

「天体衝突物理の解明(Ⅲ) 一月の衝突クレーター」参加報告

山本 聡¹

昨年11月8-10日に北海道大学にて研究会「天体衝突物理の解明(Ⅲ)一月の衝突クレーター」が行われました。この研究会は今年で3回目になりますが、今回は月探査衛星「かぐや」を踏まえて月の科学に視点をおいた特別セッションが初日に行われました。また衝突実験技術開発に関する講演も行われ、多岐にわたったテーマで議論が行われました。ここでは、研究会の雰囲気を知ってもらおうという目的で、各セッションの概要とその感想を述べたいと思います。あくまでも私見に基づいたものになっていますので、発表や議論の内容について実際とはニュアンスが異なる部分もあるかもしれません。ですので、講演内容の詳細に興味がある方は、発表者に直接問い合わせをされるか研究会報告書等を参考にしてください。

講演者リストと発表タイトルは以下の通りです(敬称略)。

杉田精司(東大)「月の巨大衝突盆地の形成過程について」(はじめに)

高田淑子(宮城教育大)「クレーター形成の数値シミュレーション」

山路 敦(京大)「月のテクトニクス」

荒井朋子(極地研)「月の物質科学とクレーター」

道上達広(福島高専)「溶岩チューブを模擬したクレーター形成予備実験」

池上裕美(電通大)「散在流星による月面衝突閃光検出の試みII」

藤村彰夫(JAXA)「ベネトレーター技術の開発」

長谷川直(JAXA)「ダスト静電加速器と新型2段階銃の整備状況について」

西尾峰之(東工大)「衝突時及び静水圧下でのFe-Niメルト球の成長の比較実験」

境家達弘(阪大)「高強度レーザーを用いた超高速飛翔体の生成」

高木靖彦(愛知東邦大)「クレーター・スケーリング則再考」

山本 聡(東大)「衝突クレーターの形成過程の物理」

鳥海 崇(東大)「粉体層におけるクレーター形状の衝突角度依存性」

小島知高(名大)「平底型・同心円型クレーターの形成実験と月表層構造推定への応用」

藤原 顕「小天体のクレーター」

黒澤耕介(東大)「天体衝突によるHCNの生成について」

河原木皓(東大)「炭酸塩からのCO脱ガスによる温室効果」

瀬藤真人(神戸大)「空隙率の異なるガラスビーズ焼結体への衝突における圧力減衰の比較」

平岡賢介(神戸大)「強度支配域での衝突クレーター形成過程に関する実験的研究」

岡本千里(名大)「層構造天体の衝突破壊に関する実験的研究：天体内部構造の影響」

城野信一(名大)「焼結にともなう分裂の数値シミュレーション」

和田浩二(北大)「ダストアグリゲイトの衝突シミュレーションと状態方程式」

陶山 徹(北大)「合体成長過程におけるダスト圧縮過程の数値計算とその定式化」

武田隆顕(国立天文台)「Angular Momentum Splashによる自転の減速についての数値シミュレーション」

玄田英典(東工大)「巨大天体衝突による水星の起源について」

ポスターセッション

諸田智克(JAXA)「月地殻形状における衝突率不均質

1. 東京大学 大学院新領域創成科学研究科

の影響」

春山純一(JAXA)「SELENE搭載月面撮像/分光機器(LISM)の観測運用計画」

「SELENE搭載地形カメラの観測トピック」

柳澤正久(電通大)「月面衝突閃光の検出法」

三浦直人(会津大)「高速衝突実験の衝突破片の自動追跡」

横山聖典(東大)「発光分光を用いた衝突蒸気雲の圧力測定法の開発」

小倉尚也(神戸大)「含水・無水石膏への衝突における塵生成率の比較」

町井渚(神戸大)「シリカ微粒子集合体の焼結実験」

藤井雄一(神戸大)「多孔質球の衝突圧密と反発係数」

中村昭子(神戸大)「多孔質標的の衝突破壊実験と数値シミュレーションとの比較」

荒川政彦(名大)「氷衝突クレーターの衝突残留温度の計測」

飯田洋祐(阪大)「X線CTを用いたエアロジェル中の宇宙塵衝突痕の3-D構造の解析と突入粒子の推定」

斎藤悦子(名大)「蒸発による微惑星の形成」

門野敏彦(阪大)「高出力レーザーによるガラス球の加速」

研究会初日は特別セッション「月の衝突クレーター」が行われました。月探査衛星「かぐや」をふまえて月の科学と衝突に関わる様々な視点での講演が行われました(杉田, 高田, 山路, 荒井)。特に非常に大きなクレーター(複雑クレーターや巨大衝突盆地)に注目した話が多く行われていました。例えば, 中央丘・中央リングを伴う複雑クレーター形成を模擬した数値シミュレーションの話や, 月南極にあるサウスポールエイトケン(SPA)形成による月の内部物質の暴露について, また月の海やマスコン盆地とその周辺の地質構造(例えば地溝や尾根構造)から内部構造をどう推定するのかの話等です。また, 物質科学と衝突の関係の話として, 月試料を基にした地殻組成や地殻形成モデルについての講演も行われました。これらの講演とそこで交わされた議論を聞いて思ったことは, 月の内部構造や進化を理解する上で重要となる複雑クレーターや巨大衝突盆地の研究を行う上では, 様々な研究手法による結果を総合的に解釈していくことが大事だということでした。例えば, SPA形成によって月内部物質がどの

深さまで掘削されたかについて推定を行う時に, 室内実験を基にした従来のスケーリング則をそのまま用いていいのかという議論が講演中になされていました。というのも, 講演中で紹介された数値計算結果を見ると, 実験室では見られない現象が観測されるからです。しかしそれらの数値計算結果は導入されるモデルに依存するという問題もあります。一方, これらにいい制約条件を与えてくれるのは, 地球上のクレーターに対する地質調査や探査によるデータです。つまり, 様々な研究手法の結果を相補的な制約条件として捉え解釈していくことが, 複雑クレーターや巨大衝突盆地の形成機構の解明において重要であると思いました。その意味で, かぐやで得られる新しいデータは, これらの解明に向けて非常に重要な情報を与えてくれると期待されます。

夜はポスター発表兼懇親会が行われました。参加者の方々は, 惑星学会を通じてお互い顔見知りの人が多いとお酒の力もあって, 皆さんポスターへの質問や議論がかなり熱心であったように思います。

二日目の午前中は, 衝突現象に関連する様々なテーマについて発表が行われました(道上, 池上, 藤村, 長谷川, 西尾)。まず将来の月面基地計画に関連する研究ということで, 溶岩チューブ上でのクレーター形成実験の話から始まり, 月面での衝突発光現象の話, ペネトレーター開発話や衝突実験装置(ダスト静電加速器と水素を使った新型二段式銃)の紹介, マグマオーシャンの研究として衝突溶融模擬実験といったように, 非常に多岐に渡るテーマの発表が行われました。衝突そのものは惑星科学のあらゆる面に関連する普遍的な現象です。それに加えて, 衝突の素過程自体が非常に複雑なものである為, 扱われるテーマも実に幅広いものだと改めて思いました。

二日目の午後最初は, 高強度レーザーによる超高速衝突実験についての講演がありました(境家)。衝突点火核融合の話や700 km/sという超高速(現時点では世界記録?)の飛翔体加速実験の話と, 普段の惑星科学で聞き慣れている衝突実験の話とは桁違いの世界で, 非常に興味深いものでした。

続いて, クレーター形成の物理に関する研究発表が行われました(高木, 山本, 鳥海, 小島, 藤原)。ここ

では、衝突実験結果を実際の天体衝突現象にどうに結びつけるかに主眼をおいた議論がなされていました。例えば、従来の衝突クレーター実験の多くは1 G下で行われてるが、では小天体(微小重力下)でのクレーター形成はどうなるのか、また逆に重力効果が重要な場合はどうか(標的物性効果の役割やクレーター崩壊現象)についての研究発表が行われました。また、月表層付近の層構造(堅い基盤層の上にレゴリス層がある場合)がクレーター形成に与える影響についてや、小天体表面の曲率が重要になるような大きなクレーターが形成される場合に何が起こるのかについての研究発表も行われました。結局、従来のスケーリング則では分かっていない問題が多くある為、実際の天体衝突現象を考える上で、まだまだ調べるべき問題が残されているのだと思いました。

なおこの日の夕方には衝突研究会の今後について議論が行われました。その内容については、名大の荒川さんらによる「衝突研究会の活動について」(同号85ページ)を参照してください。

三日目の午前中は、天体衝突の化学に関連する研究発表から始まりました(黒澤、河原木)。天体衝突による蒸発現象は生命の起源や地球環境を考える上で重要です。ここでは、天体衝突によるHCN生成の可能性や蒸発ガスによる地球温暖化の可能性についての研究発表が行われていました。その後は、衝突破壊の物理についての研究発表が行われました(瀬道、平岡、岡本)。最近の小天体探査により、大きな空隙を持つ天体が多数存在する事が知られています。また微惑星の内部構造もその熱進化により層構造を持つ可能性があるとされています。ここでの発表は、これらの最新の描像に着目し、様々な空隙標的や層構造を持つ標的に対する衝突破壊物理について調べられたものでした。

本研究会の最後のセッションでは、数値計算を使った衝突に関する研究発表が行われました(城野、和田、陶山、武田、玄田)。微小な塵の衝突合体成長による塵凝集体形成の話や焼結に伴う凝集体の分裂モデルの紹介、また衝突による小惑星の自転進化の話や原始惑星衝突による水星形成の研究といったように、非常に幅広いスケールで話が展開されました。ここでの話を

聞いて思った事は、実験でも数値計算でも大事なことは結果からいかにして現象の本質・素過程を導き出すかだということでした。ここでの講演者の方々はこの点にしっかり主眼をおいて話をされていたため、普段実験を中心に行っている私でも非常に興味を持って議論に参加できました。

以上が各セッションの簡単なまとめと感想です。全体を通して思ったことは、やはり今重要な事は「素過程の解明」ではないかということです。これまで衝突に関する数多くの研究が行われてきました。一方で、そのほとんどが現象論的研究であり、その素過程についてはまだまだ分かっていない部分が多いというのが現状です。今後これらの解明を目指してさらなる進展が期待されます。最後に、今回は異なる研究手法による様々なテーマについて集中的に話を聞いた点がよかったと思います。というのも衝突に関わるいろいろな現象を総合的に考え議論を行うことが出来、非常に勉強になったからです。また、月と衝突という今まさにホットなテーマを今のタイミングで聞いたことは大変有意義であったと思います。研究会開催にあたって尽力された多くの方々に感謝いたします。