

# 「天体衝突物理の解明(IX) ～火星の進化～」 参加報告

羽村 太雅<sup>1</sup>

## 1. はじめに

ボプラ並木が綺麗に色づいた2013年10月23日(水)～25日(金)、歩みの遅い台風を進路を横目に見ながら、「天体の衝突物理の解明(IX)研究会」参加者は北海道大学低温科学研究所のある札幌の地に集まりました。石垣島での惑星科学会が台風を避けて11月開催となったため、近年11月に開催されていた本研究会は今回10月に開催されました。幸い台風の影響もなく、例年よりも僅かに温かい気候の中、紅葉の綺麗な北大のキャンパスを満喫しました。

惑星系の起源と進化において天体衝突現象は様々なステージで重要な役割を果たします。本研究会はその天体衝突現象について、室内実験・数値シミュレーション・探査・天文観測の専門家が研究成果を持ち寄り議論する場として発足しました。9回目を迎えた今回は「火星の進化」をテーマに、臼井寛裕さん(東工大)、寺田直樹さん(東北大)、栗田敬さん(東大)をお招きして火星の進化に関する研究をご紹介いただきました。一般講演は口頭発表が18件、ポスター発表が16件と、例年に比べると小規模な研究会となりましたが、その分いつにも増してアットホームな雰囲気で盛んに議論が交わされていました。本稿では研究会の概要と様子を紹介します。講演概要は著者の講演に対する理解や視点に基づくため、各講演の詳細は発表者に問い合わせるか、研究会のWebページ(<http://www.impact-res.org/impact13/index.html>)にアップロードされているスライドや要旨をご覧ください。

## 2. 講演概要

表1に研究会のプログラムを示しました(以下全て敬称略)。以下では著者なりの視点に基づいて講演内容を分類の上、概要を紹介します。

### 2.1 惑星系の進化

研究会の今回のテーマでもある「火星の進化」にちなんで、3件の招待講演がありました。火星の表層環境の変遷と現状(臼井)、高層大気の諸過程による散逸(寺田)、若い火山活動の起源(栗田)についての包括的な内容を一度に学ぶことができました。扱う対象もアプローチも異なり、普段は発表の場も異なるであろうお話を一度に聞くことのできる貴重な機会でした。一般講演では、橄欖石のHugoniot曲線改訂に伴う火星大気の組成・質量進化の見積もり(黒澤)や、火星を形成しうる原子惑星系円盤に対する制約(小林)も報告されました。

### 2.2 衝突現象の素過程

衝突に伴う諸現象は多数の素過程の複雑に絡み合う複合的な現象です。衝突現象を包括的に理解するためにも、惑星探査データの解釈のためにも、各素過程の研究が重要であることは本研究会の歴史の中でも再三指摘されてきました[e.g., 1, 2]。今回の研究会では素過程の理解に向けた実験的研究が多く報告されている印象を受けました。破壊の様子や弾丸・標的の振る舞いに関する研究(原田, 長岡, 松本, 河本)では、空隙率や物質強度に対する依存性に注目が集まっていました。低重力下でのクレーター形成(木内)やクレーター放出物によるレイの形成(門野)に関しても多くの実験

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科  
tiger@astrobio.k.u-tokyo.ac.jp

表1:「天体衝突の物理の解明 研究会」プログラム 発表者名の下線は招待講演を表す。

**10月23日(水)**

|       |           |        |                                   |
|-------|-----------|--------|-----------------------------------|
| 13:00 | 原田 竣也     | (神戸大)  | 空隙を持つ標的への衝突とそれに伴う低密度脆性弾丸の挙動       |
| 13:30 | 石山 謙      | (東北大)  | かぐや衛星観測データに基づいた月玄武岩層のバルク誘電率と空隙率推定 |
| 14:00 | 長岡 宏樹     | (神戸大)  | レゴリス模擬標的への衝突実験:インパクト破片と標的の固化      |
| 15:00 | 松本 恵里     | (神戸大)  | 軽ガス銃を用いた衝突励起地震に関する実験的研究           |
| 15:30 | 大野 宗祐     | (千葉工大) | 炭酸塩岩の衝突脱ガス:封圧の影響に関する実験的研究         |
| 16:00 | 河本 泰成     | (神戸大)  | 普通コンドライト母天体を形成した微惑星の低速度衝突実験       |
| 17:00 | 荒川 政彦     | (神戸大)  | はやぶさ2 SCI/DCAM3の現状報告              |
| 17:30 | 木内 真人     | (神戸大)  | 模擬低重力における砂標的へのクレーター形成実験           |
| 18:00 | 柳澤 正久     | (電通大)  | Web動画の解析によるチェリヤビンスク火球の光度曲線        |
| 18:30 | ポスターセッション |        |                                   |

**10月24日(木)**

|       |               |        |                                           |
|-------|---------------|--------|-------------------------------------------|
| 10:00 | 黒澤 耕介         | (千葉工大) | 隕石重爆撃が火星大気に及ぼす影響                          |
| 10:30 | 小林 浩          | (名 大)  | 衝突破壊が決める火星形成環境                            |
| 13:30 | 臼井 寛裕         | (東工大)  | 火星表層水の変遷:シャーゴット隕石中の衝撃ガラス化学分析からの制約         |
| 14:30 | 寺田 直樹         | (東北大)  | 火星の二酸化炭素と水の散逸について                         |
| 15:45 | 栗田 敬          | (東 大)  | Young Martian Volcanism                   |
| 17:15 | 和田 浩二         | (千葉工大) | イジェクタカーテン観測からイジェクタの放出角度と速さを推定する方法         |
| 17:45 | 辻堂さやか         | (神戸大)  | クレーターエジェクタの速度分布に関する実験的研究:Wada's methodの応用 |
| 19:00 | ポスターセッション+懇親会 |        |                                           |

**10月25日(金)**

|       |         |        |                                          |
|-------|---------|--------|------------------------------------------|
| 10:00 | 平田 成    | (会津大)  | 小惑星形状から考える内部構造と表面地質                      |
| 10:30 | 古賀すみれ   | (東 大)  | 多バンド画像をもちいた小惑星イトカワ表面特性の高分解能解析            |
| 13:30 | 門野 敏彦   | (産業医大) | 実験室と月面のクレーターレイ                           |
| 14:00 | 常 ユイ    | (東 大)  | チクシュルーブ・クレーター内部の衝撃変成石英分析に基づくイジェクタ堆積環境の推定 |
| 14:30 | 諸田 智克   | (名 大)  | クレーター生成率モデルの修正と月進化史への影響                  |
| 15:00 | 総合討論&解散 |        |                                          |

**【ポスター発表】**

|       |         |                                       |
|-------|---------|---------------------------------------|
| 今井 啓輔 | (電通大)   | 電通大・木星火球観測システム(I)                     |
| 森山 正和 | (電通大)   | 電通大・木星火球観測システム(II)                    |
| 片桐 陽輔 | (電通大)   | 木星火球シミュレーション                          |
| 青木 隆修 | (神戸大)   | イトカワ表面岩塊の形状                           |
| 岡本 尚也 | (神戸大)   | 高空隙ターゲットの衝突キャビティとキャビティ周辺部の密度変化        |
| 兵頭 拓真 | (横国大)   | はやぶさ2における小惑星模擬試料回収実験:衝突クレータ形成と回収量について |
| 岡本 千里 | (JAXA)  | C型小惑星模擬物質への衝突実験                       |
| 鈴木 絢子 | (JAXA)  | 曲率のある面への衝突クレーター形成                     |
| 千秋 博紀 | (千葉工大)  | iSale 試用レポート                          |
| 黒澤 耕介 | (千葉工大)  | Impact jettingの超高速撮像計測                |
| 伊東 里保 | (会津大)   | 月全球のクレーター空間分布の評価                      |
| 樋口有理可 | (東工大)   | 火星の衛星の力学的起源のレビュー                      |
| 杉田 精司 | (東 大)   | 衝突破片1999JU3のスペクトル特性                   |
| 羽村 太雅 | (東 大)   | 斜め衝突による下流方向高速放出物の質量と大気存在下における運動       |
| 高木 靖彦 | (愛知東邦大) | 玄武岩標的に作られたクレーターの三次元計測                 |
| 谷川 享行 | (北 大)   | 衛星系形成:周惑星円盤への材料物質供給                   |



図1：口頭発表の様子。ダイナミックな映像が出ると歓声が上がります。

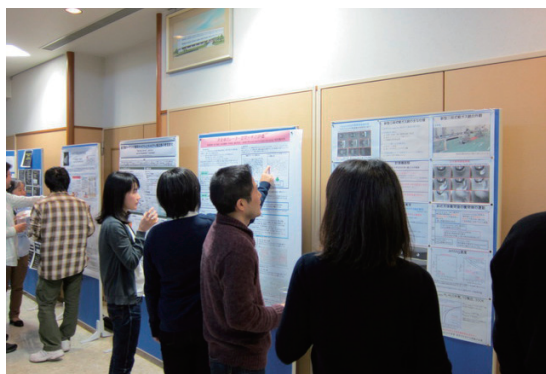


図2：ポスターセッションの様子。活発に議論が交わされている。

結果の蓄積が報告されました。素過程に関する発表群は現象論的な実験結果を整理することでモデル化していくスタイルの発表が多い一方、予測されるモデルの妥当性を実験的に検証するスタイルの発表も盛り上がりました。脱ガス効率の自由空間体積依存性(大野)は脱ガス現象が固相と気相の双方に影響を受けるものであることを再認識させられました。はやぶさ2による小惑星への衝突探査に伴う放出物に関する発表(荒川、和田、辻堂)は、放出物の軌道を簡単なモデルで記述して実験との整合性を検証していました。

## 2.3 探査・観測

探査や地質調査、地上観測により衝突現象による惑星表層への影響も様々な視点から議論されました。衝突によって変化した小惑星上の地形分布の推定(平田)、Itokawa表面反射特性の主成分解析による宇宙風化度分布の抽出(古賀)、月面のクレーターカウンティングによるクレーター生成率の長期的な時間変化(諸田)、衝撃変成石英の鉛直分布分析による堆積環境の推定(常)、かぐや衛星の探査データに基づくバルク誘電率と空隙率推定(石山)、チェリヤビンスク隕石の車載カメラ映像解析に基づく放射温度・供給エネルギー量推定(柳澤)と、それぞれユニークな報告が行なわれました。衝突の現場も衝突規模も、衝突に伴う惑星表層への影響も多様で、惑星上での衝突現象の普遍性を垣間みることができました。

## 3. 研究会の様子

講演やそれに対する議論の様子(図1)を観察していると、参加者の皆さんがとにかくこの会を愉しみにしているのがあらゆるところから伝わってきます。衝突実験の様子を撮影した動画が流れると歓声が上がリ、学生が発表に詰まるとまるで自分の研究のようにコメント・議論をして研究を進める。議論・質問のHeavy Bombardmentsでした。タイムスケジュールが遅れていても、ご当地の美味しいおやつを食べる休憩時間は確保する、懇親会でポスターを肴に飲むお酒を愉しみにしている(図2)、などなど。どんなに発表時間が長引いても、苛立った雰囲気なく議論を続ける「内輪」感溢れるアットホームな研究会です。衝突について皆で理解していこうという、温かい雰囲気が特徴です。

例年、「ワカモノ」が質問しないという指摘が繰り返されてきましたが、今回も同様の傾向が見られました。「ワカモノ」の一員である筆者も反省していますが、一方でポスターセッションでは年代を超えて活発な議論が交わされていました。気軽に議論できる雰囲気は本研究会の魅力のひとつであり、来年以降も大切にしていきたいですね。

## 4. 最後に

本研究会の後には引き続き「惑星表面の地形・地層形成のダイナミクス」と題した研究会が、同じく低溫科学研究所にて開催されました。本研究会からも「衝

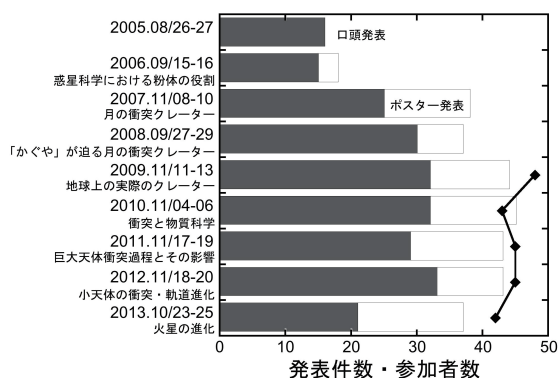


図3：天体の衝突物理の解明 研究会発表件数・参加者数の推移。黒塗り部分が口頭発表、白抜き部分がポスター発表の件数、折れ線が参加者数を表す。過去の本研究会参加報告には、2009年は60名以上[3]、2011年は51名[4]との記載があり、実際の参加者数は図中の値より多いと思われる。2008年以前の参加者数は集合写真も記録もなく不明。

突研究会からのポスター発表タイトル紹介」と題した発表が行なわれるなど、両研究会の交流が図られました。

まために変えて、衝突研究会の歴史を振り返り、過去9回の発表件数、参加者数をグラフに示しました(図3)。参加者数は遊星人に投稿された過去の参加報告記事中の集合写真に写っている人数を数えました。今年は口頭発表件数や参加者数が過去4~6年間で比べて減少したようです。時期的な問題なのか、偶然なのかは分かりませんが、筆者の個人的な感覚としては、テ

ーマに関連した発表が例年に比べて少なかったように感じました。毎年出席している参加者とテーマに応じてメンバーの変わる参加者が例年見られますが、今年は後者が少なかった印象です。衝突現象は惑星科学の非常に広い領域に現れる普遍的なテーマのひとつです。より幅広いテーマについて実験・数値計算・探査・観測など多様なアプローチを試みている専門家が議論する場であり続けるため、多くの皆さんの参加を心待ちにしております。

## 謝 辞

今回、このような記事を執筆する機会をくださいました諸田智克さん、鈴木絢子さん、ありがとうございました。全講演に関して改めて見直し分類することで、講演を聴く以上に多くの学びを得ることができました。また、開催に際してご尽力いただきました世話人の皆様、低温科学研究所の関係者の皆様、誠にありがとうございました。ここに御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 平田 成 他, 2004, 遊星人 13, 57.
- [2] 山本 聡, 2008, 遊星人 17, 82.
- [3] 千秋 博紀, 2010, 遊星人 19, 61.
- [4] 保井 みなみ, 2013, 遊星人 22, 34.



図4：集合写真。