

P223b 短周期岩石惑星における Na 主成分大気の流出構造推定

伊藤祐一, 生駒大洋 (東京大学)

現在までに、地球の 1-10 倍の質量を持つ、あるいは地球の 1-2 倍の半径を持つスーパーアースと呼ばれる系外惑星が 1000 個近く発見されている。それらの中には、岩石が主成分であると考えられるほどの密度を持ち、中心星近傍を周回している短周期岩石惑星が複数存在する (CoRoT-7 b など)。短周期岩石惑星は、中心星に非常に近いために、地表面が蒸発するほど高温で、Na を主成分とする岩石蒸気大気をまとっていると推測される。この岩石蒸気大気が実際に検出されれば、岩石惑星であることの直接的な証拠やその惑星の形成過程に対する重要な制約を得ることが期待される。最近のトランジット観測 (Ridden-Harper et al., 2016) から、比較的低密度な短周期岩石惑星である 55 Cnc e で、Na が惑星半径 (赤外のトランジット半径) の 2.5 倍まで広がっていることが検出された。この Na 膨張は、55Cnc e が岩石惑星であり、岩石蒸気大気が流出していることを示すものかも知れない。しかし、このような大気の流出を定量的に明らかにした検討はこれまでなく、その解釈は不透明である。

本研究では、55Cnc e の Na 膨張を解釈する検討の第一歩として、中心星からの紫外線照射によって流出する Na 大気の構造を明らかにした。このとき、Na およびそのイオンのみを大気成分と仮定し、各成分の光熱化学反応を加味した球対称 1 次元の非粘性多成分流体方程式を計算し、定常解を推定した。また、光電離の際の光子エネルギーの吸収、及び各分子の第一励起状態からの放射冷却を Escape Probability に基づいて考慮した。本モデルから、Na 大気は、上層で主成分がイオンとなるほど高温化すること、電離による平均分子量低下にも伴い大きい流出率を持つことが示された。ただし、Na の高度分布は、55Cnc e の観測よりも低い 1.1 惑星半径までしか膨張していなかった。本検討及びその不足点を踏まえ、Na 膨張の要因 (他の大気成分など) について議論する。