

次世代天王星型惑星・氷衛星探査機 UNITE (UraNian planet and Icy saTellite Explorer) の概念検討

第20回 君が作る宇宙ミッション ARTEMIS班：

赤石 悠太郎 (高2) 【大阪府立三国丘高等学校】、妻沼 朔寿 (高専2) 【旭川工業高等専門学校】、
河野 旺実 (高1) 【海城高等学校】、深沢 匠 (中等4) 【神奈川県立相模原中等教育学校】、
山田 優斗 (高1) 【武蔵高等学校】、藤野 克彬 (高2) 【早稲田実業学校高等部】

要旨

天王星型惑星への航行技術実証、天王星型惑星の基本的性質の解明、天王星型惑星衛星の内部海の存在、およびその基本的性質の解明を目標とした天王星型惑星周回探査ミッションUNITEを提案する。

1. ミッションの背景

天王星・海王星の総称である天王星型惑星は太陽系形成の終盤で形成されたと考えられており、太陽系形成論を考える上で重要な天体である。特に、天王星型惑星の大気構造・組成は過去の放射冷却過程を反映しており、天王星型惑星の形成に大きな制約を与える[1]ため、その詳細な理解が求められている。また、天王星型惑星の氷衛星の氷地殻の下層には液体の水からなる内部海の存在が示唆されており[2]、そこに地球外生命が存在する可能性がある。したがって、天王星型惑星系の包括的な理解は、惑星科学、生命の存在条件としての液体の水を検討する宇宙生物学の観点から重要である。しかし、天王星型惑星への探査実績はボイジャー2号によるフライバイ探査のみであり、詳細な重力場や磁場構造、構成物質や衛星との相互作用などの物理的、物質科学的情報は不足している。[3]これらを明らかにするためには天王星型惑星周回探査ミッションの実現が不可欠である。しかし、そのような探査は主に推進系等に対する要求が厳しく、未だ技術的課題が多く残されている。

そこで我々は、(1)天王星型惑星への航行技術実証、(2)天王星型惑星の基本的性質の解明、(3)天王星型惑星衛星の内部海の存在、およびその基本的性質の解明の3項目を目標とした天王星型惑星周回探査ミッションUNITE (UraNian planet and Icy saTellite Explorer)を提案する。

2. ミッションの概要

UNITEのミッション内容を概観する。上記の3つの目標のうち、本稿では特に(1)と(2)の検討状況を述べる。

2.1. 天王星型惑星への航行技術

本節では、(1)を達成するために、天王星型惑星へ到達するための航行技術についての検討結果を示す。打ち上げロケットにH3-24S[4]、探査機推進系には500 N級二液式スラスタ[5]を仮定し、軌道設計を行った(図1)。探査機の質量(打ち上げ時)は約3 tとした。また、外惑星領域での電力確保のため、1辺40 mの薄膜太陽電池アレイを用いる。その他探査機システム、天王星への軌道についても検討を行ったが、割愛する。

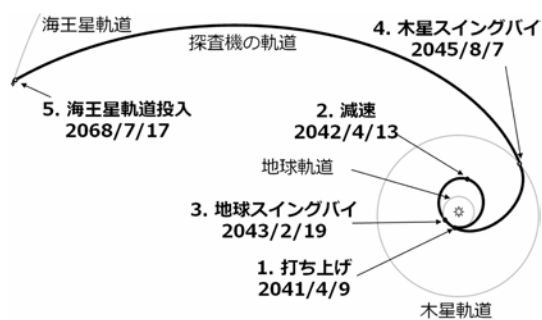


図1. 海王星への軌道

2.2. 天王星型惑星の大気構造・組成の観測手法

本節では、(2)を達成するために、天王星型惑星の基本的性質の1つである大気構造・組成の観測方法を検討した結果を示す。

鉛直方向と水平方向それぞれの温度や組成の分布を観測することで、三次元での大気構造を解明する。木星探査機ガリレオに搭載された大気投下プローブ[6]と同様の機器で、組成と温度の鉛直分布を調べる。また、木星探査機ジュノーに搭載された放射計[7]と同様の機器で、大気層ごとの温度の水平分布を観測する。(図2)

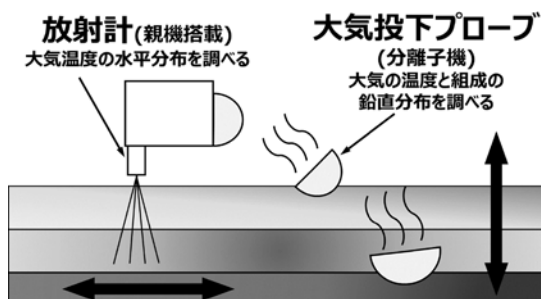


図2. 大気構造観測のイメージ

3. 結論と今後の展望

本稿では、天王星型惑星周回探査ミッションUNITEの検討状況を報告した。特に、天王星型惑星へ到達するための航行技術として軌道設計例を、天王星型惑星の基本的性質を解明するための方法として、大気構造・組成の観測例を示した。今後は以下の項目を検討していく。

- ・プローブの設計と探査手法
- ・放射計による観測の詳細及び機器設計
- ・内部海探査の具体的な手法
- ・惑星軌道投入後のミッションシーケンス

参考文献

- [1] 黒崎健二 他, 日本惑星科学会誌遊星人, Vol. 27 No. 1, pp. 28-39, 2018.
- [2] Tjoa, J. N. K. Y., et. al., A&A, 636, A50, 2020.
- [3] NASA The PI's Perspective: Why Didn't Voyager Explore the Kuiper Belt? URL: <https://blogs.nasa.gov/pluto/2018/02/28/the-pis-perspective-why-didnt-voyager-explore-the-kuiper-belt/>, 最終閲覧日: 2022/01/16.
- [4] 岡田匡史 他, H3ロケット基本設計結果について, 2016年度 JAXA記者説明会, 2016.
- [5] 高橋衛 他, IHI技報 Vol.49 No.3 pp.150-156, 2009.
- [6] Glenn S. O., et. al., Science Vol. 272 Issue 5263, pp. 839-840, 1996.
- [7] Michael, A. J., et. al., Proc. 39th IRMMW-THz, pp. 1-3, 2014.