

2009年の技術と成果

Technical Progress and Results in 2009

〔1〕研究・開発

当社研究開発部門の2009年度成果として、「エネルギーと環境」に焦点を当て、エネルギー関連ではスマートグリッドを支える技術・製品開発について、環境関連では水処理技術・装置の開発について紹介するものである。

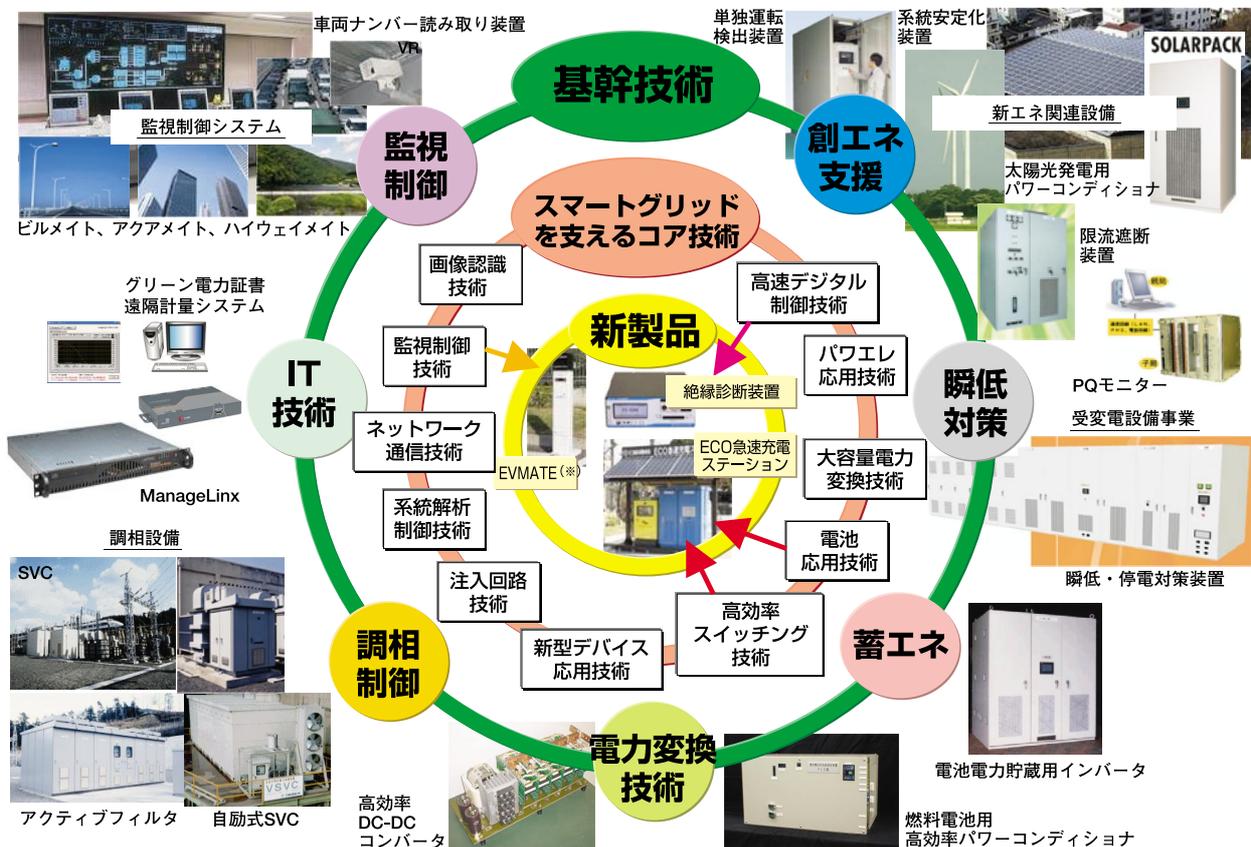
「エネルギー関連」

マスメディアの各種報道により、地球温暖化の進行が氷河崩壊、海面上昇、異常気象に表れているという認識が広く行き渡り、温室効果ガス排出量の削減、特に、大部分を占める二酸化炭素の排出規制に国を挙げて取り組む機運が盛り上がっている。また、わが国における産業別の二酸化炭素抑制対策として、エネルギー転換部門では原子力発電をベース供給とし、太陽光発電、風力発電など再生可能エネルギーの普及を促進すること、産業部門では省エネ、高効率機器の導入、運輸部門ではハイブリッド車（HEV）や電気自動車（EV）などの普及促進が提唱されている。

再生可能エネルギー、特に太陽光発電や風力発電は日射任せ/風任せの不安定な発電源であり、これらを系統の中で電力品質を維持しながら効率よく使いこなしていくためには、電源側と需要家側の協調が必要となる。特に、2020年には、28GWという大量導入の目標が設定された太陽光発電設備においては、配電系統における電圧上昇の問題、系統側が停電しても電圧を発生し続けてしまう単独運転の問題、系統全体の需給バランスの問題など、解決しなければならない問題が多いことが指摘されている。

IT技術を活用し、エネルギー消費の全体最適化で低炭素社会を実現する「スマートグリッド」というコンセプトが提唱されている。当社では長年培ってきた調相・受変電・監視/制御システム技術、更にはパワエレ技術を融合した電池電力貯蔵装置や無効電力補償装置（SVC）などで、今後も電力系統の安定化を通してスマートグリッドの実現に貢献できると考えている。一方、需要家側での二酸化炭素削減要請に対しては、太陽光発電、電池電力貯蔵、電力変換技術を組み合わせたEV用「ECO急速充電ステーション」のコンセプトを、2009年11月に当社本社工場で行われたパーク&ライド事業（京都市殿が実施）にて公開した。図1は、スマートグリッドの実現に貢献できる当社の技術・製品群をまとめたものである。

1. 再生可能エネルギーの導入支援・・・創エネ支援として太陽光発電用インバータ、風力発電向け安定化装置、単独運転検出装置などを製品化している。研究開発部門では、太陽光発電装置が大量導入された場合の単独運転検出精度の向上を目指して次数間高調波を用いた新たなアルゴリズムの検証に取り組んでいる。
2. 新製品・・・上述のECO急速充電ステーションや、電力機器の部分放電をバックグラウンドノイズの影響を抑えて高精度に検出する絶縁診断装置を開発すると共に、機器状態の遠隔監視システムの構築にも取り組んでいる。
3. 電力変換技術・・・コア技術である高効率電力変換技術や新型デバイス駆動技術についてもその拡大・発展を計っている。
また、系統解析の高度化・迅速化のため、現地測定データ（電圧・電流の瞬時値）を用いたリアルタイム系統・パワエレ機器シミュレータを開発している。



() EVMATE : 日信防災株式会社と共同開発を行ったEV用普通充電スタンド。

図1 スマートグリッドを支える当社の技術・製品群

「環境関連」

日本は澄んだ空気、おいしい水といった豊かな自然環境に恵まれてきた。しかしながら、生活排水や生産活動に伴う河川・海洋・地下水の汚染も心配されており、地球温暖化の影響が環境面で顕在化する可能性もある。特に地球の水の97.4%は海水であり、人間が生活・飼用に使えるのは地球上の水の0.01%といわれている中で、発展途上国での工業用水の使用量増加や人口増加に伴う、更なる水質汚染が懸念される。電力品質問題と同様に、汚染源を元から断ち（発生させない）、出さない（流出させない）ことが水質対策の要となる。

当社では、系列会社間のシナジー効果を生かし、ポアフロン膜^(注)を採用した排水処理システムや電子線照射装置（株式会社NHVコーポレーション）を利用したクラフト重合反応により、特定イオンを捕獲する吸着材の開発に力を入れている。

また、ディーゼル車排ガス中の微粒子（黒煙）を捕集する電気再生式フィルタの更なるコンパクト化や適用機種拡大に取り組み、基本検証を終えた。

当社がこれまで蓄積してきた技術・製品を更に進化させ、広く世界の「エネルギーと環境」問題の解決に貢献できるよう、一層の努力を重ねていく所存である。

(注) 1. 「ポアフロン」は、住友電気工業株式会社の登録商標です。

2. 「ポアフロン膜」は、住友電工ファインポリマー株式会社製です。

1.1 ECO急速充電ステーションの開発

地球温暖化の進行を防止するため、温室効果ガス排出量の削減が急務となっている。

温室効果ガスの大部分を占める二酸化炭素の排出は、我が国の部門別で見ると運輸部門で約19%の排出割合となっている。このため、ハイブリッド車、電気自動車やプラグイン・ハイブリッド車などの開発が進められているが、インフラ整備についても早急な充実が必要である。

そこで、「配電系統にも優しい電気自動車向け充電インフラ」整備事業に着目し、太陽光発電、電池電力貯蔵、高効率電力変換装置を組み合わせた「ECO急速充電ステーション」を開発し、製品事業部とともにお客様への提案活動を開始した。

また、2009年11月に当社の本社工場で行われたパーク&ライド事業（京都市殿が実施）においてコンセプト車の展示・試運用を行った。



図2 ECO急速充電ステーション（コンセプト車）

1.2 太陽光発電の大量導入に向けた単独運転検出装置の開発

単独運転とは、太陽光発電などの「分散型電源」が系統に連系した場合に発生する問題の1つである。系統で事故が発生して系統の引出口遮断器（以下、系統遮断器）が開放された場合でも、「分散型電源」が系統に電力を供給継続する（単独運転）ため、単独運転検出装置により速やかに検出して分散型電源の運転を停止させ、人身及び設備の安全に対する影響を、確実に回避する必要がある。

一方、太陽光発電を大量導入するための政策が次々に打ち出されており、近い将来「分散型電源」が系統に大量連系されることが想定される。単独運転検出装置もこれに対応して、以下の課題を解決することが必要になってくる。

- (1) 集中連系した場合、電気保安上求められる0.1秒以内の単独運転の高速検出（遮断）
- (2) 大量普及した場合に懸念される系統安定化対策（商用周波成分の電圧・周波数の安定化）などへの影響（系統にやさしいこと）

そこで上記課題に対応するため、「微量の次数間高調波（2.5次近辺）を同期注入させる単独運転検出装置（汎用のパワーコンディショナに外付する試作装置）を開発した。図3に試作装置（単独運転検出ユニット）を示す。図4に単独運転検出試験の結果を示す。系統遮断器解放後0.1秒未満で単独運転を検出することが確認された。

本開発は関西電力株式会社殿との共同研究で実施したものである。

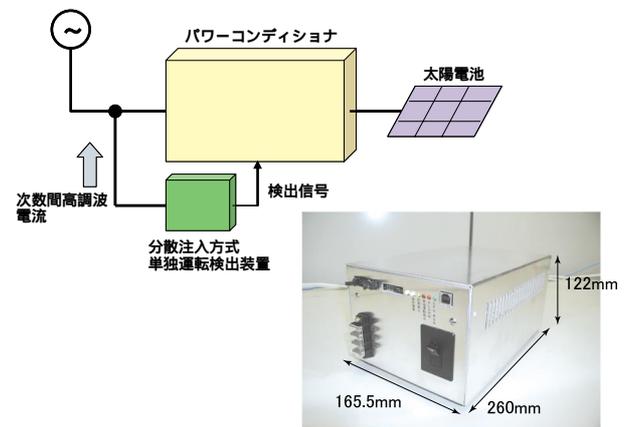


図3 試作装置（単独運転検出ユニット）

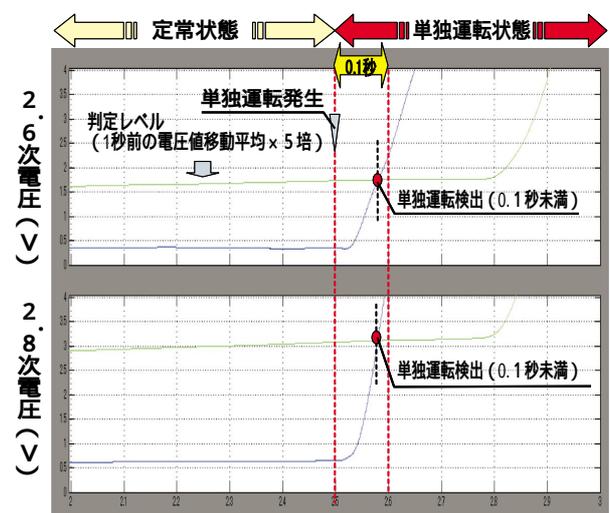


図4 単独運転検出結果

1.3 電力設備診断技術の開発

近年、変圧器やガス絶縁開閉装置などの高経年機器増加に伴い、機器の信頼性・安全性を確認することが大きな課題となっている。更に電力設備の効率的運用を図るため、これらの高経年機器を限界まで使用することが求められている。当社はこのようなニーズに応え、機器信頼性の維持に極めて重要な絶縁診断技術を高度化し、保守合理化、事故・障害未然防止に貢献する可搬形絶縁診断装置“PIT-10MF”を製品化した。

本装置は、機器内部の部分放電に伴い発生する電磁波を専用アンテナセンサと本体内蔵のリアルタイム・スペクトラムアナライザで検出し、検出信号の印加電圧同期性について複数周波数で解析・診断する方式を採用している。従来では診断困難なノイズ環境下でも、ノイズに影響されることなく、部分放電を短時間で信頼性高く診断できる。

また、スマートグリッドの重要なコンセプトでもある電力技術とITの融合を意識して、遠隔監視システムの構築や、点検作業支援を目的としたICタグと情報端末による点検効率化システムの開発、およびこれらの情報の一元管理とそのデータに基づく保守サービスの検討など、将来の理想的な保全スタイルを追求するための技術開発や仕組みづくりに取り組んでいる。

今後は、診断技術の更なる高度化や検出センサの特性向上、および保守支援システムの開発など、社会の持続的発展を支える電力設備の総合的な保全運用に貢献する技術開発を推進していく所存である。



図5 可搬形絶縁診断装置“PIT-10MF”



図6 GIS用アンテナセンサ

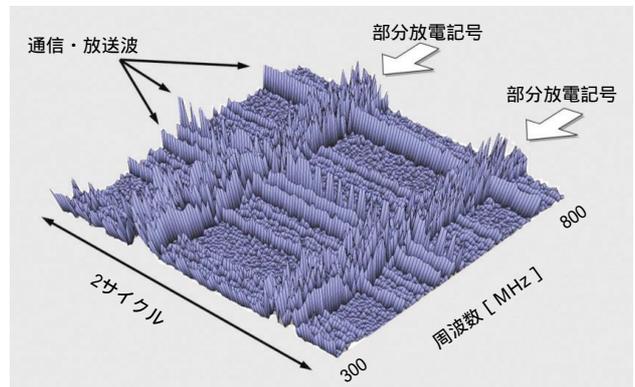


図7 部分放電信号のUHF帯検出例

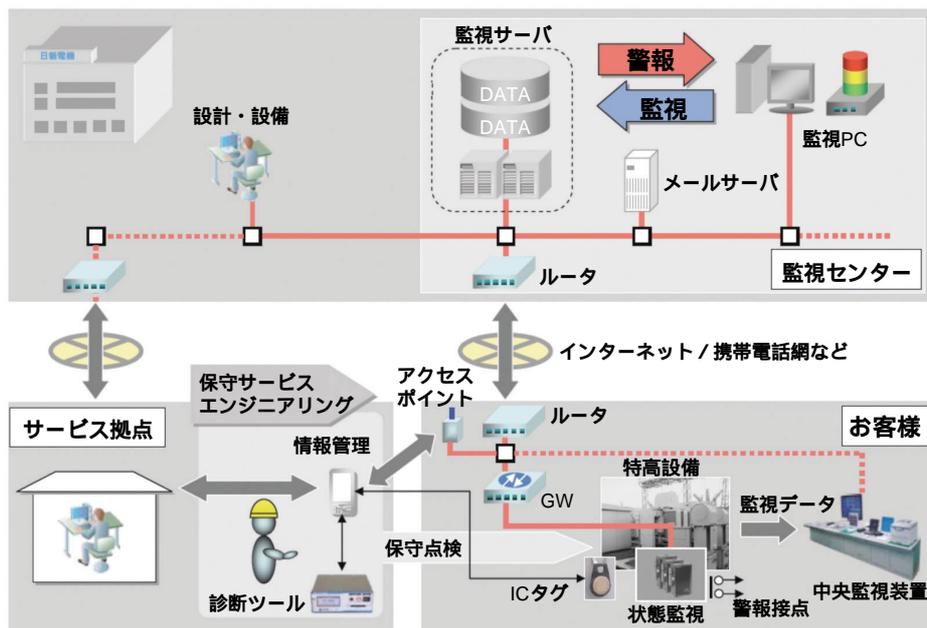


図8 将来の理想的な保全スタイル

1.4 リアルタイム電力系統シミュレータ

低炭素社会実現の為、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーの導入が進められている。

一方、発電効率の低い老朽火力発電所の停止や原子力発電所等の遠隔・大規模電源の設置が進むと、系統の電圧安定性低下や電圧変動・フリッカなどの問題が顕在化する可能性もある。さらに、太陽光発電設備の大量導入は、基幹系統における有効・無効電力調整力の低下につながる懸念が指摘されている。

再生可能エネルギーの出力変動や電圧フリッカなどの予測と対策検討には、実測データによる検証が必要であるが、出力変動はランダムであり、検証には長時間シミュレーションが必要となる。

そこで、数値解析ソフトと高速演算ボードを組み合わせ、電力系統や無効電力補償装置(SVC)の挙動をリアルタイムで模擬できるパソコンベースのシミュレータを開発した。そのシステム構成を図9に示す。また、図10は、フリッカ対策装置(SVC)の動作解析における、数値解析シミュレーション(オフライン)と本開発システムによるリアルタイムシミュレーションの比較であり、両者は良好に一致している。本シミュレータにより、再生可能エネルギー導入時の電力品質問題の予測・対策検討の迅速化に貢献していきたい。

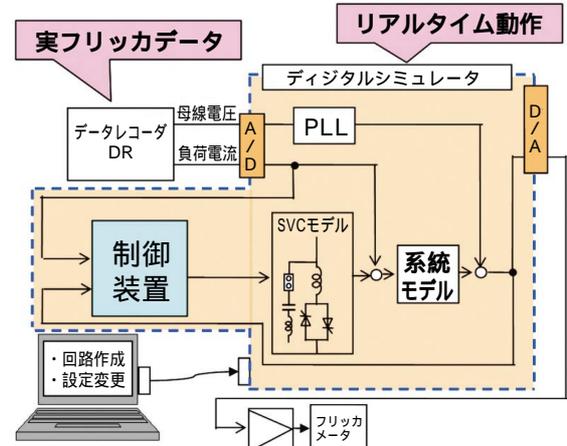


図9 開発システムの構成
(SVCによるフリッカ改善効果の検証例)

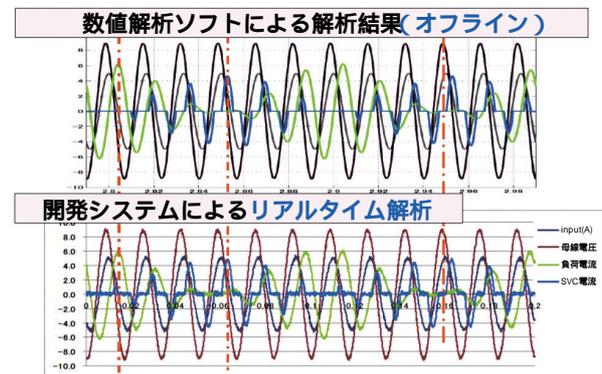


図10 開発システムの動作波形
(母線電圧、負荷電流、SVC電流波形)

1.5 分離膜型ハイキューブシステムの開発

「循環型社会」に於いて、「水」は「エネルギー(化石燃料)」や「各種鉱物資源(レアメタルなど)」と並んで、貴重な資源である。そして、微生物という自然の力を用いて汚水を浄化する施設として当社が販売しているハイキューブシステム(以下HCSと略す)は、発生する汚泥量が少なく、コンパクトで、処理水質にも優れているという特長を有している。

今回、このHCSに、精密濾過膜の一つであり、耐薬品性・耐久性に優れたポアフロン膜を、組み合わせる事によって、更に「コンパクト」で「高性能」な、水処理システムの開発に取り組み、某食品工場の実排水を用いたフィールドテストを行った。

「コンパクト化」を目指す上で、最も効果的な方法の一つとして「BOD容積負荷率の向上」が挙げられる。

今回の開発では、一般的に標準活性汚泥法のBOD容積負荷が $0.3 \sim 0.5 \text{ kgBOD/日} \cdot \text{m}^3$ であるのに対し、 $2.0 \text{ kgBOD/日} \cdot \text{m}^3$ という、非常に高い負荷での安定運転が実現できることを見出し、大幅な「コンパクト化」に成功した。(図11)

一般に、BOD容積負荷を上げた場合、「発泡現象」などが起こり、排水処理を正常に継続できなくなる事が知られているが、今回の開発では、施設の運転操作条件を最適化する事によって、消泡剤等を添加する事なく、 $2.0 \text{ kgBOD/日} \cdot \text{m}^3$ という高い負荷に対応できるシステムを構築する事に成功した。(図12)

また、「分離膜」を用いた場合の問題点として「膜の目詰まり」があるが、こちらも、自動洗浄方法の最適化等を行う事により、半年以上に亘ってオフライン洗浄

(BOD濃度: 1,500mg/L 処理水量: 200m³/日と仮定)

構成	16.0	12.6	9.0
曝気槽	第一接触曝気槽 第二接触曝気槽	第一接触曝気槽 第二接触曝気槽	分離膜槽
沈殿槽	沈殿槽	沈殿槽	沈殿槽
汚泥調整槽	汚泥調整槽	汚泥調整槽	汚泥調整槽
汚泥貯留槽	汚泥貯留槽	汚泥貯留槽	汚泥貯留槽
容積	325m ²	218m ²	129m ²
容積負荷	0.3	1.0	2.0
	標準活性汚泥法	沈殿槽型ハイキューブシステム	分離膜型開発品

図11 処理方式による使用面積の比較



図12 操作方式の最適化効果（発泡抑制）

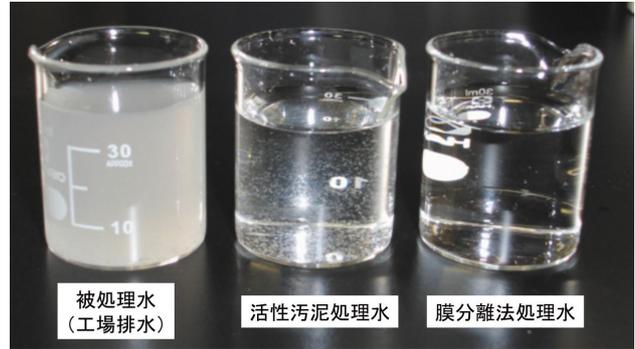


図13 水質の違い

（膜を槽から引き上げて行う洗浄）を行う事無く、運転することに成功した。

更に、今回開発したシステムで得られた処理水は、浮遊物等が極めて少なく、そのまま修景用水等の中水として再利用する事が可能なレベルとなっており、今後の循環型社会に大きく貢献できるものと期待している。（図13）

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、当社グループにおいて長年に亘って蓄積してきた高電圧技術を活かして、電子線照射装置を製造、販売するとともに、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の拡大に努めている。今日、電子線照射技術は、各種の日用品や医療用品の製造現場において、様々な場面で利用されており、主に高分子材料の架橋、コーティング、あるいは殺菌・滅菌などの分野で実用化されている。

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、吸着材の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徴を有する（図14）。

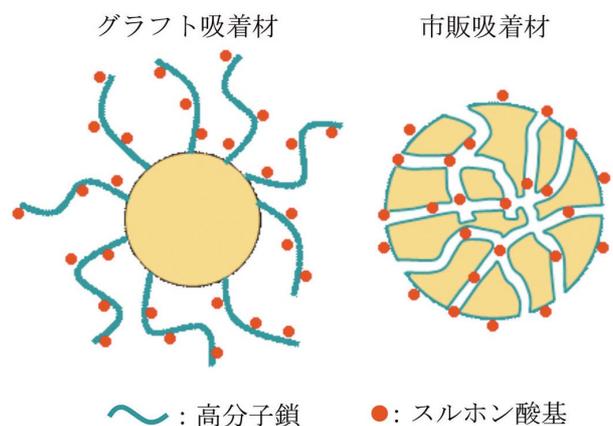


図14 グラフト吸着材と市販吸着材の違い（イメージ）

既に当社では、強酸性化合物であるp-スチレンスルホン酸ナトリウムをグラフトさせることによって、アンモニア等の陽イオンに対して優れた吸着性能を持つ製品の開発を終えて、株式会社NHVコーポレーションにて試験販売を開始した。当社では引き続き、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、フッ素などを対象とした吸着材の開発に取り組んでいる。

開発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吸着性能を付与したものである（吸着材の外観を図15に示す）。この吸着材は、通水時のホウ素吸着能力が市販品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徴を有する。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、ホウ素のリサイクル利用時に有利であると考えている。図16に破過曲線の一例を示すが、市販品と比較して処理能力が高いことが分かる。今後は、排水処理用途を中心に事業展開を図るとともに、地下水の上水利用向けへの適用も視野に入れて、実水を用いたフィールド検証を進めており、早期製品化を目指す所存である。

また、ホウ素以外にも、フッ素を初めとする難除去物質を対象とした吸着材の開発も行っており、順次、製品化していきたいと考えている。

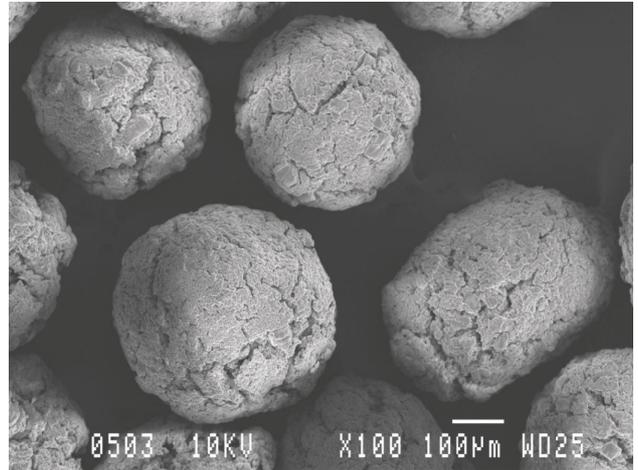


図15 ホウ素吸着材の外観 (SEM)

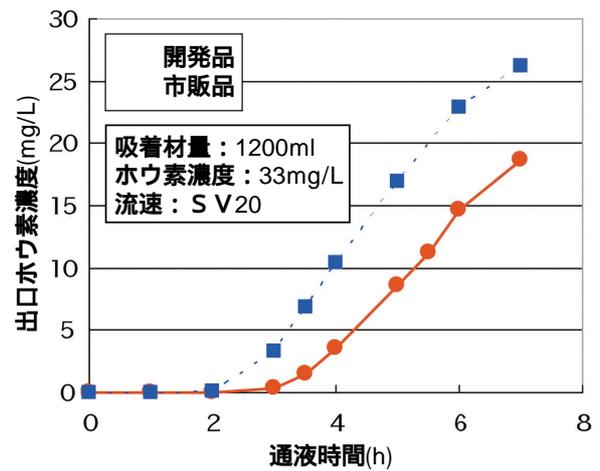


図16 吸着破過曲線の比較例