

New Face

三浦 均 (日本学術振興会特別研究員)

こんにちは、三浦均（みうらひとし）と申します。

私は、梅村雅之先生、中本泰史先生の指導の下、2006年3月に筑波大学数理物質科学科学研究科にて“Shock-Wave Heating Model for Chondrule Formation : Thermal Evolution of Precursor Dust Particles and Hydrodynamics of Molten Droplets” というタイトルの学位論文で博士号を取得いたしました。現在は、日本学術振興会特別研究員PDとして、犬塚修一郎先生とともに、京都大学理学部物理学第二教室天体核研究室で研究を続けております。

私は「原始太陽系星雲内部における衝撃波によるダスト力学的・熱力学的進化」に関する研究を行なっています。地球に最も多い頻度で落下するコンドライト隕石に多く含まれる、直径 1 mm 程度の球状珪酸塩鉱物「コンドリュール」。これが、我々太陽系の形成過程を考える上で重要な存在であることを教えてくれたのは、中本泰史先生と、私が卒業研究をしていた当時、神戸大学から受託院生として筑波に来られていた飯田彰さんでした。コンドリュールは、原始太陽系星雲のガス円盤中に存在した mm - cm サイズの珪酸塩ダストが、なんらかのメカニズムで加熱されて融解し、表面張力で丸くなったのち、急冷して再固化して形成されたものだと考えられています。しかし、融点が 1600 - 2000K にも及ぶ珪酸塩ダストを、如何にして融解させたのか？当時、有力な理論モデルのひとつとして考えられていたのが、「衝撃波加熱モデル」でした (e.g., [1])。

衝撃波加熱モデルとは、ガス円盤中で衝撃波が発生し、衝撃波面をガスとダストが通過する際に生じるダ



スト加熱過程に注目したものです。衝撃波面を通過する際、ガスは瞬間的に減速されますが、ダストは速度を維持したまま通過します。結果、ガスとダストの間に大きな相対速度が生じ、ガス摩擦によってダストが加熱されます。飯田さんは、このガス摩擦による加熱と衝撃波の物理量（伝播速度、ガス数密度）との関係に注目し、ダストを融解するための衝撃波条件に関する研究をされていました[2]。

私が注目したのは、衝撃波面通過後の高温ガスから放射される原子・分子輝線やダスト自身の熱放射による、ダスト熱進化への影響についてです。高温ガスからの輝線は、衝撃波通過前の領域にも浸透し、まだガス摩擦の影響を受けていないダストを加熱します。加熱されたダストはそれ自身が周囲に熱放射をするため、衝撃波前面の光学的厚さに応じて輻射場が増幅し（ブランケット効果）、これが重要な加熱源となり得ます。私は、一次元定常平行平板衝撃波モデルにおいてブランケット効果によって増幅された輻射場のダスト加熱率を定量的に評価するために、衝撃波を通過するガス

とダストの力学・熱力学進化と輻射輸送方程式を数値計算によって無矛盾に解き、様々な光学的厚さに応じたダスト熱進化を求めました。その結果、光学的に厚い状況下では、ダスト内部における揮発性物質の同位体組成に重要な影響を及ぼすことが分かりました。さらに、数値計算の結果を輻射拡散近似を用いて説明し、ダスト熱力学的進化がコンドリュール同位体組成の分析結果と矛盾しないための条件を導きました[3, 4]。

在学中、もうひとつ私が注目したのは、融解したダストの流体力学的挙動です。衝撃波加熱モデルでは、ガス摩擦によって融解したダスト（液滴）は希薄な高速ガス流中にさらされます。その結果、液滴表面形状の変形、内部の循環流、そして分裂といった様々な流体現象が生じます[5, 6]。こういった流体力学的挙動は、最終生成物であるコンドリュールの物理的な性質に大きく影響すると考えられるので、定量的な解析を行なう必要がありました。私は、液滴の微小変形といった線形現象から、分裂といった非線形現象までを統一的に扱うための三次元数値流体計算コードの開発に取り組み、高速ガス流中に置かれた液滴本体の挙動について成果を挙げることに成功しました[7]。また、ガス流中で回転する液滴という三次元性の現れる状況についても解析を行ない、隕石中に見られるコンドリュール形状の多様性に関して衝撃波加熱モデルによる解釈を与えました。これまでの衝撃波加熱モデルでは、ダストの熱力学的進化（温度の時間発展）に注目が向けられていましたが、今後は数値流体計算によってダストの力学的進化を明らかにし、コンドリュールの物理的な性質に関して多くの知見を得ることができると期待しています。

今後の研究計画としては、ふたつの方向性を考えています。まずひとつは、より深く、衝撃波加熱モデルの理解を進めることです。私は大学院生時代に、ダストの熱力学的進化に関する研究と、（流体）力学的進化に関する研究を独立に行なっていました。しかし、加熱現象と流体現象はほぼ同時に生じるものであり、今後は両者の影響を同時に取り込んだ描像を理解してい

くが必要になると思われます。これは、大学院での私の研究の自然な発展と位置付けることができます。そしてもうひとつは、太陽系外の原始惑星系円盤における衝撃波発生を観測的実証に向けての理論シナリオの構築です。衝撃波加熱モデルとは、ガス円盤中に衝撃波が生じ、ダストが融解する、場合によっては蒸発さえ生じるような激しい物理現象ですから[8, 9]、何かのシグナルが観測される可能性はあるかも知れません。もしそれが見つかれば、衝撃波加熱モデルの観測的実証に繋がります。また、現在の惑星形成の標準シナリオでは、ガス円盤中で頻繁に衝撃波が生じていたということは想定されていないわけですから、ガス円盤中のダスト進化に関して新たな光を投げかけることができるかも知れないと期待しています。

最後に近況を。学会などでよく「京都はどう？」と声をかけていただきますが、京都はいいところです。研究するにしても、住むにしても、天体核研究室の初代教授は、私の専攻でもある惑星科学で世界的に有名な林忠四郎名誉教授です。現在も、研究室コロキウムでは黒板に板書をするという形で進める伝統が残っているようです。最初は戸惑いましたが、PC スライドによる発表とは違い、研究の背景や物理モデル等をひとつひとつ確認しながら進めることができるので、他分野の話も楽しんで聞くことができます。また、生活環境も素晴らしいです。春には、高野川沿いの桜が満開になりました。5月、夜暗くなってから川沿いをジョギングしていたときには、草むらを飛び交う蛍と出会うことができました。私は野生の蛍を見たことがありませんでしたので、その感動を天体核の院生と分かち合おうと思ったところ、いたって冷静に「哲学の道なんかにはもっといますよ」と返されました。少し寂しかったです。京都には、かねてからぜひ参加してみたいと考えていたトランポリンのサークルがあり、今は毎週1回、社会人や学生に混じって練習しています。いい息抜きになっていますが、腕を怪我したりして研究に支障をきたさないよう注意したいと思います。

今後とも、コンドリュール形成に注目しつつ、様々

な方面に視野を広げていきたいと考えていますので、
よろしくお願いいたします。

- [1] 三浦均, 中本泰史, 2002, 日本惑星科学会誌11, 150.
- [2] Iida, A., et al., 2001, Icarus 153, 430.
- [3] 三浦均, 中本泰史, 2005, 日本惑星科学会誌14, 4.
- [4] Miura, H., and Nakamoto, T., 2006a, Astrophys. J. 651, 1272.
- [5] Sekiya, M., et al., 2003, Progress of Theoretical Physics 109, 717.
- [6] Kato, T., et al., 2006, Meteoritics and Planetary Science 41, 49.
- [7] Miura, H., and Nakamoto, T., 2006b, Accepted in Icarus (astro-ph/0611289).
- [8] Miura, H., et al., 2002, Icarus 160, 258.
- [9] Miura, H., and Nakamoto, T., 2005, Icarus 175, 289.