

中国のスマートグリッド、スマートシティ向け研究開発戦略

R&D Strategy for Smart Grids and Smart Cities in China

張 靖 叶 濤 浜田 成泰
Zhang Jing Ye Tao Hamada Nariyasu

日立グループは、社会インフラとITを融合して提供することができる強みと、省エネルギー・環境保全分野における豊富な技術や経験、ノウハウを生かし、スマートグリッドおよびスマートシティなど、中国のさまざまな環境配慮型都市プロジェクトに参画している。

また、地域に密着した研究開発を行うため、グローバル化・現地化を進めており、中国では、同国におけるスマートグリッド、スマートシティに適した配電系統解析技術（配電系統解析シミュレータ）、およびエネルギー管理システム技術の開発に取り組んでいる。

1. はじめに

中国では、経済発展に伴うエネルギー需要の増大や、人口が都市部に集中する都市化が進み、エネルギー供給力の強化と環境保護の両立が課題となっている。その課題に対する解決手段として、スマートグリッド（ITを駆使した次世代電力インフラ）、スマートシティ（ITを駆使した環境性、快適性、経済性のバランスがとれた次世代都市）の実現が期待されている。

日立グループは、中国における社会イノベーション事業を通じた地域発展への貢献をめざし、グループの持つ強みである機器、制御システム、情報システムを駆使したソリューションを提供している。

ここでは、中国におけるスマートグリッド、スマートシティの現状、および中国発展の方向性に即した日立グループの研究開発戦略について述べる。

2. 中国のスマートグリッド、スマートシティと日立グループの取り組み

中国の電力需要は今後さらに増加すると予想されている（図1参照）。それを受けて第12次5か年計画（2011年～2015年）では、電気事業へ6兆1,000億元の投資が予定されている。中国では、電力発電の基になる石炭資源や水力資源は国土の西南部に、また風力発電や太陽光発電などの

自然エネルギーは主に西北部に集中している。一方で電力消費は北京、上海など東部に集中している。中国全土で電力需給のバランスをとるためには、遠距離・大容量の「特高圧送電網」の整備が必要であり、「西電東送」と呼ばれるプロジェクトが掲げられている。現在、「ストロング・スマートグリッド」のコンセプトの下、送配電網の強化と自然エネルギーの導入拡大が進められている。

中国の都市人口は年々増え続け、1年間で1,000万人強が、農村部から都市部に流入している。これは毎年、東京都並みの人口が移動している計算になる（図2参照）。そのため、人口集中と経済活動に伴う自然環境悪化が懸念さ

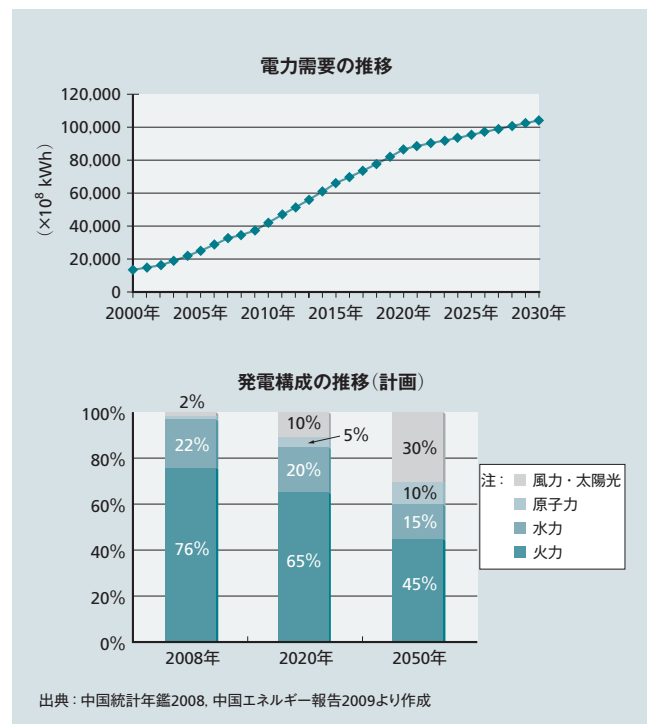


図1 | 中国における電力需要の推移と発電構成の推移（計画）

中国の電力需要は、経済発展とともに継続的に増大傾向にある。一方で、環境保護のために風力発電や太陽光発電の導入拡大を計画している。

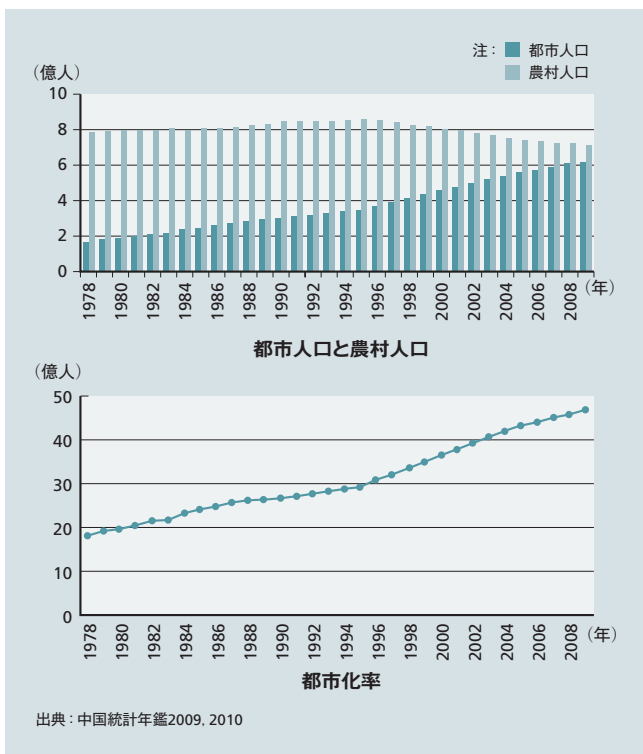


図2 | 中国都市人口の推移
1年間で1,000万人強の人口が農村部から都市部に移動している。

れている。

日立グループは、スマートグリッド、スマートシティを実現する配電管理システム、系統安定化システム、蓄電池システム、地域エネルギー管理システムなどのソリューションを提供しており、天津や大連など中国各都市において提案、実証評価活動を推進中である^{1), 2)}。

3. 中国における研究開発戦略

日立(中国)研究開発有限公司では、従来からの情報通信分野、デジタル機器分野などに加え、電力流通、スマートグリッド分野の研究開発の現地化を進めている。ここでは、研究対象領域の概要を述べ、その中で配電系統解析技術(配電系統解析シミュレータ)とエネルギー管理システム技術の研究開発の取り組みについて紹介する。

3.1 研究対象領域

研究対象とするシステムは、電力供給側システムである配電管理システムと、電力需要側システムである地域エネルギー管理システムとに大きく分けられる(図3参照)。将来は、両者はITで協調連携され、電力流通システムとしての最適運用が想定される。ITによって設備機器、電気使用機器の状態に関するデータが計測され、そのデータは各管理システムで分析されて制御に利用される。また、太陽光発電や風力発電などの分散型電源、蓄電池や電気自動車の充電設備の普及拡大が予想される。

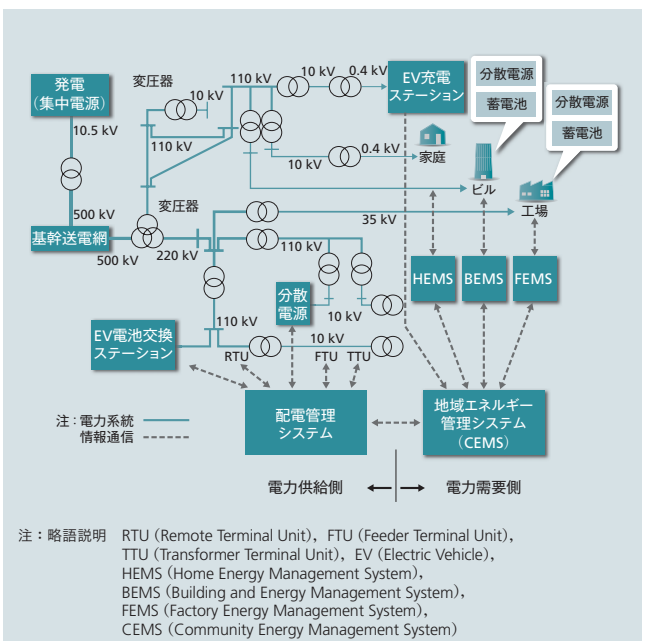


図3 | 中国スマートシティのエネルギーインフラ概要
スマートシティでは将来、自然エネルギーなどの分散電源の導入が進み、配電管理システムと地域エネルギー管理システムが協調して制御する。

3.2 配電系統解析技術(配電系統解析シミュレータ)

(1) 課題

中国では現在、配電系統における電力損失が電力系統全体の損失の約70%を占め³⁾、運用管理面に課題がある。また供給信頼性にも課題があるため、配電系統の強化を進めている。

一方で、環境保護やCO₂削減の視点から風力発電、太陽光発電など自然エネルギーの普及を促進し、エネルギー地産地消の視点から分散型電源(自然エネルギーに加え小容量のガスタービンなど)の利用を進めている。なお、分散型電源が増えると配電系統への逆潮流が発生する。その電力量の変化が大きい場合、電力会社の発電計画に影響を及ぼし、電力品質の維持を難しくする。現在、中国では送配電に関するルール上、逆潮流を認めていない。そのため自然エネルギーを含む分散型電源の発電量を適切に予測し、制御して、配電系統への逆潮流の影響を抑え、電力需要側でのエネルギー地産地消を実現する必要がある。

(2) 研究アプローチ

中国の配電系統については、送配電会社である国家电网公司や中国南方電網有限責任公司が電力インフラの運用・設計規則を定めており⁴⁾、こうした技術的な課題に対して、中国の事情を考慮した解決手段が必要となる。例えば、配電系統への分散型電源導入に伴う電力品質の低下、事故の早期検出および復旧による停電時間の減少、系統強化を目的とした設備費用など、国家电网公司が掲げる供給信頼性、安全性、経済性などを評価する必要があると考えられる。

日立(中国)研究開発有限公司では、配電系統と分散型

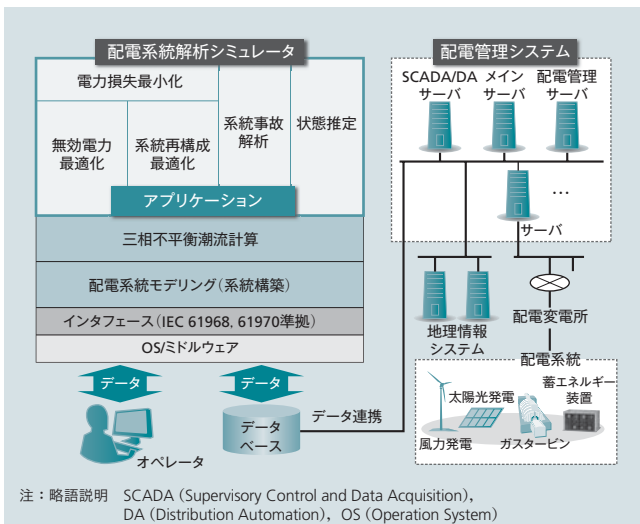


図4 | 中国向け配電系統解析シミュレータの概要

配電系統解析シミュレータは、配電管理システムとデータ連携し、配電系統で生じるさまざまな現象（分散電源導入の影響など）を再現・分析するために用いる。

電源の連系におけるさまざまな事象を解析するために、配電系統解析シミュレータの開発を進めている。シミュレータは配電管理システムとデータ連携し、潮流計算（三相不平衡）などの基本機能を含むプラットフォームと、配電系統の各種事象を再現するためのアプリケーション群から構成される（図4参照）。

まず、中国の配電系統のネットワーク構成や設備の特性、分散型電源のモデル化を行う（図5参照）。分散型電源のモデル化は太陽電池、同期発電機、非同期発電機、DFIG（Doubly-fed Induction Generator：二次励磁形誘導発電機）などを含む。そして、分散型電源の系統連系時の影響と対策、例えば配電系統の電圧変動や電力損失最小化のための無効電力出力値の計算などを行う。さらに、系統事故発生時の影響および復旧、需要家側では蓄電池を用いたピークシフト（電力負荷平準化）の効果などを評価分析する。現在、日本で開発し、従来から使用されている解析技術に加え、中国の実データを用いたシミュレータの開発

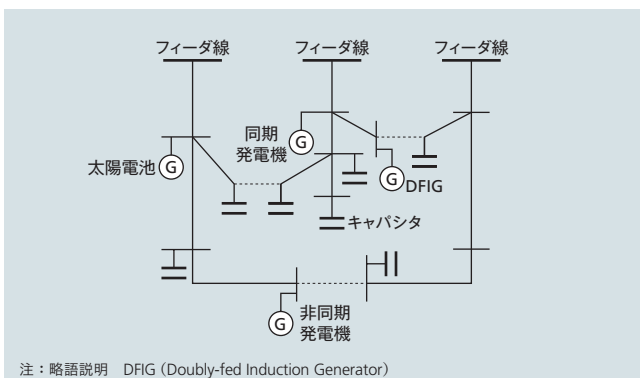


図5 | 中国配電系統の例

配電系統解析シミュレータでは、配電系統のネットワーク構成や設備の特性をモデル化し、電力損失最小化計算などを行う。

を進めている。なお、中国の電力インフラの技術課題や技術開発の方向性を見極めるため、清華大学との共同研究を推進中である。

3.3 エネルギー管理システム技術

(1) 課題

都市化の進む中国では、環境保護が重要視され、需要側でのエネルギー管理、制御の必要性が高まってきている。その例として、天津エコシティでは、22項目のエコシティ重要指標（KPI:Key Performance Index）を目標として掲げ、都市開発を進めている（表1参照）。ある対象を制御するためには、その対象に関連するデータを収集し、分析予測を行い、制御目標との因果関係を明らかにする必要がある。さらに制御対象が変化する場合、継続的にデータ収集を行い、対象に合わせて制御方法を変更する必要がある。

(2) 研究アプローチ

日立グループは、社会インフラを支えるIT基盤（スマートシティ基盤）を開発し、提供している⁵⁾。日立（中国）研究開発有限公司では、日本側で開発したそのIT基盤上に、中国のニーズや事情を踏まえたエネルギー管理アプリケーションの開発を推進している。エネルギー管理では、設備などに関するデータの計測や可視化、エネルギー需給の分析予測や評価、そしてエネルギー需給運用計画や設備計画の立案、実際の制御や保守・改修のサイクルを回す（図6参照）。制御の主な目的は、省エネルギー、エネルギーコスト低減、エネルギー需要ピークカット、ピークシフト、太陽光発電や蓄電池の高効率利用、CO₂排出量低減などにある。具体的には、気象情報に基づく太陽光発電などの分散型電源の発電量予測、時間帯別電気料金に基づく需給調整、エリアの用途（オフィス、テナントなどの商業施設、住居など）や需要家の行動特性（出退勤や施設利用時間、人流情報など）に基づく需給調整を行う。さらに、需要家の快適性確保（温度、湿度、照度、利用時間制約ほか）や前述のKPIの達成など、測定や評価が難しいもの、標準化

表1 | エコシティ重要指標の例（中新天津エコシティ建設指標体系から抜粋）
中新天津エコシティでは、環境に配慮した都市建設をめざし、目標とする指標数値を掲げて開発を推進している。

エコシティ重要指標 (KPI)	指標数値	達成目標期限
再生可能エネルギーの利用率	≧20%	2020年
新しい水資源の利用率*1	≧50%	2020年
グリーン交通、エコ外出の割合*2	≧30%	2013年
	≧90%	2020年
グリーンビルの割合*3	100%	2011年から

出典：中新天津エコシティ建設指標体系

注：略語説明ほか KPI (Key Performance Index)

*1 再生水、雨水、海水淡水化の水などを指す。

*2 例えば、バス、地下鉄などの公共交通機関、自転車、徒歩など、省エネルギー、低公害、健康によい外出手段の利用をさす。

*3 建築物の建設から利用、解体のライフサイクルにおいて、再生エネルギーの最大限利用、資源の節約、汚染の低減、快適な空間の提供など、環境に配慮した建築物を指す。

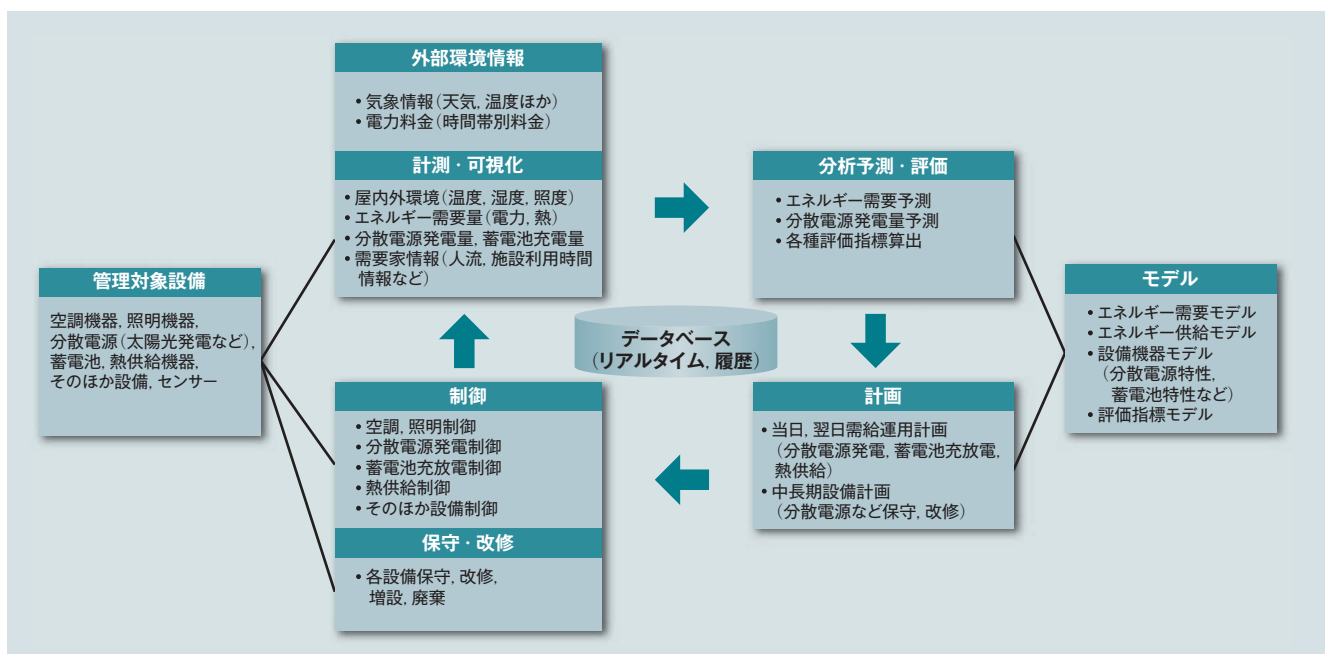


図6 | エネルギー管理フローの概要

設備などに関するデータの計測や可視化、エネルギー需給の分析予測や評価、そしてエネルギー需給運用計画や設備計画の立案、実際の制御や保守・改修のサイクルを回す。

が必要なものが挙げられる。

日立グループは現在、「スマート都市インフラ評価指標」に関して、国際標準化の活動を行っている⁶⁾。これは、都市インフラに関する要望事項、例えば住民視点による生活の質向上、都市運営者視点による持続的成長や効率運営、国際世論視点による環境配慮などを整理し、その実現の度合いを測る測定項目と測定方法の標準化をめざすものである。中国における研究開発では、大連地区や天津地区でのスマートシティ、エコシティプロジェクトなどを通して、実運用データによる評価検証を行いながら、評価指標づくりとエネルギー管理システムの技術開発を進めていく方針である。

4. おわりに

ここでは、中国におけるスマートグリッド、スマートシティの現状、および中国発展の方向性に即した日立グループの研究開発戦略について述べた。

中国とひとりで言っても都市部と農村部、沿岸部と内陸部、また各地域ごとに開発の方針や発展の速度が異なり、顧客のニーズも多種多様である。日立グループは、企業活動の最上流に位置づけられる「研究開発」のグローバル化、現地化を進めており、顧客のより近くで、研究開発から営業提案、製品・ソリューション・サービス提供までのバリューチェーンの構築をめざしている。そして、日本の社会インフラで培われた日立グループのシステム技術を中国文化の理解の下に進化させ、中国の社会インフラの発展に貢献していきたいと考える。

参考文献など

- 1) 日立ニュースリリース、日立がSSTECと天津エコシティにおける具体的な協力内容について合意 (2010.9)、
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2010/09/0929b.html>
- 2) 日立ニュースリリース、日立と大連市普湾新区が省エネルギー・環境保護分野における協力について合意 (2010.9)、
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2012/07/0711a.html>
- 3) 中国電力企業連合会電力信頼性統計 (2009)
- 4) 国家电网公司：“十二五”配電網計画 (技術原則) 指導意見 (2010.4) ほか
- 5) 水野、外：社会インフラを支えるIT基盤、日立評論、93、12、838～843 (2011.12)
- 6) 市川、外：インフラの海外展開における現状と標準化、第18回鉄道技術・政策連合シンポジウム (J-RAIL2011)、(2011.12)

執筆者紹介



張 靖

2010年日立 (中国) 研究開発有限公司入社、社会インフラシステム研究室 所属
現在、配電系統解析技術の研究開発に従事
IEEE会員



叶 濤

2005年日立 (中国) 研究開発有限公司入社、社会インフラシステム研究室 所属
現在、エネルギー管理システム技術の研究開発に従事
工学博士



浜田 成泰

1989年日立製作所入社、日立 (中国) 研究開発有限公司 社会インフラシステム研究室 所属
現在、中国社会インフラの研究開発に従事
電気学会会員