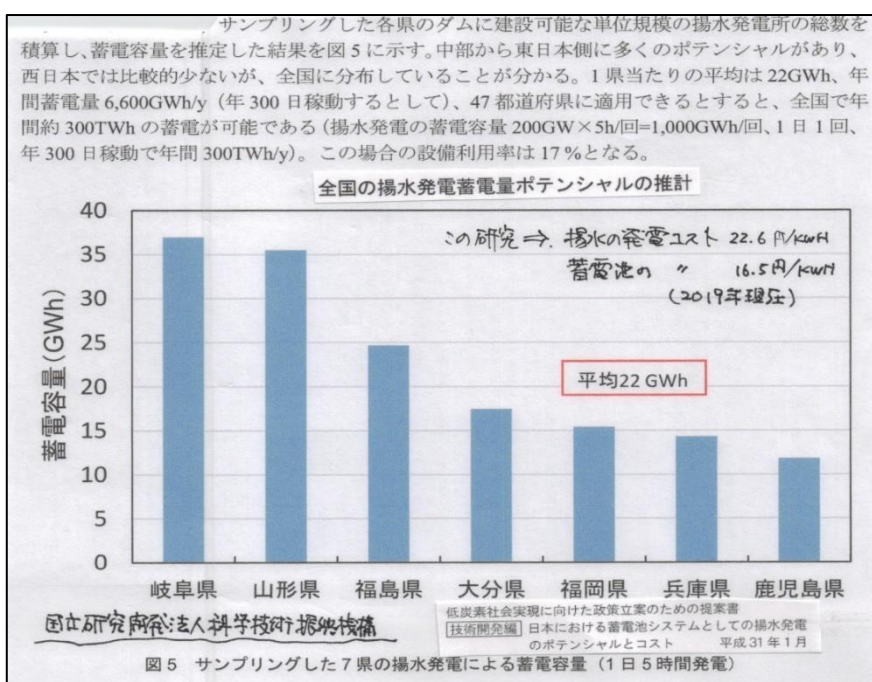
（上池ダム）へ水を汲み上げておき、平日昼間・夕方電灯点灯時などの需要が増加する時に、上池ダムから下池へ水を導き落とすことで発電する水力発電方式です。

現在日本には44ヶ所に存在し2755.75万kWの供給力を持ち、東京電力管内には9ヶ所・995.8万kW、関西電力管内では、喜撰山46.6万kW、奥多々良木193.2万kW、奥吉野120.6万kW、大河内128万kWの4ヶ所、計488.4万kWの供給力があります。

もともと原発の夜間電力余剰分を“蓄電”する目的で建設されました。添付図のように発電コストは通常の蓄電池よりも高くなりますが、再生可能エネ発電が増加する中で、常に満水状態でピーク時に活用する制度を完全に果たさせるべきと考えます。

『電力系統で使う蓄電池とは』

経済産業省は、2013年から進めている「大型蓄電システム緊急実証事業」や、2015年の「大容量蓄電システム需給バランス改善実証事業」、2016年の「大型蓄電システムによる需給バランス改善実証事業」などを通じて、蓄電池の実証実験を支援しています。



☆NAS 電池を使った九州電力の実証実験 NAS 電池は、負極（マイナス極）にナトリウム、正極（プラス極）に硫黄、両電極を隔てる電解質にファインセラミックスを使用し、硫黄とナトリウムイオンに化学反応を起こさせて充放電をくりかえす蓄電池。希少金属を使わない純国産技術であり、フル充電をおこなっても容量の劣化が少ないという特徴があり、また使用しなくても貯めた電気が自然と減っていく「自己放電」がありません。九州では、太陽光発電の導入量が年々増加しており、2022 年 4 月末時点で、電力系統に接続している太陽光発電は 1100 万 kW となっている。

左：コンテナ型 NAS システム（日本ガイシ株式会社提供） 右：コンテナ型レドックスフロー電池（住友電気工業株式会社提供）

太陽光発電は出力（発電）のコントロールが難しく、電力が余ってしまう時には、出力を抑える「出力制御」をおこなう必要が出てきた。そこで、大容量蓄電池を使って余った電気を蓄電することで、再エネの出力制御量や出力制御時間を低減することを目指した。



実験の結果、1 日あたり最大 30 万 kWh 相当の再エネ出力制御を回避するための「充放電運転」を、計画通り実施することに成功。

☆レドックスフロー電池を使った北海道電力の実証実験 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をおこなう蓄電池。充放電サイクルの寿命が長いという特徴を持っている。また、運転状態であっても充電状態を正確にモニタすることも可能。この実証事業は、勇払郡安平町にある北海道電力の「南早来変電所」においておこなわれた。使用されたのは、2015 年 12 月に設置が完了した住友電気工業のレドックスフロー電池で、出力 1 万 5 千 kW・容量 6 万 kWh。北海道は、太陽光発電はもちろん、風力発電が年々増加している。電力系統に接続している風力発電は、2017 年 3 月時点で約 35 万 kW。今後も、さらに増加する見込み。この実験結果では、再エネの出力が急激に変化した場合でも、蓄電池に貯めた電気を出力することで、平滑化できることが確認された。また、これまでに得られた成果をもとに電力系統用蓄電池を設置することで、電力系統に接続する風力発電の募集を開始し、新規の再エネ連系を目指している。

『さまざまな蓄電池の情報』

☆「金属電池」

ソフトバンクは「金属電池」と呼ばれる新型電池を開発している。リチウムイオン電池（LIB）は負極に炭素系材料を使うのに対し、負極にリチウム金属を使う。電池の性能を示す重量エネルギー密度を LIB より大きくできる。次世代電池の候補は、多くのエネルギーを取り出せる「リチウム空気電池」や「全固体リチウムイオン電池」、リチウムを使わない「ナトリウムイオン電池」など様々なタイプがある。

いま最も注目されるのは、電気自動車向けの全固体リチウムイオン電池だ。トヨタ自動車などが開発を進めており、LIB に比べ、2 倍の距離を走れ、3 倍の速さで急速充電できるようになるという。早ければ 20 年代にも市場へ投入される見込みだ。電池技術に詳しい科学技術振興機構研究開発戦略センターの眞子（まなこ）隆志フェローは「LIB も開発からここまで普及するのに 30 年以上かかっている。全固体電池などの次世代電池も、うまく基礎研究を支援して実用化をめざすのが重要だ」と話す。（小堀龍之・朝日新聞、2022/6/17）

☆「太陽光で発電する道路×蓄電池」の独立電源システム、東亜道路工業が販売 (2022/6/7 公開)

東亜道路工業および仏 Colas 社の日本法人であるコラス・ジャパンは、太陽光発電舗装設備「ワットウェイ・システム」の第 1 弾として、路面に直接設置できる太陽光発電システム「ワットウェイ・パック」を 2022 年 6 月から日本国内で販売する。

Colas 社が開発した太陽光発電舗装設備「ワットウェイ」は、同社とフランスの国立太陽エネルギー技術研究所 (CEA-INES) が共同開発したシステム。路面式の太陽光パネルであり、パネルの外形寸法は 1257×690mm、厚さ 6mm、質量 5.5kg、最大出力は 125W となっている。発電パネルの表面にはすべり止めが施されており、車道と歩道の両方に利用できる。フランス国内では、大型車による実証実験で耐久性が確認されているという。



ワットウェイは特殊な接着剤でアスファルト舗装路面に直接設置する。路面に直接貼り付けるため、台風などの強風でも飛散するリスクが低く、自然災害に強いのも特徴だという。今回販売するワットウェイ・パックは、ワットウェイで発電した電力を蓄電し、照明施設、監視カメラ、電動自転車の充電、Wi-Fi などの独立電源として利用できるようにシステム化したもの。被災時などで孤立した場合の非常用電源としても利用可能だ。設置面積の目安は 3～18m² 程度、最大出力は 375W～2250W、蓄電池容量は 1～10kWh 程度を設定する。

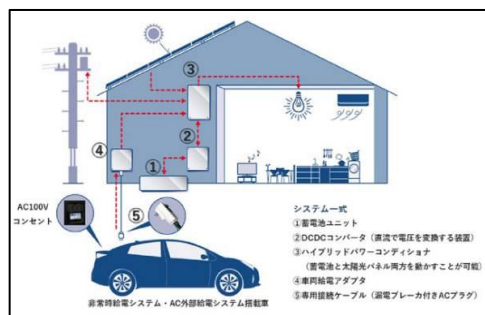
東亜道路工業では現在、日本においてもワットウェイの耐久性や安全性に関する検証が進めている。同社のアスファルト混合物製造工場では大型車の走行に対する耐久性を検証しており、今後厳しい気象条件が想定される日本向けにさらなる複数の実証実験を進める方針。その上で耐久性や安全性などの改良を進め、駐車場通路や車道への適用を目指すとしている。大型トラックが通過しても問題ない耐久性があるという。

☆トヨタ、住宅用蓄電池システム販売 停電時の電力共有も可能に (2022/6/6 公開)

トヨタ自動車は、電動車バッテリー技術を活用した住宅用蓄電池システム「おうち給電システム」を開発した。6 月 2 日から、先行予約を受け付け、8 月よりハウスメーカーや総合施工会社を通じ日本国内で販売する。



「おうち給電システム」、設置イメージ (出所：プレスリリース) 同システムは、トヨタの電池制御など電動車用バッテリーの技術を応用し、電池の安全性を確保した。8.7kWh の定格容量と 5.5kW の定格出力を備え、平時だけでなく災害などによる停電時にも家全体に電力の共有が可能となる。また、太陽光発電システムと連携することで、昼間と夜間それぞれの時間帯において、ユーザーのニーズに合わせた最適な電力供給を可能とする。同社ならではの機能として、電動車 (HEV・PHEV・BEV・FCEV) の AC100V 出力からの給電に対応し、停電時のバックアップ電源として、電動車に蓄えた電気を使うこともできる。



スマホからの操作イメージ (出所：プレスリリース)

☆「電気を運ぶ船」の大型蓄電池工場を建設へ 日本最大級 岡山“造船の街”の新産業に

(乗りものニュース編集部 2022/06/27)

「電気を運ぶ船」の実現を目指すベンチャー、株式会社パワーエックス (PowerX、東京都港区) は 2022 年 6 月 23 日 (木)、岡山県玉野市に日本最大級の蓄電池組立工場「Power Base」を建設すると発表。

パワーエックスは洋上風力などによる電力を、海底ケーブルで送電する代わりに、コンテナ型の蓄電池に電気を貯めて需要地まで船で運ぶことを計画している。工場では定置用蓄電池や EV 急速充電器、船舶電池、家庭用蓄電池を開発し、2023 年からテスト生産、2024 年春から年間出荷を開始する予定。



工場は約 2 万 8272 平方メートルで、「金沢 21 世紀美術館」や、ルーヴル美術館別館「ルーヴル・ランス」などを手がけた建築家の妹島和世さんが設計。蓄電池生産ライン以外に研究開発センター、オフィススペースなども設置されます。数年計画で百数人の雇用創出が見込まれているとのこと。

建設地の岡山県玉野市は瀬戸内海に面した港町であり造船の街で、地震などの災害が少なく、水深の深い宇野港を有し、造船の街としての技術における人材確保が期待できるという。

☆関西電力とオリックス「蓄電所」建設へ 1 万 3000 世帯分の電力を充放電 (2022/7/15 公開)

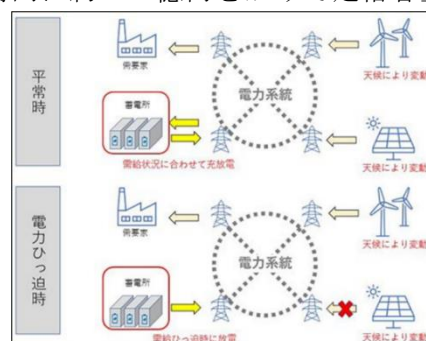


関西電力とオリックスは 7 月 14 日、一般家庭およそ 1 万 3000 世帯分の電力をためられる蓄電所を和歌山県内に建設すると発表した。8 月に着工し、24 年 4 月の事業開始を目指す。

紀の川市にある関西電力の変電所構内に約 80 億円をかけて定格容量 113MWh、定格出力 48MW の大型リチウムイオン電池を導入する。発電量に余裕がある時は蓄電し、不足時に放電することで電力需給の安定化を図る考え。

再生可能エネルギーの導入を加速させる狙いもある。太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーは天候により発電量の変動が大きく、調整力の確保が課題となっていた。

両社は 6 月 1 日付で折半出資の紀の川蓄電所合同会社を設立。事業開始後は関西電力が運用し、オリックスが保守メンテナンスを担当する。蓄電所の役割



『大規模な“蓄熱”による蓄電設備、次々と』

☆世界初の商用「砂電池」がフィンランドでエネルギー貯蔵を開始

フィンランドの企業 Polar Night

Energy が世界で初めて砂に熱エネルギーを蓄える「砂電池」の商用運転を開始した。写真は同国西部にあるエネルギー企業・Vatajankoski と共同で設置した砂ベースの熱エネルギー貯蔵装置。大きさは幅が 4 メートル、高さ 7 メートルで、右下に立っている男性との対比からかなり大きな設備である。

断熱タンクの中には 100 トンの砂が詰められており、中心にある熱交換器で加熱することで 8 メガワット時



(公称定格 100 キロワット)に相当する熱エネルギーを蓄えることが可能とのこと。貯蔵した熱エネルギーは必要に応じて取り出すことができるので、この熱と自社のデータサーバーの熱を周辺地域の暖房システムに供給し、建物の暖房や温水プールなどに役立てている。

最高技術責任者である Markku Ylönen 氏は、「電気を熱に変換するのはとても簡単ですが、熱から電気を作るにはタービンなどの複雑な機構が必要になります。一方、熱を熱として使うのはシンプルなままです」と話した。同社によると、この砂電池の効率は最大で 99%に達し、数カ月間熱を保存することも可能で、寿命は数十年とのこと。

砂は乾燥していて可燃性のゴミが混じっていないという条件さえクリアしていれば使用可能で、消耗品を使わない完全自動運転なのでコストも非常に少なく、設置費用は 1 キロワット当たり 10 ユーロ (約 1300 円)。

スケールアップも容易で、地下貯蔵施設や廃坑の再利用も可能とのこと。また「中心部で長期的な蓄熱を行い、表面では短期的な繰り返し利用を行う」といった液体ベースのエネルギー貯蔵システムにはない使い方もできる。Ylönen 氏は砂を蓄熱に利用するシステムについて、「このイノベーションはスマートでグリーンなエネルギー転換の一環です。蓄熱は、断続的に発電する再生可能エネルギーを電力網に組み込むのに大きく貢献するとともに、廃熱を都市の暖房に利用できるレベルまで高めることにもつながります。これは、燃焼を伴わない熱生産に向かう上で理にかなったステップです」と話した。

☆デンマークは「岩石」の蓄熱を活用 断熱が施された巨大なスチールタンクの中に、摂氏 600 度に熱された豆粒大の石が大量に詰め込まれている。これは新しく革新的なプロジェクトの主役で、「グリッドスケール (GridScale)」と呼ばれ、太陽光や風力によってつくられた電力を、安価で効率的な手法となる可能性を秘めている。

この技術は、簡単に言うと、豆粒大に砕かれた玄武岩を、冷熱 1 セット以上の断熱スチールタンクの中で加熱・冷却するものだ。充電は、コンプレッサーとタービンのシステムを通して、ヒートポンプサイクルで行われる。風力または太陽光発電の余剰電力がある場合、冷たい石で満たされた 1 つまたは複数の蓄電タンクから、熱い石で満たされた同数の蓄電タンクに熱エネルギーが送られるかたちになる。実際、ホットタンクの石は最大で摂氏 600 度に達する。石は熱を何日も蓄えることができるため、必要な蓄電時間に応じて、石を入れたタンクのセット数を変えればいい。再び電力需要が発生すると、プロセスが逆転して放電が行われる (放電は、ガスタービンに似たブレイトンサイクルと呼ばれるシステムで行われる)。ホットタンクの石は冷たくなり、コールドタンクの石は熱くなる。このシステムは、安価な蓄熱材と、以前から使われてきた充放電技術をベースにしている。開発責任者オーレ・アルム氏は、「玄武岩は、安価でサステナブルな物質です。小さなスペースに大量のエネルギーを蓄えることができ、蓄電設備で発生する、数え切れないほどの充放電に耐えることができます」と語る。

『日本の動きや対策は』

これからの蓄電池に関しては次のことが大切です。

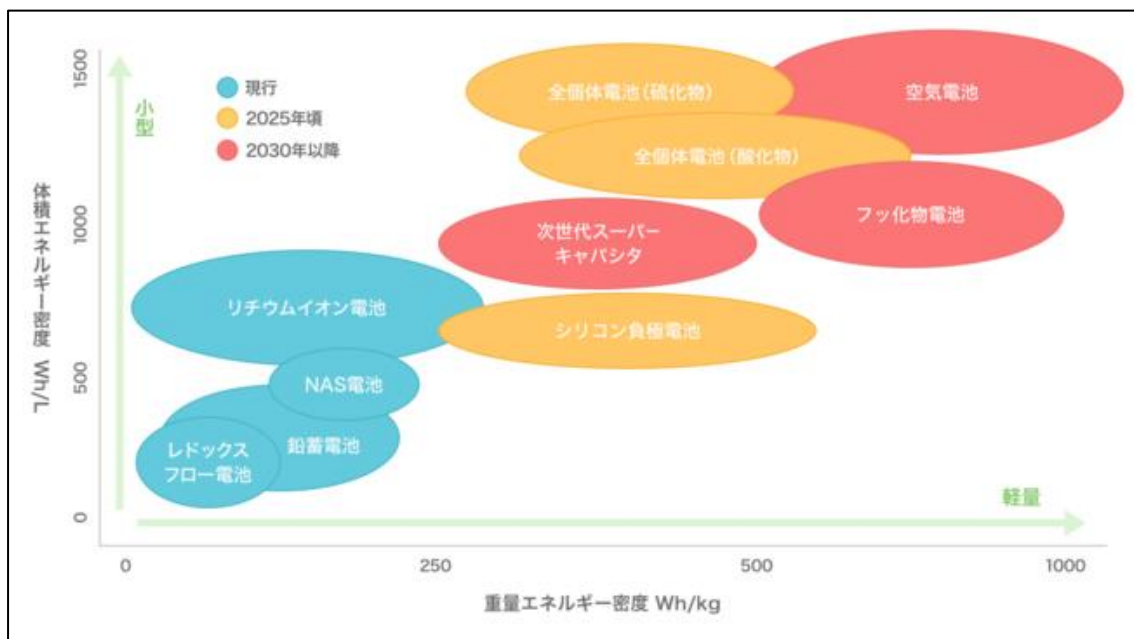
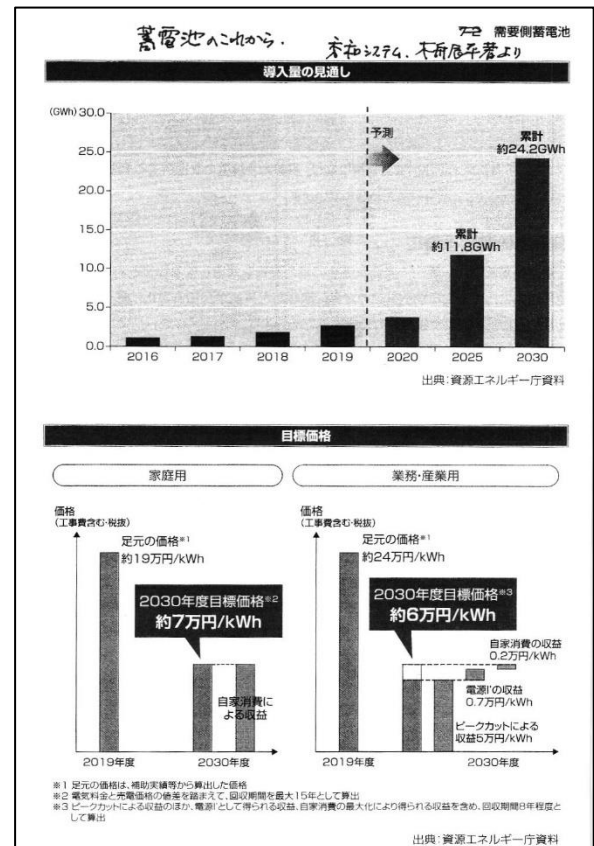
1. **小型化** 蓄電池内部の電池部品や周辺部品を小型化することで、設置場所の選択肢を増やす。
2. **大容量化** 蓄電容量が多いほど停電時の備えがしやすくなり、長期の停電にも耐えられるようにする。
3. **低価格化** リチウムイオン電池の市場価格は、直近の 10 年ほどで約半分まで低下した。ところが、今後は原材料の高沸により商品価格が上がる予想なので対策が必要。
4. **多機能化** 専用の操作パネルやスマホアプリで蓄電残量を確認したり、関連するさまざまな便利な機能が必要。

☆電池関連企業の状況 2030 年までに日本の企業（電池サプライチェーン協議会・約 100 社）が蓄電池の安定調達に必要な製造能力を確保するには総額約 15 兆円の投資が必要と試算しています。

☆経産省 2022 年 4 月「蓄電池産業戦略・中間取りまとめ」で、2030 年までに国内製造能力を 150 ギガワット時に拡大する必要があるとしています。また 2019 年に約 5 兆円だった蓄電池市場が 2030 年には約 40 兆円に成長すると予測もしています。しかし中国・韓国の技術が既に日本を上回り、さらにレアメタルの安定確保にも不安があるのが現実です。

☆導入量と価格 経産省は 2030 年時点の累計導入規模は 2019 年の約 10 倍、2400 万 KWH と見込み、価格も 2019 年度の 19 万円/KWH から家庭用で約 7 万円/KWH の目標を設定しました。

いずれにしても日本は、前記のフィンランドやデンマークの例にあるような「蓄熱・蓄電」システムも含めた全体像や戦略がまったく見えてこない状況なので、幅広く専門家や技術者の研究も求めた発展方向が必要です。



電力問題研究会テーマ14・その1、2022年11月・電力労働運動近畿センター内