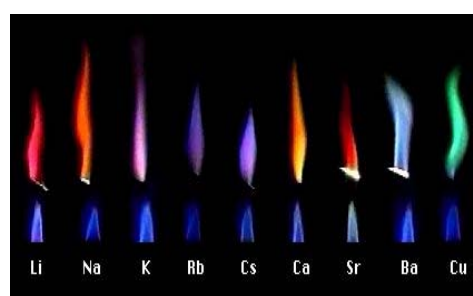


ディビジョン番号	10
ディビジョン名	分析化学

大項目	1. 分析化学
中項目	1-1. 原子・分子スペクトル分析
小項目	1-1-2. 原子発光・ICP 発光分析

概要（200字以内）

原子発光分析は、試料を燃焼フレイム中において原子化して発光を観測する手法であり、種々の元素の定性・定量分析を行うことのできる重要な機器分析法である。また、高温プラズマフレイムを用いて発光分析するのが誘導結合型（Inductively Coupled Plasma: ICP）発光分析法であり、多種類の元素を同時分析可能な高感度分析法として知られている。ICP 発光分析法は高価であるとともに大型装置であり、今後、装置の小型化や簡易化を通して、環境試料や生体関連試料の高感度分析へ広く利用されることが望まれる。



元素の炎色反応と原子発光分析

現状と最前線

原子スペクトル分析は、試料を高温の燃焼フレイム中で熱分解することにより原子化し、エネルギー的に高い原子軌道への電子遷移を観測する原子吸光分析と、原子化した原子の電子を熱励起し、生成したエネルギー的に高い原子軌道からの発光を観測する原子発光分析がある。元素の炎色反応（概略図）は良く知られているが、原子発光分析は炎色反応で生じる原子からの発光を発光エネルギー（定性分析）と発光強度（定量分析）の観点から分析・計測する手法である。原子発光分析の感度はボルツマン分布に従って基底状態と励起状態にある原子数に依存するため、試料の熱励起温度が高ければ高いほど、感度は高くなる。試料の原子化においては、一般に、1）化学炎（空気-アセチレンなど）が用いられるが、この他に、2）電氣的放電を利用するアークおよびスパーク法、3）グラファイト炉または金属フィラメントを利用する電氣的加熱法、4）気体放電法、5）希ガスプラズマ法、6）レーザー蒸発法などがある。測定試料により原子化効率は異なるため、測定試料にあわせて原子化法を選択する必要がある。このような試料の原子化過程において励起状態の原子が生成するとともに、イオンも生成することになり、これらの発光が線スペクトルとして観測される。原子化の温度が高いほど高感度になることを述べたが、分析感度・精度は元素に依存する。すなわち、分析線（発光エネルギー）が長波長（低エネルギー）であるほど熱励起効率は高いため、分析は高感度になる。

反対に、分析線が短波長、すなわち原子の基底状態と励起状態のエネルギー差が大きい場合には、熱励起効率が低下し、一般に、測定感度は低下する。たとえば、温度 2,600 度の空気-アセチレン炎によりセシウム（分析線 = 418.7 nm）、ナトリウム（589.0 nm）、カルシウム（393.4 nm）の発光を高感度で測定することが可能であるが、マグネシウム（279.6 nm）や亜鉛（213.9 nm）の測定は困難である。このような元素を測定する場合には、高温で原子化を行うことのできる誘導結合型プラズマ（Inductively Coupled Plasma: ICP）発光分析法を用いる（図 1）。ICP 発光分析においては、ドーナツ型の高周波コイルによりアルゴンガスを点灯させてプラズマを発生させ、これを試料の原子化に用いる。原子化温度は 10,000 度にも達するため、一般的な原子発光分析法では分析・計測することのできない元素も高感度に測定することができる。そのため、環境試料や生体試料中の微量元素の分析などに不可欠な機器分析法となっている。

ICP 発光分析装置は国内外のメーカーから市販されているものの、大型装置かつ高価であるため、分子の吸光・蛍光分光装置などに比べると一般的ではない。装置の小型化や簡易化が望まれるとともに、新規な原子化法の開発も期待される。さらに、種々のマイクロ分析機器と統合することにより、高感度な小型分析機器として利用されることが望まれる。

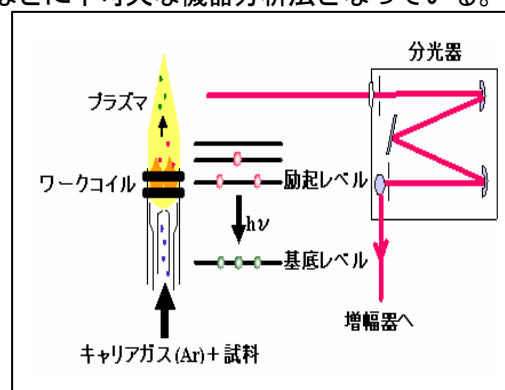


図 1 ICP 発光分析法の概略

参考文献：

最新の分離・精製・検出法—原理から応用まで、梅澤喜夫、澤田嗣郎、中村 洋 監修、エヌ・ティー・エス（1997）

将来予測と方向性

- ・ 5 年後までに解決・実現が望まれる課題
ICP 発光分析装置の小型化と簡易化を通じた汎用分析への展開
- ・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題
新規原子化法の開発に基づく高感度な原子スペクトル分析法の開発と種々の μ -TAS 装置との連結・統合

キーワード

原子化、原子軌道、発光、誘導結合プラズマ

（執筆者： 喜多村 昇 ）