

月科学コミュニティの活性化に向けた取り組み ～2025年度活動報告～

小野寺 圭祐¹, 大竹 真紀子¹, 池田 あやめ², 山下 光葉³, 神田 恵太郎⁴,
長岡 央⁵, 荒木 亮太郎⁶, 仲内 悠祐⁵, 西谷 隆介⁶, 諸田 智克³

(要旨) 本稿では、我々が2025年度に実施した「月科学コミュニティの活性化」を目的とした活動について報告する。前半は月科学コミュニティメーリングリスト(Moon-next)の運用状況の報告、後半は2025年12月に岡山大学惑星物質研究所にて開催した第17回月地殻研究会について報告する。

1. はじめに

我々は、国内月科学コミュニティの縦横のつながりを強化すべく、2022年度よりメーリングリストおよび研究会の運営を行ってきている。特にこの2年ほどは若手研究者や学生の声を通りやすい組織整備を意識し、コアメンバーに学生を積極的に取り込み、様々な年代層が共にコミュニティを運営している。以下では、2025年度の活動について報告する。

2. メーリングリストMoon-nextの運用状況

Moon-nextに関しては、前回の報告より11名の新規メンバーを追加し、計77名となった(2025年4月10日時点)。本メーリングリストでは、月科学に関する研究会やセミナー等の案内、新着論文の共有、公募案内などを行なっている。メーリングリストに参加を希望する場合は、管理者(moonnextcore@gmail.com)まで問い合わせ願う。

1.岡山大学惑星物質研究所

2.産業技術総合研究所

3.東京大学

4.東北大学

5.立命館大学宇宙地球探査研究センター

6.宇宙航空研究開発機構

konodera@okayama-u.ac.jp

3. 第17回月地殻研究会の開催報告

3.1 趣旨

月地殻研究会は、月科学者間の交流・密な議論を通じて「他分野への理解・自身の分野との関連性の明確化・新しい研究テーマの発掘」を主目的としている。研究会での議論を通じて「そもそも月について何がわかっていて何がわかっていないのか?」、「新しい情報を得るためにはどのような観測が必要か?」、「現在検討されているミッションでどこまで迫れるのか?」等を研究者間で共有し、今後のコミュニティの活性化・月科学の進展につなげていくことを目指している[1]。

3.2 テーマ

今回のテーマは「高圧実験とサンプル分析から探る月の内部構造」と設定し、以下の2名に招待講演を依頼した。研究会の趣旨に則り、研究者間の密な議論を促すため、各講演者には二時間の発表時間を配分した。

招待講演者(敬称略)：

- ・芳野 極 (岡山大学惑星物質研究所)
- ・長岡 央 (立命館大学宇宙地球探査研究センター)

3.3 開催情報

日時:2025年12月10日(水)～12日(金)

会場:岡山大学惑星物質研究所

表1: タイムテーブル.

1日目 (12/10)	2日目 (12/11)	3日目 (12/12)
	招待講演 I 長岡さん 9:00~11:00	総合討論 II・まとめ 9:00~10:30 話題提供: 宮崎さん
	惑星研ラボツアー 11:00~12:20	移動 & 昼休み
	昼休み&写真撮影	
開会の挨拶/趣旨説明 14:00~14:15	招待講演 II 芳野さん 13:30~15:30	フィールドトリップ 鳥取砂丘/ルナテラス
若手講演 14:30~17:10	総合討論 I 15:40~17:30	
移動	移動	
懇親会 I	懇親会 II	

表2: 若手講演一覧.

発表者(所属)	タイトル
高木 彪(岡山大)	月のコア-マントル境界におけるilmeniteとFe-Sメルト間の濡れ性の評価
藤田 盛之介(大阪大)	嫦娥5号試料:Pyroxene組成に基づく温度圧力条件の推定
井上 義洋(愛媛大)	鉄含有量の異なる直方輝石の高圧高温下弾性波速度測定
篠原 直生(総研大)	月地下空洞内における水分子残存の温度条件
日向 輝(東京大)	その場K-Ar年代計測装置による月隕石の測定
山下 光葉(東京大)	Crisium盆地リングの組成解析による初期火成活動史の復元
神田 恵太朗(東北大)	嫦娥4号搭載地中レーダー観測から示唆される月表層進化

開催形式: ハイブリッド

参加人数: 29人(うち学生8人)

タイムテーブル:

研究会のタイムテーブルを表1に示す。初日は例年通り若手講演セッションを設け、(おそらく)過去最多である学生七名の発表を行った(表2)。2日目には、二件の招待講演のほかに高圧実験施設とリュウグウサンプルなどの試料の無機分析を行う実験室の見学を行った。2日目の午後と3日目の午前に総合ディスカッションを実施し、全体を通しての追加質問や世話人・参加者から提供した話題(リモートセンシングデータの扱い方の注意点・バルク組成計算

に使用される熱力学シミュレーションソフトの紹介・JLPEDAの取り組み紹介)について議論した。また、今後の研究会の方針や運営体制について議論した。3日目の午後はフィールドトリップとして鳥取砂丘・ルナテラスへ移動し、鳥取大学小玉芳敬さんに砂丘地形形成メカニズムの解明研究ならびに砂丘地形保全の現状についての講演を聞いたのち、小玉さん解説のもと現地見学を行った。研究会・フィールドトリップおよび懇親会の様子を図1~4に示す。

3.4 招待講演内容の概要

招待講演I: 芳野 極(岡山大学惑星物質研究所)

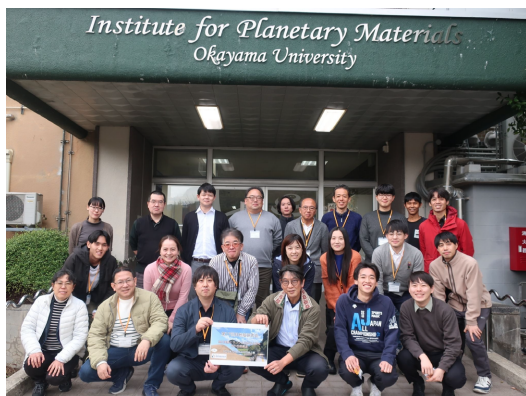


図1: 集合写真(岡山大学惑星物質研究所にて).

芳野さんには「高圧実験による月内部の研究」というタイトルで実験的研究から「如何に月の内部進化や物性情報を引き出すか」という観点から講演いただいた。最初に高圧実験を行うモチベーションとして以下の四点について概観いただいた：(1)現在の惑星内部構造の制約(観測との対比/構成物質の特定/水の量など), (2)惑星内部ダイナミクスの制約(冷却過程/マントル対流/コアのダイナモ運動), (3)惑星内部進化の制約(マグマオーシャンでの分化/成層構造の形成), (4)地球化学的制約(コア-マントルの元素分配/同位体分別).

発表の前半では、講演者自身の高圧実験研究のハイライトを紹介いただいた。詳細は割愛するが、内容としてはオリビン多結晶中の熔融鉄合金の連結度を電気伝導度測定により評価し、微惑星における核形成モデルを提案したYoshino et al.(2003) [2]や地球アセノスフェアの電気伝導度異常の説明を目的とした含水オリビンの電気伝導度測定を行ったYoshino et al.(2006)[3]などが挙げられる。

発表中盤では、月の内部構造推定のレビュー[4-6など]を行った後、月内部構造における諸問題(例えば、月マグマオーシャンの深さ・月深部の部分熔融層の有無・金属核のサイズと組成・月の磁場生成)について網羅的に紹介いただき、参加者も交えて議論を行った。特にコアマントル境界直上の低速度層(LVZ)については、近年の成果[7-9]を引用しながら、LVZの候補物質の物性測定結果について紹介され、アポロ月震データの解析から得られた弾性波速度構造との比較結果について説明いただいた。



図2: 研究会の様子。

Kono et al.(2023)[9]によるとLVZの弾性波速度は4.3-5.0 vol.%の液体Fe-Sを含むオリビンで説明が可能であるようだ。

発表終盤では、様々な月の内部進化モデル[10-15]を紹介しつつ、モデル計算の問題点や未だ解決に至っていない点について解説いただいた。また、月サンプルの古磁気強度[16]やサイズの小さい月でのダイナモ維持機構に関する仮説[17]について紹介いただいた。現コミュニティメンバーには高圧実験の専門家が少なかったことから普段とは異なる視点からの話を聞くことができ、参加者にとっても良い刺激になったと感じた。

招待講演II:長岡 央(立命館大学宇宙地球探査研究センター)

長岡さんには「月のサンプル分析から探る内部構造」というタイトルで月隕石やリターンサンプルの化学的分析・研究について講演いただいた。月内部の化学的な内部構造に関わるテーマとして「月のマグマオーシャンとアポロ斜長岩60025問題」、「内部のマグマ進化・KREEPの後期火山活動への寄与」について講演いただいた。

発表の前半では、月隕石・リターンサンプルの研究の入門的な総説でもあるKorotev (2005)[18]などを挙げ、月を構成する主要な鉱物と月の分化形成モデルである月マグマオーシャン(LMO)から出来上がるマントル・地殻・KREEP層という垂直方向の層構造との関係性、月探査機ClementineやLunar Prospectorの全球観測の結果から初めて提唱され



図3: フィールドトリップの様子(上段:鳥取砂丘, 下段:ルナテラス).



図4: 懇親会の様子.

た月平面方向の化学的な地質区分[19]とが、どのように対応しているかについて、基本的なところから紹介いただいた。また、講演者がこれまでに月サンプル分析時に用いてきた化学分析手法(中性子・ガンマ線・X線を用いたもの)についても原理的なところから紹介がなされた。

発表の後半では「月のマグマオーシャンとアポロ斜長岩60025問題」について、月の地殻形成のタイムスケールはLMOを模した数値シミュレーションと表側から回収されたアポロ斜長岩との間で約二億年程度の幅があること、そのためLMOとの対比として連続的な火成活動(シリアルマグマティズム)による地殻形成のモデル[20,21]について紹介いただいた。アポロ斜長岩60025は43.6億年[22]という若い地殻形成の年代としてよく引用されるが、60025自体が不均質なポリミクト角礫岩であることが問題提起されている[23]。また、月隕石の起源深度は浅く地殻表面に限られるため、地殻深部に起源を持ち、かつ表面での度重なる大小様々なインパクトによる角礫化を免れたサンプルを、より始原的な裏側の斜長岩地殻から回収し、オリジナルな固化年代と組成を決定することがLMOの有無を検証する上で重要であることが議論された [24,25]。「内部のマグマ進化、KREEPの後期火山活動への寄与」では、中国のサンプルリターン計画である嫦娥により持ち帰られた成果のレビューの中で、若い玄武岩活動にはKREEPの寄与が乏しいことが述べられ[26,27]、LMO後の月内部でのKREEPの所在について内部の熱進化モデルとサンプル分析、両面からのアプ

ローチが必要であることが強調された。

3.5 参加者の感想

- 大変有意義な会でした。ありがとうございます。
- 今回は学生が多く、学会時と異なりそれぞれの研究内容をじっくり聞くことができたので大変有意義でした。また、招待講演や総合討論で時間をとっていただいたため、自分の疑問点を解消することができました。研究施設の見学では、詳細に機器の解説をしていただき、その施設の充実度に圧倒されました。特に高压高温実験の施設を直接見たのは初めてだったので、イメージをつけることができました。また、鳥取砂丘でのフィールドワークも大変楽しかったです。
- 月探査の最近の話を聞いて有意義でした。特に物質科学は普段あまり勉強していないのでためになりました。ただ、皆さん業務に追われてあまり余裕がないのか、もう少し「夢を追いかける」ような話があっても良かったかなと感じました。
- 普段なかなか聞くことができない貴重な話を聞いて大変勉強になりました。また、自分の研究発表に関してもいろいろと質問をいただき、個別に議論もできたので参加して良かったです。
- ラボツアーとフィールドトリップもあったのがよかった。
- 初めての参加でしたが非常に楽しかったです。普段自分が所属している分野とは少し離れていて新しく知る月の一面が多く、非常に学びになりました。来年度もぜひ参加したいです!

- サンプル分析や高圧実験の理解が深まり、また大変貴重な分析装置や実験装置の見学もできて、とても有意義な研究会でした。
- この歳になっても学べる場で助かります。不得意な分野の知識をアップデートできて勉強になりました。
- The meeting was very informative and helped me learn more about the Japanese lunar research community.
- 去年に引き続き、とても充実した参加になりました。普段の学会ではなかなか聞けない、一分野の丁寧なイントロ、レビューを学べるのがとてもありがたいです。
- ラボツアー、フィールドトリップと盛りだくさんでかつしっかり議論もできて楽しい三日間でした。幹事関係者の皆さんお疲れ様でした。
- 様々な分野の発表を聞いてよかったです。また、ラボツアーで普段見られない現場を見られたことやフィールドトリップで砂丘地形の解説を聞いたのがとてもよかったです。
- 今回は例年よりも若手が多数参加されており、コミュニティが拡充してきたのが感じられた。一方で、少し若手に講演のレベルを合わせたこともあり、イントロが多く、議論の時間が減ってしまったように感じる。研究会の趣旨として「密な議論」を掲げているので次回はもう少しディスカッションに時間を費やしてほしい。今回はラボツアーやフィールドトリップなど複数のイベントがあり、参加者にとって色々な刺激を受けられる良い機会だったと思う。
- 勉強になりました。月についてどこがわかっていないのかに気づき、自分の研究の立ち位置が分かった気がします。

4. まとめと将来展望

今年度も昨年に引き続き国内月科学コミュニティの活性化に向けた活動を実施した。特筆すべき点として、月地殻研究会の参加者が29名と前年度の18名を多く上回り、学生の発表数も7件と過去最高となった。運営面についても体制の約半数が学生およびポスドクとなっており、形式的には若手を中心に据えた

コミュニティ運営が実施できるようになってきたと言える。次回以降は彼ら自身が思考し、企画・運営をより自立的に行えるよう体制の成熟化にも注力していきたい。

5. 謝辞

月地殻研究会の参加者には心より感謝申し上げたい。特に招待講演を快諾してくれた岡山大学惑星物質研究所の芳野極さん・立命館大学宇宙地球探査研究センターの長岡央さんには、研究会の趣旨に沿った形で話題を提供いただき、有意義なディスカッションの契機を与えてくれたことに深く感謝する。また岡山大学惑星物質研究所の関係者の方々には、研究会の会場やゲストハウスを提供いただいた。研究会最終日には鳥取大学の小玉芳敬教授に鳥取砂丘およびルナテラスを案内いただいた。ここに感謝の意を示したい。

6. 参考文献

- [1] 小野寺圭祐ほか, 2023, 遊星人 32, 153.
- [2] Yoshino, T. et al., 2003, Nature 422, 154.
- [3] Yoshino, T. et al., 2006, Nature 443, 973.
- [4] Weber, R.C. et al., 2011, Science 331, 309.
- [5] Matsumoto, K. et al., 2015, GRL 42, 7351.
- [6] Khan, A. et al., 2014, GRL 119, 2197.
- [7] Briaud, A. et al., 2023, Nature 617, 743.
- [8] Pommier, A. et al., 2024, EPSL 628, 118570.
- [9] Kono, Y. et al., 2023, EPSL 618, 118287.
- [10] Tonks, W.B. and Melosh, H.J., 1990, Proc. The Origin of the Earth, 93-94.
- [11] Prissel, T.C. and Gross, J., 2020, EPSL 551, 116531.
- [12] Johnson, T.E. et al., 2021, EPSL 556, 116721.
- [13] Zhang, H. et al., 2024, Nat. Comm. 15, 8328.
- [13] Elard, S.M. et al., 2011, Geochim. Cosmochim. Acta. 75(11), 3024.
- [14] Lin, Y. et al., 2017, Nat. Geosci. 10, 14.
- [15] Kraettli, G. et al., 2022, JGR: Planets 127, e2022JE007187.
- [16] Weiss, B.P. and Tikoo, S. M., 2014, Science 346,

6214.

- [17] Scheinberg, A. et al., 2018, *Earth Planet. Sci. Lett.* 492, 144.
- [18] Korotev, R.L., 2005, *Chem. Der Erde* 65, 297.
- [19] Jolliff, B.L. et al., 2000, *J. Geophys. Res.* 105, 4197e4216.
- [20] Elkins-Tanton, L.T. et al., 2011, *Earth Planet. Sci. Lett.* 304, 326.
- [21] Gross, J. et al., 2014, *Earth Planet. Sci. Lett.* 388, 318.
- [22] Borg, L.E. et al., 2011, *Nature* 477, 70.
- [23] Torcivia, M.A. and Neal, C.R., 2022, *JGR Planets* 127, e2020JE006799.
- [24] Nagaoka, H. et al., 2021, *Icarus* 370, 114690.
- [25] Nagaoka, H. et al., 2023, *Icarus* 392, 115370.
- [26] Che, X. et al., 2021, *Science* 374, 887.
- [27] Tian H.-C. et al., 2021, *Nature* 600, 59.