

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

神巻 敏浩

要 旨

インドなどの新興国では携帯電話が急速に普及しており、そのネットワークを支える携帯電話の基地局も都市部だけではなく地方にまで数多く設置されています。基地局は24時間、間断なく運用することが求められており、電力事情の悪い地域では停電時にはディーゼル発電機を用いて電源を確保していますが、CO₂排出などの環境への悪影響、燃料費高騰による経済的負担が課題となっています。これに対し、既存の鉛蓄電池をリチウムイオン蓄電池に置き換えるとともに、サーバ・クライアント型のエネルギー管理システムで賢く制御することで、発電機の稼働を効率化して稼働時間を減少させ、焚き減らしを実現させます。



焚き減らし／CO₂削減／新興国／携帯電話基地局／エネルギー管理システム／停電予測

1. はじめに

人口12億5,000万人を超えるインドでは、昨今のインターネットの普及によって、都市部だけではなく農村部も含めて携帯電話が急速に普及しており、その普及数は世界第2位、契約数は8億6,000万以上（2013年）となっています。このネットワークを支える携帯電話基地局は44万局以上が設置されていますが、電力事情の良くないこの国で基地局を24時間稼働させるためには、停電時の電源確保用にディーゼル発電機（Diesel Generator：DG）が多用され、このため年間20億ℓもの軽油が消費されています。

NECは、リチウムイオン蓄電池（LIB）や太陽光電池（Photovoltaic：PV）、DGを、エネルギー管理システム（EMS）を用いて制御することで軽油の消費量の削減、及び排出されるCO₂の削減効果の検証を目的として、EMSソリューションについての実証実験を行っています。

2. 実証実験の背景

携帯電話基地局は、そのサービス提供のために24時間365日稼働している必要がありますが、例えばインド

においては、系統電力で賄われているのはそれが必要としている電力の33%程度に過ぎず、多くの局では停電時にDGを用いて発電し、年間20億ℓ以上のディーゼル燃料を消費し、1,100万t以上のCO₂を排出していると言われています。

インドでは携帯電話基地局は水平分業されているケースが多く、鉄塔会社が土地を借りて局舎や鉄塔を建設し、電源を確保して、携帯電話のキャリア会社に場所を提供しています。この場合、鉄塔会社はキャリア会社に局舎・鉄塔の提供料金とともに使用した電力の料金を請求しますが、昨今ではこの電力料金が月額固定制となる傾向にあり、使用するディーゼル燃料の高騰と相まって鉄塔会社の経営を圧迫する要因となっています。

現状の鉄塔会社によるキャリア会社への電力提供は、受電した系統電力を整流し、鉛蓄電池と組み合わせることで無瞬断の直流電力を供給しています。また停電に備えてDGを準備し、通常は停電が発生するとDGを起動して電力を確保していますが、なかにはある程度のDGの稼働時間の短縮を狙って、一定時間、鉛蓄電池の放電で給電している場合もあります。PVを設置している局もありますが、普及率は1%程度と言われています。

NECは、このシステムで鉛蓄電池の代わりにLIBを用

いることで、DGの燃料消費量やCO₂排出量を削減できるのではないかと考えました。鉛蓄電池はDOD (Depth of Discharge) を大きくして充放電を繰り返すと急速に劣化するため、その容量に対して効率がよくありません。それに比べてLIBは、0.05C程度の鉛蓄電池の充電電流に比較して数倍の急速充電が可能のため、DG稼働時間を短くできるとともに、もともと低負荷で非効率だったDG発電の負荷を上げて、使用条件を高効率に、すなわち使用燃料を大幅に削減できます。更に、100%近いDODを取ることもでき、鉛蓄電池に比べてエネルギー密度が大きいため基地局の電源部を小型、軽量化することが可能です。

更にはEMSでPVの発電予測や、停電時間の継続時間予測を行う、すなわちエネルギーシステムを導入することでDGの起動・停止をコントロールし、更なる焚き減らしが可能であると考えます。

以上の効果検証を目的に、NECは国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 補助事業として、「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業 携帯電話基地局エネルギーマネジメントシステム実証事業 (インド)」を実行、株式会社ピクセラが行う光触媒塗装を用いた熱線の高反射による屋内温度上昇抑圧による省エネルギーの実証とともに、新興国での鉄塔会社のエネルギー問題解決の可能性を実証します。

3. 実証実験の構成

携帯基地局の構成は一般的に写真1、図1のようになっています。携帯基地局にはシェルター内に機器を設置する屋内型 (写真1) と、防水キャビネットに収められた機器を用いる屋外型 (写真2) があります。図1は屋内型の局における実験機器の構成です。シェルター内はエアコンで温度調整されています。

従来、停電時にエアコンを用いる場合は、電源としてDGを起動する必要がありました。本実証ではDCからACを作り、停電時も蓄電池からの放電でエアコンを稼働させることができ、DG起動時間の更なる削減が期待できます。

なお、多くの局ではACからDCを作るRectifier (整流器) は既設であり、本来はこれの使用を検討しますが、細かな電圧制御をするためには整流器のコントローラと



写真1 携帯基地局（屋内型）

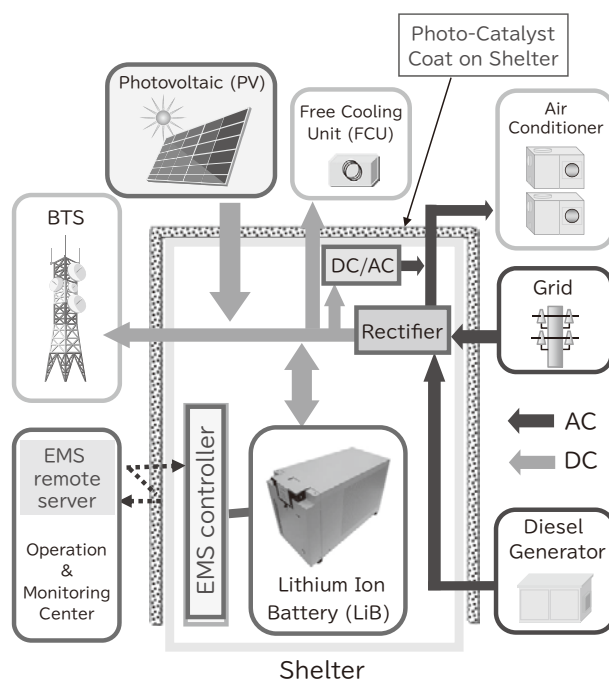


図1 実証機器の構成（屋内型）

接続する必要があり、実証実験としての実現は難しいため、今回は鉛蓄電池をLIBと置き換えるのにあわせて、この既設の整流器部分も置き換えを行っています。

既設設備としては、エアコン、DG、FCU (換気扇)、負荷となる基地局無線設備を用います。

新設としては、PV、ESS (Energy Storage System: バッテリーマネジメントユニットと組み合わせたLIB)、高機能整流器 (Integrated Power Management System: IPMS)、EMSです。EMSはクライアント・サー

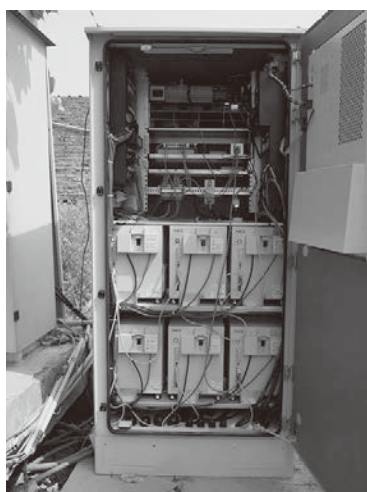


写真2 実証実験装置（屋外設置型、扉を開けた状態）

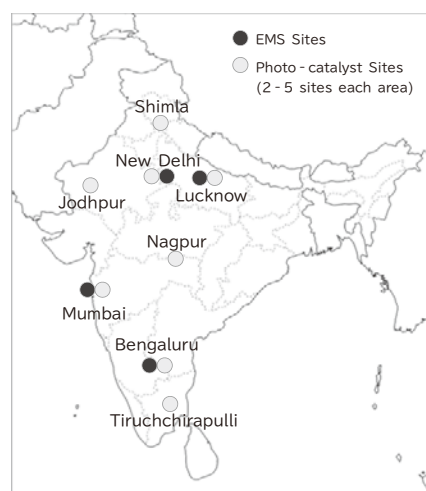


図3 実証実験実施場所

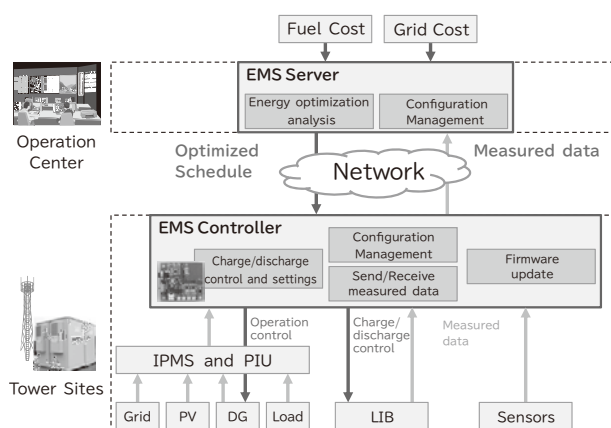


図2 EMSのクライアント・サーバ構成

バから構成されます（図2）。EMSコントローラは、IPMSのコントローラやESS、温度や燃料、日射量などの各種センサーとCAN（Controller Area Network）またはLANで通信をし、測定値などを収集してサーバに送信するとともに、サーバからダウンロードされた運転計画に合わせてDGの起動・停止、ESSの充電・放電などを制御します。

今回の実証実験では、インド全土の気象条件をもとに60の対象局を選択し、そのうち20をNECの実証実験に用いています（図3）。20の局は、主に系統電力の給電時間の長さから分類します。すなわち、系統電力の来っていない無電化（Off Grid）地域、1日平均3、6、9時間の給電があるPoor Grid地域、並びに1日平均16時間程度の給電があるAverage Grid地域と5つの地域から、

屋外局、屋内局を選択して10局の構成としています。

これを2社あるパートナー鉄塔会社それぞれから提供いただき、合計20局となります。

4. 実証実験の目的（技術）

LIBの特長は、鉛蓄電池に比べて大電流で急速に充電できること、及び、容量のほぼ100%近い充放電を行えることです。これにより、系統が来ている短い時間に大容量の充電ができ、充電した電力をほぼすべて放電できます。また、放電が終わっても停電が続く場合は、DGを起動して負荷に給電しながら同時にLIBにも充電しますが、その際、大電力で充電することでDGの発電効率を鉛蓄電池のときと比べて大幅に改善できることが見込まれます。

このように、鉛蓄電池をLIBに置き換えて、その充電電力を制御することで大きな焚き減らし効果が期待できますが、今回の実証にはそれに加えて、次のことを目標としています。

(1) PVの発電を予測してその電力を無駄なく使う

(2) 停電の終了時刻を予測して、DGを制御する

(2) は、仮に停電中にDGを起動する場合でも、やみくもにDGを稼働するのではなく、ある程度の充電量でDGを停止して再びLIBから放電させ、系統が復電するのを待つように制御します。もし、系統が復電したタイミングでLIBの電力を使い切ることができていれば、DGの電力を最も無駄なく使うことができると考えています。

更にEMSにおいて、PVの発電予測と、停電発生時刻・

停電継続時間の予測を行うことで、より燃料費の削減が期待できます。

5. 実証実験の目的（環境）

厳しい温度環境が電池に与える影響、温度上昇による充放電スケジュールへの影響を調査することは、当初から見込んでいました。しかし、実際に現地での設置工事を始めてみると、インドで基地局向けのエネルギー供給サービスをビジネスにするためには、ほかにもさまざまな問題があることが分かってきました。

例えば借りている土地の地主の権益、PVの邪魔であっても宗教上の理由で木を切ることができない、DGの自動運転にはほぼすべての局で修理が必要、系統電力の質が悪く欠相や機器故障が多い、などです。

実証実験では技術的な課題を解決し、EMSを用いることでより効率的に焚き減らしができることを実証するとともに、これらのオペレーション上の問題点も洗い出すことで、新興国でのエネルギー供給サービスをビジネスとするための課題の検討を行いたいと考えています。

6. むすび

本実証実験は、2012年5月の導入可能性調査、2013年7月の実施可能性調査、同10月にNEDOとの実証事業委託契約、そしてNEDOとインド関係省庁間のMOU（覚書）調印を経て実行に移されました。この実証実験は2017年3月まで、途中、EMSの機能改善、アルゴリズムの改善などを行いながら継続される予定です。

7. 謝辞

この実証実験は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務として行われているものであり、成果はその結果として得られたものです。

参考文献

- 1) The Economic Times
<http://economictimes.indiatimes.com/>

執筆者プロフィール

神巻 敏浩

スマートエネルギービジネスユニット
新事業推進室
マネージャー

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

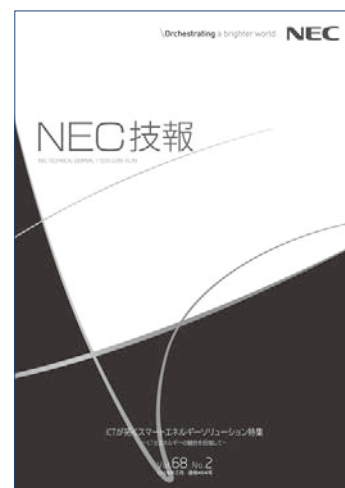
大林組技術研究所に導入したスマート化システムとNEC玉川事業場9号館への展開
データセンターの空調電力を削減する冷却技術
玉川スマートエネルギー実証
携帯電話基地局のエネルギー使用を最適化するEMSソリューション

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