

**産業界の技術動向****関西電力の研究開発**

関西電力株式会社 三浦良隆

**1. はじめに**

電気事業を取り巻く経営環境は、原子力プラントの再稼働時期が未だ見通せず、電力の需給、事業の収支ともに極めて厳しい状況が続いている。また、電力の小売全面自由化をはじめ、かつてない本格的な競争の時代も目前に迫っている。

このような状況下、聖域なき経営効率化を実現するとともに、電力の安全・安定供給に取り組むことに加えて、将来の競争本格化を見据え、戦略や事業基盤の構築に取り組んでいくことが重要である。

研究開発において、投入できる経営資源が限られる中で、研究計画の段階で内容を精査し、研究終了後は研究成果を多面的に評価することにより、投資効率（費用対効果）を向上させる取り組みを行っている。

本稿では、当社の2014年度の研究開発方針と、主な研究開発の取り組みについて紹介する。

**2. 2014年度の研究開発方針**

2014年度の研究開発方針は、電気事業のおかれている厳しい経営環境の中、当社が直面している未曾有の危機を突破し電気事業の持続可能性を確保すべく、次の3つの重点課題を掲げ、その解決に取り組んでいる。

**(1) 安全・安定供給を基軸とする事業基盤充実・強化のための研究開発**

主要研究テーマは、①安全・安定供給の確保、②生産性向上、③エネルギーセキュリティ、の3項目である。「安全・安定供給の確保」では、原子力発電の安全性の高度化や耐震設計手法の高度化を、「生産性向上」では、電力設備の寿命延伸や新技術導入などによるコスト削減に有効な研究開発を、「エネルギーセキュリティ」では、燃料の利活用を促進する研究開発に取り組んでいる。

**(2) お客さま・社会のご期待に応えるための研究開発**

主要研究テーマは、①分散電源対策、②エネルギーマネジメント、の2項目である。「分散電源対策」では、太陽光発電大量導入時の系統影響評価や系統の最適制御に係るスマートグリッド（次世代送配電網）を、「エネルギーマネジメント」では、お客さまサービスのさらなる向上のため、電気・ガス・水道の見える化や節電、省エネルギーに係る研究開発に取り組んでいる。

**(3) グループ全体の新たな成長に向けた研究開発**

グループ企業とのシナジー効果を期待できる省エネルギー性の高いヒートポンプ技術の利用拡大につながる技術や、バイオマスなど未利用エネルギーの利用技術に係る研究開発に取り組んでいる。

**3. 主な研究開発の取り組み****(1) 堺太陽光発電所における出力特性に関する研究**

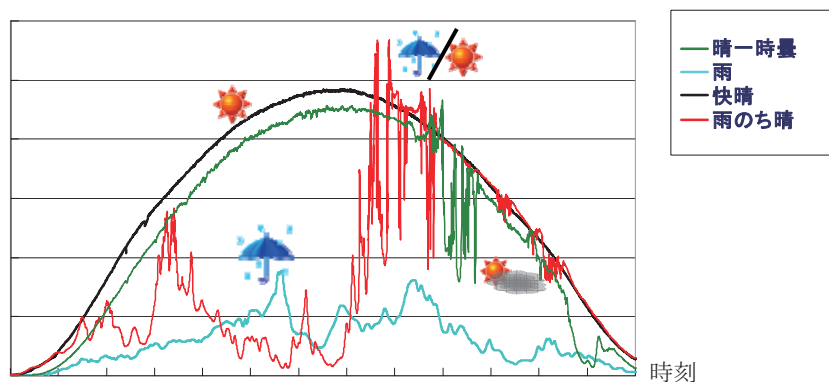
堺太陽光発電所〔図1〕は、2011年9月に運転を開始した当社で最初の太陽光発電所で、広さが約21ha（甲子園球場の約5倍）、定格出力は1万kWである。太陽光発電は、その出力が日射変化に伴って大きく変化する特性があり、この特性を把握することが電力系統と連系して活用するため

に必要となる。そこで、出力変動の特性や気象との関係を把握するため、堺太陽光発電所で出力特性の研究を行った。また、メガソーラー全体の出力特性だけでなくソーラーアレイ毎の出力特性も同時に測定し、発電エリアの広さが異なる場合の出力特性にも注目した。さらに、近くの変電所に全天カメラを設置し、天候や上空の雲の動きについても観測を行った。



〔図1〕堺太陽光発電所の全景

快晴日は、日の出から日の入りまで、太陽の高度角に合わせて、正午を中心に対象形となる出力特性を示すが、上空の雲が遮ると、出力が急激に低下する〔図2〕。このとき、雲の移動に合わせて出力が低下するソーラーアレイも移動していくため、発電所全体の出力変動は、個々のソーラーアレイの出力変動よりも平滑化される。



〔図2〕天候による出力変化

年間を通して見ると、終日快晴で日射が安定している日数は1割程度であり、他の日は雲による出力変動が発生している。出力変動の中には、雲の隙間から太陽光が差し込む際、周辺の雲の側面で反射した光がソーラーアレイに加わり一時的に同時刻の快晴日出力を超えるケースも年間で数分間ほど観測された。これらの分析結果は、今後の電圧変動対策等の検討に活用していく予定である。

## (2) 二次電池による需給制御に関する研究

太陽光発電の大量導入に伴い、太陽光発電の出力変動に対する周波数の調整力不足が懸念されており、この対策の1つとして、蓄電池を用いた需給制御システムの検証を進めている。これまで蓄電池を需給制御に適用した例が無いため、変電所の実証試験設備〔図3〕を設置した。交直変換器と連系変圧器を通じて蓄電池を配電線と連系し、実際の太陽光発電の出力変動を捉えて需給制御の適用性を評価している。

需給制御の機能として、GF（ガバナフリー：Governor Free）、LFC（負荷周波数制御：Load Frequency Control）、LL（負荷平滑化：Load Leveling）のロジックと、容量制約のある蓄電池を連続的に運転するためのSOC（充電状態：State Of Charge）制御ロジックの検討を行い、そのロジックを実証設備に組み入れて、需給制御への適用性に係る基礎特性を測定している。

図4に、数秒から数分の速い周波数変動成分に対して変動抑制制御を行なった場合の測定例を示す。周波数が60Hzより高い場合は充電、低い場合は放電を行い、周波数を一定に保つための制御が行なわれている。

合わせて定期的に蓄電池性能も測定し、蓄電池寿命やシステムの運用性、メンテナンス性などの評価も行っている。

今後は、得られた基礎特性をシミュレーションモデルに反映し、様々なケースにおける蓄電池の需給制御への適用性の評価を進めていく予定である。

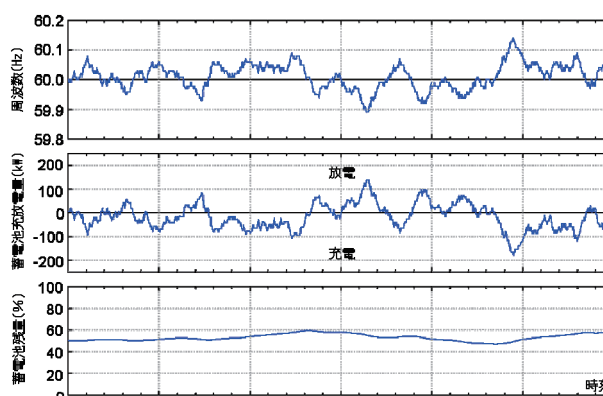
## (3) スマートメーター（新計量システム）

当社では、ご家庭に設置する電力量計に通信機能を付加し、計量データの自動収集やスイッチの開閉制御を可能としたスマートメーターの導入を他電力に先駆けて開始し、現在までに250万台以上の設置を完了している。2022年度までに全数1,300万台導入する予定である。この「新計量システム」〔図5〕は、多数のスマートメーターから計量データを効率的に集約するために、メーター間を無線通信、PLC（電力線搬送通信）、あるいは光ファイバ網によりアドホックなネットワークを形成している。なお、メーター間をつなぐ通信技術は、当社およびグループ企業が培ってきた情報通信技術が、これを支えている。

当社のスマートメーターは、独自のユニット式構造を持ち、本体ベース上に通信、計量等の機能毎に独立したユニットで構成され、計量法上の有効期間満了による計量部の取替えでは、該当ユニットの交換のみで対応可能であるため、現場作業の効率化・安全化に加え、低コスト化も同時に実現している。

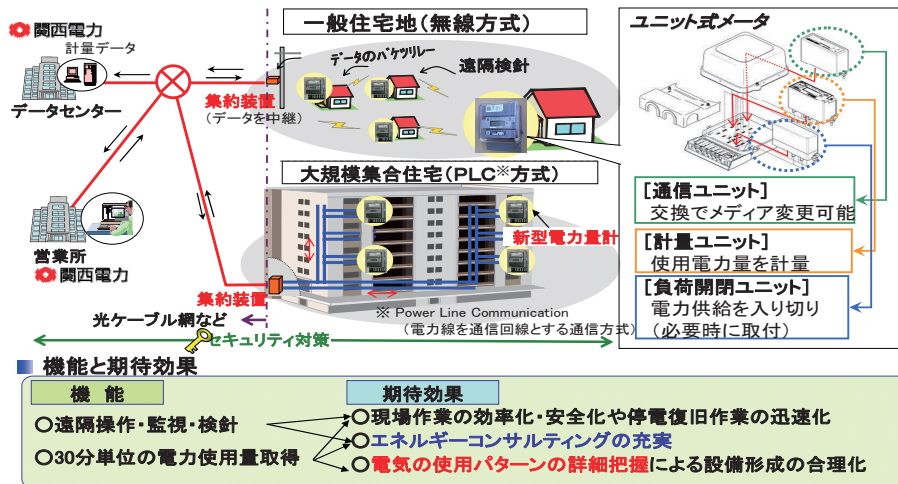


〔図3〕 需給制御の実証試験設備  
左側が蓄電池、右側が交直変換器



〔図4〕 周波数変動抑制制御の一例





〔図5〕スマートメーターを導入した「新計量システム」

従来は1ヶ月に1度、計量値の確認を行っていたが、スマートメーターの設置により30分毎の電力使用量のデータが取得可能となり、当社 Web サイトで展開中のお知らせ・照会サービス「はぴe見る電」〔図6〕で現在の使用量、過年度との比較、CO<sub>2</sub>排出量のチェックなど、電気ご利用の「見える化」により詳細な状況把握が可能となり、そのデータはエネルギーコンサルティングにも生かされている。

<http://www.kepco.co.jp/service/miruden/index.html>

**〔目的〕**

- 現地投函によらない検針のお知らせサービスの実現
- 電気ご使用実績の見える化によるお客さま省エネ活動サポート

〔平成21年7月よりサービス開始〕

お申込み → Eメール → ID・仮パスワードを電気使用場所へ郵送 → ログイン画面 (ID/パスワード) → トップページ (例)

**【前月・前年同月比較】**  
今月の電気ご使用量とご請求金額、前月、前年同月の電気代との比較を表示

【はぴeプラン】 2012年01月分のご請求情報

ご請求金額	17,311円	+6,493円	-37円
電気ご使用量	1,251kWh	+650kWh(+111.0%)	-116kWh(-14.2%)

【省エネコンサル】・【最新家電案内】  
・「住居形態」「家族構成」が合致するグループ内での、節約&省CO<sub>2</sub>ランキングを表示  
・取替効果の高い機器について、トップランナー機器との比較や機器取替の削減効果、バーチャルランキングを表示

【過去使用量・電気代の推移比較】  
過去24ヶ月分のデータを、月別・日別・時間帯別などで表示

〔図6〕お知らせ、紹介サービス「はぴe見る電」

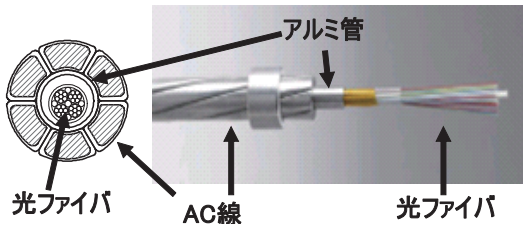
この技術は、太陽光発電や風力発電など、再生可能エネルギーの導入と安定的な運用を両立するスマートグリッドにも利用され、将来にわたって期待される技術である。

(4) OPGW の高経年化に向けた測定評価研究

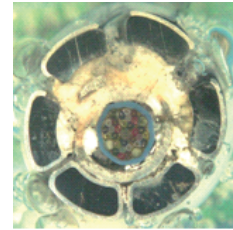
電力会社では、電力系統網の監視制御のため、発電所や変電所等の間を光通信等で結び、広域の保安通信網を構築している。OPGW (Optical Ground Wire) は、雷の直撃を避けるため、送電線



鉄塔の最上部に接地されたワイヤ (Ground Wire) の中に光ファイバを通線したもの〔図7〕である。屋外に長期間敷設されると、ワイヤの表面だけでなく、ワイヤの隙間から侵入した雨水によってワイヤの内側やアルミ管の表面に腐食が生じる。これが進行すると、アルミ管が変形し、光ファイバが押し曲げられ通信障害を引き起こす〔図8〕。



〔図7〕 OPGW の構造



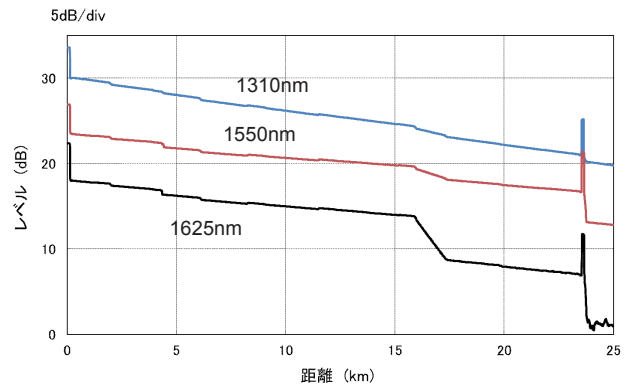
〔図8〕 OPGW の腐食

既設の OPGW で既に上記の事例が確認されており、今後 OPGW の高経年化による通信障害が多発することが懸念されるため、OPGW の加速試験や既設 OPGW のサンプル調査を通じて、OPGW の余寿命の推定や腐食箇所の検出技術の開発に取り組んでいる。

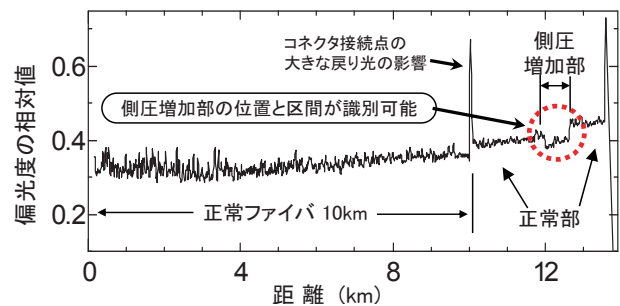
OPGW はアルミ管内に光ファイバが収容されているため、アルミ管の内部まで腐食が進行すれば、管内に腐食で生じた水素が充満し水素濃度が高くなる。水素は光ファイバの中にまで侵入するため、水素に吸収されやすい波長で測定すれば、腐食が進行している区間を特定することができる。

この原理を利用した損失分布の測定例を図9に示す。17km 付近を見れば、水素に吸収されにくい波長 1,310nm、1,550nm の測定値は平らな波形であるが、水素に吸収されやすい波長 1,625nm の測定値は右下がりの波形となり (水素による吸収が見られ)、腐食が進行していることがわかる。

また、OPGW の通信障害の原因の1つに、光ファイバに側圧が加わり、それが進行し光ファイバが曲げられて通信障害に至る場合がある。光ファイバに側圧が加われば、伝搬する信号光の偏波が変動する特性を利用し、散乱されて戻ってくる光 (後方散乱光) の偏波状態の時間分布を測定し、ファイバに沿って側圧の違いを推定する手法を検討した。後方散乱光の偏波変動特性は、側圧増加部とその前後で異なるため、側圧増加部を特定することができ、また、散乱光の到着時間から側圧増加部の位置を知ることができる。図10は、20km の光ファイバの中間部に、疑似的に側圧を加えた光ファイバを接続して測定した例である。前後との差異から、側圧増加部が検出できることがわかる。



〔図9〕 水素濃度を利用した腐食発生区間の測定



〔図10〕 後方散乱光を利用した側圧増加部の測定

#### 4. 最後に

電気事業において、研究開発は、経営効率化や将来の競争本格化の観点から、より一層、戦略的に投資効率（費用対効果）の最大化を目指していく必要がある。また、これまで以上に早いスパンで研究成果を事業に結び付けていくことが求められている。

そのため、これまで培った基盤となる技術力に加え、課題発掘に始まり、計画段階から成果の評価まで確実かつ戦略的に行なう研究開発のマネジメントが重要である。

今後は、そういった研究開発マネジメントと基盤となる技術力を両輪として、当社事業に貢献する成果を生み出す研究開発に取り組んで行く。