

New Face

石津尚喜¹

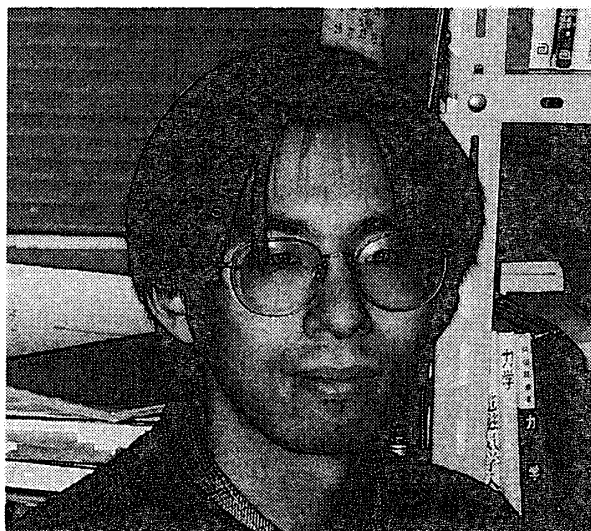
惑星科学会の皆様、こんにちは。九州大学の石津です。現在、九州大学に研究生として所属しており、就職活動中です。どなたか拾っていただければ大変うれしいです。

私は昨年(2002年)3月、九州大学にて「Instabilities of the Dust Layer in a Protoplanetary Disk (原始惑星系円盤におけるダスト層の不安定性)」というタイトルで学位を取得しました。このとき、関谷先生には大変お世話になりました。関谷先生とは学部の4年から指導してもらっていますが、ゼミでの指摘は、いつも目からウロコが落ちる思いで、自然科学の奥深さを再発見させられるものばかりでした。先生のご指導のお陰で、少しは成長できたと思いたいのですが、私の努力の質と量が至らず、怪しいところでは、この場を借りて、その内容を紹介したいと思えます。

では、この場を借りて、その内容を紹介したいと思います。

惑星は中心星のまわりを公転する原始惑星系円盤を母体として形成されたと考えられています。原始惑星系円盤は水素やヘリウムなどのガスが主成分ですが、内惑星領域では質量比0.4%程の珪酸塩のダスト、さらに外惑星領域では1.3%程の水で覆われた珪酸塩のダストが円盤形成初期、一様に浮遊していたと考えられています。これらのダストが集積してkmサイズの微惑星と呼ばれる天体になると、衝突の際に重力により合体成長できるようになります。問題はkmサイズの天体がいかにして形成されたかという点にあります。

1980年初頭まで、以下のようなシナリオが考えられていました。ダストは、中心星の重力と遠心力の合力により、円盤の中心面に沈殿し、ダスト質量が優勢



なダスト層を形成します。ダストの沈殿が進むにしたがってダスト層は薄くなり、ダスト層におけるダスト密度(単位体積に含まれるダストの総質量)は増加します。そして、ダストの自己重力が、太陽重力による潮汐力(これは斥力として働く)に勝る臨界密度に達すると、ダスト層は分裂して重力収縮し、kmサイズの微惑星が形成されると考えられていました。

しかしながら、ダストの質量が優勢なダスト層はケプラー速度で公転しようとする。一方、ガスの質量が優勢なガス層では、動径方向の圧力勾配分だけ遅く公転しようとする。そのため、ダスト層とガス層の間にシアが生じて流れが不安定になり乱流状態になります。そうするとダストは巻き上げられ、重力分裂の臨界密度に達するほどは沈殿できないといわれるようになりました。

博士論文では、このことを検証すべく、これまできっちりと考慮に入れられてなかったコリオリ力や潮汐力の効果も入れたシア不安定性の線形安定性解析をおこないました。結論をいいますと、コリオリ力や潮汐力の効果を入れても、やはり自己重力によ

¹九州大学

る分裂が起こるほどまでダストが沈殿する前に、ダスト層は流体力学的に不安定になることがわかりました。コリオリ力により不安定性の成長率は小さくなりましたが、不安定を抑制するにはいたりませんでした。コリオリ力・潮汐力を入れた場合ですが、まず中心面におけるダスト/ガス質量比=1のときの計算を行ないました。この比のとき、ディスクの鉛直方向に対するシアアには不安定であったのが、潮汐力による動径方向のシアアのために安定化されることがわかりました。したがって、ダストはさらに沈殿すると考えられます。沈殿が進むとダスト/ガス質量比がさらに増加します。次にダスト/ガス質量比=10のときの計算を行いました。この場合、潮汐力による不安定性の抑制は起こらずに、鉛直方向のシアア不安定が成長しました。自己重力による分裂が起こるのは、ダスト/ガス質量比=300の場合ですので、そこまで沈殿が進む前に流れは不安定になり、ダストは中心面から巻き上げられてしまうことが予想されます。博士論文での計算は、自己重力による分裂により微惑星が形成されないことを再確認したことになります。

では、微惑星はどの様にして形成されたのでしょうか？2つの可能性が考えられます。1つは円盤の回転軸方向に積分したダスト質量とガス質量の比が太陽組成から推定される値よりも1桁大きい場合は重力分裂が起こる可能性がある事が示されています。したがって、ガスが散逸するか、もしくはダストが太陽からのある半径に集中すると重力分裂が起こるかもしれません。もう1つは、ダストが重力以外の力(例えばファンデルワールス力)で相互に付着してkmサイズまで成長するというものです。今後これらの可能性についてさらに研究し、重力不安定説か付着による連続的成長説かに決着をつけたいと考えています。

これからも研究活動を続けて惑星科学会に貢献できるよう努力していく所存ですので、学会の皆様どうぞよろしくお願ひ致します。



寺崎英紀¹

皆様こんにちは、寺崎英紀(てらさきひでのり)と申します。2002年3月に筑波大学地球科学研究科で加藤工助教授指導のもと、学位を取得しました。私は惑星内部物質とくに中心核構成物質の高圧物性に興味があり、研究は主にマルチアンビル高圧発生装置を用いて惑星内部環境を再現しつつ実験しています。学位論文は「Viscosity of liquid iron-alloy under high pressure; Physical properties of core forming melts in the Earth's interior. (高圧下における鉄合金融体の粘性; 地球内部でのコアメルトの物性)」というタイトルで、Fe, Fe-S, Fe-C系融体の高圧下での粘性係数を測定し、それぞれの系での粘性係数に対する温度、圧力および組成効果を調べました。高圧下での鉄合金融体の粘性は、現在の地球溶融外核の対流運動に起因する地球磁場や惑星形成期の中心核分離過程における溶融核の移動といった事象に密接に関連した物性です。また物性科学的見地からも高圧下における融体の粘性変化と構造変化との対応や、粘性係数と元素の拡散係数といった輸送特性同士の関係を明らかにする上で非常に重要な物性といえ

¹ バイロイト大学バイエルン地球科学研究所

ます。それにも関わらず測定の困難さから鉄合金融体の高圧下での粘性データは従来まではほとんどありませんでした。

我々のグループは、大型放射光施設SPring-8の高輝度X線を用いてX線影像落球法という手法により高圧下における金属融体の粘性測定を行いました。この方法は高圧状態にある試料に放射光X線を照射しその透過像を観察するわけですが、この際試料中にはX線吸収係数の高い重金属製の球が封入しており、試料融解時にその球の落下速度を測定することによって粘性係数を算出できるというわけです。さらに試料上部に鉄合金と不混和かつ低密度の珪酸塩層を挟み、その中に金属球を入れるという細工を加えることにより従来まで厄介とされていた部分溶融、温度制御などの問題を克服することができました。この結果として、鉄合金融体の粘性係数の温度・圧力依存性は、測定範囲においては融体構造解析から予想される結果とも調和的で、非常に小さいことがわかりました。つまり極端に言えば地球内部においても鉄合金融体は水のようにサラサラであることが予想されるわけです。しかしながら測定温度圧力条件は実際の中心核条件には当然ながらほど遠く、また硫黄や炭素以外の軽元素の粘性への影響も明らかになっていないため、更に条件を変えた高温高圧下での実験が必須であるといえますが、そのためには測定法の改良も必要となるでしょう。

2002年4月からはドイツのバイロイト大学バイエルン地球科学研究所にPDとして在籍しています。ここでは鉄合金融体とオリビンをはじめとするマントル鉱物間との界面物性の関係を高圧実験回収試料の組織観察から研究しています。これは核形成物質のマントル中における浸透性を評価するためのもので、惑星コア形成プロジェクトの一環としておこなっています。また私があるこの研究所はマルチアンビル装置をはじめとして数多くの実験装置や分析装置が各々のラボマネージャーにより徹底して整備され、しかもそれらの装置は共同利用が極めて行いやす

い環境にあります。実験・分析屋にとってはまさに理想的な場所といえるでしょう。実験の後のビール、サッカー、議論も非常に格別、盛んです。

なお私自身としてはこれまで惑星学会には多くは参加できていませんでしたが、今後は惑星内部構造および惑星形成過程探求のための breakthrough が生まれるきっかけを期待して、惑星学会にも積極的に参加し、観測・理論・分析の方々との意見交換も活発におこなって研究を進めていきたいと考えています。また私自身の研究成果も何らかの形で貢献できれば幸いと考えます。今後ともよろしくご願ひ致します。

E-mail: Hidenori.Terasaki@Uni-Bayreuth.de