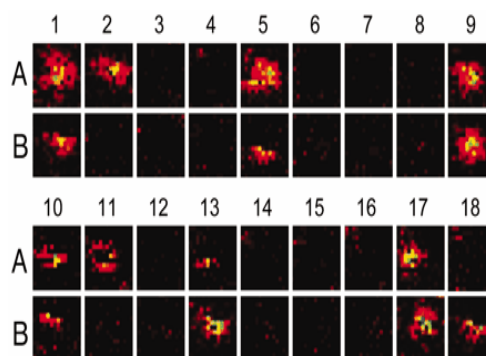


ディビジョン番号	10
ディビジョン名	分析化学

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	1-1-4. 蛍光分析

概要（200字以内）

蛍光分析は定性・定量分析が可能な汎用の高感度分析法であり、様々な科学研究に用いられている。また、科学技術の進展により超高速時間分解蛍光計測や単一分子の蛍光検出・分光へと発展し、大きな成果を挙げている。今後、新規な蛍光プローブ分子の開発に基づく生物科学分野における単一分子計測は益々重要になると考えられる。また、極限的な超微量分析を達成するため、光源、分光器、検出器などのマイクロ化に基づく小型装置の開発が望まれる。



単一分子の蛍光像

現状と最前線

蛍光分析は分子の電子的励起状態からの発光を観測する方法であり、紫外・可視領域の吸光分析とともに、化学分析にとって欠くことのできない方法である。分子の励起状態からの発光としては、励起一重項状態からの発光である「蛍光」と励起三重項状態からの発光である「りん光」があるが、化学分析では、りん光に比べ強度が強い蛍光を用いるのが一般的である。したがって、ここでは「蛍光」分析に焦点を絞り解説する。

分子の光励起によって生じる電子的励起一重項状態から発する蛍光（fluorescence）の強度は励起状態にある分子数に比例する。したがって、ある一定の条件下で測定した分子の蛍光強度から定量分析を行うことができる。また、蛍光スペクトル、蛍光量子収率、および蛍光寿命は分子固有の物性であるため、これらに基づいて定性分析を行うことができる。実際に、蛍光分析は安価な市販装置もあるため、分野を問わず広く利用されている。また、光計測法の特徴として、パルスレーザーを利用することにより高い時間分解能で計測を行うことができるため、フェムト秒～ピコ秒オーダーの超高速化学現象の研究に欠くことのできない手法となっている。特に、最近ではパルスレーザーと光検出器の技術革新により、高感度・高精度の蛍光測定が可能である。さらに、アバランシュフォトダイオードのような超高感度検出器を利用することにより、単一分子レベルでの蛍光計測が行われている。

単一分子の蛍光分光には走査型近視野光学顕微鏡（Scanning Near-field Optical Microscope:

SNOM) を用いるのが一般的であるが、SNOM の概略は別項に譲り (単一分子分光の項参照)、ここでは SNOM による超高感度・空間分解蛍光検出の現状を以下に紹介する。概要に示した図は固体基板上的の蛍光色素の単一分子蛍光像 (A、B 分子) である。図は A、B 分子の蛍光像の時間変化を捉えた様子であるが、明るく蛍光を発している画像と暗い画像の両方が観測されているとともに、その時間変化は A、B 分子で異なることが分かる。蛍光強度のオン・オフはブリンキング (blinking) と呼ばれ、単一分子検出の証拠の 1 つとされている。モデル実験としての蛍光色素の単一分子検出・分光に留まらず、様々な分子系への単一分子蛍光分析が進みつつある。蛍光計測は超高感度計測を可能にするため、様々な分野への展開が期待されている。例えば、図 1 に示すように蛍光プローブ分子で化学修飾した生体物質を単一分子レベルで観測することにより、生体物質のコンフォメーション変化などを実時間で測定することが可能になると期待されている。また、超微量分析が可能な手法であるため、光源、分光器、検出器などの微小化に基づく超微量・超高感度のマイクロ蛍光分光装置の開発が望まれる。

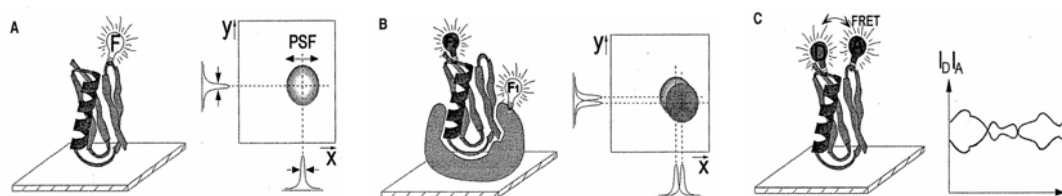


図 1 単一分子蛍光計測の生物学への展開

参考文献：

蛍光測定—生物学への応用、日本分光学会 測定法シリーズ 3、木下一彦、御橋廣真編、学会出版センター (1983)

光化学 I、基礎化学コース、井上晴夫、高木克彦、佐々木政子、朴鐘震共著、丸善 (1999)

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
  - 単一分子検出・分光の飛躍的發展
  - 生物学分野における単一分子蛍光計測の展開
  - マイクロ機械工学、マイクロ電子工学、マイクロ光学等に基づく小型装置の開発
- ・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題
  - ナノ微粒子・単一分子の同時レーザー操作・蛍光分析

キーワード

蛍光とりん光、時間分解分光、単一光子計数法、単一分子計測、走査型近視野光学顕微鏡

(執筆者： 喜多村 昇 )