

2016年度 個人特別研究費 研究成果報告書

所属・職・氏名：理工学部 助教 岩井貴弘

研究課題：粒子・一細胞中の極微量元素定量分析法開発と全元素化学への応用に向けた基礎研究

研究期間：2016年4月1日～2017年3月31日

研究成果概要 (2,000字程度)

(1) ドロプレット試料導入用脱溶媒装置の開発

単一細胞や単一微粒子のみを ICP に導入するためには、導入前にドロプレットの溶媒を十分に取り除く必要がある。そのため、試料導入経路を加熱・冷却することで溶媒を除去するドロプレット用脱溶媒装置の開発を行ってきた。しかし従来装置では、十分な溶媒気化のため加熱温度を 200℃以上の高温にすると細胞が破裂し、破碎した細胞が個々にプラズマに導入されることで分析の際のシグナルノイズ比が低下するという問題があった。

そこで、プラズマ中に形状を保ったまま細胞を導入するための脱溶媒装置の加熱部の構造を検討した。ドロプレット試料の加熱時間を調整するために、加熱経路長を従来の 200 mm から 300 mm に長くし、90℃の低い加熱温度で飛翔している単一細胞を含んだドロプレット試料を長時間加熱できるような装置を開発した。その結果、細胞を破裂させることなくプラズマに導入することに成功し、藻類細胞中に含まれる Mg の分析において、従来装置を使用した場合より約 30 倍の質量信号強度を得ることに成功した。

(2) 粒子標準物質を用いた分析システムの特性評価

ドロプレット試料導入 ICP 分析システムを構築したので、粒子標準物質を用いて開発した分析システムの分析精度の評価を行った。粒子標準物質として、比較的粒径が揃っていて体積偏差が小さく、酸化鉄の重量百分率が保証されている磁性ラテックス粒子を用いた。粒子に含まれる Fe の質量分析を行って開発した分析システム由来の相対標準偏差 (RSD) を求めたところ、24.6%となった。磁性ラテックス粒子の体積の RSD は 15%であるため、開発したシステムによる分析の不確かさを評価したところ 19.5%であった。

(3) ヒト細胞の単一細胞微量元素分析

開発した分析システムを用いて、ヒト細胞の単一細胞分析を行った。試料として、ヒト癌細胞である HeLa 細胞と U20S 細胞を使用した。その結果、一つの細胞中に pg レベルで含まれる Mg と Ca の発光分光分析に成功した。

〔学会発表〕（計 8 件）

- ① T. Iwai, S. Shunsuke, S. Kohno, M. Aida, K. Kakegawa, T. Miyake, H. Miyahara, Y. Matsumoto, **K. Chiba**, A. Okino, High-sensitive Elemental Analysis of Single Human Cell using Droplet Injection ICP-AES/MS, European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry 2017 (2017. 2. 20, St. Anton Am Arlberg, Austria)
- ② 細田駿介, 相田真里, 掛川賢, 岩井貴弘, 宮原秀一, 千葉光一, 沖野晃俊, ドロプレットICP発光・質量分析装置による動物細胞の単一細胞微量元素分析, 日本分析化学会第 65 年会 (2016. 9. 16, 北海道大学)
- ③ S. Hosoda, M. Aida, K. Kakegawa, T. Iwai, H. Miyahara, K. Chiba, A. Okino, Single Cell Elemental Analysis of Human Cells using Droplet Injection ICP-AES/MS, 2016 SCIX FACSS (2016. 9. 22, Minneapolis, MN)
- ④ 河野聡史, 細田駿介, 相田真里, 掛川賢, 岩井貴弘, 宮原秀一, 千葉光一, 沖野晃俊, 単一細胞分析のためのドロプレット-ICPMS用脱溶媒装置の加熱部の検討, 日本分析化学会第 65 年会 (2016. 9. 14, 北海道大学)
- ⑤ 細田駿介, 相田真里, 掛川賢, 岩井貴弘, 宮原秀一, 千葉光一, 沖野晃俊, ドロプレット ICP-AES/MSによるヒト細胞の単一細胞微量元素分析, 2016 筑波セミナー (2016. 9. 6, 幕張メッセ, 千葉)
- ⑥ 河野聡史, 細田駿介, 相田真里, 掛川賢, 岩井貴弘, 宮原秀一, 千葉光一, 沖野晃俊, 単一細胞分析のためのドロプレット用脱溶媒装置の検討, 2016 筑波セミナー (2016. 9. 6, 幕張メッセ, 千葉)
- ⑦ 細田駿介, 相田真里, 掛川賢, 岩井貴弘, 宮原秀一, 千葉光一, 沖野晃俊, ドロプレット用脱溶媒装置の加熱温度が単一細胞分析に与える影響の調査, 日本分析化学会第 76 回分析化学討論会 (2016. 5. 28, 岐阜薬科大学・岐阜大学)
- ⑧ 細田駿介, 相田真里, 掛川賢, 岩井貴弘, 宮原秀一, 千葉光一, 沖野晃俊, マイクロ粒子を用いた単一細胞分析用ドロプレットICP発光・質量分析装置の評価, 平成 28 年度日本分光学会年次講演会 (2016. 5. 24, 大阪大学豊中キャンパス)

〔図書〕（計 2 件）

- ① T. Iwai, H. Miyahara, A. Okino, Microplasma Atomic Emission Spectrometry, Encyclopedia of Plasma Technology, Taylor & Francis. (2016.10)
- ② A. Okino, H. Miyahara, T. Iwai, K. Chiba, Plasma Soectroscopy, The Encyclopedia of Analytical Chemistry (2016.10)