

月科学コミュニティの活性化に向けた取り組み - 2022年度活動報告

小野寺 圭祐¹, 西谷 隆介², 長岡 央³, 大竹 真紀子⁴, 諸田 智克¹

(要旨) 本稿では、月科学コミュニティの活性化を目的として、我々が昨夏より開始した活動について報告する。我々は、昨今の新型コロナウイルス蔓延とそれに伴う密接な研究議論の場の減少によって、月科学コミュニティの縦横のつながりが以前と比べて弱まっていることに問題意識を持ち、状況改善のために二つの取り組みを行ってきた。一つ目は月科学に関連する情報共有の場の整備、二つ目は対面での密度の高い議論の場を提供することを目的とした研究会の企画・運営に関する取り組みである。今後の継続的な活動により、月科学コミュニティの発展の一助になることを願う。

1. はじめに

昨今の新型コロナウイルスの蔓延に伴い、研究会の対面開催の機会が減少し、研究者同士の活発な議論の場が失われてしまったように感じる。無論、オンラインでの学会・研究会は増えたものの、議論の質や会話の熱量は対面のそれに劣ると考える。学会・研究会等は、若手研究者(ポストクや学生)が中堅・ベテラン研究者とのコネクションを形成するための重要な場であるとともに新しい研究のアイデアが生まれる場でもあり、研究者にとっては貴重な交流の場であることは明らかである。

しかしながら、近年は研究者間の密な交流の機会を設けることが難しく、結果として — 少なくとも月科学コミュニティについては — メンバー間の縦横のつながりが以前よりも弱くなってしまったように感じる。一方、国内外ではSLIMやLUPEX、アルテミス計画、LEAD計画など月探査はより活発になることが見込まれており、今後コミュニティ内の団結がよ

り一層必要となることが予想される。

我々は、こうした「月探査の将来展望から期待されるコミュニティの姿」と「現状の月科学コミュニティの姿」との間のギャップに問題意識を持ち、状況改善のために二つ活動を昨夏より開始した。一つ目は月科学に関連する情報共有の場の整備、二つ目は対面での密度の高い議論の場を提供することを目的とした研究会の企画・運営に関する取り組みである。以下ではそれぞれの活動について報告する。

2. 月科学に関する情報共有スペースの整備

月科学コミュニティ内の情報共有スペースとして、メーリングリストの整備と月科学に関する論文のオンライン共有ドキュメントを作成した。

前者は、元来、月科学研究会の若手メンバーの情報共有のために用いられていたMoon-nextメーリングリストを再利用し、新規メンバーを追加して、昨年12月より運営を開始した(2023年4月現在で43名が登録している)。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、公募案内などを行うことを想定している。

後者は、月科学に関する論文リストを作成し、コ

1. 東京大学

2. 宇宙航空研究開発機構

3. 理化学研究所

4. 会津大学

onodera@eri.u-tokyo.ac.jp

新着論文リスト (2022年10月～現在)

クレータ

- **Fassett, C. I., Beyer, R. A., Deutsch, A. N., Hirabayashi, M., Leight, C.J., Mahanti, P., et al.** (2022). Topographic Diffusion Revisited: Small Crater Lifetime on the Moon and Implications for Volatile Exploration. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127, e2022JE007510. <https://doi.org/10.1029/2022JE007510>
- **Luo, X.-Z., Zhu, M.-H., & Ding, M.** (2022). Ejecta pattern of oblique impacts on the Moon from numerical simulations. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127, e2022JE007333. <https://doi.org/10.1029/2022JE007333>

地形

- **Wan, S., Qiao, L., & Ling, Z.** (2022). Identification and geomorphometric characterization of volcanic cones in the Marius Hills, the Moon. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127, e2022JE007207. <https://doi.org/10.1029/2022JE007207>
- **Collins, M. S., Byrne, P. K., Klimczak, C., & Mazarico, E.** (2022). Thrust Faults Bound an Elevated Mantle Plug Beneath Several Lunar Basins. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127, e2022JE007682. <https://doi.org/10.1029/2022JE007682>
- **Ahrens, C. & Lena, R.** (2022). An Effusive Lunar Dome Near Fracastorius Crater: Spectral and Morphometric Properties. *Remote Sens.*, 14, 6135. <https://doi.org/10.3390/rs14236135>

地殻

- **Nagaoka, H., Ohtake, M., Karouji, Y., Kayama, M., Ishihara, Y., Yamamoto, S., Sakai, R.** (2023). Sample studies and SELENE (Kaguya) observations of purest anorthosite (PAN) in the primordial lunar crust for future sample return mission, Icarus, 392, 115370. <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115370>.
- **Simon, S. B., Shearer, C. K., Haggerty, S. E., Moriarty, D. P., Petro, N., Papike, J. J., & Vaci, Z.** (2022). Multiple shallow crustal origins for spinel-bearing lithologies on the Moon: A perspective from the Luna 20 mission. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127, e2022JE007249. <https://doi.org/10.1029/2022JE007249>

図1: 月科学コミュニティ新着論文リストの一部。

コミュニティの共有財産とすることを意図している。自身の研究分野の最前線は把握しているものの、他分野については最新の成果まで追えていないというのは筆者に限った話ではないと思う。そこで我々は、オンライン上にコミュニティメンバーが自由に書き込みできる情報共有用のドキュメントを作成し、各メンバーが他分野の論文にアクセスできる場を用意した(図1)。現状、月科学論文データベースと言うには程遠いが、時間をかけてコミュニティメンバーにとって有用なものを作り上げていきたいと考えている。

上記のメーリングリスト・月科学論文リストは、惑星科学会員であれば、参加登録をした上で誰でも利用が可能である。参加を希望する場合は、管理者(moonnextcore@gmail.com)まで問い合わせいただきたい。

3. 第14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。

3.2 テーマ

今回のテーマは「月の熱史とバルク組成」と設定し、以下の三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2時間の発表時間を配分した。

招待講演者一覧(敬称略):

熱史: 小河正基(東京大学), 于賢洋(東京大学)

バルク組成: 宮崎理紗(宇宙航空研究開発機構)



図2: 研究会の様子。

3.3 開催情報

日時: 2023年3月22日(水)~3月24日(金)

会場: 会津大学(M10教室)

開催形態: 対面

参加人数: 11人(うち学生2人)

プログラム:

研究会のタイムテーブルを表1に示す。今回は、招待講演セッション(熱史, バルク組成セッション)に加え、各テーマでフォローしきれなかった点や将来ミッションを見据えた議論が行えるように総合ディスカッションの枠を設けた。最終日には、二日間の議論の総括を行い、次回の研究会で議論すべきテーマを共有した。若手セッションでは、人材育成について問題提起し、今後取り組むべき活動について議論した。また、会津大学の新しい教育プログラムのロボット実習にも参加し、レーザー測距計を搭載したローバーによるリアルタイム地形マッピング技術を体験した。図2~4に研究会, 懇親会, ロボット実習の様子を示す。

3.4 議論の焦点とまとめ

今回の研究会では、招待講演者に「月の熱進化史」「マグマオーシャンの固化過程とバルク組成」につ

いて、過去の研究のレビューや最新の研究成果を共有してもらい、参加者との議論を通じて、課題点の抽出・今後の探査で得るべき情報の整理を行なった。

議論の中では、①バルク組成、②マグマオーシャンにおける固化過程(冷却時間や水の影響など)、③マントルオーバーturnの有無を明らかにすべき問題として提起した。詳細は割愛し、以下では要点を示す。

①については、過去の研究のレビューや招待講演者の発表を通じて、バルク組成の推定方法を参加者間で共有することができた。一方で、熱力学計算における初期条件や結晶分化過程における水の影響については曖昧性を残しており、まずは近年の関連論文をリスト化し、情報の整理を行う必要があるという結論に至った。バルク組成については、月形成過程の制約に必須な情報であり、コミュニティにとっても重要な課題である。次回の研究会までにコミュニティメンバー間で情報共有を行い、より議論を深められるように備えたい。

②③については、現存の斜長岩地殻形成モデルと熱流体計算から予想される内部進化との間に不整合な点が判明し、新しい観測データを付加した上で内部進化モデルの再構築を行う可能性について議論した。特に月震観測から得られる内部速度構造モ

表1: 第14回月地殻研究会のタイムテーブル。

| 時間 | 1日目(3月22日) | 2日目(3月23日) | 3日目(3月24日) |
|-------------|-----------------------------------|------------|---|
| 10:00-12:00 | 開催挨拶・趣旨説明 熱史セッション1 熱史セッション2 | バルク組成セッション | まとめ 若手セッション |
| 13:00-15:00 | | 総合ディスカッション | 会津大・宇宙系人材教育 プログラムのロボット実習 (~16:00) |
| 15:30-17:30 | | | |



図3: 懇親会の様子。

デルから、成層構造をしているのか? 部分熔融層が存在するのか? といった点を明らかにすることで、地殻形成メカニズムとマントルオーバータンの両方に強い制約を与えることが期待され、内部構造を決める重要性和その波及効果について認識を改める機会となった。また、将来の有人探査で露頭調査を行い、様々な地点での絶対年代を決定することもマグマオーシャン以降の進化過程を理解するためには必要不可欠な情報であることが指摘された。最終日に参加した会津大学のロボット実習の経験も踏まえ、今後の検討項目として追加したい。

3.5 次回の研究会のテーマ候補

最終日に三日間の議論を踏まえ、次回の研究会で扱うべきテーマもしくはコミュニティ内での認識のすり合わせが必要なテーマを検討した。その結果、形成シミュレーション・微量元素(ThやU)・同位体の三つがキーワードとして挙げられた。次回の研究会は2024年3月を予定しており、日程が決まり次第、月科学コミュニティに情報を共有する。

3.6 参加者の感想

- 様々な議論ができ、非常に参考になりました。ありがとうございます。
- なんでも気楽に議論できる場という印象を持ちました。もっと学生さんがいると良いのかなと思いました。
- 他分野の研究について基礎的な部分から話を聞くことができ、良い刺激になった。今後は研究会での議論をもとに参加メンバーと共同研究も行いたい。
- 久しぶりに月のサイエンスについて密に議論がで



図4: 宇宙系人材教育プログラムのロボット実習の様子。レーザー測距計を搭載したローバーが画像中央に写っている。

き非常に楽しかったです。

- Great!
- 久しぶりに徹底的な議論ができる研究会に参加できてとても楽しかったです! 世話人の方々、どうもありがとうございました。またぜひ今後も参加させていただきたいです。よろしくお願いします。
- 現状の課題や今後探査すべきポイントが活発に議論され、とても刺激になりました。探査したい欲がこれまで以上に上がりました。
- 今回、久しぶりに皆で1つのスクリーンに集まって、とことん議論することで、単に関連情報を得ること以上に、研究に対する「熱気」を感じることができた。この効果は非常に大きいと思う。またリモート会議と違って、朝から晩まで研究に浸れる環境も得難い。今後の研究の原動力になった。

4. まとめと将来展望

我々は日本の月科学コミュニティの活性化を目的として、情報共有スペースの作成と対面での研究会の運営を行なった。若手主導での運営は苦勞もあるが、本活動を通じて人的ネットワークの形成の場や濃密な研究議論の機会の場を月科学者に提供し続けることは、長い目で見れば、コミュニティの成長につながるはずである。今後も活動を継続していきたいと考える。

また、人材育成の観点から、今後の運営には積極的に若手研究者や学生を携わせたいと考える。同じメンバーが世話人を務めていてはコミュニティが育たない(主体性を持たない)ため、2~3年程度でコアメンバーの追加・入れ替えを実施したい。

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東京大学の小河正基さん・于賢洋さん、宇宙航空研究開発機構の宮崎理紗さんには、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申し上げたい。また、月地殻研究会最終日に参加した宇宙系人材育成教育プログラム(<https://u-aizu.ac.jp/information/4-3.html>)では、会津大学の山田竜平さん・小川佳子さんに多大なサポートをいただき、参加者に貴重な体験をさせていただいた。ここに感謝の意を示す。