

惑星系形成理論：セントラル・ドグマの解体か発展か？

Planetary formation theory: dissolution or generalization?

井田 茂 [1]

Shigeru Ida [1]

[1] 東工大・地惑

[1] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.

<http://www.geo.titech.ac.jp/nakazawalab/ida/ida.ht>

近年の天文観測の急速な発達により、京都モデル、サフロノフモデルなどの太陽系形成の「標準モデル」は直接的な検証を受けることになった。若い星のまわりで原始惑星系円盤が、主系列星のまわりでダスト円盤や惑星そのものが観測されている。

他の主系列星の惑星(系外惑星)では、軌道長半径が0.05AU(1AUは太陽と地球の距離)というガス惑星や、離心率が0.3以上などという長楕円軌道のガス惑星が発見されている。これらは太陽系のガス惑星とはかけはなれた姿である。「標準モデル」はこれらに対して、無力で根本的に否定されるべきものなのか？ それとも、これらによってさらに一般化され、銀河における惑星系形成の指導原理へと発展するのか？

かつては、惑星系形成はほとんど演繹的に議論され、京都モデル、サフロノフモデルなどが融合する形で、太陽系形成の「標準モデル」が構築された。

ところが、近年の天文観測の急速な発達により、この「標準モデル」は直接的な検証を受けることになった。若い星のまわりでは惑星系の母体である原始惑星系円盤が数多く観測され、主系列星のまわりでは、惑星の存在を示唆するダスト円盤や惑星そのものが検出されはじめている。こういった観測との照らし合わせにより、「標準モデル」はさらに一般化・精密化され、銀河における一般の惑星系形成の指導原理へと発展していくのであろうか？ それとも、「標準モデル」は根本的に否定されてしまうのであろうか？

(観測の限界により)これまでに検出されている他の主系列星のまわりでの惑星(系外惑星)は、太陽系でいえば木星や土星といったガス惑星に対応しているが、それらは驚くべき多様性を示している。たとえば、軌道長半径が0.05AU(1AUは太陽と地球の距離)というものもいくつも検出されているし、離心率が0.3以上などという長楕円軌道のものも発見されている。これらは軌道長半径が比較的大きく、ほぼ円軌道という太陽系のガス惑星とはかけはなれた姿であり、これまでの「標準モデル」では到底説明できないものに見える。それゆえ、「標準モデル」は根本的に否定されるべきとの意見も専門家のなかで存在する。

ここでは、原始惑星系円盤やダスト円盤の観測をふまえて、「標準モデル」を一般化する形で、これまで検出された系外惑星の多様性を説明できるのかどうかを中心に議論していくことにする。具体的には、太陽系を説明するがために、「標準モデル」のなかで無視されてきた多様性を生むかもしれない物理過程をもういちど考えてみることにし、そして原始惑星系円盤や星形成という惑星系形成の

初期条件、境界条件について考えなおしてみるとということである。

実は「標準モデル」は、内在的に多様性を生む物理過程を数多くもっている。原始惑星系ガス円盤と大型惑星の重力相互作用、長時間での惑星間相互作用はその例である。後者は「太陽系は安定か？」という天体力学の古典的な問題にほかならない。また、固体コアが円盤ガスを獲得して、ガス惑星になるという過程にも不定性がある。

また、初期条件としての原始惑星系円盤は、観測によると、かなりのばらつきがある。われわれの太陽系を作ったと想定される原始惑星系円盤は太陽質量の百分の一くらいの質量を持っていたとされているが、観測的には、原始惑星系円盤の質量は太陽質量の千分の一から十分の一の質量と幅がある。「標準モデル」のもとでも、材料物質が多かったり少なかったりしたとき、何がおこるのかはきちんと議論されていない。

境界条件も問題がある。「標準モデル」では基本的に孤立した惑星系を考えている。しかし、観測によると星は集団で生まれ、やがてバラバラになっていくという方が一般的であるようである。すなわち原始惑星系では、隣の恒星の影響は無視できないであろう。「標準モデル」のもとで惑星が作られていくとき、隣の恒星の重力がどう影響するのかは、これまでほとんど議論されていない。

以上のようなことを解説し、太陽系形成の「標準モデル」= セントラル・ドグマは解体されるべきか、補完され、銀河における一般の惑星系形成の指導原理へと発展していくのかを参加者の皆さんと議論したいと思う。