

Title	1.2 我が国の科学コミュニティの描く月科学探査の重要課題
Author(s)	倉本, 圭; 並木, 則行
Citation	月サイエンスブック 第一部. 2021, p. 1-3
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/83223
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

1.2 我が国の科学コミュニティの描く月科学探査の重要課題 [倉本圭，並木則行]

日本の月科学と月探査を牽引してきたコミュニティの多くのメンバーは地球電磁気・地球惑星圏学会 (SGEPSS) と日本惑星科学会に所属している。両学会はそれぞれ宇宙科学研究所の要請 (Request for Information: RFI) に応じて、次の RFI 回答文書をまとめており、これらの中で月科学の重要課題が抽出されている。

SGEPSS 太陽地球惑星系科学 (STP) 分野：太陽地球惑星圏の研究領域の目的・戦略・工程表 (地球電磁気・地球惑星圏学会 2018)

日本惑星科学会：惑星科学／太陽系科学 研究領域の目標・戦略・工程表 (日本惑星科学会 2018)

太陽地球惑星圏の研究領域の目的・戦略・工程表 (地球電磁気・地球惑星圏学会 2018)においては、分野全体をまず、A) 地球磁気圏・宇宙プラズマ，地球大気圏・電離圏と，B) 惑星電磁気圏・大気圏に大区分し，B) に関わる探査として，(i) 生命や生

命圏環境の探査, (ii) 巨大惑星系-衛星系の電磁気圏・大気圏探査, (iii) 地球型惑星の電磁気圏・大気圏探査, (iv) 太陽・太陽圏探査と並んで(v) 月探査が掲げられている。

上記の(v) 月探査に関しては, 有人月面活動に向けた重要課題の一つとして, 月極域の水の質と量の調査が提唱されており, 月の水の分布を理解するためには, 太陽風プロトン起源の水酸基・水分子生成を含む「水の生成・濃集原理」の理解が重要であること, また月探査を通して(i) 生命や生命圏環境の探査へ貢献するという方向性が示されている。前者に関して, STP 分野が宇宙天気研究で培ってきた太陽風や小天体の帯電などの宇宙環境の知見, 特に月探査機「かぐや」による周回軌道上での粒子環境のモニタデータの活用とその更なる発展が不可欠である (並木ほか 2019)。

磁気圏を持たない天体の表層が太陽風にさらされて, どのような影響を受けたかを知るといふ問題は STP 分野の主要テーマの中に位置付けられる。太陽風と惑星表層の相互作用は複雑で, 実測データなしには把握が困難である。地球に身近な月で太陽風と月表層の相互作用を調べることは, 太陽地球系物理学における普遍性を追求するという知的興味から非常に重要である。同時にこうした研究は, 水資源の月面上の輸送過程と保護状態を理解するという実用性から理学にとどまらない意義がある。

他方, 惑星科学/太陽系科学 研究領域の目標・戦略・工程表(日本惑星科学会 2018)では, アストロバイオロジーという世界的潮流の中で, 日本の惑星探査は「太陽系生命環境の持続」の解明に向かうことが提唱されている。特に今後 20 年程度の太陽系探査の科学目標として, 「太陽系における生命生存可能環境の形成と進化の探求」が挙げられている。この科学目標は, 「A. 生命生存可能環境の普遍性」(天体環境群がいかにかに形成したのか?) と, 「B. 生命生存可能環境の多様性」(反応ネットワークをもつ天体がどこにどれだけ存在するか?) に区分され, さらに

- A1. 惑星材料物質・生命前駆物質の分布・移動, 天体への供給
- A2. 惑星・衛星の形成・初期分化
- B1. 生命前駆物質の形成・進化
- B2. 地下熱水環境: 鉱物-水-有機物反応系
- B3. 大気(海洋)散逸・光化学反応
- B4. 生命およびその痕跡

という 6 テーマに細分化されている。

月科学は上記の A1 と A2 に深く関与する。A1 では, 太陽系年代学の基準としての月年代学を再検討し, 小惑星・彗星探査の知見と組み合わせることで惑星材料物質の供給過程が明らかとなる。特に生命前駆物質という点では, 「水」は非常に重要であ

り、月における水探査は、A1の鍵となるであろう。現在、惑星間空間から地球にもたらされる水は、ことごとく地球の大気海洋の汚染を受けて、地球外「水」のサンプルとして調査することができない。月の水は、我々が地球上で手に入れることができる貴重な地球外「水」のサンプルなのかもしれない。もしそうなれば、隕石の化学分析によって太陽系形成論が大きく進展したように、月の水分析によって「A. 生命生存可能環境の普遍性」を探求する科学が花開く可能性がある。だが単純に、月の水が地球大気・海洋の材料であると見做すことはできない。月の水には太陽風起源や月内部起源も含まれるからである。月の水に関しては、まず太陽風起源、月内部起源、外来起源の水フラックスを定量化することが第一に求められる（並木ほか 2019）。

A2では、月のマグマオーシャンから固化した原始地殻の形成過程が最重要課題として挙げられている。月は地球に最も身近な天体として、他の太陽系内天体に比べて、これまで最も詳しく調査されてきた。岩石天体の形成・進化過程の礎石である。火星や金星に比べてもアクセス性が格段に良く、その誕生、初期分化から長期熱進化まで観測からつぶさに実証できる唯一の分化天体といっても過言ではない。月の分化過程と熱進化をより大型の重力天体のそれに単純に外挿できるわけではないが、地球からは抹消されてしまったマグマオーシャンの記録と、原始地殻のサンプルがそれぞれ月で手に入るという点は、「A. 生命生存可能環境の普遍性」探求において非常に重要である。

惑星科学／太陽系科学 研究領域の目標・戦略・工程表においては、人類居住圏の拡大における月科学の役割にも触れられている。将来の月面居住圏や、月以遠への活動領域拡大に資する科学もまた、今後の月探査の重要課題に含まれよう。