

クリーン・高信頼性・再生可能な将来を目指した電力グリッド向けエネルギー貯蔵装置の活用

Roger Lin

要 旨

世界の電力グリッドの総発電量に占める太陽光や風力などの再生可能エネルギーの比率は増加しており、変動性と間欠性を有するこの発電リソースを電力消費に合わせ、かつリアルタイムで制御・管理することはますます困難になっています。NEC エナジーソリューションズは、電力グリッドのための新技術としてエネルギー貯蔵技術を展開しています。この技術は、すべての需要家が求める信頼性と効率性を提供するとともに、再生可能なエネルギーシステムをより積極的に制御し、将来の電力グリッドをクリーンかつ持続可能にします。

KeyWords



エネルギー貯蔵／電力貯蔵／蓄電／ESS／リチウムイオン／再生可能エネルギー統合／太陽光 (PV)／風力／グリッド／信頼性／効率／GSS／グリッド蓄電ソリューション

1. はじめに

主要先進国だけでなく、農村地域または辺境地域を含む発展途上国においても、再生可能エネルギーによる電力は将来の発電を考えるうえで欠かすことができません。太陽光 (PV) や風力タービンによる電力はクリーンであり、従来の化石燃料による火力発電所のコスト効率と既に肩を並べるまでになっています。しかしながら、火力発電と同程度に制御できるまでには至っていません。従来の石

炭やガス火力による発電所では、燃料供給速度を増減させることで、グリッドのエネルギー消費に応じた出力の制御が可能です。しかし、太陽光や風力による発電所では、燃料源である日光や風のコントロールは行えません。したがって、石炭や天然ガスなどを使用した制御可能な火力発電に対して再生可能エネルギーによる発電の比率が増えると、グリッドの信頼性を確保するために更に高度な制御を追加する必要があります。

2. 再生可能エネルギーが大量導入されたグリッドの信頼性を高めるエネルギー貯蔵装置

電力市場においては、一般的に電力の貯蔵はバリューチェーンの中核要素にはなりません。これは、他の多くのコモディティ市場と異なる点です。電力供給は、必ず電力需要と等しくなければなりません (図1)。もしそのバランスが崩れると、その時に生じ得る危険から設備や人間を保護するために、電力グリッド全体が自動的に停止し始めます。

従来、発電所は、照明や冷暖房空調設備といったグリッド上の変動性負荷によって起こる電力消費の変化に対応するため、要求に応じて出力を増減させることが可能です。しかし、発電所が化石燃料による発電から再生可能エネ

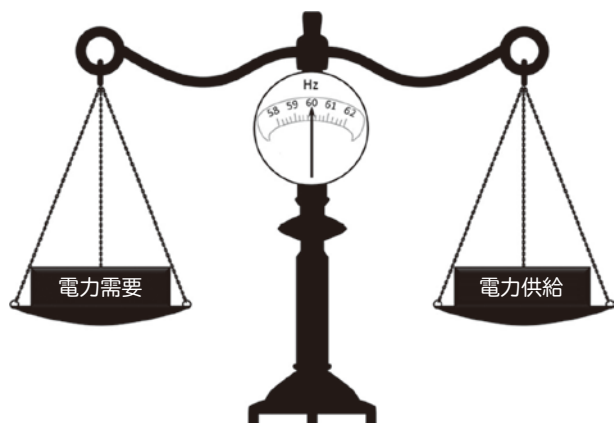


図1 電力の需給バランスイメージ

ギーによる発電にシフトするにつれて、制御可能な発電の比率は低下し、再生可能エネルギーによる発電が更に増えると、通常、電力の需給調整に責任を負うグリッドシステム管理機関においては、供給と需要のバランスを保つことが困難になります。こうした理由から、電力貯蔵は再生可能エネルギーが大量に導入されたグリッドにとって重要なツールとなり得るのです。

発電と負荷の両側が変動することにより、電力の供給と需要のバランスが変化すると、変動を補正してバランスを回復するために、ネットワーク上の制御可能またはディスパッチ可能なリソースが導入されます。理想としては、非常に迅速で精密に応答できる発電所が、グリッドシステム管理機関にとってバランス制御を行うためのリソースとなります。グリッドシステム管理機関はこれらのリソースを組み合わせ、グリッド上で絶えず変動する負荷に合わせて出力の増減ができるよう、リソースのバランス調整を行います。

グリッドに接続した蓄電池をベースとする電力貯蔵システムという形態を採用したエネルギー貯蔵は、非常に迅速で精密な応答が可能であり、グリッドシステム管理機関がバランスを制御するために使用できる最も効果的なツールの1つです。

NEC エナジーソリューションズは、長年にわたって Grid Storage Solution (GSS) という、この種のエネルギー貯蔵システムを提供し、世界各地でその効果を実証してきました。米国の PJM (Pennsylvania – New Jersey – Maryland) エリアでは、2011 年以來リチウムイオン電池を使用した 32MW GSS が「周波数調整」と呼ばれるサービスを提供しています (写真 1)。

周波数調整とは、グリッドシステム管理機関である PJM

が発電量と負荷の一致を保証するためのリソースとして備える必要がある、バランス制御サービスの名称です。このサービスは、オープンで組織化された市場構造により、どのようなリソースでも提供可能であり、市場では適格な提供業者が価格と性能の両面で競争を繰り広げています。

2012 年に、「FERC Order 755」と呼ばれる規制の変更に伴い、周波数調整市場の全面的見直しが行われて以来、NEC エナジーソリューションズの GSS は PJM に対して、より高速・精密な周波数調整サービスを提供しており、その結果、サービスからの収入も増加しています。

PJM が対象地域内で NEC エナジーソリューションズの GSS をはじめとするリソースの設置費用を増大させたにも関わらず、周波数調整サービスのための調達コストを実際に削減できたのは、より高速・正確なリソースによってリソースプールを拡大したことによるものです。

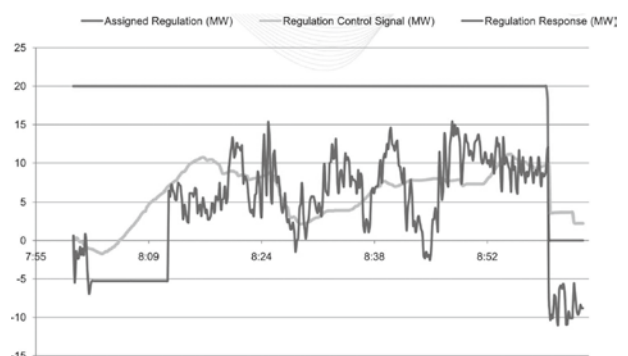
この結果 PJM は、これまでと同じグリッドバランス調節という業務を遂行しても電力出力のより精密な制御が可能になり、周波数調整の調達総量を以前より削減できるようになったのです。

例えば、石炭火力発電でも PJM に周波数調整サービスを提供できますが、高性能なサービスは提供できません (図 2)¹⁾。ガス火力複合サイクル発電もサービス提供は可能であり、性能はより優れています (図 3)¹⁾。しかし、エネルギー貯蔵装置なら、ほとんど完璧なサービスが提供できます (図 4)。

リソースプールが低性能装置からエネルギー貯蔵装置のような高性能装置にシフトすることで、PJM はより少ないリソースでバランス制御サービスを提供できるようになりました。実際には、リソースによってはコストがかさむも

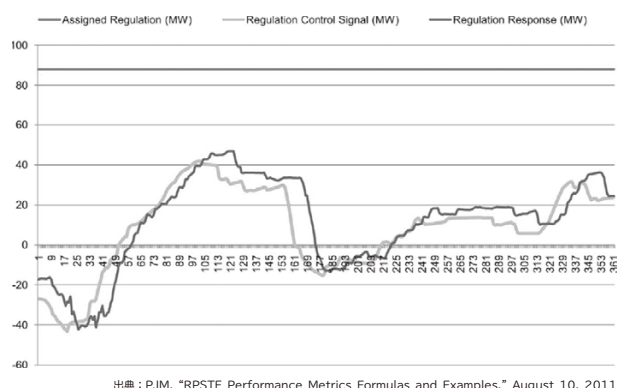


写真 1 PJM 周波数調整市場向け
32MW GSS (米国ウェストバージニア州)



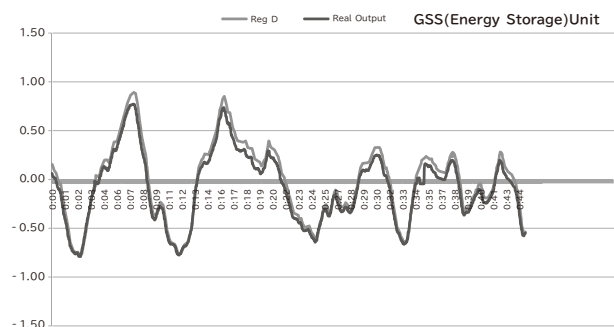
出典：PJM, "RPSTF Performance Metrics Formulas and Examples," August 10, 2011

図 2 石炭火力発電による指令応答例



出典：PJM, "RPSTF Performance Metrics Formulas and Examples," August 10, 2011

図3 ガス火力複合サイクル発電による指令応答例



出典：NECエネルギーソリューションズのGSSの実際の動作データ

図4 NECエネルギーソリューションズのGSSによる指令応答例

のもありますが、システムや電力消費者の総費用が増大しないのはこのためです。

また、グリッドにおいて風力や太陽光などのクリーンで持続可能である一方で、変動的・間欠的でもある再生可能エネルギーのリソースが普及すると、より高速・精密なバランス制御サービスのニーズが増えるものと考えられます。将来的にグリッドがこうした総発電ミックスの変化に備えるには、再生可能エネルギーによる発電の増大と、従来の制御可能な火力発電の減少という状況に対して、グリッドのバランス制御を効果的に行えるよう、より柔軟で高性能なリソースプールを開発することが、PJMのようなグリッドシステム管理機関にとって重要になっています。

PJMをはじめとする世界のあらゆるグリッドにとって、制御可能な電源がますます変動性で制御可能性の低い電源に置き換わっていくことは、現実のものとなるでしょう。

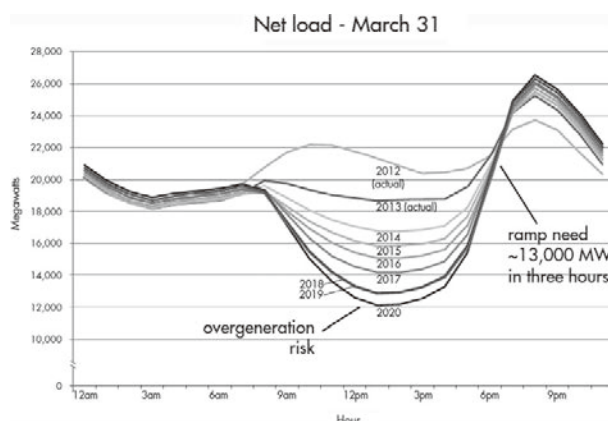
エネルギー貯蔵は、これら将来のグリッドを補助するための最も重要なサービスの提供を可能にします。

3. より効率的な再生可能エネルギーによる電力

多くを太陽光や風力によって得られる電力に依拠したグリッドは、制御が困難なだけでなく、必要な電力を必要に応じて常時正確に発電することができません。こうした制約は、再生可能エネルギーリソースの出力を制限することがあります。

太陽光による発電の増加が、いかに日中には過発電を引き起こし、日没後には残ったすべての非太陽光発電リソースが3時間以上にわたり出力を急速に増やさなくてはならないかを示した、カリフォルニア独立電力管理機構（CAISO）の研究によっても、これは証明されています（図5）^{2）}。日中は経済的に最小限で運用するか停止し、夕刻には数時間にわたって出力を急速に増やさなくてはならないという発電所運用の実現は、発電機にとっては困難です。

こうした状況下では、石炭や天然ガス火力発電機を使用した従来の発電所の場合、常時同水準の出力で運転する場合と比べ、より速く劣化するだけでなく、急速な出力上昇によりCO₂排出量も増加します。費用と排気の増大は、無料の燃料（太陽光と風）という長所を生かして環境負荷低下と電力コスト低減の両方を目指すという、風力や太陽光などの再生可能エネルギーによる発電設備を設置することの主要な動機そのものに根本的に反しています。



出典：California ISO: Flexible Resources to Help Renewables - Fast Facts, 2013.10

図5 米国カリフォルニア州の実質電力需要の変化



写真2 風力発電の出力安定化用 11MW/4.4MWh GSS (米国ハワイ州)

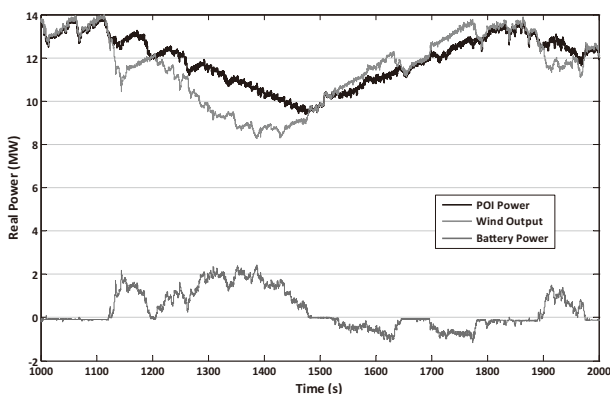


図6 11MW/4.4MWh GSSによる風力発電の出力安定化の様子

しかし、今日の電力グリッドの信頼性と効率性を維持しながらこうした構想を達成するには、発電所を最適化されていない状況で稼働させなくてはなりません。

従来の火力発電とは異なり、蓄電池ベースの電力貯蔵システムは出力の変化への適応が容易であり、再生可能エネルギーによる発電をグリッドに導入するために必要な柔軟性を提供します。例えば、電力貯蔵システムは日中にはゼロ運転が可能だけでなく、蓄電池を充電することで過剰発電の全リスクを吸収することができ、夕刻には放電を行うことで出力を増大します。

NEC エナジーソリューションズのGSSは、摩耗率低下だけでなく、排気そして燃料消費も増やすことなく、ゼロから100%までを250ms未満という急速な出力上昇が可能です。また、より再生可能エネルギーが導入されたグリッドにはより高い信頼性と効率性を提供することができます。

例えば、NEC エナジーソリューションズは、米国ハワイ州マウイ島のウィンドファーム（風力発電地帯）と連動して、11MWのGSSを展開しています（写真2）。このGSSはウィンドファームの出力を安定させ、風が急速に停止した場合には出力を増大、風速が急速に上昇した場合には出力の吸収を行います（図6）。このエネルギー貯蔵装置により、グリッドシステム管理機関及びマウイ電力会社はグリッドをより効果的に管理することが可能です。

4. むすび

グリッドにおけるエネルギー貯蔵にはさまざまな方法がありますが、本稿では、それらの一部を紹介しました。本稿で取り上げた方法は、いずれもグリッドシステムを管理する機関にとって、より優れた電力管理・制御を可能にするものです。

NEC エナジーソリューションズは、GSSにより、世界の多くのプロジェクトに取り組んできました。これらのGSSは、100kW未満から100MWを超える電力グリッド規模でも展開可能で、グリッドシステム管理機関が必要に応じ出力を制御することで、グリッドの安定化とその信頼性、効率性の向上を支援します。

GSS方式のエネルギー貯蔵は、送電系統、配電系統、更には「Behind the meter」と呼ばれる現場において、実証プロジェクトやパイロットプロジェクト、概念実証目的などのレベルではなく、365日24時間の商業収益サービスの現場で展開されており、今日の電力の信頼性に真に大きな効果を発揮しています。

電力グリッドが化石燃料発電から、風力や太陽光などを使用したより再生可能・持続可能なエネルギー源へと変化するのに従い、この種の発電が持つ変動性にも適応する準備が必要になります。エネルギー貯蔵は未来のグリッドの重要な部分を構成し、信頼性と効率性のみでなく環境適合性にも改善をもたらすことで、社会に対してより持続可能でクリーンな電力を供給します。

参考文献

- 1) PJM: RPSTF Performance Metrics Implementation using Formulas and Examples, 2011.8
- 2) California ISO: Flexible Resources to Help Renewables - Fast Facts, 2013.10
https://www.caiso.com/Documents/FlexibleResourcesHelpRenewables_FastFacts.pdf

執筆者プロフィール

Roger Lin

NEC Energy Solutions
Director of Product Marketing

関連URL

Energy Storage for the Electric Grid

www.neces.com/solutions/for-the-grid/

NEC 技報のご案内

NEC 技報の論文をご覧くださいありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.68 No.2 ICTが拓くスマートエネルギーソリューション特集

～ICTとエネルギーの融合を目指して～

ICTが拓くスマートエネルギーソリューション特集によせて
NECの目指すスマートエネルギービジョン

◇ 特集論文

一般需要家様向けソリューション

データ活用で進化するNECのクラウド型HEMSソリューション
自律適応制御を用いたHEMSデータ活用ソリューション
クラウド型EV・PHV充電インフラサービス
“電気をためて、賢く使う”を実現する小型蓄電システム
軽量で長寿命を誇る通信機器用リチウムイオン二次電池パックの開発

企業様向けソリューション

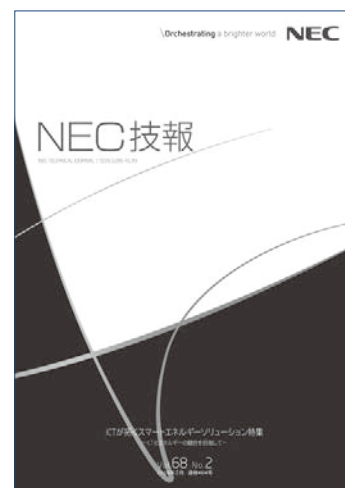
大林組技術研究所に導入したスマート化システムとNEC玉川事業場9号館への展開
データセンターの空調電力を削減する冷却技術
玉川スマートエネルギー実証
携帯電話基地局のエネルギー使用を最適化するEMSソリューション

エネルギー事業者様向けソリューション

電力サプライヤーソリューションの中核を担う電力需給管理システムの開発
インバリアント解析技術(SIAT)を用いた発電所向け故障予兆監視ソリューション
Situational Intelligenceによるリソース最適化
分散蓄電池による電力需給調整ソリューション
クリーン・高信頼性・再生可能な将来を目指した電力グリッド向けエネルギー貯蔵装置の活用
電力の安定供給を支える系統安定化ソリューション ～イタリア ENEL 様向け系統用蓄電システム～
スマートメーター通信システム(AMI)における実績

技術開発・標準化

国連CEFACT標準のメソドロジー
OpenADR(自動デマンドレスポンス)とNECの取り組み
標準手順を用いた蓄電池遠隔制御の実証
1つのセンサーで複数機器の消費電力や利用状況を見える化する電力指紋分析技術
デジタルグリッドが実現するインバランス削減ソリューション
レジリエントなマイクログリッド管理ソリューション
高エネルギー密度リチウムイオン電池の安全性技術
NEC エナジーデバイスのLIB電極の特長と生産実績



Vol.68 No.2
(2016年2月)

特集TOP