



■GA教員 研究等紹介①



九州大学 総合理工学研究院 教授
原田 明

環境・生体関連分子計測法の開発

分子の構造・反応・機能を研究するための新しい分光学的計測法を創案・開発し、その新しい方法を駆使して自然界における興味ある諸課題の解明に応用することを目的に、レーザー光・シンクロトロン光などを活用した分析化学・物理化学の新しい展開を期して研究を進めてきた。主に、次の課題を探索している。[1]レーザー光・シンクロトロン光照射で生じる“熱・イオン・蛍光・高調波”等の超高感度・高精度計測に基づいた分子情報の未開拓領域探索法の開拓、[2]細胞内や水面、ナノ粒子表面などの微小・極限環境内での分子挙動の解明、生体内・環境中・機能性新素材における諸化学現象の解明と、環境科学・材料科学への応用。近年は、環境・生体関連の低濃度化学種をターゲットとした新規分析手法の開発を中心課題としている(1-3)。特に、(A)深紫外レーザー励起光熱変換分光法の技術開発を進め、液体中環境・生体関連の非蛍光性分子の超高感度・その場計測性能を満たす装置の設計指針を提案している。また別に、(B)光イオン化分光法や共焦点レーザー等を用いて、水面に吸着した希薄分子の状態解析への実験的アプローチに先鞭を付けてきた。

(A)環境・生体関連で重要な役割を果たす化学種の多くは非蛍光性である。それゆえ、化学修飾等の手を加えない限り、単一分子レベルの高精度特性とともに光計測の簡便性を有する蛍光分光手法をそのまま用いることはできない。一方、光吸収に基づく光熱変換分光法は、感度では蛍光法に及ばないものの、低濃度の非蛍光性化学種のその場計測法として魅力的である。しかし、対象化学種の光吸収が紫外域にのみあることが多いために、利点が活かされていなかった。そこで、溶媒(主に水)のバックグラウンド吸収を避けつつも、あらゆる化学種に対応できる励起波長として深紫外光を光源とした装置系の開発を進めている。現在、最高性能を実現するための設計指針を示し(4)、装置の試作中にある。

(B)地球表面の70.8%は水である。水面には、有機物質が濃縮され、円滑に光と酸素とが供給される。水面で起こる物理・化学現象の分子論的理解は、基礎的にも応用上の重要性が高い。しかしながら、水面分子選択的かつ高感度特性を有する実験的観測手法は皆無に近い。水面分子を対象とした分子動力学シミュレーションと量子化学的計算の急速な発展の一方で、実験手法の欠落は深刻な問題と考えられる。そこで、対象分子が限られるが、検出感度に優れ、中程度の界面選択性を実現できる共焦点レーザー蛍光分光法、対象分子は多様であるが、感度が中程度で界面選択性の高い光イオン化分光法、感度には劣るが、対象分子の種類は中程度で界面選択性は極めて高い第二高調波発生法を、熱力学的界面観測手法である界面張力測定法と合わせて利用し、水面分子の状態解析を進めてきている(3, 5)。

分子計測の課題は数限りなくある。その中で、最近、新たな試みとしてX線吸収スペクトルと紫外可視近赤外スペクトルとの相関分光手法の開発に着手した。単純に考えれば、光遷移の終状態が類似するこれらのスペクトルに相関があるのは当たり前であるが、真実は如何に。

【発表論文、書籍】

1. 原田 明, “超高感度計測” “非破壊三次元分析” in 「レーザー分光分析」(丸善, 2009), 原田 明, 澤田嗣郎 編, pp.3-9, 43-58, 62-59, 173-175.
2. A. Harata, “Enhanced photothermal spectroscopy for observing chemical reactions in biological cells”, in “Handai Nanophotonics, Vol. 3: Nano Biophotonics: Science and Technology”, eds. Hiroshi Masuhara, Satoshi Kawata and Fumio Tokunaga (Elsevier BV) pp. 73-92 (Total 428 pages, 27 chapters) (2007.3)
3. A. Harata, M. Sato, T. Ishioka, “Ionization of Solute Molecules at the Liquid Water Surface, Interfaces, and Self-Assembled Systems”, in “Charged Particle and Photon Interactions with Matter: Recent Advances, Applications, and Interfaces”, eds. Y. Hatano, Y. Katsumura, A. Mozumder (CRC press, Taylor & Francis, Boca Raton) Chapter 17, pp. 445-472 (2010).
4. 原田 明, “溶液中にある非蛍光性化学種の単一分子検出に向けて”, 信学技報, US2013-32, 51 (2013.7).
5. 原田 明, “水溶液表面の化学 - 界面ナノ環境の分光計測”, 九州大学グローバルCOE新炭素資源学ニュースレター, 5, 18-21 (2011.6)

