

2016年度日本質量分析学会

奨励賞



平 修 氏 [福井県立大学, 博士(材料科学)]

〔業績〕 親和性ナノ微粒子による選択的レーザー脱離イオン化研究と
イメージング質量分析への展開

平 修氏は、標的となる生体試料と無機金属をコア成分としたナノ微粒子（以下、ナノ微粒子）を相互作用させ、レーザー脱離イオン化（LDI）により選択的イオン化を実現させる研究で業績を上げている。

ナノ微粒子表面にフェニル基を修飾し親和性ナノ微粒子とし、混合物から標的の化合物だけを選択的にイオン化させる研究を行った。微粒子上のフェニル基が疎水性相互作用や π - π 相互作用により芳香族化合物と相互作用し、ほかの親水性化合物混合物から選択的にトラップさせ、直接イオン化させる手法を開発した。医薬品に多い芳香族性化合物やペプチドなどを選択的にイオン化させる手法として応用面でもインパクトが高い（Taira, *Anal. Chem.* 2011）。

また、DNAやRNAなどの核酸を選択的にイオン化させる親和性ナノ微粒子も開発した。核酸塩基内に規則的に配置する二つのリン酸基に注目し、親和性ナノ微粒子には核酸に配位しやすい無機金属を選択した。親和性ナノ微粒子と核酸は選択的に相互作用し、イオン化すると $[M-H]^-$ のシグナル（Mは核酸の質量）のほかに、 $[M+xMe^{2+}-(2x+1)H]^-$ （Me：無機金属）という核酸特異的なシグナルが現れる。スペクトル上のピークパターンから、核酸と他の物質を判別できるだけでなく、無機金属イオンが配位したシグナル数から核酸長まで予測できることを明らかにした（Taira, *Analyst* 2012）。

平氏はさらにナノ微粒子LDI法をイメージングMSに応用し、高い空間分解能を実現した研究を進めた。通常の有機マトリクスを用いたイメージングMSではレーザー照射径を絞っても有機マトリクス結晶が $50\ \mu\text{m}$ 程度になり、それ以下の画像解像度は望めないが、ナノ微粒子を用いた場合はレーザー径に依存した画像が得られる（Taira, *J. Agric. Food Chem.* 2015; *Anal. Sci.* 2014; *J. Biophys. Chem.* 2012; *Anal. Chem.* 2008）。

以上のように、ナノ微粒子LDI法を親和性プローブと組み合わせ、医薬品、食品、環境分野や基礎生物分野など、幅広い研究分野へ展開し、さらに高分解能イメージングMSへと発展させた研究は学術的にも高く評価できる。また、日本質量分析学会においても、平成26年の第41回EMSコンファレンス（能登）では運営委員として積極的に運営にかかわり、第42回EMSカンファレンス（岐阜）では講師を務めた。その他イオン反応研究会、4th AOMSC in Taiwanなどで招待講演を行うなど日本質量分析学会に関する活動に積極的に貢献している。

このように、平氏は質量分析学の進歩に寄与する優れた研究をなし、なお将来の発展を期待しうることから日本質量分析学会・奨励賞に相応しいと認められた。

授賞対象業績リスト

A. 受賞の対象となる研究成果を著した本学会誌に掲載の原著論文

- 1) S. Taira, H. Taguchi, R. Fukuda, K. Uematsu, Y. Ichianagi, Y. Tanaka, Y. Fujii, and H. Katano, "Silver oxide based nanoparticle assisted laser desorption/ionization mass spectrometry to detect low molecular weight compounds," *Mass Spectrom.*, **3**, S0025 (2014).

B. 上に記載した以外で、受賞の対象となる研究成果を著した代表的な原著論文等の著作および関連資料
原著論文

- 1) S. Taira, Y. Sugiura, S. Moritake, S. Shimma, Y. Ichianagi, and M. Setou, "Nanoparticle-assisted laser desorption/ionization based mass imaging with cellular resolution," *Anal. Chem.*, **80**, 4761-4766 (2008).
- 2) S. Taira, R. Ikeda, N. Yokota, I. Osaka, M. Sakamoto, M. Kato, and Y. Sahashi, "Mass spectrometric imaging of ginsenosides localization in Panax ginseng root," *Am. J. Chin. Med.*, **38**, 485-493 (2010).
- 3) Y. Sahashi, I. Osaka, and S. Taira, "Nutrition analysis by nano-particle assisted laser desorption/ionization mass spectrometry," *Food Chem.*, **123**, 865-871 (2010).
- 4) S. Taira, Y. Sahashi, S. Shimma, T. Hiroki, and Y. Ichianagi, "Nanotrap and mass analysis of aromatic molecules by phenyl group-modified nanoparticle," *Anal. Chem.*, **83**, 1370-1374 (2011).
- 5) S. Taira, S. Shimma, I. Osaka, D. Kaneko, Y. Ichianagi, R. Ikeda, Y. Konishi-Kawamura, S. Zhu, K. Tsuneyama, and K.

- Komatsu, "Mass spectrometry imaging of the capsaicin localization in the capsicum fruits," *Int. J. Biotechnol. Wellness Ind.*, **1**, 61–65 (2012).
- 6) S. Taira, D. Kaneko, K. Onuma, A. Miyazato, T. Hiroki, Y. Konishi-Kawamura, and Y. Ichiyanagi, "Synthesis and characterization of functionalized magnetic nanoparticles for the detection of pesticide," *Int. J. Inorg. Chem.*, doi:10.1155/2012/439751 (2012).
 - 7) S. Taira, M. Hashimoto, K. Saito, and O. Shido, "Visualization of decreased docosahexaenoic acid in the hippocampus of rats fed an n-3 fatty acid-deficient diet by imaging mass spectrometry," *J. Biophys. Chem.*, **3**, 221–226 (2012).
 - 8) S. Taira, I. Osaka, S. Shimma, D. Kaneko, T. Hiroki, Y. Kawamura-Konishi, and Y. Ichiyanagi, "Oligonucleotide analysis by nanoparticle-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry," *Analyst*, **137**, 2006–2010 (2012).
 - 9) S. Taira, D. Kaneko, Y. Kawamura-Konishi, and Y. Ichiyanagi, "Application of functionalized nanoparticle for mass spectrometry," *J. Nanosci. Nanotechnol.*, **13**, 1–8 (2013).
 - 10) 平 修, 小西康子, 金子大作, 一柳優子, 「ナノ微粒子支援型質量分析法による残留農薬検出法」, 日本食品工学会誌, **14**, 9–17 (2013).
 - 11) S. Taira, K. Uematsu, D. Kaneko, and H. Katano, "Mass spectrometry imaging: Applications to food science (Review)," *Anal. Sci.*, **30**, 197–203 (2014).
 - 12) S. Taira, M. Tokai, D. Kaneko, H. Katano, and Y. Kawamura-Konishi, "Mass spectrometry imaging analysis of location of procymidone in cucumber sample," *J. Agric. Food Chem.*, **63**, 6109–6112 (2015).

著書

1. 平 修, 「イメージング質量分析法による新しい局在解析」, *ぶんせき*, **7**, 429–430 (2013).
2. 平 修, 「イメージング質量分析の原理と作物における農薬の局在解析」, *食品衛生学雑誌*, **54**, J7–J9 (2013).
3. 平 修, 「ナノ微粒子支援型質量分析 (Nano-PALDI MS) による食品多成分評価法」, *Bio Industry*, **31**(8), 23–29 (2014).