

# ABC サテライト「太陽系の起源と進化の体系的理解をめざすマルチスケール小天体科学」2019 年度活動報告

藪田ひかる<sup>1</sup>, 加登大輝<sup>1</sup>, 上出奏海<sup>1</sup>, 天野翠<sup>1</sup>, 重中美歩<sup>1</sup>, 後藤優衣<sup>1</sup>, 中井康生<sup>1</sup>, 宮原正明<sup>1</sup>, 杉田精司<sup>2</sup>, 巽恵理<sup>2</sup>, 和田浩二<sup>3</sup>, 中村智樹<sup>4</sup>, 藤谷渉<sup>5</sup>, Larry Nittler<sup>6</sup>, Eric Quirico<sup>7</sup>, Scott Messenger<sup>8</sup>, Matthias Grott<sup>9</sup>, Stefanus Schroder<sup>9</sup>, 橘省吾<sup>2</sup>, 野口高明<sup>10</sup>, 臼井文彦<sup>11</sup>, 荒井朋子<sup>3</sup>, 木村宏<sup>3</sup>, 小林正規<sup>3</sup>, 平井隆之<sup>3</sup>, Ralf Srama<sup>12</sup>, Harald Kruger<sup>13</sup>, Frank Postberg<sup>14</sup>, Cecile Engrand<sup>15</sup>, Karen Meech<sup>16</sup>, 金田英宏<sup>17</sup>, 藤本 正樹<sup>18</sup>, 渡邊誠一郎<sup>17</sup>

1: 広島大学, 2: 東京大学, 3: 千葉工業大学, 4: 東北大学, 5: 茨城大学, 6: Carnegie Institution of Science, 7: Université Grenoble Alpes, 8: NASA Johnson Space Center, 9: German Aerospace Center (DLR), 10: 九州大学, 11: 神戸大学, 12: University of Stuttgart, 13: Max Planck Institute, 14: Freie Universität Berlin, 15: Paris-Sud University, 16: The University of Hawaii, 17: 名古屋大学, 18: 宇宙航空研究開発機構

本サテライトでは、小惑星サンプルリターン「はやぶさ2」と、惑星間ダストその場分析および活動小惑星フライバイ観測「Destiny+」に関わる、観測と物質科学の国内外研究者からなるマルチスケール小天体科学ネットワークを構築し、太陽系における生命材料物質の形成機構および供給機構の総合的解明を目指す。1年目は、はやぶさ2の観測で得られたリュウグウの反射スペクトルと類似するスペクトルを示した Jbilet Winselwan 炭素質 CM 隕石[1]中の有機物を分析し、小惑星リュウグウと隕石グループとの対応づけを試みた。Destiny+に関しては、ダストアナライザーの地上実験としてマトリックス支援レーザー脱離イオン化飛行時間型質量分析計(MALDI/ToF-MS)を用いた標準試料の測定を行い、各有機化合物の電子構造と質量スペクトルパターンとの関係を明らかにした。

[Jbilet Winselwan 隕石の有機物分析]

**多環式芳香族炭化水素(PAHs):** Jbilet Winselwan 隕石中の PAHs は、Murray 隕石よりも約 350 倍濃度が低く、高揮発性の PAHs、構造的に不安定なカタ縮合型 PAHs が含まれない一方で、ビフェニル骨格を持つ PAHs が相対的に多いことが判明した。また、これまでに同定されなかった新種の PAHs であるジフェニルアミンやオキシビスベンゼンを Jbilet Winselwan 隕石から初めて同定した。さらに、有機地球化学研究で用いられている堆積岩の熱成熟指標である、2-メチルビフェニル/フルオレン比、メチルフェナントレン異性体比を用いて、Jbilet Winselwan 隕石の熱変成温度を算出したところ、加熱継続期間が3日で約 425-450°C、1か月で約 390-400°C、1年で約 350°Cと見積もることができた。

**酸不溶性有機物(IOM):** 隕石粉末試料の HCl/HF および CsF/HF 処理により、IOM を精製し、CHN 元素分析、

炭素同位体分析、顕微ラマン分光分析を行った。その結果、Jbilet Winselwan 隕石中の IOM の H/C は  $0.405 \pm 0.039$ , N/C は  $0.0368 \pm 0.0018$ , 炭素同位体比は  $\delta^{13}\text{C} = -10.408 \pm 0.48\%$  であることが明らかとなった。これらの値と、加熱を受けた他の CM コンドライトの値との類似から、Jbilet Winselwan 隕石は 400-500°Cの短期的な加熱を経験した可能性が示された。一方で、Jbilet Winselwan 隕石の IOM のラマンスペクトルは始原的な炭素質 CM 隕石の IOM のものと類似し、短期的な熱変成では IOM のグラファイト化は進行しないことが判明した。

[MALDI/ToF-MS を用いた標準試料 21 種の測定]

ピレン、コロネン、ペンタセンの質量スペクトルでは分子イオンピークが検出された。これは、PAHs が  $\pi$  電子が芳香環上に非局在化する安定構造を持つことを反映する。4-フェニルピリジン、ニコチン酸、インドール-3-酢酸で H が付加した分子イオンピークが、キノリン-3-ボロン酸ではフラグメントイオンピークが検出された。この違いは、含窒素複素環式化合物の6員環(非共有電子対は混成軌道)と5員環(非共有電子対は p 軌道)の電子配置の違いによるものと考えられる。

また、本サテライト主催による国際研究会 The 3rd joint meeting of Regolith and Multi-scale asteroid science meeting を 2019 年 10 月 2 日に宇宙科学研究所にて開催した。会議は 17 件の講演、参加者 57 名から構成され、マルチスケール小天体科学ネットワークを発展させることができた。

## 参考文献:

[1] Sugita, S. et al.: 2019, Science, **364**, eaaw0422