

スマートシティに取り組む電力会社の役割と課題

石川 文雄（中国電力（株）エネルギー総合研究所）

Role and challenges of electric power company on smart city

Fumio Ishikawa (The Chugoku Electric Power CO.,INC. Energia Economic & Technical Research Institute)

1. はじめに

近年、低炭素社会、循環型社会といった持続的発展が可能な社会の構築が求められており、エネルギーを効率的に利用し、省資源化を図った環境配慮型の街づくりであるスマートシティに向けた取り組みが国内外で実施されている。当社においても、持続的発展が可能な社会の実現に貢献するために様々な取り組みを行っている。

本稿では、当社におけるスマートシティ/スマートグリッドに関連した研究開発について紹介する。

2. スマートグリッドに関する取り組み

スマートグリッドに関しては、国や企業によって様々な捉え方がなされているが、経済産業省の次世代エネルギー・社会システム協議会の中間とりまとめにおいては、我が国が目指す日本型スマートグリッドとして、「再生可能エネルギーの大量導入下においても、現在の電力システムの安定的な供給、品質の確保を維持できるようなより強靱なシステム」とまとめられている。

<2・1> 太陽光発電等大量導入に伴う電力系統上の課題

天気の変化等によって出力が大きく変動する太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーが大量に導入された場合の電力系統上の課題や対策について、経済産業省の次世代送配電ネットワーク研究会において表 1 のようにまとめられ、課題解決に向けて様々な実証事業が実施されている。

2・2 太陽光発電出力データ収集実証事業（分散型新エネルギー大量導入促進系統安定対策事業）

本実証事業は電力 10 社が共同で取り組んでいるものであり、太陽光発電の大量導入による電力系統への影響を見極めるため、全国 321 箇所に日射量計・気温計等を設置し、データ収集を行っている（そのうち 116 箇所では太陽光発電出力データも収集）。これらのデータを用いて、太陽光発電の出力変動量や広域的視点で見た出力の平滑化効果を分析し、電力系統に与える影響を評価する。

中国地域の日射量計等の設置とデータ収集については、当社エネルギー総合研究所が実施している（図 1、図 2）。当社担当区域内の 29 箇所に日射量計・気温計およびデータ

表 1 太陽光発電等の大量導入に伴う課題と対策

課題	対策と技術課題等
余剰電力の発生	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電の出力抑制 電力系統における蓄電池の設置
出力の急激な変動に伴う周波数調整力の不足	<ul style="list-style-type: none"> 揚水発電（可変速を含む）の新増設 新規電力需要の創出 電力系統に設置する蓄電池と火力・水力発電との協調制御
配電系統における電圧上昇等	<ul style="list-style-type: none"> 柱上変圧器の分割設置や電圧調整装置等の設置
単独運転と不要解列	<ul style="list-style-type: none"> 単独運転防止機能や不要解列防止機能を具備した太陽光発電システムの導入

ロガーを設置し、計測データを 1 秒毎に記録する。そのうち 6 箇所では既設の太陽光発電設備の出力(AC 端)も計測・記録する。記録データは 1 分毎に通信回線を介して当研究所（東広島市）に設置したデータサーバに蓄積する。計測データは各種の分析に使用するため正確な時刻付きで記録することとしており、データサーバには電波時計を付設して定期的に時刻合わせを、また各計測箇所のデータロガーも通信回線を介して時刻合わせを行っている。

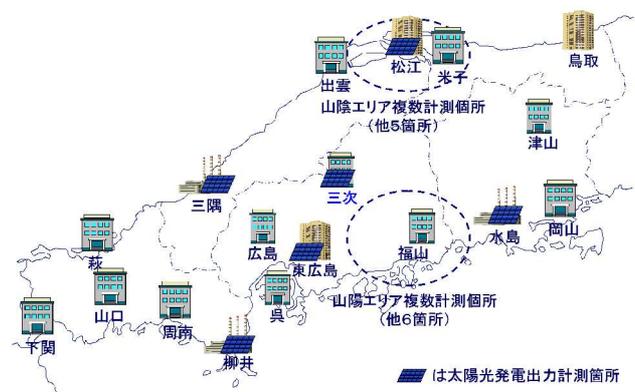


図 1 中国地域における日射量等の計測箇所



図 2 計測システムの概要

2・3 その他の全国大の実証事業

前記のほか、以下の全国大の実証事業に大学やメーカー、他電力会社等と共同で取り組んでいる。

(1) 次世代送配電系統最適制御技術実証事業

太陽光発電等の再生可能エネルギーの大量導入目標と系統安定化を両立するために、需要家内機器の最適制御方式、配電系統の系統電圧制御方式等の開発・実証を行う。

- 配電系統の電圧変動抑制技術の開発
- 次世代変換器技術を応用した低損失・低コストの機器開発
- 系統状況に応じた需要側機器の制御技術の開発
- 系統全体での需給計画・制御、通信インフラの検討

(2) 太陽光発電出力予測技術開発実証事業

太陽光出力データ収集実証事業による太陽光発電の出力データや気象情報等を活用し、太陽光発電の出力把握や出力予測手法の開発を行う。

- 太陽光発電出力の把握手法の開発
- 太陽光発電の出力予測手法の開発

(3) 次世代型双方向通信出力制御実証事業

太陽光発電の設置者等の機会損失（余剰電力発生時の出力抑制等）をできるだけ少なくするために、通信手段によりきめ細かな出力制御機能が可能な PCS の開発や蓄電池システムの効率的な制御を行うための技術開発・実証を行う。

- 通信手段による出力抑制機能を有する太陽光発電 PCS の開発・実証
- 蓄電池等の通信制御の実証
- 電圧調整機能付 PCS の開発・実証

2・4 分散型電源用転送遮断システムの開発

当研究所では、太陽光発電等の分散型電源が大量普及した時の課題の一つである単独運転防止に着目し、分散型電源の単独運転を短時間かつ確実に防止するための分散型電源用転送遮断システムを日本電気株式会社と共同で開発している。

(1) システムの概要

本システムの概要を図 3 に、特長を以下に示す。

- 転送遮断方式のため分散型電源が大量に普及した場合でも確実に単独運転防止が可能
- 転送遮断の信号伝送回線に低速 PLC 技術を適用することで新たに伝送回線を布設する必要がなく、安価なシステム構築が可能
- 配電系統を管理する配電自動化システム等と連携することにより、系統変更情報などを自動的に取得することが可能

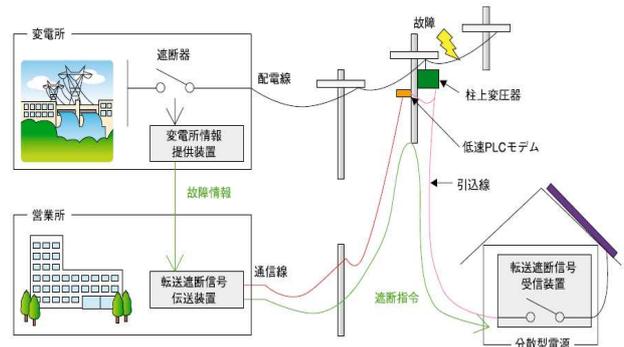


図 3 分散型電源用転送遮断システムの概要

(2) 分散型電源用転送遮断システムのフィールド試験

本システムの実用化に向け、耐環境性能、動作安定性等を確認するため、当研究所構内でフィールド試験を実施している。フィールド試験用システムの構成を図 4 に示す。

本館 6F 情報通信実験室

- ・実導入時の動作環境を模擬するため親局周辺に配電自動化システム・変電所・多数台の中継局および子局を模擬（中継局 99 台×子局 99 台相当）するための装置を設置
太陽光フィールド
- ・既設の研究用太陽光発電システムを実際に遮断できるように中継局・子局を設置
屋外配電実験場
- ・実導入時の環境を模擬するため中継局は電柱上の柱上変圧器低圧側に設置するとともに、子局を屋外に設置
- ・1 中継局における想定最大接続数である子局 10 台を接続した系統を一組設置
- ・隣接区間の制御信号を干渉させるため、中継局を設置する柱上変圧器は、同じ系統の高圧配電線（試験用）に接続された 2 台を選定

フィールド試験の主な試験内容は以下のとおりである。

システムの耐環境性能試験

ランニング試験による長期動作安定確認試験

多台数同時制御確認試験

隣接区間における制御信号干渉影響試験

発電中の太陽光発電システムにおける実遮断試験

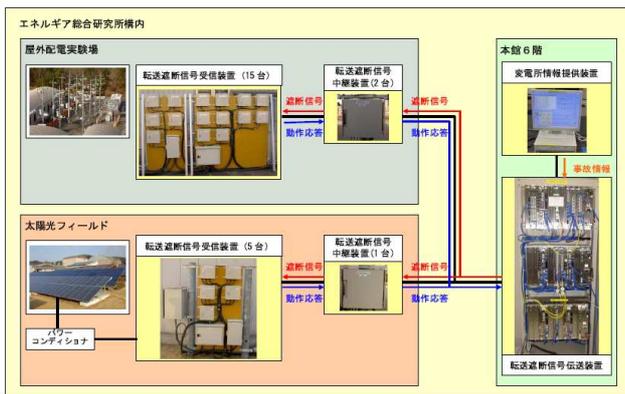


図4 フィールド試験用システムの構成

3. 電気自動車に関する取り組み

環境配慮型の街づくりであるスマートシティにとって電気自動車は重要なアイテムであり、今後、導入が拡大すると予想される。また、これに伴い増加が見込まれる電気自動車の蓄電池を充電するための設備は、電力需要の変化として電力系統に影響を及ぼすと考えられる。以下では、当研究所における電気自動車に関連する研究開発の取り組みについて紹介する。

3.1 電気自動車の実証走行試験

当社では、環境にやさしい輸送手段に関する研究開発への取り組みの一つとして、走行時にCO₂などの排気ガスを一切排出せず、静粛性も高い電気自動車に関する研究を三菱自動車工業株式会社と共同で取り組んできた。その一環として、平成20年2月から三菱自動車工業株式会社が製作した電気自動車 i-MiEV (図5) を岡山県および広島県の当社事業所に計8台配備し、実際の通常業務において使用するとともに、その走行データを取得し、リチウムイオン蓄電池の充放電特性の把握など、電気自動車の経済性・環境性・運用面について評価した。また、ユーザー視点からの電気自動車の仕様のあり方についても、実際に運転した社員へのインタビュー調査をベースに検討を行った。さらに、業務用車両(ガソリン車)の走行記録を集計・分析することにより、走行距離面から電気自動車の業務用車両への適用性を検討した。主な実施項目は以下のとおりである。

- 社内実業務における実証走行試験
- 空調による電費の変化の把握
- エネルギー経済性およびCO₂排出量の評価
- 運転した社員への聞き取り調査
- 既存業務用車両(ガソリン車)の走行データ分析

3.2 電気自動車用急速充電器の開発

電気自動車の充電には、通常は車載充電器を使用するが、当社で試験を行っている i-MiEV の車載充電器で充電した

場合、電池残量0から満充電を行おうとすると、AC100Vで14時間、AC200Vでも7時間かかる。また航続距離も一充電航続距離が160kmと一般家庭での使用には満足できるが、ちょっとした遠出をする場合には補充充電が必要であったり、外出先で充電を行う場合、車載充電器では時間がかかるため、不便を感じることもある。この充電時間の長さは、これまで電気自動車普及を阻害してきた一因であり、これを解決する手段の1つとして急速充電が求められていた。そこで平成18年より電気自動車用急速充電器の開発を行い、平成21年に実用化した。

実用化した急速充電器の特長は以下のとおりであり、主な仕様を表2に、外観を図6に示す。

安全性 車両との通信機能を有しており、安全な充電が可能

急速性 30分程度で、電気自動車の電池容量の80%の充電が可能(三菱自動車工業株式会社製 i-MiEV の場合)

省スペース性

汎用性 現在発売されている CHAdeMO 方式の急速充電に準拠している全ての電気自動車に充電可能

視認性 充電器本体の液晶画面により容易に充電状況の確認が可能



図5 実証走行試験用電気自動車
(三菱自動車工業製電気自動車 i-MiEV)

表2 電気自動車用急速充電器の主な仕様

外形寸法	750mm(D) × 600mm(W) × 1,580mm(H)
重量	300kg
入力	3相 200V、60kVA 以下
最大出力	50kW、直流最大電圧 500V、 直流出力電流 10 ~ 125A
車両との通信プロトコル	CHAdeMO 方式(東京電力、トヨタ自動車、日産自動車、三菱自工、富士重工等の日本国内メーカーが提案する急速充電方式)



図 6 電気自動車用急速充電器の外観



図 7 電気自動車用中容量充電器の外観

3.3 電気自動車用中容量充電器の開発

前述の急速充電器は、高圧契約のお客さまによる充電ビジネス等を目的とした設置を想定し、出力を 50kW 固定としていたが、低圧契約をされている中規模商業施設のお客さま（契約電力 50kW 未満）などから契約電力の増加を抑えて急速充電器を設置したいというニーズがあったことを踏まえ、お客さまのご要望に応じて充電出力を段階的に設定でき、かつ急速充電が可能な中容量充電器を株式会社日鉄エレックスと共同で開発した。

中容量充電器の特長は以下のとおりであり、主な仕様を表 3 に、外観を図 7 に示す。

定格充電出力を 5kW ごと（最大 30kW）にユニット構成でき、既存の電気設備に応じた充電器容量を選べる。これにより、低圧契約のお客さまにも設置が可能となったばかりでなく、高圧契約のお客さまも契約電力の増加を抑えることが可能

住宅地域での設置も想定し、従来の充電器に比べ、電磁波による周囲への影響を大幅に低減（住宅地等に主に適用される不要電磁波輻射抑制の国際規格 CISPR11 classB レベルを満足）するとともに、低騒音を実現

充電状況や充電方法のガイダンスを充電器本体の液晶画面に表示し、お客さまの利便性を向上

表 3 電気自動車用中容量充電器の主な仕様

外形寸法	775mm(D) × 675mm(W) × 1,650mm(H)
重量	350kg
入力	3 相 200V または単相 200V の選択が可能
最大出力	30kW、直流最大電圧 500V、 直流出力電流 10～60A（6 ユニット併用時）
車両との通信 プロトコル	CHAdeMO 方式（東京電力、トヨタ自動車、 日産自動車、三菱自工、富士重工等の日本 国内メーカーが提案する急速充電方式）

4. おわりに

環境に配慮し、高品質な電気を安定的に低廉な価格で供給し続けることは、公益事業を営む電力会社の使命であり、今後、出力が不安定な再生可能エネルギーが大量導入されても変わることはないと考えます。それを実現するために、今回紹介したスマートグリッドに関する研究や環境負荷低減に寄与する電気自動車に関する研究等に取り組んでいる。当社は今後も、このような研究開発を進め、持続的発展が可能な社会、スマートシティの実現に貢献して行く所存である。