

強紫外線輻射を受ける地球型惑星のハビタビリティ

亀田真吾^{1,2}, 村上豪², 中山陽史³, 小玉貴則⁴, 伊藤祐一⁵, 川島由依⁶,
生駒大洋³, 寺田直樹⁷, 藤原均⁸, 塩谷圭吾², 成田憲保⁹, 船瀬龍²

1:立教大学, 2: JAXA, 3: 東京大学, 4: ボルドー大学, 5: 北海道大学,
6: SRON, 7: 東北大学, 8: 成蹊大学, 9: 国立天文台

本年度は、強紫外線によって広がる太陽系外地球型惑星大気への検出に向け、将来の大型宇宙望遠鏡計画への参加による実現を見据え、検出器感度の向上・検出面の大型化・読み出し方式の開発を進めつつ、昨年度に続いて強真空紫外線環境における地球型惑星の表層環境・高層大気の進化とその検出可能性検討を進めた。また、国内外で宇宙望遠鏡計画の検討を進めている研究者と情報交換を行い、将来計画への参加の可能性を探ってきた。本年度の活動のうち中心的な2つの実績について報告する。

(1) 大型ファネル型 MCP 検出器の設計・製作

(2) M・K 型星ハビタブルゾーンの地球類似惑星の高層大気モデルと観測実現性検討

(1) 大型ファネル型 MCP 検出器の設計・製作

2019 年度前半に、大型 MCP 検出器の設計検討を進めた。LUVOIR 計画で目標としている 200mm 四方の MCP 製造に向け、今年度は 50mm 四方の大型 MCP の製作を行った。本研究の主要技術開発項目である新型高効率のファネル型 MCP を初段に採用する設計であり、今年度は動作確認を完了した(図 1)。初回の組立時には暗時条件での輝点が確認され、想定より大きい感度ムラがあることが分かった。

外観写真

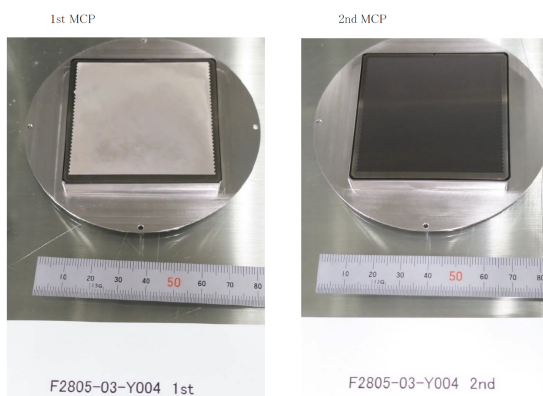


図 1 50mm ファネル型 MCP 外観

原因調査の結果、光電物質の蒸着手法の変更により改善される見込みがあると分かったため、再製造・組立を実施した。結果として、再製作品では感度ムラは確認されていない。これにより、今年度の目標である 50mm の MCP の製造実現性の確認を完了した。

(2) M・K 型星ハビタブルゾーンの地球類似惑星の高層大気モデルと観測実現性検討

本研究では地球熱圏大気観測で検証されている高層大気モデルを使い、低温度星系の紫外線輻射スペクトルを入力して惑星大気の広がり観測の実現性を検討した。特に本年度は、酸素原子の励起状態と脱励起の時定数を考慮し、熱平衡状態にある下層大気から無衝突の高層大気に放出された原子の励起状態の高度分布を計算し、トランジット観測による検出可能性を検討した。その結果、我々が開発実績をもつ紫外線検出器と、1.7m 級の紫外線宇宙望遠鏡を用いた場合に必要なトランジット観測の回数は 20 回以下となった。JWST を利用しても酸素(オゾン)の検出には 60 回のトランジット観測が必要とされており(Barstow and Irwin, 2016)、紫外線領域では効率よく地球型惑星の大気観測・特徴付けが行える可能性があることが示された。また、TRAPPIST-1 のような低温度星周りの地球型惑星の酸素原子大気観測に際しては、トランジット深さは十分な大きさになる可能性があるものの、恒星の酸素原子輝線強度が非常に低いため積算が必要となる。一方で、K 型星周りのハビタブルゾーンにある地球型惑星であればトランジット深さは小さくなるが、MCP 検出器の感度安定性よりも大きい値であれば検出できる可能性がある。

参考文献:

- [1] Enya, K. et al.: 2019, Proceedings of the SPIE, **11116**, 111161B
- [2] Gomez de Castro, A. et al.: 2019, Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems, **5**(4), 044004