

■ウインドウズ オブ Wind (風の窓)

大容量新型ニッケル水素蓄電池 “ギガセル”[®]

—風力発電など自然エネルギー利用拡大への適用を目指して—

川崎重工業株式会社 技術開発本部プロジェクト部 石川 勝也

078-921-1972 ishikawa_katsuya@khi.co.jp

はじめに

京都議定書の約束期間の開始、燃料価格の大幅な高騰などから、CO₂ 排出量の削減、省エネの推進に対する要請が地球規模で強まっている。しかしわが国における風力発電、太陽光発電などの自然エネルギー、再生可能エネルギーの利用拡大や、熱を含むエネルギーの効率的運用を目指したマイクログリッド等の分散型発電システムの導入拡大には、自然エネルギーにおいては発電出力の変動を平滑化し、大規模な系統連系を可能とすること、マイクログリッドにおいては電力需給アンバランスの解消、非常時給電への対応などが重要な鍵となっている。

大容量の二次電池は、これらの問題を解決する有望な方策と考えられる。図1に「脱温暖化」に向けての様々な形態の蓄電池の応用を示す。

いずれの分野でも、すでに各種の蓄電池や蓄電デバイスの適用が進められているが、ハイブリッド自動車のようにすでに大規模な普及が進んでいるものを除き、電池の性能や価格、その他の制約から実用レベルに至っていないものも多い。特に、出力特性に優れかつ大容量な蓄電池として十分な実績を有するものは限ら

れているが現状である。

当社は、このような用途に最適な大容量ニッケル水素電池・ギガセルの開発に取り組んでいる。ギガセルは、連続的に 2CA 以上の高速充放電が可能であり、サイクル寿命も長いため、風力発電出力の平滑化は無論のこと、太陽光発電電力の有効活用、マイクログリッドシステムにおける電力需給の安定化、さらには路面電車 (LRV: Light Rail Transit) など大型移動体の動力、鉄道事業における架線電圧安定化などに向けてのシステム開発と実証試験を進めている。

ギガセルの概要

図2、3に定置用および移動体用ギガセルの概観、図4に定置用ギガセルの構造を示す。

電池活物質は通常のニッケル水素乾電池と同様、正極は水酸化ニッケル、負極は水素貯蔵合金が主成分であり、ギガセルではそれぞれを薄板状電極に成形し、プリーツ状に折り込んだセパレータに挟み込んで電池容器 (セル) に挿入している。また、複数のセルを1枚の隔壁を介して直列積層してスタックを構成する、いわゆるバイポーラ構造を採用している。標準的な

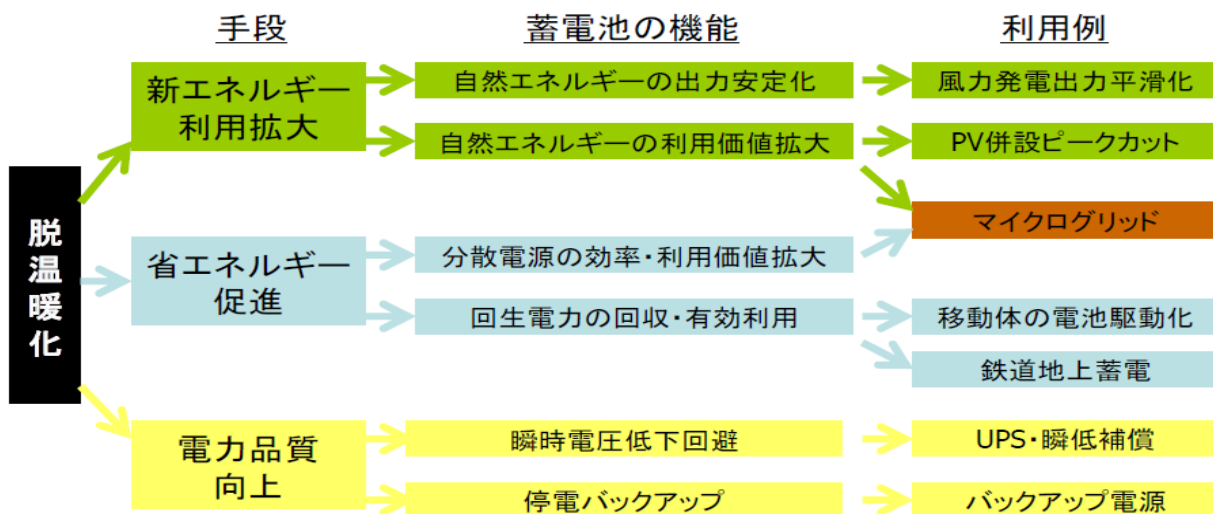


図1 脱温暖化に向けた蓄電池の応用



図2 定置用ギガセル



図3 移動体用ギガセル

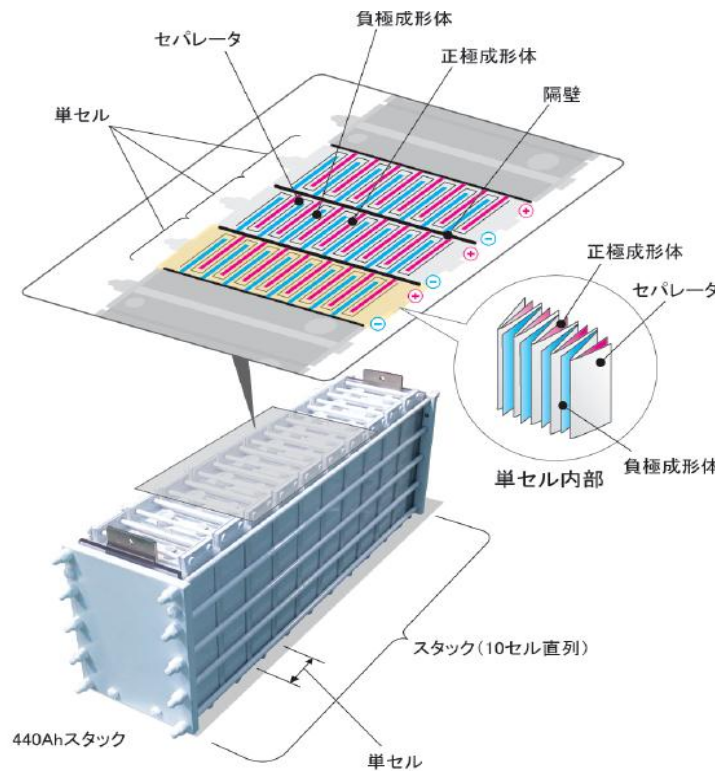


図4 定置用ギガセルの構造

スタックのセル積層数は、定置用ギガセルでは 10 セル、移動体用ギガセルでは 30 セルである。

このような構造の採用により、ギガセルは以下の特徴を有している。

- ①大容量化・高電圧化が容易： 一つのセルに収納する電極の枚数やセルの積層数を増やすことにより、セルおよびスタックを用途に応じて大容量化・高電圧化することが可能である（多数の電池を直・並列接続する必要がない）。
- ②高出力： ニッケル水素電池特有の高率充放電、完全充放電が可能であり、大容量化・高電圧化してもその特性が失われない。
- ③高い蓄電効率： 内部抵抗が低いことに加え、補機動力が不要であり、電力エネルギーの貯蔵効率が低い。
- ④容易・安全な運用性： 電池の加温や危険物の取り扱いが不要で、かつ構成材料が難燃性であるため、瞬時に起動が可能であり、設置、取り扱い上の制約が少ない。
- ⑤環境に優しい： 構成物質は環境に優しく、鉛、水銀、カドミウムなどの有害金属を一切用いていない。
- ⑥リサイクルが容易： 電池構造がシンプルであり、接合部に溶接を用いていないため、使用後の電極材の分別回収やリサイクル利用が可能である。

風力発電出力平滑化試験

今後の風力発電の導入拡大に伴い、系統連系量の制約となるのは、風力発電の出力変動に伴う電圧・周波数変動と、特に夜間の調整能力、いわゆる下げ代不足である。いずれも蓄電池による発電出力の安定化が対策として有効であるが、ギガセルの特性が発揮しやすいのは、変動抑制のための短周期平滑化と考えられる。すなわち、平滑化目標出力に対して風力発電出力が過剰である場合にはその電力を電池に充電し、逆に風力発電出力が不足する場合には電池から放電してこの不足分を補うものである。

電池の充放電量は次の手順で決められる。まず風力発電出力を平滑化した目標出力の設定を行う。平滑化は通常一次遅れなどの手法を用いるが、電力系統（もしくは負荷）側の要求する平滑化の程度に基づきその時定数を決定する。時定数が小さいほど平滑化は不十分となるが、平滑値と風力発電出力との乖離が小さくなる分、少ない電池容量ですむことになる。逆に時定数が大きいほどより進んだ平滑化が行われるが、必要電池容量が大きくなり、コストがかさむことになる。このため、電力系統側の要請を満たせる範囲内で可能な限り小さな時定数を選び、コストを抑えるような選択がなされることになる。

実際の電池容量の決定にあたっては、これ以外に電池の内部抵抗による発熱や電池固有の特性としての放電深度と充放電能力・劣化の関係なども考慮しなければ、充放電量が期待量を下回ったり電池寿命が短くなるなどの問題が生じる。

ギガセルは急速充放電特性に優れ、充電深度も深く取れるため、短周期平滑化では他の二次電池よりも実際の設置容量が少なくできることが期待される。

これらを実証するため、現在秋田県の(株)ウインパワー殿西目風力発電所において、短周期平滑化の実証試験を実施中である。図5に実証試験設備を、図6には出力平滑化データの一例を示す。

ギガセルによる風力発電出力平滑化を商用レベルで実現するためには、



図5 風力発電出力平滑化 実証試験設備 (西目風力発電所)

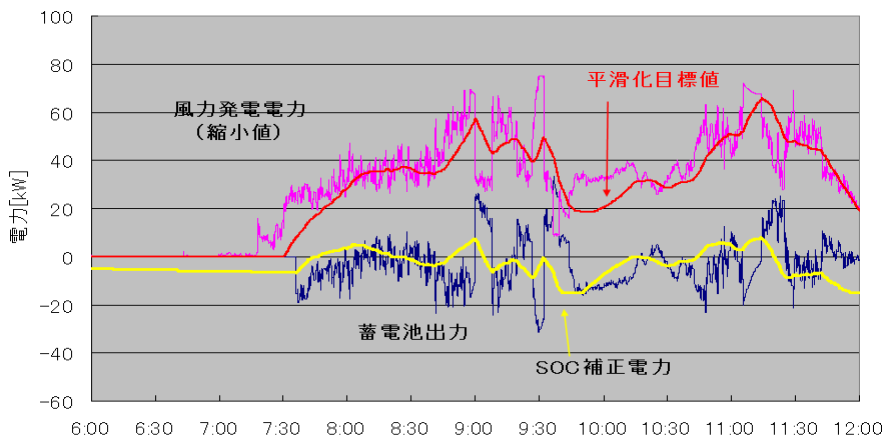


図6 風力発電出力平滑化 試験結果例 (西目風力発電所)

①蓄電池の性能・耐久性のさらなる改良、コストダウンと実運用での検証

②蓄電池制御の基礎となる、蓄電池のSOC (State of Charge : 充電残量) の高精度検知技術の確立

③蓄電池の性能を最大限に発揮する効率的な充放電制御技術の確立

などが必要であり、当社では新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の次世代蓄電システム実用化戦略技術開発「系統連系円滑化蓄電システム技術開発」プロジェクトの委託も受け、さらに開発を進めている。

その他の用途開発状況

1) 太陽光発電への適用

太陽光発電は、国の積極的な補助政策にも支えられて導入が拡大しているが、その出力は日射条件・気象条件に左右され不安定である。特に需要のピークに合わせて確実に出力することができないため、契約電力低減 (ピークカット) が困難である。この問題を解決するため、当社は太陽電池にギガセルを併設したピークカット機能付 PV システムを開発し、2006年に学校法人八千代松陰学園殿 (千葉県八千代市) に太陽電池モジュール 100kW / ギガセル 148kWh のシステムを納入した。

図7に同設備のギガセル外観を示す。

本システムでは、ギガセルは充放電コントローラ経由で太陽光発電システムのパワーコンディショナーへ接続され、内部の直流回路で太陽電池モジュールと直接接続される。パワーコンディショナーの交流側は学園電源系統に連系され、学園全体の受電電力の状態をモニタして、ピークカット運転を実施する。ピークカット

運転中は、太陽光発電電力の不足分をギガセルが放電して補助するため、日射量が不足する状態でも一定量の出力が確保でき、確実なピークカットを行うことができる。

図8にこのシステムの運用データの一例を示す。9時から14時頃にかけて、太陽光発電電力によって受電電力量が抑えられ、特に12時前後のピーク時には、ギガセルのアシスト放電が有効に機能していることが示されている。



図7 八千代松陰学園殿向けギガセル

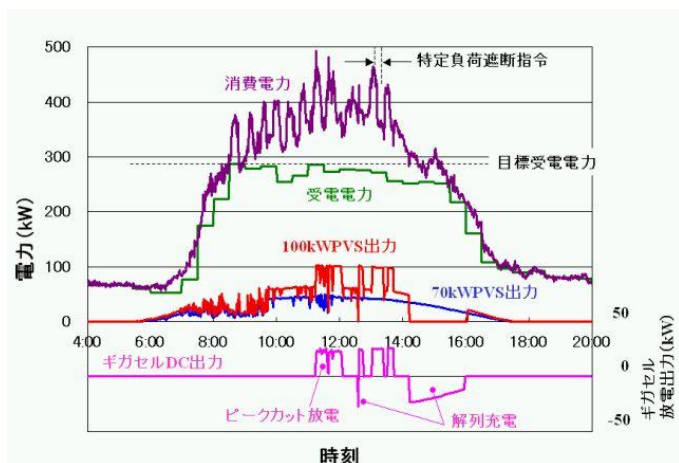


図8 八千代松陰学園殿 運用データ例

2) マイクログリッドへの適用

エネルギー利用効率の向上、自然エネルギーの利用拡大と同時に、電力供給の安定性、高品質化という相反する要求を満たす電力供給形態として、マイクログリッドが注目されている。マイクログリッドにおいては、各種分散電源の発電出力の変動と需要側の変動を、系統受電量に影響を与えないよう制御することと、電力系統停電時にはマイクログリッド単独で自立運用できることが求められる。このためには各分散電源を協調制御し、それぞれの特性に合わせて電力需要と供給の差を吸収することが必要であり、それには高性能な蓄電技術が不可欠である。

ギガセルは、

- ・大電流の入出力が可能であり、応答が速い
- ・エネルギーロスが小さい
- ・長期安定稼動が可能

というマイクログリッド用蓄電池に求められる特性を満たしており、現在ユーザーと協力して実証試験を進めている。

3) 鉄道事業や移動体動力への適用

移動体動力用としては、路面電車(Light Rail Vehicle: LRV)への適用開発を進めている。図9は当社が開発中の、架線レス走行を可能とした低床電池駆動 LRV・SWIMO である。



図9 電池駆動低床式 LRV・SWIMO

電池駆動化により、①新設、延伸時の架線設置が不要、②ブレーキ時に発生する回生電力が回収でき回生失効が防止できる、③ピーク時の変電所負荷が減る、④非常時の動力、空調、照明が確保できる、など様々なメリットが期待される。また変電所や駅舎にギガセルを設置し、直流送電のき電線に制御装置等を経ずに直結することによって②、③、④の効果を実現する、鉄道システム用地上蓄電設備についても、実証試験等を終え事業化を進めている。

その他、将来的には更なる用途拡大を目指し、蓄電の普及を通じて省エネ、新エネ利用拡大、電力品質向上へ寄与したいと考えている。また、高性能蓄電池を生かして、自社製品の高度化、例えばより魅力的な次世代輸送機器の開発にもつなげて行く所存である。

謝辞

「系統連系円滑化蓄電システム技術開発」プロジェクトの委託元である新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 殿、風力発電出力平滑化およびマイクログリッドの実証試験にご協力いただいている富士電機システムズ株式会社殿、清水建設株式会社殿に、この場をお借りして謝意を表します。