

K-Ar年代その場計測装置の開発状況 Development of an in-situ K-Ar dating instrument

長 勇一郎^{1*}, 三浦 弥生², 諸田 智克³, 亀田 真吾⁴, 吉岡 和夫⁵, 岡崎 隆司⁶, 並木 則行⁷, 石橋 高⁷, 大野 宗祐⁷, 小林 正規⁷, 荒井 朋子⁷, 千秋 博紀⁷, 和田 浩二⁷, 杉田 精司⁸

Yuichiro Cho^{1*}, Yayoi N. Miura², Tomokatsu Morota³, Shingo Kameda⁴, Kazuo Yoshioka⁵, Ryuji Okazaki⁶, Noriyuki Namiki⁷, Ko Ishibashi⁷, Sohsoke Ohno⁷, Masanori Kobayashi⁷, Tomoko Arai⁷, Hiroki Senshu⁷, Koji Wada⁷, Seiji Sugita⁸

¹ 東京大学 理学系研究科 地球惑星科学専攻, ² 東京大学 地震研究所, ³ 名古屋大学, ⁴ 立教大学, ⁵ 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所, ⁶ 九州大学, ⁷ 千葉工業大学 惑星探査研究センター, ⁸ 東京大学 新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻

¹Dept. Earth & Planetary Science, Univ. Tokyo, ²Earthquake Research Institute, Univ. Tokyo, ³Nagoya University, ⁴Rikkyo University, ⁵ISAS/JAXA, ⁶Kyushu University, ⁷PERC, Chiba Institute of Technology, ⁸Dept. Complexity Science and Engineering, Univ. Tokyo

We have been developing an in-situ dating method based on the K-Ar system for future planetary landing missions. The K-Ar dating method employs radiometric decay of ^{40}K into ^{40}Ar with half-life of 1.25 Gyr [Steiger & Jager, 1977]. Our system measures K and Ar with two techniques at the same laser irradiation spot on a sample: laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) and quadrupole mass spectrometry (QMS), respectively (LIBS-QMS system). Potassium and argon are extracted from a sample simultaneously by the laser ablation, in which the sample is vaporized by a series of intense ($> 1\text{GW}/\text{cm}^2$) laser pulses. We used a Nd:YAG laser with 6 ns of pulse width and 1064 nm of wavelength (Surelite I, Continuum). The laser energy was set at 100 mJ and the spot diameter was ~ 500 micron. The pulse repetition rate was 2 Hz. We used a small spectrometer with a charge couple device (CCD) (HR 2000+, Ocean Photonics Inc.), to simulate a small and simple spectrometer for the spacecraft missions. The light emission from plasma was collected by a lens and transmitted through an optical fiber to the entrance slit of the spectrometer. The spectral acquisition time was 1 ms and the shutter was opened before the laser pulses reached the sample; time-integrated plasma emission was observed to simulate a non-gated operations on the planetary missions. The intensity of the K line at 769 nm was normalized by that of the O emission line at 777 nm in order to reduce signal fluctuations.

The gas extracted from the sample was purified with a Ti-Zr getter. The purified Ar gas was trapped on the charcoal trap cooled by liquid nitrogen. The Ar isotopes, ^{36}Ar , ^{38}Ar and ^{40}Ar , are measured with the quadrupole mass spectrometer. Blank mass spectra were also acquired and subtracted from the main data. Finally, the volume of laser ablation pit was measured with a laser microscope to obtain the concentration of ^{40}Ar within the pit.

In order to construct a calibration curve for K_2O , 24 geologic samples with known K_2O concentration were measured with our LIBS system. The calibration line can be fitted by a power law: $I=0.11C^{0.55}-0.00686$, where I and C are the signal intensity and K_2O concentration (wt%). The detection limit and the quantification limit of our LIBS system were 300 ppm and 1 wt%, respectively. Also the detection limits of ^{36}Ar and ^{40}Ar were measured to be 2×10^{-12} and 2×10^{-11} [cm³ STP], respectively, in this study. As a result, if a rover encounters a rock with $\text{K}_2\text{O}=1$ wt%, as Mars Exploration Rover found at Gusev crater, our instrument is expected to measure K and Ar from a rock sample; i.e., the error in LIBS measurement would be $<20\%$ and the S/N for QMS signals would be sufficient (≈ 200).

Using our instrument, we measured three samples whose K concentrations and ages have been measured previously with flame photometry and a sector mass spectrometer: a hornblende ($\text{K}_2\text{O}=1.12$ wt%, 1.75 Ga), a biotite ($\text{K}_2\text{O}=8.44$ wt%, 1.79 Ga), and a plagioclase ($\text{K}_2\text{O}=1.42$ wt%, 1.77 Ga) [Nagao, unpublished data]. We obtained the model ages of 2.1 ± 0.3 , 1.8 ± 0.2 , and 2.0 ± 0.3 Ga, respectively.

Since the three samples have similar ages and different K concentrations, we should be able to construct a "virtual" isochron by plotting the concentrations of K and $^{40}\text{Ar}_{rad}$. The slope of the isochron simulated with our experimental data yields 1.34 Ga of age. The data with known values yields 1.79 Ga. Such underestimation probably results from both overestimation for K and underestimation for ^{40}Ar in the biotite data, which have large weight for the regression. Nevertheless, a positive correlation between [K] and $^{40}\text{Ar}_{rad}$ is obvious. Although further improvement in the accuracy of our measurements is necessary, the data obtained in this study demonstrate that our LIBS-QMS method can reproduce the trend essential for quantitative isochron-based age measurements.

キーワード: 来る 10 年機器提案, その場年代計測装置, 固体惑星着陸探査, K-Ar 年代

Keywords: Decadal Survey, In-situ age measurements, Planetary landing missions, K-Ar dating

月・惑星着陸探査用元素分析装置：レーザー誘起絶縁破壊分光装置 (LIBS) Elemental analyzer for landed lunar and planetary explorations: Laser-induced breakdown spectrometer (LIBS)

石橋 高^{1*}, 亀田 真吾², 小林 正規¹, 並木 則行¹, 荒井 朋子¹, 和田 浩二¹, 千秋 博紀¹, 大野 宗祐¹, 長 勇一郎³, 杉田 精司⁴
Ko Ishibashi^{1*}, Shingo Kameda², Masanori Kobayashi¹, Noriyuki Namiki¹, Tomoko Arai¹, Koji Wada¹, Hiroki Senshu¹, Sohsuke Ohno¹, Yuichiro Cho³, Seiji Sugita⁴

¹ 千葉工業大学/惑星探査研究センター, ² 立教大学/理学部, ³ 東京大学/理学系研究科, ⁴ 東京大学/新領域創成科学研究科
¹ Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, ² School of Science, Rikkyo University, ³ Graduate School of Science, The University of Tokyo, ⁴ Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo

我々は、「月惑星探査の来たる10年」第二段階パネルへの個別観測機器提案として、レーザー誘起絶縁破壊分光装置 (LIBS; laser-induced breakdown spectrometer) を提案し、昨年の連合大会の本セッションにおいて、提案の概要の説明を行った。今回はその後の進捗状況の報告を行う。

LIBSはレーザーと分光器を用いた元素分析装置である。パルスレーザー光を測定対象試料上に集光し、その一部を蒸発・プラズマ化する。プラズマブリューム中で励起された原子やイオンは時間の経過に伴い脱励起して低エネルギー状態に移行するが、脱励起前後のエネルギーレベルの差に応じた波長の電磁波 (紫外～近赤外光) を放出する。それを分光測定し、試料中に含まれている元素の輝線スペクトルを取得する。輝線の位置は各元素に固有であり、輝線の強度は元素濃度に相関があるため、スペクトルを解析することで試料の定性および定量分析、すなわち元素濃度測定や鉱物の分類などが可能である。

LIBSは以下のような特徴を持つ。(1) 遠隔分析可能 (現実的には最大10m程度)、(2) 短時間でのデータ取得 (最短で数秒)、(3) 軽元素を含むほぼすべての元素を測定可能、(4) 高空間分解能 (数十 μ m～数mm)、(5) 試料の前処理が不要、(6) 放射線源不要。これらの特徴により、LIBSは着陸機やローバ探査に最も適した元素分析装置になると期待されている。従来の手法に比べて定量精度にやや欠ける、という問題もあったが、多変量解析を用いたスペクトル解析手法の改善により、この問題は克服されつつある。LIBSの持つこれらの特徴により、LIBSは月・惑星着陸探査における強力な元素分析ツールになる可能性を持っている。実際に現在火星を探査中の Mars Science Laboratory には LIBS が搭載されており、これが宇宙における初の LIBS の使用となった。今後の着陸惑星探査において、LIBS はスタンダードな元素分析装置になってゆくと考えられる。

現在我々のグループでは、主に着陸月探査を念頭に置いて LIBS の開発を進めている。昨年までに、LIBS の基本設計、測定距離可変光学系の光学設計を終えた。それに平行して、LIBS による元素組成定量手法の改良 (マトリックス効果による定量精度低下の克服) も行った。昨年は、レーザーおよび分光器のスペックの見直しを行い、さらなる軽量化の目処が付き、現在は総重量 3.5 kg を目指して開発を進めている。また昨年は、LIBS の試作機を用いて 2 種類のフィールド試験を行った。一つは、野外での元素組成測定試験 (千葉工大が担当)、もう一つは野外での LIBS 光学系のローバ搭載試験 (立教大が担当) である。フィールド試験は、いずれも伊豆大島の裏砂漠 (三原山の麓) で行った。

野外での元素組成測定試験は、小型のポータブル LIBS を用いて行った。このポータブル LIBS は、3 mJ/pulse のパルスレーザーと、対物距離 50 mm の集光光学系を持つ近距離測定用の LIBS である。あらかじめ実験室において火成岩のスタンダード試料の測定を行い、元素濃度定量のための回帰モデルを作成した。この LIBS を用いて、フィールドにおける自然地形 (転石や溶岩流など) の元素組成測定試験を行った。太陽光のもとでの測定であったが、短時間で高い S/N 比を持つスペクトルが得られた。これらのスペクトルを解析することで、玄武岩として妥当な元素組成が得られた。ただし、解析のエラーは大きく、これは回帰モデル作成に用いたスタンダード試料数が少ないことに起因すると考えられる。スタンダード岩石試料を充実させ、定量精度を向上させることが今後の課題である。野外での LIBS のローバ搭載試験では、対物距離可変型 LIBS の光学系の試作機をローバ (Micro 6, JAXA) に搭載し、遠隔操作による自動焦点合わせ試験、レーザー照射試験を行った。

今後は、対物距離可変型 LIBS の試作機をローバに搭載し、測定地点の選定、自動焦点合わせ、レーザー照射、スペクトル取得、元素組成測定の一連の流れを実施する予定である。それを通して、LIBS 測定運用手順の確認やローバ搭載時の自然地形での元素組成測定の確認などを行いたいと考えている。

キーワード: 着陸探査, 元素分析装置

Keywords: landed exploration, elemental analyzer

火星ペネトレータによるネットワーク観測提案

Investigation of Martian surface and internal structure by multiple penetrator probes

白石 浩章^{1*}, 山田 竜平², 石原 吉明³, 小林 直樹¹, 早川 雅彦¹, 田中 智¹, 鈴木 宏二郎⁴

Hiroaki Shiraishi^{1*}, Ryuhei Yamada², Yoshiaki Ishihara³, Naoki Kobayashi¹, Masahiko Hayakawa¹, Satoshi Tanaka¹, Kojiro Suzuki⁴

¹ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, ² 国立天文台 RISE 月惑星探査検討室, ³ 産業技術総合研究所情報技術研究部門 ジオインフォマティクス研究グループ, ⁴ 東京大学大学院新領域創成科学研究科

¹Japan Aerospace Exploration Agency, Institute of Space and Astronautical Science, ²National Astronomical Observatory of Japan, RISE project, ³International Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ⁴Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

多点ネットワークを構成して火星表層環境と内部構造を観測するペネトレータミッションを提案する。現在の火星内部で生じているダイナミクスを反映する地震活動と熱的状態を調査するとともに、地球型惑星の分化過程を反映する地殻 - 上部マントル構造と固体内部から表層および大気層への物質輸送過程に関する知見を得る。ペネトレータモジュールは突入速度 300m/sec で火星表層下 2~3m に潜り込むプローブ本体に、耐熱シールドと空力減速機構の役割をする膜面展開型柔構造エアロシェルを統合することで小型軽量のシステムを構成する。貫入設置するペネトレータプローブ本体には内部構造と表層物質の物理特性を観測するため地震計、加速度計、熱伝導率計、温度計を搭載する。一方、柔構造エアロシェルには圧力計、温度計、磁力計、カメラを搭載して大気突入時のモニタリングを行う。周回衛星から分離された4機のペネトレータモジュールは、比較的最近までの火山活動が指摘される Elysium 地域や地震発生頻度が多いと想定される断層地形が密に存在する Tharsis 地域に最大 300km 間隔で分散設置される。両地域は過去の軟着陸ミッションでも探査が行われていない高い標高地域にも対応するため有力な設置候補地点と考えている。火星大気による減速を十分に利用して低高度地域に軟着陸せざるを得なかった軟着陸ミッションに比べて、高速のまま貫入設置できるペネトレータの特色を生かすことができる。火星における地震探査の試みはパイキング着陸機による例があるが、観測機器の性能や設置環境の制約によって内部地震を明確に同定するには至っていない。そのため、隕石衝突起源イベントの頻度・サイズ分布と合わせて火星の地震発生状況を知ることが最も重要な理学目的である。配置された測線距離および内部地震の規模によって地殻 - 上部マントルに至る弾性的構造を調べることも可能である。特に、浅部の主要な物質境界面となる地殻の厚さと密度の決定は地球型惑星の分化過程の理解のために重要な物理量である。衝突起源の地震イベントは現在の火星への隕石衝突頻度とサイズ分布を把握するとともに、比較的大きな衝突イベントを検出できれば地殻 - 上部マントル構造と水平方向の不均質性を知るうえで有力な手段となりうる。他の領域に比較して最近まで火成活動が起こっていた領域ではスポット的に高い地殻熱流量の値が期待できるため、その上限を抑えるだけでも火成活動の有無や時期についての情報が得られる。また、過去の火星周回衛星による熱慣性・放射特性マップや 線分光計データの Ground Truth として、表層物質の熱伝導率や貫入減速時の加速度プロファイルはその物理特性を理解する基礎データであり、氷層や凍土の有無やレゴリスの層序を理解することの一助となる。さらに、熱流量の長期観測は表層構造の季節変動についての基礎データを与える。周回衛星には光学カメラを搭載して、地震観測期間中に隕石が衝突して形成されたクレータや地滑りの発生位置を検出する。同定されたイベントは既知の震源位置として地震波による内部構造解析に利用することができる。将来の火星探査ミッションに対する展望として本提案は本格的な多点ネットワークミッションのプレカーサと位置づけることができる。つまり、火星内部地震・隕石衝突の発生頻度やマグニチュードの情報はその後の火星探査において最適なネットワーク配置の検討、観測機器の仕様決定や運用計画の策定に重要な情報となる。また、表層の気象観測量(温度・圧力・磁場など)の日周・季節変動データは広帯域地震計にとっての環境ノイズ源でもあることから、波形データの校正に極めて有用であるとともに将来の広帯域地震探査において展開・設置方法を最適化する際の基礎資料にもなる。

キーワード: 火星探査, 表層環境, 内部構造, ペネトレータ, 地震計, 熱流量計

Keywords: Mars Exploration, surface Environment, internal Structure, penetrator, seismometer, heat flow probe

ペネトレータ・システム実証のための小型科学衛星ミッションの提案 A proposal of a small scientific satellite mission to validate penetrator systems

村上 英記^{1*}, 白石 浩章², 小林 直樹², 山田 竜平³, 田中 智², 早川 雅彦², 早川 基², 竹内 希⁴, 岡元 太郎⁵, 久家 慶子⁶, 石原 靖⁷, 趙 大鵬⁸

Hideki Murakami^{1*}, Hiroaki Shiraiishi², Naoki Kobayashi², Ryuhei Yamada³, Satoshi Tanaka², Masahiko Hayakawa², Hajime Hayakawa², Nozomu Takeuchi⁴, Taro Okamoto⁵, Keiko Kuge⁶, Yasushi Ishihara⁷, Dapeng Zhao⁸

¹ 高知大学理学部, ² 独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部固体惑星科学研究系, ³ 国立天文台 RISE 月惑星探査検討室, ⁴ 東京大学地震研究所, ⁵ 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻, ⁶ 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室, ⁷ 海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域, ⁸ 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター

¹ Faculty of Science, Kochi University, ² Department of Planetary Science, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Explo, ³ National Astronomical Observatory of Japan, RISE project, ⁴ Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, ⁵ Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, ⁶ Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, ⁷ IFREE, JAMSTEC, ⁸ Department of Geophysics, Tohoku University

月内部構造探査用に開発したペネトレータ技術を宇宙実証するための Follow-on Mission として、小型衛星クラスでのプロジェクトを提案する。ペネトレータは小型軽量の高速貫入型プローブで、一度の打上げで多点ネットワーク観測を実現するために有効なツールである。特に、貫入衝撃に耐えられる搭載機器の開発が最も大きな技術的ハードルである。しかし、ペネトレータによるネットワーク観測を実現するためには、(1) 周回衛星からの分離・投下技術、(2) 分離姿勢制御と貫入制御、(3) ペネトレータ - 周回衛星間の通信技術、(4) 長期間の多点同時観測を実施する運用技術なども必須である。地球物理学的な月内部構造探査を目的として旧 LUNAR-A プロジェクトではこれらの工学技術を独自に開発して地上試験を行ってきたが、End-to-End での検証試験や月周回での飛翔実証は行われていない。

そこで、現在 JAXA で開発中のイプシロンロケット (の増強型) での打ち上げを想定して、3 軸姿勢制御型の周回機と既存の開発技術を極力継承した 2/3 スケールの小型ペネトレータ 2 機を合わせた 400kg 級の衛星システムによる工学実証計画を検討した。本提案の主たる目的は将来の本格的な 月面ネットワーク観測ミッションに繋げるプレカーサとするとともに、ペネトレータシステムの小型・軽量化を実現することで月以外の遠い天体への探査に適用する際のテストベットの創出であるが、科学観測のケーススタディーとしても未踏地である月裏側の表層環境および浅部構造を探査するミッション案も合わせて検討した。

搭載候補機器として、地震計、熱流量計、ガンマ線分光計、加速度計、磁力計が挙げられるが、これらの機器を世界で初めて月の裏側に設置して科学観測を実施する。特に、Feldspathic Highland Terrain と呼ばれる月面でもっとも古い地質年代に形成された地殻物質が存在すると考えられている領域については、将来のサンプルリターンの有力候補地点となっていることから事前の観測が行われれば極めて有用な情報が得られる。本発表では、小型ペネトレータと衛星システムの設計案とともに搭載機器の概略、科学目標、運用シナリオなどについて紹介する。

キーワード: ペネトレーター・システム, 月内部探査, 小型科学衛星

Keywords: penetrator system, lunar interior exploration, small scientific satellite

蛍光顕微鏡による地球圏外生命探査法の開発 Fluorescent microscopy for searching extraterrestrial life

吉村 義隆^{1*}, 青木 耕平¹, 本多 元², 菅井 彩加², 市瀬 悠², 山岸 明彦³
Yoshitaka Yoshimura^{1*}, AOKI, Kohei¹, Hajime Honda², SUGAI, Ayaka², ICHINOSE, Yu², Akihiko Yamagishi³

¹ 玉川大学 農学部, ² 長岡技術科学大学 生物系, ³ 東京薬科大学 生命科学部

¹College of Agriculture, Tamagawa University, ²Department of Bioengineering, Nagaoka Univ. Tech., ³Department of Molecular Biology, Tokyo University of Pharmacy and Life Science

Fluorescent microscopy is a method to detect localized biosignatures *in situ* and a potentially powerful tool to detect extraterrestrial life. It is highly sensitive and will provide clear evidence for extraterrestrial life as images. Stained objects are observed with an epifluorescence microscope with a resolution of 1 micrometer. Many types of fluorescent dyes are commercially available and used in various biological studies. In this study, fluorescent dyes were selected based on the basic characteristics of life: genetic information, metabolism, and discrimination of self from non-self. Each characteristic was detected using a different type of fluorescent dye that was specific for nucleic acids, enzymes, or cytoplasmic membranes. The range of detectable molecules of the selected dyes was investigated with various samples: cultured bacteria, miniature cells which were deficient in DNA, proteins, protenoids, PAH, and Martian soil simulants. The optimum combination of dyes that had the potential to distinguish biological objects from non-biological compounds and useful to search extraterrestrial life especially on Mars will be discussed.

キーワード: 蛍光, 顕微鏡, 火星, アストロバイオロジー
Keywords: fluorescence, microscope, Mars, astrobiology

アストロバイオロジー研究施設構想 Astrobiology Exploration Research Institute

杉田 精司^{1*}, 垪本 尚義², 橘 省吾², 関根 康人¹
Seiji Sugita^{1*}, Hisayoshi Yurimoto², Shogo Tachibana², Yasuhito Sekine¹

¹ 東京大学, ² 北海道大学
¹University of Tokyo, ²Hokkaido University

宇宙における生命の起源の解明は自然科学における究極の目標の1つである。太陽系外惑星の発見によって、宇宙における生命の普遍性の議論が可能になりつつあるが、地球での生命の起源も解明されておらず、太陽系内での地球以外生命の存否もわかっていない。それは実証的証拠が不足しているためである。この実証的証拠は、生命誕生の材料を供給する可能性のある始原天体や、火星やエウロパのような生命存在可能性が議論されている天体からのサンプルを地球に持ち帰り、最先端の分析を行うことで得られるものである。

このようなアストロバイオロジー探査の成立には、有機物など揮発性物質に富む化合物（いわゆるソフトマテリアル）の高精度分析が本質的に重要である。このソフトマテリアルの分析には、惑星表面上でのその場分析と実験室内でのナノスケール分析の両方があるが、我が国においてはどちらの面に関して主導的な研究拠点は全く未整備である。本構想では、月惑星探査器等最科学計測機器の開発機能と宇宙物質ナノ分析の機能を装備したサンプルリターン惑星探査科学拠点「アストロバイオロジー研究施設」を産学連携により構築することを提案する。

本件研究施設では、惑星科学に関連する科学コミュニティとJAXA/ISAS および海外組織と密接な協力関係を形成するだけでなく、産業界との連携も効果的に活用した高い技術開発力の実現を特徴とする。さらに、本拠点とミッションを利用して産学両方の人材育成を行い、太陽系と生命の起源の実証的解明とその成果を利用した産業イノベーションにより科学先進国としての日本のブランド力を強化し国民生活にフィードバックすることを目指す。

キーワード: 惑星探査, アストロバイオロジー, 拠点形成, 産学連携, 搭載機器開発, ソフトマテリアル

Keywords: planetary exploration, astrobiology, center of excellence, industry-academia collaboration, Onboard instrument development, soft material

月惑星探査の来たる10年：現在までの検討状況と今後の予定

Lunar and planetary explorations in a coming decade: Current status and ongoing schedule

並木 則行^{1*}, 小林 直樹², 出村 裕英³, 大槻 圭史⁴

Noriyuki Namiki^{1*}, Naoki Kobayashi², Hirohide Demura³, Keiji Ohtsuki⁴

¹ 千葉工業大学, ²JAXA 宇宙科学研究本部固体惑星科学研究系, ³ 会津大学, ⁴ 神戸大学

¹PERC/Chitech, ²Department of Planetary Science, ISAS, ³The University of Aizu, ⁴Kobe University

日本惑星科学会将来惑星探査検討グループでは、日本の惑星探査の長期的な展望を検討し、その検討結果をまとめた報告書の作成を目指している。この検討活動は惑星科学のコミュニティが、惑星科学会会員、非会員を問わず、自らの責任において将来像を描いていく作業である。著者らは事務局としてこの検討作業を支援している。

近年でははやぶさ、かぐやの探査の成功もあって宇宙開発を政策的に推し進めようという機運があり、惑星探査の機会が増えつつある。しかしながら、我が国の惑星探査科学の長期的な成功・発展のためには、科学的視点に立った探査計画の立案のみならず、人材育成や関連基礎研究の推進を含め、惑星探査科学を強力に推進する体制の確立を、惑星科学

コミュニティとして益々強化して行くことが不可欠であり急務である。今、個々の研究者はもちろん、コミュニティ全体が強い意志で自律的かつ主体的に探査を推進していくことが求められている。長期ビジョンの策定を開始するにあたり、我々は以下の5点を検討方針の要点と考えた (A) 惑星科学コミュニティの力量を自覚し、2017年から2027年までの惑星探査将来計画を自主的に検討することを目的とする (B) 惑星科学の第一級の科学 (“ トップサイエンス ”) を抽出するとともに、観測機器提案・ミッション機器提案を募って、コミュニティが支えるミッションを創成する。 (C) 作業は三段階に分けて行う。第一段階ではトップサイエンスを抽出し、第二段階ではミッション提案と観測器提案を科学的重要性に基づいて統合・改良し、第三段階ではミッション提案と観測器提案の実現性評価を行う (D) 各段階で学会・シンポジウム等での中間報告を繰り返して、広く意見聴取を図る (E) 他の宇宙科学関連学会・コミュニティとの連携を図る。

2010年から開始した検討は、トップサイエンスを議論する第一段階、ミッション提案と観測機器提案の科学目標を評価する第二段階を経て、ミッション提案の実現性を評価する第三段階に移行した。2012年9月14-15日にはセッション別分科会を開催し、「月惑星の構造と進化の比較学」と「生命に至る宇宙物質の進化学」という2つの大テーマにそって、13の個別提案の集約を図った。この分科会では冒頭で集約の方針を議論し (i) 「10年に一度の中型ミッション」をフラッグシップミッションと呼ぶこと (ii) 政策型ミッション、小型ミッションを排除しないが、「来たる10年」第三段階ではフラッグシップミッションに集中すること、を定めた。その結果、現在3つのグループにまとまってミッションコンセプトの策定を進めている。

キーワード: 惑星探査

Keywords: Planetary exploration

107P/Wilson-Harrington サンプルリターン計画のめざすもの Scientific goals for sample-return mission from 107P/Wilson-Harrington

橋 省吾^{1*}, 浦川 聖太郎², 吉川 真³, 中村 良介⁴, 石黒 正晃⁵

Shogo Tachibana^{1*}, Seitaro URAKAWA², Makoto Yoshikawa³, Ryosuke Nakamura⁴, Masateru Ishiguro⁵

¹ 北海道大学, ² 日本スペースガード協会, ³ 宇宙航空研究開発機構, ⁴ 産業技術総合研究所, ⁵ ソウル大学

¹Hokkaido Univ., ²JSGA, ³JAXA, ⁴AIST, ⁵Seoul National University

We propose Sample Return mission from 107P/Wilson-Harrington. The target object is a near-Earth dormant comet that potentially preserve pristine minerals, ice, and organics in the early solar system, which may not be intact in target asteroids for Hayabusa-2, Osiris-REx, and MarcoPolo-R. Samples from 107P/Wilson-Harrington will contribute significantly to our understanding of the evolution of the early solar system.

キーワード: サンプルリターン, 彗星, 小惑星

Keywords: sample return, comet, asteroid