

木星トロヤ群小惑星探査ワークショップ開催報告

癸生川 陽子¹, 河井 洋輔², 青木 順², 岡田 達明^{3,4},
伊藤 元雄⁵

1. はじめに

2017年9月30日(土)に大阪大学豊中キャンパスにて木星トロヤ群小惑星探査ワークショップを開催した。本研究会は、現在計画審査段階にあるソーラー電力セイル探査機による木星トロヤ群小惑星探査計画の意義をより深めること、また、広くコミュニティの方々に関心を持っていただくことを目的とし、日本惑星科学会秋季講演会の後日、同会場にて行われた。本ワークショップの参加者(ご記名頂いた方)は37人であった。木星トロヤ群小惑星の探査は、世界初のD/P型小惑星の着陸探査であり、惑星形成論の制約や始原的小天体の形成・進化を読み解く鍵となることが期待されている。したがって、本研究会では、木星トロヤ群小惑星だけでなく太陽系における物質進化や始原的小天体の形成なども含めた幅広い専門の研究者に講演を依頼し、議論を行った。また、本ミッションは片道10年以上と、非常に長い期間となるため、積極的な後進の育成を念頭においており、若手の参加を促すため、鳥居・井上基金の援助のもと大学院生及び若手研究者に旅費の援助を行った。本ワークショップ費用の一部はJAXAの支援を受けた。

2. プログラム及び講演内容

本ワークショップのプログラムを表1に示す。初めに、岡田氏が木星トロヤ群探査計画の概要について講演を行った。

吉田氏は、木星トロヤ群小惑星の観測事実について講演した。サイズ頻度分布や自転周期分布について最新の研究成果について述べ、メインベルトのD型小惑星との差異や水氷の存在などについての議論が行われ、地下試料の調査の重要性が強調された。

野村氏は、原始惑星円盤の有機分子の観測及びこれらにより明らかになった反応機構について講演した。円盤内の位置による化学反応の違いについて議論し、木星トロヤ群の物質分析からダストの水マントル反応前の初期状態がわからないかという提案がなされた。

生駒氏は、巨大惑星形成についての理論研究について講演し、最新の研究成果も織り交ぜて、初期太陽系における微惑星の広範囲な混合について議論した。希ガスを含んだ氷の分析や小惑星の形成場所(温度)とその多様性を調べることの重要性が強調された。

平田氏は、クレーター数密度と空間分布について講

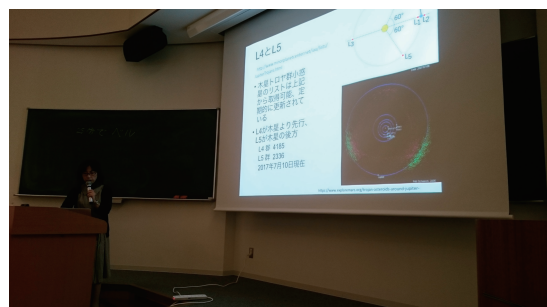


図1: ワークショップの様子。

1. 横浜国立大学 大学院工学研究院
2. 大阪大学 大学院理学研究科
3. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
4. 東京大学 大学院理学系研究科
5. 海洋研究開発機構 高知コア研究所
kebukawa@ynu.ac.jp

表1：木星トロヤ群小惑星探査ワークショッププログラム.

9:00－	受付
9:30－9:45	挨拶・趣旨説明
9:45－10:15	岡田達明（JAXA）「ソーラー電力セイルによる木星トロヤ群の探査計画概要」
10:15－10:45	吉田二美（千葉工大／神戸大）「これまでに地上観測で分かっているトロヤ群小惑星についてのレビュー」
11:00－11:30	野村英子（東京工業大学）「原始惑星系円盤における有機分子生成」
11:30－12:00	生駒大洋（東京大）「巨大惑星形成に関する未解決問題」
12:00－13:30	昼休み
13:30－14:00	平田直之（神戸大）「小天体のクレーター数密度と空間分布」
14:00－14:30	野口高明（九州大学）「微隕石から想像するトロヤ群小惑星の構成物質」
14:45－15:15	橋口未奈子（九州大学）「炭素質コンドライト中有機物の水素・窒素同位体異常と水質変質」
15:15－15:45	藪田ひかる（広島大学）「コンドライトの高強度レーザー圧縮実験：衝突物質の初期地球への寄与」
16:00－16:30	総合議論・まとめ
16:30－	ラボツアー（希望者）

演し、これらの観測による年代や衝突履歴の推定について解説した。また、D型に分類されている火星衛星 Phobos・Deimos と同じく D型（または P型）の木星トロヤ群小惑星との比較の重要性についても述べられた。

野口氏は、地上における観測や地球外物質分析から推定されるトロヤ群の物質について講演した。木星トロヤ群小惑星と惑星間塵や超炭素質南極微隕石との類似性が指摘され、宇宙風化や水質変質の影響についての議論がなされた。

橋口氏は、有機物の水素・窒素同位体について講演し、これらの小惑星における水質変質による変化について議論した。有機物の起源や進化のトレーサーとしての水素・窒素同位体の重要性が強調された。

藪田氏は、レーザーを用いた隕石の衝突模擬実験から、衝突物質の初期地球への寄与について講演した。質量分析を用いた物質分析における高質量分解能の装置への期待、質量分析装置へ導入する前に試料を分離するガスクロマトグラフィーの重要性が述べられた。

3. 総合討論

最後に総合討論の時間を設けた。惑星形成論の制約については、たくさんの天体を調査することが重要であること、しかし、局所的な氷の存在を調べるために

はランデブーが必須であることなどが議論された。なお、木星トロヤ群探査におけるマルチランデブーはオプションとして検討されている。また、水質変質の有無を調べることは、微惑星の起源や進化過程の問題と密接に結びついている²⁶Alの放射壊変の寄与について制約を与えることができるという点において重要であることが議論された。

ターゲット天体については、木星トロヤ群にはその位置により L4・L5 に分けられることや、スペクトルタイプにより Red(≒ D型)・Less red(≒ C/P型)の2タイプあることから、どの天体をターゲットとするのが良いかが議論となった。L4とL5の両方を調べる必要はないが、RedとLess redは両方とも調べるべきとの意見があった。木星トロヤ群小惑星のマルチフライバイミッションであるNASAのLucyとの協力の重要性が確認された。また、トロヤ群天体同士の衝突・合体があった場合、その天体を何箇所か調べることができれば、1つの天体からRed・Less red双方の情報を得られるのではないかと意見があった。

タッチダウンポイントについては、氷が存在するとされるクレーターの壁や極付近にタッチダウンすることができるかどうか議論の焦点となった。工学側からオービターによる観測は可能だが、クレーターの壁へのピンポイントタッチダウンは難しく、極について

は自転軸の向きによるとの回答があった。

同位体については、有機物の同位体比のバリエーションは非常に大きく、実際に分析を行っても木星トロヤ群の起源への制約が難しいのではないかという懸念が挙げられた。バリエーションが大きい以上、サンプル数を増やすしかなく、その場分析でも分析する試料量をできる限り大きくする必要があるとの議論がなされた。地上での惑星間塵などの分析はそもそも量が少ないため、比較対象として不確定要素が多い。これらについてもサンプル数を増やし、平均値で議論することの必要性が挙げられた。

トロヤ群小惑星の着陸探査においてはサンプリングのためのガス銃やスラスターなどのガスに希ガスを使うことを検討しているが、希ガスの分析への影響を最小限にするためにはどのようなガスを使うのが良いかが議論となった。重要なのは主に Ar, Kr, Xe の量比であるためそれ以外が望ましいとの意見があった。

4. 終わりに

限られた時間のワークショップであったが、活発な議論を行うことができた。今回は参加できないが、次回は是非と言っていた方も何人かおり、興味を持っていた方がこのように多く存在していることは励みになると共に、今後これらの方々に加わって頂くための体制作りが急務であるとも感じられた。最後に、お忙しい中講演を引き受けてくださった方々、日本惑星科学会 公開講演会やフットサル大会の誘惑に負けずに本ワークショップに参加して頂いた方々に感謝したい。