P74a　系外惑星バイオマーカー検出を目指した光合成機構のエネルギー移動計算

小松勇, 梅村雅之, 庄司光男, 矢花一浩, 白石賢二, 神谷克政, 栢沼愛, 田口真彦, 佐藤皓允, 蘇垠成（筑波大）

系外惑星の数は大きく追加されており, 今後地球に類似した惑星の発見が期待されている。惑星のスペクトルから生命の痕跡であるバイオマーカーを如何に検出するかが課題の１つになっている。地球の生命の進化において光合成は極めて重要であり, その痕跡の中でも反射スペクトルの近赤外領域に見られる植物由来の勾配（red edge）は有力な指標となり得る（Kiang et al. 2007)。地球の光合成生物の場合は主星である太陽のスペクトル比の光を効率良く捕集するように進化して来たと考えるべきであり, クロロフィルなどの光合成色素からなるアンテナ系は環境によって色素の種類や配置などの形態が異なる。光を受けた色素は電子励起され, 近くの色素に電子励起状態を移動させるという過程を通じて効率的にエネルギーを伝搬する。様々なスペクトル型の主星を公転する系外惑星において光合成生物の存在を想定した場合, 対応した波長域に光合成の兆候を示す可能性がある。

本研究では系外惑星の光のスペクトル比と植物の光捕集の形態との相関を量子化学計算によって調べ, 定量的に指標を提案することを目指す。まず, 地球の光合成生物のアンテナ系におけるエネルギー移動を追跡し, 吸収しやすい波長域を探る。アンテナを構成する色素１つ１つの励起状態を時間依存密度汎関数法により計算し, 色素間では双極子-双極子相互作用する近似モデルを構築した。ある振動数の電場を印加して系の量子力学的時間発展を追跡することによってスペクトル強度を算出する。その結果, 単純な形態を持つバクテリアの吸収スペクトルにおいて実験結果と良く一致した。さらに, 複雑な形態の光合成生物にもモデルを適用し, 地球のアンテナ系の形態と red edge との相関を調べた後, 系外惑星で想定される形態からあり得る検出のされ方を議論する。