T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	単一細胞内微量元素分析のための近赤外線脱溶媒ドロプレットICP分析装置の開発
Title(English)	Development of droplet ICP-MS for high throughput analysis of trace element in single human cell using near infrared droplet desolvation device
著者(和文)	柳井優作, 吉田真己, 太田高志, 末永祐磨, 前本 佑樹, 青木元秀, 梅村知也, 沖野晃俊
Authors(English)	Yusaku Yanagii, Mako Yoshida, Takashi Ohta, Yuma Suenaga, Yuki Maemoto, Motohide Aoki, Tomonari Umemura, Akitoshi Okino
出典	生体医歯工学共同研究拠点 令和2年度成果報告会
発行日	2021, 3

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

単一細胞内微量元素分析のための
近赤外線脱溶媒ドロプレット ICP 分析装置の開発

○柳井優作[1]，吉田真己[1]，太田高志[1]，末永祐磨[1]，前本佑樹[2]，青木元秀[2]，梅村知也[2]，沖野晃俊[1]
([1]東工大院・未来研，[2]東薬大・生命)

1. 研究背景

一つの細胞に含まれる微量元素の高感度分析が実現すれば，再生医療や創薬の分野に大きな貢献ができると期待されている。我々のグループでは，単一細胞の元素分析を目的として細胞一個を内包した微小な液滴を高温の誘導結合プラズマ（Inductively Coupled Plasma: ICP）中に導入する，ドロプレット試料導入装置を開発してきた。この装置は，ドロップレット射出部と，溶媒を気化させるための脱溶媒部で構成される。射出部では，細胞を含んだ直径 70 μm，体積 180 pL の液滴を射出する。液滴は細胞の安定な射出を実現するためのものであるが，この水分はプラズマの負荷になり，分析感度低下の原因となる。このため，脱溶媒部では加熱部で水を蒸発させ，その水蒸気を冷却部で凝結させて除去する。この脱溶媒を行う事で，分析対象元素の信号強度は 100 倍以上増加した。我々はこの装置を ICP 発光分析や質量分析装置に適用し，HeLa 細胞などのヒト単一細胞の分析を行ってきた。しかし，従来の脱溶媒装置は金属円筒をヒーターで加熱して円筒内のガス温度を上げることで脱溶媒を行っていたため加熱効率が低く，細胞導入は 1 秒あたり約 8.5 細胞であるという問題があった。

2. 研究成果

本研究では，ハイスループットな細胞分析を実現するため，近赤外線を用いたドロプレット用脱溶媒装置を開発した。図 1 のようにドロプレット試料導入経路を石英ガラス製にし，外部に長さ 100 mm の近赤外線ヒーターを配置してシリンドリカルレンズでドロプレットの飛行経路上に集光した。ガラス管は近赤外線の透過率が 90%以上である一方で，水の近赤外線吸光係数は可視光よりも 3 桁以上高いため，高速なドロプレットの加熱方法として有望であると考えられる。近赤外線ヒーターには出力 750 W のハロゲンヒーターを用いて，脱溶媒の実験を行った。近赤外線ヒーターとガラス管の距離を 50 mm，ドロプレットの射出周波数を 200 Hz とし，加熱部を通過した液滴の半径を測定して，近赤外光学系や照射条件，溶媒の調整と脱溶媒の効果を検証した。

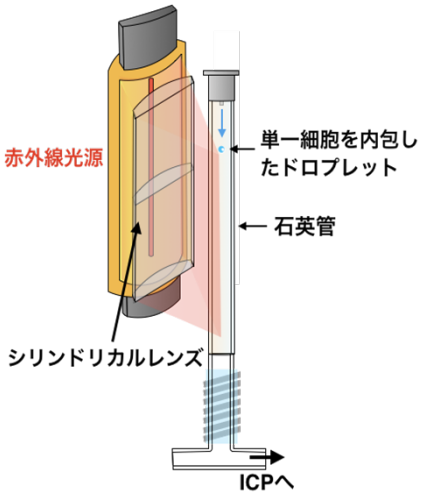

図1　赤外線によるドロプレット試料脱溶媒装置

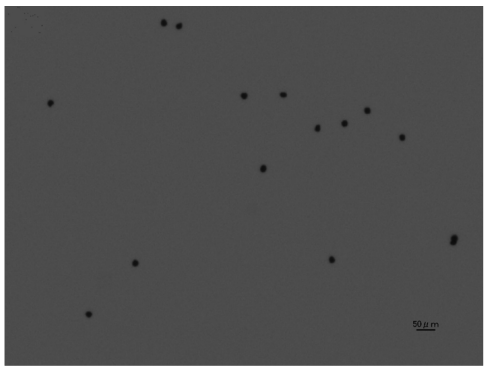

図2：脱溶媒されたHela細胞群

また，細胞は ICP に導入されると原子化されるため，同じ細胞を 2 回測定する事ができない。そこで，単一細胞中の高濃度から低濃度の元素の情報を一度の測定でできるだけ多く確実に得るため，多元素同時発光分光分析，時間分解発光分光分析，質量分析を同時に行うシステムの試作を行った。これにより，広いダイナミックレンジでの分析と，異なる分析法でのクロスチェックが期待できる。

本研究の一部は生体医歯工学共同研究拠点の支援を受けて行われた。