

2011年の技術と成果

Technical Progress and Results in 2011

〔1〕研究・開発

地球温暖化防止という観点から、太陽光発電などの再生可能エネルギー大量導入の流れはますます拡大している。一方、それを可能とするための柔軟な電力系統構築や需要家側の負荷設備(電気自動車用充電器、空調負荷など)の制御によってエネルギー消費量抑制を目指す全体最適のシステム実現がスマートグリッドのコンセプトとして広く支持されるようになった。

2011年3月に発生した東北大震災による甚大な被害状況は、電力供給信頼性、節電、省エネの重要性を改めて考え直させる契機となり、あらゆる局面でスマート化を更に加速させることとなった。

当社は、電力系統や需要家の電力品質を維持・改善する設備や機器のシステム化で強みを発揮してきた。更に、鉛電池、レドックスフロー電池、NaS電池、ニッケル水素電池、Liポリマー電池など各種二次電池を用いた電池電力貯蔵装置(停電対策、負荷平準化、系統安定化)の適用実績を重ねてきた。現在も、電力安定供給、省エネ、節電を実現する受配電システムとして統合した形でスマートコミュニティに貢献することを狙って研究開発を進めているところである。

国内では、災害復興の中でスマートシティ化計画がスタートし、海外では最初から低炭素社会を築こうという狙いでスマートシティ計画が目白押しである。スマートシティでは、電力や多様なエネルギーを通信によってベスト・ミックス化する制御と、水処理や輸送などの住環境充実の両立が必要である。当社も、電力機器関連にとどまらず、環境改善技術の開発や、ICT基盤と安全・安心を支える半導体/デバイス、機能材料の製造装置・プロセス開発など、ピーム・真空応用分野にも注力しているが、以下に、電力機器、新エネルギー、環境のドメインにおける2011年の研究成果を紹介する。

1.1 電力機器の状態監視技術

電力機器の信頼性と経済性を両立させるための状態監視技術開発に取組み、これまでにGIS向け状態監視装置を製品化してきた。一方、近年の部分放電測定技術の進展により、電力機器全体を視野に入れた状態監視システムの構築を行うことで、定量的指標に基づく絶縁劣化や危険度把握などの高度な診断が期待されるようになってきた。

2011年は、当社独自の新しいセンシング技術による変圧器の部分放電監視装置を開発した。更に、スイッチギヤについても部分放電を信頼性高く検出し経済性に優れたセンシング技術の開発に取組んだ。またGIS向けの高度な診断に対応するためのUHF法による各種欠陥様相の信号パターン化や放電電荷量と信号強度の相関データ蓄積を進めてきた。信号パターンの代表例として針状金属異物が母線導体側、接地容器側に付着した場合の検出例を図1に示す。更にFDTD法による解析面からのアプローチも行い、部分放電の実測データとの比較において

良好な結果を得ることが出来た。今後は蓄積データと解析技術の統合をはかり放電部位やその電荷量を推定すると共に、各機器に対応したセンサの統合を進めて変電所状態監視システムを構築していく予定である。

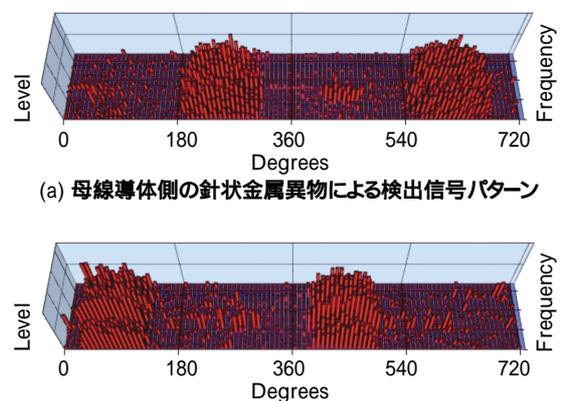


図1 GIS放電様相と検出例

1.2 太陽光発電の大量導入を支える次世代パワーコンディショナ

わが国では、低炭素社会の実現に向け、2020年には累計で太陽光発電を2005年実績の20倍(約2800万kW)導入する目標を掲げており、今後太陽光発電システム導入の加速的増加が見込まれている。同システムが電力系統に大量連系された場合に発生する問題を解決するため次世代パワーコンディショナ(スマートパワコン)には図2に示す機能が必要と考えており、その開発に取り組んでいる。

取組の一例として、パワーコンディショナ不要解列防止のためのFRT(Fault Ride Through)機能について紹介する。

雷撃などで電力系統に地絡・短絡故障が起きると瞬時電圧低下と呼ばれる系統擾乱を引き起こす。交流不足電

圧により電力系統に連系する太陽光発電システムが一斉脱落すると、系統内の需給バランスが崩れ系統全体の安定性が損なわれる恐れがある。そこでパワーコンディショナには系統擾乱時に解列することなく、運転を継続する性能(FRT機能)が求められる。図3に、関西電力株式会社殿との共同研究において電力中央研究所赤城試験センターで実施したFRT機能の検証結果を示す。

系統電圧低下時でもパワーコンディショナは出力電流一定の運転を継続し、系統電圧回復と同時に発電電力を回復させていることがわかる。

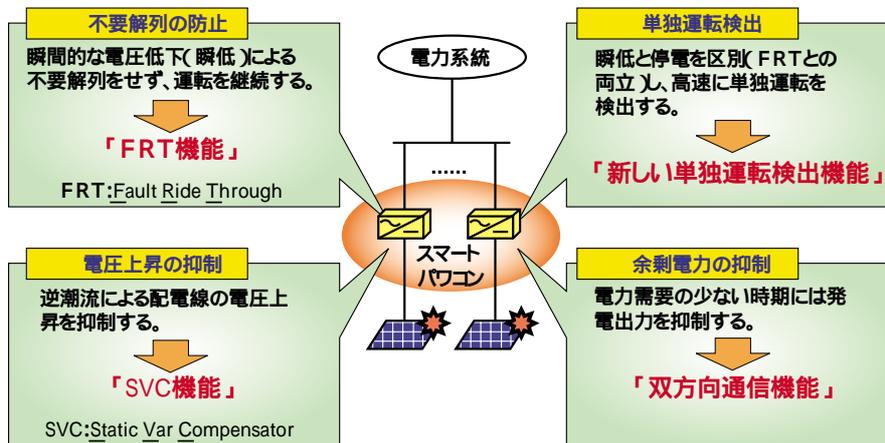


図2 太陽光発電装置の大量連系でパワーコンディショナに必要となる機能

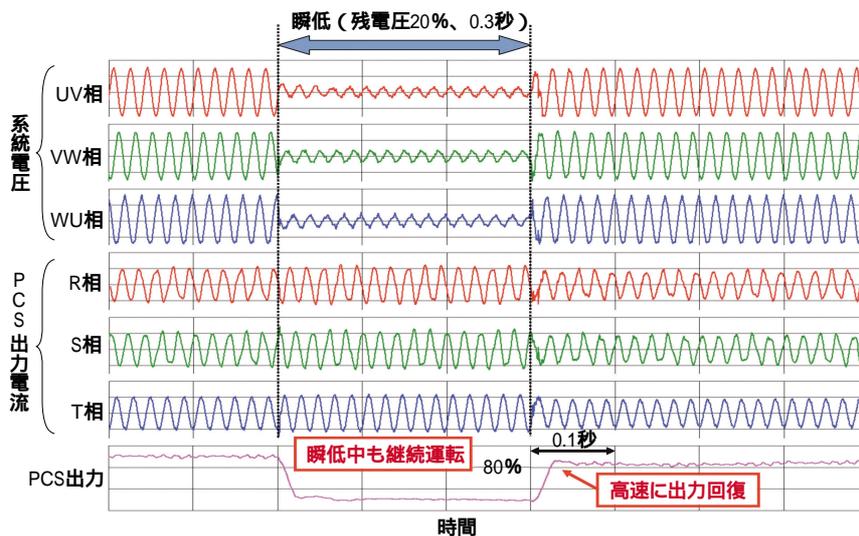


図3 瞬低試験結果(FRT機能の検証)

1.3 蓄電池を用いた電力需給制御システムの検証

太陽光発電などの新エネルギーが大量普及した場合、天候の変動により電圧、周波数等の電力品質に影響を及ぼす可能性がある。このような課題を解決すべく、関西電力株式会社殿との共同研究で、堺太陽光発電所に連系する石津川変電所構内に蓄電池を用いた電力需給制御装置を設置し、その充放電により電力系統の品質維持を図るシステムの検証試験を2011年9月より開始した。変換

器容量は250kW、電池には容量102kWhの大型ニッケル水素電池(川崎重工業株式会社殿が開発)を用い、蓄電池の充電状態を適切に管理しながら、高速かつ高出力の電池充放電特性を生かした系統周波数制御方式の開発を行っている。研究期間は、2010年度~2013年度の予定である。

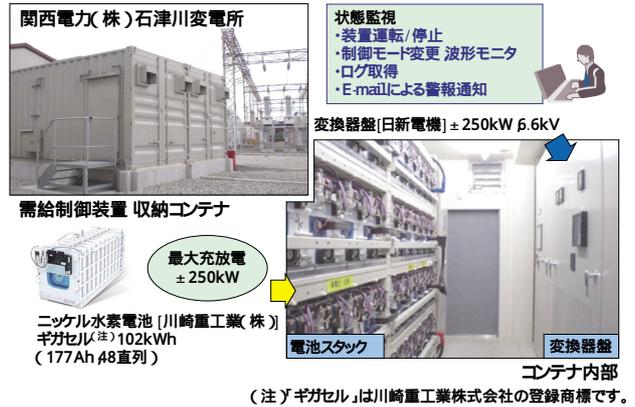
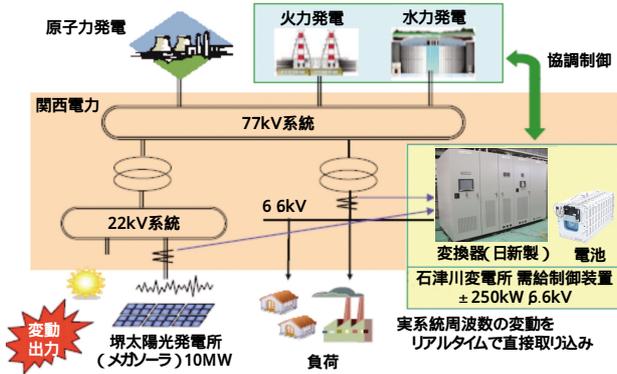


図4 需給制御装置 検証システム構成

図5 関西電力株式会社殿 石津川変電所 需給制御装置 設置状況

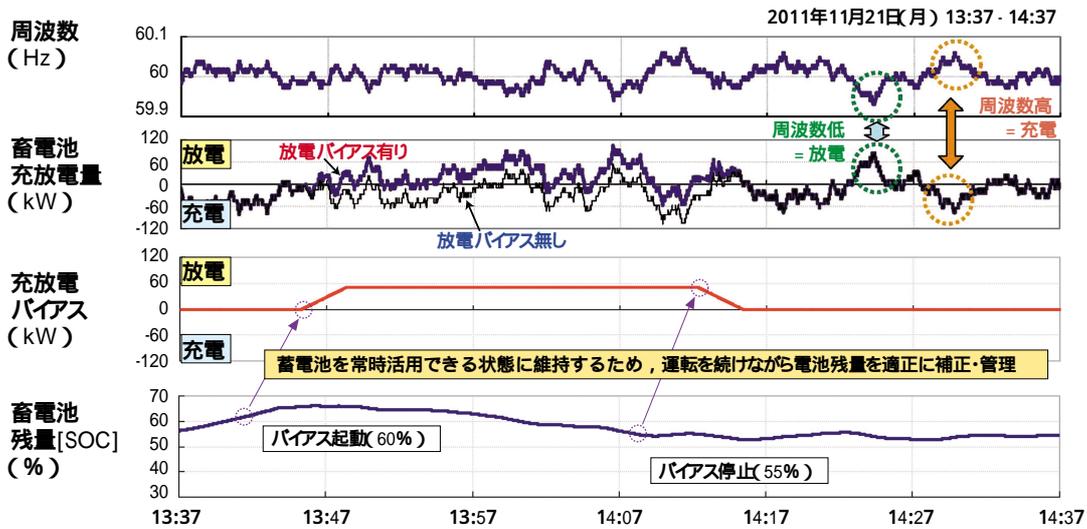


図6 運用状況例(周波数の短周期変動対応 ~ ガバナフリー運転 ~)

1.4 電気二重層キャパシタモジュールの開発

当社は、次世代エネルギー社会の構築に重要なエネルギー蓄積デバイスとして、電気二重層キャパシタを製品化している。現在、新規材料の適用、自社瞬低対策装置用途での最適設計、製造工程の効率化を進めることで、高性能化(高容量・低抵抗)と低コスト化を実現した次世代品を開発した。今後、瞬低対策装置用途以外に、バッテリーアシスト、電力回生・平準化、バックアップ用途への展開を図っていく予定である。



図7 電気二重層キャパシタモジュール

1.5 MSE膜の大口徑SiC基板への適用

SiCは次世代パワーデバイス材料として注目されているが、結晶欠陥の問題などからその本格普及が遅れている。これまで当社は、独自技術であるMSE技術がSiC基板にある結晶欠陥の伝播を抑制する効果を有していることを示してきた。2011年はこの優れたMSE膜の製品化を目指してウェーハサイズのSiC基板に成膜する技術開発に取り組んだ。2010年度に導入した生産パイロット装置を運用して、MSE成長過程での基板のたわみやそり、成膜表面の平坦化などの課題を克服し、3及び4インチSiC基板へのMSE成膜を達成した。今後は、デバイスメーカー等の顧客によるサンプル成膜基板の評価を受けながら、MSE膜の特性を向上させるとともにバラツキの低減やスループット向上などを図り、市場に受け入れられるコスト達成を目指す予定である。

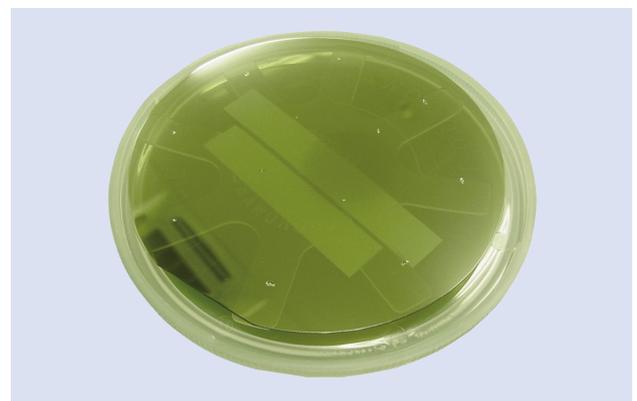


図8 MSE成膜を施した3インチSiC基板

1.6 水浄化用グラフト吸着材の開発

株式会社NHVコーポレーションでは、電子線照射装置の製造、販売と照射加工サービス事業を通して電子線照射技術の適用分野拡大に努めている。電子線照射技術は、主に高分子材料の架橋、キュアリング、あるいは殺菌・滅菌などの分野で利用されている。

当社では、この電子線照射技術の一つであるグラフト重合技術を応用した高性能吸着材の開発を進めており、近年、大きな社会問題となっている汚染地下水や有害排水の浄化に貢献し得る材料の製品化を開始している。

電子線グラフト法で作製した吸着材の構造は、高分子基材を核として、イオン交換基をもつ化合物が表面に大量に結合したものとなる。このため、吸着反応に寄与する部分が、表面にのみ集中的に存在することになるので、吸脱着速度が速くなり、再生効率も高いという特長を有する。これらの特長を活かして、水質汚濁防止法や水道法の改正で、今後、浄化の必要性が高まると見込まれるホウ素をはじめとした難除去物質を対象とした吸着材の

開発に取り組んでいる。

製品化中のホウ素吸着材は、高分子基材に結晶セルロースを採用し、エポキシ基を有する材料をグラフト重合させた後、N-メチル-D-グルカミンと反応させることによってキレート官能基を付与したものである(吸着材の構造模式図を図9に示す)。

この吸着材は、通水時のホウ素吸着能力が一般的なキレート吸着材と比較して優れており、流速が上昇しても吸着性能の大きな低下がないという特長を有する(図10)。また、脱着効率にも優れていることから、再生廃液のホウ素濃度が高められるというメリットもあるので、リサイクル時に有利であると考えている。

また、ホウ素以外の有害物質の除去や有害物の回収を目的とした吸着材の開発も並行して実施しており、順次、製品化していきたい。

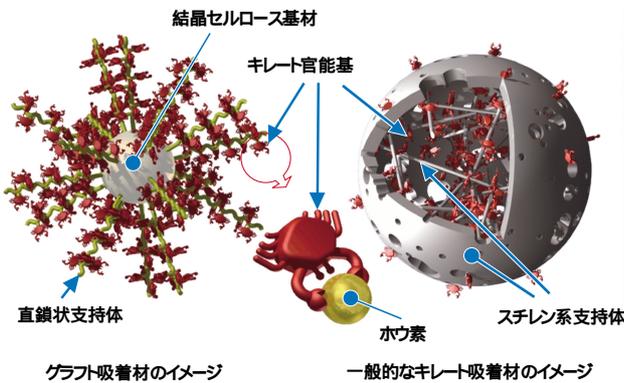


図9 グラフト吸着材と一般的なキレート吸着材の構造模式図

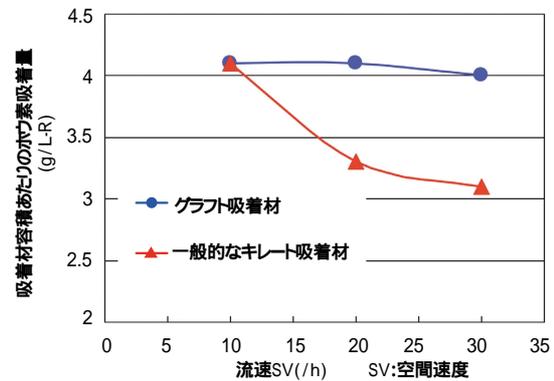


図10 ホウ素吸着特性(流速とホウ素吸着量との関係)

1.7 有機排水処理における生物学的挙動の把握研究

有機排水は、通常、活性汚泥法等に代表される生物学的方法で、無機化処理されているが、従来の生物処理プロセスの運転・管理において、「被処理水の性状」や「生物の活性」は、ほとんど着目されておらず、専ら「生物処理槽の物理的状態(溶存酸素濃度、pH、温度等)」と「処理水質」との関係について、知見を蓄積した熟練技術者の経験と勘に頼って行われてきたというのが実態である。

それに対して、当社は、「被処理水の性状」や「生物活性(汚泥の生物学的状態)」をリアルタイムに計測することによって、熟練技術者の経験や勘に頼らない運転・管理を実現することを目指しており、有機物分解に伴って発生する炭酸ガスや生物分解過程において生成される反応中間体の挙動をモニタリングすることによって、生物処理プロセスの進行状況を推定する試みを行っている。

まず、「被処理水の性状」の変化を推定する方法として、被処理水が、汚泥と混和され、曝気によって有機物を分解する際に生じる炭酸ガス量の変化をモニタリングする手法を用いることを試みている。その結果の一例として、一定量の有機物を連続的に与えながら、処理槽の水温を変更した場合に、二酸化炭素発生量がどのように変化するかを示すグラフを図11に示す。

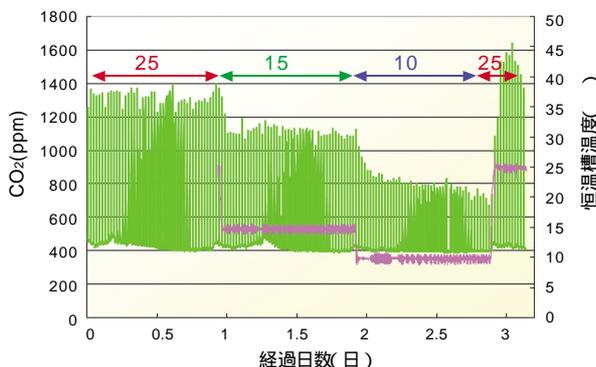


図11 水温変化に伴う二酸化炭素発生量の変

一方、生物による有機物分解反応の進行状況を推定するために、近赤外光を用いた計測方法の検討を行っており、波長2250nm付近における吸収スペクトルの二次微分を取ることで、有機物処理プロセスにおいて生成される代表的な中間代謝産物である酢酸に由来する吸収を、ほぼリアルタイムで計測できる可能性を見出している(図12参照)。(1)

この光学的測定法を用いれば、非接触で生物処理プロセスの進行状況を計測することができ、計器のセンサ部分が排水で汚されることによって引き起こされる様々な不具合を回避しつつ、長期間に亘って、信頼性の高い測定を実現することができる可能性がある。

これらの研究開発を進めることで、熟練技術者に頼ることなく、エネルギー消費の最小化と安定した処理場の運転・維持管理の実現に貢献したいと考えている。

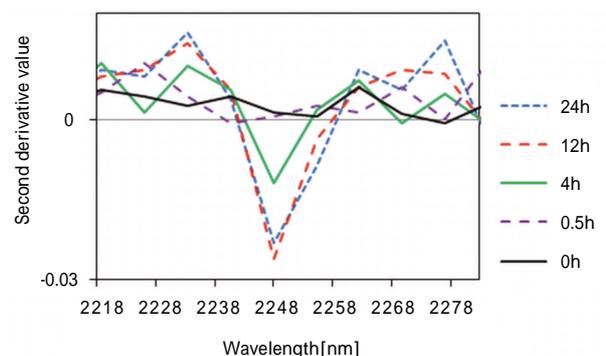


図12 大腸菌の生育に伴う近赤外領域での吸収スペクトル(二次微分)の変化

参考文献

- (1) 粟津邦男, 長塩尚之, 本多典広, 吉岡雅也: 近赤外分光分析による微生物生成代謝物の推定に関する基礎的検討, 環境システム計測制御学会誌, Vol. 16, No.2, 3, pp. 38-43 (2011)