

P314c 地球型惑星における光合成由来の酸素の双安定性

小松 勇 (アストロバイオロジーセンター, 国立天文台), 藤井 友香 (国立天文台)

今後のM型矮星・太陽型星周りのハビタブル惑星の観測では生物起源の酸素、メタンなどの大気分子の同定が期待されている。原始地球の還元的な大気は、シアノバクテリアの光合成によって生成された O_2 が蓄積して急激に酸化的な環境になったと考えられている。近年の研究では地表の O_2 フラックスと CH_4 フラックスの比に応じて、大気中の O_2 量として取り得る値は変わり、 O_2 フラックスを大きくすると急激に O_2 量が増大して双安定性が見られることが示唆された (Gregory *et al.* 2021)。地球のように酸素に富んだ大気が観測されない場合でも、生物圏において酸素発生型光合成を行っている可能性があり、 O_2 の双安定性が光合成生物を育む地球型惑星でどのような条件によって見られ、どのような大気構造が実現されるかを調べることは、今後の観測でこういった分光学的特徴を持つ惑星をターゲットとすべきか検討する点でも重要である。

本研究ではM型星・太陽型星周りの地球型惑星の大気において、地表から放出された生物由来の O_2 が還元分子の CH_4 の地表フラックスに応じてどのように蓄積されるかを放射対流・光化学モデル *atmos* (Kasting *et al.* 1984, Pavlov *et al.* 2001) を用いて調べた。光合成による純一次生産 (NPP) に応じて生物圏から O_2 が大気中に放出する効果のモデルを取り入れて (Goldblatt *et al.* 2006) 放射対流・光化学モデルに接続し、大気中での O_2 や CH_4 の蓄積のされやすさを評価した。その結果、生物圏のNPPが同程度であっても地表の CH_4 と O_2 フラックスの比によって、複数の O_2 量を取り得ることを確認した。また、M型矮星周りでは近紫外線が弱く大気中の光化学反応が抑制され、少ない地表フラックスで酸素が貯まりやすくなる一方、地球と同じ植生を仮定すると光合成有効放射が小さく (Kiang *et al.* 2007b)、NPPが小さくなる可能性があり、これらの影響を複合的に議論する。