

## Rocky Worlds 4 国際会議における「天体衝突現象を記述する新しい弾性体力学計算手法」の発表、およびポルト大学 宇宙科学・天文学研究所での招待講演と研究打ち合わせ

Presentation of “Towards Understanding the Collisional Shaping of Asteroids: An Angular-Momentum-Conserving Extension of Smoothed Particle Hydrodynamics to Elastic Dynamics” at the Rocky Worlds 4 International Conference, and an invited lecture and research meeting at the Institute of Space Sciences and Astronomy, University of Porto

内海 秀介, 名古屋大学・大学院理学研究科

### 1. 出張の概要

本出張では、ポルト大学において招待講演および研究打ち合わせを行った後、Rocky Worlds 4 (RW4) に参加し、口頭発表を行った。本渡航の主目的は、筆者が進めている角運動量保存性を厳密に満たす新しい弾性体 SPH 法を国際的に発信するとともに、小惑星形成・衝突現象・固体惑星形成に関する研究者と議論し、今後の研究の方向性を明確にすることであった。

### 2. ポルト大学における招待講演および研究打ち合わせ

ポルト大学では、“SPH Across Scales: From Brown Dwarfs to Rocky Worlds” と題して招待講演を行った (図1)。講演では、小惑星の衝突進化と形状形成の理解に向けて、新たに提案している弾性体 SPH 法の基本的な考え方と、その物理的・数値的利点について説明した。なお、セミナーでは別研究である褐色矮星形成についても触れたが、議論の中心は小惑星衝突と弾性体数値計算法に置いた。

講演後には現地研究者との研究打ち合わせを

行い、小惑星観測を行っている研究者とは、小惑星形状が観測からどの程度正確に推定できるかについて議論した。この議論により、将来的に数値計算結果と観測を比較する際に、どのような量が比較可能であり、どの程度の精度が期待できるかについて重要な示唆を得た。

また、室内実験を行っている研究者とは、固体物質の摩擦・破壊モデルについて議論した。その結果、小惑星衝突計算へ応用するうえで必要となる摩擦や破壊の取り扱いに関して有益な情報を得ることができた。これは、今後本手法により現実的な物質モデルを組み込むうえで重要な知見である。

### 3. Rocky Worlds 4 における口頭発表

続いて、Rocky Worlds 4 において、本研究に関する口頭講演 “Towards Understanding the Collisional Shaping of Asteroids: An Angular-Momentum-Conserving Extension of Smoothed Particle Hydrodynamics to Elastic Dynamics” を行った。発表では、従来の弾性体 SPH 法が抱える角運動量保存性と計算コストの問題点を示し、それらを解決する新

たな定式化について説明した。また、基礎的なテスト計算の結果を示し、本手法が弾性体の基本的性質を適切に再現できることを報告した。

質疑応答では、まず衝撃波の捕捉可能性について質問を受けた。微惑星衝突では衝撃波の形成は避けられず、これをどのように扱うかは重要な課題である。これに対して、Godunov型のSPH法を用いることによって、衝撃波捕捉を達成できる可能性があることについて議論した。

また、実施したテスト計算の空間精度についても質問を受けた。これに対して、現在進めている収束性検証のプレリミナリーな結果を踏まえて議論を行い、本手法が空間二次精度である可能性について示唆を得た。この点は、今後の数値検証を進めるうえで重要な課題である。

#### 4. 本出張により得られた成果と今後の課題

本出張により、提案手法を海外研究者に直接紹介し、観測・実験・数値計算の各立場から有益な意見を得ることができた。特に、小惑星形状推定の観測的制約、および摩擦・破壊モデルに関する知見は、今後本手法を小惑星形成・衝突進化へ応用するうえで重要である。

一方で、衝撃波捕捉の導入や空間精度の厳密な検証など、今後取り組むべき課題も明確になった。今後は、破壊・摩擦モデルの導入、Godunov型SPH法との統合、および収束性評価を進めることで、より現実的な小惑星衝突問題への応用を目指したい。

#### 謝辞

本出張は、名古屋大学宇宙地球環境研究所 国際連携研究センターによる若手国際派遣支援

プログラムの支援を受けて実施された。本支援により、ポルト大学における招待講演および研究打ち合わせ、ならびに Rocky Worlds 4 における研究発表という貴重な機会を得ることができた。本出張は、研究の進展のみならず、筆者自身の今後の研究活動にとっても極めて有意義なものとなった。このような機会を賜った名古屋大学宇宙地球環境研究所 国際連携研究センターの関係者の皆様に、心より感謝申し上げます。

また、本渡航に際しては、申請後にポルトガルへの渡航を追加する形となったが、その際の諸手続きを滞りなく進めていただいた理学研究科の勝又恵実子様、および宇宙地球環境研究所国際連携研究センターの高橋早苗様に深く感謝申し上げます。さらに、受入責任教員として本出張をご支援いただいた堀田英之先生、ならびに日頃より研究全般についてご指導・ご助力を賜っている指導教員の犬塚修一郎先生に、深く御礼申し上げます。

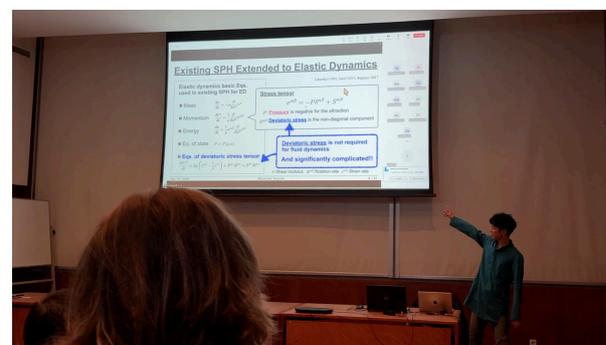


図1 ポルト大学での招待講演の様子。