

世界最先端の熱分解分析機器および分析技術の開発を目指して

Towards Development of Innovative Analytical Pyrolysis Technologies

熱分解 - ガスクロマトグラフィー / 質量分析法 (Py-GC/MS 法) による高分子のキャラクタリゼーション、廃プラスチックのリサイクルやバイオマス資源の有効活用に向けた高分子の分解反応評価、これらを可能とする新しい分析手法および分析機器開発 (熱分析装置、ガスクロマトグラフ、質量分析装置、それらの周辺機器など) を行っている。また、フロンティア・ラボが有する海外拠点を通じて研究成果を世界に発信、海外との研究交流や共同研究を実施することで、グローバル人材の育成にも積極的に取り組む。

We are developing innovative pyrolysis technologies, such as pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry (Py-GC/MS), and the related equipment for polymer characterization and development of pyrolysis processes for feedstock recovery from waste plastics and biomass resources. We are also trying to develop human resources capable of global perspectives through international collaborative researches and seminars with Frontier Laboratories' global branch offices.

F-Splitless 注入法を用いた熱分解 -GC/MS による大気中の極微量マイクロプラスチックの分析を実現

本講座では、ポリマーの構造解析および廃プラスチックやバイオマスを化学原料に転換するための手法として、熱分解法に着目している。熱分解法は不活性ガス雰囲気下において「熱」によって種々の化学結合を切断する手法である。本講座では、小型熱分解装置 (通称: パイロライザー) を用いてプラスチックやバイオマス等の高分子を熱分解し、熱分解によって生じる揮発生成物をガスクロマトグラフ / 質量分析装置 (GC/MS) により直接分析するアプローチを研究している。

今年、本講座では、フロンティア・ラボ株式会社で開発した F-Splitless 注入システム (MFS-2015E) を導入し、F-Splitless Py-GC/MS (Fig. 1) を構築した。本システムにより、パイロライザーで得られる微量熱分解生成物の高感度検出を可能とした。石英繊維フィルターに捕集した大気中に漂う微量のマイクロプラスチックを本システムを用いて分析することで、捕集されたプラスチックの種類およびその量を明らかにすることに成功した。本研究結果は、同研

Sensitive Detection of Microplastics in Passively Sampled Indoor Using F-Splitless Pyrolysis-Gas Chromatography/Mass Spectrometry

Pyrolysis is considered a promising method for polymer characterization (in the field of analytical pyrolysis) and chemical feedstock recovery from polymeric wastes (in the area of applied pyrolysis) because it can decompose any polymeric material into smaller molecules by applying heat alone in an inert atmosphere. Pyrolysis-gas chromatography (Py-GC) involves pyrolyzing polymeric materials in a micropyrolyzer and a subsequent direct GC analysis of pyrolyzates. Py-GC has immense potential for applications in the fields of analytical and applied pyrolysis, as it allows for rapid and accurate analysis of pyrolyzates. This is beneficial for elucidating the microstructure and composition of polymers and for rapid screening of pyrolysis conditions for designing feedstock-recycling processes.

We newly installed an F-Splitless injection system (MFS-2015E) developed by Frontier Laboratories, and the F-Splitless Py-GC/MS system was established in this laboratory. The F-Splitless injection method greatly improved the detection sensitivity of trace pyrolysis products. In this work, indoor air was passively sampled using quartz

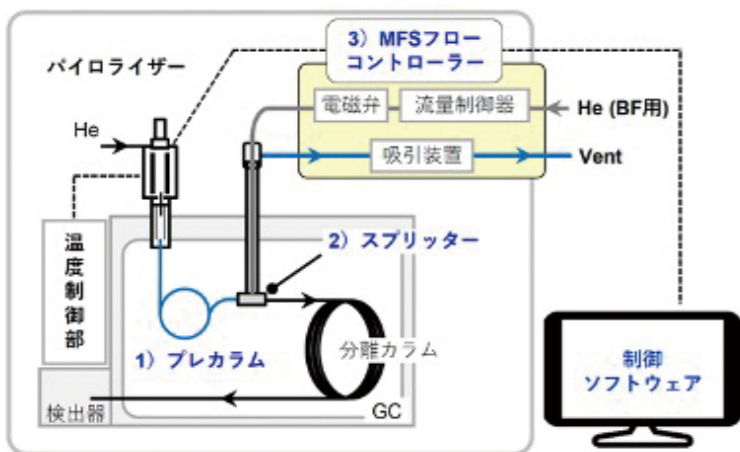


Fig. 1 Schematic illustration of F-Splitless pyrolysis-gas chromatograph/mass spectrometer (F-Splitless Py-GC/MS) system.



Fig. 2 Supplementary Cover Art in ACS ES&T Air



教授 吉岡 敏明
Professor (兼務)
Toshiaki Yoshioka

准教授 渡辺 壱
Associate Professor
Atsushi Watanabe

准教授 熊谷 将吾
Associate Professor (兼務)
Shogo Kumagai

究科吉岡研究室との共同成果として、アメリカ化学会の ACS ES&T Air 誌に掲載され、本研究イメージ (Fig. 2) が Supplementary Cover Art として採用された。

JSPS 二国間交流事業として共同国際セミナー主催

本講座の熊谷将吾准教授が研究代表者として、JSPS 二国間交流事業として、Indian Institute of Technology Madras (IIT Madras) の Ravikrishnan Vinu 教授と共に、国際セミナー「Frontiers in Analytical & Applied Pyrolysis for Energy & Environment」を 2024 年 2 月に開催 (Fig. 3)。渡辺壱准教授も研究分担者として参画。

PYROASIA2024 国際会議の共催

フロンティア・ラボ株式会社が Co-organizer として、2024 年 11 月に PYROASIA 2024 (Guwahati, India) (Fig. 4) を開催し、本講座の熊谷将吾准教授が International Co-Chair として会議運営に貢献。

招待講演

- [1] 熊谷将吾, 「熱分解法による有機炭素資源の化学原料化」, 日本質量分析学会材料部会第6回講演会 (2024/2/2)
- [2] 熊谷将吾, 「有機炭素資源利用プロセス開発への熱分解ガスクロマトグラフィーの応用」, 日本分析化学会第73年会 (2024/9/11)
- [3] Atsushi Watanabe, "Size Segregated Microplastics analysis in Airborne Particulate Matter: Sampling and Analysis by Py-GC/MS", 3rd International Conference on Advanced Materials and Characterization (2024/7/24)
- [4] Atsushi Watanabe, "Application of F-Splitless Pyrolysis-GC/MS to the Analysis of Polymeric Materials", PYROASIA2024 (2024/11/28)



Fig. 3 Key members of the JSPS-DST Bilateral International Seminar

fiber filters, and the microplastics on the filters were analyzed using the F-Splitless Py-GC/MS. The results demonstrated that F-Splitless Py-GC/MS can be used to identify and quantify microplastics at the nanogram level.

JSPS-DST Bilateral International Seminar

Prof. Shogo Kumagai, a principal investigator of the JSPS bilateral project between Japan and India, held an international seminar "Frontiers in Analytical & Applied Pyrolysis for Energy & Environment." Prof. Atsushi Watanabe also participated in the seminar as a collaborator.

Co-organizing PYROASIA2024 conference

Frontier Laboratories Ltd. co-organized an international symposium, "PYROASIA 2024," held at Guwahati in India. From this laboratory, Prof. Kumagai was involved as an international co-chair and contributed significantly to the management of the conference.

原著論文

- [1] William Pipkin, Masumi Sato, Shogo Kumagai, Chuichi Watanabe, Atsushi Watanabe, Norio Teramae, Toshiaki Yoshioka, "Into the Nanograms Sensitive Detection of Microplastics in Passively Sampled Indoor Air Using F-Splitless Pyrolysis Gas Chromatography Mass Spectrometry", ACS ES&T Air, 1, 234 (2024).
- [2] JuHye Kim, Jihye Kwon, JeongHyun Kwon, Muhammad Zain Siddiqui, Gijeong Woo, Mijung Choi, Sunguan Hong, Chuan Ma, Shogo Kumagai, Atsushi Watanabe, Norio Teramae, Su Shiung Lam, Young-Min Kim, "A new filtration system for extraction and accurate quantification of microplastics", Analytical Methods, 16, 6751 (2024).



Fig. 4 Logo of the PYROASIA 2024 symposium