

---

---

# 日本惑星科学会誌 遊・星・人

## 第23巻 第3号

### 目次

---

---

巻頭言 松永 恒雄	277
-----------	-----

---

エポックメイキングな隕石たち その4 ～Elephant Moraine A79001隕石～火星起源を証明した隕石～ 三河内 岳	278
---	-----

系外惑星「遠い世界の物語」その4 ～巨星を巡る複数惑星系： $\nu$ OphとHD4732～ 佐藤 文衛	283
---	-----

火の鳥「はやぶさ」未来編 その7 ～NIRS3とC型小惑星の水～ 北里 宏平, はやぶさ2 NIRS3チーム	288
---	-----

一番星へ行こう! 日本の金星探査機の挑戦 その23 ～金星探査機あかつきの電源系機器開発と運用～ 豊田 裕之	293
---	-----

日本惑星科学会2014年度秋季講演会プログラム 2014年度日本惑星科学会秋季講演会実行委員会	301
--	-----

Whiteboard	309
------------	-----

JSPS Information	310
------------------	-----

---

# Contents

---

<b>Preface</b>	T. Matsunaga	<b>277</b>
<hr/>		
<b>Epoc-making meteorites (4) — Elephant Moraine A79001-Proof of Martian origin —</b>	T. Mikouchi	<b>278</b>
<b>Tales of distant exoplanet worlds (4) — Multi-planet Systems around Giant Stars: <math>\nu</math>Oph and HD4732 —</b>	B. Sato	<b>283</b>
<b>Phoenix “Hayabusa” : A tale of the future (7) — NIRS3 and Water of C-type Asteroids —</b>	K. Kitazato and Hayabusa-2 NIRS3 team	<b>288</b>
<b>Road to the first star: Venus orbiter from Japan (23) — Development and Operation of the Electrical Power System of Akatsuki—</b>	H. Toyota	<b>293</b>
<b>Program of 2014 Fall Meeting of JSPS</b>	Local Organizing Committee of JSPS 2014 Fall Meeting	<b>301</b>
<b>Whiteboard</b>		<b>309</b>
<b>JSPS Information</b>		<b>310</b>

## 巻頭言

### 月惑星探査と地球観測の狭間で

現在私が所属している独立行政法人国立環境研究所(国環研)においては、月や惑星に関する研究はもちろん主業務ではありません。それでも縁あって今回「遊星人」の巻頭言を書かせていただくことになりました。

私自身の月惑星に関する研究は主にかぐやの光学センサであるLISMに関するものです。ただしかぐやに取り組み始めた当時は通商産業省配下の地質調査所(現在の産業技術総合研究所の一部)に所属し、地質リモートセンシングの1つとしてかぐやの研究に取り組んでいました。実際、当時の主業務は米国NASAの地球観測衛星Terra(1999年打上げ、現在でも運用中)に搭載されたASTERという資源探査用カメラのプロジェクトでした。

その後私は大学を経て国環研に異動し、現在は主に2017年度打ち上げ予定の温室効果ガス観測衛星GOSAT-2やハイパースペクトルセンサであるHISUI(打ち上げは2018年以降)の仕事をしています。

このように私はASTER(1990)→かぐや(1995)→GOSAT-2(2005)／HISUI(2006)(かっこ内はプロジェクトに参加した年.)と、地球観測と月惑星探査のプロジェクトに交互に携わってきたのですが、その過程で両分野の様々なinteractionを見ることが出来ました。例えば日米合同ASTERサイエンスチームの米国側メンバーにはVikingやMars Global Surveyorの機器PIやその教え子の皆さんがいました。彼らが地球観測と火星探査を同列に議論する姿を目の当たりにし、強く刺激を受けたことをよく覚えています。一方、かぐやのLISMは我が国の月惑星探査機搭載センサとしては最大級であったこともあり、その校正やデータ処理ではASTERを含む地球観測のノウハウと人材に助けられました。さらに最近では、かぐや等で育った人たちが地球観測ミッションでも活躍するようになりました。

その一方で両分野のプロジェクトの違いにも気づきました。例えば地球観測ではプロジェクト外のデータユーザを強く意識するのに対し、月惑星探査では科学者が自分の研究に必要なデータを取得することを目的とする面が強いこともその1つです。「社会貢献か科学者としての興味か」と言うと少々短絡的ですが、どちらも多額の税金が投入される以上、その立ち位置を常に意識すべきように思います。

私自身は当分GOSAT-2とHISUIにかかりきりになりますが、両分野のinteractionが双方に良い影響をもたらすよう、両分野の狭間の住人として今後も微力ながら努力していきたいと思えます。

松永 恒雄(国立環境研究所)

# エポックメイキングな隕石たち(その4)： Elephant Moraine A79001隕石 ～火星起源を証明した隕石

三河内 岳<sup>1</sup>

(要旨) 火星隕石はこれまでに70個あまりが見つかった。これらの隕石が火星起源であることが証明されたのは、1980年に南極で発見されたElephant Moraine A79001隕石による。火星大気と同一の成分を持ったガスが、この隕石中に含まれていることが分かり、それまでSNC隕石として認識されていた隕石グループが火星起源であることが明らかになったのである。この隕石をはじめとする火星隕石の研究により火星での火成活動やマグマ組成、マントル進化などが明らかになってきており、火星探査の結果と合わせて火星についての情報を得る重要な源になっている。

## 1. はじめに

ほとんどの隕石は小惑星を起源とし、約45～46億年前の形成年代を持っていることから「太陽系の化石」と考えられている。しかし、隕石の中には、ごく少数であるが月や火星から来ているものがあることが1980年代になって明らかになった。月から来た隕石の場合は、アポロやルナ計画でサンプルリターンされた月試料があるために、その存在が証明できることは理解できよう。それでは、火星から来た隕石の存在はどのようにして明らかになったのだろうか？ その答えとなるのが、今回紹介するElephant Moraine A79001 (ETA79001)であり、火星起源となる直接的な証拠を持っていた隕石である。

## 2. SNC隕石

今では「火星隕石」と言う言葉は広く使われるようになったが、少し前までは「SNC隕石」と言う呼び名の方が一般的であった。SNC隕石とは、シャーゴットタイト (Shergottite)、ナクライト (Nakhlite)、シャシナイト (Chassignite) という3つの隕石グループの頭文

字を取ったもので、化学的特徴などの共通性から同じ母天体を起源とすると考えられていた隕石グループである[1]。小惑星ベスタから来たと考えられているホルダイト、ユークライト、ダイオジュナイトの隕石グループがお互いに強い成因関係があり、それぞれの頭文字をとって「HED隕石」と呼ばれていることは前号で紹介されているが[2]、SNC隕石の呼び名の方が、HED隕石よりも先に使われていた。ただし、1970年代前半までに見つかったSNC隕石は全部合わせてもわずかに6個であった。

これら6個のSNC隕石に見られた特徴は、約1億8000万年～13億年前という極めて若い結晶化年代を持つこと、わずかながらも水質変成の証拠を持つものがあること、磁鉄鉱をはじめとする3価の鉄イオンを含む鉱物の存在などであった[1]。これらの特徴から、SNC隕石の母天体は、酸化的で、液体の水が存在し、最近まで活動していたことがわかるが、候補となる天体としては火星しか考えられなかった。しかし、この議論はあくまで間接的証拠からの推測の域を出ておらず、SNC隕石が火星から来たこと完全に結論づけることはできなかった。実際にSNC隕石の火星起源を提唱した論文は1970年代後半からいくつか出版されていたものの[3]、直接的な証拠がなかったのである。火星起源がなかなか信じられなかった大きな理由とし

1. 東京大学大学院理学系研究科  
mikouchi@eps.s.u-tokyo.ac.jp



図1：EETA79001隕石の断面図。黒っぽい部分が衝撃で溶融しており、火星大気をトラップしている。画像提供NASA。

て、当時は、火星はおろか、月から来た隕石も見つかっていなかったことや、火星圏外に岩石をはじき飛ばすための秒速5キロメートル以上の衝撃では岩石がすべて溶融もしくは蒸発してしまうという見積りがあったためである[4]。

### 3. EETA79001隕石の発見：火星起源の証拠

1970年代から始まった南極での組織的な隕石探査によって大量の隕石が回収されるようになり、それまで数が少なく研究材料に乏しかった隕石の研究は大きく進展することになった。SNC隕石の研究もこれら南極隕石の恩恵を大きく被った。まず、1977年の暮れに、日米合同の南極隕石探査チームがAllan Hillsで482グラムのシャーゴットイトを発見し、ALHA77005と名付けられた。この隕石は、それまで見つかったシャーゴットイトと異なり、カンラン石を含んでいた[3]。地球のレールズライトと鉱物組合せは似ており、南極の氷上でなければ、見過ごされても不思議はない石であった。そして、1980年1月にアメリカの隕石探査チームがElephant MoraineでEETA79001シャーゴットイトを発見した。約8キログラムもあるこの隕石に特徴的なのは、強い衝撃によってガラス状に溶けてしまった部分が見られることである(図1)。この部分に含まれる希ガス等の同位体組成を計測した結果、1976年に火星に着陸して火星大気の成分を分析したバイキング探査機のデータと一致したのである(図

2)[5, 6]。人類は火星からのサンプルリターンはまだ果たしていないが、火星探査機による分析結果から、「SNC隕石＝火星起源隕石」を結論づける直接的な証拠が1983年になって得られたのである。こうして、1980年代半ばになると、SNC隕石が火星から来たことは広く受け入れられるようになった。この背景には、同じく1980年代に入ってから南極で月起源の隕石が見つかったことや[7]、火星表面の岩石を宇宙空間に放出する衝撃が可能であることが新しいモデルによって示されたこともある[8]。

### 4. EETA79001の形成過程

シャーゴットイトは、主に輝石とマスケリナイト(斜長石が強い衝撃によりガラス化したもの)から成る隕石種と言うのが元々の定義である。南極産シャーゴットイトが発見される前に見つかったシャーゴットイトは2つしかなく、マグマから結晶化した輝石と斜長石が集まってできた玄武岩だったからである。岩石・鉱物学的にはユークライトによく似ているが、シャーゴットイトは非常に強い衝撃を受けていることが大きな違いであった。その後、南極で見つかったALHA77005やEETA79001は、前述したように、それまでに知られていた2つのクラシックなシャーゴットイトとは岩石学的に少し異なっているのが特徴であった。特にEETA79001には岩石学的に組織の異なる部分が2つあり、それらが互いに層をなして接触している点はこの隕石には見られないものであった(図3)。一方の岩相(岩相B)は、上述の典型的なシャーゴットイトに似て、輝石(ピジョン輝石・オーザイト)とマスケリナイトから主に成っていたが、もう一方の岩相(岩相A)では、これらに加えて、カンラン石の大きな斑晶とCaに乏しい斜方輝石組成の輝石も含んでいた。また、岩相Aの構成鉱物の方が岩相BよりもMgに富んでおり、より始原的なマグマ組成を反映していた。しかも、岩相Aの輝石とカンラン石の化学組成は、ALHA77005のものによく似ていたのである。これら2相が接していることから、一方が生成した後、もう一方が生成したことは明瞭なわけであるが、それだけに留まらず、それまでに知られていた3個のシャーゴットイトは、同じ天体での連続した火成活動の過程による結晶分化作用により形成された可能性が明らかに

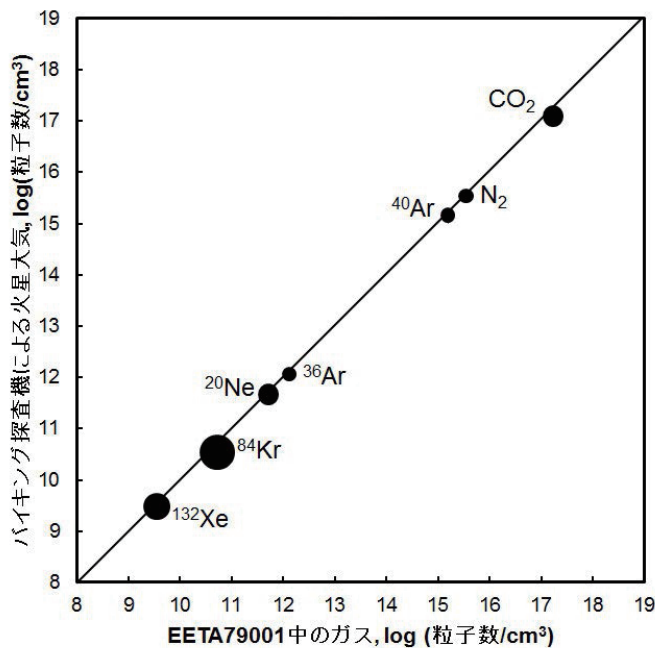


図2：EETA79001隕石中に含まれるガスとバイキング探査機により分析された火星大気の組成を比較したもの。両者は1:1に対応していることが分かる。データは[6]による。

なったのである。EETA79001中のカンラン石や輝石は、急速に冷却するマグマから結晶化しているために、著しい化学的ゾーニングをしており、その冷却速度は1時間に0.05-1度と見積もられている[9]。元々のマグマの形成は地下深部で起こったと考えられるが、この冷却速度はEETA79001が火星表面に流れ出した溶岩流の表面近くで結晶化したことを示している。岩相Aの方がより始原的なマグマ組成であることから、まず、岩相Aのマグマが噴出し、その次により分化した岩相Bのマグマが噴出したことが示唆される。

現在では、シャーゴットは岩石学的特徴の違いにより、さらにグループが細分されているが、岩相Aに見られる岩石タイプを「カンラン石フィリック質シャーゴット」、岩相Bに見られるタイプを「玄武岩質シャーゴット」と呼んでいる。また、ALHA77005に見られるタイプは「レールズライト質シャーゴット」や「輝石ポイキリティックシャーゴット」などと呼ばれている。いずれも含有鉱物は化学的ゾーニングが強く、マグマの最終的な固化は火星表層近くで起こったことが推測される。

## 5. 火星隕石研究の展開

現在では火星隕石の総数は70個以上に増えている。1997年に筆者が火星隕石の解説記事を書いた時はまだ総数は12個だったが[10]、その後、砂漠から多くの火星隕石が発見され、南極からもコンスタントに回収が続いたことから急増することになった。ただし、火星大気と同一の希ガス成分が含まれていることが見つかったのは本稿で紹介したEETA79001とZagami(玄武岩質シャーゴット)の2つのみである。これら以外の試料については、EETA79001とZagamiを含めて、酸素同位体組成がすべて同一の分別直線に乗ることから同一母天体(=火星)と言う結び付きになっているのである。

70個に増えた火星隕石はすべてが火成岩であり、8割以上はシャーゴットに分類される。多くのシャーゴットの希土類元素組成やNd, Srなどの同位体組成を測定した結果、シャーゴットは大きく分けて3つのグループに分けられる化学的特徴を持つことが明らかになってきている[11]。このことは、マグ

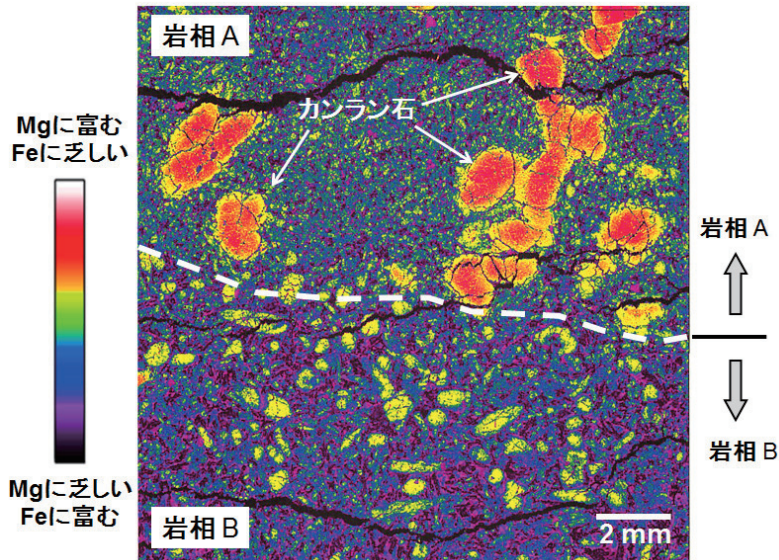


図3: EETA79001のMg分布図。Mgに富んだカンラン石を含む岩相A(上側)とカンラン石を含まない岩相B(下側)が接している。輝石とマスケリナイトは両方の岩相に含まれるが、岩相Aの方がより細粒でMgに富んでいる。

マの元になったマントルが不均質であったことを示しており、地殻物質の同化作用などが提唱されている。また、このような化学的特徴によるシャープゴットタイトの分類は、岩石学的タイプによる分類とは全く対応していない。それぞれのマントルで形成されたマグマが、その後どのような結晶化過程を経たかにより、形成される岩石の岩石学的タイプは決まる。そのため、火星マグマの固化過程はマントルソースの違いに関係なく、いずれも同様な過程を経て各種の岩石タイプを形成したことを示している。

70個もの火星隕石が見つかったにもかかわらず、1970年代にわずか6個のSNC隕石しかなかった時代のS, N, Cと言う3つのグループに当てはまらないような異質の火星隕石は今でもほとんど見つからない(残念ながら)。数少ない例外の1つが約41億年前の古い結晶化年代を持つALH 84001であり、火星生命の痕跡が存在するか否かがかつて大きな論争を巻き起こした[12]。また最近、S, N, Cに分類されない全く新しいタイプとして話題になっているのが、サハラ砂漠で見つかったNWA7034(+そのペア隕石)である[13]。この隕石は火星隕石では初めてのレゴリス角レキ岩であり、年代測定では約44億年, 21億年, 17億年前などの様々な形成年代が得られている。6000

ppmものH<sub>2</sub>Oが含まれており、揮発性成分も含めて火星の地殻形成史やマントル進化史を考える上で重要な試料となっている。また、バルク組成は、火星探査機によって得られている火星表面の岩石・土壤組成とよく似た化学組成を持っており、火星表面を代表する試料の可能性もあることも注目点である。

火星表面には堆積岩が広く分布することが探査機による調査で知られてきているが、近い将来には、このような堆積岩の火星隕石が見つかるかもしれない。筆者は2012-2013年に日本・ベルギー共同で実施した南極セール・ロンダーネ山地での隕石探査に参加することになり、火星堆積岩発見の野望を秘かに持って探査を行ったが、残念ながら明らかな堆積岩の火星隕石は見つけることはできなかった。いずれにせよ、火星の研究は、本稿で紹介したような火星隕石の分析と火星探査を両輪として、相補的な形で推し進められており、今後も次々と新しい発見が行われることが期待される。

## 謝辞

木村眞氏、野口高明氏、岡崎隆司氏には本稿執筆の機会を与えて頂き、粗稿を読んで頂いた。また、長尾敬介氏には火星隕石中の希ガス組成について議論して

頂いた。これらの方々にこの場をお借りして感謝致します。

## 参考文献

- [1] McSween, H. Y. Jr, 1985, *Rev. of Geophys.* 23, 391.
- [2] 山口 亮, 2014, *遊星人* 23, 130.
- [3] McSween, H. Y. Jr. et al., 1979, *Earth Planet. Sci. Lett.* 45, 275.
- [4] O'Keefe, J. D. and Ahrens, T. J., 1977, *Proc. Lunar Sci. Conf.* 8, 3357.
- [5] Bogard, D. D. and Johnson, P., 1983, *Science* 221, 651.
- [6] Wiens, R. C. and Pepin. R. O., 1988, *Geochim. Cosmochim. Acta* 52, 295.
- [7] Marvin, U. B., 1983, *Geophys. Res. Lett.* 10, 775.
- [8] Vickery, A. M. and Melosh H. J., 1987, *Science* 237, 738.
- [9] Mikouchi, T. et al., 2001, *Meteorit. Planet. Sci.* 36, 531.
- [10] 三河内 岳・宮本 正道, 1997, *遊星人* 6, 29.
- [11] Symes, S. et al., 2008, *Geochim. Cosmochim. Acta* 72, 1696.
- [12] McKay, D. S. et al., 1996, *Science* 273, 924.
- [13] Agee, C. et al., 2013, *Science* 339, 780.



# 系外惑星「遠い世界の物語」その4 ～巨星を巡る複数惑星系: $\nu$ OphとHD4732～

佐藤 文衛<sup>1</sup>

(要旨) 太陽系のように複数の惑星からなる複数惑星系は太陽系外でも多数見つかっており、惑星系の形成と軌道進化を理解する上で重要なサンプルとなっている。本稿では、我々が行っている中質量巨星を対象とした惑星探索から見つかった複数惑星系について、発見にまつわるエピソードを交えて紹介する。中質量巨星における複数惑星系は未だ数えるほどしか発見されていないが、ここで紹介するものを含めて興味深い惑星系が見つかり始めているので、今後の探索の進展に期待してほしい。

## 1. 視線速度法による系外惑星探索

惑星の引力による主星のふらつきを捉える視線速度法は代表的な系外惑星の間接的検出法であり、これまでに多くの系外惑星が発見されている手法の一つである。視線速度法は幅広い軌道長半径と質量の惑星に検出感度があり、軌道傾斜角が極端に小さい場合を除いて惑星を検出することができるため、惑星の検出率が高い。最近では、ケプラー宇宙望遠鏡の大活躍によって惑星のシルエットを捉えるトランジット法で膨大な数の系外惑星が発見されているが、太陽近傍の明るい恒星に対しては主として視線速度法で惑星探索が行われている。

視線速度法を用いた本格的な惑星探索は日本では2001年に岡山天体物理観測所(以下、岡山観測所または単に岡山)で始まり、中質量巨星を対象とした惑星探索で成果を挙げ続けている。すばる望遠鏡では、2004年に始まった太陽型星周りのホットジュピター探索(N2Kプロジェクト)や、地上トランジットネットワーク(HATNet, HATSouth)と連携したトランジット惑星探索などが成果を挙げており[1]、岡山とすばるを合わせてこれまでに合計34個の系外惑星が視線速度法によって発見されている。これらの一部の成果は以前この誌面で紹介したが[2]、今回はその後新

たに見つかった惑星系、特に岡山で見つかった巨星の周りの複数惑星系について紹介したい。

太陽系は言うまでもなく複数惑星系であるが、このような複数惑星系は惑星系の形成とその後の軌道進化の過程を理解する上で大変重要である。例えば、惑星同士の重力散乱による惑星移動の痕跡はホットジュピターを含む複数惑星系の軌道配置に残されており[3]、また、惑星同士が平均運動共鳴の関係にある場合は円盤内での惑星移動が強く示唆される[4, 5]。単独惑星系と複数惑星系では惑星の軌道分布の統計的な特徴が異なるという示唆もあり、両者の軌道進化の違いが現れている可能性がある[6]。複数惑星系の長期的な軌道安定性を調べることも重要である。惑星系の軌道は視線速度変化の観測データを最も良く再現するものとして求められるのが普通だが、必ずしもそうやって求められた軌道が長期間(例えば主星の寿命程度)に渡って安定であるとは限らないので、逆に軌道の安定性から軌道要素に対して制限を加えることができる。

太陽型星の周りでは約30%から50%の巨大惑星が複数惑星系に属すると言われており[6]、また、海王星質量の惑星やスーパーアースなど比較的低質量の惑星からなる系では複数系の頻度はさらに高いと言われており[7, 8]。一方、中質量巨星や準巨星では、過去10年間の精力的な探索で数多くの惑星が発見されてきてはいるが、複数惑星系はまだ数えるほどである。しかしその少ない例においても平均運動共鳴にあると

1. 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻  
satobn@geo.titech.ac.jp

考えられる惑星系が複数発見されており [9, 10], 太陽型星同様, 中質量星の周りでも軌道移動が起こっていることが強く示唆されている. 次節では, 我々が岡山で発見した二つの複数惑星系について, 発見までの過程を交えて紹介する.

## 2. 岡山で見つかった巨星の周りの複数惑星系

### 2.1 ヘびつかい座 $\nu$ 星

岡山で最初に見つかった複数系は, ヘびつかい座  $\nu$  星 ( $\nu$  Oph, HD163917) を周回する褐色矮星系である (図1, 2) [11]. 岡山での惑星探索のサンプルはV等級で6等より明るいGK型巨星が中心なので, V等級で3.3等のK0型巨星であるこの星は当初からサンプルに入っており, 2002年に観測を始めてすぐにこの星が周期500日程度の大きな視線速度変化を示すことに気がついた. 振幅の大きさから判断して伴天体は褐色矮星である. そう思って喜んでいた矢先, アメリカのリック天文台でK型巨星の惑星探索を行っていた Andreas Quirrenbach 氏のグループが, アメリカ天文学会でこの褐色矮星の発見を発表したことを知った. 学会のアブストラクトのみで詳しいパラメータは書かれていなかったが, 先を越されてとても落胆したのを

覚えている. しかし, 彼らの方が我々より先に観測を始めており, 我々のデータではなぜかうまく軌道が決まらなかったのですぐには出版できそうになかったという事情もあって (実はこのことが, この系が複数系であることを示唆していたのである), 諦めはついた. すぐに論文も出版されるだろうと思ひ, この星については少し熱が冷めてしまったのだが, 非常に明るい星であったため曇りがちのときなどに観測していたので, 結果的に年に数回は観測し続けることになった.

その後数年が経ち岡山のデータがたまり始めると, どうやらこの星は二つの褐色矮星をもっているようだということが分かってきた. しかも, 二つの公転周期はちょうど6対1で平均運動共鳴に入っていることが示唆された. この時点で Quirrenbach 氏らのグループはまだ論文を発表していない. こうなると俄然やる気が出てきて, 岡山でデータを密に取り始めた. そんな折, 2010年の7月に Quirrenbach 氏から突然メールが届き, 今度東京に行くので東工大を訪問したいとのこと. 同氏の訪問を受け, 東工大のオフィスで色々研究の話をしながら最近面白い発見はありましたかと尋ねたところ, 「複数褐色矮星系を見つけた」というので, 私は彼らが以前アメリカ天文学会で発表したあの星かというつもりでさりげなく「 $\nu$  Ophですか?」と言ったら, その場の空気が凍ってしまった. 私はまずいと

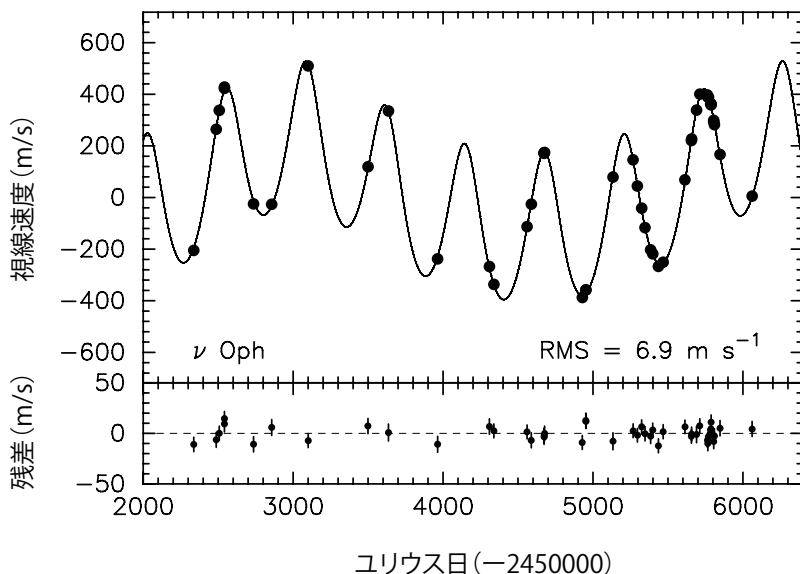


図1: ヘびつかい座  $\nu$  星の視線速度変化.

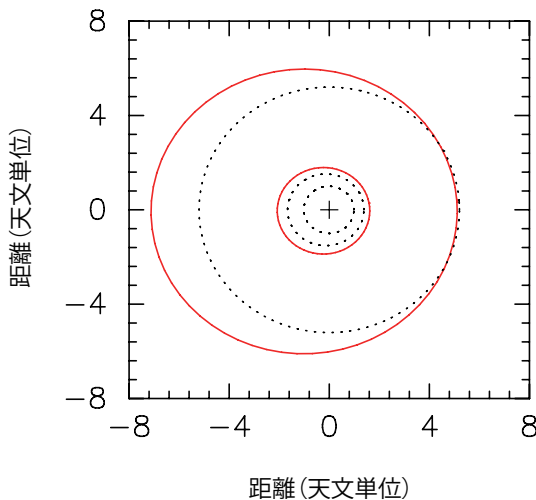


図2:へびつかい座 $\nu$ 星を周回する二つの褐色矮星の軌道(実線). 点線は内側から太陽系の地球, 火星, 木星の軌道を表す. +は中心星の位置.

思っただけにごまかして話題を変えたのだが, 果たして, その半年後には某研究会の集録に彼らの発見— $\nu$  Ophにおける褐色矮星系の発見—が載ったのであった[12]. お互い口が滑った形になり, 結局私は先を越されたわけだが, その後我々は十分なデータをためて「査読付き論文」では先に独立発見として発表した.

さて,  $\nu$  Ophの質量は約3太陽質量で, 約24木星質量と27木星質量の褐色惑星がそれぞれ公転周期約530日と約3190日で公転している. そもそも視線速度法で伴星として発見される褐色矮星は少ないが, 複数の褐色矮星からなる系はさらに珍しく数えるほどしか例がない. 褐色矮星の形成シナリオはいくつか提案されており, ガス雲の収縮・分裂や星周円盤内での重力不安定などが有力とされているが[13, 14], 最近の理論研究によると巨大惑星と同様のコア集積によっても形成されると言われている[15].  $\nu$  Oph系の存在は褐色矮星質量の天体が円盤内で形成されることを意味し, かつそれらが惑星のように軌道移動しうることを示唆している.

## 2.2 HD4732

岡山で発見されたもう一つの複数惑星系はK0型準巨星HD4732を周回する惑星系である(図3, 4)[16]. この星の場合も, 2004年に観測を始めてすぐに惑星相当の振幅の視線速度変化を示すことに気がついた. し

かし運の悪いことに, この星の赤緯はマイナス25度, 岡山からは頑張っても半年間しか観測できない. さらに輪をかけて運の悪いことに, 観測を数年続けるとどうやらこの惑星は公転周期がほぼ一年であるらしいことが分かった. 周期が一年で一年に半年間しか観測できないということは, 毎年同じ位相しか観測できないことを意味し, HD4732の場合は視線速度が増加する位相しか観測できなかった. しかし, 視線速度の平均値は年々増加しているように見える. これが一つの惑星によるものなのか, それとも二つの惑星が存在するのか, 観測開始から6年が経過しても分からなかった.

そんな折, 2009年の秋にオーストラリア・ニューサウスウェールズ大のRobert Wittenmyer氏から突然メールがあり, 翌年の春に東京に行く機会があるのでそのとき東工大を訪問して議論したいとのこと. 面識はなかったが論文で名前は知っており, 彼らは口径3.9 mのアングロ・オーストラリアン望遠鏡(AAT)を使って中質量準巨星周りの惑星探索を新たに始めていたので, ちょうど私も話を聞いてみたいと思っていたところだった. 余談だが, 彼は大変旅行が好きで毎年オーストラリアが冬の季節に北半球を研究旅行しているらしい. 中でもアジア, 特に日本が大好きなようで, その後もほぼ毎年日本に来ている. 東工大に来るのはどちらかというと旅行のついでなのかもしれない.

彼との議論の中で, 岡山で観測しているターゲットに赤緯の低いものがあり, 軌道が決まらずに困っているという話をしたところ, 彼がAATでもっている観測時間の中で観測してくれるという. 南半球のオーストラリアでは日本より数ヶ月間長く観測できるので, これまで欠けていた位相のデータが取れて軌道が決定できる. 早速彼に天体名を教えて観測してもらうことにした. その後はこちらが期待した以上にデータを取ってくれて, 結局AATのデータが決め手となり, この系は約2.4木星質量の二つの巨大惑星がそれぞれ公転周期約360日と約2700日で公転している複数惑星系であることが2012年の夏に判明した.

この結果を踏まえて, 天体力学の専門家である東工大の長沢真樹子氏にこの惑星系の安定性を調べてもらった. 長沢氏の素早くかつ詳細な計算の結果, この系は両惑星が同一平面上にあり同じ方向に公転している場合, 軌道傾斜角5度以上, つまり惑星質量が28木星質量以下なら視線速度データから求められた軌道で安

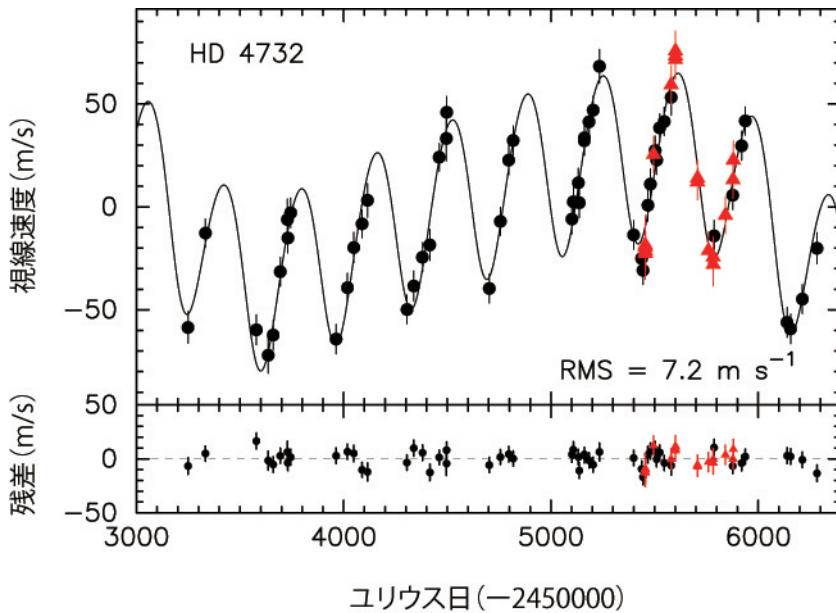


図3：HD4732の視線速度変化。●は岡山，▲はAATで取得されたデータ。

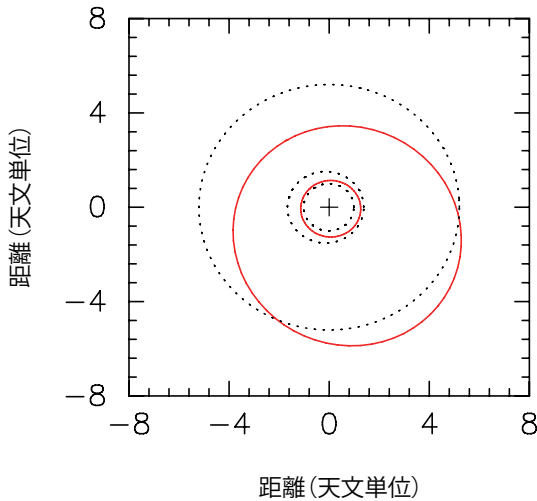


図4：HD4732を周回する二つの惑星の軌道(実線)。点線は内側から太陽系の地球、火星、木星の軌道を表す。+は中心星の位置。

定であることが分かった。視線速度法では軌道傾斜角が分からないため惑星質量に不定性があり、もし軌道傾斜角が小さければ、つまり惑星質量が大きければお互いの重力が強くなって軌道が不安定になる可能性がある。このことを利用して、今回の場合は二つの伴天体は重くてもせいぜい軽めの褐色矮星程度であり、中

心で水素の核融合反応を起こす恒星ではないことが示されたのである。

### 3. 今後

中質量巨星の周りでは他にも興味深い惑星系や褐色矮星系が見つかっている。例えば、K2型巨星BD+20 2457ではν Ophと同様に褐色矮星が二つ見つかっており、当初3:2の軌道共鳴にある可能性が示唆されていた[17]。しかし、その後の詳細な軌道安定性解析によって視線速度データに対してベストフィットな軌道は不安定であり、安定軌道はベストフィットのものとは大きく異なることが判明した[18]。このような場合は、観測期間が短かったりデータが少なかったりで観測データから軌道がきちんと決まっていなかったことが多いのだが、別の可能性として面白いのは、二つの褐色矮星がお互い逆向きに公転していればベストフィットの軌道で安定だということである。視線速度観測では基本的に伴天体の公転の向きが分からないため、二つがお互いに同じ向きに回っている場合と逆向きに回っている場合とで主星の視線速度変化にほとんど違いが見られない。これらを区別するのは容易ではないが、長期間に渡る高精度の観測によってヒントが得られる

かもしれない。

岡山での惑星探索は今も続いており、前節に示した系以外にも興味深い複数惑星系が見つかりつつある。今後このような事例を蓄積していくことによって、中質量星周りの惑星系の形成と進化についてより理解が深まっていくものと期待される。これらについては、また別の機会に紹介できればと思う。

## 謝 辞

ここで紹介した成果は岡山惑星探索プロジェクトによって得られたものです。この場をお借りして共同研究者の皆様にお礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] Zhou, G. et al., 2014, AJ 147, 144.
- [2] 佐藤文衛, 2009, 日本惑星科学会誌 18, 138.
- [3] Ford, E. B., 2005, Nature 434, 873.
- [4] Lee, M. H. & Peale, S. J., 2002, ApJ 567, 596.
- [5] Kley, W. et al., 2004, A&A 414, 735.
- [6] Wright, J. T. et al., 2009, ApJ 693, 1084.
- [7] Mayor, M. et al., 2011, arXiv:1109.2497v1.
- [8] Howard, A. W. et al., 2012, ApJS 201, 15.
- [9] Johnson, J.A. et al., 2011, AJ 141, 16.
- [10] Trifonov, T. et al., 2014, A&A in press (arXiv:1407.0712).
- [11] Sato, B. et al., 2012, PASJ 64, 135.
- [12] Quirrenbach, A. et al., 2011, in AIP Conf. Proc. 1331, 102.
- [13] Bate, M.R., 2000, MNRAS 314, 33.
- [14] Boss, A.P., 2000, ApJ 536, L101.
- [15] Alibert, Y. et al., 2005, A&A 434, 343.
- [16] Sato, B. et al., 2013, ApJ 762, 9.
- [17] Niedzielski, A. et al., 2009, ApJ 707, 768.
- [18] Horner, J. et al., 2014, MNRAS 439, 1176.

# 火の鳥「はやぶさ」未来編 その7 ～NIRS3とC型小惑星の水～

北里 宏平<sup>1</sup>, はやぶさ2 NIRS3チーム

(要旨) はやぶさ2に搭載する近赤外分光計(NIRS3)は、水酸基や水分子の赤外吸収が見られる $3\mu\text{m}$ 帯の反射スペクトルを測るリモートセンシング機器である。我々はNIRS3を使って、近地球C型小惑星1999 JU<sub>3</sub>の近接観測を行い、その表面の含水鉱物分布の特徴を明らかにする。近年、C型小惑星の内部に氷の存在を示唆する観測結果が報告されており、地球の海洋形成におけるC型小惑星の寄与が従来の想定よりも大きくなる可能性が出てきた。内部氷の存在を検証するには水質変成が起きたときの水の挙動を理解することが必要であり、NIRS3では衝突装置が作り出す人工クレーターの観測から加熱脱水や宇宙風化による二次的な変成の影響を識別し、母天体上で起きた水質変成の情報を抽出することをめざす。

## 1. C型小惑星の水

はやぶさ2が探査対象とするC型小惑星のイメージが変わりつつある。きっかけは(7968)エルスト・ピサロなどのメインベルトで彗星活動するC型小惑星の発見であろう[1]。力学的に太陽系外縁部起源の彗星がメインベルトに捕獲される可能性は低いため、もともとある小惑星が衝突作用によって活動を誘発されたと考えられている。また同じくメインベルトにあるC型小惑星の(24)テミスで、その表面全体が霜のような氷成分で覆われていることが明らかにされた[2]。表面温度を考えると氷は昇華によって短期間で消失してしまうため、水が地下から供給されるような仕組みが必要と見られている。面白いことにテミスは衝突破壊によってつくられる小惑星族の親(最大天体)で、エルスト・ピサロはそのテミス族の子という関係もある。さらに、広義のC型に分類される準惑星ケレスで、表面の一部から水蒸気が噴出していることも明らかになった[3]。

そもそも従来においては、C型小惑星は表面の反射スペクトル特性から、炭素質コンドライトに似た物質で構成されているというのが大方のイメージであった。

一方、理論的には、氷と岩石からなる微惑星が放射性元素の壊変熱によって水質変成を引き起こし、融解した水の一部が天体の地下表層に氷として保存されるという予測もある[4]。もしかしたら上記の観測事実は、その氷がその後の衝突作用に伴う昇華を免れて現在まで生き残ったことを示唆しているのかもしれない。そうすると、C型小惑星は内部に氷を含み、従来の想定よりも高い含水率を持つということになる。

前置きが長くなったが、C型小惑星で水質変成が起きたときに、水がどのような振る舞いをしたのかを探ることが、はやぶさ2に搭載する近赤外分光計(NIRS3)の主目的である。NIRS3ではなぜこの点に着目するのかについて次節で述べたい。

## 2. 水質変成後の水の行く末

C型小惑星の大半は、含水鉱物のかたちで水分を保有していることが近赤外の分光観測から知られており、一定量の水を含む小天体のなかでは地球に最も近い領域に位置する。それ故、C型小惑星は地球に海をもたらした要因のひとつとして考えられている。地球の海水の起源については、太陽系の形成過程と密接に関係する重要な問題であり、C型小惑星の他にも彗星や円盤ガスを主要な供給源と考える説がある[5]。ただし、

1. 会津大学先端情報科学研究センター  
kitazato@u-aizu.ac.jp

地球の海水の水素同位体比を説明するという観点では、炭素質コンドライトのそれとよく一致することから、C型小惑星起源説が最も都合がよい。また地球のマントル物質や月面のクレーターの研究から、地球の形成後数億年間にわたって大量の小惑星が地球に衝突した痕跡が見つまっている。その衝突イベントによって、C型小惑星に含まれる水が地球に供給され、海ができたと考えたと話がシンプルである。しかしながら、このシナリオには海水の量を説明できないという問題がある[6]。

地球の海洋質量は $1.4 \times 10^{21}$  kgである。それに対して、地球の形成後に付加した物質の総量は、地球の上部マントルに含まれる強親鉄性元素の量から、 $10^{22}$  kgと見積もられている。そうすると、衝突した小惑星は少なくとも14 wt%のバルク含水率を持っていないとではない。しかし、炭素質コンドライトの含水率は多くても10 wt%程度である。また、付加物質の情報を示す上部マントルのOs同位体比が、炭素質コンドライトよりも普通コンドライトに近いことから、衝突した小惑星の割合はC型よりもS型の方が多いと推測されている。結果、水が不足するという問題に陥る。ここで前節の話につながる訳だが、C型小惑星が炭素質コンドライトよりも高い含水率を持っているとなれば、この水の量の問題を解決できる可能性がある。すなわち、地球の海水の起源を解く鍵は、水質変成で融解した水がその後小惑星の内部にどの程度保存されたのかを明らかにすることである。C型小惑星の内部に今でも水が存在するのか。そのことを直接確認するのは探査機を使ったとしても容易ではない。そこでNIRS3では、水質変成後の水の行く末を示す間接的な証拠を得ることを目標にしている。

炭素質コンドライトの酸素同位体比から、水質変成時の母天体の水/岩石比は0.3から1.2の間と推定されている[7]。このことは、母天体がもともと炭素質コンドライトよりも豊富な水分を有し、水質変成の際に岩石との反応で余剰水が発生したことを意味する。その水が仮に天体の内部を移動できたとすると、水と岩石の元素交換によって組成の偏りが生じ、最終的に水は外部に抜けることになる。逆に移動できなかったとすると、組成は均質で、水はそのまま水として内部に留まると予想される。つまり、内部物質の組成の多様性の有無から、小惑星内部の水の挙動と水の存在を推

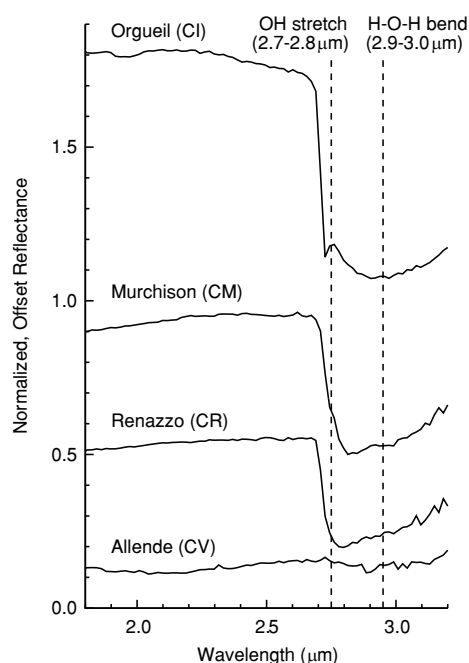


図1：炭素質コンドライトの反射スペクトル。RELABで測定されたデータ[9]をもとにNIRS3の小惑星観測条件にあわせて再現したもの。2.9  $\mu\text{m}$ より長波長域に見られる細かい特徴は吸収ではなくノイズ。

定できると考えられる。

対象小惑星の1999 JU<sub>3</sub>は、まさにそのことを調べるのにつけての天体で、その表面には水質変成を経験した母天体の内部物質が転がっていると期待される。なぜなら、地上観測から表面の一部に含水鉱物の存在が示唆されているからである[8]。1999 JU<sub>3</sub>の現在のサイズでは内部加熱によって氷が融解する温度まで達しないため、元々は水質変成を起こすくらいサイズの天体が衝突破壊され、その破片が集積して1999 JU<sub>3</sub>ができたと考えられる。さらに、1999 JU<sub>3</sub>の表面は微小重力下なのでレゴリスよりもボルダーが支配的と予想され、母天体の破片ごとの組成を調べることができるだろう。

組成の違いの見分け方だが、炭素質コンドライトの物質の場合は、水酸基や水分子の赤外吸収を含む3  $\mu\text{m}$ 帯の反射スペクトルを見るのが有効である。図1のように、含水鉱物のサポナイトを含むCIコンドライトでは、2.9-3.0  $\mu\text{m}$ を中心とする底の丸い吸収が見られ、サーペンティン(蛇紋石グループ)を主体とするCMコンドライトでは、2.7-2.8  $\mu\text{m}$ にピークを持つ角

張った吸収が見られる。そのため、吸収の形状を見ることによってCIとCMのどちらの物質に近いかを判別することができる。またCRやCVのような熱変成度の異なる物質の違いも吸収の深さから区別することが可能である。

上で述べたような母天体内部の水の移動は、岩塊の間隙や亀裂を沿うはずなので、それに関する情報をcmサイズの隕石から得るのはおそらく難しいだろう。ましてや小惑星を点光源として見る地上観測ではなおさらである。まさにこの情報を得られるのは、C型小惑星をkmから $\mu\text{m}$ までのマルチスケールで観察できるはやぶさ2でしかない。そのなかで、小惑星表面の含水鉱物分布をmスケールで調べることのできるNIRS3の役割は大きいといえる。

### 3. 小惑星表面の二次的変成

現在の姿をした1999 JU<sub>3</sub>がいつ誕生したかは現時点でわからないが、宇宙空間に曝されてきた表面は少なからず太陽放射や隕石衝突による変成を受けていると予想される。数値計算により1999 JU<sub>3</sub>の過去の軌道と表面温度の履歴を推測した結果からは、現在よりも内側の軌道にある期間に、表面温度が600 K程度まで達した可能性が約50%あると見積もられている[10]。おおよそそのくらいの温度で含水鉱物の脱水分解が起こり始めるため、そのような加熱を受けた場合は初期の組成情報が失われていることになる。また熱的な変成を受けなかったとしても、宇宙風化によって同様の問題が生じる。宇宙風化は、天体表面が太陽風や微小隕石に叩かれて微小還元鉄粒子や非晶質の層をつくり、見かけの光学特性が変化する事象を指すが、C型小惑星の表面ではそれが実際どのような変化をもたらすのかよくわかっていない。しかし幸いなことに、太陽放射による熱の浸透深さは数cm程度であり、宇宙風化もごく表層にしか作用しない。そのため、表面から数cm深い場所にある物質はこれらの影響をほとんど受けていないと予想され、比較的最近になって表面に現れた物質を観測すれば、変成していない母天体破片の情報を得ることができるだろう。

1999 JU<sub>3</sub>は近地球型小惑星なので、過去に地球や火星に近接遭遇した可能性があり、その際に受けた潮汐力による振動で地滑りが生じたとしてもおかしくない。

現にイトカワでは、表面の一部が剥がれて新鮮な地下物質が露出したような場所が見られる。また、はやぶさ2には小型の衝突装置(SCI)が搭載され、人工的にクレーターをつくる実験も行なわれる。その人工クレーターが表面流動や物質攪拌の形跡のない場所につくられれば、二次的な変成を受けていない物質を観測することができる。NIRS3の観測ではそれらの暴露される地下物質を確実に捉え、加熱脱水や宇宙風化による反射スペクトルの変化の傾向を掴むことが重要である。

### 4. NIRS3の仕様と性能

機器の概要について紹介したい。NIRS3の設計は、はやぶさ初号機に搭載したNIRSをベースにしている。NIRSは観測波長域が0.7-2.2  $\mu\text{m}$ のポイントスペクトロメータで、イトカワのほぼ全球をmスケールの空間分解能でマッピングすることに成功した[11]。NIRSからの大きな変更点は、3  $\mu\text{m}$ 帯を観測するのに波長域を1.8-3.2  $\mu\text{m}$ にシフトさせたことである。ちなみに、NIRS3の名前の由来は「NIRSの3号機」と「3  $\mu\text{m}$ 帯を観測する」という二重の意味からきている(NIRS2はコンセプトのみで実現しなかった)。

NIRS3の検出器には新たにInAsのフォトダイオードセンサを採用した。長波長化に伴い検出器の暗電流と内部熱放射の影響が増大するため、それらを抑えるのに検出器と光学系を $-80^\circ\text{C}$ まで冷却することが必要になった。そのため、検出器と光学系を含むセンサ部(NIRS3-S)を探査機構体から断熱保持するとともに、放射冷却のためのラジエータを新たに装備した。光学系はSiとGeのレンズ群と回折格子で構成し、小惑星表面の組成を見分けるのに必要な波長分解能と、人工クレーターの観測に必要な空間分解能を満たすように

表1: NIRS3の主な仕様。

項目	値
観測波長範囲	1.8-3.2 $\mu\text{m}$
波長分解能	20 nm
視野全角	0.1 deg.
空間分解能	35 m(高度20 km) 2 m(高度1 km)
検出器温度	$-85^\circ\text{C} \sim -70^\circ\text{C}$
S/N比	50 以上(波長2.6 $\mu\text{m}$ )



設計された。またセンサ部からの出力は、常温のアナログ回路部(NIRS3-AE)とデジタル回路部(DE)による信号処理を経て、データレコーダ(DR)に記録されるようになった。

2013年7月にNIRS3のフライトモデル(図2)が完成し、それから2週間ほどかけて最終的な性能確認と校正の試験を行った。実を言うと、NIRS3の試験では開発初期から不具合の発生が続き、一時はかなり深刻な状況まで追い込まれるということもあったのだが、その最後の試験では、光学系、検出器、電気系のどれも設計とほぼ同等かそれよりも良好な結果が得られた。その試験の結果から、我々は実際に小惑星を観測する条件で、上記のサイエンス目標を実現するのに必要なS/N比が得られることを確認した。

## 5. 最先端の機器ではないが

海外の惑星探査機に詳しい読者のなかには、NIRS3の仕様を見て物足りなさを感じる人がいるかもしれない。確かに欧米の機器は波長範囲囲やイメージング機能などの点で優れているので、それらと比べて見劣りするのでは残念ながら否定できない。しかし、我々はおよそ3年という短期間でNIRS3を完成させることができた。NIRSが下地にあったとは言え、新規要素も少なくはなく、メーカーもNIRSのときは異なるとい

う条件のなかでの達成だ。また行ってみるまで何があるかわからない惑星探査では、観測機器の仕様を明確な根拠を持って定量的に決めることが難しく、高性能または最先端の機器を搭載するという考え方が稀ではない。しかし、優れた観測機器を開発するにはその分、時間もコストもかかる。その点NIRS3は、サイエンス、開発期間、コストのバランスがとれた優秀な機器といえるのではないだろうか。上記のサイエンスを行なう上ではNIRS3の仕様は丁度よい。著者(北里)はNIRS3がそのような機器に仕上がったことを誇らしく感じている。これまで尽力いただいていたメーカーならびにプロジェクトの関係各位に改めて謝意を表したい。

打上げまであと少し。地上でやれることは全てやり尽くした。

## 参考文献

- [1] Hsieh, H. H. and Jewitt, D., 2006, Science 312, 561.
- [2] Campins, H. et al., 2010, Nature 464, 1320.
- [3] Küppers, M. et al., 2014, Nature 505, 525.
- [4] Grimm, R. E. and McSween, H. Y., 1989, Icarus 82, 244.
- [5] 生駒大洋, 玄田英典, 2007, 地学雑誌 116, 196.
- [6] Drake, M. J. and Righter, K., 2002, Nature 416, 39.
- [7] Brearley, A. J., 2006, Meteorites and the Early Solar

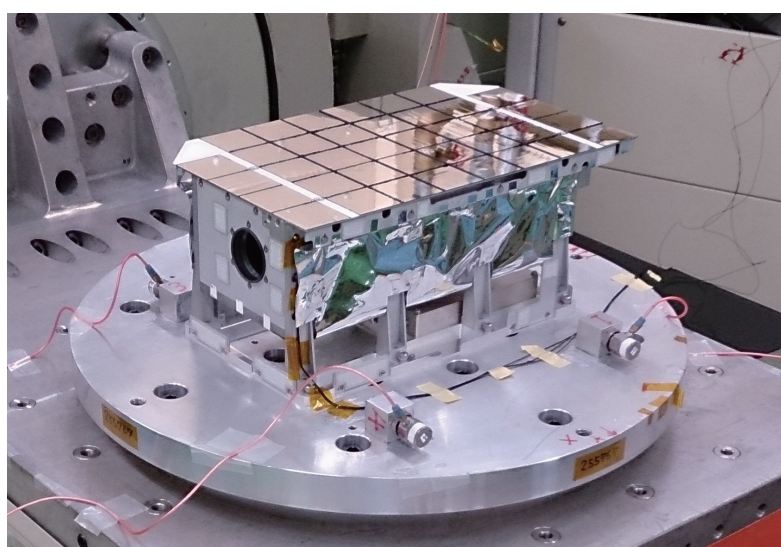


図2: NIRS3フライトモデルの外観写真。

System II, 587.

- [8] Vilas, F., 2008, *Astrophys. J.* 135, 1101.
- [9] Hiroi, T. et al., 1996, *Meteorit. Planet. Sci.* 31, 321.
- [10] Michel, P. and Delbo, M., 2010, *Icarus* 209, 520.
- [11] Abe, M. et al., 2006, *Science* 312, 1334.

# 一番星へ行こう!

## 日本の金星探査機の挑戦 その23

### ~金星探査機あかつきの電源系機器開発と運用~

豊田 裕之<sup>1</sup>

## 1. はじめに

金星探査機あかつきは、火星探査機のぞみ、小惑星探査機はやぶさに続く、我が国3番目の惑星探査機であり、初めての内惑星探査機である。それゆえ太陽電池パネルには、従来にない高温・高照度環境への耐性が求められる。またバッテリーは、金星到着までは実質的に全く使用せず、金星周回軌道投入後には充放電を繰り返すため、その間の容量劣化抑制が課題となった。

本稿では、あかつきの電源系の特徴と開発課題を紹介した後、テレメトリデータを交えながら運用状況について述べる。

## 2. あかつき電源系機器の特徴と開発課題

### 2.1 あかつき電源系機器の概要

図1にあかつきの外観を示す。電源系に帰属する機器としては、衛星構体から南北方向に突き出た太陽電池パネル(Solar Array Panel, SAP)が特徴的である。金星周回軌道投入後は、5台の観測カメラを金星に向けつつ、太陽電池パネルで太陽を追尾するため、パドル回転機構(Solar Array Drive Assembly, SADA)を備える。

電源系ブロック図を図2に示す。日照中にSAPで発生した電力は、SADAおよび逆流防止ダイオード(SAP Blocking Diode, SBD)を経由してシリーズスイッチングレギュレータ(Series Switching Regulator, SSR)に入り、50 Vに電圧安定化された後に電力制御器

(Power Control Unit, PCU)に渡され、バッテリー(Battery, BAT)および負荷機器に分配される。太陽光の当たらない日陰中はBATを放電し、負荷機器に電力を供給する。

ここで特徴的なのは、SSRによる電圧安定化である。これは、あかつきの太陽距離が0.7 AU~1.03 AU (Astronomical Unit, 地球と太陽との平均距離)で大きく変動するのに伴い、日照時のSAP温度が約30℃から170℃近くまで大きく変動するためである。これに対し、地球周回衛星のほとんどは、シャントレギュレータ(Shunt Regulator, SHNT)により電圧を安定化する。これらの違いを、図3を用いて解説する。

シャントレギュレータは、図3(a)に示す振る舞いをする。まず「高温・高照度時太陽電池特性」をご覧いただきたい。太陽電池特性上の動作点はバス電圧で固定され、太陽電池からは「負荷電力」+「高温・高照度時余剰電力」が取り出され、後者がSHNTで熱として捨てられる。次に、負荷は一定のまま太陽電池の特性が「低温・低照度時太陽電池特性」に変化すると、実は「低温・低照度時最大電力」を発生することができるともかかわらず、これを取り出すことができずに余剰電力がゼロになる。地球周回衛星では日照条件やSAP温度がほぼ一定のため問題ないが、あかつきでは無駄が多くなってしまふ。

これに対しシリーズスイッチングレギュレータは、図3(b)に示すように太陽電池特性上の動作点を自由に設定できる。したがって日照条件やSAP温度が大きく変化しようとも、常に最大電力を取り出すことが可能である。SAPの寸法は最も電力収支の厳しい時を基準にして決定するため、あかつきに対してはシリーズスイッチングレギュレータを用いる方がSAPを

1. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所  
htoyota@isas.jaxa.jp

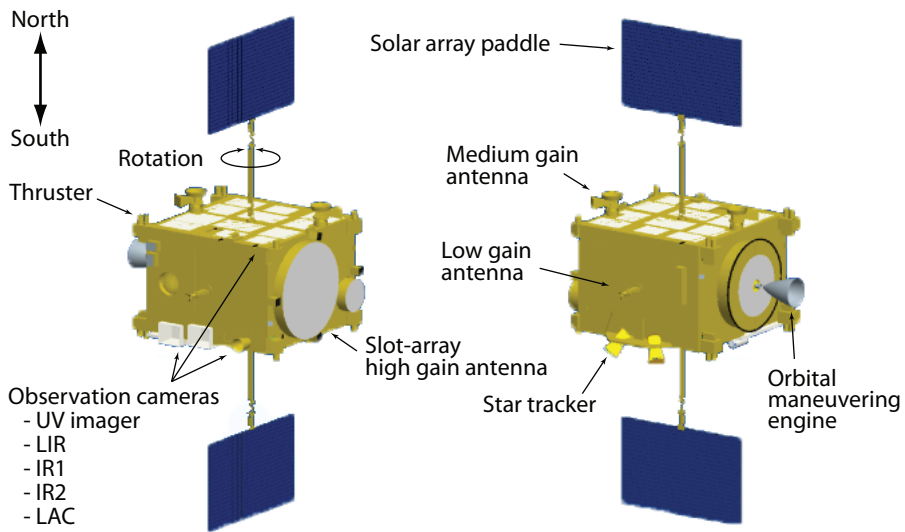


図1：あかつきの外観.

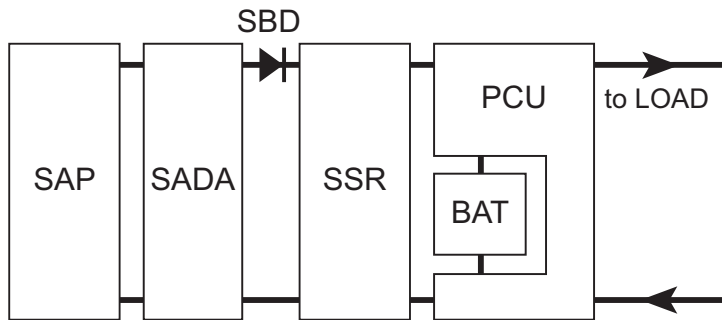
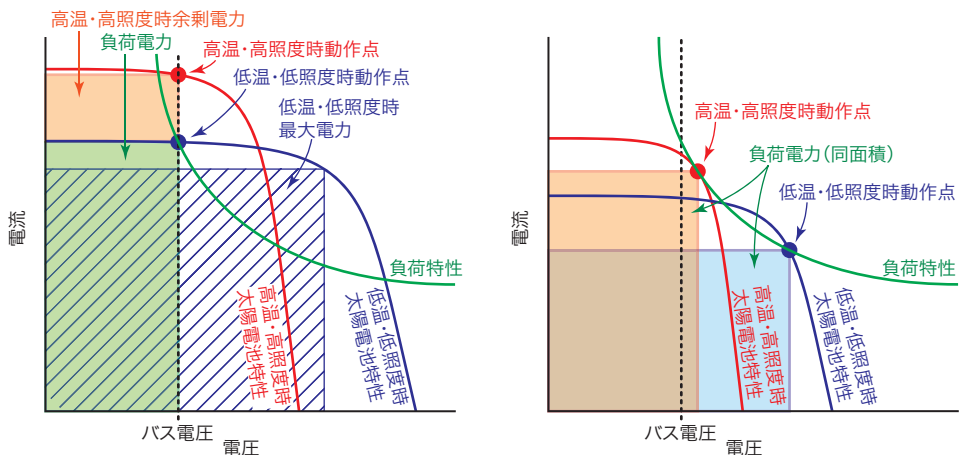


図2：あかつきの電源系ブロック図.



(a) シャントレギュレータの動作.

(b) シリーズスイッチングレギュレータの動作.

図3：レギュレータの動作比較.

小さくすることができる。

なお、多くの地球周回衛星がシリーズスイッチングレギュレータを採用しないのは、シリーズスイッチングレギュレータの効率は100%になり得ず、必ず損失が生じるからである。

## 2.2 太陽電池パネル

金星は太陽から0.7 AUの距離にあり、太陽光強度

は地球近傍の約2倍となる。金星を回る一周回の太陽電池パネルの予測温度を図4に示す。高温ケースは全日照軌道の場合で、一周回の大半が+144℃、近金点通過時には短時間ながら+162℃に達する。これに姿勢喪失時の温度上昇と解析誤差を加え、+185℃を太陽電池パネルの設計温度とした。

既に金星周回軌道にあるESAのVenus Express (図5(a))は、太陽電池セルの列間にOptical Solar

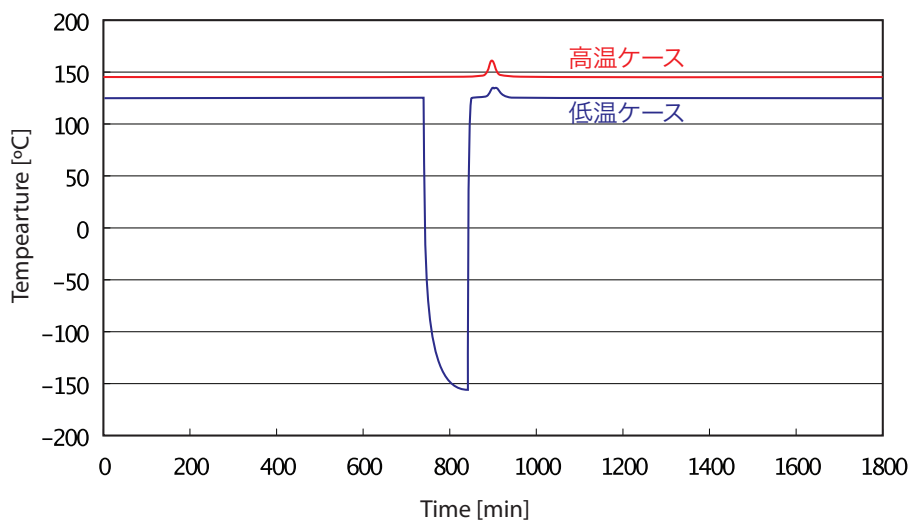
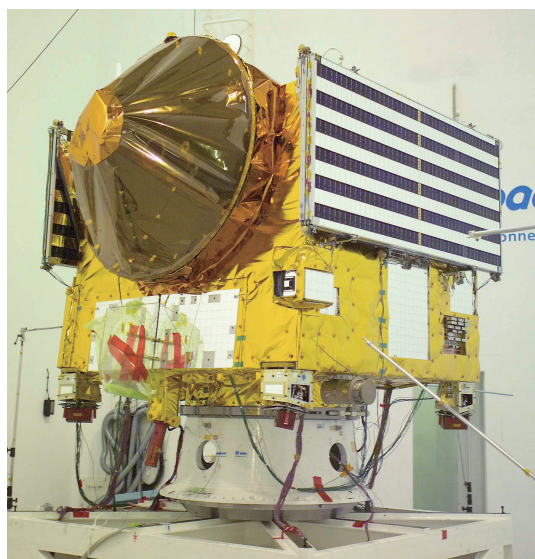
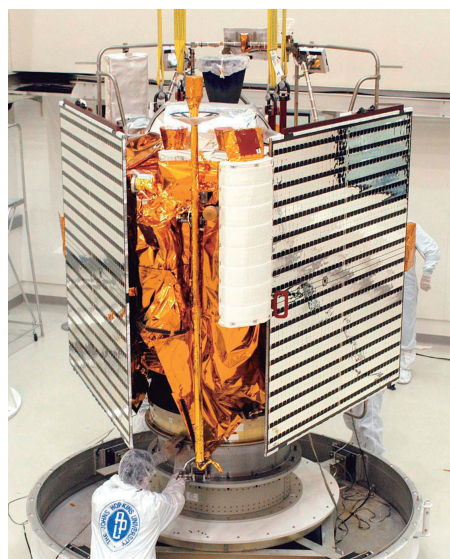


図4：金星周回軌道上における太陽電池パネル予測温度。



(a) Venus Express (ESA).



(b) MESSENGER (NASA).

図5：太陽電池パネルにOSRを備える内惑星探査機。



(a) 表.



(b) 裏.

図6：あかつきの太陽電池パネル.

Reflector (OSR) という、ガラスに銀蒸着を施した反射板を実装することで熱入力を低減し、温度上昇を防ぐ。NASA の水星探査機 MESSENGER (図5(b)) はさらに強烈な太陽光に曝されるため、OSR の面積比率を高めたうえ、高温時には SAP を傾け温度上昇を防ぐ。

一方であかつきは、開発当初 M-V ロケットによる打ち上げを想定しており、これに収納できる寸法の太陽電池パネルで必要な電力を得るためには、受光面を全て太陽電池セルで覆う必要があった。太陽電池パネルは、アルミハニカムコアの両面に CFRP 板を貼り付けた板状の構造をとる。受光面に OSR を搭載できないあかつきのパネルは、通常より薄く高密度な厚み 10 mm の 1/8 インチアルミハニカムコアを用いることで、裏面への排熱効率を高めた。さらに、裏面を全面 OSR で覆うことで金星アルベドの入射を抑制した。

こうして製作された、あかつきの太陽電池パネルの外観を図6に示す。シャープ製 InGaP/GaAs/Ge 3 接合太陽電池セル (変換効率 28.3 %) を 36 直列 × 10 並列 × 2 翼構成で搭載し、太陽距離が最も遠くなる 1.0781 AU で 480 W 以上、金星周回軌道上で 660 W 以上の発電能力を有する。

## 2.3 バッテリ

あかつきの運用フェーズは、バッテリー運用の観点から、地上保管、金星に向かうクルージング、そして金星周回に分けられる。あかつきはリチウムイオン電池を搭載するが、リチウムイオン電池は充電状態 (State Of Charge, SOC) が高いほど、そして温度が高いほど、容量劣化が早く進行する。そこで表1に示すようにフェーズごとに運用条件を規定し、容量劣化を抑制する方針とした。

地上保管中は、バッテリーを使用せず開回路で保管する。この期間の SOC は可能な限り低く保つのが望ましいが、過放電を避けるため 10 % とした。クリーンルーム内保管のため、温度は 25°C である。

地球から金星に向かうクルージング中は、全日照期間である。基本的にバッテリーは使用しないが、何らかの異常により探査機が正常な姿勢を維持できなくなった場合に備え、太陽電池パネルが太陽を捕捉するまでの間、バッテリーから電力を供給する。これに必要な電力量を SOC 41 % と推算した。温度は「はやぶさ」の運用実績に倣い、10°C とした。

表1：当初計画されていたあかつき搭載バッテリーの運用条件.

運用フェーズ		期間	SOC	温度	状態
地上保管		1.5年	10 %	25℃	開回路保管
クルージング	ノミナル	0.5年	41 %	10℃	フロート充電
	バックアップ	2.5年			
金星周回		2年	41～85 %	10℃	充放電サイクル

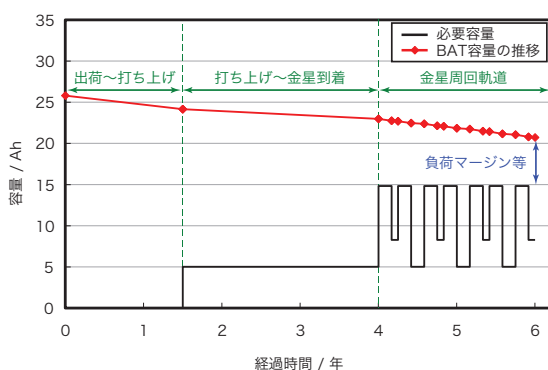


図7：あかつき搭載バッテリーの必要容量と容量推移の解析結果.

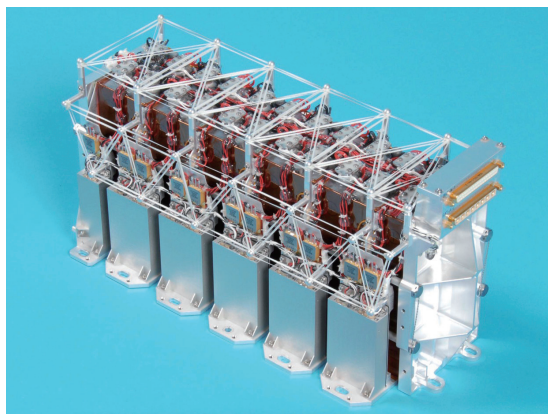


図8：あかつき搭載バッテリーユニットの外観.

金星周回軌道投入後は、日陰時間が0～90分の範囲で変化し、バッテリーは繰り返し充放電される。そこで日陰時間に応じて必要な電力量のみを充電することとし、SOCを41～85%の範囲で変化させることとした。温度はクルージング中と同じ10℃である。

以上の運用条件から求めたバッテリーの必要容量と、解析により求めた容量推移を図7に示す。クルージングは最長ケースの2.5年とした。金星周回軌道投入後は、日陰時間に応じてSOCを変化させるため、必要容量が楕円に変化する。ミッション末期に必要な容量から

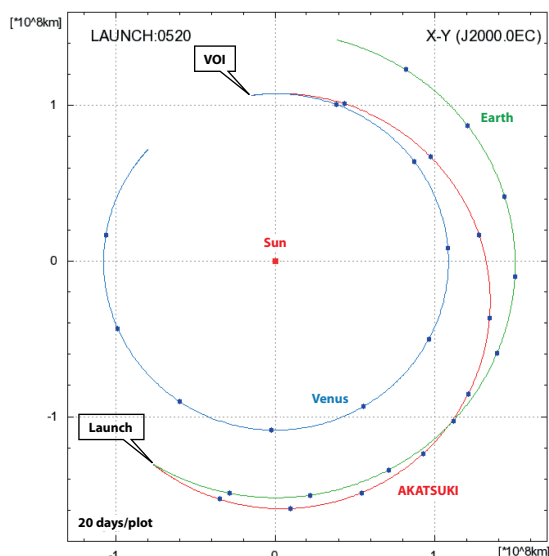


図9：打ち上げから金星会合までのあかつきの軌道.

逆算し、打ち上げ時に必要なバッテリーセル容量は23.5 Ahと求められた。

古河電池製23.5 Ah級リチウムイオン電池11セルを直列に接続し、保護回路等を取り付けたバッテリーユニットの外観を図8に示す。あかつきは、このバッテリーユニットを2台搭載する。

### 3. 運用実績

#### 3.1 概要

あかつきの電源系に関する主要イベントを表2に示す。以下、太陽電池パネルとバッテリーについて、テレメトリデータを交えて運用実績を紹介する。

#### 3.2 太陽電池パネル

あかつきの打ち上げから金星会合(VOI)までの軌道を図9に、太陽電池パネル関連テレメトリを図10に示

表2：電源系に関する主要イベント。

発生日	イベント
2010年5月20日	打ち上げ, SAP 展開
2010年5月21日～31日	BAT SOC変更 100 % → 60 %
2010年8月6日	BAT SOC変更 60 % → 40 %
2010年12月4日	VOIに備えBATリセット充電(4.1 V/セル)
2010年12月6日	VOI
2010年12月14日～17日	BAT SOC変更 100 % → 30 %
2010年12月23日	BAT制御温度変更 10℃ → 0.5℃
2011年6月5日	SAP電圧低下(太陽フレアの影響?)
2011年8月11日～15日	OME試し噴きに備えBAT SOC変更 30 % → 70 %
2011年8月15日～9月14日	OME試し噴き
2012年1月23日	SAP電圧低下(太陽フレアの影響?)
2012年2月19日～3月12日	BATリセットオペレーション(1回目)
2012年7月23日	SAP電圧低下(太陽フレアの影響?)
2013年3月4日～22日	BATリセットオペレーション(2回目)
2014年5月5日～26日	BATリセットオペレーション(3回目)

VOI: Venus Orbital Insertion, OME: Orbital Maneuver Engine

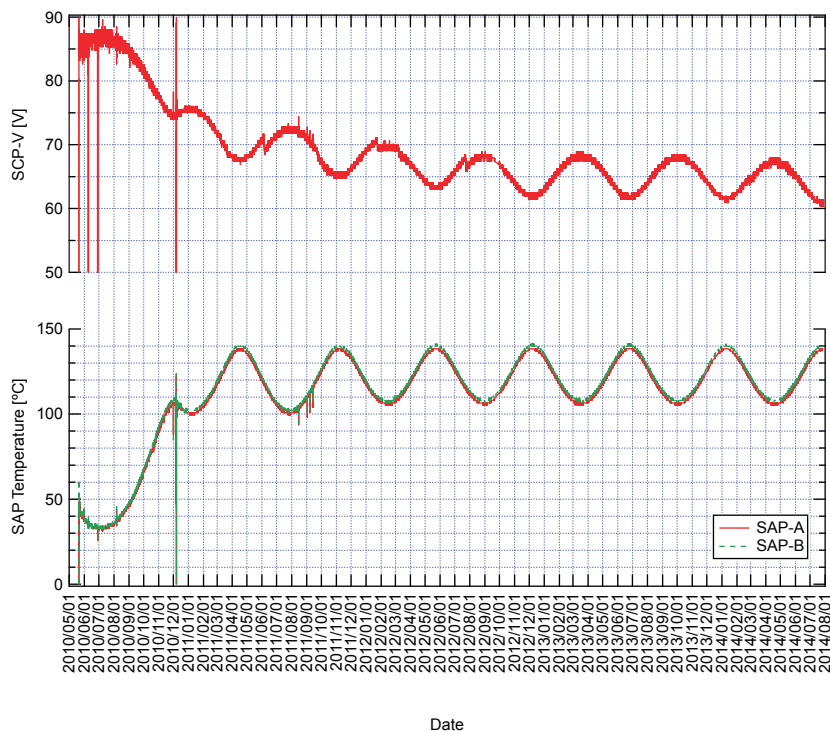


図10：太陽電池パネル関連テレメトリデータ。



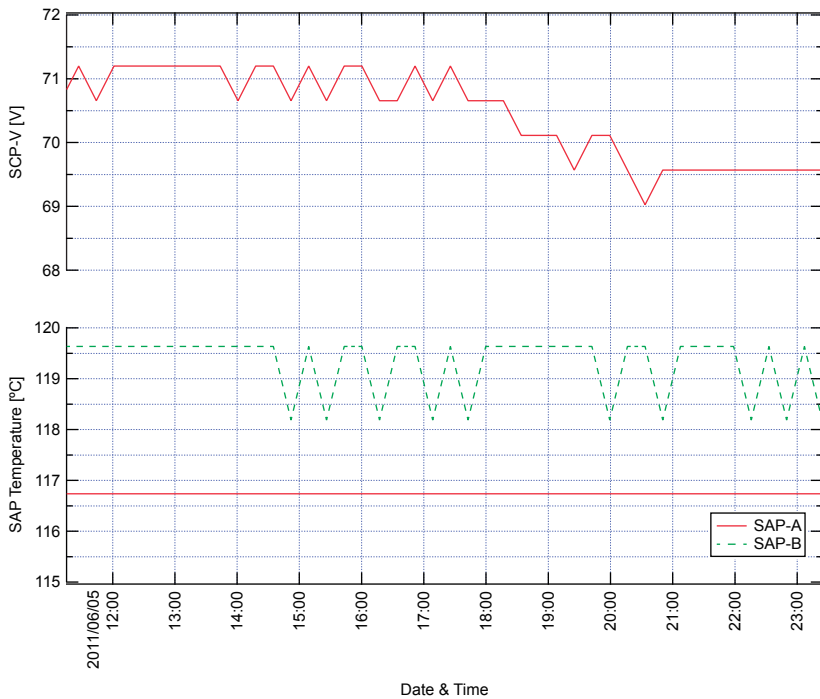


図11：2011年6月5日に発生した太陽電池出力電圧(SCP-V)低下を示すテレメトリデータ。

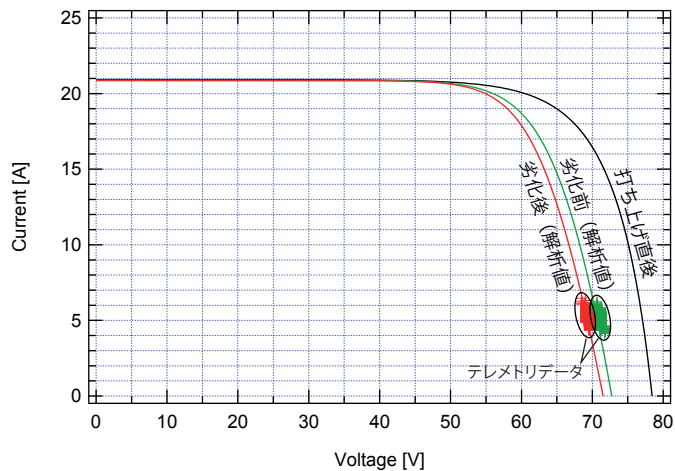


図12：放射線劣化前後の太陽電池の電流電圧特性。

す。打ち上げ後、あかつきはいったん太陽から遠ざかり1.07 AUまで達した後に、金星に向かった。その間、太陽電池パネルの温度は太陽距離に応じて変化し、遠日点では約30°Cまで低下、その後太陽に近づくにつれて上昇し、VOI時には約110°Cに達した。SAP動作点電圧(SCP-V)はそれに追従して、およそ85 V~75 Vの範囲で変化した。こうしたSAP出力電圧の大幅

な変動に対処するため、SSRにより電圧安定化を行っているのは、前述のとおりである。SSRの効率は、設計通り90%以上を維持している。

2010年12月6日のVOIに失敗してより後、あかつきはおおよそ0.61 AU~0.7 AUの太陽距離で太陽の周りを公転している。次回の金星会合は2015年11月に予定されており、現在のところ探査機は正常に動作し

ているが、表面材料の劣化が懸念される。

SAP温度は金星周回軌道上の予測温度を下回る100℃～140℃で推移しており、高温による性能低下の心配は少ない。SCP-Vは温度に追従して上下しているが、全体として徐々に低下しているのは、放射線劣化の影響である。放射線劣化は特に発生電圧を大きく低下させるが、あかつきが搭載するSSRは太陽電池の電流電圧特性の定電圧領域を使用するため、その効果が大きく現れる。現段階で問題は生じていないが、運用長期化の影響は避けられず、予断を許さない状況である。

SCP-Vには、これまでに3回の顕著な低下が認められた。このうち2011年6月5日に発生した電圧低下付近のデータを図11に示す。SCP-Vが約2時間かけて約1.63 V低下している様子がわかる。電気回路の故障であれば電圧は急激に変化するはずで、この現象を説明できない。また温度が上昇すれば電圧は低下するが、温度は一定に保たれていた。この変化を引き起こす現象としては放射線劣化が最も妥当であり、ちょうどこの電圧低下を説明し得る太陽フレアが発生していたことがわかった。そこで典型的なプロトンスペクトルの形状を仮定し、地上試験で取得された相対損傷係数(RDC, Relative Damage Coefficient)に基づいて数値解析を行い、太陽電池セルの劣化を推定した。

こうして得られた放射線劣化前後の電流電圧特性と、同じく劣化前後のテレメトリデータを、図12に示す。テレメトリデータと数値解析で得られた電流電圧特性が、よく一致していることがわかる。これによる電力低下は約24 Wで、全発生電力の約5%にあたる。

### 3.3 バッテリー

あかつきは、23.5 Ah級のリチウムイオン電池を、11直列2並列(A系、B系)構成で搭載する。

打ち上げ時にはバッテリーを満充電状態とし、探査機がロケットから分離、太陽電池パネルが正常に電力供給を始めたことを確認した後に、バッテリーの容量劣化を低減するためSOCを40%まで低下させた。これ以降は、1回/週の頻度でバッテリーの補充電を実施している。2012年12月4日には全てのバッテリーセルを4.1 V(108% SOC)まで充電し、2日後のVOIに備えた。

結果的にはVOIに失敗してしまい、ミッションは当初計画より長期化したため、バッテリーの容量劣化をより小さく抑える必要が生じた。そこで、VOI失敗時

の運用実績からセーフホールド(機体の安全維持のための動作状態への自律的移行)時の電力をより詳細に見積もり、以降のバッテリーの充電状態を40%から30%に低下させた。あわせてバッテリーの制御温度を10℃から0.5℃に低下させ、容量劣化のさらなる低減を図った。

また、これまでに3回、約1年おきにBATリセットオペレーションを実施してきた。バッテリーセル間の電圧ばらつきの抑制を目的とし、全てのセルをいったん4.1 Vまで充電した後に、再びSOCを低下させる運用である。リセットオペレーション中は4.1 V/セルの高いSOCから30%以下のSOCまで放電を行うため、バッテリーの状態を把握する貴重な機会となる。2014年5月に実施した直近のリセットオペレーションからは、現在のバッテリー容量はほぼ定格の23.4 Ahを維持していると推定された。このデータをもとに、来年に予定している金星周回軌道投入後の運用計画を立てているところである。

## 4. おわりに

本稿では、金星探査機あかつきの電源系機器について、主な開発課題と運用状況を解説した。あかつきの電源は、小惑星探査機はやぶさの技術を引き継いで設計され、高温高照度環境での運用可能性を得て水星探査機MMOへとつながった、技術的に見るべきところの多い機器である。現在は地球から金星に向かうクルージング中で、動きの少ない運用が続いている。2015年に金星周回軌道に投入された後には、日照と日陰が繰り返される運用が始まり、我々に新たな知見をもたらしてくれることだろう。そしてその知見は、次の世代の電源系機器の礎となるに違いない。

# 日本惑星科学会2014年度秋季講演会 プログラム

## 2014年度日本惑星科学会秋季講演会実行委員会

### ●一般講演会

日時：2014年9月23日(火・祝) 14:00~16:45

場所：東北大学片平さくらホール

〒980-8577 仙台市青葉区片平二丁目1-1

講演1：題目：「はやぶさ2」が拓く宇宙探査

講演者：國中 均(宇宙航空研究開発機構  
宇宙科学研究所・教授)

講演2：題目：「はやぶさ2」が探る惑星科学

講演者：渡邊 誠一郎(名古屋大学大学院  
環境科学研究科・教授)

### ●秋季講演会

日程：2014年9月24日(水)~9月26日(金)

場所：東北大学片平さくらホール

〒980-8577 仙台市青葉区片平二丁目1-1

口頭発表会場：2階会議室

ポスター発表会場：1階ラウンジ

会場へのアクセスは下記の秋季講演会ホームページ  
をご参照下さい。

[https://www.wakusei.jp/meetings/fall\\_meeting/2014/index.html](https://www.wakusei.jp/meetings/fall_meeting/2014/index.html)

講演数：口頭 107件、ポスター84件

(最優秀研究者賞特別講演および  
最優秀発表賞選考を含む)

### ●プログラム概要

○9月24日(水)

08:30 受付

09:00 特別セッション 最優秀発表賞選考

10:40 口頭発表セッション1 惑星大気

11:40 昼食

12:40 ポスターセッション1

14:00 口頭発表セッション2 系外惑星

15:10 口頭発表セッション3 惑星形成I

16:50 口頭発表セッション4 惑星形成II

○9月25日(木)

08:30 受付

09:00 口頭発表セッション5 惑星形成III

10:10 口頭発表セッション6 表層進化・物質I

11:30 昼食

12:30 ポスターセッション2

13:30 口頭発表セッション7 はやぶさ2

14:50 口頭発表セッション8 物質II

16:30 総会

17:40 最優秀研究者賞特別講演

19:00 懇親会

○9月26日(金)

08:30 受付

09:00 口頭発表セッション9 月・内部構造

10:40 口頭発表セッション10 隕石・実験

11:40 昼食

12:40 口頭発表セッション11 衝突実験I

14:00 口頭発表セッション12 衝突実験II・小天体

15:30 口頭発表セッション13 ダスト・探査I

16:40 口頭発表セッション14 探査II

### ●口頭発表プログラム

口頭発表の講演時間は特別セッション15分(3分間の  
質疑時間含む)、一般セッション10分(2分間の質疑

および交代時間を含む)です。下記では講演開始時刻、講演番号, 第一著者名, 和文表題を掲載しています(註).

### 9月24日(水)

08:30-08:55 受付

08:55-09:00 開催挨拶, 連絡事項

#### 特別セッション(最優秀発表賞選考)

(座長:小林浩)

09:00 S01 土星氷衛星の地質学的研究に基づくエンセラダスとディオオーネの熱的再活性化の発見  
平田直之(東大)

09:15 S02 真空下における粉体熱伝導率の空隙率依存性測定実験と微惑星の初期熱進化への応用  
坂谷尚哉(総研大)

09:30 S03 三次元観察と室内実験から探るGEMSの起源  
松野淳也(京大)

09:45 S04 衛星形成の舞台となる周惑星円盤の形成・進化について  
藤井悠里(名大)

10:00 S05 レゴリス対流による小惑星表面更新のタイムスケールの推定  
山田智哉(名大)

10:15 S06 トロヤ群小惑星のL4-L5間遷移現象の力学的機構  
大島健太(早稲田大)

10:30-10:40 休憩

#### 口頭発表セッション1 惑星大気

(座長:杉山耕一郎)

10:40 O1-01 超高分解能赤外レーザーヘテロダイン分光器による惑星大気の連続観測  
中川広務(東北大)

10:50 O1-02 火星極域の大気環境と二酸化炭素降雪:天気予報の可能性  
黒田剛史(東北大)

11:00 O1-03 火星ダスト巻き上げスキームの大気大循環モデルDCPAMへの実装及びダスト巻き上げフラックス診断実験  
荻原弘亮(北大)

11:10 O1-04 大気大循環モデルのための放射モデル開発:同期回転惑星大気  
大西将徳(神戸大)

11:20 O1-05 同期回転惑星大気の数値実験:昼夜間熱輸送に関する検討  
石渡正樹(北大)

11:30 O1-06 初期火星大気中の主成分凝結対流の二次元数値実験-雲分布の凝結核数混合比に対す

る依存性- 山下達也(国土地理院)

11:40-12:40 昼食

12:40-14:00 ポスターセッション1

#### 口頭発表セッション2 系外惑星

(座長:黒川宏之)

14:00 O2-01 すばる望遠鏡戦略枠観測「SEEDS」による原始惑星系円盤および系外惑星探査  
工藤智幸(国立天文台)

14:10 O2-02 A dynamical study on the habitability of the exoplanet 40307 g  
ブラッサー ラモン(東工大)

14:20 O2-03 地球型水惑星の地表水分布と暴走温室限界  
新田光(東大)

14:30 O2-04 全球凍結状態にある系外地球型水惑星の存在確率  
門屋辰太郎(東大)

14:40 O2-05 巨大ガス惑星の雲層構造と放射冷却過程  
高橋康人(北大)

14:50 O2-06 ヘイズを持つ系外惑星の大気透過スペクトルモデル:温度および組成の鉛直分布の影響  
川島由依(東大)

15:00-15:10 休憩

#### 口頭発表セッション3 惑星形成I

(座長:濱野景子)

15:10 O3-01 原始太陽系星雲ガス中で集積成長する火星の混成型原始大気とその保温効果  
齊藤大晶(北大)

15:20 O3-02 形成過程から探る短周期スーパーアースの大気および内部構造  
堀安範(UCSC)

15:30 O3-03 原始海洋組成の解明に向けて  
玄田英典(東工大)

15:40 O3-04 周惑星ガス円盤中で形成する巨大氷衛星の原始大気  
三上峻(北大)

15:50 O3-05 周惑星ガス円盤中での微惑星軌道進化と原始衛星への衝突確率  
清水俊平(神戸大)

16:00 O3-06 氷ダストの捕獲を通じた原始惑星の水量の進化  
佐藤貴央(東工大)

16:10 O3-07 光学的に薄い円盤内でのType I移動に

対するダストの影響 山田耕(早稲田大)

16:20 O3-08 原始惑星系円盤の散逸における中心星進化の影響 國友正信(東工大)

16:30-16:50 休憩

口頭発表セッション4 惑星形成II

(座長: 井田茂)

16:50 O4-01 微惑星サイズと乱流の関係

小林浩(名大)

17:00 O4-02 ハイブリッドコードによる惑星集積のシミュレーション

森島龍司(カリフォルニア大学)

17:10 O4-03 磁気乱流駆動の円盤風によって進化する原始惑星系円盤中での地球型惑星形成

萩原正博(コートダジュール天文台)

17:20 O4-04 デッドゾーン縁辺における木星型惑星コア形成 片山将文(名大)

17:30 O4-05 自己重力不安定な円盤における巨大ガス惑星の軌道進化 植田高啓(東工大)

17:40 O4-06 木星の共鳴による微惑星の軌道進化 長沢真樹子(東工大)

17:50 O4-07 マルチインパクトによる月と地球深海底の起源 種子彰(SEED SCIENCE Labo.)

9月25日(木)

口頭発表セッション5 惑星形成III

(座長: 奥住聡)

9:00 O5-01 円盤磁気乱流中でのプラズマの電場加熱: 磁気乱流強度とダスト成長への影響

森昇志(東工大)

9:10 O5-02 原始惑星系円盤内の圧力バンプにおけるダスト集積過程のダスト層の厚みによる違い 瀧哲朗(東工大)

9:20 O5-03 原始惑星系円盤の化学反応とH<sub>2</sub>Oスローラインの分光観測による検出可能性 野津翔太(京大)

9:30 O5-04 回転不安定から考える原始惑星系円盤の外側領域の構造 小野智弘(京大)

9:40 O5-05 任意の不連続面に対応可能なSPH法の開発 山本智子(東工大)

9:50 O5-06 天体衝突シミュレーションコードの開

発と、その岩石惑星における小天体衝突現象への適用 上田翔士(東工大)

10:00-10:10 休憩

口頭発表セッション6 表層進化・物質I

(座長: 木村淳)

10:10 O6-01 星雲遭遇による白亜紀末の強い寒冷化 二村徳宏(岡山天文博物館)

10:20 O6-02 隕石重爆撃による原始金星の乾燥 黒澤耕介(千葉工大)

10:30 O6-03 隕石重爆撃期における大気散逸による火星大気と表層水の進化 黒川宏之(名大)

10:40 O6-04 後期重爆撃による冥王代大陸の消失可能性 芝池論人(東工大)

10:50 O6-05 衝撃波によるギ酸およびアンモニアからのアミノ酸生成 古川善博(東北大)

11:00 O6-06 氷衛星および小惑星における有機化合物の生成と衝撃変成に関する実験的研究 兒玉賢哉(東大)

11:10 O6-07 地球外天体によるアミノ酸およびペプチドの供給の可能性 菅原春菜(JAMSTEC)

11:20 O6-08 生命の起源に関連する星間化学進化におけるロバスト分子 小林憲正(横浜国大)

11:30-12:30 昼食

12:30-13:30 ポスターセッション2

口頭発表セッション7 はやぶさ2

(座長: 小林直樹)

13:30 O7-01 はやぶさ2が拓く惑星科学 渡邊誠一郎(名大)

13:40 O7-02 はやぶさ2搭載中間赤外カメラTIRの科学観測計画 岡田達明(JAXA)

13:50 O7-03 はやぶさ2近赤外分光計による含水および脱水炭素質隕石の反射スペクトル測定 中村智樹(東北大)

14:00 O7-04 はやぶさ2分離カメラ(DCAM3-D)の開発状況とサイエンス 荒川政彦(神戸大)

14:10 O7-05 TIRによるSCIクレータ検出方法の検討〜クレータの熱進化モデル〜

千秋博紀(千葉工大)

14:20 O7-06 はやぶさ2搭載レーザー高度計による  
小惑星 1999JU3のアルベド観測精度評価

山田竜平(国立天文台)

14:30 O7-07 はやぶさ2探査対象小惑星 1999JU3の  
YORP 効果 北里宏平(会津大)

14:40-14:50 休憩

#### 口頭発表セッション 8 物質II

(座長: 中村智樹)

14:50 O8-01 はやぶさサンプルキャッチャーから回  
収された粒子の特徴 矢田達(JAXA)

15:00 O8-02 はやぶさ帰還試料コンソーシアム研究  
—最大粒子の3次元組織と形成過程  
上相真之(JAXA)

15:10 O8-03 かんらん岩および玄武岩高速衝突破片  
の3次元形状分布: はやぶさ粒子との比較  
土山明(阪大)

15:20 O8-04 放射光X線を用いたイトカワ微粒子の  
鉱物学的研究 三河内岳(東大)

15:30 O8-05 炭素質隕石へのパルスレーザー照射に  
よるC型小惑星における宇宙風化作用再現実験  
松岡萌(東北大)

15:40 O8-06 太陽風による宇宙風化を模擬した照射  
実験試料の表面・内部構造の観察: 小惑星イト  
カワ・月のレゴリス粒子との比較 松本徹(京大)

15:50 O8-07 層状珪酸塩鉱物における太陽風プロト  
ンの影響: 反射スペクトル形状の年代変化  
仲内悠祐(総研大)

16:00 O8-08 ナノ秒パルスレーザー照射模擬実験に  
よる宇宙風化作用における硫化鉄の効果の検証  
岡崎瑞祈(阪大)

16:10-16:30 休憩

16:30-17:30 総会

17:30-17:40 休憩

17:40-18:30 最優秀研究者賞特別講演

奥住聡(東工大)

18:30-19:00 休憩

19:00-21:00 懇親会

会場: さくらホールラウンジ

9月26日(金)

#### 口頭発表セッション 9 月・内部構造

(座長: 鈴木昭夫)

9:00 O9-01 月高地地殻の化学組成を用いたマグマ  
オーシャンの固化過程への制約

大竹真紀子(JAXA)

9:10 O9-02 月SPA盆地によって形成されたインパ  
クトメルトプールの同定 上本季更(JAXA)

9:20 O9-03 観測衛星による分光画像および数値地  
形モデルを用いた衝突クレーター自動判別手法  
の開発 山本聡(環境研)

9:30 O9-04 かぐや/スペクトルプロファイラデー  
タを閲覧・表示するためのWeb-GIS「月光」の  
ユーザ拡大に向けて 小川佳子(会津大)

9:40 O9-05 水星のマントル進化 小河正基(東大)

9:50 O9-06 形成期の水星におけるコア-マントル間  
の硫黄の分配 笹森映里(北大)

10:00 O9-07 5GPaでのFe-O-S系の融解と月核への  
応用 赤松明香(東北大)

10:10 O9-08 高温高压実験から探るガニメデ核の構  
造・組成モデル 柴崎裕樹(東北大)

10:20 O9-09 Brillouin散乱法を用いた地球核マント  
ル境界圧力条件までの $\delta$ -AlOOH相の音速測定  
と地球・火星内部への適用 増野いづみ(東北大)

10:30-10:40 休憩

#### 口頭発表セッション 10 隕石・実験

(座長: 中藤亜衣子)

10:40 O10-01 ダスト模擬物質形成過程の赤外スペク  
トル“その場”測定実験: 星周シリケートの結晶  
化 石塚紳之介(東北大)

10:50 O10-02 非晶質フォルステライトと水蒸気の反  
応による含水鉱物形成実験 山本大貴(北大)

11:00 O10-03 タギシュレイク隕石中に見られるフラ  
ンボイダルマグネタイトの形成過程 木村勇氣  
(北大)

11:10 O10-04 アエンデ隕石を用いた高温高压下にお  
ける金属鉄-ケイ酸塩メルト間の炭素分配実験  
朝原友紀(東北大)

11:20 O10-05 CVコンドライト隕石の水質変成と熱変成 小松睦美(総研大)

11:30 O10-06 CV3炭素質コンドライト隕石母天体の集積時期と形成進化過程 城後香里(東北大)

11:40-12:40 昼食

#### 口頭発表セッション 11 衝突実験 I

(座長: 和田浩二)

12:40 O11-01 C型小惑星を模擬した焼結ガラスビーズ試料へのクレータ形成実験  
岡本千里(神戸大)

12:50 O11-02 模擬低重力下における砂標的への低速度衝突クレータ形成実験 木内真人(神戸大)

13:00 O11-03 高空隙率標的に形成される衝突キャビティに関するスケーリング則: 彗星表面への応用 岡本尚也(神戸大)

13:10 O11-04 氷地殻を模擬した氷・砂混合物に対する高速度クレータ形成実験  
高野翔太(神戸大)

13:20 O11-05 粉流体を伝播する衝突励起地震に関する実験的研究 II 松榮一真(神戸大)

13:30 O11-06 粒子径分布と形状がレゴリス層の空隙率に及ぼす影響についての実験的研究  
大村知美(神戸大)

13:40 O11-07 低密度天体への脆性衝突体の挙動に関する実験的研究 原田竣也(神戸大)

13:50-14:00 休憩

#### 口頭発表セッション 12 衝突実験 II・小天体

(座長: 保井みなみ)

14:00 O12-01 イジェクタ構成粒子の空間密度分布および光散乱特性がイジェクタカーテンの輝度分布に与える影響  
プティヤベティル シャリマ(インド天体物理学研究所)

14:10 O12-02 高速度域におけるクレータエジェクタ速度のスケール則に関する実験的研究  
辻堂さやか(神戸大)

14:20 O12-03 衝突破片形状の実験的研究と小惑星イトカワの岩塊の形状 道上達広(近畿大)

14:30 O12-04 ラブルパイル小衛星の衝突破壊による土星Fリングの形成 兵頭龍樹(神戸大)

14:40 O12-05 あかり衛星によるケンタウルス天体とTNOsの低温熱放射観測 関口朋彦(北教大)

14:50 O12-06 小惑星(704) Interamniaの立体形状  
佐藤勲

15:00 O12-07 チェリャビンスク火球からの光放射  
柳澤正久(電通大)

15:10 O12-08 大気中形成の炭素含有粒子の特徴: 大気中ダスト, ロシア落下隕石と月隕石  
三浦保範(山口大)

15:20-15:30 休憩

#### 口頭発表セッション 13 ダスト・探査 I

(座長: 大坪貴文)

15:30 O13-01 IKAROS-ALADDINが発見した地球周太陽ダストリング中の大型宇宙塵の粗密分布  
平井隆之(JAXA)

15:40 O13-02 大型レーダ流星ヘッドエコー観測による太陽系ダストの観測 阿部新助(日大)

15:50 O13-03 流星観測衛星S-CUBEのミッション紹介と開発進捗報告 石丸亮(千葉工大)

16:00 O13-04 BepiColombo日欧共同水星探査ミッション: MMOプロジェクト最新状況報告  
早川基(JAXA)

16:10 O13-05 JUICE木星系探査が拓く科学  
佐々木晶(阪大)

16:20 O13-06 木星圏探査機(JUICE)搭載サブミリ波分光計の開発と科学目標 笠井康子(NICT)

16:30-16:40 休憩

#### 口頭発表セッション 14 探査 II

(座長: 菊池冬彦)

16:40 O14-01 深宇宙探査技術実証機DESTINY  
川勝康弘(JAXA)

16:50 O14-02 深宇宙探査技術実証機DESTINYによる太陽系探査 岩田隆浩(JAXA)

17:00 O14-03 火星着陸探査技術実証ミッション  
藤田和央(JAXA)

17:10 O14-04 火星表面での生命探査: LDM生命探

**査頭微鏡開発の現状報告** 山岸明彦(東京薬大)

- 17:20 O14-05 火星ローバのナビカメラによる地質探査 佐藤毅彦(JAXA)
- 17:30 O14-06 音波を利用した火山湖探査 佐伯和人(阪大)
- 17:40 O14-07 熱流量プローブを用いた月惑星表層レゴリスの熱伝導率に対する精度評価 堀川大和(総研大)
- 17:50 O14-08 月の縦孔・地下空洞探査－UZUME計画－のミッションとシステムの構想 春山純一(JAXA)

**●ポスター発表プログラム**

ポスターは1日目朝からポスターセッション2(2日目のポスターセッション)終了時まで掲示できます。下記では発表番号, 第一著者名, 和文表題をコアタイム毎に掲載しています。ポスターは2日目の口頭発表セッション7開始前までに撤収して下さい(註)。

**ポスターセッション1:1日目(9/24)**

12:40-14:00

- S01 土星氷衛星の地質学的研究に基づくエンセラダスとディオオーネの熱的再活性化の発見 平田直之(東大)
- S02 真空下における粉体熱伝導率の空隙率依存性測定実験と微惑星の初期熱進化への応用 坂谷尚哉(総研大)
- S03 三次元観測と室内実験から探るGEMSの起源 松野淳也(京大)
- S04 衛星形成の舞台となる周惑星円盤の形成・進化について 藤井悠里(名大)
- S05 レゴリス対流による小惑星表面更新のタイムスケールの推定 山田智哉(名大)
- S06 トロヤ群小惑星のL4-L5間遷移現象の力学的機構 大島健太(早稲田大)
- P1-01 木星型惑星を想定した雲対流の数値計算 杉山耕一郎(JAXA)
- P1-02 ASTE望遠鏡を用いた, 木星成層圏微量分子のサブミリ波帯分光観測の初期成果 飯野孝浩(東京農工大)
- P1-03 Venus GCMへの金星硫酸雲生成・消失と大気化学過程の導入(1) 伊藤一成(東北大)
- P1-04 ビリカ望遠鏡およびVMC/VEXを用いた紫外撮像による金星スーパーローテーション周期とその時間発展の観測 今井正亮(北大)
- P1-05 短周期地球型惑星の大気構造と放射スペクトル 伊藤祐一(東大)
- P1-06 マグマオーシャンに覆われた惑星の光度進化曲線とその検出可能性 濱野景子(東大)
- P1-07 地球型惑星が持つ水量と表層環境: 海惑星における炭素循環 中山陽史(東大)
- P1-08 ホットネプチューンの水素ヘリウム大気量推定における内部組成分布の影響 黒崎健二(東大)
- P1-09 講演キャンセル
- P1-10 巨大ガス惑星の熱進化: 重元素分布の不均質性と二重拡散対流の影響について 黒川宏之(名大)
- P1-11 巨大惑星による原始惑星系円盤ギャップの形成: ギャップ構造と密度波の減衰 金川和弘(北大)
- P1-12 内縁進化を考慮した原始惑星系円盤の粘性進化 今枝佑輔(東工大)
- P1-13 ずれ境界条件を導入した高次精度MHDシミュレーションコードの開発と磁気回転不安定性の非線形発展に関する計算機実験 平井研一郎(東北大)
- P1-14 原始惑星系円盤における有機物粒子の時空間変化 沼田実穂(東大)
- P1-15 原始惑星系円盤における氷氷の吸収帯に表れる光脱離反応の効果 高附翔馬(東工大)
- P1-16 モノマーサイズ分布のあるダストアグリゲイトの衝突とイジェクタ量 和田浩二(千葉工大)
- P1-17 層流円盤におけるダストの沈殿成長過程で生じるレイリー・テイラー不安定性 石津尚喜(国立天文台)
- P1-18 周惑星粒子円盤の進化と衛星系の多様性 兵頭龍樹(神戸大)
- P1-19 捕獲された微惑星の周惑星円盤内での分布 末次竜(神戸大)
- P1-20 分子雲に埋もれた星団および散開星団における惑星の生存率 堀安範(UCSC)
- P1-21 巨大衝突での衝突に伴う原始惑星の離心率減衰 松本侑士(国立天文台)
- P1-22 木星摂動によるSERRA潮汐分裂仮説とメント



- ル分裂片地球衝突による月形成のメカニズム  
種子彰(SEED SCIENCE Labo.)
- P1-23 空間量子赤方偏移仮説と新定常宇宙論  
種子彰(SEED SCIENCE Labo.)
- P1-24 粒子線照射による種々の組成の模擬星間物質からのアミノ酸前駆体生成 松田知之(横浜国大)
- P1-25 星間有機物の亜臨界・超臨界水中における水質変成過程 松原康浩(京教大)
- P1-26 氷衛星における生命構成物質の重合反応  
木村淳(東工大)
- P1-27 はやぶさ2搭載近赤外分光計NIRS3のフライトモデル性能 岩田隆浩(JAXA)
- P1-28 はやぶさ2搭載中間赤外カメラによる隕石の測定 荒井武彦(JAXA)
- P1-29 はやぶさ2搭載小型ランダMASCOTの観測計画 岡田達明(JAXA)
- P1-30 はやぶさ2レーザ高度計による小惑星周辺ダスト検出の試み 押上祥子(国立天文台)
- P1-31 はやぶさ2におけるStructure-from-Motion法による小惑星形状推定手法の適用性の検討  
平田成(会津大)
- P1-32 1999 JU3の衝突確率とクレーター年代学関数の構築 安藤滉祐(名大)
- P1-33 アグリゲート型イトカワ粒子の三次元構造解析  
矢田達(JAXA)
- P1-34 火星隕石Tissintに含まれる硫化鉄中の鉛同位体不均質 森脇涼太(東工大)
- P1-35 加熱実験生成物の鉱物学的・酸素同位体的変化に基づく加熱脱水炭素質隕石形成過程への示唆  
中藤亜衣子(JAXA)
- P1-36 CM炭素質コンドライトの岩石学的特徴に基づいたC型小惑星の水質変成による物質進化過程  
仲田愛里(東北大)
- P1-37 コンドリュールの強度とコンドライトの圧縮過程に関する実験的研究 紫垣沙央(神戸大)
- P1-38 浮遊法による全溶融した放射状輝石コンドライトの再現実験 野村逸郎(東北大)
- P1-39 アンデ隕石中コンドライトの3次元外形と内部組織の分析 中本泰史(東工大)
- P2-01 「かぐや」等最新データを基にした新しい月地質図作成プロジェクト 大竹真紀子(JAXA)
- P2-02 月表層誘電率の全球分布 熊本篤志(東北大)
- P2-03 かぐやレーダーサウンダー観測データに基づいた雨の海の地下構造の研究 石山謙(東北大)
- P2-04 ポシドニウスクレータの構造と地質解釈  
石原吉明(JAXA)
- P2-05 月面swirl地域における主要鉱物分布と風化過程への制約～Mare Ingenii地域を中心に～  
小川佳子(会津大)
- P2-06 かぐやMIデータを用いた光学関数の再考  
小林直樹(JAXA)
- P2-07 月の初期における膨張過程と火成活動  
澤田なつ季(名大)
- P2-08 20億年前に発生したスーパーブルームに伴う月面地形の変形 加藤伸祐(名大)
- P2-09 月の衝突盆地の放出物厚モデルにもとづくメガレゴリス厚分布 諸田智克(名大)
- P2-10 GRAIL衛星重力データを用いた月の地殻形成過程についての考察 山本圭香(JAXA)
- P2-11 高圧での月の高Ti玄武岩の熔融関係  
五十嵐愛子(東北大)
- P2-12 高圧下における月マグマの粘度  
鈴木昭夫(東北大)
- P2-13 アポロ月震計による走時データと最新の測月データから推定される月深部構造  
松本晃治(国立天文台)
- P2-14 月面クレーターから見た過去10億年の天体衝突史 加藤麻美(名大)
- P2-15 月と水星のクレーター空間分布の定量的解析  
伊東里保(会津大)
- P2-16 衝突実験に基づいたクレーター周辺のバルク密度と誘電率の測定 石山謙(東北大)
- P2-17 石膏の衝突破壊強度に対する複数回衝突の影響  
保井みなみ(神戸大)
- P2-18 チェリアビンスク隕石大気突入の数値シミュレーション 高田淑子(宮教大)
- P2-19 C型小惑星表面物質を模擬した有機物混合試料の光散乱測定 藤原彩香(会津大)
- P2-20 小惑星のラフ表面モデルと温度場に対する影響の評価 滝田隼(東大)
- P2-21 小惑星ベスタの熱進化の数値シミュレーション

ポスターセッション 2 : 2日目 (9/25)

12:30-13:30

野上竜彦(名大)

P2-22 **Sub-km サイズ地球近傍小惑星 2011 XA<sub>3</sub> の高速自転 II**

浦川聖太郎(美星スペースガードセンター)

P2-23 **すばる望遠鏡によるメインベルト小惑星のライトカーブ観測** 吉田二美(国立天文台)

P2-24 **木星トロヤ群小惑星の軌道安定性について** 岡山博明(神戸大)

P2-25 **オールト雲起源新彗星の力学進化** 伊藤孝士(国立天文台)

P2-26 **オールト雲の構造の進化と寿命** 樋口有理可(東工大)

P2-27 **土星リング中での小粒子の重力集積による小衛星形成** 安井佑貴(神戸大)

P2-28 **土星 A リングの太陽春分における不完全冷却とそこから推察されるリング粒子の内部構造** 森島龍司(カリフォルニア大)

P2-29 **「あかり」遠赤外線拡散光全天マップに見られる黄道光微細構造** 大坪貴文(東大)

P2-30 **JUICE-JAPAN WG 木星氷衛星探査計画 – JUICE-GALA レーザ高度計 –** 並木則行(国立天文台)

P2-31 **JUICE 搭載多バンド分光カメラ「JANUS」ミッション** 春山純一(JAXA)

P2-32 **将来の惑星探査に向けた小型放射線分光装置の提案** 長岡央(早稲田大)

P2-33 **イオンビームによる月面反射鏡の精密加工に関する研究** 相原寛樹(千葉工大)

P2-34 **月面コーナーキューブミラーの製造及び高精度角度測定方法の検討** 鹿島伸悟(国立天文台)

P2-35 **地上局用広帯域・広域受信機システムの開発** 菊池冬彦(国立天文台)

P2-36 **イプシロンロケットを用いた月探査の課題** 村上英記(高知大)

P2-37 **火星探査における K-Ar 年代測定対象試料の検討** 三浦弥生(東大)

P2-38 **K-Ar 年代その場計測法の開発: アイソクロンデータの詳細解析** 長勇一郎(立教大)

P2-39 **K-Ar 年代測定のための, 真空紫外 LI BS を用いた Ar イオン輝線検出実験** 芝崎和夫(立教大)

P2-40 **固体天体の内部構造探査に向けた岩石の比誘電率の計測** 小熊みどり(東大)

註)

1) プログラムの詳細は日本惑星科学会のホームページに記載されております。下記アドレスをご参照下さい。

[https://www.wakusei.jp/meetings/fall\\_meeting/2014/program.html](https://www.wakusei.jp/meetings/fall_meeting/2014/program.html)

2) プログラムに関するお問い合わせは、秋季講演会 LOC(下記メールアドレス)へお願いします。

[aloc@wakusei.jp](mailto:aloc@wakusei.jp)

# Whiteboard

## 「宇宙科学奨励賞」候補者推薦依頼

公益財団法人宇宙科学振興会

公益財団法人宇宙科学振興会では、宇宙科学分野で優れた研究業績を挙げ、宇宙科学の発展に寄与した若手研究者を顕彰し、宇宙科学奨励賞を授与いたします。ここに2014年度の第7回宇宙科学奨励賞候補者のご推薦を募集いたします。推薦要綱の詳細は当財団のホームページ(<http://www.spss.or.jp>)に掲示しておりますが、当奨励賞の概要は以下の通りです。皆様の周りで優れた業績を挙げ将来の活躍が期待される若手研究者をご存知の際には、是非ともご推薦いただきますようお願い申し上げます。

- 表彰の趣旨**：宇宙理学(地上観測を除く)分野及び宇宙工学分野で独創的な研究を行い、宇宙科学の進展に寄与する優れた研究業績をあげた若手研究者個人を顕彰する。
- 授与機関**：公益財団法人 宇宙科学振興会
- 候補者**：上記分野で優れた業績をあげた当該年度の4月1日現在37歳以下の若手研究者個人。候補者の推薦は他薦に限る。
- 業績の審査**：業績の審査は、推薦理由となる研究業績に関連して発表された論文に基づいて、当財団が設置する選考委員会において行う。
- 賞の内容**：授賞は原則として毎年宇宙理学関係1名、宇宙工学関係1名とする(ただし適格者のいない場合は受賞者なしとする場合がある)。受賞者には本賞(賞状と表彰楯)および副賞(賞金30万円)が贈られる。
- 推薦締切日**：2014年10月31日(金)必着。
- 表彰式**：選考結果は2015年1月に推薦者と受賞者に通知するとともに、当財団ホームページにおいて発表する。その後2015年3月に表彰式を行い、受賞者には受賞対象となった研究に関する講演をして頂く。

なお、推薦の手続きの詳細については財団のホームページ(<http://www.spss.or.jp>)をご覧ください。推薦書式をダウンロードして必要事項を記載の上、(1)候補者の略歴、(2)論文リスト、および(3)推薦の対象となる論文の別刷等必要書類を添付の上、電子メールにてご投稿下さい。

●**お問い合わせ先および推薦書送付先**：

〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1

公益財団法人宇宙科学振興会 事務局

TEL：042-751-1126

FAX：042-751-2165

E-mail：admin@spss.or.jp

## JSPS Information

- ◇日本惑星科学会第106回運営委員会議事録
- ◇日本惑星科学会第41回総会議事録
- ◇日本惑星科学会第107回運営委員会議事録
- ◇日本惑星科学会賛助会員名簿
- ◇日本惑星科学会主催・共催・協賛・後援の研究会情報

### ◇日本惑星科学会第106回運営委員会議事録

日 時：2014年 4月28日(月) 18：30-20：40

場 所：日本地球惑星科学連合2014年大会会場422号室

(横浜市西区みなとみらい1-1-1 パシフィコ横浜 会議センター)

運営委員：

(出席者)18名

田近 英一, 渡邊 誠一郎, 倉本 圭, 中村 昭子, 荒川 政彦, 林 祥介, 生駒 大洋, 並木 則行, 井田 茂, 千秋 博紀, はしもと じょーじ, 平田 成, 荒井 朋子, 佐々木 晶, 城野 信一, 小林 直樹, 中本 泰史, 杉田 精司

(欠席者) 5名

(委任状有) 渡部 潤一, 永原 裕子, 小久保 英一郎, 橘 省吾

(委任状無) 藤本 正樹

オブザーバー：

山田 耕(連合大会プログラム委員)

木村 勇気(2014年秋季講演会LOC)

議 題：

#### 1. 会計第12期上期決算

荒井財務専門委員長よりおおむね予算通り執行したとの報告がなされた。自然災害に伴う会費免除の申請者はなし。寄付金10万円があり最優秀発表賞の賞金に充てた。収入増の大きなものは、滞納会員費の納入(40万円増)、支出減の主なもの、遊星人のページ数減少に伴うもの(11万円減)、学会費原稿起こし費(未使用10万円)、秋季講演会事業費(20万円減)など。会費納入のクレジット決算で2回ボタンを押した2名分2万円が前受金となっている。

#### 2. 会計第12期下期予算執行状況報告

荒井財務専門委員長より会計第12期下期予算執行状況が報告された。

Q. 消費税増税の影響は、

A. 今年度に関しては問題ないが、来年度以降は考慮していかなければならない。

#### 3. 財務専門委員の追加

並木則行会員が財務専門委員に選出され、承認された。

#### 4. 第12期上期活動報告ならびに第12期下期活動計画

平田総務専門委員長より活動報告書と計画書について説明がなされた。

月惑星探査育英会月惑星探査データ解析実習会が会計年度終了の後に開催されたことに関して議論が行われた。今回は特例として認め、今後は、各種事業は会計年度内に行うこととする。12月までに行われなかった場合は未開催とし、翌年2回申請を行う等の処理をする。

#### 5. 入退会状況について

平田総務専門委員長より入退会状況について報告がなされた。

#### 6. 学会賞選考委員の入れ替え

平田総務専門委員長より学会賞選考委員会委員の交代について説明がなされ、承認された。継続する委員は、佐伯和人会員(委員長)、小林浩会員(幹事)、杉田精司会員、和田浩二会員。新任の委員は、中村昭子会員、竹内拓会員、竹広真一会員、三河内岳会員。

#### 7. その他総務からの案件

平田総務専門委員長より、第41回総会の議長として山本聡会員、書記として上相真之会員が推薦され、了承された。

#### 8. 遊星人の発行状況

はしもと編集専門委員長より遊星人はつつがなく発行されている旨、報告がなされた。遊星人に他雑誌との二重投稿があり、論文投稿の際に、引用を括弧書きにしたか等の項目にチェックをつけてから投稿するシステムの導入を考えている。

#### 9. 2013年度最優秀研究者賞について

林2013年度学会賞選考委員長より2013年最優秀研究者賞に4名の応募があり、受賞者として奥住聡会員を推薦することが報告された。審査過程と推薦理由の概要が説明され、異議なく承認された。最優秀研究者賞の副賞の金額について議論がなされ、今後1万円以内と決定。

#### 10. 連合関係

永原委員の代理で田近会長から報告がなされた。2014年度日本地球惑星科学連合フェローとして、元会員を含めて惑星科学会員から12名が選出されたことの報告がなされた。中澤清会員が受賞辞退。5月1日に授賞式が行われる。

日本地球惑星科学連合のジャーナルProgress in Earth and Planetary Scienceに関して、宇宙科学セッションの編集長をしている倉本委員より、第1号発行があったと報告された。多数の投稿をお願いしたい。招待論文なら投稿料が無料となる。レビューペーパーを多く期待している。英文校閲機能もあるのでぜひ活用を。来年度以降の連合大会はまた幕張に戻る。パシフィコ横浜はゴールデンウィーク中しか空いてないため。

#### 11. 秋季講演会予稿集について

中村行事部長より、秋季講演会予稿集がPDF化される件に関し、Web上での保持期限の設定提案がなされた。NIIに掲載されたときに学会サーバーからは消去することとなった。

2016年秋季講演会は岡山大学をLOCとして行われる。はしもと運営委員から状況説明がなされた。会場はまだ検討中。会員数の少ないLOCの際、www-adminをどうするかは今後検討する。

#### 12. 2014年秋季講演会・学会賞実施案等

木村2014年秋季講演会組織委員より、進捗状況と各種日程、会場、収支見込について説明がなされた。会期は2014年9月24日(水) - 26日(金)。東北大学片平さくらホールで開催。1Fがポスター会場、2Fが講演会会場。25日(木)に最優秀研究者賞特別講演および懇親会を行う。懇親会はさくらホール1F。予稿集はPDF化され、事前に学会サーバーで公開。当日参加者分として受付でコピー用のCD-RおよびCDドライブを用意する。会場のネットワークの申請を予定している。学部生、修士1年生の参加料は無料とする。学会が9月であるため、申し込みなどの各種締め切りが早めの設定となっている点に関し、運営委員会から可能な範囲で遅くして

ほしいとの要望がなされた。発表賞のポスター発表時間をしっかり確保するよう要望があった。

### 13. 2015年秋季講演会について

井田2015年秋季講演会組織委員長より報告がなされた。3月完成予定の東京工業大学ELSI新棟レクチャーホールで開催。机なしで200名ほど収容可。会期は10月とする方向となった。

### 14. 連合大会プログラム委員からの報告

山田連合大会プログラム委員より、来年度のプログラム委員として、納田明達会員(正)と大宮正士会員(副)が推薦され、異議なく承認された。また、来年度の惑星科学セッションコンビーナとして黒澤耕介会員(正)と濱野景子会員(副)が選出されたとの報告がなされた。(本記載内容の一部は運営委員会後に行われた書面による報告事項も含む。)

### 15. 学会における小惑星探査の検討状況について

荒川将来計画専門委員長より、継続的小惑星探査実現のためのアクションプランの立案と実行のための活動の報告がなされた。宇宙研と同調して活動し、イプシロン3号機のサイエンス充実のために協力し、増強イプシロンへの要望をしていく。

渡邊委員から宇宙科学・探査ロードマップと各分野の将来計画、国際宇宙探査フォーラムの会合等の報告がなされた。

### 16. 「来る10年」検討状況の報告

並木将来探査検討グループ長より、ミッションコンセプトの検討状況、「来る10年」のまとめ方針、今後のスケジュールについて報告がなされた。

### 17. イプシロン搭載宇宙科学ミッションへの提案中月ペネトレーターミッション

小林委員から、理学から提案中のペネトレーターを使うAPPROACHの概要について説明がなされた。6月2日までに提案書の改訂を提出する。サイエンスの定量化と論理化にご協力を。

### 18. その他

特になし。

## ◇日本惑星科学会第41回総会議事録

日 時：4月29日(月) 13:00-14:00

場 所：日本地球惑星科学連合2014年大会会場 416号室

神奈川県横浜市西区みなとみらい1-1-1 パシフィコ横浜 会議センター

正 会 員：627

定 足 数：63

参加人数：64(議事2時点)、72(議事3.1時点)、71(議事3.2時点)

委 任 状：128通(議長 125, 田近英一会長 1, 渡邊誠一郎会員 1, 林祥介会員 1, 佐々木晶会員 1(欠席のため無効))

### 1. 開会宣言

平田総務専門委員長が開会を宣言。

### 2. 議長団選出

運営委員会からの推薦で議長に山本聡会員、書記に上相真之会員が選出された。

### 3. 議 事

#### 3.1. 第2期上期(2013年度)活動報告

- ・基調報告(田近会長)
 

2013年度の連合大会と秋期講演会の概要、学会員数の現状、学会誌発行状況、最優秀発表賞(成田会員)・研究者賞(片岡会員)、フロンティアセミナーの開催、等の説明がなされた。また、平成26年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞及び若手科学者賞に諸田会員が推薦され、受賞したことが報告された。
- ・会計報告(荒井財務専門委員長)
 

おおむね予算通りの執行であったことが報告された。

収入について、滞納分の支払い、寄付金があったことが報告された。

支出について、学会誌、秋期講演会費等の支出減、研究者賞の移管、来年度への繰越額が増額したこと、賃借の現状等が報告された。
- ・会計監査報告(松田・関谷会計監事(代理：山本議長))
 

収支決済に誤りの無いことが確認された事が報告された。
- ・2013年度最優秀研究者受賞者発表(林学会賞選考委員長)
 

奥住聡会員が受賞されたことが報告された。
- ・各種専門委員会からの報告
 

荒川将来計画専門委員長から、イプシロンロケットを用いた小型惑星探査の検討等について現状報告が行われた。
- ・採択
 

第12期上期活動報告の採択が行われ、賛成: 72, 反対: 0, 保留: 0により採択された。

### 3.2. 第12期下期(2014年度)活動方針

- ・基本方針(田近会長)
 

秋期講演会の開催、遊星人の発行、月惑星探査来る10年の検討活動、フロンティアセミナー 2014 (9/2-5, 北海道, 当日配布資料では誤記のため修正)の開催、日本地球惑星科学連合2014年大会の開催、欧文学会誌EPSの発行、最優秀発表賞の受付、最優秀研究者賞の募集などが説明された。
- ・各種専門委員会活動方針
 

なし
- ・質疑応答
 

出村会員から日本学術会議がとりまとめる大型計画について、惑星科学会倉本会員のコンソーシアムの提案が採択されたことについて、今後の展開について質問があった。田近会長からその意義、今後について説明があった。
- ・採択
 

第12期下期活動方針の採択が行われ、賛成: 71, 反対: 0, 保留: 0により採択された。

## 4. 報告事項

### 4.1. 2014年秋季講演会について(中村2014年秋季講演会組織委員長)

会期(9/24-26)、一般講演の内容および講演者、総会・懇親会、会場やその周辺の内容、講演受付日程、予稿集の冊子の発行をしないこと、会費、LOC体制、などについて説明がなされた。

### 4.2. その他

田近会長から、日本地球惑星科学連合フェローへの選出について報告があった。日本惑星科学会関係者としては、現会員として阿部豊、荒牧重雄、小嶋稔、川口淳一郎、中澤清(ただし受賞は辞退)、西田篤弘、丸山茂徳、水谷仁の各氏、元会員として河野長、本藏義守、松井孝典、松本紘の各氏が選出されている。

## 5. 議長団解任

## 6. 閉会宣言

## ◇日本惑星科学会第107回運営委員会議事録

期 間：2014年7月15日(火)～7月22日(火)

議 題：財務専門委員の新任の承認

運営委員会委員：

出席者 23名

田近 英一, 渡邊 誠一郎, 倉本 圭, 中村 昭子, 荒川 政彦, 林 祥介, 生駒 大洋, 渡部 潤一, 並木 則行,  
永原 裕子, 井田 茂, 千秋 博紀, はしもと じょーじ, 平田 成, 荒井 朋子, 小久保 英一郎, 藤本 正樹,  
橘 省吾, 佐々木 晶, 城野 信一, 小林 直樹, 中本 泰史, 杉田 精司

成立条件：期間内に議決返信のあった者を委員会出席とみなす

議決方法：上記期間内にemailにより投票

**議 題**。財務専門委員の新任の承認をお願いしたい

竹広 真一(京大)

議題は賛成多数で承認された(可22, 棄権1)。

なお、これに伴って現財務専門委員の並木則行(国立天文台)は退任とする。

## ◇日本惑星科学会賛助会員名簿

2014年9月25日までに、賛助会員として本学会にご協力下さった団体は以下の通りです。社名等を掲載し、敬意と感謝の意を表します。(五十音順)

- ・アメテック株式会社カメカ事業部
- ・株式会社五藤光学研究所
- ・有限会社テラバブ
- ・株式会社ニュートンプレス
- ・フジカット有限会社



## ◇日本惑星科学会主催・共催・協賛・後援の研究会情報

(a)場所, (b)主催者, (c)ウェブページ/連絡先など.

転記ミス, 原稿作成後に変更等があるかもしれません. 各自でご確認ください.

---

### 2014/09

---

#### 9/24-9/26 日本惑星科学会 秋季講演会

(a)東北大学 片平キャンパス さくらホール, 宮城県仙台市

(b)日本惑星科学会

(c)<https://www.wakusei.jp/meetings/fallmeeting/>

---

### 2014/11

---

#### 11/12-11/14 第42回可視化情報シンポジウム

(a)長崎ブリックホール, 長崎県長崎市

(b)日本航空宇宙学会(日本惑星科学会共催)

(c)<http://www2.nict.go.jp/wireless/spacelab/preciseorbittech/ukaren58/index.html>

#### 11/22-11/24 第55回高圧討論会

(a)徳島大学 常三島キャンパス, 徳島県徳島市

(b)日本高圧力学会(日本惑星科学会協賛)

(c)<http://www.highpressure.jp/new/55forum/>

## 編集後記

昨年9月号でも同じことを書きましたが、この原稿を執筆している8月上旬の名古屋は茹だるような暑さで気を失いそうです。みなさんが本号を手している頃には過ごしやすくなっているとは思いますが、それまで意識を保っていられるか自信がありません。

さて、ESAの彗星探査機Rosettaがとうとうチュリユモフ・ゲラシメンコ彗星に到着しました。一ヶ月程前から徐々に接近する彗星の画像が公開されてきており、彗星の特異?な形状が話題になっています。特に近接画像では表面の地形や模様が更に鮮明に写し出さ

れており、その壮大な外観には強烈な印象を受けました。まさに太陽系46億年の神秘である。

我々は「はやぶさ2」の今年度の打上げを目指しています。実際の探査においては運用計画や解析計画を最適なものにするために事前に探査天体である1999JU3の形状や構造、組成などを想定して考える必要があります。では実際に1999JU3はどんな天体なのでしょう? 私は運用計画を立てながらも、それらが考え直さないといけないくらいに我々の想像をはるかに超える興味深い天体であってほしいと望んでいます。(諸田)

### 編集委員

はしもと じょーじ [編集長]

諸田 智克 [編集幹事]

生駒 大洋, 上根 真之, 岡崎 隆司, 奥地 拓生, 木村 勇氣, 倉本 圭, 小久保 英一郎, 白石 浩章,

杉山 耕一郎, 関口 朋彦, 田中 秀和, 谷川 享行, 成田 憲保, 本田 親寿, 三浦 均, 山本 聡,

渡部 潤一, 渡部 直樹, 和田 浩二

2014年9月25日発行

### 日本惑星科学会誌 遊・星・人 第23巻 第3号

定 価 一部 1,750円(送料含む)

編集人 はしもと じょーじ(日本惑星科学会編集専門委員会委員長)

印刷所 〒501-0476 岐阜県本巣市海老A&A日本印刷株式会社

発行所 〒105-0012 東京都港区芝大門2-1-16 芝大門MFビルB1階

株式会社イーサイド登録センター内 日本惑星科学会

e-mail : staff@wakusei.jp

TEL : 03-6435-8789 / FAX : 03-6435-8790

(連絡はできる限り電子メールをお使いいただきますようご協力お願いいたします)

本誌に掲載された寄稿等の著作権は日本惑星科学会が所有しています。

複写される方へ

本誌に掲載された著作物を個人的な使用の目的以外で複写したい方は、著作権者から複写等の行使の依託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル 学術著作権協会

TEL : 03-3475-5618 / FAX : 03-3475-5619

e-mail : kammori@msh.biglobe.ne.jp

著作物の転載・翻訳のような複写以外の許諾は、直接日本惑星科学会へご連絡下さい。