

**K06b**  $\nu$  Andromedae 惑星系の安定性

伊藤孝士（国立天文台データ解析センター）、観山正見（国立天文台理論天文学研究系）

アンドロメダ座のウプシロン星 ( $\nu$  Andromedae) の周りには少なくとも三個の惑星が存在するという興味深い観測結果が報告されている (Butler et al. 1999)。太陽系の外で複数の惑星が存在する系が発見されたのはこれが初めてである。惑星が一個の場合には主星-惑星系の力学的な安定時間は無限大であるが、複数の惑星が存在すれば力学的な安定時間は有限に留まる。この事実に基づき、数値実験によって理論的にこの惑星系の安定性を検証する研究が多数行われ始めている。

本講演ではこうした理論的研究の一環として、特に惑星系の視線方向傾斜角  $i$  に注目する。主星の視線方向速度変化の観測からは惑星質量の下限值しか求まらず、惑星質量には常に  $1/\sin i$  倍の不定性が付き纏う。然るに  $i$  が小さい場合、即ち実際の惑星質量が大きい場合には惑星間の重力相互作用が強まり、力学的な安定性時間は短縮されることが予想される。主星  $\nu$  Andromedae の年齢は 30 億年弱と推定されている。従って、運動方程式の数値積分によって惑星系の安定性を計測すると 30 億年以内に不安定化してしまうような  $\sin i$ , すなわち惑星質量の予想値は正しくないものと判断することができる。つまり、数値実験によって  $\nu$  Andromedae の惑星質量の上限値を予測できる可能性があるのである。

私達は観測値の不定性を含めた広いパラメータ範囲で数値実験を行い、上記の意味での安定性を計測している。30 億年という長期計算を可能にするため、最内惑星は時間平均した環型の重力ポテンシャルで代替した。位置天文観測による  $\sin i$  の下限値は 0.4 程度だが、 $\sin i \sim 0.4$  では惑星達は短い時間で不安定化してしまうことがわかった。そればかりではなく、この惑星系の安定性は軌道要素角変数の初期値に強く支配されている、つまり系が強いカオス性を持っているということも判明した。私達はまた、最外惑星の周辺の所謂 “habitable zone” に長期安定な周期軌道がないかという探索計算も行っている。講演ではこれらの結果をまとめて報告する。