

天体の衝突物理の解明(V) ～地球上の実際のクレーター参加報告

千秋 博紀 (千葉工業大学惑星探査研究センター)

1. はじめに

第5回目の「天体衝突現象の解明」研究会(通称「衝突研究集会」)は、2009年11月11日から3日間、北海道大学低温科学研究所で開かれました。この研究会では、4件の招待講演を含む32件の口頭発表と12件のポスター発表が行われ、60名を超える参加者が集まりました。ここでは、研究会で行われた講演の概要と研究会の様子を、私見を交えながら報告します。講演内容を正しく詳しくより深く知りたい方は、講演者に直接問い合わせることをお勧めします。

2. 講演の概要と研究会の様子

研究会のプログラムは表1の通りです(敬称略、以下同じ)。

以下ではまず、口頭発表を筆者の独断と偏見で次の6つのカテゴリーに分け、それぞれ紹介してゆきます。

2.1 地球のクレーター

今回の研究会は、副題にもなっている、地球上に実際に残された天体衝突の痕跡についての講演(3件の招待講演)で始まりました。内容は、モンゴル・ゴビ砂漠最深部で発見された衝突クレーターと思しき地形とその成因についての調査(小松)、6500万年前メキシコ・ユカタン半島への天体衝突で起きた津波現象に関する地質調査(田近)、そして堆積物中の白金族元素の濃度と地球外物質の流入イベントの関係(鈴木)で、それぞれ地質調査(広い意味での観測)に基づいた研究で

す。

地球上では、植生や風化、堆積といった特殊な事情があるとはいえ、天体衝突の証拠を探すだけでもこれだけ大変なのか、ということに驚かされます。また、地質調査によって得られた痕跡から大規模イベントの様子が読み解ける、ということにも感心させられます。これらの研究が今後、地球以外での天体衝突の研究とどう結びついてゆくのかを想像すると楽しみです。

2.2 天体衝突でもたらされるもの

天体衝突に伴う化学反応の生成物(古川、福崎)、衝突蒸気雲の温度圧力状態(黒澤)、衝突による発光現象(柳澤)、衝突放出物の速度分布(小野瀬、寫生)を、それぞれ室内実験で測定した成果についての講演があり、続いてNASAのLCROSSによる月への衝突によって舞い上げられると期待された水の観測についての講演が3件(杉田、岡村、洪)行われました。

天体衝突はただ単に表面に穴をあけるだけではなく、その過程において有形・無形のさまざまなものをもたらします。それらが惑星の表層環境や惑星の進化に与える影響についてはまだ不明な点もあり、今後も研究を続けてゆく必要があるでしょう。しかしその際に常に問題になるのは、実験室スケールの現象をどのようにして天体スケールの現象に応用するのか、です。

LCROSSでは観測できることが確実視されていた水が、地上観測では受かりませんでした。偶然、考慮されていなかった事象が重なってこのような結果になったのかもしれませんが、いずれにせよ理論的または実験の説明が必要となるでしょう。

2.3 月のクレーター

今回も、月に関する講演が6件ありました。そのうち4件は「かぐや」の観測結果を直接使った研究(平田, 久保, 中村, 諸田)であり, 他に「かぐや」で得られた地形データから月の熱史を読み取る研究(鎌田)と「かぐや」で得られたスペクトルデータを解析する手法に関する講演(坪井)がありました。

既に多くの機会で宣伝されているように, 「かぐや」は非常に質の高いデータを得ることに成功しました。月表面はクレーターで埋め尽くされており, 探査データから月の内部構造や進化を探るには, クレーターの構造や形成メカニズムを知る必要があります。しかしスケールの問題があるためか, 観測が先行し, それを支える理論的研究や実験的研究がまだ追いついていない印象があります。月表面に見られるような大規模クレーターの構造, 形成過程の解釈に, 理論的・実験的裏づけを与える研究の発展が望まれます。

2.4 衝突現象の素過程

衝突現象の素過程についての講演は, 2日目の午後の後半(土肥, 瀬藤, 新居見)と3日目の午前(高沢, 羽倉)にありました。いずれも, ターゲットに工夫を凝らした衝突実験(層構造, 構成粒子のサイズ, 高空隙物質, 標的サイズ, 標的強度)の結果についての講

演でした。

現実の系での衝突現象は, きれいな条件で起きるとは限らないため, 様々な条件での実験をしておくことは重要です。しかし, その複雑な結果をどう系統立てて整理し, モデル化(他に応用できる形に)するのか, そこには戦略が必要なはずです。残念ながら私には, その戦略を読み取ることができませんでした。

2.5 粒子の衝突

3日目最初の4件はダストが関係した衝突についての講演でした。粉体への水滴の衝突実験(桂木), 粒子の集合体同士の衝突の数値実験(和田), そして宇宙塵検出器の開発(平井, 中村)です。この中で, 粉体への水滴の衝突実験では, 水滴の表面張力が大きな役割を果たし, 大変面白い構造を作っていたのが印象的でした。もしかすると熔融液滴と粉体の相互作用に応用が利くかも知れません。

2.6 実験装置, 実験場としての探査

衝突実験を行うための装置の紹介も5件ありました。まず, 2日目最初の講演(真下;招待講演)では衝撃圧縮実験のための装置・技術の紹介が, 3日目午前最後の講演(長谷川)では宇宙科学研究本部にある衝突銃の利用状況と今後についての紹介がありました。また, 3日目の午後には小惑星への衝突実験を行う「はやぶさ



図1: 参加者の集合写真

表1：プログラム(*は招待講演)

11月11日(水)	*小松吾郎 (IRSPS (国際惑星科学研究大学院)/ 千葉工大惑星探査研究センター) *田近英一 (東大地惑) *鈴木勝彦 (海洋研究開発機構) 古川善博 (東北大理) 福岡翔 (東大新領域) 黒澤耕介 (東大新領域) 柳澤正久 (電通大)	地球上の衝突クレーターの同定/最近の探査でわかってきた火星の衝突クレーターについて 白亜紀/第三紀境界における衝突イベント 堆積岩に記録された白金族元素で探る隕石衝突 Late Heavy Bombardment の初期地球大気組成への影響 タイン氷地殻からの衝突脱ガスと窒素大気の起源・進化 発光分光法による衝突蒸気雲の熱力学状態推定 衝突閃光の測光
11月12日(木)	*真下茂 (熊本大衝撃・極限環境研究センター) 小野瀬直美 (ISAS/JAXA) 寫生有理 (名大環境) 杉田精司 (東大新領域) 岡村奈津子 (東大新領域) 洪鵬 (東大新領域) 平田成 (会津大) 久保公央 (九大理) 鎌田俊一 (東大地惑) 中村良介 (産総研) 坪井伸子 (東大新領域) 諸田智克 (ISAS/JAXA) 土肥弘嗣 (名大環境) 瀬藤真人 (神戸大理) 新居見励 (阪大)	衝撃圧縮曲線の計測実験と地球・惑星内部研究への応用 石膏に対する衝突クレーター形成実験における放出破片速度の分布 超高空隙雪球の衝突破壊と破片速度分布に関する実験的研究 LCROSS 衝突の観測概要 LCROSS 探査の衝突による放出イジェクタ量とクレーター径の推定 高分散分光観測による LCROSS イジェクタ中の水分子の温度と総量の推定 かぐやデータに基づく月クレーターの地形地質解析 かぐやのマルチバンドイメージャによる Mare Humorum の basalt 厚の推定 かぐや」測地データを用いた月裏側の温度構造推定 かぐやスペクトルプロファイラーが見た月の地殻構造 機械学習法を用いた可視・近赤外波長域鉱物反射スペクトル 月の溶岩流の年代からみた SPA 盆地形成インパクトの火成活動への影響 層構造に形成される衝突クレーターに関する実験的研究 粒径の異なるガラスビーズから衝突弾丸が受ける抵抗に関する実験的研究 高速度カメラを用いた超低密度物質へのプロジェクティル貫入過程の観察
11月13日(金)	桂木洋光 (九大総理工) 和田浩二 (千葉工大惑星探査研) 平井隆之 (東京海洋大) 中村真季 (東大新領域) 高沢晋 (神戸大理) 羽倉祥雄 (神戸大理) 長谷川直 (ISAS/JAXA) 高木靖彦 (愛知東邦大) 古本宗亮 (名大環境) 矢野創 (ISAS/JAXA/JSPEC)	粉体と水滴の衝突 ダストアグリゲイトの跳ね返り条件 宇宙機搭載用衝突電離型宇宙塵検出器の開発 圧電性 PZT 素子の宇宙塵衝突検出器としての特性評価 衝突破壊過程の標的サイズ効果-小さい標的の場合 標的強度を変化させた衝突クレーター形成実験-強度支配と重力支配の移行領域 2009 年前期までの I S A S 超高速衝突実験施設の現状 「はやぶさ2」衝突機でめざす科学 小天体の地震学 小惑星実スケール衝突実験：科学目標と技術・運用課題
ポスターセッション	荒川政彦 (名大環境) 町井渚 (神戸大理) 岡本千里 (JAXA/JSPEC) 桂武邦 (神戸大理) 竹内洋人 (東大博物館) 丸山智志 (東大博物館) 中村昭子 (神戸大理) 石樺勇介 (電通大) 田中慎一郎 (電通大) 青井宏樹 (電通大) 高部彩奈 (神戸大・理) 鈴木絢子 (神戸大/CPS)	リム付きコンドリュールの衝突付着・反発に関する実験的研究 ミリメートルサイズガラス球による焼結体の衝突破壊実験 分化天体の衝突破壊条件の解明 鉄質小天体の進化過程解明のための衝突破壊実験 イトカワの岩塊表面に見られる高輝度スポット-形成過程と岩塊の年代- S 型小惑星にみられる岩塊の統計的解析：岩塊は衝突起源なのか？ 粒子層への貫入則についての実験的試み 高速度衝突閃光の発光効率 II 衝突閃光のスペクトル 高速度カメラによる衝突閃光の測光 II 脱水・気化する衝突におけるエジェクタ観察 粒子層への渦輪の衝突

2」の装置概要・ターゲットについての紹介がありました(高木, 古本, 矢野)。

繰り返し可能な室内実験に対し、一度きりの衝突ミッションでどうすれば最大限の成果が得られるのか、何をターゲットに据えるのかについては、実験、観測、理論を問わず衝突現象を研究している研究者の間で十分な議論を展開しておく必要があるでしょう。

2.7 ポスター発表

最後に、ポスター発表にも触れておきます。ポスター発表は12件、初日と2日目の講演終了後にコアタイ

ムが設定されました。初日は懇親会も兼ねており、おいしい食事とお酒を楽しみつつ、あちこちで議論に花咲かせる様子が見て取れました。そういえば11月11日は鮭の日でしたね。あまりに議論が白熱して喉が乾いてしまったためか、ビールはぐんぐん減ってしまい、予定時間よりも少し早く、生ビールが無くなったのをきっかけに三々五々の解散となりました。

ポスターの会場は余裕がある広さとは言えないものの、逆に発表者を見つけるのも容易で、議論がしやすいかと思います。学生さんからスタッフまで、たわいもない質問をぶつけあうことができるポスター発表

は、情報交換にも、教育にも効果的です。この研究会のポスターセッションでは、ほとんどの参加者が積極的に議論に参加しており、たいへん感心しました。

3. まとめ

全体として、この研究会は活発な議論が行われ、大変有意義な研究会であったと思います。しかし口頭発表では特定のトシヨリばかりが質問していた気がします。衝突現象は様々な要因が複雑に絡み合っているため、きちんと理解するためには広いバックグラウンドが必要かも知れません。しかしだからこそ、お互いの研究に興味を持ち、素朴な疑問をぶつけあう必要があると思います。ワカモノがもっと積極的に議論に参加することを期待します。

4. 謝 辞

この研究会を開催するにあたり、莫大な時間と惜しみない努力を注いできた世話人の方々に感謝します。この研究会が魅力的なものであり続けるのは彼らの尽力の賜物です。もちろん、実り多い議論はその種を提供してくださった講演者の方々のおかげです。

研究会の運営、事務を陰で支えてくださった低温科学研究所の秘書の方々にも感謝します。コーヒーは我々の集中力を維持するために必要不可欠でした。

最後になりましたが、この報告を書くきっかけを下さったのは和田浩二氏でした。ありがとうございました。