

# 微量元素分析用大気圧プラズマ調査専門委員会 設置趣意書

プラズマ技術委員会

## 1. 背景と目的

真空容器や排気設備が不要であるなどの長所を持つため、21世紀に入った頃から大気圧プラズマによるクリーニングや殺菌が注目を集めており、実用化も始まっている。このため、大気圧プラズマは最新のプラズマ技術のように認識されている。しかし、大気圧プラズマの歴史は古く、アークやスパーク放電を用いた光源が古くからから実用化されている。特に、微量金属分析の分野では50年以上前から市販装置が発売され、鉄鋼業などの分野で早くから使用されてきた。しかし、パルス放電を用いた発光分析装置では、繰り返し放電の安定性や高出力化が困難などの理由により、分析感度はppm( $10^{-6}$ )レベルと決して高いものではなかった。そんな中、1970年代に入り、大気圧誘導結合プラズマ (Inductively Coupled Plasma; ICP) がFasselらに開発されて状況は大きく進展し、現代社会には不可欠と言えるほど、成功しているプラズマ応用技術である。ICPでは励起温度6000°C、電子密度 $10^{15}\text{cm}^{-3}$ 程度の高温高密度プラズマを大気圧下で定常的に安定して生成できる。このため、分析感度は一気にppb( $10^{-9}$ )オーダーへと進展した。さらに、1980年頃にはHoukらによって、このICPを質量分析用イオン源として用いたICP質量分析装置 (ICP Mass Spectrometer; ICP-MS) が開発され、分析感度はppt( $10^{-12}$ )の時代へと進展し、現在でも、環境、半導体、医療、犯罪捜査などの分野で広く使用されている。ICPの他にもマイクロ波プラズマを用いた溶液分析装置、グロー放電を用いた金属分析装置、レーザーを用いた発光分析装置などが開発されている。

以上を踏まえ、本調査委員会では、微量元素分析のための大気圧プラズマ源の調査を主目的とし、プラズマの物理・化学、計測法、適切な応用法を明らかにするとともに、様々な産業分野に応用展開するために必要となる新しい技術について調査する。

## 2. 内外の趨勢

上記のような長足の進歩を遂げた事から、微量元素分析の分野ではICPが主に研究され、広く使用されてきた。しかし近年では、さらなる高感度分析、生体・有機試料の分析、微量な試料の分析、その場分析、ランニングコストダウン、などの要求が高まっているため、その他の様々な微量元素分析用プラズマ源が開発されている。例えば、小電力・低ガス流量でプラズマを生成できるマイクロプラズマを用いたモバイル分析装置、細胞やナノ粒子を一粒ずつプラズマ中に導入して個別分析を行う微量試料導入技術、レーザープラズマを用いた表面元素測定や試料導入技術、低ガス流量で安定にプラズマを生成できるプラズマトーチなどの新しいプラズマ源の研究が盛んに行われている。さらに、従来は熱伝導や火焰が使用されてきたガスク

ロマトグラフ用検出器にプラズマを応用する研究も始まり、注目を集めている。このように、微量元素分析にプラズマを応用する研究は近年さらに盛んになっている。これらの研究成果は国内では、電気学会ではなく日本分析化学会、日本化学会、日本分光学会、プラズマ分光分析研究会、海外ではFACSS (Federation of Analytical Chemistry and Spectroscopy Societies), ACS (American Chemical Society), The Winter Conference on Plasma Spectrochemistry といった微量元素分析の応用を主目的とする化学系の学会等で発表・議論される事が多く、プラズマの原子分子過程や詳細な計測については未解明な部分も多く残されている。プラズマ源への様々な要求の高まりを考慮すると、応用や実用化に主眼を置いた分析化学側からだけでなく、プラズマ分野側からの基礎的つまり電気・物理的なアプローチも重要になってくる事が予想される。

### 3. 調査検討事項

- 1) 微量元素分析用プラズマ内の物理・化学現象
- 2) プラズマ中の電子、原子、イオン、分析種等の計測技術
- 3) 分析種の脱溶媒、原子化、励起、イオン化の計測およびシミュレーション
- 4) 発光分析用プラズマ源および発光分析装置
- 5) 質量分析用プラズマ源および質量分析装置
- 6) ガスクロマトグラフ検出器用プラズマ源およびガスクロマトグラフ装置
- 7) モバイル分析用マイクロプラズマ源
- 8) パルス変調等を用いた高密度プラズマ源
- 9) 細胞、ナノ粒子等、微少量試料分析のためのプラズマ源および試料導入系
- 10) レーザー等を用いた試料導入法
- 11) プラズマ分析用標準物質
- 12) 環境、医療、半導体、犯罪捜査等への応用

### 4. 予想される効果

微量元素分析用プラズマおよびその応用が期待される分野で活躍する第一線の研究者と技術者が本調査委員会で定期的に会合して情報交換し、総合的な調査研究を行うことにより、学術的・技術的課題の把握と分析、今後のプラズマの微量元素応用への指針、課題と展望が明確になり、新たな研究基盤と応用展開が形成されると期待される。

### 5. 調査期間

電気学会 A 部門研究調査運営委員会での承認から3年間

### 6. 委員会の構成

委員長      沖野 晃俊      東京工業大学      会 員

委員	内山 一美	首都大学東京	会 員
同	岡本 幸雄	東洋大学	会 員
同	高村 禅	北陸先端科学技術大学院大学	会 員
同	中釜 達朗	日本大学	会 員
同	西口 講平	住友精化株式会社	会 員
同	平野 一司	アジレント・テクノロジー	会 員
同	藤田 修	株式会社ジェイサイエンスラボ	会 員
同	我妻 和明	東北大学	会 員
幹 事	大畑 昌輝	産業技術総合研究所	会 員

## 7. 活動予定

委員会 3回／年

幹事会 2回／年

## 8. 調査結果

技術報告書をもって報告とする。