

超純水中極微量ナトリウムイオンの連続モニタリング技術

高橋英二*・甘中将人*・片山 亮*

*技術開発本部 生産システム研究所

超純水中のナトリウムイオンを、超高感度に連続モニタリングできる技術を開発した^(注)。ナトリウムイオンに選択的に結合する有機化合物を新規開発し、当社独自の超高感度吸光分析手法（レーザー干渉光熱変換法）を適用することにより、濃度 100ppt（1ppt = 1 兆分の 1）レベルの検出感度が得られることを実証した。火力発電所や原子力発電所など、ボイラ水の常時監視へ活用を検討していく。

背景

発電所のボイラ水には、不純物を極限まで除去した超純水が使われている。ボイラで加熱されて高圧蒸気となった超純水は、発電タービンを回転させた後、海水で冷やされて回収・再循環される。

定期点検時の外気暴露や配管ひび割れなどがあった場合、このボイラ水に微量のナトリウムが混入することによってタービンをはじめとする構成部材の腐食を引起す危険がある。このため、ナトリウムイオン濃度のモニタリングは重要な管理項目となっている。

従来、ナトリウムイオンを選択的に付着させる感応膜を含んだ電極を介してボイラ水の電気伝導率を測定する方法が一般的であるが、電極を定期的に交換する必要があるうえに検出感度も 1ppb 程度が限界であった。

また、ボイラ水をサンプリング・濃縮して質量分析などの手法でオフライン分析する方法では、濃縮から分析までに数日かかることに加え、サンプリングや濃縮時に不純物が混入する懸念もある。

測定原理

当社は、レーザー干渉光熱変換法を活用することによって極微量ナトリウムイオン検出技術を開発した。この技術は、励起用レーザー光をボイラ水に照射し、励起光を吸収したナトリウムイオンが温度上昇（屈折率変化）する現象を測定用レーザー光の干渉計測によって検出するものである（図 1）。

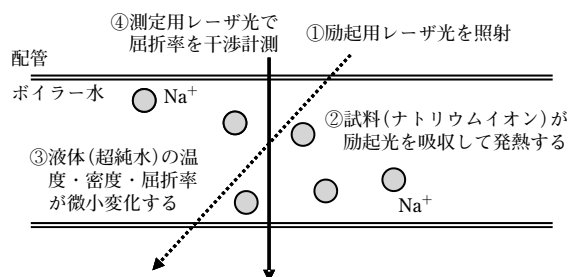
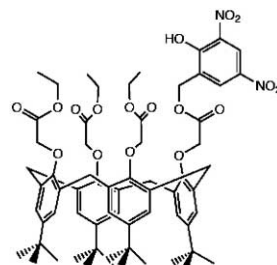


図 1 測定原理

ナトリウムイオン単体には紫外～可視光に大きな光吸収がないことから、当社はさらに、「カリックスアレーン」という新しい有機化合物（図 2）を開発した。このカリックスアレーンは、ナトリウム捕捉性を備えるうえにナトリウムイオンを補足したときに特定の波長に対して光吸収特性をもつように調整している。これを当社独自開発の超高感度吸光度分析装置（図 3）と組み合わせることにより、ナトリウムイオン検出感度を飛躍的に向上させることができた。

結果

現在までに、ナトリウムイオン検出の基礎技術を確立し、濃度 100ppt まで実測できることを確認した（図 4）。今後、化合物種の最適化や分析装置の調整を行い、目標とする濃度 10ppb への感度向上を進めていく。上記目標感度が得られれば、電力会社などボイラユーザへ技術紹介するとともに、半導体用超純水や化学薬品などの高感度分析ニーズに対しても適用を検討していく予定である。



Calix[4]arene derivative

図 2 有機化合物「カリックスアレーン」

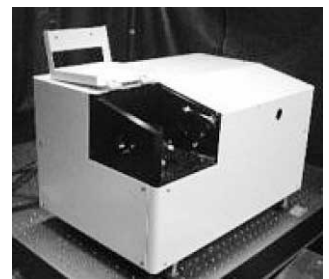


図 3 超高感度吸光度分析装置

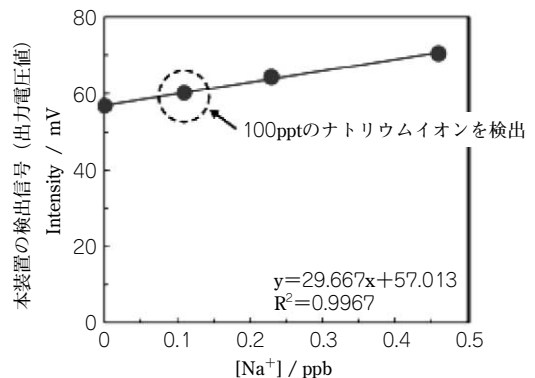


図 4 実測結果

脚注) 本技術は、和歌山大学大学院 システム工学部 木村恵一教授と共同開発した。