

2026年2月25日



本研究成果は論文掲載先である Springer Nature から、以下の通り報道解禁設定があります。
TV・ラジオ・WEB・・・2月27日(金)午後7時(日本時間)
新聞・・・2月28日(土)朝刊(日本時間)

分野:自然科学系

キーワード: 月、太陽風、流星雨、月面環境、外気圏、月面有人活動、SDGs

＼欠けた月の見方が変わる!?!／
「月」の希薄な大気イオンの時間変化を発見
 一月周回衛星「かぐや」が明らかにした CNO イオン生成メカニズム—
 【記者発表:2/26(木)15時～@理学研究科J棟南部陽一郎ホール(豊中キャンパス)】

【研究成果のポイント】

- ◆ 月の希薄な大気イオン(外気圏^{*1}に存在するイオン)が主に太陽風によって生成されていることを定量的に解明
- ◆ 流星雨^{*2}の直後に月面大気が一時的に”炭素リッチ”な状態に変化する現象を発見し、月面には「窒素比(N⁺/C⁺比)の高い成分」と「窒素を含まない酸化炭素(CO or CO₂)由来」という、起源の異なる少なくとも2種類の成分が存在することが明らかに
- ◆ 生命必須元素(C, N, O)の月面供給・貯蔵・散逸プロセスの理解が進み、将来の月面有人活動に向けた大きな布石となることに期待

❖ 概要

大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻・質量分析センターの寺田健太郎教授・横田勝一郎准教授、東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻の野津翔太助教らの研究グループは、月の希薄な大気イオン(外気圏に存在するイオン)の時間変化を詳細に解析することで、**月外気圏の昼側に存在する炭素(C)、窒素(N)、酸素(O)のイオンが主に太陽風によって生成されていることを明らかにしました。**

また、C⁺/O⁺比の時間変動を解析した結果、**流星雨の直後に月面大気が一時的に”炭素リッチ”な状態に変化する現象を世界で初めて発見しました。**さらに N⁺/O⁺比との相関を調べたところ、月面には「**窒素比(N⁺/C⁺比)の高い成分**」と「**窒素を含まない酸化炭素(CO or CO₂)由来**」という、**起源の異なる2種類の成分が存在することが明らかになりました。**

従来は時間積算データの解析が中心であったため、各元素の日周変動は十分に捉えられていませんでした。今回、研究グループは、**日本の月周回衛星「かぐや」^{*3}に搭載されたイオン質量分析器が取得した長期データを、昼夜・位相^{*4}ごとの分類と、マスペクトルのピーク分解を組み合わせることで、個々の元素の時間変動を詳細に議論できる新たな解析手法を確立しました。**

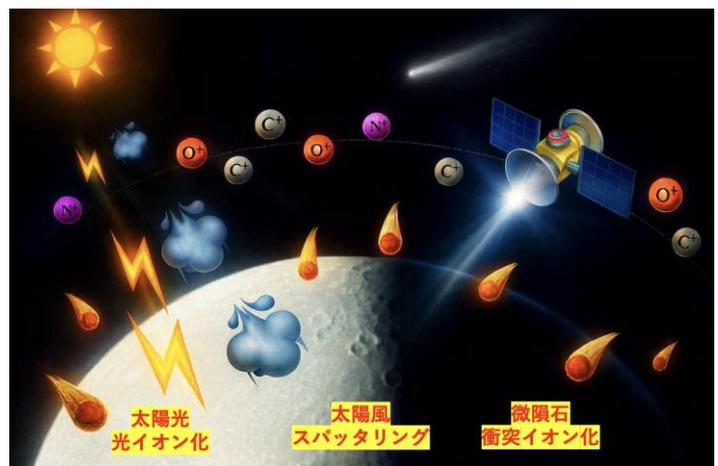


図1 月外気圏におけるイオン生成メカニズム

これにより、将来の月面有人活動に不可欠な炭素・窒素・酸素といった生命必須元素の月面への供給・貯蔵・散逸プロセスの理解が大きく進展することが期待されます。

本研究成果は、英国科学誌「Nature Geoscience」に、2月27日(金)19時(日本時間)に公開されます。

本研究成果について、2月26日(木)15時から大阪大学理学研究科(豊中キャンパス)にて記者発表を行います。是非ともご取材くださいますよう、よろしくお願いいたします。

【寺田教授のコメント】

お月見、かぐや姫、そして潮の満ち引き---『月』は昔から私たちの暮らしや文化と深く結びついてきました。最近では、人類の活動圏を宇宙に広げる新たな拠点としても注目を集めています。しかし私たちは月のことをどれだけ知っているのでしょうか？ 今回の研究では、太陽風や流星雨といった宇宙からの影響によって、月の表面に存在する炭素・窒素・酸素などの生命必須元素の割合が大きく変動していることを、初めて観測的に明らかにしました。この発見が、月という身近でありながら未知に満ちた天体の見方を新たにし、自然や科学への好奇心を呼び起こすきっかけになれば、研究者としてこれ以上の喜びはありません。

❖ 研究の背景

これまでの観測から、月の外気圏には多様なイオンが存在することが知られていました。しかし、これらのイオンは数十秒~数分しか滞留せず、外気圏に恒常的にイオンが存在するには大気イオンを生成するメカニズムが必要です。従来は、(1)太陽光による光イオン化、(2)太陽風によるスパッタリング^{※5}、(3)微隕石衝突による衝突イオン化といった生成過程が提唱されてきましたが、外気圏へ供給されるイオン量を定量的に評価するには課題が残っていました。

❖ 研究の内容

研究グループでは、日本の月周回衛星「かぐや」に搭載されたイオン質量分析器が取得した長期データを、昼夜・位相ごとに分類し、さらにマスペクトルのピーク分解と組み合わせることで、個々の元素の時間変動を詳細に議論できる新たな解析手法を確立しました(図 2)。特に重要な視点は、地球磁気圏^{※6}内では地球磁場により太陽風が遮られるという点です。この条件を利用することで、複数のイオン生成メカニズムの寄与を切り分けることが可能になります。

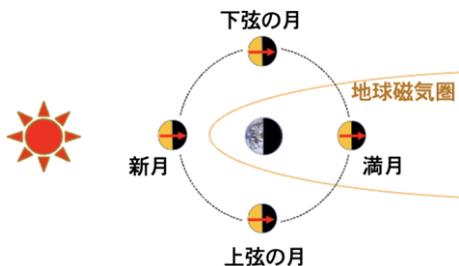


図2 太陽と地球と月の位置関係

	地球磁気圏 外部		地球磁気圏 内部	
	昼	夜	昼	夜
太陽風によるスパッタリング	レ			
太陽風による光イオン化	レ		レ	
微隕石による衝突イオン化	レ	レ	レ	レ
地球風、およびそのスパッタリング			レ	レ

その結果、夜間と満月(磁気圏内の昼間)のイオン強度は低くほぼ一定であるのに対し、磁気圏外の昼間のイオン強度は大きく変動することがわかりました(図 3)。また月外気圏に存在する炭素(C)、窒素(N)、酸素(O)のイオン強度が太陽風の水素密度と相関があり、外気圏の昼側に存在する C, N, O イオンは主に太陽風によって生成されていることが明らかになりました(図 4a)。

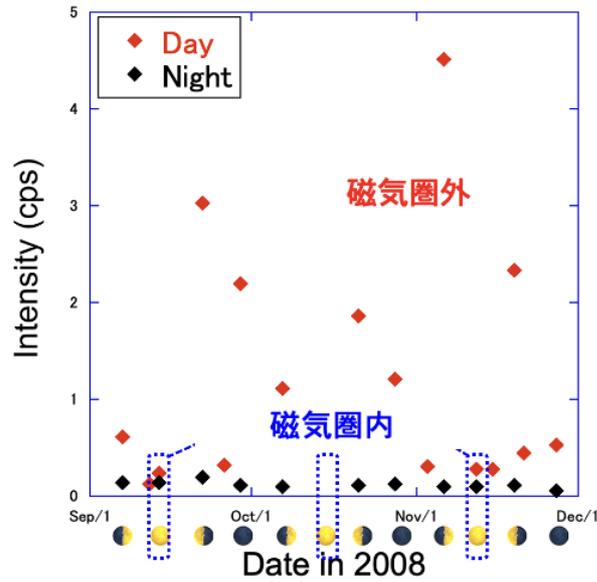


図 3 全イオン強度の昼夜別の時間変化

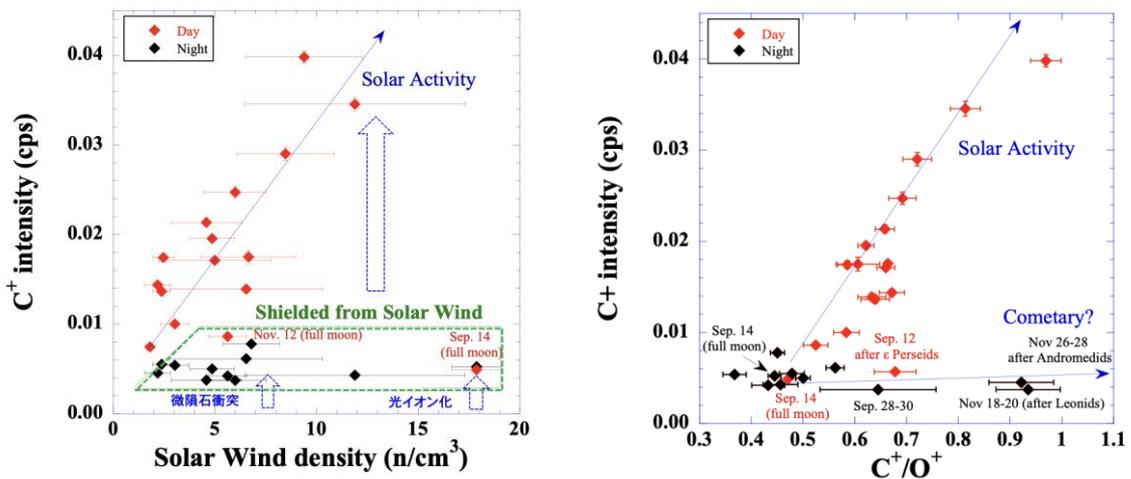


図 4 (a) 炭素イオン強度と太陽風密度の相関

(b) 炭素イオン強度と C⁺/O⁺比の相関

また C⁺/O⁺比の変動を詳しく解析した結果、流星雨の直後に月面大気が一時的に”炭素リッチ”な状態に変化する現象を世界で初めて発見しました(図 4b)。このことは、恒常的に月面に供給される小惑星起源の微隕石よりも彗星塵の方が C/O 比が高いことを示唆します。さらに N⁺/O⁺比の変動との相関から、月面には「窒素比(N⁺/C⁺比)の高い成分」と「窒素のない酸化炭素(CO or CO₂)由来」という起源の異なる2種類の成分が存在することが明らかになりました。これらの成分が太陽風照射を受けることで、月面上空 100km に C, N, O イオンを供給するプロセスが浮かび上がってきました。

このような C⁺/O⁺比や N⁺/O⁺比の変動は、従来のように太陽風スパッタリングが効く「昼」データを一括で積算してしまうと見えにくい特徴です。「かぐや」による長期連続観測を昼夜別・位相別に区分したからこそ得られた世界初の知見といえます。

❖ 本研究成果が社会に与える影響(本研究成果の意義)

本研究成果により、生命必須元素である C・N・O の月面への供給・貯蔵・散逸プロセスの理解が大きく前進しました。これは、将来の月面有人活動に向けて、資源利用や環境理解の基盤を築くうえで、極めて重要な成果といえます。

さらに本研究は、太陽風や流星雨といった外的要因が、月面環境における元素分布に与える影響を観測的に初めて明らかにした点において、学術的にも大きな意義を持ちます。惑星科学の観点から見れば、月と地球は物理的にも化学的に共進化してきた、いわば一心同体のシステムです。月という身近でありながら未知の多い天体への理解を深めることは、地球環境の本質を捉える手がかりにもつながります。本成果が、自然現象への新たな眼差しや科学的探究心を社会に広く呼び起こす契機となることを期待しています。

❖ 特記事項

本研究成果は、2026 年2月27日(金)19 時(日本時間)に英国科学誌「Nature Geoscience」(オンライン)に掲載されます。

タイトル: “Daily variations of carbon, nitrogen and oxygen ions in a thin lunar atmosphere”

著者名: K. Terada, R. Nishihira, S. Yokota, Y. Saito, K. Asamura, M. N. Nishino, and S. Notsu

DOI:10.1038/s41561-026-01933-2

❖ 用語説明**※1 外気圏**

月面から放出された原子や分子が弱い重力にとらえられた、極めて薄く安定しない大気層のこと。

※2 流星雨

彗星が残した塵の密度が非常に高い領域を「地球-月システム」が通過する際に発生する現象

※3 月周回衛星「かぐや」

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の月周回衛星。2007 年 9 月に打ち上げられ、2009 年 6 月に月面に計画衝突するまでの約1年 6 ヶ月、軌道周期2時間で月を極周回しながら、様々な科学データを取得した。

※4 位相

太陽と月の位置関係によって、新月から次の新月にいたる月の満ち欠けのこと。

※5 スパッタリング

太陽風起源の高速の水素イオンが月面に衝突し原子・分子を叩き出す現象

※6 地球磁気圏

宇宙空間の中で地球の持つ磁場の勢力が及ぶ領域。地球磁気圏内では太陽風は遮られる。

❖ 近日開催予定のセミナー

3月11日：公益財団法人千里ライフサイエンス振興財団 3月フォーラム(第387回)

月の科学の最前線 ～たかが月、されど月～

URL: <https://www.senri-life.or.jp/event/3926/>

7月7日：雲間サイエンスカフェ(於 広島市)

URL: <https://www.facebook.com/kumomacha>

❖ SDGs目標



❖ 参考 URL

寺田教授 研究者総覧 URL <https://rd.iai.osaka-u.ac.jp/ja/de0135e16e1c4f30.html>

ResOU URL <https://resou.osaka-u.ac.jp/search?SearchableText=%E5%AF%BA%E7%94%B0%E5%81%A5%E5%A4%AA%E9%83%8E&lang=ja&sort=latest>

❖ 本件に関する問い合わせ先

<研究に関するお問い合わせ>

大阪大学 大学院理学研究科 教授 寺田健太郎(てらだけんたろう)

TEL: 06-6850-5495 FAX: 06-6850-5480

E-mail: terada@ess.sci.osaka-u.ac.jp

<広報に関するお問い合わせ>

大阪大学 理学研究科 庶務係

TEL: 06-6850-5280 FAX: 06-6850-5288

E-mail: ri-syomu@office.osaka-u.ac.jp

東京大学 大学院理学系研究科・理学部 広報室

TEL: 03-5841-8856 FAX: 03-5841-1035

E-mail: media.s@mail.u-tokyo.ac.jp

❖ 発信先 報道機関

大阪大学から 大阪科学・大学記者クラブ、文部科学記者会、科学記者会

❖ 記者発表のお知らせ

本件に関して、2月26日(木)15時から大阪大学理学研究科 J棟南部陽一郎ホール(豊中キャンパス)にて記者発表を行います。**是非とも取材方よろしくお願い申し上げます。**

参加をご希望の方は2月26日(木)9時までに下記登録フォームに申請願います。



<https://forms.office.com/r/RGeqGFXfzS>

発表者 :理学研究科 寺田 健太郎 教授

開催場所 :大阪大学理学研究科 J棟(教育研究交流棟)2F 南部陽一郎ホール (豊中キャンパス)
〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-1

スケジュール: 15時 00 分~15時 20 分 研究内容報告(スライドを用いてご説明します。)
15時 20 分~16時 00 分 質疑応答

