

2015 年度 日本分析化学会・フローインジェクション分析研究懇談会 フローインジェクション分析学術賞

塚 越 一 彦 君

Kazuhiko TSUKAGOSHI

同志社大学理工学部教授

1959 年 11 月佐賀県に生まれる。1984 年同志社大学大学院工学研究科博士課程（前期）修了（工学修士）。その後、富士ゼロックス株式会社（総合研究所）入社し、1986 年退職。1990 年同志社大学大学院工学研究科博士課程（後期）修了（工学博士）。1990 年九州大学工学部助手採用、1993 年九州大学工学部助教授昇進、1995 年同志社大学工学部助教授採用、2001 年同志社大学工学部（現理工学部）教授昇進、現在に至る。1994 年米国インディアナ大学 post-doctoral researcher（1 年間）。2005～2006 年「Analytical Sciences」編集委員、2009～2010 年「ぶんせき」編集委員などを歴任。



【業績】

相分離混相流の発見・解明とマイクロフロー化学技術への応用

塚越一彦君の研究業績は多岐にわたっており、時系列的には、1) 化学発光反応を利用した生体成分のフローインジェクション分析法、に始まり、2) フェニルボロン酸誘導体を用いた糖質の分子認識、3) 界面鋳型重合、4) キャピラリー電気泳動-化学発光検出法、5) キャピラリークロマトグラフィー-化学発光検出法、6) マイクロチャネル化学発光フロー分析法、7) 相分離混相流の発見・解明とマイクロフロー化学技術への応用、へと続いている。研究業績 1)、4)～7) は、FIA あるいは流れ分析に直接関係するものであり、また研究業績 2)、3) においても FIA あるいは流れ分析への展開が報告されている。ここでは、同君が、2009 年以降、精力的に取り組んでいる「相分離混相流の発見・解明とマイクロフロー化学技術への応用」に関する研究概要を紹介する。

相分離混相流¹⁻³

従来の微小空間内の流れを、便宜上、均一相流（液液界面を持たない）と混相流（液液界面を持つ）に分類すると、均一相流としては電気浸透流と狭義の層流が挙げられ、混相流としては「非混和混相流」（水-疎水性有機溶媒混合系）が知られている。同君は、微小空間内に新しい混相流の流れ、「相分離混相流」、を見出し、そのメカニズムの解明と化学技術への応用に取り組んでいる。

「相分離混相流」は、二相分離混合溶液を、微小空間内に送液し、温度／圧力変化で、混合溶液が、一相から二相へ相変化することによって得られる。二相分離混合溶液としては、同君が新しく見出した水-親水性／疎水性有機溶媒混合溶液をはじめ、従来から知られている水-界面活性剤混合溶液、水-イオン液体混合溶液、フルオロ／ハイドロカーボン有機溶媒混合溶液等が使用された。同君は、「相分離混相流」を、流れ特性（慣性力、粘性力等）、無次元数（ウエバー数、レイノルズ数等）、粘性散逸法則等の流体力学の視点から解明した。

管径方向分配現象⁴⁻⁸

「相分離混相流」は、従来の「非混和混相流」と同様に、流れ条件によって、液滴流、スラグ流、並行流、環状流等の流れかを示す。同君は中でも、環状流（液液界面を介して管径方向に内側と外側の 2 つの相を形成する流れ）に注目した。「相分離混相流」における環状流は、均一相から不均一二相への相変化を通し

て、溶媒分子が管径方向に分配することから生じ、その現象と流れを「管径方向分配現象」（tube radial distribution phenomenon; TRDP）および「管径方向分配流れ」（tube radial distribution flow; TRDF）と呼んでいる。

分離、抽出、混合、化学反応への応用

「相分離混相流」での環状流すなわち TRDF は、「非混和混相流」では環状流が報告されていないような微小領域（内径数百マイクロメートル以下）においても、極めて安定した流れを提供した。同君は、キャピラリーチューブやマイクロチップ内のマイクロチャネルを用いて、TRDF に基づく新しいマイクロフロー化学技術を、提案し、開発した。それらは、分離⁹⁻¹²、抽出¹³、混合¹⁴、化学反応¹⁵に関わるもので、それぞれ、tube radial distribution chromatography (TRDC)、tube radial distribution extraction (TRDE)、tube radial distribution mixing (TRDM)、tube radial distribution reaction (TRDR) として報告されている。

以上の研究業績は、微小領域に新しい流れ、「相分離混相流」、を見出し、そのメカニズムを解明するとともに、マイクロフロー化学技術に応用することを試みる内容であり、FIA 研究の発展に寄与するところ顕著なものがある。

（フローインジェクション分析褒賞委員会）

文献

- [1] K. Tsukagoshi, *Anal. Sci.*, **30**, 65-73 (2014). [2] S. Fujinaga, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *J. Chem. Eng. Jpn.*, (in press). [3] S. Fujinaga, K. Unesaki, Y. Kawai, K. Kitaguchi, K. Nagatanu, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, and J. Mizushima, *Anal. Sci.*, **30**, 1005-1011 (2014). [4] N. Jinno, M. Murakami, K. Mizohata, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *Analyst*, **136**, 927-932 (2011). [5] M. Murakami, N. Jinno, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *Anal. Sci.*, **27**, 793-798 (2011). [6] S. Fujinaga, K. Unesaki, S. Negi, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *Anal. Methods*, **4**, 3884-3890 (2012). [7] N. Jinno, M. Murakami, K. Mizohata, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *J. Liq. Chromatogr. Rel. Tech.*, **35**, 1750-1766 (2012). [8] S. Fujinaga, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *J. Liq. Chromatogr. Rel. Tech.*, **38**, 600-606 (2015). [9] N. Jinno, M. Itano, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *Talanta*, **79**, 1348-1353 (2009). [10] N. Jinno, M. Murakami, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *Anal. Sci.*, **26**, 737-742 (2010). [11] Y. Kudo, H. Kan, N. Jinno, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *Anal. Methods*, **4**, 906-912 (2012). [12] N. Suzuki, K. Yamashita, H. Maeda, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *Anal. Sci.*, (in press). [13] N. Jinno, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *J. Anal. Sci., Methods and Instrumentation*, **2**, 49-53 (2012). [14] K. Nishiyama, N. Jinno, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *Anal. Sci.*, **28**, 423-427 (2012). [15] Y. Masuhara, N. Jinno, M. Hashimoto, and K. Tsukagoshi, *Anal. Sci.*, **28**, 439-444 (2012).