

# 研究開発成果のトピックス

## 石油製品中の微量の硫黄濃度を簡便かつ高精度で測定できる 小型蛍光X線分析装置の製品化に成功

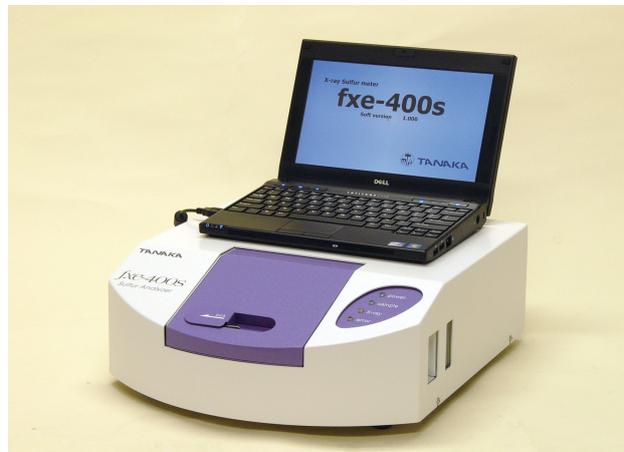
<http://www.jaea.go.jp/02/press2010/p10083001/index.html>

近年、地球環境の悪化回避のために世界規模でさまざまな取組が進められています。硫黄酸化物などによる大気汚染の防止では、石油製品中の硫黄含有量の低減化が図られてきており、各国の分析装置メーカーは微量硫黄分を測定するために測定精度の向上を実現することがますます強く求められています。

蛍光X線分析装置は、比較的簡単な測定原理のためいろいろな方式が開発されてきました。波長分散型等と比較して構造が簡単で操作性も良好なエネルギー分散型は、可搬性に優れ価格が比較的安価ですが、10ppm程度の微量硫黄含有量を高精度に測定するためには、測定系のバックグラウンドノイズを低減すると同時に、低濃度の硫黄から発生する微弱な蛍光X線信号の検出を実現することが必要です。

石油製品の品質管理用計測機器類を製造販売する田中科学機器製作株式会社からエネルギー分散型蛍光X線分析装置の開発の相談を受けた当機構は、シミュレーション評価技術を有する研究部門と検出器エレクトロニクス技術を有する技術部署とが連携し、試料照射用X線発生部から蛍光X線検出部までの放射線輸送を最適化し、また微弱な蛍光X線信号を増幅して正確かつ高速でカウントするエレクトロニクス部を新たに開発しました。これらの高精度化改良設計によって、従来製品より短い測定時間でより低い硫黄含有量の測定を実現しました。

この新製品は、欧米や新興国、発展途上国の製油所等への販売が始まっており、地球規模での大気環境改善に当機構の保有技術が貢献することが期待されます。



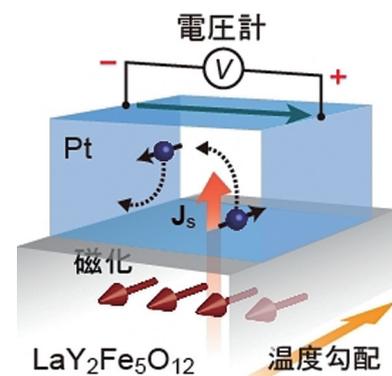
## 絶縁体からの熱電発電に成功

<http://www.jaea.go.jp/02/press2010/p10092701/index.html>

金属や半導体に温度差をつけると温度の勾配に沿って電圧が発生する現象「ゼーベック効果」を利用した熱電発電素子が、環境負荷が小さく高い信頼性を有するエネルギー源として期待されています。本研究では、東北大との共同研究で、磁性ガーネット結晶を用いて、温度差によって電子の磁氣的性質「スピン」が流れる現象「スピンのゼーベック効果」が絶縁体中でも生じることを発見しました。スピンゼーベック効果によって生成されたスピンの流れは、絶縁体に金属薄膜を取り付けることによって電圧に変換することが可能であり、従来は不可能だと考えられていた「絶縁体を用いた熱電発電」が可能であることを初めて示しました。この成果によって、熱伝導によるエネルギー損失が小さい絶縁体を熱電発電素子に利用できるようになり、素子の高性能化が期待できます。

これらの高性能の熱電発電素子の開発が進めば、例えば、高レベル放射性廃棄物の崩壊熱を用いて、離島などでメンテナンスフリーな給電システムを構築したり、停止後の原子炉の余熱で電力を発生させ、プラントの外部電源喪失対策を多重化することで、原子炉の安全性向上へも貢献できます。さらに十分な経済性が得られれば、温排水を用いて軽水炉の発電効率の向上にも貢献でき、究極には、ナトリウム (Na) 冷却高速増殖炉の全出力を熱電発電で利用できれば、Na と水の熱交換を廃した高速増殖炉発電システムも可能になります。

スピン流を用いた絶縁体での熱電発電



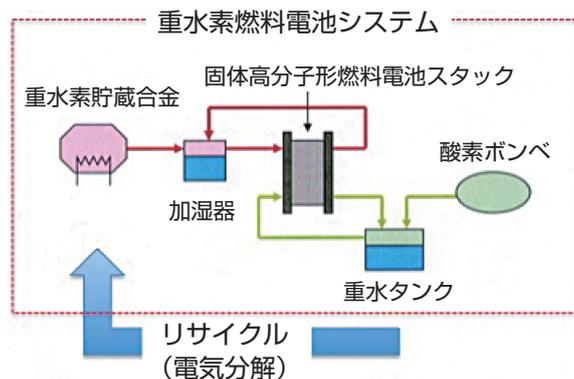


## 重水素を燃料とする高効率燃料電池を開発 —高効率発電システムを目指して—

<http://www.jaea.go.jp/02/press2010/p10051701/index.html>

茨城大学工学部と原子力機構量子ビーム応用研究部門は共同で、重水素を燃料とする高効率な燃料電池を開発しました。重水素燃料電池は、軽水素の代わりに重水素を燃料とする燃料電池です。燃料電池は約170年前に発明された発電装置の一種で、宇宙などでまず利用されました。その後様々な燃料電池が研究されてきましたが、水素を燃料とするものが最も性能が高く、これを凌駕する燃料電池はありませんでした。現在、家庭用や自動車搭載用燃料電池の実用化に向けた開発競争が繰り広げられていますが、これらも水素を燃料とするものです。今回重水素を燃料とする固体高分子形燃料電池（PEFC）システムを開発し、その発電試験を行った結果、水素を燃料とした場合と比較して起電圧が約4%増大することが実証されました。重水素は酸素と反応して重水となります。重水は自然水の中に極微量（重水素の存在比率：0.0115%）含まれ、地球上に広く存在していますが大変貴重です。このため発電により生成した重水は回収し、別途電気分解にて再び重水素へ変換して繰り返し利用します。今回開発した重水素燃料電池の応用先として、たとえば限られたスペースに高効率で燃料を搭載する必要のある深海巡航探査用などの潜水艦への搭載などが考えられます。

重水素を燃料とする固体高分子形燃料電池システムの概念図



## 半導体プロセスで使用する洗浄液の再利用を可能にする 高性能フィルターの実用化

<http://www.jaea.go.jp/02/press2010/p10061001/index.html>

半導体製造プロセスでは、腐食性の高い強アルカリ溶液がシリコンウエーハの表面平滑処理に使用されています。この薬液中に、ニッケル（Ni）、銅（Cu）が微量でも存在すると、これらの金属イオンはシリコンウエーハ内部に進入し、ウエーハ表面に凹状の欠陥を生じさせます。このような欠陥が発生すると、ウエーハの歩留りが低下してしまいます。そのため、シリコンウエーハ処理用の薬液中の金属イオンの含有量をppb（10億分の1）レベル以下に抑える必要があります。そこで、耐薬品性の高いポリエチレン繊維を融着して溶出成分が少ない不織布を開発し、放射線グラフト重合により、強アルカリ溶液でも金属イオンを吸着除去できる機能を導入して、高性能フィルターを合成しました。放射線グラフト重合は、接木のようにポリエチレン繊維に金属イオンを吸着除去できる分子の枝を形成することのできる手法です。強アルカリ溶液中の金属イオンの除去特性と耐久性を評価した結果、開発した高性能フィルターでは、市販のイオン交換樹脂に比べて、金属イオンの除去速度、耐久性とも数十倍以上と高い性能を示しました。この評価結果は、実用できる性能を十分に満足することから、高性能フィルターをモジュールに充填して、メトレート®という商品名で実用化されました。メトレート®での処理により、これまで1回の使用で廃棄されていた強アルカリ溶液などは、再利用ができるようになり、環境負荷低減が期待されます。



放射線グラフト重合法で合成した強アルカリ溶液でも金属イオンを吸着除去できる高性能フィルター（高さ25cm）