

他の恒星の重力的效果により惑星系が受ける影響他の恒星の重力的效果により惑星系が受ける影響

The Effect Of Gravitational Disturbance By Stars On Disc Of Protostar

小林 浩[1], 井田 茂[2]

Hiroshi Kobayashi[1], Shigeru Ida[2]

[1] 東工大・理・地球惑星, [2] 東工大・地惑

[1] Earth and Planetary Sci, Tokyo Inst. Tech, [2] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.

惑星形成の際に、中心星以外の恒星からの効果を考えることは少なかった。しかし、以下に述べるように中心星以外の恒星の重力的效果は考えなくてはならない効果である。本研究での数値計算方法は、原始惑星系円盤として1万体のテスト粒子を置き、そこへ様々な軌道で他の恒星を接近させ飛び去らせた。その軌道は、放物線から始まり軌道離心率の高い双曲線まで多様に計算を行なった。

惑星形成の際に、中心星以外の恒星からの効果を考えることは少なかった。しかし、以下に述べるように中心星以外の恒星の重力的效果は考えなくてはならない効果である。本研究での数値計算方法は、原始惑星系円盤として1万体のテスト粒子を置き、そこへ様々な軌道で他の恒星を接近させ飛び去らせた。その軌道は、放物線から始まり軌道離心率の高い双曲線まで多様に計算を行なった。その結果、他の恒星が原始惑星系星雲にもたらず影響は、中心星と他の恒星の最接近距離を q とすると、中心星から $q/3$ 以上離れた場所の微惑星の軌道離心率は0.1以上になり、それ以後の惑星形成は阻害されることがわかった（特に $2q/3$ 以遠の微惑星は系から剥ぎとられる）。 $q/3$ より近いところでは軌道離心率はそれほど大きくならないが、惑星形成の進行に影響を与えるであろう。この領域では、励起される軌道離心率の半解析的表式を得た。具体的には、中心星からの軌道長半径の $5/2$ 乗、軌道面傾斜角では、軌道長半径の $3/2$ 乗のべきの軌道変化を受けることがわかった。

星が生まれる時、単独に生まれることは少なく、星団の一員として生まれることが多いと考えられている。さらに、誕生直後の星は、現在の太陽のような年齢になった時よりも、ずっと、単星であるよりも連星である確率が多い。そのことから、昔は、連星だったが現在では単星になっているものがいたはずである。このように、原始惑星系が他の恒星からの重力的影響を受けた可能性は十分にある。Laughlin and Adams (1998)はこの惑星形成期における他の恒星の通過による摂動で近年発見されている離心率の大きな系外惑星の起源を説明しようとした。Ida et al (2000)では、この効果によってカイパーベルト天体の軌道離心率、軌道面傾斜角がはね上げられたのではないかと提案した。このような、他の恒星からの重力的な効果に観測からわかっている誕生時の連星の確率、恒星間の距離などを考慮すると、現在の様々な惑星系の様子を定量的に予測できるものと考えている。我々は、様々なパラメータをふり原始惑星系の他の恒星の接近によって受ける影響を細かく調べている。単星が放物線軌道で接近してくる場合、上で述べたように、最接近距離の $1/3$ より近くではテスト粒子の軌道離心率と軌道面傾斜角は軌道長半径のべき乗になるが、それより遠くでは大きな軌道変化を受ける。しかし、接近する恒星の軌道離心率が放物線より大きい双曲線では、テスト粒子の軌道離心率や軌道面傾斜角が、軌道長半径のべき乗になる位置が中心星に近くなる。しかし、全体として軌道変化の大きさが小さい。連星では、強くくっついた二重星を飛ばしたが、単星を飛ばした時と似た結果を得た。しかし、二重星の回転の周期とテスト粒子の中心星をまわる周期が近いとことでは、わずかな違いが出た。さらに、多くのパラメータを振った計算も実行中である。接近する恒星の接近の軌道をインパルス近似のように等速直線運動としてその速度を近日点それとして、数値計算を行なうと、実際に接近する恒星の軌道を運動方程式を解いた場合とほぼ一致する結果が得られた。このことは、解析を行なう上で大きな手がかりとなると思われる。

最後に、近年発見されたベガ型星と呼ばれるダスト・デブリ円盤は、ガスが少なくダストが存在している円盤である。惑星系からガスが消失すればそれに伴いダストも消失するはずである。ベガ型星はガス消失後にダストが作られたと考えられる。本研究の結果のように他の恒星の接近により円盤の外側の天体が軌道離心率を上げ衝突し破壊が起こりダストを生成した可能性がある。