

## フォアフロント研究部門 先端質量分析学研究プロジェクト

○豊田岐聡, 芦田昌明 (基), 上田昌宏 (生命), 小布施力史, 坂田泰史 (医), 進藤修一 (人文), 高橋慶吉 (法), 寺田健太郎, 豊嶋厚史 (放), 中里雅光, 深瀬浩一 (放), 福崎英一郎 (工), 松田史生 (情), 三好恵真子 (人), 大塚洋一, 許衛東 (経), 新聞秀一 (工), 野崎剛徳 (歯病), 久富修, 古谷浩志 (リノ), 横田勝一郎, 河井洋輔, 坂口愛沙 (全教), 福田航平, 松岡里実 (生命)

本プロジェクトでは, 様々な分野の研究者, ならびに産業界との密な連携により, マルチターン飛行時間型質量分析計 (MULTUM) を核とした分野横断型研究を主導し, 新しいサイエンスを切り拓くことを目指している。以下が今年度行った主な活動内容である。

### (1) 小型マルチターン飛行時間型質量分析計を核とした分野横断型融合研究

小型でありながら高分解能が得られるマルチターン飛行時間型質量分析計 (MULTUM) を, 歯学, 環境科学などの様々な分野の現場 (オンサイト) で計測を行うための開発・研究を進めた。例として, 土壌から発生するガスのオンサイトフラックス計測システムの開発 (北大との共同研究), 大気圧イオン化インターフェースの開発 (カノマックスアナリティカルとの共同研究) などを行った。また山梨県富士山科学研究所と連携し, 地下水や温泉水中のヘリウム同位体比から富士山の噴火の予兆を捉えるための研究や, 噴火後の環境・人体影響に関する研究を開始した。

### (2) イメージング質量分析技術

タッピングモード走査型プローブエレクトロスプレーイオン化法によるイメージング技術の開発を行い, マウス脳内の薬物分布イメージングなどを行なった。

### (3) 超臨界流体抽出・クロマトグラフィー／中真空化学イオン化質量分析技術の開発

超臨界流体抽出 (SFE) と超臨界流体クロマトグラフィー (SFC) を中真空化学イオン化 (MVCI) 法と組み合わせた新しい分析手法の開発を昨年を引き続き行った。特に MVCI イオン源内の流体挙動の解析などを行ない, SFC の分離特性の検証を行なった。

### (4) 高性能二次イオン質量分析計 SHRIMP の設置運用

隕石などの同位体比測定を行える高感度・高分解能イオンマイクロプローブ (SHRIMP: Sensitive High Resolution Ion Microprobe) を RI センター南館の3階導入し, 本格運用を開始した。

### (5) 文理融合研究の推進

「まちかねカフェ」という文理融合について考える集まりを2~3ヶ月に一度開催した。

### (6) 質量分析センターの設置

質量分析装置の共用や技術・装置開発を行う理学研究科共通施設質量分析センターを2025年4月1日付で設置し, 本プロジェクトとも連携しながら運用を開始した。

## 研究業績リスト

### I 査読論文

Improved ion detection sensitivity in mass spectrometry imaging using tapping-mode scanning probe electrospray ionization to visualize localized lipids in mouse testes

Yoichi Otsuka, Maki Okada, Tomomi Hashidate-Yoshida, Katsuyuki Nagata, Makoto Yamada, Motohito Goto, Mengze Sun, Hideo Shindou, Michisato Toyoda,

Anal. BioanalChem., 417 (2025), 275-286

DOI: 10.1007/s00216-024-05641-x

プランク定数を LED の実験から求める

中田 博保, 橋 凜人, 増山 隆仁, 兼松 泰男, 豊田 岐聡

物理教育, 73 (2025), 40-43.

DOI : 10.20653/pesj.73.1\_40

Comparative study of ablation processes using femtosecond and nanosecond lasers

JiangZhong Wang, Yasuo Kanematsu, Atsushi Muratsugu, Fuyuki Matsuda, Wakana Matsuda, Yosuke Kawai, Michisato Toyoda

Results in Physics, 76 (2025) , 108415

DOI: 10.1016/j.rinp.2025.108415

Impact of spin-coating temperature on Pb-based mixed ion perovskite film morphology and their solar cell performance

Wakana Matsuda, Keishiro Goshima, Insub Noh, Hyung Do Kim, Ai Shimazaki, Richard Murdey, Michisato Toyoda, Atsushi Wakamiya, Hideo Ohkita, Shu Seki, Yasuhiro Tachibana

ACS Appl. Energy Mater. 8 (2025) , 1437-1445

DOI: 10.1021/acsaem.4c01543

Algorithm-Driven Chromatographic Method for Prostaglandin Isomer Identification via Tandem Mass Spectrometry

Toshinobu Hondo, Yumi Miyake, Michisato Toyoda

Journal of the American Society for Mass Spectrometry, 36 (2025) , 2267-2275

DOI: 10.1021/jasms.5c00231

Mass Spectrometry Imaging of Time-dependently Photodegraded Light Stabilizers in Polyethylene Films by Tapping-mode Scanning Probe Electrospray Ionization

Tsuyoshi Akiyama, Yoichi Otsuka, Mengze Sun, Shinichi Yamaguchi, Michisato Toyoda  
Mass Spectrometry (Tokyo), 14 (2025) , A0173

DOI:10.5702/massspectrometry.A0173

Single-Cell Mass Spectrometry Imaging of Lipids in HeLa Cells via Tapping-Mode Scanning Probe Electrospray Ionization

Yoichi Otsuka, Kazuya Kabayama, Ayane Miura, Masatomo Takahashi, Kosuke Hata, Yoshihiro Izumi, Takeshi Bamba, Koichi Fukase, Michisato Toyoda

Communications Chemistry, 8 (2025) , 147

DOI: <https://doi.org/10.1038/s42004-025-01521-2>

単位系と量子ホール効果

中田博保

日本物理教育学会 近畿支部年報 近畿の物理教育 31(2025) p25-28

Fragmentation Patterns of Chlorogenic Acid Homologs in Positive- and Negative-Ion Mode Mass Spectrometry

Atsushi Yamamoto

Mass Spectrometry, 14 (2025), A0181.

DOI: 10.5702/massspectrometry.A0181

Controlling CsPbCl<sub>3</sub> Nanocuboid Size and Photoluminescence Quantum Yield with Hot-Injection Reaction Conditions

C. Maduwanthi, G. Dy, Z. Zhou, M. Xu, K. Goshima, M. Saruyama, T. Teranishi, Y. Tachibana

J. Photopolym. Sci. Technol., 38(5) (2025) 369-375

DOI: 10.2494/photopolymer.38.369

Charge carrier dynamics controlling performance of lead-based halide perovskite solar cells

C. Maduwanthi, M. Liu, Y. Tachibana

Jpn. J. Appl. Phys., **64**(5) (2025) 050806

DOI: 10.35848/1347-4065/adcef3

Site-Specific Clustering of Bioactive Signaling Molecules Predicted In Situ by Space and Time Coherent Mapping for Imaging Mass Spectrometry.

Jun Aoki, Masako Isokawa, Masahiro Ueda

J. Am. Soc. Mass Spectrom. 36 (2025) ,72–84.

DOI: 10.1021/jasms.4c00333

## II 国際会議等における発表

Charge carrier dynamics of photo-functional semiconductor films in correlation with their device performance

Y. Tachibana

2025 Australia–New Zealand Ultrafast Spectroscopy Symposium

2025年2月13日 - 14日

Adelaide University, Adelaide, Australia

Charge carrier dynamics of photo-functional semiconductor films in correlation with their device performance

Y. Tachibana

the 16th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology (PacRim16)

2025年5月4日 - 9日

Hyatt Regency, Vancouver, Canada

Development and Applications of Portable Gas Chromatograph–Mass Spectrometer System with Built-in Preconcentrator

Ping Chen, Tsung-Han Lee, Chia-Jung Lu, Michisato Toyoda

The 10th Asia–Oceania Mass Spectrometry Conference (AOMSC2025)

2025年6月23日

ANA InterContinental Ishigaki Resort, 石垣, 沖縄

Development of Medium Vacuum Chemical Ionization (MVC) for Mass Spectrometry: Micro-Tissue Analysis via Online Coupling of Supercritical Fluid Extraction/Chromatography

Toshinobu Hondo, Yumi Miyake, Michisato Toyoda

The 10th Asia-Oceania Mass Spectrometry Conference (AOMSC2025)

2025年6月23日

ANA InterContinental Ishigaki Resort, 石垣, 沖縄

Si Pillar Structure for Efficient Laser Soft Ionization

Yusuke Fujii, Junichi Osuga, Hiroshi Furutani, Michisato Toyoda, Yasutaka Matsuo

10th Asia-Oceania Mass Spectrometry Conference

2025年6月22日 - 25日

ANA InterContinental Ishigaki Resort, Ishigaki

Development of a Compact t-SPEI System for High-sensitivity Mass Spectrometry

Imaging of Biological Tissue

Yoichi Otsuka, Takao Yasuda, Mengze Sun, Zhou Yang, Shuichi Shimma, Michisato Toyoda

10th Asia-Oceania Mass Spectrometry Conference

2025年6月22日 - 25日

ANA InterContinental Ishigaki Resort, Ishigaki

Evaluation of Accuracy and Precision on the Multi-Turn Time-of-Flight Secondary Neutral Mass Spectrometry (MULTUM-SNMS) and Its Application to Extraterrestrial Materials

Shigeru Ujita, Hiromu Shinozaki, Kohei Fukuda, Toshinobu Hondo, Yosuke Kawai, So Jinnouchi, Michisato Toyoda, Kentaro Terada

10th Asia-Oceania Mass Spectrometry Conference

2025年6月22日 - 25日

ANA InterContinental Ishigaki Resort, Ishigaki

Investigation of Extraction-Ionization Process of t-SPEI by Current Measurement

Mengze Sun, Yoichi Otsuka, Lee Chuin Chen, Michisato Toyoda

10th Asia-Oceania Mass Spectrometry Conference

2025年6月22日 - 25日

ANA InterContinental Ishigaki Resort, Ishigaki

Quantitative analysis of tridecylcyclohexane in mice using SPME-GC/MS

Junichi Osuga, Fuminori Iijima, Yoshiatsu Aomine, Toyomasa Katagiri, Michisato Toyoda

10th Asia-Oceania Mass Spectrometry Conference

2025年6月22日 - 25日

ANA InterContinental Ishigaki Resort, Ishigaki

Accurate Mass Calibration Variability and Ion Species Complexity in Inter-Laboratory LC/MS Analysis

Atsushi Yamamoto, Hidenori Matsukami, Tomoko Ito, Masafumi Egawa, Yuya Deguchi, Tomohiro Yoshino, Junko Ono, Etsuko Miyazaki, Shunji Hashimoto

10th Asia-Oceania Mass Spectrometry Conference

2025年6月22日 - 25日

ANA Intercontinental Resort Ishigaki, 沖縄

Charge carrier dynamics at lead halide perovskite

Y. Tachibana

The 42<sup>nd</sup> International Conference of Photopolymer Science and Technology

2025年6月24日 - 27日

Himeji Convention Centre, Himeji, Japan

t-SPEI: Rapid Extraction-Ionization Technique for Mass Spectrometry Imaging of Tissues and Cells

Yoichi Otsuka, Mengze Sun, Yang Zhou, Takao Yasuda, Shuichi Shimma, Michisato Toyoda

Chemical Imaging Gordon Research Conference

2025年7月27日

Stonehill College

Intense emission of secondary ions from energetic large cluster-ion impacts and its application to highly sensitive imaging mass spectrometry

Kouichi Hirata, Jun Aoki

15th European Conference on Accelerators in Applied Research and Technology (ECAART 15)

2025年9月8日 - 12日

ETH Campus Hönggerberg, Zürich, Switzerland

Development of extraction-ionization technique “t-SPEEI” and its application to mass spectrometry imaging of diseased tissues and cells

Yoichi Otsuka

The 21st Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis (BCEIA 2025)

2025 年 9 月 11 日

China International Exhibition Center (Shunyi Hall), Beijing

Development of Rapid Extraction-Ionization Technique “t-SPEEI” for Mass Spectrometry Imaging of Tissues and Cells

Yoichi Otsuka

2025 China Mass Spectrometry Academic Conference

2025 年 9 月 19 日

Zhengzhou International Congress Center

Development of a compact t-SPEEI system for high-sensitivity single-cell mass spectrometry imaging

Yoichi Otsuka, Takao Yasuda, Mengze Sun, Yang Zhou, Shuichi Shimma, Michisato Toyoda

The 3rd annual IMSIS conference

2025 年 10 月 2 日

University of California at Davis campus

Charge carrier dynamics at lead halide perovskite

Y. Tachibana

Sophia Symposium 2025

2025 年 10 月 24 日 - 25 日

Sophia University, Tokyo, Japan

Charge carrier dynamics of metal halide perovskite in correlation with film morphology and solar cell performance

Y. Tachibana

14th Aseanian Conference on Nano Hybrid Solar Cells (NHSC-14)

2025 年 11 月 23 日 - 25 日

National Yang Ming Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan

Enhanced Long-Term Stability in t-SPESI Mass Spectrometry Imaging by Fluorine-based Probe Modification

Takao Yasuda, Tasuku Kato, Yoichi Otsuka, Shuichi Shimma, Tomoki Misaka, Takuya Matsumoto, Michisato Toyoda

The International Symposium on Mass Spectrometry Imaging 2025 Kyoto

同志社大学烏丸キャンパス

2025年11月27日

High-Spatial-Resolution Mass Spectrometry Imaging of LPLAT8-KO Mouse Retina by Tapping-Mode Scanning Probe Electrospray Ionization (t-SPESI)

Mengze Sun, Yoichi Otsuka, Hideo Shindou, Katsuyuki Nagata, Michisato Toyoda

The International Symposium on Mass Spectrometry Imaging 2025 Kyoto

同志社大学烏丸キャンパス

2025年11月27日

Mass Spectrometry Imaging of Drug Distribution in Mouse Brain using Tapping-Mode Scanning Probe Electrospray Ionization

Yang Zhou, Yoichi Otsuka, Takao Yasuda, Hiroko Koyama, Shota Hatano, Ryo Honda, Naoki Yamahara, Teiko Nomura, Satoshi Oyama, Michisato Toyoda

The International Symposium on Mass Spectrometry Imaging 2025 Kyoto

同志社大学烏丸キャンパス

2025年11月27日

Development of a Compact t-SPESI System for High Spatial Resolution Mass Spectrometry Imaging of Tissues

Yoichi Otsuka, Takao Yasuda, Tasuku Kato, Shuichi Shimma, Michisato Toyoda

The International Symposium on Mass Spectrometry Imaging 2025 Kyoto

同志社大学烏丸キャンパス

2025年11月28日

Non-Targeted PFAS Characterization Through High-Resolution MS/MS: Legacy Methods and Beyond

Atsushi Yamamoto

9th International Symposium of the Kyoto Biomolecular Mass Spectrometry Society

2025年12月12日

京都大学桂キャンパス, 京都

Correlation of charge carrier dynamics of lead halide perovskite with their solar cell performance

Y. Tachibana

The 2025 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2025)

2025年12月15日 - 20日

Hilton hotel, Honolulu, Hawaii, USA

### Ⅲ 国内会議等における発表

タッピングモード走査プローブエレクトロスプレーイオン化によるマウス脳内の薬物分布イメージング

周陽, 大塚洋一, 孫夢沢, 古山浩子, 波多野翔太, 本田諒, 野村禎子, 小山聡, 豊田岐聡

第72回応用物理学会 春季学術講演会

2025年3月17日

東京理科大野田キャンパス

高感度シングルセル質量分析イメージングのための t-SPESI 計測システムの開発

安田賢生, 大塚洋一, 新聞秀一, 豊田岐聡

第72回応用物理学会 春季学術講演会

2025年3月17日

東京理科大野田キャンパス

高濃度ClドープCdTeの発光の温度依存性と励起光強度依存性

橘凜人, 中田博保, 藤元章, 原田義之, 平井豪, 櫻木史郎, 兼松泰男, 豊田岐聡

日本物理学会春季大会

2025年3月18日- 21日

オンライン開催

空間分子情報を読み解く質量分析イメージング技術の進化～臨床化学分析への応用可能性～,

大塚洋一,

日本薬学会第 146 年会,  
2025 年 3 月 29 日,  
関西大学千里山キャンパス

抽出—イオン化技術「t-SPEI」の開発と疾患組織・細胞の質量分析イメージングへの応用  
大塚洋一

第 52 回日本毒性学会学術年会  
2025 年 7 月 4 日  
沖縄コンベンションセンター

フッ素修飾プローブを用いた長時間 t-SPEI 質量分析イメージング

安田賢生、加藤匡、大塚洋一、豊田 岐聡

第 86 回応用物理学会秋期学術講演会  
2025 年 9 月 7 日 - 10 日  
名城大学天白キャンパス & オンライン

希土類(III)錯体に含まれている極微量のユウロピウム(III)錯体の発光特性

海崎純男、岩松雅子、城谷 大、藤原隆司

2025 年 9 月 15 日~17 日  
長崎大学 文教キャンパス

シングルパルスフェムト秒レーザーを用いた非平衡脱離過程の研究 2

王健仲, 兼松泰男, 邨次敦, 松田冬樹, 松田若菜, 河井洋輔, 豊田岐聡

日本物理学会・第 80 回年次大会  
2025 年 9 月 16 日 - 19 日  
広島大学・東広島キャンパス

高濃度ClドープCdTe発光の温度依存性

橘凜人、中田博保、藤元章、原田義之、平井豪、櫻木史郎、兼松泰男、豊田岐聡

日本物理学会秋季大会  
2025年9月16日- 19日  
広島大学

金属ハライドペロブスカイトナノ結晶のサイズと形状制御

橘泰宏

固体表面光化学討論会 2025

2025 年 11 月 28-日 29 日

日本大学

シングルパルスフェムト秒レーザーを用いた非平衡脱離過程の研究

王健仲, 兼松泰男, 邨次敦, 松田冬樹, 松田若菜, 河井洋輔, 豊田岐聡

第 36 回光物性研究会

2025 年 12 月 12 日 - 13 日

大阪公立大学・杉本キャンパス

生体組織の分子情報を可視化する質量分析イメージングの技術開発と応用

大塚洋一

2025 年度日本顕微鏡学会 SPM 研究会

2025 年 12 月 19 日

北海道大学エンレイソウ

#### IV 著書

シングルセル質量分析イメージングによる細胞の化学情報の可視化

大塚 洋一

週刊 医学のあゆみ 第 292 巻 4 号 (2025 年 1 月 25 日号)

#### V 受賞と知的財産

#### VI その他研究業績、発表文献