

## 水に富むスーパーアースの限界質量と限界半径：Kepler 候補天体の組成に対する示唆

### Theoretical threshold mass and radius for close-in low-mass water-rich super-Earths: Implications for the main composition

黒崎 健二<sup>1\*</sup>, 生駒 大洋<sup>2</sup>, 堀 安範<sup>3</sup>

Kenji Kurosaki<sup>1\*</sup>, Masahiro Ikoma<sup>2</sup>, Yasunori Hori<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京工業大学, <sup>2</sup> 東京大学, <sup>3</sup> 国立天文台

<sup>1</sup>Tokyo Institute of Technology, <sup>2</sup>Tokyo University, <sup>3</sup>National Astronomical Observatory of Japan

これまでに 3600 個以上の系外惑星が発見されてきている。近年の観測技術の向上により、地球の数倍程度の大きさの系外惑星(以下、スーパーアース)も発見され始めている。短周期スーパーアース(主に 0.1AU 以内)の中には、鉄・岩石を主成分とする地球や水星と比べて、非常に低密度な惑星(例えば、GJ1214b)が多数、確認されている(Nettelmann et al. 2010)。低密度なスーパーアースは恐らく、鉄・岩石以外に揮発性成分に富んだエンベロップ(例えば、水素・ヘリウムや水)を有していると考えられる。一方で、中心星近傍のスーパーアースは中心星からの強烈な X 線や UV の照射に晒されているため、質量散逸も経験している可能性が高い。低密度なスーパーアース(半径が大きな惑星)ほど質量散逸の影響も受けやすい。そのため、観測から示唆される多様なスーパーアースの質量・半径関係を調べる必要がある。しかし、過去の研究では、CoRoT-7b (Valencia et al. 2010)、や Kepler-11 系 (Lopez et al. 2012) の個別のスーパーアースについてのみ議論されていた。

そこで、本研究では、様々な軌道長半径を持つスーパーアース(初期質量 0.1-10 地球質量)について、質量散逸を考慮して 100 億年の熱進化計算を行い、惑星質量・半径の関係を求めた。本講演では、内側から岩石コア、水マントル、水蒸気大気を持つ、「水に富むスーパーアース」についてのみ紹介する。結果は次の通りである。

(1) 水素・ヘリウム大気と比べて、水蒸気大気の熱膨張は抑制されるため、中心星近傍にある小さなスーパーアースでも水に富むエンベロップを保持可能。

(2) 水に富むエンベロップを保持可能な惑星の最小質量と軌道長半径の関係から、「水に富むスーパーアース」の存在可能領域と「岩石むき出しのスーパーアース」の領域を制約。

これらの結果を用いて、本講演では「水に富むスーパーアース」の存在可能な領域と観測で発見された短周期スーパーアースの分布を比較することで、スーパーアースの組成および起源を議論する。

キーワード: スーパーアース, 質量散逸, 内部構造

Keywords: Super-Earth, Mass loss, Interior structure