

惑星形成論の現状とこれから

Theory of Planetary Formation: Present Status and Future Prospects

渡邊 誠一郎[1]

Sei-ichiro Watanabe[1]

[1] 名大・環境学・地球環境科学

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

<http://epp.eps.nagoya-u.ac.jp/~seicoro/>

太陽系外に惑星(系)が、かなり普遍的に存在することがドップラー法などの観測により明らかになってきた。

太陽系外惑星のいずれかで空を眺めている宇宙人を想定してみよう。彼(彼女)が眺める太陽は我々の太陽と大差は無い。しかし、その惑星は地球とはだいぶ異なるかも知れない。観測によれば地球軌道と同じような距離を回るガス惑星が多数見つかっているが、宇宙人がそうした惑星に居ることは想像できないだろうか。では、宇宙人自身の姿はどうだろう。これは全く予想できない。そもそも彼がどう「眺めて」いるかすら定かではないし、彼が彼女かで類別できる「性」を持ち合わせているかも分からない。つまり、太陽はありふれた恒星の一つと言えるが、人類はありふれた知的生命体とは言えないのである。

空間的に孤立した長期に安定した環境での生命と惑星の共進化が、偶然性に支配された個別性・特殊性を生む。われわれが宇宙人の姿を蓋然性を持って予想できない主因がここにある。しかし、宇宙人について何も語れないのか。1回きりの地球の歴史を過去の記録から読み解くというアプローチと、統計的に十分な数の地球外生命圏のサンプルを手にした上での汎惑星進化論との狭間で、ようやく太陽系外の惑星の存在を確認し始めたに過ぎないわれわれは何を成し得るのであろうか。

講演では、上記の問いかけに対して、惑星形成論が分担すべきことに答えたい。惑星形成論が扱うのは、分子雲コアの収縮に始まって惑星系の大枠ができあがるまでの、大凡1億年間程度の諸過程を明らかにして、惑星系の多様性の起源を明らかにすることである。

惑星形成過程を特徴づけるのは、空間的孤立化と時間的安定化の同時進行である。

重力収縮により、分子雲コアは、スケールにして100万分の1程度の大きさの恒星に収縮する。原始惑星系円盤にしても分子雲コアに比べると数百分の1の大きさに過ぎない。結果として、恒星(と周囲の惑星系)は銀河系の中で孤立する。原始惑星系円盤の中でダストから微惑星を経て惑星系へと成長する。重い天体ほど合体確率が高くなるという自己重力系の性質により、成長とともに少数の惑星に質量が集中する。その結果、惑星の孤立化が進行し、最終的にできる惑星の間隔は通常は惑星直径の数千倍以上離れたものとなる。

こうした孤立化と並行して、進化の特徴的なタイムスケールはどんどん長くなる。分子雲コアが収縮する自由落下時間は数十万年だが、原始惑星系円盤の粘性進化は数百万年のオーダーである。惑星の成長タイムスケールは不定性はあるが、数百万年から数千万年程度である。分子雲コア収縮後1億年で惑星形成はほぼ完了する。その後は水素燃焼により100億年程度の期間、安定に輝く中心星のエネルギーのもと、惑星上での進化が基本的には孤立した惑星毎に独立して進行する。

こうした大きな流れの中で、惑星系の多様性がどのように理解されようとしているのか。特に研究の進展が相対的に遅れている原始惑星系円盤の構造と進化、微惑星形成、惑星成長後期過程について現状と今後の展望を述べる。