

European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry
(冬季プラズマ分光分析国際会議) 出席報告

期日：平成 17 年 1 月 20 日～ 2 月 6 日

出張者：創造エネルギー専攻博士後期課程 3 年 宮原秀一

出張先：ブタペスト，ハンガリー

誘導結合プラズマ (ICP) と質量分析装置をドッキングさせた ICP 質量分析法 (ICP-MS) は，同位体分析が可能なことから，極微量の放射性核種の検出になくはならない存在となった。現在市販されている ICP 質量分析装置は，ppb (十億分の一) ~ ppt (一兆分の一) オーダーで存在する元素を定量可能であり，2004 年現在，最も高感度な元素分析装置の一つとして広く用いられている。しかし現在の ICP-MS にはプラズマの生成にアルゴンを使用しているため，希ガス，ハロゲン元素などの高いイオン化エネルギーを持つ元素の高感度分析が困難である，高価なアルゴンガスを大量に消費するためランニングコストが高い，といった問題を抱えている。また，近年では 試料検体を大量に (1 mL/min) 消費する，ことも問題視されており，早急な解決が求められている。

これらのすべての問題点を解決するために，本研究では，いかなるガスの ICP も生成でき，さらに試料直接導入機構を備えた ICP-MS 用プラズマ源，すなわち試料直接導入マルチガス ICP 源の開発を行った。開発された新しい ICP 源は，従来から広く用いられているアルゴン ICP の他にイオン化能力が高く質量スペクトル干渉の発生がきわめて少ないヘリウムの ICP や，安価な空気や窒素，強力な酸化雰囲気を生成できる酸素，あるいは二酸化炭素などの ICP を大気圧下で生成可能である。これらに加え，溶液の試料検体を市販の分析用ネブライザーを用いてプラズマ中に直接吹き込むことができるため，試料検体の消費量を従来の 1/10 程度まで減少させることが可能となった。

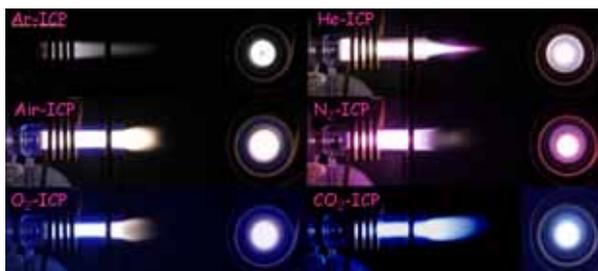


写真 1 さまざまなガスで生成する大気圧 ICP

これまでに当研究室で開発した試料直接導入マルチガス ICP [1] では，試料検体の導入と共にプラズマ不安定になり，あるいはプラズマの形状が分析に不可欠なドーナツ形状からフィラメント形状になることが問題であった。これらの問題を解決するために，新しいプラズマ源の設計においては，噴霧された試料検体のエアロゾルのまわりに，流速の早い気流すなわちサポートガス流を設け，プラズマへの悪影響を低減させた。その

結果，試料直接導入時でもプラズマの安定生成に成功した。また，従来の試料直接導入法では確認できなかった，ドーナツ状のプラズマの生成と，分析目的物質がプラズマ中心部に局在化していることが発光分光分析法により確認され，また発光分析法，質量分析法いずれの場合にも分析感度の向上が確認された。この新しいプラズマ源に関する研究発表を，ハンガリー・ブタペストで開催された European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry 2005 (2005年プラズマ分光化学冬季会議)で行った。

本会議では化学形態別分析に関する研究がそのほとんどを占めており，本研究のような機器開発に関する発表はごくわずかであった。化学形態別分析を行う際には，ほぼ例外なくクロマトグラフ法による化学分離・濃縮処理を行った後、ICP-MSにより検出を行う。クロマトグラフ法による分離濃縮処理は時間がかかるため、大量の試料を処理することが困難であることから、本研究で提案した試料消費量を大幅に低減できる機構は高く評価された。

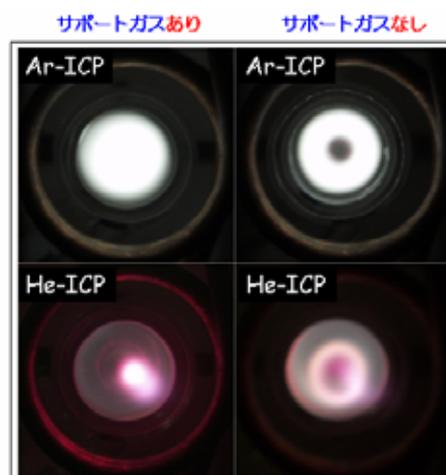
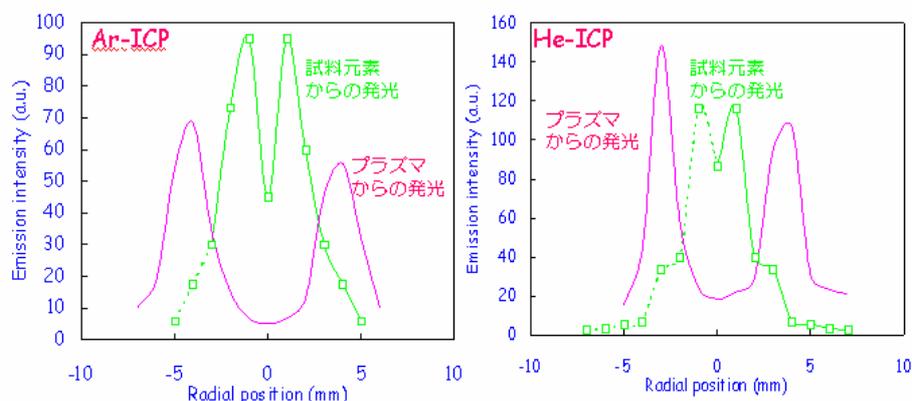


写真2 プラズマを正面から撮影(サポートガスありでは中心部が暗いドーナツ状のプラズマが生成している。



グラフ1 アルゴン・ヘリウム ICP の発光プロフィール

[1] Akitoshi Okino, Hidekazu Miyahara, Yoichi Mizusawa, Takayuki Doi, Masato Watanabe and Eiki Hotta, 31st The Federation of Analytical Chemistry and Spectroscopy Societies (FACSS) , 16, 2004."Development and evaluation of a new direct injection multi-gas ICP"