



Embargoed Advance Information from *Science*  
The Weekly Journal of the American Association for the Advancement of Science  
<http://www.aaas.org/>

問合せ先 : Natasha Pinol

.....+1-202-326-6440

[scipak@aaas.org](mailto:scipak@aaas.org)

*Science* 2013 年 5 月 31 日号ハイライト

将来の有人火星探索における放射線曝露  
人間の活動の影響、ブラジルの熱帯雨林に波及する  
火星には過去に水が存在したことが小石によって明らかに  
同心円構造を持つ月の重力分布

#### 将来の有人火星探索における放射線曝露

##### **Radiation on a Future Manned Mission to Mars**

長い間 SF のテーマであった火星への有人宇宙飛行に関連する放射線の害について、新しい報告により洞察がもたらされた。この報告では、2011 年と 2012 年に火星の表面に探索機キュリオシティを運んだ宇宙船、マーズ・サイエンス・ラボラトリー (MSL) が経験した放射線環境について詳細が述べられている。深宇宙での宇宙船における放射線曝露を評価したこれまでの研究は、この環境を遮蔽されない宇宙船で測定しており、その結果は、遮蔽装置で防護された宇宙船に乗って火星のみ、あるいはその他の深宇宙の目的地に向かって飛行する人間にもたらしうる害についての情報がほとんど得られなかった。このような宇宙飛行の往復には数年かかり、乗船している物や人間は大量の銀河宇宙線 (GCRS) や太陽高エネルギー粒子 (SEP) に曝露される。宇宙船が吸収する放射線の特徴を明らかにすることは、宇宙船を改良して、宇宙飛行士の将来の飛行をより安全なものにするために極めて重要である。今回 Cary Zeitlin らは、たとえばアポロ宇宙船と比較してはるかに厳重な、複雑な遮蔽装置によって防護された MSL 内の GCR および SEP による放射線の詳細な測定データを報告した。253 日間にわたる MSL の火星への行程のほとんどにおいて、高エネルギー粒子測定装置 (RAD) と呼ばれる機械により、MSL 内の高エネルギー粒子放射線環境について詳細な測定が行われた。MSL で用いられている遮蔽装置は、深宇宙を目指す将来の有人宇宙旅行



で使われであろうものと類似しているため、MSL の船内から報告された線量は現実的な数値である。今回の測定結果に基づいて Zeitlin らは、火星への往復飛行を行った場合に宇宙飛行士が受けるであろう放射線量は、飛行士の生涯許容線量の限界値にかなり近いものとなっている。火星の表面で過ごす時間を考慮すると、被曝量はさらに増大するであろう。Zeitlin らによる報告は、いつの日か人を乗せて火星に行くことになる宇宙船の遮蔽技術の改良を促進するであろう。これは、宇宙飛行船モデル開発という試行錯誤のプロセスにおける重要な最初の一步である。

**Article #13:** "Measurements of Energetic Particle Radiation in Transit to Mars on the Mars Science Laboratory," by C. Zeitlin; D.M. Hassler; B. Ehresmann; S. Rafkin at Southwest Research Institute in Boulder, CO; F.A. Cucinotta; J. Guo at NASA Johnson Space Center in Houston, TX; R.F. Wimmer-Schweingruber; S. Böttcher; E. Böhm; S. Burmeister; J. Köhler; C. Martin at Christian Albrechts University in Kiel, Germany; D.E. Brinza; S. Kang at NASA Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, CA; D.E. Brinza; S. Kang at California Institute of Technology in Pasadena, CA; G. Weigle at Southwest Research Institute in San Antonio, TX; A. Posner at NASA Headquarters in Washington, DC; G. Reitz at German Aerospace Center (DLR) in Cologne, Germany.

"  
"  
"  
"

### 人間の活動の影響、ブラジルの熱帯雨林に波及する

#### Human Activity Echoes Through Brazilian Rainforest

肉食性の大型の鳥がブラジルの熱帯雨林から姿を消していることが原因で、この約 100 年間にブラジルの熱帯雨林ではヤシが作る種子は小さく、発芽しにくくなったという。Mauro Galetti らが発表したこの研究結果は、人間の活動が自然個体群に急速な進化的変化を起し得ることを示す証拠の 1 つに数えられる。Galetti らは、ブラジルの熱帯雨林で 1800 年代にコーヒーとサトウキビの農園開発によって分断化された地域と未開発の地域に群生する 22 の *Euterpe edulis* (キャベツヤシ) の個体群から 9,000 以上の種を集め、統計、遺伝、進化の各モデルを併用して、この結論を導き出した。彼らは気候、土壌の肥沃度、森林の被覆状況といったさまざまな環境要因を検討したが、最終的に、種子の縮小の原因はただ一つ、この地域には種子を散布する大型の鳥がいないことではないかとしている。遺伝子分析からは、この地域のヤシの種子の進化的縮小は何らかの攪乱のあった 100 年間に起こったと考えられることが判明した。これらの研究結果を踏まえ、Mauro Galetti らは、熱帯雨林の農業用地への改変により多数の大型の鳥が熱帯雨林から出て行き、それがヤシの急速な進化を誘発して、結果、弱く、発芽しにくい種子になったと述べている。長期的な干ばつやさらなる気候温暖化（南米の気候モデルで予測されている）は、これらのヤシの個体群には特に大きな弊害をもたらす可能性があるとして、Galetti らは警告している。



**Article #15:** "Functional Extinction of Birds Drives Rapid Evolutionary Changes in Seed Size," by M. Galetti; M.C. Côrtes; A.B. Leite; F. Labecca; T. Ribeiro; M.C. Ribeiro at Universidade Estadual Paulista in São Paulo, Brazil; R. Guevara at Instituto de Ecología, A. C. Red de Biología Evolutiva in Veracruz, Mexico; R. Fadini at Universidade Federal do Oeste do Pará in Pará, Brazil; S. Von Matter at Universidade Federal Rural do Estado do Rio de Janeiro in Rio de Janeiro, Brazil; C.S. Carvalho; R.G. Collevatti at Universidade Federal de Goiás in Goiás, Brazil; M.M. Pires; P.R. Guimarães Jr.; P.H. Brancalion at Universidade de São Paulo in São Paulo, Brazil; P. Jordano at Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC) in Sevilla, Spain.

"  
"  
"  
"  
"  
"  
"  
"  
"  
"

火星には過去に水が存在したことが小石によって明らかに

#### **Pebbles Help Explain Mars' Aqueous Past**

新たな研究の報告により、古代の火星に川が流れていたことを示す、これまでで最も決定的な証拠が示された。火星のゲール・クレーターの堆積物中に、礫岩（小石と砂が混ざって岩になったもの）が発見されたという。寒くて乾燥した火星の現状では、液体の水が長期間存在するのは無理だが、三角州や巨大水路といった多様な地形が存在するということは、かつてそこに液体の水があったことを示唆している。しかし、こうした地形が液体の水によって刻まれたことを裏付けるのに必要な詳しい観測は、これまで不可能だった。人工衛星による火星観測では、解像度が足りないため、堆積鉱床を微細スケールで評価することはできない。今回、**Rebecca Williams** らは、火星の河川堆積鉱床の小石を史上初めて観測した。彼らの（今までに類を見ない）観測は、火星の地形をカラー画像と映像で撮影するマーズ・サイエンス・ラボラトリーのマストカメラと、レーザーを照射して火星の岩や土壌の組成を分析するケムカムのリモートマイクロイメージャーを用いて行われた。特に、**Williams** らが確認した小石（水の作用で磨かれてスベスベになっていた）が、地球の河川堆積物中の小石と驚くほど似ていたことから、火星の川は地球の川と酷似していた可能性がある。礫岩の大きさや形状、火星表面における配置の情報が得られたことで、これまでは火星の川の流の特徴を推測するだけだったのが、川の流速や深さ、全長に関して、より直接的な推定ができるようになった。**Williams** らは、火星のゲール・クレーター近くの川は、深さが 0.03~0.09 メートル、流速が秒速 0.2~0.75 メートルだったと推定した。**Williams** らの研究が示唆する内容は、以前の研究が仮定してきた内容——大昔の火星は現在よりも温度も湿度も高かった——と一致する。*Perspective* では、**Douglas J. Jerolmack** が更なる考察を述べている。

**Article #10:** "Martian Fluvial Conglomerates at Gale Crater," by R.M.E. Williams; R.A. Yingst at Planetary Science Institute in Tucson, AZ. For a complete list of authors, please see the manuscript and Supporting Online Material.



**Article #5:** "Pebbles on Mars," by D.J. Jerolmack at University of Pennsylvania in Philadelphia, PA.

"  
"

### 同心円構造を持つ月の重力分布

#### **The Origin of the Moon's Bulls-Eyes**

初めて月を周回した宇宙探査機は、海の玄武岩として知られる厚い溶岩流によって埋められた古い同心円状の盆地が高重力であることをその上空を通過した際に発見した。このように重力が集中する場所は「マスコン」として知られるようになり、今回 H. Melosh らの最新の研究でその構造と特異な重力の特徴が解明されている。Melosh らは、GRAIL 宇宙探査機から得られたデータを使用してマスコンの構造モデルを作成した。このモデルは、冷えて陥没した衝突クレーターが月のマントルによってゆっくりと埋められていったことで、こうした同心円状の高重力が形成されたことを示している。Melosh らによれば、このようなゆっくりとしたマントルの流動は（1 つは月の地殻から、もう 1 つはマントルから構成される）2 ヶ所の低密度領域によって引き起こされなければならない、さらにこの溶融した溜りは急速に凍結したはずであるという。また、密度が異なることにより、マントルが流動し続けて盆地全体が押し上げられ、天文学者が今日見ているようなマスコンを最終的に形成したという。こうしたマスコンの重力の特徴は、隕石の直径と速度、衝突時の月の熱勾配、月の地殻厚、その下のマントルの流動範囲といった要因によって左右されることが Melosh らによって示されている。Perspective では、このモデルが月の熱史を調査するものとしてさらに役立つ可能性がある」と Laurent Montesi が解説している。

**Article #21:** "The Origin of Lunar Mascon Basins," by H.J. Melosh; A.M. Freed; B.C. Johnson; D.M. Blair at Purdue University in West Lafayette, IN; J.C. Andrews-Hanna at Colorado School of Mines in Golden, CO; G.A. Neumann at NASA Goddard Space Flight Center in Greenbelt, MD; R.J. Phillips at Southwest Research Institute in Boulder, CO; D.E. Smith; M.T. Zuber at Massachusetts Institute of Technology in Cambridge, MA; S.C. Solomon at Carnegie Institution of Washington in Washington, DC; S.C. Solomon at Lamont-Doherty Earth Observatory in Palisades, NY; S.C. Solomon at Columbia University in Palisades, NY; M.A. Wieczorek at Sorbonne Paris Cité in Paris, France; M.A. Wieczorek at Université Paris Diderot in Paris, France.



**Article #22:** "Solving the Mascon Mystery," by L.G.J. Montesi at University of Maryland, College Park in College Park, MD.