

## グリーン基地局における電力制御手法に関する研究

中村, 祐喜

<https://hdl.handle.net/2324/4496076>

---

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (工学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名 : 中村 祐喜

論 文 名 : グリーン基地局における電力制御手法に関する研究

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

地球温暖化の原因とされる CO<sub>2</sub>をはじめとした温室効果ガスの排出をいかに削減していくかは、重要な社会課題になっており、ICT の発展に伴う電力使用量の増加に対しても省エネルギー化の要求が高まっている。NTT ドコモの場合、消費する電力の約 7 割は、全国の基地局で使用されているため、基地局電力消費による CO<sub>2</sub>排出削減のため、既存基地局にソーラーパネルや大容量蓄電池を導入した「グリーン基地局」の整備に注力しており、2019 年度末時点で 262 局の運用を行っている。ソーラーパネルで発電した電力は無線装置の給電に使われるとともに、余剰電力はリチウムイオン電池などに蓄えることで、有効に活用している。

一方、近年、激甚化する災害への対応強化や電力需給の安定化が求められる中で、無線通信用の電力バックアップ強化や電力需要のピーク削減などの重要性が増している。基地局では、電力系統の停電時に備えてバックアップ用の蓄電池が備わっている。この蓄電池を従来の鉛電池からリチウムイオン電池へ変更することによる強化も考えられている。さらに、電力需要のピーク削減については、蓄電池の利用がひとつの有効な手段と考えられる。電力需要の少ないときに蓄電しておき、電力需要が増大した時に蓄電してある電力を放電することで、電力系統への負荷を軽減でき、電力需要のピーク削減につながる。また、太陽光発電の導入も注目されており、太陽光発電は電力需要の高い日中の時間帯に発電できるため、電力需要のピーク削減にもつながる。

今後は基地局にも積極的に太陽光発電等の自然エネルギーを導入し、自然エネルギーと蓄電池を有効利用して電力需要のピーク削減や環境負荷低減に貢献できる「グリーン基地局」がますます必要になることが想定される。

図 1 に NTT ドコモのグリーン基地局のテストベッドの写真、図 2 にその装置の回路ブロックを示す。グリーン基地局は、図 2 に示すように、バックアップ電源としてサイクル動作のできるリチウムイオン電池を導入し、停電時のバックアップや通常時の充放電をできる構成にしている。充放電回路は充放電用の回路をそれぞれ備えており、瞬停停電の切替回路は、直流バスの電圧低下を検出する回路を備えており、停電時に瞬断なく蓄電池から供給する。さらに、再生可能エネルギーを利用するためにソーラーパネルを直流バスに並列に接続している。太陽光発電変換回路は MPPT(Maximum Power Point Tracking)機能を備えており、最大発電効率で発電させる。また、高効率な DC/DC(Direct Current-to-Direct Current)変換を用いており、変換後の出力電圧を整流器やリチウムイオン電池の電圧より高く設定することで、通信装置へ太陽光発電の電力を優先して供給する。グリーン基地局はこれらリチウムイオン電池とソーラーパネルに加えて、既存の整流器(商用電力)の 3 つの電源と充放電制御を行う電源制御部(xEMS)を備えることで、自然エネルギーの有効活用や電力需要のピーク時への対応を実現している。

第 1 章では、グリーン基地局の概要と実際の基地局における導入事例や応用例について説明する。

さらに本研究である、グリーン基地局の電力制御研究の目的である、基地局の「環境貢献」、「災害対策」、「省エネルギー」の必要性について言及するとともに、本論文の構成について述べる。

第 2 章では、「環境貢献」に向けて、グリーン基地局のソーラーパネルの発電電力を無駄なく利用して、自家発電率を高めることができるパワーシフト手法を提案する。その結果、ソーラーパネルの余剰電力の発生を考慮した余剰充電制御による発電電力の活用法を提案し、フィールド実験において従来に比べて 1.48 倍の自家発電率の向上を確認したことについて述べる。

第 3 章では、「環境貢献」と「災害対策」の両立に向けて検討する。第 2 章で提案した手法では、非常時のバックアップ容量と通常時の充放電容量の比率を固定しているため、天候により発電不足や発電余剰状態が発生することが課題であった。さらに、災害対策の観点から、停電など非常時の電源確保のためなるべく SOC(State of Charge)(%)を高く保つ方が望ましい。一方、余剰電力を損失することなく蓄電するためには、あらかじめ SOC を十分低く保つことが必要となり、そのため環境貢献と災害対策が両立できない課題があった。これを解決するため、天気予報に連動した蓄電池の充放電制御に関する最適化手法を提案する。その中で、ソーラーパネルの発電予測に基づくリチウムイオン電池制御を提案し、実証試験によって、天候別に問題なく動作し、従来に比べて 1.29 倍の自家発電率の向上を確認した。また、停電時にもソーラーパネルとの連携動作により、従来に比べて約 1.34 倍の自立運転時間を確認したことについて説明する。

第 4 章では、「省エネルギー」に向けて、電力需要のピーク削減に貢献する受電電力の平準化制御法を提案する。本制御法ではスマートメータの瞬時電力値を活用して蓄電池のフィードバック制御を行うことで、受電電力の平準化をめざしており、グリーン基地局試験局において実証試験を行った結果、提案手法により一日のデマンド値の変動幅を最大約 17%まで抑制できることを明らかにして、契約電力を抑えることによる電気料金削減に有効な手段であることを示す。

第 5 章では、グリーン基地局の導入拡大に向けて、整流器の出力電圧の制御による蓄電池のピークカット制御を提案する。提案手法およびシステムにより、複雑な制御装置を必要とせず既存の設備を有効利用した安価なシステム構成で、ピークカット制御により最大電流を抑制した試験結果について示して、契約電力を抑えることで電気料金削減に有効な手法であることを明らかにする。

第 6 章では、本研究の総括と今後の展望について述べる。今後の展望では、更なる「環境貢献」、「災害対策」、「省エネルギー」の達成に向けて、グリーン基地局群を活用した電力融通やデマンドレスポンスに関する検討状況を取り巻く法制度や外部環境を踏まえて説明するとともに、電気自動車との連携に関する展望を述べる。

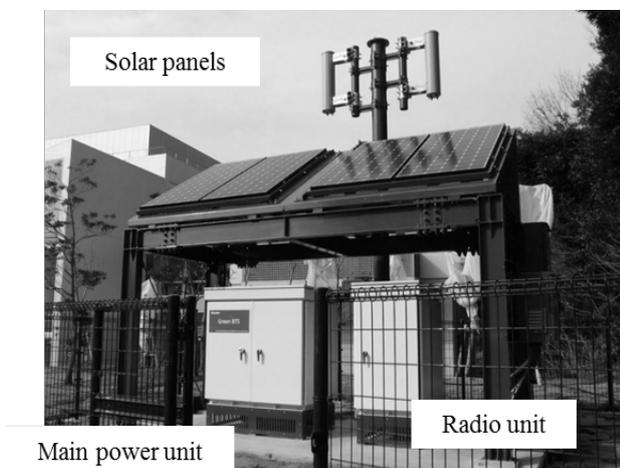


図 1. グリーン基地局テストベッド

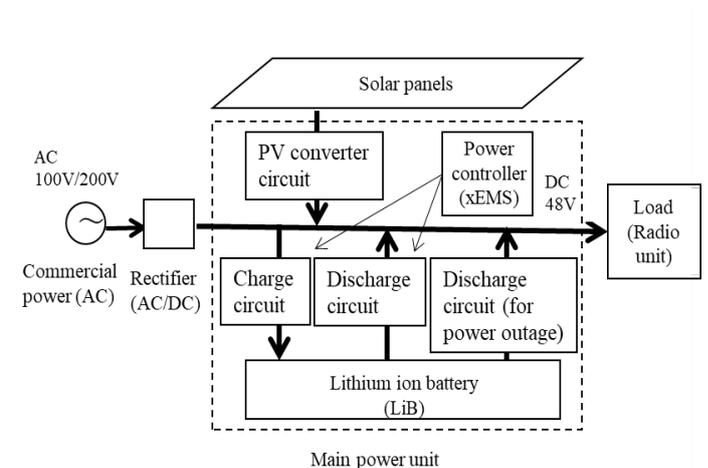


図 2. グリーン基地局のブロック図