

大学共同利用機関法人 自然科学研究機構

アストロバイオロジーセンター年次報告

第1冊 2015-2017 年度

目次

はじめに

- 1 組織
- 2 各プロジェクト室の研究成果・活動状況
- 3 研究ハイライト
- 4 研究連携
- 5 成果文献リスト
- 6 財務
- 7 研究助成事業
- 8 大学院教育
- 9 公開事業
- 10 海外渡航
- 11 年間記録

はじめに

アストロバイオロジーとは、宇宙を舞台として生命を宿せる場やその存在を探索し、地球上だけにとらわれることなく生命の起源や進化を議論する新しい学問です。天文学、惑星科学、生物学、生命化学、地球科学、工学など非常に多岐にわたる学際的学問と言えます。

太陽系の外に存在する惑星（系外惑星）の探索が過去20年間に著しく進展したことを受け、宇宙に無数に存在する系外惑星という「新世界」における生命を科学的に議論できる土壌が過去10年で急激に熟成しています。実際、数千個もの系外惑星が既に発見・確認されており、最新のケプラー衛星のデータからは太陽型恒星のまわりにおける生命の存在が可能なハビタブルゾーンにある惑星の存在率は約10%にもなると推定されています。この状況はまさに、アストロバイオロジーの本格的な幕開けの時代が来たと言えるでしょう。



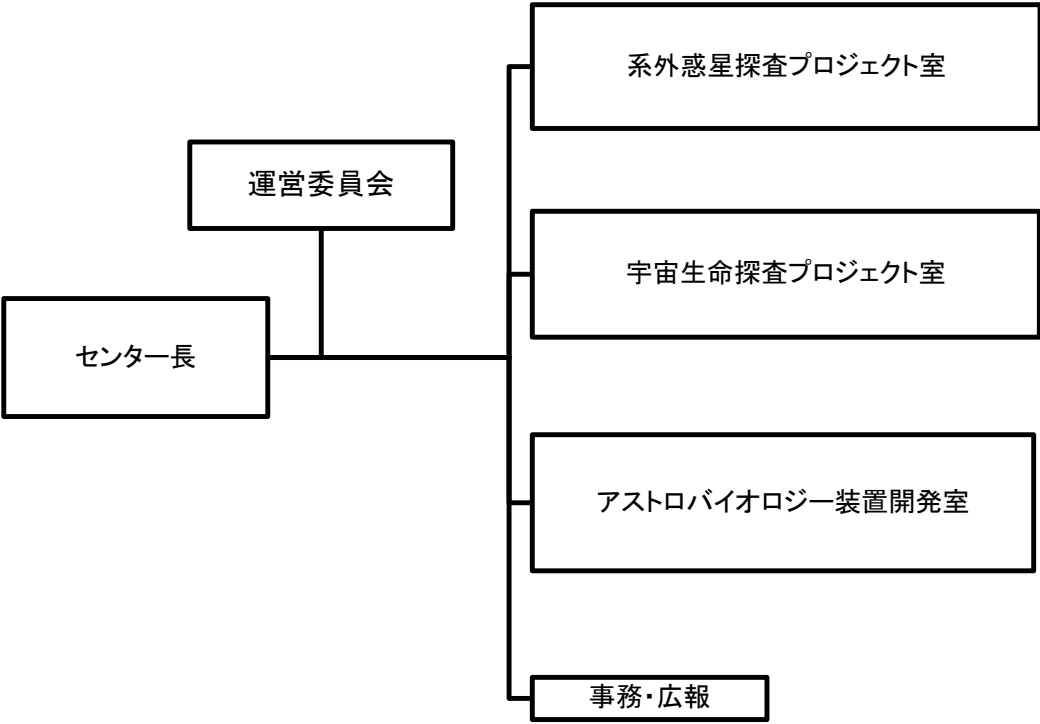
このような背景を受けて、自然科学研究機構では、系外惑星の研究を柱としたアストロバイオロジーの展開を目指した新機関「アストロバイオロジーセンター」を2015年4月に設立致しました。当センターは、系外惑星探索プロジェクト室、宇宙生命探索プロジェクト室、アストロバイオロジー装置開発室の3つのプロジェクト室から構成されています。

国内におけるこれまでの系外惑星の研究の発展をさらに展開するためにも、当センターは不可欠な役割を果たします。すばる望遠鏡におけるSEEDSプロジェクトにより「第二の木星」や多数の「惑星形成現場」を直接に撮影することに成功したことは、将来のTMT30メートル望遠鏡において、同様の手法で地球型惑星の撮像・分光に迫るための基幹的技術の実証になりました。また、ケプラー衛星でも未解明である、我々のごく近くにある軽い恒星（太陽のような星とは違う環境）での第二の地球探しを、高精度赤外線分光器IRDを用いてすばる望遠鏡で始める計画やTESS衛星のフォローアップ観測も進んでいます。そのような異環境における生命はどんなものなのでしょうか？ 興味は尽きません。

アストロバイオロジーセンター長 田村 元秀

1. 組織

1-1 アストロバイオロジーセンター組織図



1-2 職員数・研究組織・運営委員

平成 27 年度:

(平成28年3月31日現在)

常勤職員	センター長		1
	理事		1
	研究教育職員		2(2)
	[内訳(併任)]	助教	2(2)
	年俸制職員		5(1)
	[内訳(併任)]	特命教授(外国人)	1
		特任准教授	0
		特任助教	3
		特任研究員	0(1)
		特任専門員	1
非常勤職員	短時間契約職員		2

・幹部職員

理事	観山 正見	
センター長	田村 元秀	(本務先: 東京大学)

・系外惑星探査プロジェクト室

室長・教授	田村 元秀	(本務先: 東京大学)
助教	中島 紀	(本務先: 国立天文台)
助教	小谷 隆行	
特任助教	成田 憲保	
特任助教	堀 安範	

・アストロバイオロジー装置開発室

室長・助教	周藤 浩士	
特命教授	GUYON, Olivier	(本務先: アリゾナ大学)
助教	西川 淳	(本務先: 国立天文台)
特任助教	橋本 淳	
特任研究員	大宮 正士	(本務先: 国立天文台)

・広報/事務/総務

特任専門員	日下部 展彦
事務支援員	宮前 美和子
事務支援員	私市 摩美

平成 28 年度:

(平成29年3月31日現在)

常勤職員	センター長		1
	理事		1
	研究教育職員		3(1)
	[内訳(併任)]	助教	3(1)
	年俸制職員		8(2)
	[内訳(併任)]	特命教授(外国人)	2
		特任准教授	1
		特任助教	2

		特任研究員	1(2)
		特任専門員	2
非常勤職員	短時間契約職員		2

・幹部職員

理事	林 正彦	
センター長	田村 元秀	(本務先: 東京大学)

・系外惑星探査プロジェクト室

室長・教授	田村 元秀	(本務先: 東京大学)
助教	中島 紀	
助教	小谷 隆行	
特任助教	堀 安範	
特任研究員	小西 美穂子	(本務先: 国立天文台)

・系外生命プロジェクト室

室長・特任准教授	滝澤 謙二	
特命教授	MEADOWS, Victoria	(本務先: ワシントン大学/NASA)

・アストロバイオロジー装置開発室

室長・助教	周藤 浩士	
特命教授	GUYON, Olivier	(本務先: アリゾナ大学)
助教	西川 淳	(本務先: 国立天文台)
特任助教	橋本 淳	
特任研究員	大宮 正士	(本務先: 国立天文台)
特任研究員	葛原 昌幸	

・広報/事務/総務

特任専門員	日下部 展彦
特任専門員	松島 美佐子
事務支援員	片岡 幸枝
事務支援員	関 真理子

平成 29 年度:

(平成30年3月31日現在)

常勤職員	センター長		1
	理事		1
	研究教育職員		3(1)
	[内訳(併任)]	助教	3(1)
	年俸制職員		12
	[内訳(併任)]	特命教授(外国人)	2
		特任准教授	1
		特任助教	2
		特任研究員	5
		特任専門員	2
非常勤職員	短時間契約職員		5

・幹部職員

理事	林 正彦	
センター長	田村 元秀	(本務先: 東京大学)

・系外惑星探査プロジェクト室

室長・教授	田村 元秀
助教	中島 紀
助教	小谷 隆行
特任助教	堀 安範
特任研究員	小西 美穂子

・系外生命プロジェクト室

室長・特任准教授	滝澤 謙二
特命教授	MEADOWS, Victoria (本務先: ワシントン大学/NASA)
特任研究員	小松 勇
特任研究員	鈴木 大輝

・アストロバイオロジー装置開発室

室長・助教	周藤 浩士
特命教授	GUYON, Olivier (本務先: アリゾナ大学)

助教

西川 淳

(本務先:国立天文台)

特任助教

橋本 淳

特任研究員

大宮 正士

特任研究員

葛原 昌幸

・広報/事務/総務

特任専門員

日下部 展彦

特任専門員

松島 美佐子

事務支援員

片岡 幸枝

事務支援員

勝原 和英

事務支援員

市野 更織

1-3 運営委員会構成員

平成27年度 11名

観山 正見	理事
田村 元秀	センター長・東京大学大学院理学系研究科／国立天文台 教授
井田 茂	東京工業大学地球生命研究所 教授
小林 憲正	横浜国立大学大学院工学研究院 教授
高井 研	海洋研究開発機構 プログラムディレクター
田近 英一	東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授
山岸 明彦	東京薬科大学生命科学部 教授
吉田 哲也	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 教授
長沼 毅	広島大学大学院生物圏科学研究科 教授
大石 雅寿	国立天文台 准教授
長谷部 光泰	基礎生物学研究所 教授

平成28年度 12名

林 正彦	理事
田村 元秀	センター長・東京大学大学院理学系研究科／国立天文台 教授
観山 正見	広島大学学長室特命教授
井田 茂	東京工業大学地球生命研究所 教授
小林 憲正	横浜国立大学大学院工学研究院 教授
高井 研	海洋研究開発機構 プログラムディレクター
田近 英一	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学 教授
山岸 明彦	東京薬科大学生命科学部 教授
吉田 哲也	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 教授
長沼 毅	広島大学大学院生物圏科学研究科 教授
大石 雅寿	国立天文台 准教授
長谷部 光泰	基礎生物学研究所 教授

平成29年度 11名

林 正彦	理事
田村 元秀	センター長・東京大学大学院理学系研究科／国立天文台 教授
観山 正見	広島大学学長室特命教授
井田 茂	東京工業大学地球生命研究所 教授
小林 憲正	横浜国立大学大学院工学研究院 教授
高井 研	海洋研究開発機構 プログラムディレクター

田近 英一	東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学 教授
山岸 明彦	東京薬科大学生命科学部 教授
吉田 哲也	宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 教授
大石 雅寿	国立天文台 准教授
皆川 純	基礎生物学研究所 教授

2. 活動状況

平成 27 年 4 月に組織再編(「宇宙における生命」研究分野の発展的改組)により、機構直轄の国際的共同研究拠点として、アストロバイオロジーセンターが設置された。同センターは、TMTなどの次世代超大型望遠鏡の完成・運用開始を見据え、宇宙に生命の存在確認を目指す「アストロバイオロジー」を重点推進することをミッションとしている。海外の大学・研究機関から研究者を招致するとともに、基礎生物学研究所をはじめとする機構内の関係機関及び大学等と連携し、国際的且つ先端的な共同利用・共同研究を推進している。2015 年 11 月には開所式を執り行った。

平成 27 年度は、系外惑星探査プロジェクト室とアストロバイオロジー装置開発室の2つのプロジェクト室から成る構成で開始した。2016 年度からは、宇宙生命探査プロジェクト室を立ち上げ、3室体制で研究・開発を推進している。当センターの2015 年度～2017 年度の活動概要は以下のとおりである。

a) 系外惑星探査プロジェクト室

すばる望遠鏡などを用いた系外惑星直接観測を推進すると共に、そのための観測装置の保守・運用を行っている。また、アルマ望遠鏡を用いた惑星誕生現場の観測も推進している。これらの観測の結果、多数の欧文査読論文を出版した。また、系外惑星およびアストロバイオロジーの日本語教科書を出版し、国内外の研究会での成果発表を行なった。さらに、次世代補償光学の調整・試験に関する成果を出版した。

b) アストロバイオロジー装置開発室

すばる望遠鏡のためのハビタブル地球型惑星探査装置 IRD の開発を推進し、2017 年にファーストライトを迎えた。また、超補償光学装置 SCExAO や系外惑星観測装置(MuSCAT、MuSCAT2、CHARIS)の開発・保守・運用も進めた。

系外惑星探査プロジェクト室と共に、IRD によるサイエンスを検討するワークショップ、および、次世代系外惑星探査衛星 TESS によるサイエンスを検討するワークショップを共に 2015 年 11 月に開催した。

さらに、すばる望遠鏡用超補償光学装置 SCExAO を拡張することによる TMT のための系外惑星直接撮像分光装置の開発案について議論した。

c) 宇宙生命探査プロジェクト室

今後太陽系外惑星探査において注目されている赤色矮星周りのハビタブルゾーンにある地球型惑星について、主星のスペクトルを考慮した上での光合成の可能性を検討した成果を発表した。これらの成果について、天文学だけでなく生物分野においても発表を行った。さらに、生物分野の研究者との研究会・勉強会も主催し、分野間連携を推進した。

d) 公募研究

当センターの 2015 年度共同研究プログラムの公募(プロジェクト研究公募)により、優秀な研究組織を大学の中に形成することを図った。申請希望が多かったため、総額 2 千万円規模に増額・充足させた。その成果発表会を 2016 年 3 月に開催し、2 日間合わせて延べ約 140 名の参加者があった。

2016 年度からは、当センターと共同研究を活発に展開することを想定し、有機的な研究連携を推進するため、単年度のプロジェクト研究に加え3年間のサテライト研究公募を開始した。その成果発表会を毎年年度末に開催している。

e) クロスアポイントメントによる外国人教員

2016 年、系外惑星直接観測手法で世界的に有名な Olivier Guyon 氏を、アリゾナ大学とのクロスアポイントメントにより、特命教授としてアストロバイオロジー装置開発室へ迎えた。また、2017 年には、アストロバイオロジー分野でも著名な Victoria Meadows 氏を、ワシントン大学とのクロスアポイントメントにより、特命教授として宇宙生命探査プロジェクト室へ迎えた。

f) 国際連携

2015 年 8 月に東工大地球宇宙生命研究所(ELSI)とコンソーシアムを組み、NASA アストロバイオロジー研究所(NAI)と国際パートナーシップを結んだ。欧州のアストロバイオロジー研究者ネットワーク(EANA)で本センターの取り組みが紹介された。2015 年 12 月、日本学術振興会との共催で、キール大学にてアストロバイオロジーに関する日独学術コロキウムを行った。

2016 年には、アストロバイオロジーセンターで開発を進めていた四色同時撮像装置 MuSCAT2 のため、スペインのカナリア天体物理観測(IAC)と MOU を結び、系外惑星探査のための時間を国際連携で確保した。

g) 出版物

当センターの紹介のためのリーフレットを日本語版と英語版で作成した。また、国立天文台の太陽系外惑星探査プロジェクト室から引き続き、2016 年までの SEEDS プロジェクトの成果論文 57 編を集約した“Collected Papers of the Subaru SEEDS Project”を作成し、全国の天文学研究者らに送付した。

h) 広報普及

2015 年度の国立天文台特別公開および同天文学普及ワークショップのテーマとしてアストロバイオロジーが選ばれ、当センターが協力して講演等を行い、それぞれ 5026 名、45 名の参加者があった。2016 年 3 月の機構コロキウムも同テーマで開催し、約 413 名の参加者があった。

以降、機構コロキウムにおいて当センターの紹介はほぼ毎回行っており、2017 年の大学共同利用機関シンポジウムにおいても当センターの紹介および展示を行った。

また、2017 年度の国立天文台特別公開では、これまで国立天文台の太陽系外惑星探査プロジェクト室と合同に行っていたものが独立し、当センターの紹介のためのブースによる展示・企画をおこなった。

3. 研究ハイライト

(2015.04 ~ 2018.03)

	タイトル	著者	頁
1	SEEDS プロジェクト メインサーベイの完了	田村元秀	14
2	すばる望遠鏡用新惑星探査観測装置 IRD ファーストライト	小谷隆行、他	15
3	トランジット惑星観測のための新多色撮像カメラ MuSCAT の開発	成田憲保、他	16
4	M 型矮星周りのハビタブル惑星におけるレッドエッジ	滝澤謙二、他	17
5	酸化チタンが生成する系外惑星における非生物由来の酸 素大気	成田憲保、他	18
6	すばる望遠鏡用近赤外線高精度ドップラー速度測定装置 InfraRed Doppler (IRD) の性能評価試験	葛原昌幸、他	19
7	高分散分光、AO 撮像、トランジット周期変動の観測による 複数トランジット惑星系 K2-19 の性質調査	成田憲保、他	20
8	低質量星周りの系外地球型惑星探索のための観測ターゲ ットの選定	大宮正士	21
9	星団環境下における惑星系	堀安範	22
10	量子化学による M 型矮星周りに適応可能な光合成色素の 理論的探索	小松勇	23
11	星間空間におけるグリシン生成経路	鈴木大輝	24
12	ALMA を用いた円盤観測におけるモデルフィットによる逆畳 込み法	橋本淳	25
13	うみへび座 TW 星の遷移円盤で発見された新たなギャップ 構造	秋山永治、他	26
14	プレアデス星団メンバー星 HII 3441 に付随する褐色矮星 質量伴星の発見	小西美穂子	27
15	新たに決定されたグリーゼ 229A の炭素と酸素の組成に 基づいたグリーゼ 229B の物理的性質	中島紀、他	28
16	M 型矮星と太陽型星の炭素・酸素比	中島紀、他	29
17	星なしコアの湾曲磁場 III: FeSt 1-457 の偏光-減光関係	神鳥亮	30

SEEDS プロジェクト メインサーベイの完了

田村元秀 (アストロバイオロジーセンター/東京大学/国立天文台),
他、SEEDS プロジェクトチーム

SEEDS プロジェクトは、すばる望遠鏡最初の戦略的観測として 120 夜が配分され、2009 年に開始した観測プロジェクトであり、とりわけ年齢 10 億年未満の太陽系型恒星と、それより重い恒星周囲の系外惑星の探査に集中した。さらに、主星から離れた軌道をとる遠方惑星の形成原因となりうる円盤微細構造を明らかにするために円盤を持つ様な非常に若い恒星も対象としていた。

直接撮像により約 500 個の太陽型星および重い星の外側領域 (数 AU~約 40AU 程度) に存在するであろう巨大惑星を探索するとともに、同じ半径領域の原始惑星系円盤と残骸円盤を観測することにより、惑星とその形成現場を直接関係づけることを目的としていた。

本プロジェクトは国際プロジェクトとして推し進め、最終的には 35 機関・120 名を超えるプロジェクトメンバーが関わる大プロジェクトとなり、そのうち、約 80 名が日本人、約 40 名が外国人という構成となった。

SEEDS プロジェクトの結果、4つの惑星あるいはその候補の直接撮像に成功した (図 1)。具体的には、GJ758 b は、G9 型で 1.0 太陽質量の太陽型恒星を周回する 10-30 木星質量の天体である。見かけの軌道長半径は 29 au である。アンドロメダ座カッパ星は、B9 型で 2.5 太陽質量の中質量恒星を周回する 12.8 木星質量の天体である。GJ504 b は、G0 型で 1.2 太陽質量の太陽型恒星を周回する 3-4.5 木星質量の天体である。HD100546 b は、年齢 500-1000 万年のハービック Be 型星を周回する 15 木星質量以下の天体である。

さらに、円盤の詳細構造の詳細構造の解明については、当時、他の 8 m 望遠鏡を質・量ともに大きく上回る成果を挙げている (図 2)。これまでに 20 個以上の円盤構造を解明し、ハービック Ae 型星や T タウリ型星、残骸円盤天体の円盤の詳細構造が解明され、査読論文が次々と出版された。

アストロバイオロジーセンターが発足した 2015 年に SEEDS のメインサーベイは完了し、約 500 天体の惑星・円盤探査を行った。2016 年現在、SEEDS による査読論文は 57 本にのぼり、これらを集約した”Collected Papers of the Subaru SEEDS Project”を作成した。

参考文献

- [1] Tamura, M.: 2016, *PJA Ser. B*, **92**, 45-55.

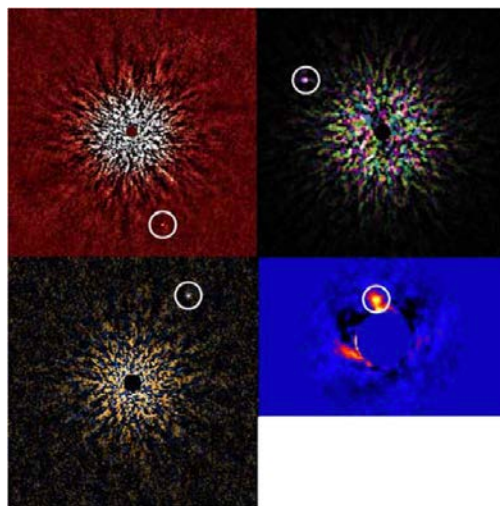


図 1: SEEDS による直接撮像により検出された惑星 (候補含む) の画像。左上: GJ758 b、右上: κ And b、左下: GJ504 b、右下: HD100546 b。

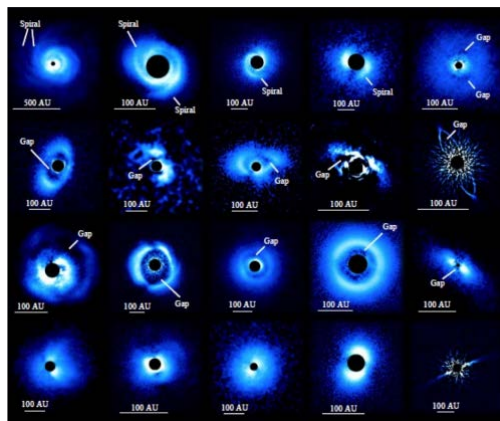


図 2: SEEDS による直接撮像で検出された円盤の偏光強度画像。円盤のダストによる中心星からの光の散乱光。

すばる望遠鏡用新惑星探査観測装置IRD ファーストライト

小谷隆行、IRD チーム

アストロバイオロジーセンター では、すばる望遠鏡用新型系外惑星探索装置IRD (InfraRed Doppler: 図1) の開発を進めてきた。IRD は、立案、開発、製作、試験、及びすばる望遠鏡への搭載のために約8年の期間を費やし、2017年8月に分光器だけのファーストライト、2018年2月に光コムと組み合わせた完全な形でのファーストライトに成功した。

これまででは、後期M型星に最適な赤外線を用いた高精度なドップラー法の観測が難しかったが、IRD ではそれが可能になる。トランジット法での惑星探索では太陽近傍の後期M型星の周囲で、ハビタブル惑星が見つかる確率が小さくなるが、ドップラー法での惑星探索はその問題の影響を受けにくいと、地球の近くに存在するハビタブル惑星を探すのに有効である。

IRD には小さい惑星を発見するため、(1) 波長分解能が高く、広い波長域を同時に観測できる非常に安定な赤外線分光器、(2) 恒星の速度を精密に測定するための正確な物差しとなる光周波数コム (光コム)、(3) 不安定性の原因となる光の乱れを低減するモードスクランブラー、などの特徴がある。また、すばる望遠鏡の大きな主鏡を利用することで、暗い後期M型星においても十分な光を集めることが可能である。後期M型星は太陽の半分程度の表面温度しかない低温星のため、可視光より赤外線のほうが明るい。赤外線での高精度な惑星探索が可能であるIRD と大口径のすばる望遠鏡の組み合わせは、まさに、ドップラー法で後期M型星まわりのハビタブル惑星を発見するための最強の組み合わせである。

ファーストライトの観測では、速度測定にIRD の高分散分光器と光周波数コムを利用した。図2の2018年2月のファーストライトで取得したM型星のデータに見えるスペクトルのラインの隣に、光コムで得られた点線を同時に撮像することにより、星の速度測定の基準となる「精密なメモリ」としての役割を果たしている。光周波数コムは天文学ではこれまではほとんど利用されておらず、非常に新しい技術である。

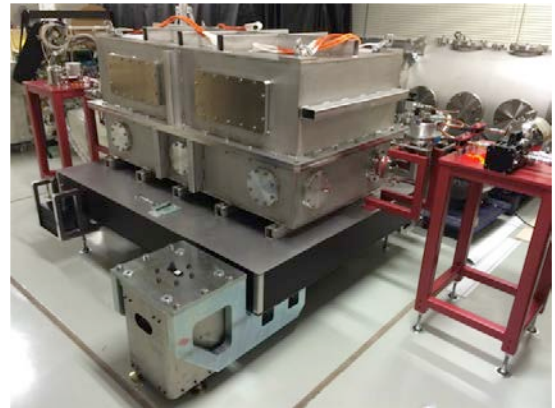


図 1: IRD 本体

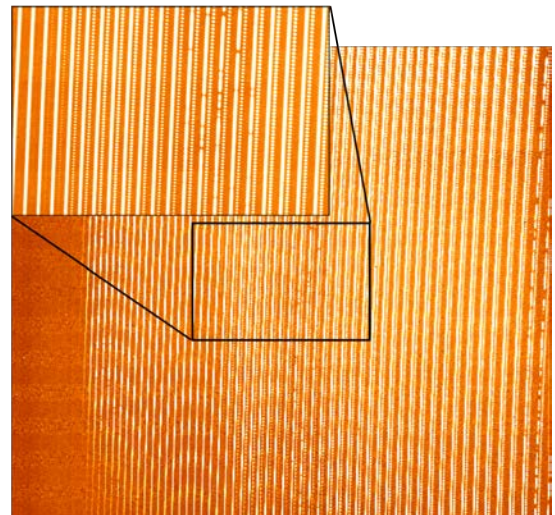


図 2: IRD ファーストライトのスペクトル画像

参考文献

- [1] ABC プレスリリース,
http://abc-nins.jp/press/20180702/20180702_IRD_Abs.html.

トランジット惑星観測のための新多色撮像カメラ MuSCAT の開発

成田 憲保^{1,2}, 福井 暁彦², 日下部 展彦^{1,2}, 鬼塚 昌宏²,
笠 嗣瑠², 柳澤 顕史², 泉浦 秀行², 田村 元秀^{1,2,3}, 山室 智康⁴

1: アストロバイオロジーセンター, 2: 国立天文台, 3: 東京大学, 4: オプトクラフト

近年太陽系外惑星の多くは、地上トランジットサーベイやケプラー衛星による宇宙からのトランジットサーベイによって発見されている。さらに、現在行われているケプラーの第2期観測計画である K2 や、2017 年に NASA によって打ち上げられる予定の TESS、2024 年頃に ESA によって打ち上げられる予定の PLATO などにより、これから全天のトランジットサーベイが行われる見通しである。そのため、トランジット法は今後も系外惑星発見の主流の方法になると考えられる。

トランジット法によって系外惑星を探索する際、大きな障害となるのは惑星のトランジットによる減光と似たような減光を起こす食連星による偽検出である。そのため、トランジットサーベイから本物の惑星を発見するためには、その減光が本物の惑星によるものなのか、食連星による偽検出なのかを判別する確認観測が必要となる。その確認観測の方法のひとつとして知られているのが、食連星では減光に大きな波長依存性があることを利用した多色測光観測である。

我々が 2014 年に岡山天体物理観測所 188cm 望遠鏡用に開発した多色撮像カメラ MuSCAT は、6.1 分角の視野で青 (400-550 nm)、赤 (550-700 nm)、近赤外 (820-920nm) の 3 色を同時に撮像する機能を持つ (図 1)。さらに MuSCAT は CCD 上での星像の位置をほぼ一定に保つ自己オートガイド機能を持ち、0.1% より良い相対測光精度を 3 色で同時に達成することができる (図 2)。これにより、トランジット惑星候補が本物のトランジット惑星なのか、それとも食連星なのかを一度のトランジット確認観測で判別することが可能となっている。

MuSCAT のもう一つの目標は、トランジット惑星の大きな透過分光観測を行うことである。食連星の場合とは異なり波長依存性の程度としては小さいものの、惑星ではトランジットの際に一部の主星の光が惑星大気を透過してくるため、惑星の大気を反映してトランジットの深さに小さな波長依存性が生じる。MuSCAT では、惑星大気のおおまかな特性をつかみ、より大型の望遠鏡で観測を実施すべき面白い惑星を選び出すことを目指している。

参考文献

- [1] Narita, N., et al.: 2015, *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, **1**, 045001.



図 1: 岡山天体物理観測所の 188cm 望遠鏡に取り付けられた MuSCAT。

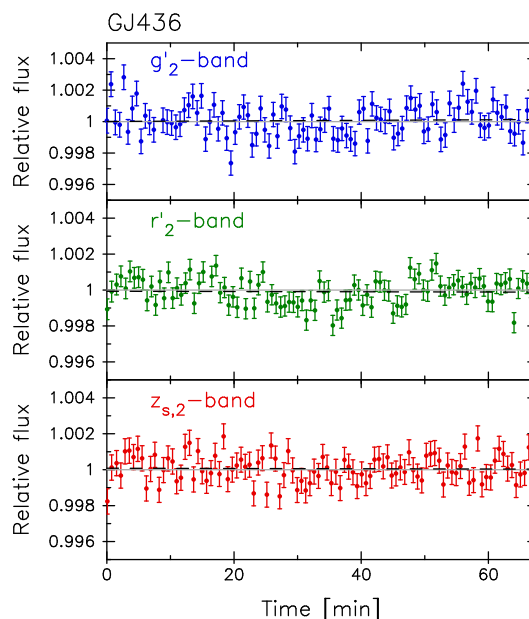


図 2: 既知のトランジット惑星 GJ436b を持つ M 型星 GJ436 の測光精度試験観測のライトカーブ。0.1% より良い相対測光精度が達成されている。

M型矮星周りのハビタブル惑星におけるレッドエッジ

滝澤謙二、他

(アストロバイオロジーセンター/基礎生物学研究所)

地球のように生命を宿すことが可能な惑星（ハビタブル惑星）の探査の対象として、近年、赤色矮星（M型星：太陽の半分以下の質量の恒星）が注目されている。太陽に近い恒星の多くはM型星であり、近い将来そのような惑星に生命が存在する兆候（バイオマーカー）を観測することが期待されている。太陽系外惑星の有力なバイオマーカーとして、陸上の植生が作る“レッドエッジ”（地球上の植物が光合成に利用する青色から赤色までの可視光を吸収し、利用しない近赤外線を反射するため生じる特徴的な反射スペクトル）が注目されている。しかし、レッドエッジの位置（波長約0.7 μm ）は植生が光合成に利用する光の波長によって決まるため、これまでは恒星が照射する光の波長によって異なると考えられており、M型星周りのハビタブル惑星の場合にはレッドエッジも長波長側の近赤外線に移動すると予想されていた（図1）。このレッドエッジが系外惑星においても観測されれば、酸素の存在と合わせ、より確実に生命の存在を裏付けるバイオマーカーとなる。ただし、光環境が異なる系外惑星においてレッドエッジの波長は自明ではなく、光合成研究と合わせて検討する必要がある。

本研究では、太陽近傍のM型星であるしし座AD星にハビタブル惑星が存在したと仮定した場合の、陸上と水中の光環境を推定し、その環境に最適な光合成利用波長を予測した。この仮想惑星の陸上では、近赤外線が豊富に得られるため、光合成の生産性を高めるように適応した場合、900nmまたは1,100nmまでの光を光合成に利用し、レッドエッジはそれより長波長側に現れると予測された。一方、水中では水分子により近赤外線の減衰があるため、M型星周りであっても地球上と同様に可視光のみに依存する光合成生物の存在が予測された。水中の可視光利用生物から陸上の近赤外利用生物への光合成機構の進化経路として、2つある反応中心の一方で可視光を利用し、もう一方で近赤外線を利用する過渡的な光合成機構を想定することができます。

ただし、吸収波長のことなる2つの反応中心をバランスよく励起することができなければ、獲得したエネルギーにより危険な活性酸素が発生し、生存にはむしろ不利になる。この過渡的な光合成機構が水中と陸上への境界領域の光環境に適応することが可能か、地球上で実際に生じた陸上化の例と比較して検証した結果、酸素発生光合成生物が速やかに水中から陸上へ進化するためには：

1. 主星の放射スペクトルが水分子の光透過スペクトルに近い
2. 複数ある反応中心の励起波長が近い
3. 反応中心の励起バランスを保つ仕組みが備わっている

の3条件が必要になることが明らかになった。

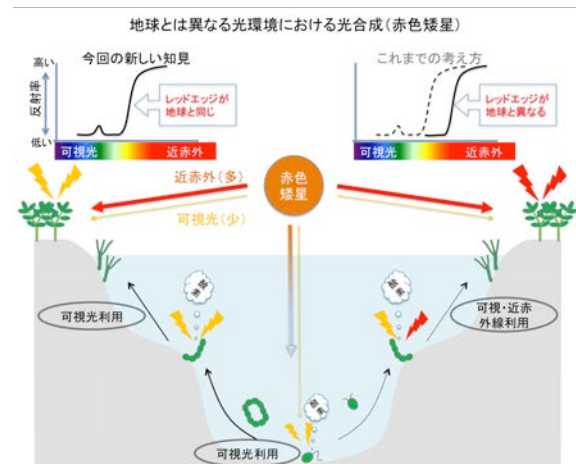


図1: M型星周りの惑星ではレッドエッジが長波長側へシフトすると予想されていた（右側）。一方、可視光だけを利用する場合、水中から陸上への速やかな以降が可能となる（左側）。

地球上の光環境がこの3条件を満たすのに対し、M型星周りのハビタブル惑星では主星の放射ピークが長波長側に大きくずれているため、反応中心の励起波長が大きくなると励起バランスを保つことが難しくなり、上陸が困難になる。一方、可視光のみを利用する場合、反応中心励起波長が近いM型星の照射下であっても励起バランスを保つことが可能となることから、最初に上陸する光合成生物は地球と類似した光合成機構を持つ可能性が高いと考えられる。このことから、M型星周りのハビタブル惑星でも、最初に上陸した植物のレッドエッジは地球と同じ位置にあらわれる可能性が高いことを初めて提唱した。

参考文献

- [1] Takizawa, K., et al.: 2017, *Scientific Reports*, **7**, 7561.

酸化チタンが生成する系外惑星における非生物由来の酸素大気

成田 憲保^{1,2}, 榎本孝文³, 正岡 重行³, 日下部 展彦^{1,2}

1:アストロバイオロジーセンター, 2:国立天文台, 3:分子科学研究所

近年天文学の分野では、宇宙に生命を育むことができる惑星(生命居住可能惑星)の探索が盛んに行われ始めている。では、何を発見することができればその惑星に生命が存在することの証拠(バイオマーカー)となるのだろうか？

これまで惑星に豊富な酸素がある条件として、惑星に光合成を行う生命が存在していることが必須条件のように思われてきた。そのため酸素大気があれば必ず生命がいるという考えから、太陽系外惑星に生命の兆候を探す際に酸素をバイオマーカーとして使うことが考えられてきた。しかし、非生物学的なメカニズムによって惑星に豊富な酸素大気が発生しうかどうかという問題は、つい最近まであまり考えられてこなかった。

今回我々は、太陽系の地球型惑星や衛星などにも豊富に存在している酸化チタン(TiO_2)が持つ光触媒機能によって非生物的にも酸素が発生しうることに着目し(図1)、酸化チタンの光触媒反応による酸素発生可能量の見積もりを行った。

まず地球に類似した環境の惑星を仮定し、有効表面積として地球の円盤面積と同等の $1.28 \times 10^{14} \text{m}^2$ をを想定し、地表が割合 f で酸化チタンで覆われており、その表層に水が存在して光触媒反応が起こると仮定した。地表での紫外線($\lambda=280\text{-}400\text{nm}$)強度は、地球での夏至付近の波照間島におけるUV強度の実測値から $\sim 60 \text{W m}^{-2}$ と仮定した。さらに光触媒反応に必要な電子受容体は、海水中で十分な量が供給されると仮定した。酸化チタンの反応効率は実験による先行研究(Ohno et al. 1997)から1光子あたり2.5%の効率を採用した。その結果、惑星表層の0.05%程度(およそ $70,000 \text{km}^2$ 、北海道より小さい面積)で酸化チタンの光触媒反応が継続すると、現在の地球と同程度の酸素が発生・維持されることがわかった。

また、主星のスペクトル型を変えた場合(M6, M0, K2, G2, F6)の効果を検討するため、Phoenixモデルを用いて、それぞれのスペクトル型の恒星のまわりの生命居住可能惑星における地表の紫外線強度を計算した。その結果、地球と同程度の酸素が発生するために必要な惑星表面の酸化チタンの割合 f は、どのスペクトル型の場合でも1より小さいことがわかった。特に、最も紫外線量が少ない低温度星の場合でも、惑星表面のおよそ3%でこの反応が起こると、非生物的に酸素大気が発生・維持されることがわかった。

そのため、どんなスペクトル型の主星の場合でも、生命居住可能惑星上での酸化チタンの光触媒反応で、非生物的に酸素大気が発生・維持される可能性があることが明らか

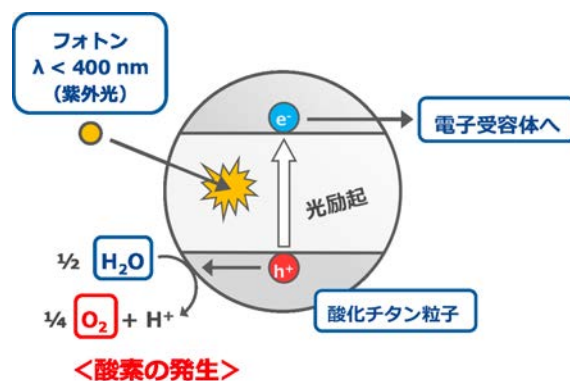


図1: 酸化チタンの光触媒反応。水、電子受容体、紫外線の4つが揃うと、非生物学的に酸素が発生する。

となった。これはつまり、光合成を行う生物が存在しなくても、太陽系外の生命居住可能惑星に地球と同程度の酸素大気が非生物的に発生する可能性があることを意味している。

本研究は、アストロバイオロジーセンター、国立天文台、分子科学研究所という異なる分野の研究者らの共同研究により、従来考えられてこなかったメカニズムで非生物学的な酸素大気が発生する可能性を見出したことが重要なポイントである。本研究により、生命居住可能惑星に酸素大気があれば必ず生命がいるというわけではなく、酸素大気が生命の偽検出にもなりうることを発見した。今後は、この非生物学的メカニズムで酸素大気ができたとした場合と生物的光合成により酸素大気ができたとした場合をどう観測によって判別できるかを検討していく。

このように、将来の天文観測によって太陽系外惑星に生命が存在するかどうかを研究するためには、何が生命存在の決定的証拠となるのかについて、さまざまな学問分野の連携によるアストロバイオロジー研究の取り組みが今後も重要となっていくだろう。

参考文献

- [1] Narita, N., Enomoto, T., Masaoka, S., Kusakabe, N.: 2015, *Scientific Reports*, **5**, 13977.
- [2] Ohno, T., et al.: 1997, *The Journal of Physical Chemistry B*, **101**, 10605.

すばる望遠鏡用近赤外線高精度ドップラー速度測定装置 InfraRed Doppler (IRD) の性能評価試験

葛原昌幸^{1,2}, 平野照幸³, 小谷隆行^{1,2,4}, 石塚将斗⁵, 大宮正士^{1,2}, 小西美穂子^{1,2},
工藤智幸⁶, 西川淳^{2,4,1}, 上田暁俊^{2,4}, 細川晃^{2,4}, 日下部展彦^{1,2}, 黒川隆志^{1,2,7},
小久保宰⁷, 森貴宏⁷, 田中洋介⁷, JACOBSON, S.⁸, HODAPP, K.⁸, 田村元秀^{5,1,2}

1: NINS, Astrobiology Center, 2: 国立天文台, 3: 東京工業大学, 4: 総合研究大学院大学, 5: 東京大学, 6: すばる望遠鏡,

7: 東京農工大, 8: ハワイ大学

系外惑星の観測は、惑星の形成や進化の研究ばかりでなく、地球以外に存在する生命の研究にも結びつく。さらに、低温の M 型星の惑星系に存在する岩石惑星は地球のような低質量惑星の形成と進化、生命の居住可能性に対する研究の進展のために重要である。低温 M 型星に対するドップラー法を用いた系外惑星探査を目的として我々が開発を進めてきた IRD[1] は、2017 年にすばる望遠鏡での利用が開始された。すばる望遠鏡の大集光力と IRD の近赤外線での高精度ドップラー法による観測は、低温 M 型星の惑星の探査に大いに力を発揮すると期待できる。

我々は IRD をすばる望遠鏡での天文観測に用いる前に、ハワイ大学、及びすばる望遠鏡において、その性能評価のための実験室試験を 2016 年から 2018 年に渡り重ねて行った。その結果は IRD による惑星探査の成果を見積もるための基礎的資料になった。なお、同評価は天文試験観測より得られた IRD の初期的な評価と併せて SPIE の天文観測装置国際研究会とその集録論文で報告している [2]。

上記の試験結果の一部を報告する。検出器の雑音はドップラー法による観測の精度を決定する一つの要因になるが、低温 M 型星のような暗い天体を観測する場合は、検出器雑音を可能な限り低減することが望まれる。そこで我々は IRD に利用している赤外線検出器が発する雑音の評価とその低減を試みた。その結果、検出器の読み出し雑音は約 10 分間の積分の場合 $10\text{--}15\text{ e}^-$ 程度に抑えられることがわかった。これは、我々が IRD を用いて計画している惑星探査のために必要な要求を満たす。さらに、IRD によるドップラー速度測定の精度と安定性を評価するための基礎を得るための試験も行った。その試験では、IRD で測定速度の較正に利用されるレーザー周波数コム・スペクトルの測定を数週間にわたり測定することで、そのスペクトルの速度変動を評価した。IRD では二つのファイバーを利用することで、天体光とコム光を同時に測定し、お互いの相対的な速度変動を導出することでドップラー速度を測定する。この方法を同時に取得した二つのコム・スペクトルに適用した場合は約 1 m s^{-1} の安定性が得られた (図 1 参照)。また、この試験からは見積もることが困難な他の誤差要因を調べるための試験も行ったが、試験の結果を

総合すると IRD では約 2 m s^{-1} 、もしくはそれよりも良い安定性が得られる可能性があると期待できる (詳細は [2] を参照)。我々は今後も上記のような実験室試験を継続する予定であるが、その結果は同時に進めている天文観測による試験と合わせて IRD の惑星検出の性能評価を改善するために利用できる。

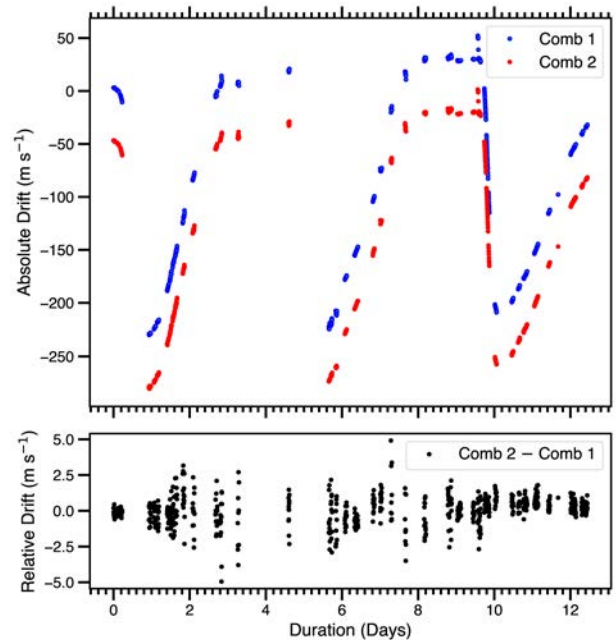


図 1: 2018 年 1 月に行ったレーザー周波数コムを用いた実験室・安定性試験の結果。(上図) 二つのファイバーを用いて同時に測定した二つのコムスペクトルの絶対的な速度変動 (縦軸)。測定期間 (横軸) は約 13 日。片方のコムスペクトル (図中では赤) は、もう片方の測定と見分けるために -50 m s^{-1} のオフセットを加えてある。(下図) 二つのコムスペクトルの差を導出することで得た相対速度変動 (縦軸)。天体観測ではこの様な相対速度変動を計算する。試験結果は [2] のものと同一。

参考文献

- [1] Kotani, T., et al.: 2018, *Proceedings of the SPIE*, **10702**, 1070211.
- [2] Kuzuhara, M., et al.: 2018, *Proceedings of the SPIE*, **10702**, 1070260.

高分散分光、AO撮像、トランジット周期変動の観測による 複数トランジット惑星系 K2-19 の性質調査

成田 憲保^{1,2}, 平野 照幸³, 福井 暁彦², 堀 安範^{1,2}, 笠 嗣瑠², 日下部 展彦^{1,2}, 工藤 智幸²,
鬼塚 昌宏², 泉浦 秀行², 竹田 洋一², 田村 元秀^{1,2,4}, 柳澤 顕史², ほか K2/ESPRINT メンバー

1:アストロバイオロジーセンター, 2:国立天文台, 3:東京工業大学, 4:東京大学

K2-19(EPIC201505350) はケプラーの第 2 期観測計画である K2 のフィールド 1 で発見された複数トランジット惑星系で、(1) トランジットをする 2 つの惑星が周期約 8 日と約 12 日という 2:3 の平均運動共鳴軌道に入っており、(2) 2 つの惑星がそれぞれ約 $7R_{\oplus}$ と約 $4R_{\oplus}$ と比較的大きい (すなわち比較的重い) という特徴を持ち、そのため惑星同士の重力的相互作用によって大きなトランジット時刻変動があることが期待されていた面白い惑星系である。

この惑星系に対しては、2015 年 2 月に 40cm の NITES 望遠鏡で内側の惑星 K2-19b に対してトランジット観測が行われ、実際に大きなトランジット時刻変動の可能性が報告されていた (Armstrong et al. 2015)。そこで我々は、岡山天体物理観測所 188cm 望遠鏡用に新しく開発した観測装置 MuSCAT を用いてこの K2-19b のトランジットを 2015 年 4 月 25 日に観測した (図 1)。もともと K2 で観測されたトランジット時刻をもとにした予報では、K2-19b のトランジットは観測期間のほぼ中央に来るはずだが、実際の観測では観測期間の後半にトランジットが起きていることがわかる。これにより我々の観測によってもトランジット時刻変動の存在が確認された。

我々はさらにこの惑星系の性質を調べるため、すばる望遠鏡の高分散分光器 HDS を用いて主星のスペクトルを取得した。その結果、この惑星系の主星は有効温度約 5350K の晩期 G 型星で、半径約 $0.9R_{\odot}$ と質量約 $0.9M_{\odot}$ であることがわかった。また、我々は高コントラスト直接撮像装置 HiCIAO と補償光学 AO188 を用いてこの惑星系の周囲にトランジットの偽検出を起こすような別の天体がないかどうかを観測し、2 つのトランジット惑星 K2-19b と K2-19c のトランジットの偽検出を起こすような他の天体がないことを確認した。

以上の観測に加えて、我々は観測された K2-19b のトランジット時刻変動から、その変動を引き起こした外側の惑星 K2-19c の質量を推定するため、Deck & Agol (2015) によるトランジット時刻変動の理論モデルを用いて解析を行った。その結果、外側の惑星 K2-19c の質量が約 $20M_{\oplus}$ の場合に観測されたトランジット時刻変動がよく説明されることを明らかにした (図 2)。以上により、我々は MuSCAT のトランジット観測を通して K2-19c が半径約 $4R_{\oplus}$ 、質量約 $20M_{\oplus}$ の低質量惑星であることを明らかにした。

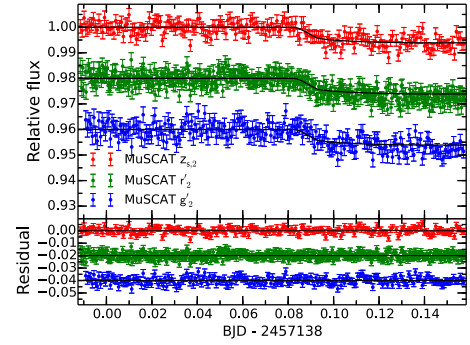


図 1: 岡山天体物理観測所の 188cm 望遠鏡の MuSCAT で観測した K2-19b のトランジット。

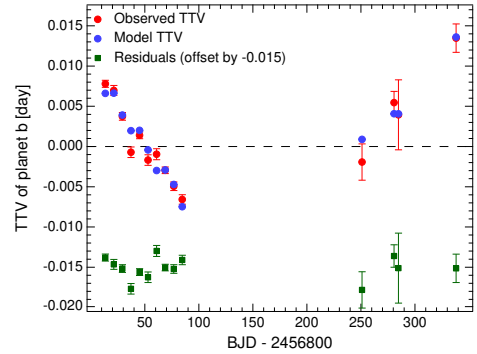


図 2: K2 と地上の望遠鏡で観測された K2-19b のトランジット時刻変動。観測されたトランジット時刻の一定周期からのずれが赤、理論モデルが青、観測と理論の残差が緑でそれぞれプロットされている。

参考文献

- [1] Armstrong, D. J., et al.: 2015, *Astronomy & Astrophysics*, **582**, A33.
- [2] Deck, K. M., & Agol, E.: 2015, *The Astrophysical Journal*, **802**, 116.
- [3] Narita, N., et al.: 2015, *The Astrophysical Journal*, **815**, 47.

低質量星周りの系外地球型惑星探索のための観測ターゲットの選定

大宮 正士¹ & IRD チーム

(¹ アストロバイオロジーセンター)

我々は、IRD (InfraRed Doppler for the Subaru telescope) を用いたすばる望遠鏡戦略的観測 (IRD-SSP) における、ドップラー法による晩期 M 型矮星周りの地球型惑星探索に向けて、準備を進めてきた。IRD-SSP で、我々は非常に安定した高分散分光器と精密な波長校正光源である光周波数コムで構成される IRD を使用した視線速度精密測定を用いて恒星の中でも最も低質量の M 型矮星周りの系外惑星探索を行う。そして、太陽近傍の M 型矮星周りのハビタブルゾーンを公転する地球型惑星を探し、低質量星周りにおける (地球質量程度の惑星を含む) 惑星系の様子を明らかにすることを目指している。本計画では、近赤外線幅広い波長域 (0.97-1.75 μm) を同時に観測できる IRD の特徴を生かして、60 個の晩期の M 型矮星のモニター観測を 2019 年 2 月から最低 2 年間 (その後 3 年間の延長あり) 継続して行なっていく予定である。

視線速度法では一般に低質量星であれば惑星による影響が大きくなるが、M 型矮星でもハビタブルゾーンに位置する地球質量程度の惑星による星のふらつきは $< \sim 1\text{m/s}$ と小さい。そこで、本計画では、低質量の惑星を検出するために数 m/s の視線速度変化を検出可能な観測を行うことが必要である。そのためには、安定した観測装置を用いるだけでなく、視線速度の変化の大きさや精度は星の自転速度や表面活動など星の特徴にも依存するため、惑星による信号を他の要因による星固有の変化と切り分けられる天体を選ぶことが重要となる。IRD-SSP では、ハビタブルゾーンが主星近傍に存在する星の性質や IRD 装置の利点を生かすために、低温度かつ低質量の中期-晩期の M 型矮星を観測ターゲットとする。しかし、晩期の M 型矮星には恒星表面における活動が活発な天体が多く存在している (e.g. [1]) ことが知られており、その場合、恒星の視線速度に見かけの変化を与えてしまうため、表面活動が活発な星は高精度の惑星探索には向かない。また、自転速度が早く吸収線が広がっている M 型矮星も多く存在するが、そのような天体も波長決定の精度が悪化するため高精度の視線速度測定には適さない。

そこで、我々は、高精度な惑星探索を実現可能な晩期 M 型矮星を探すために、1. これまでに観測された M 型矮星のデータを文献から集め、2. ターゲットを選ぶのに必要なパラメータを導出し、3. 情報が足りない天体に対しては中小口径の望遠鏡を用いて観測を行った。情報が足りない天体の特徴づけを行うために、岡山天体物理観測所 188cm 望遠鏡、なゆた 2m 望遠鏡、WIYN 3.5m 望遠鏡、APO 3.5m

望遠鏡、Calar Alto 2.2m 望遠鏡とそれぞれの望遠鏡にインストールされている低分散分光器を使用し、約 300 個の M 型矮星の分光観測を行った。この観測で取得されたデータの $H\alpha$ の吸収線の等価幅を測定することによってその星の活動度を見積もり、 $H\alpha$ の強度と自転速度の関係 (e.g. [2]) から星の自転速度に制限をつけた。また、スペクトルの形状から、その星のスペクトル型、表面温度、金属量も見積もった。本観測によって調べられた天体のパラメータと文献の情報を合わせて、約 1500 星の M 型矮星を含むカタログを作成し、その中から、主に活動度と質量、実視等級の情報を基に IRD-SSP による惑星探索に適する約 150 個の候補星を選定した。IRD-SSP のターゲット候補の条件 (表面活動が弱い、 $T_{\text{eff}}=2800\text{-}3200\text{K}$ 、 $0.1\text{-}0.25M_{\text{Sun}}$ 、 $J<11.5$) は他の惑星探索計画とは異なっており、IRD-SSP では独自のサーベイ観測を行う (図 1)。ただし、これだけではターゲットを決定するためには情報が不十分であるため、IRD-SSP で各星を 1 回以上観測し、高速自転していない、かつ、連星系ではない、ことを確認し最終的に 60 個に絞る。本研究の結果は、IRD-SSP のプロポーザル作成に使用されており、IRD-SSP 観測のターゲットリストとして公表する予定である。

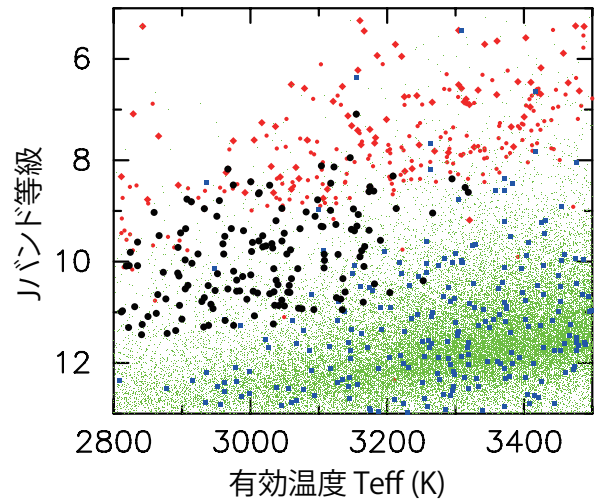


図 1: IRD-SSP のターゲット候補星 (黒丸) と他の惑星探索計画のターゲット (赤: ドップラー法による惑星探索, 青: TESS トランジット探索の惑星保持候補, 緑: TESS の観測天体) の分布

参考文献

- [1] West et al. 2011, *AJ*, **141**, 97.
- [2] Newton et al. 2017, *ApJ*, **834**, 85.

星団環境下における惑星系

堀 安範

(アストロバイオロジーセンター)

星は、分子雲と呼ばれる低温のガス塊が重力的に収縮することで誕生する。同じ分子雲から同時に形成された複数の星は星の集団である「星団」を形成する。これまでの観測から、星の大部分は星団として誕生すると考えられている [1]。星団は時間が経つと力学的に離散してしまうため、太陽のように、現在は星団に属していない星でさえも、過去に星団の一員として誕生した可能性が高い。このように、星団環境下での惑星系の形成と進化を理解することは、星団のみならず、現在は孤立した単独星の周りでの惑星系の誕生を紐解く手がかりとなる。

物質化学的な側面でも、星団環境は惑星や小天体の熱史と密接に関係する。例えば、はやぶさ探査機がサンプル・リターンした小惑星イトカワに代表される小天体の内部は、 ^{26}Al や ^{60}Fe のような放射性核種の壊変熱（親核種から娘核種への壊変： $^{26}\text{Al} \rightarrow ^{26}\text{Mg}$, $^{60}\text{Fe} \rightarrow ^{60}\text{Ni}$ ）で変性を経験する。放射性核種の存在量は天体内部の分化（物質化学的な層構造の形成）や熱進化を大きく左右する。これらの短寿命（存在量の半減期が数 10 万年から数 100 万年程度）な放射性核種は大質量星の進化過程でのみ生成されるため、星団内での周囲の星環境は短寿命放射性核種の供給源として、惑星系の物質化学的な環境に影響を及ぼすことが示唆されている [2]。実際に、太陽系においても、コンドライト隕石中に含有される ^{60}Ni の量から、太陽系誕生時または形成時に周囲の漸近巨星分枝星や Wolf-Rayet 星、II 型超新星爆発によって、短寿命放射性核種の注入が起きた可能性が高い。

近年、散開星団（数 10 個から数 100 個程度の星から構成される星団）に属する星の周りでは太陽系外の惑星探索が実施されている。ここ 12 年間で星団環境での惑星系の姿が観測的に少しずつ明らかになりつつある。4,000 個近

くの惑星候補天体が発見された散在星に比べて、これまでに 6 つの散開星団（ヒアデス、プレセペ、M67、IC 4652、NGC6811、Ryprrecht 147）のなかで 30 個程度の惑星候補天体の発見が報告されている (e.g.[3])。

星団に属する星と属していない通常の星の違いは、他の星との相互作用の有無にある。星団内では、星同士の近接遭遇イベントが頻繁に起きる。もし、惑星を保有する星の場合には、惑星系の軌道に摂動を受けたり、惑星系の破壊 (例. 星団外へ惑星を放出) にも繋がる (e.g.[4])。特に、太陽系の天王星や海王星のように遠方に位置する惑星は力学的に不安定になりやすい (e.g.[5])。そこで、我々は惑星系と恒星の重力相互作用に着目して、分子雲に埋もれた星団および散開星団の力学進化を N 体計算し、星団内での惑星系の生存率を調べた [6]。惑星系を破壊するような恒星の近接遭遇の大部分は、数百万年から数千万年（星団の二体緩和時間程度）以内に生じていた (図 1 参照)。重い星ほど星団の中心部に集中しやすく、B 型星や A 型星のような大質量星ほど頻繁に近接遭遇を経験する。1 au および 1–10 au 以内の惑星系は恒星遭遇でほとんど破壊されることはなかった。

我々の結果は、惑星が発見されている他の散開星団 (M67) と似た特徴を持つ「昴」で、現在までに惑星の発見報告例がないのは、不十分な惑星探索に起因している可能性を示唆している。一方で、10 au 以遠の惑星は恒星遭遇の影響を強く受ける。系外放出された惑星は、星団の脱出速度よりも一般に大きな速度分散を有するため、最終的に星団外で星に重力的に束縛されていない、宇宙空間を漂う惑星（浮遊惑星）になる。重力 μ レンズ・サーベイ観測（惑星の存在がレンズ効果で遠方の光源天体の増光を引き起こす現象を利用した惑星探索の手法）によると、宇宙空間を彷徨う浮遊惑星の推定確率は星の数の最大で約 25 % 程度とされている [7]。そこで、直接撮像観測から推定されるガス惑星分布を用いて、我々の星団モデルでの浮遊ガス惑星の生成率（系外へ放出される 10AU 以遠の惑星の割合）を調べた結果、0.96–18% となり、星団環境下での恒星遭遇は観測されている浮遊ガス惑星の生成過程の一つと考えられる。

参考文献

- [1] Lada, C. J., & Lada, E. A.: 2003, ARAA, 41, 57.
- [2] Goswami, J. N., Marhas, K. K., Chaussidon, M., Gounelle, M., & Meyer, B. S.: 2005, Chondrites and the Protoplanetary Disk, 341, 485.
- [3] Sato, B., et al.: 2007, ApJ, 661, 527.
- [4] Smith, K. W., & Bonnell, I. A.: 2001, MNRAS, 322, L1.
- [5] Spurzem, R., Giersz, M., Heggie, D. C., & Lin, D. N. C.: 2009, ApJ, 697, 458.
- [6] Fujii, M. S., & Hori, Y.: submitted to ApJ.
- [7] Mróz, P., Udalski, et al.: 2017, Nature, 548, 183.

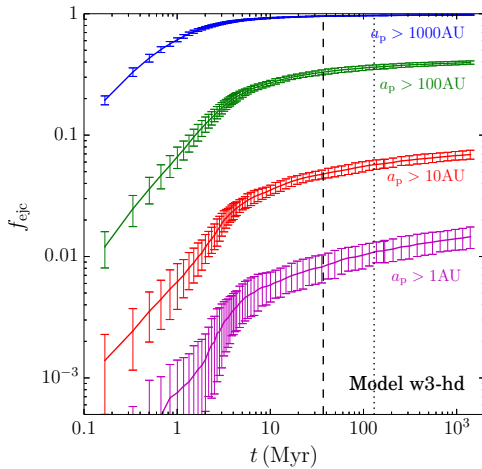


図 1: 星団の年齢 (t) と星団内で惑星が系外に放出される割合 (f_{ejc}) の関係。それぞれの線は、恒星周りで初期に 1,000 au、100 au、10 au、1 au 以遠に存在した惑星の系外放出率を表す。

量子化学による M 型矮星周りに適応可能な光合成色素の理論的探索

小松 勇

(アストロバイオロジーセンター)

液体の水を持ちうる地球サイズの太陽系外惑星が見つかり、今後もそのサンプルは増え続ける見込みである。その先の生命を育む惑星の発見に至るためには、惑星を分光して生命の痕跡であるバイオマーカーを同定することが重要である。酸素やオゾンなどの大気分子の他に、レッドエッジと呼ばれる地表の植生由来のスペクトル特性がバイオマーカーとされている。系外惑星における生物を想定すると、エネルギー獲得という観点では主星からのエネルギーを有効利用するのが手取り早いといえる。太陽より有効温度の低い M 型矮星の周りの惑星に観測の焦点が当たっており、植生は地球とは異なるスペクトル特性を示すことが予想される。しかしながら、想定される光合成生物がどのような進化を辿るのかについて大きな不定性があり、分野を跨いだ議論が必要とされている。近年では、酸素を発生する光合成細菌であるシアノバクテリアを近赤外光 (750 nm) の下で生育すると、今まで知られているものより長波長の光を光化学に利用する例が発見された [1]。このような知見が様々な観点から蓄積されるところから観測への示唆につながると考えられる。

光合成では、光エネルギーが吸収され、励起エネルギー移動 (EET) により反応中心という系に集められ、水などから還元力を得る形で化学エネルギーに変換される。この中心の役割を担うのがクロロフィルなどの光合成色素である。クロロフィルはピロール 4 つからなるテトラピロール環を有する。HCNO の宇宙でもありふれた元素が使われており、環構造の中心には Mg などの中心金属を持つ。

本研究では、天然の光合成色素に加えて、地球初期や他の惑星で発生し得る人工色素の物理化学的な性質を理論的に徹底的に広く調べることから色素の長波長化の限界に挑む。量子化学計算プログラムの Gaussian16 を用いて、密度汎関数法によって色素の電子状態を計算した。テトラピロールから出発して、吸収波長や他の物性を決める骨格構造や官能基、中心金属、溶媒の条件を広く振って計算し、M 型矮星周りでも実現可能な色素を探索している。

まずは色素の中心金属に着目して詳細に評価した。テトラピロール環であることは中心金属の多様性を生むと考えられ興味深い。CAM-B3LYP/Def2TZVP//B3LYP-D3/Def2TZVP の計算レベルで、 $M=\{H2, Mg, Ca, Ni, Cu, Zn, Sr, Cd, Hg, Pb\}$ を環の中心に入れて評価した。Cd や Hg などは地球の生命にとっては一般に害があるものであるが、他の惑星では代謝を助ける重要な役目になるかも知れないので考慮する。実際には他にも試しているが、一定の基準で電子状態が収束しないものなどを除外してある。

電子励起状態を計算すると、クロロフィル a、b とバク

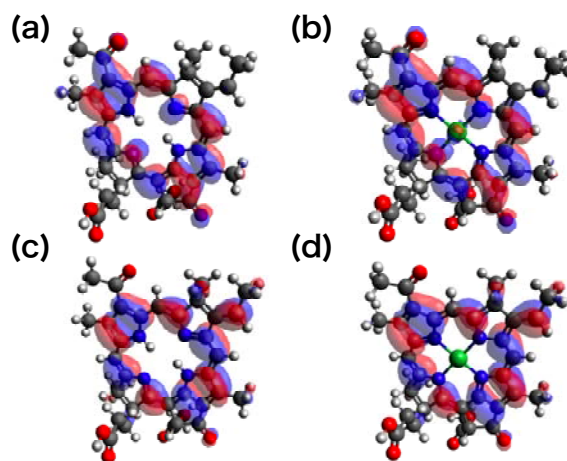


図 1: M-バクテリオクロロフィル b の低励起状態に関わる分子軌道の計算結果。(a)M=H2 の LUMO、(b)M=Ni の LUMO、(c)M=H2 の HOMO、(d)M=Ni の HOMO。

テリオクロロフィル a、b において M=Ni で第一励起エネルギーが最も小さい (より赤い光を吸収) という傾向があった。光合成色素の中でも長波長の光を吸収するバクテリオクロロフィル b については、真空中において M=Mg で 757.03 nm、M=H2 で 722.66 nm であったのに対し、M=Ni では 763.30 nm であった。実際はさらに長波長に極大があるが、キーとなる傾向を押さえられる。このような低励起状態の物性は HOMO/LUMO (最高被占軌道/最低空軌道) 周辺の分子軌道と関わっており (図 1)、その関係を更に解析することが有望な色素の探索の要となる。また、反応性を評価するために全ての色素に対して、イオン化ポテンシャル、電子親和力を計算し、比較した。

現在は上記のように主に光吸収波長と反応性を基準とした探索になっているが、実験的に有意なものを提示するためにその先へ行く必要がある。より正確な酸化還元電位や EET 率などを算出して探索・設計の基準に加えるのも課題となっている。この理論的な推定から出発して、生物実験から天文観測まで意義のある議論に深化させる。また、光合成の究極を目指すこのような試みから色素増感太陽電池や生体イメージングなど他分野への貢献も期待する。

数値計算の一部は、天文台の XC30、XC50 と物性研の共同利用のスパコンにより実施された。

参考文献

[1] Nürnberg, D. J. et al.: 2018, *Science*, **360**, 1210.

星間空間におけるグリシン生成経路

鈴木大輝

(アストロバイオロジーセンター)

我々の体を作る蛋白質は20種類のアミノ酸で構成されているように、アミノ酸は生命にとって必須の分子である。地球に飛来した隕石の中にも様々な種類のアミノ酸検出されていることから、初期の地球に大量に降り注いだ隕石や彗星により宇宙から持ち込まれ、生命を育むための”種”になった可能性が考えられる。ところが、星間空間でのアミノ酸形成過程の先行研究は限られている [1]。そこでもっとも簡単な構造を持つアミノ酸であるグリシンに焦点を当て、最新の理論計算を取り入れて星間空間における生成経路を考察した。

隕石や彗星の化学組成は太陽系が生まれる以前のガスの組成を引き継いでいるものと考えられるので、アミノ酸もそのような環境で生成されたと予想できる。そこで本計算は星と惑星の誕生現場である星形成領域の物理的環境（温度、密度など）を想定し、希薄な雲が重力収縮して星が誕生し、温度が上昇する時間進化の過程 [1] を取り入れた。化学反応は気相、塵表面、塵のマントルの三相を想定し、化学反応による分子の存在量の時間変化を計算した。

計算に当たり、星間空間の化学反応は KIDA と呼ばれる化学反応データベースを利用した [2]。このデータベースは化学の専門家により構築されており、星間空間で起こりうる様々な化学反応が、その反応定数とともにまとめられている。さらに、最新の実験と量子化学計算に基づき最新のグリシンの生成経路や実験で主張されている蒸発温度 [3] を取り入れている。

モデル計算の結果は以下のとおりである。この図では気相、塵表面、塵マントルそれぞれのグリシンについて、水素に対する相対存在量を示している。

図の青線と黒線で示されているように、グリシンは塵表面で生成されマントルに蓄えられる。このモデルでは固相表面にある CH_3NH_2 と HCOOH が壊れて CH_2NH_2 と COOH のラジカルとなり、これらが熱拡散の後に反応してグリシンを生成した。以上の生成経路は先行研究とも一致する。

ところが、当研究で得られた気相グリシンの存在量のピークはおよそ 10^{-13} であったが、これは先行研究と比してグリシンの存在量が約 10^{-3} 倍も少ない。これは従来のモデルよりも高い蒸発温度を仮定したことが原因である。従来のモデルでは塵表面でできたグリシンが蒸発して気相（赤線）に供給されたが、蒸発温度が高い場合は気相に出る前にほとんどが塵表面で破壊されてしまうことが明らかになった。星間空間の塵表面に付着したグリシンの蒸発温

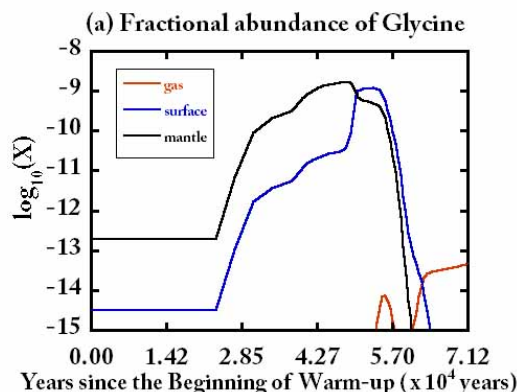


図 1: 本研究で予測された、星間空間におけるグリシンの存在量の時間変化。0 年が星の誕生に相当する。

度は不定性が非常に大きく、正確な存在量の予測のためには今後の研究が不可欠である。また、電波望遠鏡で観測可能な分子は気相のものに限られるため、将来的な電波観測の計画にあたっては蒸発温度の情報は不可欠である。

当研究のもう一つの知見として、非熱的な水素によるグリシン生成反応の加速がある。星形成領域内部の紫外線により分子が壊れると、高い運動エネルギーを持つ水素 (H^*) が生成する。すると H^* は通常の水素原子では不可能な CO_2 への水素付加反応を引き起こし、大量の COOH ラジカルを作る。この反応を上記のモデルに取り入れた結果、グリシンの生成量が大きく増加することが示された。この反応は実験的に示唆されていたものであるが、星間空間の化学反応モデルに初めて取り入れられ改めてその重大さが示唆された。今後さらなる実験により、このプロセスをより詳細に調査する必要があると考えている。

当研究の内容は 2017 年度に遂行され、2018 年には出版されている [4]。

参考文献

- [1] Garrod, R.: 2013, *ApJ*, **765**, 60.
- [2] Wakelam, V., et al.: 2015, *ApJS*, **217**, 20.
- [3] Tzvetkov, G., Ramsey, M. G., & Netzer, F. P.: 2004, *Chemical Physics Letters*, **397**, 392.
- [4] Suzuki, T., et al.: 2018, *ApJ*, **863**, 51S.

ALMA を用いた円盤観測におけるモデルフィットによる逆畳込み法

橋本淳

(アストロバイオロジーセンター/国立天文台)

アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計 (ALMA) によって原始惑星系円盤にリング構造など様々な微細構造が観測されてきた (e.g., [1]). 高い空間分解能がそのような微細構造の検出には必要不可欠である。しかし、微細構造は高空間周波数成分に対応するため、広く用いられている逆畳込み法である CLEAN アルゴリズム [2] では、疎らな uv サンプリングによって画像の空間分解能が悪化する。

別の逆畳込み法として、ビジビリティ空間におけるモデルフィットがある。このアプローチの利点は空間周波数の情報を全て利用することにある。例えば、円盤上の幅が細くて深い溝と幅が太くて浅い溝は画像上では見分けがつかなくても、ビジビリティ空間の長いベースライン上では見分けることが可能となる。図 1 は軸対称な円盤モデルの動径方向の輝度分布を示しており、半径 200mas の位置に溝がある (溝の幅や明るさの深さは表 1 を参照)。これらのモデル円盤を CASA `simobserve` タスクを使って、CLEAN ビーム 126×113 mas の空間分解能で畳み込むと、輝度分布はほぼ同じになる。一方で、ビジビリティ空間の長いベースライン側では違いがある。したがって、ビジビリティ空間におけるモデルフィットは逆畳込み法をするための強力な手法である。

本ハイライトではモデルフィット法の実装について報告する。円盤モデルは指数関数的漸減を含む冪乗動径分布

(e.g., [3]) を採用した:

$$I(r) \propto \alpha \left(\frac{r}{r_c} \right)^{-(q+\gamma)} \exp \left[- \left(\frac{r}{r_c} \right)^{2-\gamma} \right].$$

モデル円盤を、観測と同一の uv サンプリングを持つ複素ビジビリティに変換するために、公開されている python コード `vis_sample`¹ を利用する。変換されたビジビリティは方位角方向に平均化するために uv 空間上で逆射影する。フィッティングは `emcee` ライブラリ [4] として提供されているマルコフ連鎖モンテカルロ法 (MCMC) を使う。この実装コードは CI Tau [5] や DM Tau [6] に付随する円盤構造の逆畳込みに利用された。

表 1: モデル円盤における溝の幅と深さ

モデル	位置 (mas)	幅 (mas)	明るさの深さ
細く深い溝	200	20	10^{-4}
太く浅い溝	200	90	0.75

参考文献

- [1] ALMA Partnership et al.: 2015, *ApJ*, **808**, 3.
- [2] Högbom, J. A.: 1974, *A&AS*, **15**, 417.
- [3] Hartmann, L., et al.: 1998, *ApJ*, **495**, 385.
- [4] Foreman-Mackey, D., et al.: 2013, *PASP*, **125**, 306.
- [5] Konishi, M., et al.: 2018, *ApJ*, **859**, 28.
- [6] Kudo, T., et al.: 2018, *ApJ*, **868**, 5.

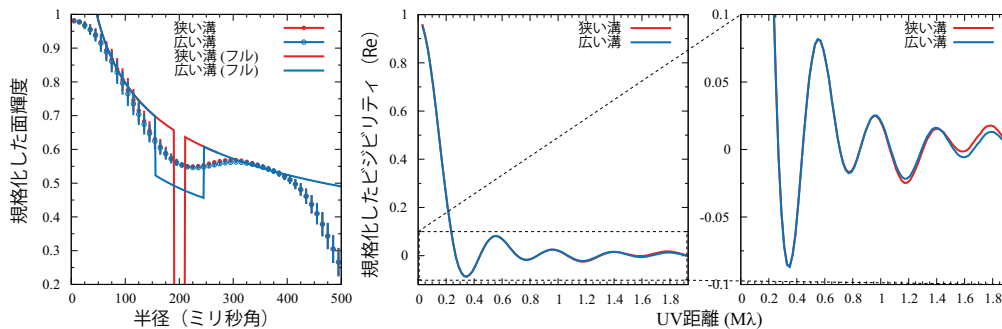


図 1: モデル円盤の動径輝度分布 (左), 実ビジビリティ (中) とその拡大図 (右). フル解像度画像は CLEAN ビーム 126×113 mas の空間分解能で畳み込まれている。赤と青線はそれぞれ細く深い溝と太く浅い溝をそれぞれ示す。

¹`vis_sample` は以下の web サイトで公開されている: https://github.com/AstroChem/vis_sample もしくは Anaconda Cloud https://anaconda.org/rloomis/vis_sample。

うみへび座 TW 星の遷移円盤で発見された新たなギャップ構造

秋山永治¹、武藤恭之²、日下部展彦¹、片岡章雅³、橋本 淳¹、塚越 崇⁴、KWON, Jangmi⁵
工藤智幸¹、神鳥 亮¹、GRADY, Carol A.⁶、高見道弘⁷、JANSON, Markus⁸、葛原昌幸⁹
HENNING, Thomas¹⁰、SITKO, Michael L.^{11,12}、CARSON, Joseph^{10,13}、真山 聡¹⁴、CURRIE, Thayn
THALMANN, Christian¹⁵、WISNIEWSKI, John P.¹⁶、百瀬宗武⁴、大橋永芳¹、ABE, Lyu¹⁷
BRANDNER, Wolfgang¹⁰、BRANDT, Timothy D.¹⁸、EGNER, Sebastian¹、FELDT, Markus¹⁰
後藤美和¹⁹、GUYON, Olivier¹、早野 裕¹、林 正彦¹、林 左絵子¹、HODAPP, Klaus W.²⁰
石井未来¹、家 正則¹、KNAPP, Gillian R.¹⁸、松尾太郎²¹、MCELWAINE, Michael W.²²
観山正見²³、森野潤一¹、MORO-MARTIN, Amaya^{24,25}、西村徹朗¹、PYO, Tae-Soo¹
SERABYN, Eugene²⁶、末永拓也¹⁴、周藤浩士¹、鈴木竜二¹、高橋安弘^{1,5}、高遠徳尚¹、寺田 宏¹
友野大悟¹、TURNER, Edwin L.^{5,18}、渡辺 誠²⁷、山田 亨²⁸、高見英樹¹、白田知史¹、田村元秀^{1,5}

1:国立天文台, 2:工学院大学, 3:ハイデルベルク大学, 4:茨城大学, 5:東京大学, 6:Eureka Scientific 7:台湾中央研究院, 8:ストックホルム大学, 9:東京工業大学,
10:マックスプランク天文学研究所, 11:Space Science Institute, 12:シンシナティ大学, 13:チャールストン大学, 14:総合研究大学院大学, 15:チューリッヒ工科大学,
16:オクラホマ大学, 17:ニース・ソフィア・アンティボリス大学, 18:プリンストン大学, 19:Universitäts-Sternwarte München, 20:ハワイ大学, 21:京都大学,
22:ゴダード宇宙飛行センター, 23:広島大学, 24:Space Telescope Science Institute, 25:ジョンホプキンス大学, 26:ジェット推進研究所, 27:北海道大学, 28:東北大学

惑星は原始惑星系円盤で形成されると考えられている。従って、惑星や惑星系の形成および進化過程を理解するには、原始惑星系円盤の物理構造を詳しく調べ、その起源を解明していく必要がある。

本稿では、すばる望遠鏡の戦略枠である SEEDS (Strategic Explorations of Exoplanets and Disks with Subaru) プロジェクトの一環として、太陽近傍の小質量星うみへび座 TW 星 (TW Hya, $0.55 M_{\odot}$ 、距離 54 pc) に付随する原始惑星系円盤に対して、近赤外線 H バンドで高解像度偏光観測を行い、新たにギャップ構造が発見されたのでその結果を報告する [1]。

TW Hya に付随する円盤は遷移円盤であり、複雑な構造を持つことが特徴である。過去のハッブル宇宙望遠鏡 (HST) の観測では、主星から 80AU の位置にリング状のギャップの存在が示されている [2]。今回、すばる望遠鏡/HiCIAO+AO188 を用いた高コントラスト観測で、HST の観測よりさらに内側の領域を含む主星からの距離、11AU から 80AU までの面輝度分布が明らかとなり、主星から 20AU の位置に新たなリング状のギャップが存在する可能性が示された (図 1)。ギャップの形成メカニズムには、円盤と惑星との重力相互作用、光蒸発、ダスト成長、dust filtration など諸説あるが、観測で得られた面輝度分布の特徴が惑星を起源とするギャップ形成の理論モデル [3] でよく説明できることが分かった。また、SMA や VLA のミリ波サブミリ波のデータを合わせて考慮するとダスト成長の可能性も考えられ、惑星とはいえないまでも、やがて惑星の基となる塵が大きく成長している可能性があることも分かった。

今回の観測で、計 2 つのリング状のギャップ構造が撮像された結果、TW Hya の円盤では中心星から異なる距離で複数の惑星が同時に形成している可能性が考えられる。今後、ALMA や次世代の可視光赤外線望遠鏡 TMT によって、空間分解能がさらに向上していくと予想され、惑星系形成メカニズムの解明に大きく近づくことが期待される。

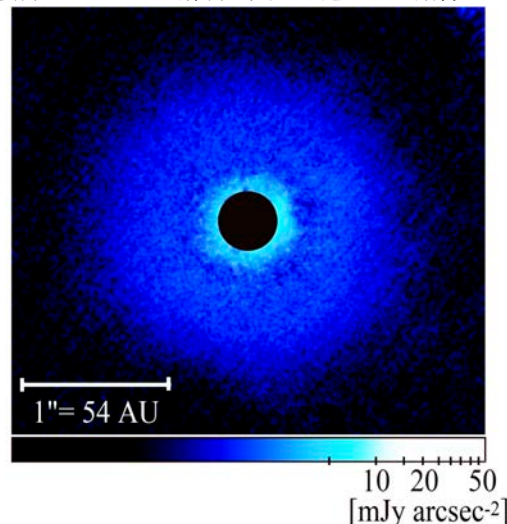


図 1: TW Hya に付随する原始惑星系円盤の偏光画像。画像中心の中心星の近傍領域は半径 0.2 秒のマスクで黒く隠している。

参考文献

- [1] Akiyama, E. et al.: 2015, *ApJ*, **802**, L17.
- [2] Debes, J. H. et al.: 2013, *ApJ*, **771**, 45.
- [3] Jang-Condell, H. & Turner, N. J.: 2012, *ApJ*, **749**, 153.

プレアデス星団メンバー星 HII 3441 に付随する 褐色矮星質量伴星の発見

小西 美穂子 (国立天文台), 松尾 太郎 (大阪大学), 山本 広大 (京都大学),
Matthias Samland (MPIA), 須藤 淳 (大阪大学), 芝井 広 (大阪大学), 伊藤 洋一 (西はりま天文台)
深川 美里 (名古屋大学), 住 貴宏 (大阪大学), SEEDS/HiCIAO/AO188 チーム

プレアデス星団は近傍の若い散開星団 (135 pc [1], 120 Myr [2]) の一つであり、初期質量関数決定のための褐色矮星探査の良いターゲットである (例えば参考文献 [3])。補償光学を用いた直接撮像による観測は暗い褐色矮星を検出するのに有効である。参考文献 [4] ではプレアデス星団 G・K 型星を大規模に探査し、0.08 から 6.9 秒離れた褐色矮星伴星の保有率が $28\% \pm 4\%$ であることを求め、フィールドの連星率 [5] と相違ないことを示した。しかし、主星近傍の暗い褐色矮星を検出することが困難であるため、その連星率はまだ詳しく調べられていない。このような状況下で、参考文献 [6] や [7] はそれぞれ Pleiades HII 1348 と HD 23514 まわりに褐色矮星質量伴星の検出に成功している。本研究 [8] はこれらの成果に引き続き、Pleiades HII 3441 まわりに同様な褐色矮星質量天体を発見し、主星近傍であっても褐色矮星伴星の保有率がフィールドの連星率と矛盾ないことを示した。

本研究の観測はすばる望遠鏡の戦略観測枠 SEEDS (Strategic Exploration of Exoplanet and Disks with Subaru, [9]) プロジェクトの一環で行われた。観測装置にはすばる望遠鏡に搭載された補償光学装置 AO188 [10] と高コントラスト撮像装置 HiCIAO [11] を用いた。2011 年 9 月に H バンド ($1.6 \mu\text{m}$) の SDI (Simultaneous Spectral Differential Imaging, [12]) + ADI (Angular Differential Imaging, [13]) モードで、2014 年 10 月に H バンドの ADI モードで、2015 年 1 月に J バンド ($1.2 \mu\text{m}$) ・ H バンド ・ K_S バンド ($1.4 \mu\text{m}$) の DI (Direct Imaging) モードで、画像を取得した。主星光のハローを軽減する画像解析 ([13], [14]) を行ったところ、射影離角が 0.49 ± 0.02 秒 (66 ± 2 au)、方位角が 136.4 ± 3.2 度のところに点源を検出した。 J バンドの等級を恒星の進化モデル [15] から質量に換算すると 68 ± 3 木星質量であった。さらに複数年の相対固有運動測定からこの点源は Pleiades HII 3441 に付随した褐色矮星質量伴星であることが明らかになった。なお、先行研究で検出されていた Pleiades HII 1348 と HD 23514 まわりの褐色矮星質量伴星と同程度のものである。

我々はこれまでにプレアデス星団に属する星を 21 天体観測してきた [16]。ここから無バイアスのサンプルを用いると、プレアデス星団内で褐色矮星質量伴星の保有率が $10^{+26.1}_{-8.8}\%$ であることがわかった。この値はプレアデス星団や他の散開星団の値 (e.g., [4], [17]) と比べても相違ないことが明らかになった。また、我々が他の運動星団内で行った惑星探査の結果も報告している ([8] 参照)。

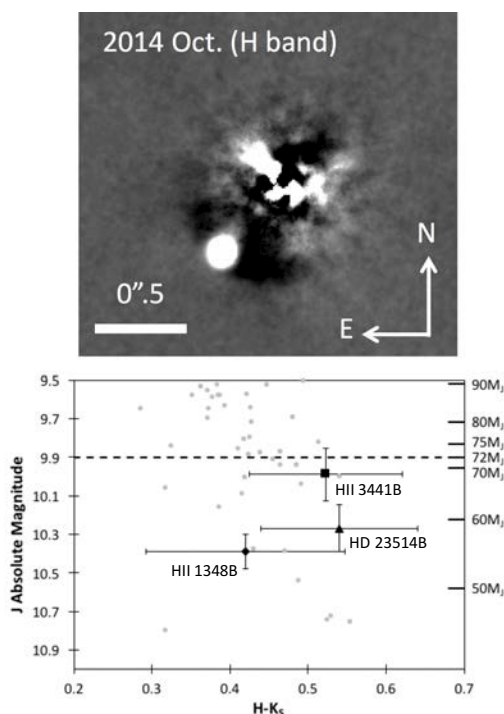


図 1: 上図: 画像処理後の Pleiades HII 3441 の画像。下図: Pleiades HII 3441b の色等級図

参考文献

- [1] Melis et al., 2014; [2] Basri et al. 1996; [3] Stauffer et al., 1989; [4] Bouvier et al. 1997; [5] Duquennoy & Mayor 1991; [6] Geißler et al. 2012; [7] Rodriguez et al. 2012; [8] Konishi et al. 2016; [9] Tamura et al. 2009; [10] Hayano et al. 2008; [11] Suzuki et al. 2010; [12] Janson et al. 2013; [13] Marois et al. 2006; [14] Lafrenière et al. 2007; [15] Baraffe et al. 2015; [16] Yamamoto et al. 2013; [17] Patience et al. 2002; [18] Brandt et al. 2014

新たに決定されたグリーゼ 229A の炭素と酸素の組成に基づいた グリーゼ 229B の物理的性質

中島 紀^{1,2}, 辻 隆³, 竹田洋一¹

1:国立天文台, 3:アストロバイオロジーセンター, 2:東京大学理学部天文教育研究センター

M 型矮星グリーゼ 229A の伴星であるグリーゼ 229B が、最初の正真正銘の褐色矮星として 1995 年に発見されてから 20 年になる。その後 1999 年にいくつかの孤立天体が発見されるまで、唯一の T 型矮星であった。T 型矮星のプロトタイプとして、グリーゼ 229B は今世紀の始めまでは、活発に研究され、その物理的性質を決定しようとする努力が続けられた。その後孤立天体の大規模なサーベイによって、多くの T 型矮星が発見されたが、今なおグリーゼ 229B は、最も詳しく調べられた天体の一つである。

物理的性質の決定には、二つのアプローチがある。一つ目は、有効温度、表面重力、金属度のすべてを、グリーゼ 229B のスペクトルのモデルフィッティングのみから求めようとするもので、決定すべきパラメーターが多いため、かなり難しい。特に表面重力と金属度の評価は、困難である。二つ目は、主星グリーゼ 229A の金属度を求め、それをグリーゼ 229B の金属度と同じとみなして、解析を行う方法である。フリーパラメーターが減るためこちらのアプローチが望ましいが、ごく最近までは、この方法は、難しいと考えられていた。理由は、M 型矮星の金属度を求めることが困難であると思われていたからである。

低温な M 型矮星の大気中では、さまざまな分子が形成される。M 型矮星の観測されたスペクトルにおいては、分子の吸収バンドにより、真のコンティニウムレベルを評価することができない。よって等価幅を使った解析や、合成スペクトルを用いた解析がうまく機能しないと考えられたのである。我々は、この問題を以下のように解決した [3][4]。水蒸気によるコンティニウムの減衰の顕著な K バンドにおいて、観測スペクトルにおいては、疑似コンティニウムを参照して、スペクトル解析を行う。一方理論スペクトルにおいても、最新の分子ラインリストを用いて、水蒸気による真のコンティニウムからの減衰を評価し、理論的疑似コンティニウムを求める。これを参照してスペクトル解析を行うことで、観測、理論スペクトルともに、コンシステントに取り扱われる。この方法で、K バンドにおける、一酸化炭素の吸収線から、炭素の組成を、水蒸気の吸収線から、酸素の組成を 46 個の M 型矮星に対して求めた。グリーゼ 229A も、この中に含まれており。炭素は、 $\log A_C = -3.27 \pm 0.07$ 、酸素は、 $\log A_O = -3.08 \pm 0.02$ と導かれた。

得られた炭素と酸素の組成は、古典的太陽組成に近い。

この結果は、一見重要でないように思われるかもしれないが、実はそうでもない。グリーゼ 229B が発見された当初は、太陽組成を仮定した理論スペクトルのみが計算されたが、2000 年前後の金属量をフリーパラメーターとして、モデルフィッティングを行う研究においては、金属量、 $[M/H] = -0.5$ という結果がでていて、それを根拠として、グリーゼ 229B のスペクトルが特異であり、スペクトル型も、T7_p とされた。我々の結果は、グリーゼ 229B の組成が特異でないことを示したのである。

彩層活動から評価されるグリーゼ 229A の年齢の下限は、3 億年である [1]。他方、銀河系内の運動学的年齢の上限は、30 億年と見積もれる。年齢の制限は、褐色矮星の冷却モデルとの関連で、有効温度と表面重力の組み合わせに制約を与える。グリーゼ 229A の金属度と年齢の制限と、グリーゼ 229B の理論スペクトルとの比較から、最もよい有効温度 (T_{eff}) と表面重力 ($\log g$) の組み合わせは、 $(T_{\text{eff}}, \log g) = (800\text{K}, 4.75)$ と、 $(850\text{K}, 5.0)$ となった [2]。

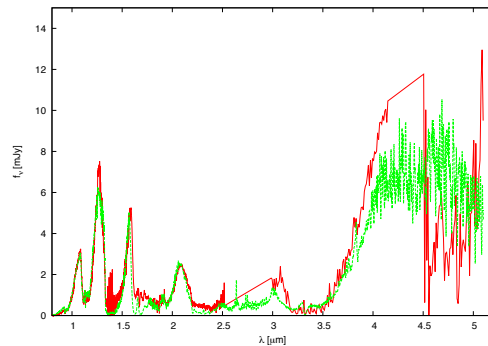


図 1: 最もよくあう観測スペクトル (赤) と理論スペクトル (緑)。
($T_{\text{eff}}, \log g$) = (800K, 4.75)

参考文献

- [1] Gizis, J. E., Reid, I. N., Hawley, S. L.: 2002, *AJ*, **123**, 3356.
- [2] Nakajima, T., Tsuji, T., Takeda, Y.: 2015, *AJ*, **150**, 53.
- [3] Tsuji, T., Nakajima, T.: 2014, *PASJ*, **66**, 98.
- [4] Tsuji, T., Nakajima, T., Takeda, Y.: 2015, *PASJ*, **67**, 26.

M型矮星と太陽型星の炭素・酸素比

中島 紀

アストロバイオロジーセンター・国立天文台

空華 智子

東京大学

星周円盤における高い炭素・酸素比 (>0.8) により炭素の支配する惑星が生まれると示唆されている。星の光球における元素組成が星周円盤の初期組成を与えるという予想に基づき、太陽型星の炭素・酸素比の頻度分布が、複数のグループによって求められた。ところがこれらの研究の結果は混乱している。炭素・酸素比が0.8以上の星が20%以上で、1.0以上の星が6%以上、という結果を求めたグループがある一方で、サンプル星の中に、炭素・酸素比が0.8以上の星が一つもない、という結果を得たグループもある。これらの太陽型星の研究は、すべて太陽に対しての相対的元素組成解析であり、採用された太陽の炭素・酸素比の絶対値に依存するのだが、太陽の炭素・酸素比は、いまだに議論の余地のあるところである。

最近になって、炭素と酸素の組成を、それぞれ K バンドの一酸化炭素と水蒸気の吸収線から導出する、M型矮星の分子分光の手法が開発された ([1][2])。分光観測に用いた望遠鏡と観測装置は、それぞれ、すばると IRCS である。 K バンドスペクトルの分解能は、20,000 である。46個のM型矮星について、炭素と酸素の組成が、非相対的解析により、求められた。この方法で求められた炭素・酸素比は、太陽型星に対して求められた値より確かである。なぜなら、太陽型星では、可視域スペクトルの炭素と酸素の中性線から、炭素・酸素比が求められるが、中性酸素線の取り扱いに、困難があるからである。我々は、コロモゴロフ・スミルノフテストを用いて、M型矮星の炭素・酸素比の頻度分布を太陽型星の値と比較した。その結果、高い炭素・酸素比の頻度分布が低いほうが、もっともらしいとの結論を得た ([3])。

参考文献

- [1] Tsuji, T., Nakajima, T.: 2014, *PASJ*, **66**, 98.
- [2] Tsuji, T., Nakajima, T.: 2015, *PASJ*, **67**, 26.
- [3] Nakajima, T., & Sorahana, S.: 2016, *ApJ*, **830**, 159.

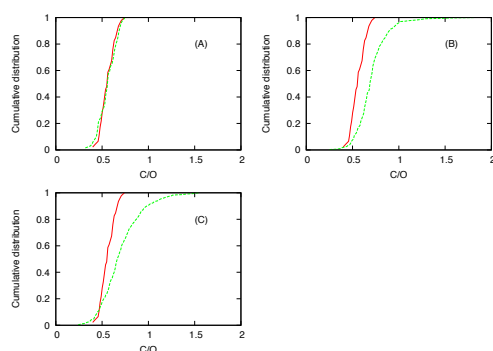


図 1: 二つの累積分布の比較。(A) M型矮星 (赤) と Nissen et al. 2014 (緑)。(B) M型矮星 (赤) と Delgado Mena et al. 2010 (緑)。(C) M型矮星 (赤) と Petigura & Marcy 2011 (緑)。M型矮星の分布は、そのサンプルの中から炭素・酸素比が0.8以上の太陽型星が一つもなかった Nissen et al. 2014 による太陽型星の分布と一致する。

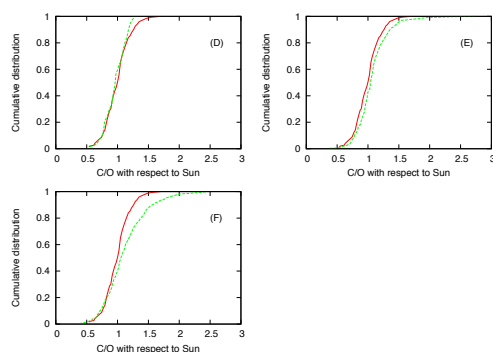


図 2: 太陽型星の相対組成解析から求められた二つの累積分布の比較。(D) Takeda & Honda 2005 (赤) と Nissen et al. 2014 (緑)。(E) Takeda & Honda 2005 (赤) と Delgado Mena et al. 2010 (緑)。(F) Takeda & Honda 2005 (赤) と Petigura & Marcy 2011 (緑)。Takeda & Honda と Nissen et al. の中性酸素線の取り扱いは同じだが、Delgado Mena et al. 2010 と Petigura & Marcy 2011 とは異なる。

星なしコアの湾曲磁場 III：FeSt 1-457 の偏光–減光関係

神鳥 亮

(アストロバイオロジーセンター)

広視野の近赤外線偏光観測による背景星の星間偏光測定に基づき、星なし分子雲コア FeSt 1-457 の周りに砂時計型に歪んだ磁場構造が発見された [1]。この磁場構造を、砂時計型磁場構造の 3 次元モデルと比較することにより、視線方向の磁場の傾き角を求める解析が行われた [2]。FeSt 1-457 を取り巻く 3 次元的な磁場構造や偏光構造（特に消偏光構造）が明らかになってきたため、これらが偏光–減光関係に及ぼす影響を見積もり、補正を行って真に確からしい偏光–減光関係を求める試みを行ったので報告する [3]。

磁場に整列した塵粒子による二色性偏光と減光との間に成り立つ関係を求めることは重要である。1 つには、観測される星間偏光の向きが観測領域を貫く磁力線の向きと対応することを、偏光–減光関係の直線性が担保することが挙げられる。もう 1 つには、磁場による塵粒子の整列理論を偏光–減光関係から制約できることが挙げられる。

コアの方向からやってくる偏光は、4 つの要素・効果から成る：(1) コア自身に付随する偏光、(2) コアと同じ視線線上にあるが無関係な塵粒子による周辺偏光、(3) 歪んだ磁場構造が傾いていることにより（主にコアの赤道面で）生じる消偏光効果、(4) 磁場の視線方向の傾き角。オリジナルの偏光–減光関係には、これらの要素・効果が重ね合わされている。論文 [1], [2] における解析により、後の 3 つの要素・効果は既知であり、オリジナルの偏光–減光関係から取り除いて補正することが可能である。これにより真に確からしい偏光–減光関係を得ることができる。

結果を図 1 に示す。図 1 (a) は、オリジナルの偏光–減光関係である。偏光は、 $H - K_s \approx 0.9$ mag まで直線的な上昇傾向を示した後、頭打ちになっているように見える。 P_H 対 $H - K_s$ の傾きは、 $2.43 \% \text{ mag}^{-1}$ である。図 1 (b) は、オリジナルから周辺偏光を差し引いた後の偏光–減光関係である。(a) で見られた偏光の折れ曲り・頭打ちは姿を消し、最深部まで直線的な関係が得られることがわかった。関係の傾きは、 $4.75 \% \text{ mag}^{-1}$ である。図 1 (c) は、(b) に対してさらに消偏光の補正を行った後の偏光–減光関係である。関係の傾きは、 $7.74 \% \text{ mag}^{-1}$ であり、相関係数は、0.79 である。(c) で得られた相関係数は、(a) における値 0.71、および (b) における値 0.76 よりも大きく、補正により相関の緊密性が増していることがわかる。最後に、図 1 (d) は、(c) に対してさらに磁場の傾き角の補正を行った後の偏光–減光関係である。関係の傾きは、 $11.00 \% \text{ mag}^{-1}$ であり、最深部 ($A_V \approx 20$ mag) まで直線的な関係が得られた。この傾きの大きさは、星間空間の偏光効率

の上限値として知られている $P_H/E_{H-K} \approx 14 \% \text{ mag}^{-1}$ と近い。したがって、星間空間の偏光効率の上限値は、天体に対する観測の見込み角の違いにより説明できる可能性がある。

補正後の偏光–減光関係が直線的であることは、磁場による塵粒子の整列理論に制約を与える。現在、信頼を得つつある輻射トルク理論による塵粒子の整列を考えると、シミュレーションでは、 A_V が数 mag から 10 mag の間で偏光効率は落ちてしまう。本研究では、 $A_V \leq 20$ mag に渡って、偏光–減光関係が直線的であることがわかっており、このことは、大きな塵粒子サイズや通常よりも強い輻射の存在を示唆する。

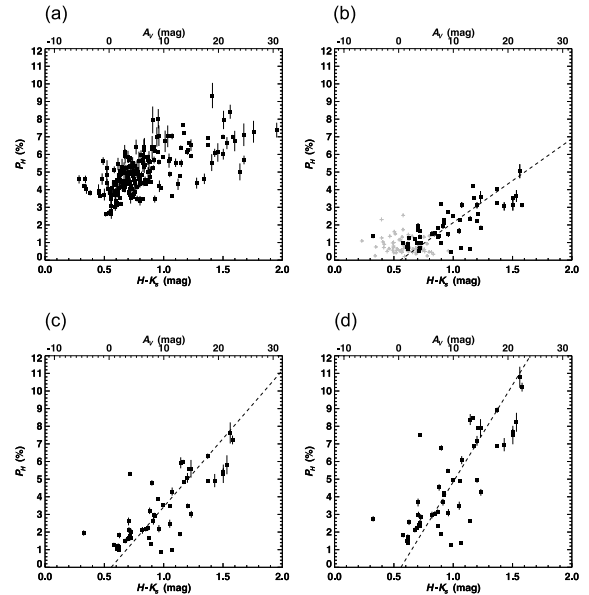


図 1: 背景星における近赤外 $H - K_s$ カラーと H バンド偏光度 P_H の相関関係。コア半径 ($144''$) よりも内側に存在する $P_H/\delta P_H \geq 10$ の星をプロットした。(a) オリジナルの偏光–減光関係。(b) コア周囲の偏光成分の差し引き後の偏光–減光関係。(c) コア周囲の偏光成分の差し引きと、消偏光の補正を行った後の偏光–減光関係。(d) コア周囲の偏光成分の差し引きと、消偏光の補正を行い、さらに磁場の視線方向の傾き角を補正した偏光–減光関係。

参考文献

- [1] Kandori, R., et al.: 2017, *ApJ*, **845**, 32.
- [2] Kandori, R., et al.: 2017, *ApJ*, **848**, 110.
- [3] Kandori, R., et al.: 2018, *ApJ*, **857**, 100.

4. 研究連携

区分	実施数	備考
プロジェクト研究	延べ 73 件	25 機関
サテライト研究	延べ 8 件	4 機関、継続 3 件
研究集会	9 件	国際会議 2 件
懇話会	3 件	
クロスアポイントメント	3 件	東京大学、アリゾナ大学、ワシントン大学

4-1 アストロバイオロジーセンター 公募研究

2015 年度 プロジェクト研究

	代表者	所属	採択額 (千円)	研究課題
1	加藤 政博	分子科学研究所	1,200	実験・観測・計算シナジーによる自然界における生体分子の非対称性起源の解明
2	正岡 重行	分子科学研究所	1,200	低温度星まわりの生命居住可能惑星において起こり得る光合成反応の分子科学的考察
3	癸生川 陽子	横浜国立大学	1,200	始原小天体から原始地球にわたる生命材料有機物の進化
4	中川 広務	東北大学	1,100	ハワイ専用望遠鏡と国際連携による火星生命の痕跡を探る観測的研究
5	北台 紀夫	東京工業大学	1,200	アルカリ熱水噴気孔環境におけるアミノ酸重合化
6	栗原 顕輔	岡崎統合バイオサイエンスセンター	1,100	生命材料物質の組み立て場としてみた原始細胞膜の基礎的研究
7	福井 暁彦	国立天文台	1,100	ケプラー衛星の第二期探索で発見される太陽系近傍の地球型惑星の発見確認と詳細観測

8	三田 肇	福岡工業大学	1,100	宇宙塵中のアミノ酸分析とホモキラリ ティーの起源
9	赤沼 哲史	早稲田大学	1,000	地球型生命におけるアミノ酸情報量の 普遍性と特殊性の検証：遺伝暗号とア ミノ酸レパートリーの進化
10	山本 正浩	海洋研究開発機構	1,000	深海熱水噴出孔表面における電氣的 化学進化の検証
11	小林 憲正	横浜国立大学	1,000	複合的アプローチによる星間およびタ イタン大気中での超複雑有機物生成 の検証
12	橋爪 秀夫	物質・材料研究機構	1,000	室温付近での蒸発乾固法を用いた核 酸塩基とリボースからのヌクレオシド 合成
13	BRASSER, Ramon	東京工業大学	650	低質量な太陽系外惑星の形成とその 組成について
14	前田 太郎	基礎生物学研究所	1,000	低温度星まわりの惑星における地球 型光合成生物の成育可能性とその分 子メカニズム
15	小林 浩	名古屋大学	1,000	原始惑星系円盤での H ₂ O 大循環から 探る地球型水惑星形成
16	網蔵 和晃	東京大学	1,000	全ての生命が有する翻訳系の起源
17	今井 栄一	長岡技術科学大学	900	海底熱水環境下における有機物－鉱 物－熱水相互作用による化学進化過 程
18	伊藤 元雄	海洋研究開発機構	900	高空間分解能質量・同位体イメージン グによる地球外有機物研究の新展開
19	本山 一隆	総合研究 大学院大学	750	星間化学シミュレーションにおける最 適な疎行列演算手法の開発
20	矢野 創	宇宙航空 研究開発機構	800	エアロゲルに非破壊捕集された宇宙 塵の初期分析用観察・摘出システム の開発 (3): ～衝突痕形状と捕集試 料の三次元光学測定～

2016 年度 プロジェクト研究

	代表者	所属	採択額 (千円)	研究課題
1	三田 肇	福岡工業大学	2,100	宇宙塵中のアミノ酸分析とホモキラリティーの起源
2	木賀 大介	早稲田大学	2,060	生命の初期進化において生体高分子の合成の正確さがその高分子の活性に与える影響の検証
3	中川 広務	東北大学	1,960	火星生命の痕跡を探るための地上からの超高分解能赤外分光連続観測と国際連携観測
4	癸生川 陽子	横浜国立大学	2,100	最先端イメージング分析で探る隕石有機物の起源と進化
5	古川 善博	東北大学	1,680	炭素質コンドライトおよび南極微小隕石の有機分子-鉱物イメージングによる地球外有機物の生成過程研究
6	山本 伸次	横浜国立大学	1,740	ジルコンに保存された微小包有物から初期地球環境を読み解く
7	網藏 和晃	東京大学	1,800	全ての生命が普遍的に有する翻訳系の起源
8	大野 宗祐	千葉工業大学	1,680	成層圏微生物の高度分布観測の為に捕集・分析手法の開発
9	山田 桂太	東京工業大学	1,750	地球外アミノ酸の生成経路解明のための分子内炭素同位体分布分析法の確立
10	栗原 顕輔	岡崎統合 バイオサイエンス センター	2,100	リピッドワールド仮説に基づく原始細胞モデルの基礎研究
11	野口 高明	九州大学	2,070	太陽系始原有機物の物質進化から解明する彗星—含水小惑星の連続性 ～宇宙塵分析に基づく検討～
12	福井 暁彦	国立天文台	1,500	近傍地球型惑星の観測に向けた新多色カメラ MuSCAT-II の開発
13	秋山 永治	国立天文台	1,330	原始惑星系円盤の水の分布に関する観

				測的研究
14	渋谷 岳造	海洋研究 開発機構	2,100	土星衛星エンセラダスの海底熱水活動域 における岩石-水反応とアミノ酸重合
15	河原 創	東京大学	1,500	GPU ライトカーブ解析で探るクールな領 域の惑星
16	玄田 英典	東京工業大学	1,250	スーパーアースの平均密度多様性の起 源:天体衝突侵食の影響
17	平野 照幸	東京工業大学	1,500	K2 ミッションを利用した近傍の恒星周りの 小型トランジット惑星の発見と特徴付け
18	小林 浩	名古屋大学	1,460	原始惑星系円盤での H ₂ O 大循環から探 る地球型水惑星形成
19	荒川 和晴	慶應義塾大学	1,780	比較ゲノム解析による極限環境微生物の 紫外線耐性関連遺伝子の網羅的探索
20	矢野 創	宇宙航空 研究開発機構	1,200	氷天体内部海ブリューム微粒子の試料捕 集分析・惑星保護技術の研究
21	橋爪 秀夫	物質・材料 研究機構	1,500	蒸発乾固法を用いた核酸塩基と5炭糖か らのヌクレオシド合成
22	DANIELACHE, Sebastian	上智大学	1,300	有機分子の近赤外スペクトルによる大気 系外惑星における新バイオマーカー特定
23	西澤 学	海洋研究 開発機構	1,250	初期地球海洋への隕石衝突による宇宙 有機物の変質:海洋天体での生命誕生に 果たす役割の解明
24	本田 充彦	久留米大学	1,250	原始惑星系円盤水氷分布観測のための すばる IRCS への L-band 偏光観測機能 の搭載
25	小杉 真貴子	中央大学	1,250	恒星の光特性が惑星の生物進化に与え る影響を光合成効率の波長依存性から 予測する
26	黒澤 耕介	千葉工業大学	950	二段式水素ガス銃を用いた無隔膜衝突 有機開放系気相化学分析技術の確立: 氷天体上の衝突化学への応用
27	車 兪澈	東京工業大学	1,250	人工細胞構築による初期細胞生命の実 証

2016 年度 サテライト研究

	代表者	所属	採択額 (千円)	研究課題	
1	関根 康人	東京大学	4,500	巨大ガス惑星周りのハビタビリティに関する研究基盤構築:衛星地下海の形成・進化・化学的多様性の解明	新規
2	小林 憲正	横浜国立大学	3,000	日本初のアストロバイオロジー宇宙実験「たんぽぽ計画」の試料分析をコアとする アストロバイオロジー研究拠点形成	新規
3	長沼 毅	広島大学	4,500	ありえる地球外生物圏における「ありえる生物学」(アロバイオロジー)の実証的研究 Corroborative study on “allo-biology” in hypothetical extraterrestrial biospheres	新規

2017 年度 プロジェクト研究

	代表者	所属	採択額 (千円)	研究課題
1	松尾 光一	広島大学	2,700	円偏光ビーム照射による生体有機分子の光学活性発現の実験検証
2	山本 正浩	海洋研究開発機	2,700	宇宙における電気合成生態系の活動限界領域の提示
3	河原 創	東京大学	2,700	GPU ライトカーブ解析で探るクールな領域の惑星
4	生駒 大洋	東京大学	1,300	系外惑星の大気獲得過程の理論研究とトランジット観測への示唆
5	癸生川 陽子	横浜国立大学	2,700	Ceres の化学:液体の水を伴う化学反応による有機物の形成

6	権 静美	宇宙航空 研究開発機構	1,250	生命のホモキラリティーと原始星形成領域 における円偏光観測
7	古賀 信康	分子科学研究所	2,400	地球上に存在しないトポロジーを持つタン パク質分子の合理設計
8	野口 高明	九州大学	2,303	太陽系始原有機物の物質進化から解明す る彗星—含水小惑星の連続性 ～宇宙塵 分析に基づく検討～
9	矢野 創	宇宙航空 研究開発機構	1,952	氷天体内部海プリューム微粒子の試料捕 集分析・惑星保護技術の研究(2) —捕集微粒子その場分析機構の開発と汚 染管理技術の確立—
10	古川 善博	東北大学	2,240	炭素質コンドライトの有機分子—鉱物イメー ジングによる地球外有機物の生成過程研 究
11	玄田 英典	東京工業大学	1,500	巨大天体衝突による連惑星形成の可能性 について
12	中川 麻悠子	東京工業大学	1,800	多様な環境条件下の生態系から放出され る VOC の大気系外惑星バイオマーカー可 能性探索
13	田中 洋介	東京農工大学	1,800	地球型系外惑星の探査を汎用化する分光 集積回路の研究
14	飯野 孝浩	東京農工大学	980	ALMA モニタリング観測によるハビタブル個 体天体における地表面温度の時空間変動 の解明
15	中川 広務	東北大学	1,260	火星生命の痕跡を探るための地上からの 超高分解能赤外分光連続観測と国際連携 観測
16	村上 尚史	北海道大学	1,800	3層波長板にもとづく広帯域コロナグラフマ スクの開発
17	車 愈澈	東京工業大学	1,800	地球型・宇宙型生物に普遍的と考えられる 生物特徴の再構築
18	橋爪 秀夫	物質・材料 研究機構	1,500	粘土存在下でのヌクレオシド、または核酸 塩基と糖、とリン酸からのヌクレオチド合成

19	栗原 顕輔	岡崎統合 バイオサイエンス センター	1,800	原始的なタンパク質を内包する原始細胞モデルの創成とその挙動解析
20	荒川 和晴	慶應義塾大学	1,794	比較ゲノム解析による極限環境微生物の紫外線耐性関連遺伝子の網羅的探索
21	HERNLUND, John	東京工業大学	810	Possibility of Terrestrial Exoplanet Magnetic Fields in Light of New Discoveries
22	山本 広大	京都大学	1,200	巨大ガス惑星の直接撮像観測を目指した極限補償光学系用光学系の開発
23	新原 隆史	東京大学	1,015	火星隕石の水-岩石反応から探る火星表層の古環境
24	河口 優子	東京薬科大学	1,500	乾燥耐性に寄与する新規カロテノイドの代謝機構の解明
25	木賀 大介	早稲田大学	1,176	生命の初期進化において生体高分子の合成の正確さがその高分子の活性に与える影響の検証
26	本山 一隆	総合研究 大学院大学	735	反応性輻射流体シミュレーションで探る星形成領域の化学進化の多様性

2017 年度 サテライト研究

	代表者	所属	採択額 (千円)	研究課題	
1	関根 康人	東京大学	4,500	巨大ガス惑星周りのハビタビリティに関する研究基盤構築:衛星地下海の形成・進化・化学的多様性の解明	継続
2	小林 憲正	横浜国立大学	3,000	日本初のアストロバイオロジー宇宙実験「たんぽぽ計画」の試料分析をコアとする アストロバイオロジー研究拠点形成	継続
3	長沼 毅	広島大学大学	4,500	ありえる地球外生物圏における「ありえる生物学」(アロバイオロジー)の実証的研究	継続

				Corroborative study on “allo- biology” in hypothetical extraterrestrial biospheres	
4	北台 紀夫	東京工業大学	5,000	電気化学進化モデルから探る宇宙に おける生命の起源	新規
5	佐藤 文衛	東京工業大学	5,000	高精度ドップラー観測で探る太陽型 星周りのハビタブル惑星	新規

4-2 懇話会

日時	話題提供者	所属	講演タイトル
平成 28 年 1 月 28 日	堀 安範	ABC	系外惑星大気のこれまでとこれから
平成 28 年 6 月 27 日	原田 真理子	東京薬科大	シアノバクテリアのプロモーター配列解析による 抗酸化酵素の発現量の進化
平成 28 年 10 月 18 日	関根 康人	東京大学	太陽系における”海”の多様性

* 平成 29 年度以降は、懇話会と ABC シンポジウムを併合

4-3 研究集会

	代表者	所属	研究課題	参加人数
1.	縣 秀彦	国立天文台	第 11 回最新の天文学の普及をめざすワーク ショップ:テーマ～アストロバイオロジー	68 名
2.	大宮 正士	ABC	近赤外高分散分光研究会:地球型惑星探索 と広がるサイエンス	約 40 名
3.	成田 憲保	ABC	ABC ミニワークショップ「極限領域における光 合成」	11 名
4.	田村 元秀	ABC	Post SEEDS workshop	約 30 名
5.	田村 元秀	ABC	H27 年度プロジェクト成果発表会「第4回:宇 宙における生命ワークショップ」	85 名
6.	田村 元秀	ABC	H28 年度プロジェクト/サテライト成果発表会 「第5回 宇宙における生命ワークショップ」	70 名
7.	田村 元秀	ABC	ABC 国際ワークショップ 2017	41 名
8.	田村 元秀	ABC	ABC シンポジウム 2018	約 60 名
9.	田村 元秀	ABC	H29 年度プロジェクト/サテライト成果発表会 「第6回 宇宙における生命ワークショップ」	約 80 名

* それぞれのプログラムは次ページ以降

第 11 回最新の天文学の普及をめざすワークショップ:

テーマ～アストロバイオロジー 『太陽系そして太陽系外の生命居住可能性』

日時

2015 年 11 月 15 日 (日) ～17 日 (火)

国立天文台 三鷹キャンパス・JAMSTEC

プログラム

11 月 15 日 (日)

時間	氏名	所属	題目
12:45	田村 元秀	ABC / 国立天文台 / 東京大学	開会の挨拶「アストロバイオロジーセンターについて」
13:00	山岸 明彦	東京薬科大学	オーバービュー「アストロバイオロジー」
13:30	田近 英一	東京大学	地球および太陽系外地球型惑星の環境進化とハビタビリティ
14:50	休憩		
15:00	関根 康人	東京大学	第 2 の地球!? 外側太陽系探査の最前線
16:20	休憩		
16:30	田村 元秀	ABC / 国立天文台 / 東京大学	太陽系外のハビタブル惑星探査
17:50	休憩		
18:00	堀 安範	ABC / 国立天文台	太陽系外の地球型惑星の姿および環境から探る生命居住可能性

11 月 16 日 (月) 『生命の起源と進化』【会場：国立天文台 三鷹キャンパス】

時間	氏名	所属	題目
9:10	渡部 潤一	国立天文台	挨拶
9:20	大石 雅寿	国立天文台	宇宙からもたらされる生命素材物質
10:40	休憩		
10:50	山岸 明彦	東京薬科大学	生命の初期進化そしてたんば計画 / 火星生命探査計画
12:10	昼食		
13:10	小林 憲正	横浜国立大学	太陽系に生命起源の鍵を探す
14:30	休憩		
14:40	長沼 毅	広島大学	極限環境下での生命
16:20	パネルディスカッション「生命はどこから来たか」		
17:50	移動		
18:00	懇親会 (@コスモス会館)		

11 月 17 日 (火) 『地球史と生命誕生』 午前の部【会場：国立天文台 三鷹キャンパス】

時間	氏名	所属	題目
9:30	丸山 茂徳	東京工業大学 ELSI	地球生命史とアストロバイオロジー
11:00	国立天文台 三鷹キャンパス → 海洋研究開発機構 横須賀本部 (バス移動) *希望者のみ (移動中に昼食)		

11 月 17 日 (火) 『地球史と生命誕生』 午後の部【会場：海洋研究開発機構 横須賀本部】

時間	氏名	所属	題目
13:10	高井 研	海洋研究開発機構	宇宙における生命誕生・存続は普遍か奇跡か? 誰が決着をつけるのか?
14:20	休憩		
14:30	海洋研究開発機構 横須賀本部見学		
16:30	閉会		

近赤外高分散分光研究会：地球型惑星探索と広がるサイエンス

日時

2015 年 11 月 24 日（火）～26 日（木）

国立天文台 三鷹キャンパス

プログラム

11 月 24 日（火）

時間	氏名	所属	題目
13:00	佐藤 文衛	東京工業大学	Opening Remarks

Session1：高分散分光装置と視線速度精密測定

時間	氏名	所属	題目
13:10	小谷 隆行	ABC/国立天文台	近赤外ドップラー装置 IRD
13:40	岩室 史英	京都大学	京大 3.8m 用可視高分散分光器
14:00	黒川 隆志	東京農工大学	パルス合成によるコム光発生装置
14:20	平野 照幸	東京工業大学	IRD での視線速度精密測定
14:50	休憩		

Session2：近赤外視線速度精密測定による地球型惑星探索

時間	氏名	所属	題目
15:20	佐藤 文衛	東京工業大学	IRD 戦略枠での観測提案
15:50	大宮 正士	国立天文台	IRD を用いた M 型矮星周りの地球型惑星探索
16:10	押野 翔一	国立天文台	M 型星における地球型惑星の形成過程
16:30	成田 憲保	ABC/国立天文台	IRD のトランジットフォローアップと TESS とのシナジー
18:00	懇親会		

11 月 25 日（水）

Session3：近赤外高分散分光で広がるサイエンス

時間	氏名	所属	題目
10:00	近藤 莊平	京都産業大学	近赤外高分散分光器「WINERED」：広帯域モードでの初期成果
10:30	大坪 翔悟	京都産業大学	近赤外高分散分光器「WINERED」：広帯域モードの性能と超高分散モードの搭載
10:50	本原 顕太郎	東京大学	TARdYS : a Y-band High-resolution Spectrograph for TAO 6.5m Telescope
11:10	海老塚 昇	理化学研究所	新しい高分散回折格子
11:30	青木 和光	国立天文台	恒星の近赤外線高分散分光
11:50	休憩 (1h30min) + ポスターセッション		

Session4：近赤外高分散分光で広がるサイエンス (続き)

時間	氏名	所属	題目
13:20	河原 創	東京大学	IRD で系外惑星大気をさぐる
13:40	Stevanus Kristianto Nugroho	東北大学	High Contrast and High Dispersion Spectroscopy Capability of IRCS+AO188 for Characterizing Nearby Directly Imaged Exoplanets
14:00	中島 紀	国立天文台	M 型矮星と褐色矮星の高分散分光
14:30	馬場 はるか	総合研究大学院大学	近赤外高分散による褐色矮星の視線速度観測
14:50	休憩 (1h30min) + ポスターセッション		

Session5：近赤外高分散分光で広がるサイエンス (続き)

時間	氏名	所属	題目
15:20	葛原 昌幸	東京工業大学	IRD による若い恒星を公転する系外巨大惑星の探査
15:40	高木 悠平	兵庫県立大学	前主系列星と原始惑星系円盤の進化タイムスケール
16:00	西山 正吾	宮城教育大学	IRD による BH 近傍の相対論効果の検出と微細構造定数の測定
16:30	議論		

11 月 26 日 (木)

Session6：近赤外高分散分光で広がる恒星研究

時間	氏名	所属	題目
10:00	竹田 洋一	国立天文台	近赤外域スペクトルに基づく高分散恒星分光：可視域との比較におけるその特徴
10:30	野津 湧太	京都大学	低温度星での恒星フレアの統計的研究と、近赤外高分散分光への期待
10:50	橋本 修	ぐんま天文台	赤外線高分散分光による晩期型巨星の質量放出機構の探求
11:10	森谷 友由希	東京大学	近赤外高分散分光で見る大質量 X 連星系の相互作用
11:40	田村 元秀	東京大学	Closing remarks

Poster

氏名	所属	題目
石塚 将斗	東京大学	IRD-星用モードスクランブラーの検討
堂ヶ崎 知誠	個人研究事業 町田系外惑星天文学研究所	地球型惑星探索に向けたハビタブル惑星候補の 海洋質量及び海洋保有率の推定方法とその考察
大野 和正	東京工業大学 地球生命研究所	系外惑星観測に向けた雲モデル開発：木星のアンモニア雲観測との比較
小松 勇	筑波大学	光合成生物の光吸収モデル：低質量星周りにおける吸収効率の評価

ABC ミニワークショップ「極限領域における光合成」

日時

2016 年 2 月 6 日（土）～7 日（日）
立川グランドホテル

プログラム

2 月 6 日（土）

時間	氏名	所属	公募研究テーマ
13:00	成田 憲保	ABC	太陽系外惑星研究のこれまでとこれから
13:30	日下部 展彦	ABC	ABC の紹介及び「低温度星周りの生命居住可能性における光合成」について
14:00	小松 勇	筑波大学	太陽と異なる主星周りの光合成：量子化学の観点から
14:30	工藤 栄	極地研	南極湖沼から宇宙生態系を考えてみる
15:00	休憩		
15:30	夏目 ゆうの	日本女子大学	力学的アプローチによる細胞モデルの構築
16:00	栗原 顕輔	岡崎統合 バイオサイエンスセンター ・分子科学研究所	外部環境に対応する原始細胞モデルの構築
16:30	滝澤 謙二	基礎生物学研究所	M型星周りの生物居住可能性における光合成
18:00	懇親会		

2 月 7 日（日）

時間	氏名	所属	公募研究テーマ
13:00	榎本 孝文	分子研	人工光合成を志向した光誘起電子移動の化学
13:30	正岡 重行	分子研	人工光合成を志向した金属錯体の化学
14:00	前田 太郎	基礎生物学研究所	海洋環境下の多様な光栄養性生物
15:00	お昼		
15:30	小杉 真貴子	中央大学 理工学部生命科学科	南極陸生光合成生物の生理生態
16:00	堀 安範	ABC	太陽系外の極限環境
16:30	成田 憲保	ABC	生命以外による酸素発生機構について
15:00	休憩		
15:30	今後の若手連携について		

Post SEEDS Workshop

日時

2016 年 2 月 26 日 (金)

国立天文台 三鷹キャンパス

プログラム

2 月 26 日 (金)

time	content
10:20	CHARIS status hardware (Tyler via TVorSKYPE)
10:40	CHARIS commissioning (Tim/Tyler/Nem)
11:00	SEEDS/HiCIAO status
11:30	Future SEEDS paper plans (contributed talks welcome)
12:00	SCEExAO status (incl. VAMPIRE) and notes for current and future proposals
12:00	SCEExAO status (incl. VAMPIRE) and notes for current and future proposals
12:30	LUNCH
14:00	CHARIS and notes for future proposals
14:30	SCEExAO intensive plan
15:00	CHARIS intensive plan
15:30	Other observation plans (contributed talks welcome)
16:00	Discussion and Q&A to instrument teams from users
18:00	Dinner near NAOJ



H27 年度プロジェクト成果発表会「第4回：宇宙における生命ワークショップ」

日時

2016 年 3 月 7 日（月）～8 日（火）

一橋講堂

プログラム

3 月 7 日（月）

時間	氏名	所属	公募研究テーマ
11:00 1	田村 元秀	ABC /国立天文台 /東京大学	Opening remark
11:10	福井 暁彦	国立天文台	ケプラー衛星の第二期探索で発見される太陽系近傍の地球型惑星の発見確認と詳細観測
11:30	正岡 重行	分子科学研究所	低温度星まわりの生命居住可能惑星において起こり得る光合成反応の分子科学的考察
11:50	Lunch		
13:00	前田 太郎	基礎生物学研究所	低温度星まわりの惑星における地球型光合成生物の成育可能性とその分子メカニズム
13:20	小林 憲正	横浜国立大学	複合的アプローチによる星間およびタイタン大気中での超複雑有機物生成の検証
13:40	今井 栄一	長岡技術科学大学	海底熱水環境下における有機物-鉱物-熱水相互作用による化学進化過程
14:00	Break		
14:20	Eric Gaidos	University of Hawaii at Manoa	M Dwarfs: the Most Habitable real Estate in the Galaxy – Why Didn't we Buy? (招待講演)
15:00	癸生川 陽子	横浜国立大学	始原小天体から原始地球にわたる生命材料有機物の進化
15:20	加藤 政博	分子科学研究所	実験・観測・計算シナジーによる自然界における生体分子の非対称性起源の解明
15:40	Break		
16:00	山本 正浩	JAMSTEC	深海熱水噴出孔表面における電気的化学進化の検証
16:20	網藏 和晃	東京大学	全ての生命が有する翻訳系の起源



3月8日(火)

時間	氏名	所属	公募研究テーマ
10:00	中川 広務	東北大学	ハワイ専用望遠鏡と国際連携による火星生命の痕跡を探る観測的研究
10:20	伊藤 元雄	JAMSTEC	高空間分解能質量・同位体イメージングによる地球外有機物研究の新展開
10:40	橋爪 秀夫	物質・材料研究機構	室温付近での蒸発乾固法を用いた核酸塩基とリボースからのヌクレオシド合成
11:00	Break		
11:15	栗原 顕輔	岡崎統合バイオサイエンスセンター	生命材料物質の組み立て場としてみた原始細胞膜の基礎的研究
11:35	赤沼 哲史	早稲田大学	地球型生命におけるアミノ酸情報量の普遍性と特殊性の検証: 遺伝暗号とアミノ酸レパートリーの進化
11:55	Lunch		
13:00	三田 肇 (代理)	福岡工業大学	宇宙塵中のアミノ酸分析とホモキラリティーの起源
13:20	本山 一隆	総合研究大学院大学	星間化学シミュレーションにおける最適な疎行列演算手法の開発
13:40	Break		
14:00	小林 浩	名古屋大学	原始惑星系円盤での H ₂ O 大循環から探る地球型水惑星形成
14:20	矢野 創	JAXA/ISAS	エアロゲルに非破壊捕集された宇宙塵の初期分析用観察・抽出システムの開発 (3): 衝突痕形状と捕集試料の三次元光学測定
14:40	北台 紀夫	ELSI	アルカリ熱水噴気孔環境におけるアミノ酸重合化
15:00	観山 正見	広島大学	Closing remark



自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター

第5回 宇宙における生命ワークショップ

5th Life in the Universe workshop by Astrobiology Center, NINS

H28年度 ABC プロジェクト/サテライト成果発表会

日時

2017年3月6日(月) 9:50~17:30

2017年3月7日(火) 9:30~16:00

一橋大学一橋講堂 2階中会議室3,4

プログラム

プロジェクト発表: 20min, サテライト発表(*) : 40min (質疑込み)

3月6日(月)

時間	氏名	所属	公募研究テーマ
9:50	Opening remark		
10:00	古川 善博	東北大学	炭素質コンドライトおよび南極微小隕石の有機分子 ー鉱物イメージングによる地球外有機物の生成過程研究
10:20	渋谷 岳造	海洋研究開発機構	土星衛星エンセラダスの海底熱水活動域における岩石ー水反応とアミノ酸重合
10:40	長沼 毅(*)	広島大学	ありえる地球外生物圏における「ありえる生物学」(アロバイオロジー)の実証的研究 Corroborative study on “allo-biology” in hypothetical extraterrestrial biospheres
11:20	山本 伸次	横浜国立大学	ジルコンに保存された微小包有物から初期地球環境を読み解く
11:40	橋爪 秀夫	物質・材料研究機構	蒸発乾固法を用いた核酸塩基と5炭糖からのヌクレオシド合成
12:00	お昼休み		
13:00	山田 桂太	東京工業大学	地球外アミノ酸の生成経路解明のための分子内炭素同位体分布分析法の確立
13:20	大野 宗祐	千葉工業大学	成層圏微生物の高度分布観測の為に捕集・分析手法の開発
13:40	栗原 顕輔	岡崎統合 バイオサイエンス センター	リビッドワールド仮説に基づく原始細胞モデルの基礎研究
14:00	網藏 和晃	東京大学	全ての生命が普遍的に有する翻訳系の起源
14:20	西澤 学	海洋研究開発機構	初期地球海洋への隕石衝突による宇宙有機物の変質: 海洋天体での生命誕生に果たす役割の解明
14:40	癸生川 陽子	横浜国立大学	最先端イメージング分析で探る隕石有機物の起源と進化
15:00	三田 肇(代理)	福岡工業大学工学部	宇宙塵中のアミノ酸分析とホモキラリティーの起源
15:20	休憩		
15:30	関根 康人(*)	東京大学	巨大ガス惑星周りのハビタビリティに関する研究基盤構築: 衛星地下海の形成・進化・化学的多様性の解明
16:10	河原 創	東京大学	GPU ライトカーブ解析で探るクールな領域の惑星
16:30	中川 広務	東北大学	火星生命の痕跡を探るための地上からの超高分解能赤外分光連続観測と国際連携観測
16:50	福井 暁彦	国立天文台	近傍地球型惑星の観測に向けた新多色カメラ MuSCAT-II の開発
17:30	懇親会		

3月7日（火）

時間	氏名	所属	公募研究テーマ
9:30	玄田 英典	東京工業大学 ELSI	スーパーアースの平均密度多様性の起源:天体衝突侵食の影響
9:50	小林 浩	名古屋大学	原始惑星系円盤での H ₂ O 大循環から探る地球型水惑星形成
10:10	秋山 永治	国立天文台	原始惑星系円盤の水の分布に関する観測的研究
10:30	本田 充彦	久留米大学	原始惑星系円盤水氷分布観測のためのすばる IRCS への L-band 偏光観測機能の搭載
10:50	休憩		
11:00	木賀 大介	早稲田大学	生命の初期進化において生体高分子の合成の正確さがその高分子の活性に与える影響の検証
11:20	車 兪澈	東京工業大学	人工細胞構築による初期細胞生命の実証
11:40	荒川 和晴	慶應義塾大学	比較ゲノム解析による極限環境微生物の紫外線耐性関連遺伝子の網羅的探索
12:00	お昼休み		
13:00	平野 照幸	東京工業大学	K2 ミッションを利用した近傍の恒星周りの小型トランジット惑星の発見と特徴付け
13:20	Sebastian Danielache	上智大学	有機分子の近赤外スペクトルによる大気系外惑星における新バイオマーカー特定
13:40	小杉 真貴子	中央大学	恒星の光特性が惑星の生物進化に与える影響を光合成効率の波長依存性から予測する
14:00	小林 憲正 (*)	横浜国立大学	日本初のアストロバイオロジー宇宙実験「たんぼぼ計画」の試料分析をコアとするアストロバイオロジー研究拠点形成
14:40	休憩		
14:50	黒澤 耕介	千葉工業大学	二段式水素ガス銃を用いた無隔膜衝突有機開放系気相化学分析技術の確立:氷天体上の衝突化学への応用
15:10	野口 高明	九州大学	太陽系始原有機物の物質進化から解明する彗星 —含水小惑星の連続性—宇宙塵分析に基づく検討—
15:30	矢野 創	宇宙航空研究開発機構	氷天体内部海ブリューム微粒子の試料捕集分析・惑星保護技術の研究
15:50	Closing remark		

アストロバイオロジーセンター（ABC）

国際ワークショップ 2017

Astrobiology Center, NINS International Workshop 2017

日時

2017 年 3 月 21 日 (火)～23 日 (木)

21 日：広島大学東広島キャンパス学士会館会議室

22 日：広島市文化交流会館「十字星」

23 日：広島大学東広島キャンパス学士会館会議室

プログラム

21-Mar

時間	講演者	所属	題目
10:50	Motohide Tamura	University of Tokyo / ABC / NAOJ	Opening Remark
11:10	Yosuke Yamashiki	Kyoto University	Development of Exoplanetary database “ExoKyoto” aiming for inter-comparison with different criteria of Goldilocks zones
11:30	Hikaru Yabuta	Hiroshima University	Hayabusa2 mission and Chemical Compounds in the Solar System Evolution of Organic
12:00	Lunch		
13:20	Akihiko Yamagishi	Tokyo University of Pharmacy and Life sciences	The first result of Tanpopo: Micrometeorite capture and microbe exposure experiments
13:50	Kensei Kobayashi	Yokohama National University	High-Energy Particles-Induced Formation of Bioorganics and Its Relevance to Habitability of Exoplanets
14:20	Pete Worden	Breakthrough Initiatives	BT Initiatives
15:20	Break		
15:50	Shigeru Ida	Tokyo Institute of Technology	Planet formation and Proxima b
16:30	Eiichi Tajika	University of Tokyo	Life-span of habitable planets around main sequence stars
17:10	Takeshi Naganuma	Hiroshima University	Driving energies of exo-life - light, tidal heating and radiation
18:00	Banquet		

22-Mar

時間	講演者	所属	題目
9:10	Guillem Anglada-Escude	University of London	Proxima b
10:00	Pete Kupler	Breakthrough Initiatives	BT Starshot technology
10:45	Rory Barnes	University of Washington	Proxima b biosignatures
11:45	Lunch		
13:00	Olivier Guyon	University of Arizona / ABC	Imaging Proxima b
14:00	Shingo Kameda	Rikkyo University	UV spectroscopy Pro. b
14:30	Break		
15:10	Steven Saar	Harverd-Smisonian University	Proxima activity observations

23-Mar

時間	講演者	所属	題目
10:20	Yuya Kitazawa	University of Tsukuba	Theoretical investigation of a mechanism of chiral induction for amino acid by circular polarized light
10:40	Mitsuo Shoji	University of Tsukuba	A quantum chemical study of the glycine formation reactions in interstellar medium
11:00	Kenji Takizawa	ABC	Photosynthesis on M stars
11:30	Norio Narita	ABC / University of Tokyo	TRAPPIST-1 and Future Surveys of Habitable Transiting Earth-like Planets
12:00	Lunch		
13:00	Masashi Omiya	NAOJ	IRD/Subaru search for Earth-like planets around M dwarf stars
13:20	Yasunori Hori	ABC / NAOJ	The Primordial Atmosphere on a Terrestrial Planet in a Habitable Zone
13:40	Yasunori Miura	Yamaguchi University	Experiments for model of possible air-water-bearing solid-remnants applied for the habitable planets
14:00	Hideo Hashizume	National Institute for Material Science	Formation of nucleosides by nucleobases and sugars in the presence of clay minerals
14:20	Sebastian Danielache	Sophia University	NIR spectra of Isoprene and its atmospheric stability, applications for biomarkers



自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター



隣の星に生命を探せ！

～系外惑星とブレイクスルー・イニシアチブ～

2017年3月22日(水)

18:00-20:00 (17:30 開場)

広島市文化交流会館「銀河」

広島県広島市中央区加古町 3-3

系外惑星とは、太陽以外の星を周回する地球や木星のような小さな天体です。太陽に最も近い恒星であるプロキシマを周回する系外惑星が生命を宿せる可能性のある惑星としていま大注目を浴びています。本講演会では、系外惑星の観測の最先端とプロキシマのような系外惑星における生命を議論するアストロバイオロジーの取り組みをご紹介します。さらに、ブレイクスルー・イニシアチブのコメンターをお呼びして、プロキシマに実際に小さな探査機を送るスターショット計画や電波観測による宇宙生命探査計画などをご紹介します。皆さま、奮ってご参加ください。

挨拶

越智 光夫
広島大学
学長



司会

観山 正見
広島大学
学長室特任教授



講演

田村 元秀
東京大学教授
アストロバイオロジー
センター・センター長



長沼 毅
広島大学
教授



Pete Worden
Executive Director
Breakthrough Initiatives



Pete Klupar
Director of Engineering
Breakthrough Initiatives



#英語の講演には同時通訳が入ります。

参加登録

ホームページの参加申し込みフォームよりご登録ください
http://abc-nins.jp/workshop/2017ABC_hiroshima_pub.html

参加申し込み締切：3月15日(水)

申し込み多数の場合は先着順とさせていただきます。

参加無料

お問い合わせ：abc-ws@abc-nins.jp



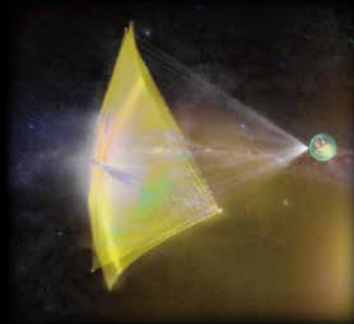
ホームページ
QRコードはこちら

主催：自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター

共催：広島大学、自然科学研究機構 国立天文台

プロキシマ・ケンタウリbの想像図
By ESO/M. Kornmesser

<https://www.eso.org/public/images/ann16056a/>



ブレイクスルー・イニシアチブ スターショット計画イメージ図
© Breakthrough Initiatives

自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター (ABC)
シンポジウム 2018

Astrobiology Center, NINS, Symposium 2018

日時

2018 年 1 月 15 日 (月) 9:45

2018 年 1 月 16 日 (火) 17:30

国立天文台三鷹キャンパス すばる棟大セミナー室

プログラム

Day 1: Jan. 15

時間	講演者	所属	講演テーマ
9:45	田村 元秀 Motohide Tamura	ABC	Opening Remark
10:00	臼井 寛裕 Tomohiro Usui	Tokyo Institute of Technology, ELSI	火星表層と世界の生命探査計画 The Martian surface and missions in the world to search for life
11:00	藪田 ひかる Hikaru Yabuta	Hiroshima Univ.	太陽系有機物 (地球外有機物) Organic matter in the solar system (Extraterrestrial organic matter)
12:00	お昼休み / Break		
13:00	滝澤 謙二 Kenji Takizawa	ABC	光合成 Photosynthesis
14:00	Kim Bott	Washington Univ.	系外惑星偏光 Polarization of extrasolar planets
15:00	休憩 / Break		
15:20	鈴木 大輝 Taiki Suzuki	ABC	宇宙におけるアミノ酸探査レビュー The review of the search for amino acids in the universe
16:20	4D2U 見学 Guided tour of 4D2U Dome Theater		
17:30	懇親会		

Day 2: Jan. 16

時間	講演者	所属	講演テーマ
10:00	赤沼 哲史 Satoshi Akanuma	Waseda Univ.	共通祖先 Commonote / LUCA
11:00	横堀 伸一 Shin-ichi Yokobori	Tokyo Univ. of Pharmacy and Life Sciences	真核生物 Eukaryote
12:00	お昼休み / Break		
13:00	池上 高志 Takashi Ikegami	The Univ. of Tokyo	複雑系 Complex system
14:00	鮎川 翔太郎 Shotaro Ayukawa	Waseda Univ.	合成生物学, 人工遺伝子ネットワーク Synthetic biology, Synthetic gene networks
15:00	休憩 / Break		
15:20	成田 憲保 Norio Narita	The Univ. of Tokyo	系外惑星レビュー The review of extrasolar planets
16:20	藤井 友香 Yuka Fujii	Tokyo Institute of Technology	系外惑星、バイオマーカー Extrasolar planets, Potential biosignatures



自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター

第6回 宇宙における生命ワークショップ

6th Life in the Universe workshop by Astrobiology Center, NINS

H29 年度 ABC プロジェクト/サテライト成果発表会

日時

2018 年 2 月 19 日 (月)

2018 年 2 月 20 日 (火)

一橋大学一橋講堂 2 階中会議室 3,4

プログラム

プロジェクト発表：20min, サテライト発表 (*)：40min (質疑込み)

2 月 19 日 (月)

時間	氏名	所属	公募研究テーマ
9:50	Opening remark		
10:00	玄田 英典	東京工業大学	巨大天体衝突による連惑星形成の可能性について
10:20	河原 創	東京大学	GPU ライトカーブ解析で探るクールな領域の惑星
10:40	権 静美	JAXA	生命のホモキラリティーと原始星形成領域における円偏光観測
11:00	John Hernlund	東京工業大学	Possibility of Terrestrial Exoplanet Magnetic Fields in Light of New Discoveries
11:20	関根 康人 (*)	東京大学	巨大ガス惑星周りのハビタビリティに関する研究基盤構築： 衛星地下海の形成・進化・化学的多様性の解明
12:00	お昼休み		
13:00	飯野 孝浩	東京農工大学	ALMA モニタリング観測によるハビタブル固体天体における 地表面温度の時空間変動の解明
13:20	新原隆史	東京大学	火星隕石の水- 岩石反応から探る火星表層の古環境
13:40	矢野 創	JAXA	氷天体内部海プルーム微粒子の試料捕集分析・惑星保護技術の研究 (2) -捕集微粒子その場分析機構の開発と汚染管理技術の確立-
14:00	山本正浩	JAMSTEC	宇宙における電気合成生態系の活動限界領域の提示
14:20	小林 憲正 (*)	横浜国立大学	日本初のアストロバイオロジー宇宙実験「たんぽぽ計画」の試料分析をコアとする アストロバイオロジー研究拠点形成
15:00	休憩		
15:20	河口 優子	東京薬科大学	乾燥耐性に寄与する新規カロテノイドの代謝機構の解明
15:40	松尾 光一	広島大学	円偏光ビーム照射による生体有機分子の光学活性発現の実験検証
16:00	古賀 信康	分子科学研究所	地球上に存在しないトポロジーを持つタンパク質分子の合理設計
16:20	栗原 顕輔	岡崎統合バイオサイエンスセンター	原始的なタンパク質を内包する原始細胞モデルの創成とその挙動解析
16:40	佐藤 文衛 (*)	東京工業大学	高精度ドップラー観測で探る太陽型星周りのハビタブル惑星
18:00	懇親会		

2月20日(火)

時間	氏名	所属	公募研究テーマ
10:00	木賀 大介	早稲田大学	生命の初期進化において生体高分子の合成の正確さがその高分子の活性に与える影響の検証
10:20	野口 高明	九州大学	太陽系始原有機物の物質進化から解明する彗星－含水小惑星の連続性 ～宇宙塵分析に基づく検討～
10:40	癸生川 陽子	横浜国立大学	Ceres の化学：液体の水を伴う化学反応による有機物の形成
11:00	車 兪澈	東京工業大学	地球型・宇宙型生物に普遍的と考えられる生物特徴の再構築
11:20	北台 紀夫(*)	東京工業大学	電気化学進化モデルから探る宇宙における生命の起源
12:00	お昼休み		
13:00	橋爪 秀夫	物質・材料研究機構	粘土存在下でのヌクレオシド、または核酸塩基と糖、とリン酸からのヌクレオチド合成
13:20	古川 善博	東北大学	炭素質コンドライトの有機分子－鉱物イメージングによる地球外有機物の生成過程研究
13:40	本山 一隆	総合研究大学院大学	反応性輻射流体シミュレーションで探る星形成領域の化学進化の多様性
14:00	田中 洋介	東京農工大学	地球型系外惑星の探査を汎用化する分光集積回路の研究
14:20	村上 尚史	北海道大学	3層波長板にもとづく広帯域コロナグラフマスクの開発
14:40	山本 広大	京都大学	巨大ガス惑星の直接撮像観測を目指した極限補償光学系用光学系の開発
15:00	休憩		
15:20	中川 麻悠子	東京工業大学	多様な環境条件下の生態系から放出される VOC の大気系外惑星バイオマーカー可能性探索
15:40	中川 広務	東北大学	火星生命の痕跡を探るための地上からの超高分解能赤外分光連続観測と国際連携観測 －含水小惑星の連続性 ～宇宙塵分析に基づく検討～
16:00	生駒 大洋	東京大学	系外惑星の大気獲得過程の理論研究とトランジット観測への示唆
16:20	藪田ひかる(*) (PI 長沼 毅)	広島大学	ありえる地球外生物圏における「ありえる生物学」(アロバイオロジー)の実証的研究



5. 成果論文・発表リスト

5-1 欧文報告(査読あり)

- Akiyama, E., et al. including **Hashimoto, J., Kusakabe, N., Kuzuhara, M., Guyon, O., Suto, H., Tamura, M.**: 2016, SPIRAL STRUCTURE AND DIFFERENTIAL DUST SIZE DISTRIBUTION IN THE LkH alpha 330 DISK, *Astron. J.*, **152**, 222.
- Akiyama, E., et al. including **Kusakabe, N., Hashimoto, J., Suto, H., Tamura, M.**: 2015, Discovery of a Disk Gap Candidate at 20 AU in TW Hydrae, *ApJ*, **802**, L17.
- Asensio-Torres, R. et al. including **Hashimoto, J., Kuzuhara, M., Kusakabe, N., Guyon, O., Suto, H., Tamura, M.**: 2016, Polarimetry and flux distribution in the debris disk around HD 32297, *A&A*, **593**, A73.
- Chen, Z. W., Zhang, S. B., Zhang, M. M., Jiang, Z. B., **Tamura, M.**, Kwon, J.: 2016, COEVAL INTERMEDIATE-MASS STAR FORMATION IN N4W, *ApJ*, **822**, 114.
- Currie, T. et al. including **Guyon, O., Kuzuhara, M.**: 2017, Subaru/SCEXAO First-light Direct Imaging of a Young Debris Disk around HD 36546, *ApJL*, **836**, L15.
- Dai, F. et al. including **Narita, N.**: 2016, DOPPLER MONITORING OF FIVE K2 TRANSITING PLANETARY SYSTEMS, *ApJ*, **823**, 115.
- De Leon, J. including **Hashimoto, J., Kusakabe, N., Suto, H., Tamura, M.**: 2015, Near-IR High-resolution Imaging Polarimetry of the SU Aur Disk: Clues for Tidal Tails?, *ApJ*, **806**, L10.
- Dong, R. B. et al. including **Hashimoto, J., Tamura, M.**: 2017, The Sizes and Depletions of the Dust and Gas Cavities in the Transitional Disk J160421.7-213028, *ApJ*, **836**, 201.
- Fukui, A. et al. including **Narita, N., Kusakabe, N.**: 2016, Demonstrating High-precision, Multi-band Transit Photometry with MuSCAT: A Case for HAT-P-14b, *ApJ*, **819**, 27.
- Fukui, A. et al. including **Narita, N., Kusakabe, N.**: 2016, GROUND-BASED TRANSIT OBSERVATION OF THE HABITABLE-ZONE SUPER-EARTH K2-3D, *Astron. J.*, **152**, 171.
- Gaidos, E. et al. including **Narita, N.**: 2017, Zodiacal exoplanets in time (ZEIT) - II. A 'super-Earth' orbiting a young K dwarf in the Pleiades Neighbourhood, *MNRAS*, **464**, 850-862.

- Garcia, E. V. et al. including **Guyon, O., Kuzuhara, M., Hashimoto, J., Kusakabe, N., Suto, H., Tamura, M.**: 2017, SCExAO and GPI Y JHBand Photometry and Integral Field Spectroscopy of the Young Brown Dwarf Companion to HD 1160, *ApJ*, **834**, 162.
- Harakawa, H. et al. including **Omiya, M., Hori, Y.**: 2015, Five New Exoplanets Orbiting Three Metal-rich, Massive Stars: Two-planet Systems Including Long-period Planets and an Eccentric Planet, *ApJ*, **806**, 5.
- Helminiak, K. et al. including **Kuzuhara, M., Kusakabe, N., Narita, N., Hashimoto, J., Guyon, O., Suto, H., Tamura, M.**: 2016, SEEDS DIRECT IMAGING OF THE RV-DETECTED COMPANION TO V450 ANDROMEDAE, AND CHARACTERIZATION OF THE SYSTEM, *ApJ*, **832**, 33.
- Henderson, C. B. et al. including **Tamura, M.**: 2016, Campaign 9 of the K2 Mission: Observational Parameters, Scientific Drivers, and Community Involvement for a Simultaneous Space- and Ground-based Microlensing Survey, *PASP*, **128**, 124401-124422.
- Hirano, T. et al. including **Kuzuhara, M., Narita, N., Kusakabe, N., Tamura, M.**: 2016, THE K2-ESPRINT PROJECT IV. A HOT JUPITER IN A PROGRADE ORBIT WITH A POSSIBLE STELLAR COMPANION, *ApJ*, **825**, 53.
- Hirano, T. et al. including **Narita, N., Kusakabe, N., Kuzuhara, M., Tamura, M.**: 2016, The K2-ESPRINT Project III: A Close-in Super-Earth around a Metal-rich Mid-M Dwarf, *ApJ*, **820**, 41.
- Honda, M. et al. including **Tamura, M.**: 2016, WATER ICE AT THE SURFACE OF THE HD 100546 DISK, *ApJ*, **821**, 2.
- Jovanovic, N. et al. including **Guyon, O., Nishikawa, J., Tamura, M., Kotani, T.**: 2015, The Subaru Coronagraphic Extreme Adaptive Optics System: Enabling High-Contrast Imaging on Solar-System Scales, *PASP*, **127**, 890-910.
- Jovanovic, N., Schwab, C., Cvetojevic, N., **Guyon, O.**, Martinache, F.: 2016, Enhancing Stellar Spectroscopy with Extreme Adaptive Optics and Photonics, *PASP*, **128**, 121001-121015.
- Kim, J. et al. including **Tamura, M.**: 2017, Near-infrared Polarimetric Study of the N159/N160 Star-forming Complex in the Large Magellanic Cloud, *ApJ*, **153**, 126.
- Kim, J., Jeong, W.-S., Pak, S.; Park, W.-K., **Tamura, M.**: 2016, Near-Infrared Polarization Source Catalog of the Northeastern Regions of the Large Magellanic Cloud, *ApJS*, **222**, 2.

- Konishi, M. et al. including **Hashimoto, J., Kuzuhara, M., Kusakabe, N., Guyon, O., Suto, H., Tamura, M.**: 2016, A substellar companion to Pleiades HII 3441, *PASJ*, **68**, 92.
- Konishi, M. et al. including **Tamura, M.**: 2016, Discovery of an Inner Disk Component around HD 141569 A, *ApJ*, **818**, L23.
- Kooistra, R. et al. including **Kusakabe, N., Hashimoto, J., Kuzuhara, M., Suto, H., Tamura, M.**: 2017, Radial decoupling of small and large dust grains in the transitional disk RX J1615.3-3255, *A&A*, **597**, A132.
- Kusune, T. et al. including **Tamura, M.**: 2016, Magnetic Field of the Vela C Molecular Cloud, *ApJL*, **830**, L23.
- Kwon, J. et al. including **Tamura, M., Kusakabe, N.**: 2015, Wide-field Infrared Polarimetry of the ρ Ophiuchi Cloud Core, *ApJS*, **220**, 17.
- Kwon, J., **Tamura, M.**, Hough, J.H., Nagata, T., **Kusakabe, N.**, Saito, H.: 2016, NEAR-INFRARED IMAGING POLARIMETRY OF GGD 27: CIRCULAR POLARIZATION AND MAGNETIC FIELD STRUCTURES, *Astron. J.*, **824**, 95.
- Kwon, J., **Tamura, M.**, Hough, J.H., Nagata, T., **Kusakabe, N.**: 2016, NEAR-INFRARED CIRCULAR AND LINEAR POLARIMETRY OF MONOCEROS R2, *Astron. J.*, **152**, 67.
- Liu, H. B. et al. including **Hashimoto, J., Tamura, M., Kusakabe, N.**: 2016, Circumstellar disks of the most vigorously accreting young stars, *Sci. Adv.*, **2**, e1500875.
- Liu, H. B. et al. including **Hashimoto, J., Tamura, M.**: 2017, A concordant scenario to explain FU Orionis from deep centimeter and millimeter interferometric observations, *A&A*, **602**, A19.
- Liu, S.-F., **Hori, Y.**, Lin, D. N. C., Asphaug, E.: 2015, Giant Impact: An Efficient Mechanism for the Devolatilization of Super-Earths, *ApJ*, **812**, 164L.
- Lodieu, N. et al. including **Narita, N.**: 2015, An eclipsing double-line spectroscopic binary at the stellar/substellar boundary in the Upper Scorpius OB association, *A&A*, **584**, A128.
- Lomax, J. R. et al. including **Hashimoto, J., Kusakabe, N., Guyon, O., Kuzuhara, M., Suto, H., Tamura, M.**: 2016, CONSTRAINING THE MOVEMENT OF THE SPIRAL FEATURES AND THE LOCATIONS OF PLANETARY BODIES WITHIN THE AB AUR SYSTEM, *ApJ*, **828**, 2.
- Long, Z. C. et al. including **Hashimoto, J., Tamura, M.**: 2017, The Shadow Knows: Using Shadows to Investigate the Structure of the Pretransitional Disk of HD 10045, *ApJ*, **838**, 62.

- Martinache, F., Jovanovic, N., **Guyon, O.**,: 2016, Closed-loop focal plane wavefront control with the SCExAO instrument, *A&A*, **593**, A33.
- Massol, H. et al. including **Hori, Y.**: 2016, Formation and Evolution of Protoatmospheres, *Space Sci. Rev.*, **205**, 153-211.
- Mizuki, T. et al. including **Nishikawa, J.**, **Kuzuhara, M.**, **Hashimoto, J.**, **Guyon, O.**, **Suto, H.**, **Tamura, M.**: 2016, High-contrast imaging of epsilon Eridani with ground-based instruments, *A&A*, **595**, A79.
- Momose, M. et al. including **Hashimoto, J.**, **Kusakabe, N.**, **Guyon, O.**, **Suto, H.**, **Tamura, M.**: 2015, Detailed structure of the outer disk around HD 169142 with polarized light in H-band, *PASJ*, **67**, 8316.
- Nakajima, T.**, Sorahana, S.: 2016, CARBON-TO-OXYGEN RATIOS IN M DWARFS AND SOLAR-TYPE STARS, *ApJ*, **830**, 159.
- Nakajima, T.**, Tsuji, T., Takeda, Y.: 2015, Physical Properties of Gliese 229B Based on Newly Determined Carbon and Oxygen Abundances of Gliese 229A, *Astron. J.*, **150**, 53.
- Narita, N.** et al. including **Kusakabe, N.**, **Tamura, M.**: 2015, Characterization of the K2-19 Multiple-transiting Planetary System via High-dispersion Spectroscopy, AO Imaging, and Transit Timing Variations, *ApJ*, **815**, 47.
- Narita, N.**, Enomoto T., Masaoka S., **Kusakabe, N.**: 2015, Titania may produce abiotic oxygen atmospheres on habitable exoplanets, *Nature Scientific Reports*, **5**, 13977.
- Narita, N.** et al. including **Kusakabe, N.**, **Tamura, M.**: 2015, MuSCAT: a multicolor simultaneous camera for studying atmospheres of transiting exoplanets, *J. Astron. Telesc. Instrum. Syst.*, **1**, 045001.
- Newman, K.; Conway, J., Belikov, R., **Guyon, O.**: 2016, Focal Plane Phase Masks for PIAA: Design and Manufacturing, *PASP*, **128**, 055003-055009.
- Ninan, J. P. et al. including **Tamura, M.**: 2015, V899 Mon: An Outbursting Protostar with a Peculiar Light Curve, and Its Transition Phases, *ApJ*, **815**, 4.
- Nishiyama, S., Schodel, R., Yoshikawa, T., Nagata, T., Minowa, Y., **Tamura, M.**: 2016, Spectroscopically identified intermediate age stars at 0.5-3 pc distance from Sagittarius A*, *A&A*, **588**, A49.
- Nowak, G. et al. including **Kuzuhara, M.**, **Narita, N.**: 2017, EPIC 219388192b-An Inhabitant of the Brown Dwarf Desert in the Ruprecht 147 Open Cluster, *ApJ*, **153**, 131.

- Oh, D. et al. including **Hashimoto, J., Kusakabe, N., Guyon, O., Kuzuhara, M., Suto, H., Tamura, M.**: 2016, A RESOLVED NEAR-INFRARED IMAGE OF THE INNER CAVITY IN THE GM Aur TRANSITIONAL DISK, *ApJL*, **831**, L7.
- Oh, D. et al. including **Hashimoto, J., Tamura, M., Kusakabe, N., Guyon, O., Suto, H.**: 2016, Near-infrared imaging polarimetry of LkCa 15: A possible warped inner disk, *PASJ*, **68**, L3.
- Ohta, Y. et al. including **Hashimoto, J., Kotani, T., Guyon, O., Kusakabe, N., Kotani, T., Suto, H., Tamura, M.**: 2016, Extreme asymmetry in the polarized disk of V1247 Orionis, *PASJ*, **68**, 53.
- Oya, M. et al. including **Nishikawa, J., Kotani, T., Tamura, M.**: 2015, Coronagraph experiment on dark-hole control by speckle area nulling method, *Opt. Rev.*, **22**, 736-740.
- Pathak, P. et al. including **Guyon, O., Narita, N.**: 2016, A High-precision Technique to Correct for Residual Atmospheric Dispersion in High-contrast Imaging Systems, *PASP*, **128**, 124404-124412.
- Rapson, V. A. et al. including **Tamura, M.**: 2015, Scattered Light from Dust in the Cavity of the V4046 Sgr Transition Disk, *ApJ*, **803**, L10.
- Rich, E. A. et al. including **Hashimoto, J., Kusakabe, N., Suto, H., Tamura, M.**: 2015, Near-IR Polarized Scattered Light Imagery of the DoAr 28 Transitional Disk, *ApJ*, **150**, 86.
- Rich, E. A. et al. including **Hashimoto, J., Kuzuhara, M.**: 2016, THERMAL INFRARED IMAGING AND ATMOSPHERIC MODELING OF VHS J125601.92-125723.9 b: EVIDENCE FOR MODERATELY THICK CLOUDS AND EQUILIBRIUM CARBON CHEMISTRY IN A HIERARCHICAL TRIPLE SYSTEM, *ApJ*, **830**, 114.
- Ryu, T. et al. including **Kuzuhara, M., Narita, N., Kusakabe, N., Hashimoto, J., Omiya, M., Guyon, O., Suto, H., Tamura, M.**: 2016, HIGH-CONTRAST IMAGING OF INTERMEDIATE-MASS GIANTS WITH LONG-TERM RADIAL VELOCITY TRENDS, *ApJ*, **825**, 127.
- Samal, M. R. et al. including **Tamura, M.**: 2015, Star formation in the filament of S254-S258 OB complex: a cluster in the process of being created, *A&A*, **581**, A5.
- Sanchis-Ojeda, R. et al. including **Narita, N.**: 2015, The K2-ESPRINT Project. I. Discovery of the Disintegrating Rocky Planet K2-22b with a Cometary Head and Leading Tail, *ApJ*, **812**, 112.

- Sato, B. et al. including **Omiya, M.**: 2016, A Pair of Giant Planets around the Evolved Intermediate-Mass Star HD 47366: Multiple Circular Orbits or a Mutually Retrograde Configuration, *ApJ*, **819**, 59.
- Schneider, G. et al. including **Tamura, M.**: 2016, DEEP HST/STIS VISIBLE-LIGHT IMAGING OF DEBRIS SYSTEMS AROUND SOLAR ANALOG HOSTS, *Astron. J.*, **152**, 64.
- Shashkova, I. et al. including **Nishikawa, J.**: 2015, Extremely unbalanced interferometer for precise wavefront control in stellar coronagraphy, *J. Astron. Telesc. Instrum. Syst.*, **2**, 011011.
- Singh, G. et al. including **Guyon, O.**: 2015, On-Sky Demonstration of Low-Order Wavefront Sensing and Control with Focal Plane Phase, Mask Coronagraphs, *PASP*, **127**, 857-869.
- Skidmore, W. et al. including **Narita, N.**: 2015, Thirty Meter Telescope Detailed Science Case: 2015, *Res. Astron. Astrophys.*, **15**, 1945-2140.
- Smith, A. M. S. et al. including **Narita, N.**: 2017, K2-99: a subgiant hosting a transiting warm Jupiter in an eccentric orbit and a long-period companion, *MNRAS*, **464**, 2708-2716.
- Soam, A., Kwon, J., Maheswar, G., **Tamura, M.**, Lee, C. W.: 2015, First Optical and Near-infrared Polarimetry of a Molecular Cloud Forming a Proto-brown Dwarf Candidate, *ApJ*, **803**, L20.
- Takeda, Y., **Omiya, M.**, Harakawa, H., Sato, B.: 2016, Sulfur and zinc abundances of red giant stars, *PASJ*, **68**, 81.
- Takeda, Y., Sato, B., **Omiya, M.**, Harakawa, H.: 2015, Can surface oxygen abundances of red giants be explained by the canonical mixing theory?, *PASJ*, **67**, 2417.
- Tamura, M.**: 2016, SEEDS - Strategic explorations of exoplanets and disks with the Subaru Telescope, *PJA Ser. B*, **92**, 45-55.
- Tsuji, T., **Nakajima, T.**, Takeda, Y.: 2015, Near-infrared spectroscopy of M dwarfs. II. H₂O molecule as abundance indicator of oxygen, *PASJ*, **67**, 26.
- Tsuji, T., **Nakajima, T.**: 2016, Near-infrared spectroscopy of M dwarfs. III. Carbon and oxygen abundances in late M dwarfs, including the dusty rapid rotator 2MASS J1835379+325954, *PASJ*, **68**, 13.
- Uyama T. et al. including **Hahimoto, J.**, **Kuzuhara M.**, **Kusakabe, N.**, **Guyon, O.**, **Suto, H.**, **Tamura, M.**: 2017, The SEEDS High-Contrast Imaging Survey of Exoplanets Around Young Stellar Objects, *ApJ*, **153**, 106.

- Van Eylen, V. et al. including **Narita, N.**: 2016, THE K2-ESPRINT PROJECT. V. A SHORT-PERIOD GIANT PLANET ORBITING A SUBGIANT STAR, *Astron. J.*, **152**, 143.
- Van Eylen, V. et al. including **Narita, N.**: 2016, The K2-ESPRINT Project II: Spectroscopic follow-up of three exoplanet systems from Campaign 1 of K2, *ApJ*, **820**, 56.
- Yang, Y. et al. including **Hashimoto, J., Tamura, M., Kusakabe, N., Guyon, O., Kuzuhara, M., Suto, H.**: 2017, Near-infrared Imaging Polarimetry of Inner Region of GG Tau A Disk, *Astron. J.*, **153**, 7.
- Yasui, K. et al. including **Tamura, M.**: 2015, Number density distribution of near-infrared sources on a sub-degree scale in the Galactic center: Comparison with the Fe XXV K α line at 6.7 keV, *PASJ*, **67**, 123.

5-2 欧文論文(研究会集録、査読なし等)

- Ammons, S. M. et al. including **Guyon, O.**: (07/2016), Precision astrometry with adaptive optics: constraints on the mutual orbit of Luhman 16AB from GeMS, SPIE, Volume 9909, id. 99095T 9 pp.
- Baba, N., Murakami, N. Miura, N., **Tamura, M.**: (09/2015), Numerically designed phase-mask for stellar coronagraph, SPIE, Volume 9605, id. 96051V 6 pp.
- Farinato, J. et al. including **Guyon, O.**: (07/2016), SHARK-NIR: from K-band to a key instrument, a status update, SPIE, Volume 9909, id. 990931 11 pp.
- Feinberg, L. et al. including **Guyon, O.**: (07/2016), End-to-end assessment of a large aperture segmented ultraviolet optical infrared (UVOIR) telescope architecture, SPIE, Volume 9904, id. 99040H 12 pp.
- Goebel, S. B. et al. including **Guyon, O.**: (07/2016), Evolutionary timescales of AO-produced speckles at NIR wavelengths, SPIE, Volume 9909, id. 990918 9 pp.
- Groff, T. D. et al. including **Guyon, O.**: (09/2015), The CHARIS IFS for high contrast imaging at Subaru, Volume 9605, id. 96051C 9 pp.
- Groff, T. D. et al. including **Guyon, O.**: (08/2016), Laboratory testing and performance verification of the CHARIS integral field spectrograph, SPIE, Volume 9908, id. 99080O 10 pp.

Gee, W. T. including **Guyon, O.** : (08/2016), Project PANOPTES: a citizen-scientist exoplanet transit survey using commercial digital cameras, SPIE, Volume 9908, id. 99085V 9 pp.

Ishizuka, M. et al. including **Kotani, T., Nishikawa, J., Tamura, M.**: (08/2016), Fiber mode scrambler experiments for the Subaru Infrared Doppler Instrument (IRD), SPIE, Volume 9912, id. 99121Q 8 pp.

Jovanovic, N. et al. including **Guyon, O., Kotani, T., Tamura, M.**: (07/2016), The SCExAO high contrast imager: transitioning from commissioning to science, SPIE, Volume 9909, id. 99090W 10 pp.

Jovanovic, N. et al. including **Guyon, O.**: (08/2016), Efficiently feeding single-mode fiber photonic spectrographs with an extreme adaptive optics system: on-sky characterization and preliminary spectroscopy, SPIE, Volume 9908, id. 99080R 10 pp.

Kokubo, T. et al. including **Kotani, T., Nishikawa, J., Tamura, M.**: (07/2016), 12.5-GHz-spaced laser frequency comb covering Y, J, and H bands for Infrared Doppler instrument, SPIE, Volume 9912, id. 99121R 6 pp.

Lozi, J. including **Guyon, O.**: (07/2016), Characterizing and mitigating vibrations for SCExAO, SPIE, Volume 9909, id. 99090J 13 pp.

Males, J. R., Close, L. M., Guyon, O. et al.: (07/2016), The path to visible extreme adaptive optics with MagAO-2K and MagAO-X, SPIE, Volume 9909, id. 990952 19 pp.

Martinache, F., Jovanovic, N., **Guyon, O.**: (07/2016), Subaru Coronagraphic eXtreme Adaptive Optics: on-sky performance of the asymmetric pupil Fourier wavefront sensor, SPIE, Volume 9909, id. 990954 5 pp.

Mawet, D. et al. including **Guyon, O.**: (07/2016), Keck Planet Imager and Characterizer: concept and phased implementation, SPIE, Volume 9909, id. 99090D 7 pp.

Mendillo, C. B. et al. including **Guyon, O.**: (09/2015), The low-order wavefront sensor for the PICTURE-C mission, SPIE, Volume 9605, id. 960519 12 pp.

Mennesson, B. et al. including **Guyon, O., Tamura, M.**: (08/2016), The Habitable Exoplanet (HabEx) Imaging Mission: preliminary science drivers and technical requirements, SPIE, Volume 9904, id. 99040L 10 pp.

Miller, K., **Guyon, O.**: (07/2016), Linear dark field control: simulation for implementation and testing on the UA wavefront control testbed, SPIE, Volume 9909, id. 99094G 9 pp.

Murakami, N., Nishikawa, J., Akaiwa, N., Komuro, Y., Baba, N., **Tamura, M.**: (07/2016), A three-layer eight-octant phase mask towards broadband high-contrast observations, SPIE, Volume 9912, id. 99126G 10 pp.

- Nakai, Y., Baba, N., Murakami, N., Miura, N., **Tamura, M.**: (08/2016), Image restoration for a hypertelescope, SPIE, Volume 9907, id. 99073F 6 pp.
- Newman, K., Sirbu, D., Belikov, R., **Guyon, O.**: (07/2016), Development of PIAA Complex Mask Coronagraphs for large aperture ground-based telescopes, SPIE, Volume 9912, id. 99126L 8 pp.
- Nishikawa, J.** et al. including **Tamura, M.**, **Kotani, T.**: (08/2016), Contrast improvement with imperfect pre-coronagraph and dark-hole, SPIE, Volume 9904, id. 99043E 6 pp.
- Pathak, Prashant; **Guyon, O.** et al.: (07/2016), First on-sky closed loop measurement and correction of atmospheric dispersion, SPIE, Volume 9909, id. 990956 11 pp.
- Rains, A. D. et al. including **Guyon, O.**: (08/2016), Precision single mode fibre integral field spectroscopy with the RHEA spectrograph, SPIE, Volume 9908, id. 990876 12 pp.
- Rezaei, M. et al. including **Guyon, O.**: (07/2016), New progress in electron-injection detectors for NIR imagers with low noise and high frame rates, SPIE, Volume 9915, id. 99150P 8 pp.
- Schwab, C. et al. including **Guyon, O.**: (07/2016), Adaptive optics fed single-mode spectrograph for high-precision Doppler measurements in the near-infrared, SPIE, Volume 9912, id. 991274 7 pp.
- Singh, G. et al. including **Guyon, O.**: (07/2016), PSF calibration using the Lyot-based low order wavefront sensor telemetry: first simulations, SPIE, Volume 9909, id. 99097K 10 pp.
- Sirbu, D. et al. including **Guyon, O.**: (09/2015), EXCEDE technology development IV: demonstration of polychromatic contrast in vacuum at $1.2 \lambda/D$, SPIE, Volume 9605, id. 96050J 13 pp.
- Soam, A., Kwon, J., Maheswar, G., **Tamura, M.**, Lee, C. W.: (12/2015), Optical and NIR Polarimetry of a Core L328 with Proto-Brown Dwarf, Revolution in Astronomy with ALMA: The Third Year. Proc. a Conf., Eds. D. Iono, K.-I. Tatematsu, A. Wootten, L. Testi, 293.
- Wizinowich, P. et al. including **Guyon, O.**: (07/2016), Near-infrared wavefront sensing, SPIE, Volume 9909, id. 990915 13 pp.
- Yoneta, K. et al. including **Kotani, T.**, **Tamura, M.**: (07/2016), Development of speckle nulling technique for the Savart-plate lateral-shearing interferometric nuller for exoplanets (SPLINE), SPIE, Volume 9912, id. 99126I 8 pp.

5-3 欧文報告(国際会議講演等)

- Currie, T. M., **Guyon, O.**, Jovanovic, N., Lozi, J., Tamura, M., Kudo, T., Uyama, T., Garcia, E.: 2017, SEEDS: Direct Imaging of Exoplanets and Their Forming Disks with the Subaru Telescope, AAS Meeting #229 id.303.04, (Grapevine, TX, USA, Jan. 3-7, 2017).
- Grady, C. A., et al. including **Tamura, M.**: 2016, Decoding Debris System Substructures: Imprints of Planets/Planetesimals and Signatures of Extrinsic Influences on Material in Ring-Like Disks, AAS Meeting #227, (Kissimmee, FL, USA, Jan. 4-8, 2016).
- Guyon, O.**, Jovanovic, N., Lozi, J.: 2015, Direct imaging and spectroscopic characterization of habitable planets with ELTs, Extreme Solar Systems III, (Waikoloa, HI, USA, Nov. 29-Dec. 4, 2015).
- Hori, Y.**, Iwasawa, M., Oshino, S., Fujii, M.S.: 2016, Towards High-resolution N-body Simulations for Planet Formation, Japan-Germany Planet and Disk Workshop, (Okinawa, Japan, Sept. 25-30, 2016).
- Hori, Y.**, Liu, S-F., Lin, D. N. C., Asphaug, E.: 2015, A Collisional Origin for the Coexistence of Volatile-poor Super-Earths and Mini- Neptunes in the Proximity of Stars, Exoplanetary Atmospheres and Habitability: Thermodynamics, Disequilibrium, and Evolution Focus Group, (Nice, France, Oct. 12-16, 2015).
- Hori, Y.**, Liu, S-F., Lin, D. N. C., Asphaug, E.: 2015, A Collisional Origin for the Coexistence of Volatile-poor Super-Earths and Mini- Neptunes in the Proximity of Their Host Stars, Extreme Solar Systems III, (Waikoloa, HI, USA, Nov. 29-Dec. 4, 2015).
- Hori, Y.**, Liu, S-F., Lin, D. N. C., Asphaug, E.: 2016, Deep Impact on a Super-Earth in the Vicinity of a Central Star, Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III, (Ishigaki, Japan, Feb. 21-24, 2016).
- Hori, Y.**, Liu, S.-F., Lin, D.N.C.: 2016, Impact of Giant Impacts on Planetary Interiors, New Directions in Planet Formation, (Leiden, Netherland, Jul. 11-15, 2016).
- Hori, Y.**: 2015, Can ExoEarths be Habitable?: Origin and Evolution of Planetary Atmospheres, Astrobiology: A Japanese-German Colloquium, (Kiel, Germany, Dec. 8-10, 2015).
- Hori, Y.**: 2015, Peer into a Nutshell: The Interior of Jupiter, Science Workshop for the Giant Planet System, (Ookayama, Tokyo, Japan, Apr. 14, 2015).
- Hori, Y.**: 2015, Recent Developments in Planetary Interiors under High Pressure, International Workshop on Warm Dense Matter 2015, (Kurashiki, Okayama, Japan, Aug. 8-13, 2015).

- Hori, Y.:** 2015, The Interior Structure of Jupiter Towards Future Missions of the Jovian System, 48th ISAS Lunar and Planetary Symp., (Sagamihara, Kanagawa, Japan, Jul. 29-31, 2015).
- Hori, Y.:** 2016, The Atmospheres and Water on Our Terrestrial Planets and Other Planets, Symposium on Hierarchy and Holism in Natural Sciences, (Mitaka, Tokyo, Japan, Feb. 5-6, 2016).
- Hori, Y.:** 2017, The Primordial Atmosphere on a Terrestrial Planet in a Habitable Zone, Astrobiology Center International Workshop, (Hiroshima, Japan, Mar. 22-24, 2017).
- Kokubo, T. et al. including **Kotani, T., Nishikawa, J., Tamura, M.:** 2016, 12.5-GHz-spaced laser frequency comb covering Y,J, and H bands for infrared Doppler instrument, SPIE Astronomical Telescope + Instrumentation, (Edinburgh, Scotland, UK, Jun. 26 - Jul. 1, 2016).
- Kusakabe, N., Tamura, M.:** 2016, SEEDS direct imaging survey of exoplanet and disks, and next steps (I), EAMA10, (Seoul, Korea, Sep. 26-30, 2016).
- Kusakabe, N.:** 2015, SEEDS : Review of direct imaging explorations of exoplanets/disks with Subaru, 3rd DTA Symposium: The Origins of Planetary Systems: from the Current View to New Horizons, (Mitaka, Japan, Jun. 1-4, 2015).
- Kusakabe, N.:** 2016, Exoplanet to Lives in the Universe, Asian Astronomical Forum, (Chiang Mai, Thai, Nov. 11, 2016).
- Kuzuhara, M. et al. including **Tamura, M., Kusakabe, N., Hashimoto, J.:** 2015, The SEEDS High-Contrast Imaging Survey: Exoplanet and Brown Dwarf Survey for Nearby Young Stars Dated with Gyrochronology and Activity Age Indicators, Extreme Solar Systems III, (Waikoloa, HI, USA, Nov. 29-Dec. 4, 2015).
- Kuzuhara, M.:** 2017, Exploring Exoplanet and Disk with Telescope, from SEEDS to Next, Subaru International Partnership Science and Instrumentation Workshop, (Mitaka, Japan, Mar. 22-24, 2017).
- Lozi, J. et al. including **Guyon, O.:** 2015, SCExAO: the most complete instrument to characterize exoplanets and stellar environments, Extreme Solar Systems III, (Waikoloa, HI, USA, Nov. 29-Dec. 4, 2015).
- Mendillo, C. B. et al. including **Guyon, O.:** 2015, The low-order wavefront sensor for the PICTURE-C mission, SPIE Optics + Photonics, (San Diego, CA, USA, Aug. 9-13, 2015).

- Narita, N.**, Enomoto, T., Masaoka, S., Kusakabe, N.: 2016, Titania may produce abiotic oxygen atmospheres on habitable exoplanets, Extreme Solar Systems III, (Waikoloa, HI, USA, Nov. 29-Dec. 4, 2015).
- Narita, N.:** 2015, Exoplanet ISDT Activity Report: TMT's Prospects for Exoplanets, TMT Science Forum 2015, (Washington D.C., USA, Jun. 23-25, 2015).
- Narita, N.:** 2015, Future Missions of Transit Surveys and Characterizations, 3rd DTA Symposium: The Origins of Planetary Systems: From the Current View to New Horizons, (Tokyo, Japan, Jun. 1-4, 2015).
- Narita, N.:** 2015, Introduction of Japanese Facilities for K2 Follow-up Observations and Latest Results, The first K2 Science Conference, (Santa Barbara, USA, Nov. 2-5, 2015).
- Narita, N.:** 2015, Possible Contribution of the Subaru telescope to TESS follow-up, Subaru-Keck synergy workshop, (Sendai, Miyagi, Japan, Sep. 1-2, 2015).
- Narita, N.:** 2016, Introduction of Subaru IRD and Okayama MuSCAT, TESS Science Team Meeting, (Cambridge, MA, MIT, May 19, 2016).
- Narita, N.:** 2016, MuSCAT and MuSCAT2 / IRD, TESS Science Team Meeting/TFOP splinter session (Cambridge, MA, MIT, Dec. 8-9, 2016).
- Narita, N.:** 2016, Possible Subaru-TESS Synergy Campaign, Subaru Users Meeting FY2015, (Atami, Japan, Jan. 19-21, 2016).
- Narita, N.:** 2016, Toward detections of habitable terrestrial planets around the Solar neighborhood, Symposium on Hierarchy and Holism in Natural Sciences, (Mitaka, Tokyo, Japan, Feb. 5-6, 2016).
- Narita, N.:** 2017, MuSCAT and MuSCAT2 for Detection and Characterization of Transiting Exoplanets, Formation and Dynamical Evolution of Exoplanets, (Aspen, USA, Mar. 26-Apr. 1, 2017).
- Narita, N.:** 2017, TRAPPIST-1 and Future Surveys of Habitable Transiting Earth-like Planets, AstroBiology Center, NINS International Workshop 2017, (Hiroshima, Japan, Mar. 22-24, 2017).
- Nishikawa, J.**, Oya, M., Murakami, N., **Tamura, M.**, Kurokawa, T., Tanaka, K.: 2015, Imperfect Pre-coronagraph for additional contrast, Pathways 2015: Pathways Towards Habitable Planets, (Bern, Schweizerische, Jul. 13-17, 2015).
- Nishikawa, J.**, Oya, M., Murakami, N., **Tamura, M.**, Kurokawa, T., Tanaka, K.: 2015, Imperfect Pre-coronagraph for contrast enhancement with speckle area nulling control, In the spirit of Bernard Lyot, (Montréal, USA, Jun. 22-26, 2015).

- Nishikawa, J.**, Oya, M., Murakami, N., **Tamura, M.**, Kurokawa, T.: 2015, Contrast enhancement with pre-coronagraph and dark-hole, IAU XXIX General Assembly, (Honolulu, HI, USA, Aug. 3-14, 2015).
- Omiya, M.**, Takada-Hidai, M., Sato, B., Izumiura, H., Okayama planet search team, Korean-Japanese planet search team: 2015, Occurrence rate of giant planets around massive stars, OHP 2015: Twenty years of giant exoplanets, (La Chapelle-Saint-Jean, France, Oct. 5-9, 2015).
- Omiya, M.**, IRD team: 2016, Precise Radial Velocity Survey with IRD : Strategy & Simulation of Subaru/IRD planet search, Subaru Users' Meeting FY2015, (Atami, Japan, Jan. 19-21, 2016).
- Omiya, M.**, Sato, B., **Kotani, T.**, **Tamura, M.** & IRD team: 2016, Subaru/IRD planet search for Earth-mass planets around late-M dwarfs, International Workshop on "Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III", (Okinawa, Japan, Feb. 21-24, 2016).
- Omiya, M.**, Takada-Hidai, M., Sato, B., Izumiura, H.: 2015, Occurrence rate of giant planets around massive stars, 3rd DTA Symposium: The Origins of Planetary Systems: from the Current View to New Horizons, (Mitaka, Japan, Jun. 1-4, 2015).
- Omiya, M.**: 2015, Search for extrasolar Earth-like planets in the habitable zone using InfraRed Doppler and the Subaru, Japan Geoscience Union Meeting 2015, (Chiba, Japan, May 24-28, 2015).
- Omiya, M.**: 2016, Observations of exoplanets and stellar activity, Superflares on Solar-type Stars and Solar Flares, and Their Impacts on Exoplanets and the Earth, (Kyoto, Japan, Mar. 1-4, 2016).
- Rich, E. A., Wisniewski, J. P., **Hashimoto, J.**, Brandt, T., **Tamura, M.**: 2015, Discovery of Low Mass Binary with Super Jupiter Companion, American Astronomical Society, ESS meeting #3, (Hawaii, USA, Nov. 29-Dec. 4, 2015).
- Sirbu, D. et al. including **Guyon, O.**: 2015, EXCEDE technology development IV: demonstration of polychromatic contrast in vacuum at $1.2 \lambda/D$, SPIE Optics + Photonics, (San Diego, CA, USA, Aug. 9-13, 2015).
- Tamura, M.** et al.: 2016, Five Years of SEEDS: Strategic Exploration of Exoplanets and Disks with Subaru, Subaru Users Meeting FY2015, (Atami, Japan, Jan. 19-21, 2016).
- Tamura, M.** et al.: 2016, Five Years of the Subaru SEEDS Direct Imaging Survey and Next Steps, Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III, (Ishigaki, Japan, Feb. 21-24, 2016).

- Tamura, M.:** 2015, Development of Astrobiology with Exoplanet Explorations, Japan Geoscience Union Meeting 2015, (Chiba, Japan, May 24-28, 2015).
- Tamura, M.:** 2015, NINS Astrobiology Center: Development of Astrobiology with Exoplanet Explorations, NAI/EC and International Partner In-person Meeting, (Chicago, USA, Jun. 19-20, 2015).
- Tamura, M.:** 2015, Subaru Direct Imaging Survey of Wide-Orbit Exoplanets and Solar-System-Scale Disks, IAU XXIX General Assembly, (Honolulu, HI, USA, Aug. 3-14, 2015).
- Tamura, M.:** 2015, Subaru Observations of Exoplanets and Toward TMT: A Role of the New Astrobiology Center at NINS, Astrobiology Workshop, (Kiel, Germany, Dec. 9, 2015).
- Tamura, M.:** 2016, Astrobiology Center (ABC) of NINS, EANA, (Athens, Greece, Sep. 27-30, 2016).
- Tamura, M.:** 2016, Exoplanet exploration with IRSF/SIRIUS and future, IRSF Workshop 2016, (Cape Town, South Africa, Mar. 3, 2016).
- Tamura, M.:** 2016, Workshop summary, Post-SEEDS Workshop, (Mitaka, Japan, Feb. 21, 2016).
- Uyama, T., **Tamura, M.**, **Hashimoto, J.:** 2015, Search for Exoplanets around Young Stellar Objects by Direct Imaging, American Astronomical Society, ESS meeting #3, (Hawaii, USA, Nov. 29-Dec. 4, 2015).

5-4 和文論文(研究会集録、査読なし等)

- Chang, S., 堀 安範(訳):2016, 小石から木星を作る, パリティ, 2016(10).
- 葛原 昌幸, 工藤 智幸:2016, SEEDS による直接撮像観測から発見された太陽近傍の恒星を周回する系外惑星と褐色矮星, 109, 57-64.
- 黒川 隆志, 柏木 謙, 小谷 隆行, 西川 淳, 田村 元秀:2015, パルス整形による広帯域マルチギガヘルツコム発生と天文分光への応用, 光技術コンタクト, 53(10), 32-41.
- 成田 憲保, ほか, 日下部 展彦, 田村 元秀:2015, 新観測装置 MuSCAT の性能と目指すサイエンス, 2015 年度岡山ユーザーズミーティング(第 26 回光赤外ユーザーズミーティング), 17-19.
- 大宮 正士, ほか:2015, G 型巨星における惑星系の日韓共同探査, 2015 年度岡山ユーザーズミーティング(第 26 回光赤外ユーザーズミーティング), 150.

- 田村 元秀:2015, 系外惑星, この「20」年, パリティ, 2015(5).
- 田村 元秀:2015, 太陽系外惑星と宇宙における生命の観測, OplusE, 2015(10).
- 田村 元秀:2016, SEEDS の5年間, 天文月報, 109, 243-248.
- 田村 元秀:2016, 巻頭言「パール・レッド・ドット」, 遊星人, 25(4), 135.
- 田村 元秀:2016, 系外惑星の観測とアストロバイオロジー, Biophilia, 5(3).
- 田村 元秀:2017, アストロバイオロジー最前線 宇宙に生命を探す, 星ナビ, 2017(2)
- 福井 暁彦, ほか, 成田 憲保, 日下部 展彦, 堀 安範:2015, MuSCAT の初期成果: K2 で発見された惑星の TTV の確認およびホットジュピターの高精度測光観測, 2015 年度岡山ユーザーズミーティング(第 26 回光赤外ユーザーズミーティング), 72-74.

5-5 和文報告(著書・出版)

- 井田 茂, 田村 元秀, 生駒 大洋, 関根 康人(編集):2016, 系外惑星の事典, 朝倉書店.
- 海部 宣男, ほか, 田村 元秀:2015, 宇宙生命論, 東京大学出版会, 東京.
- 佐藤 勝彦(監修), 縣 秀彦(編集):2017, 科学者 18 人にお尋ねします。宇宙には、だれかいますか?, 河出書房新社.
- 成田 憲保, 福井 暁彦:2015, 188cm 望遠鏡の新しい多色撮像カメラ MuSCAT、始動!, 国立天文台ニュース 2015 年 10 月号
- 成田 憲保:2015, 太陽系に「第9惑星」が存在した?, 週刊プレイボーイ, 巻数.
- 成田 憲保:2015, 特集:超ハビタブル惑星 有力候補をさがせ 系外惑星の空を観る, 日経サイエンス, 2015(5).
- 田村 元秀:2015, 太陽系外惑星, 日本評論社, 東京.
- 日下部 展彦:2016, アストロバイオロジーセンター開所式 報告, 国立天文台ニュース 2016 年 2 月号.
- 縣 秀彦, 河野 孝太郎, 田村 元秀:2015, ハッブル宇宙望遠鏡厳選の宇宙68, ニュートンプレス, 東京.

5-6 和文報告(学会発表等)

- Hori, Y.:2016, (Wishful) Thinking of Exoplanet Observations from the Ground (and Space), 系外惑星観測検討ワークショップ 2016.

Long, Z., ほか, **橋本 淳, 田村 元秀**:2017, 遷移円盤天体 HD 100453 周囲の円盤の高解像度撮像観測から示唆される傾いた内側円盤の存在, 日本天文学会春季年会.

Tamura, M.: 2015, Observations of Exoplanets and Disks with Subaru Telescope, Kyoto Prize Workshop.

Tamura, M.: 2015, SEEDS and Current/Future Exoplanet Instruments at Subaru, Subaru-Keck Sendai Meeting.

Yano, H., Kobayashi, K., **Tamura, M.**: 2015, Japan Astro-Biology Consortium (JABC) and its activities, EANA meeting.

伊藤 綾香, **田村 元秀, 日下部 展彦**, 中島 康, 岡村 定矩:2016, トラペジウムクラスターの赤外線長期撮像観測, 日本天文学会春季年会.

伊藤 綾香, **田村 元秀, 日下部 展彦**, 中島 康, 岡村 定矩:2017, トラペジウムクラスターの赤外線長期撮像観測-2, 日本天文学会春季年会.

鵜山 太智, ほか, **橋本 淳, 田村 元秀**, 2016, 質量降着を利用した非常に若い惑星の直接撮像探査, 日本天文学会秋季年会.

鵜山 太智, **田村 元秀, 橋本 淳**, 葛原 昌幸, 工藤智幸, SEEDS/YSO team, SCExAO team: 2015, すばる戦略枠プロジェクト SEEDS による Young Stellar Object における惑星探査 2, 日本天文学会秋季年会.

押野 翔一, 藤井 通子, **堀 安範**, 岩澤 全規:2016, 大規模 N 体計算が切り拓く惑星形成研究の新時代, 日本天文学会春季年会.

押野 翔一, **堀 安範**, 岩澤 全規, 藤井 通子:2016, 大規模 N 体計算が切り拓く惑星形成 II: 100 万粒子を用いた微惑星集積, 日本惑星科学会 秋季講演.

笠 嗣瑠, ほか, **成田 憲保, 田村 元秀**:2017, Ks-band での WASP-12b のトランジット観測, 日本天文学会春季年会.

笠 嗣瑠, **田村 元秀**, 高橋 安大, **成田 憲保**, 佐藤 文衛, **葛原 昌幸**, 岡山 G 型巨星惑星探索チーム, SEEDS/HiCIAO/AO188 チーム:2015, 長周期視線速度変化を示す中質量巨星の伴星候補に対する追観測, 日本天文学会秋季年会.

葛原 昌幸, ほか, **橋本 淳, 日下部 展彦, 大宮 正士, 小西 美穂子, 小谷 隆行, 西川 淳, 田村 元秀**, IRD 装置チーム:2017, 赤外線視線速度測定装置 IRD の性能検証: 検出器と視線速度安定性の評価, 日本天文学会春季年会.

葛原 昌幸, ほか, **日下部 展彦, 田村 元秀**, SEEDS/HiCIAO/AO188 チーム:2015, 活動性や自転周期を指標として推定された年齢をもつ太陽近傍恒星に対する SEEDS による直接撮像惑星探査, 日本天文学会秋季年会.

鬼塚 昌宏, ほか, **成田 憲保, 日下部 展彦, 田村 元秀**:2017, 多色同時測光による CVSO 30 のトランジット状減光の原因特定, 日本天文学会春季年会.

古屋 玲, ほか, **田村 元秀**:2016, 動き始めた BISTRO:JCMT 搭載サブミリ波偏波計 POL-2 を用いた星形成領域の網羅的観測の現状, 日本天文学会秋季年会.

工藤 智幸, ほか, **Guyon, O., 小谷 隆行, 田村 元秀**:2016, すばる望遠鏡用極限補償光学装置「SCExAO」の現状, 日本天文学会春季年会.

工藤 智幸, ほか, **Guyon, O., 小谷 隆行, 田村 元秀**:2016, すばる望遠鏡用極限補償光学装置「SCExAO」の現状, 日本天文学会春季年会.

工藤 智幸, **田村 元秀**, 臼田 知史, 葛原 昌幸, **橋本 淳**, 松尾 太郎, SEEDS/HiCIAO/AO188 team:2015, 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 V, 日本天文学会春季年会.

工藤 智幸, **田村 元秀, 橋本 淳, 日下部 展彦**, すばる望遠鏡/HiCIAO/AO188 team:2015, おおかみ座の遷移円盤天体における高解像度近赤外線偏光観測, 日本天文学会秋季年会.

工藤 智幸, **田村 元秀, 橋本 淳, 日下部 展彦**, すばる望遠鏡 /HiCIAO/ AO188 team:2015, おおかみ座の遷移円盤天体における高解像度近赤外線偏光観測, 日本天文学会秋季年会.

黒田 真之佑, ほか, **小谷 隆行, 田村 元秀**:2016, 京大岡山 3.8m 望遠鏡搭載に向けた高コントラスト装置 SPLINE の開発, 日本天文学会秋季年会.

小久保 宰, ほか, **小谷 隆行, 西川 淳, 周藤 浩士, 田村 元秀**:2017, 近赤外ドップラー装置の偏光特性と偏波解消器の開発, 日本天文学会春季年会.

小室 佑介, 村上 尚史, **西川 淳, 赤岩 夏海, 馬場 直志, 田村 元秀**:2016, 広帯域コロナグラフ観測を目指した 3 層 8 分割位相マスクの特性評価, 日本天文学会秋季年会.

小西 美穂子, ほか, HST GO 13786 メンバー:2016, HD 141569 A に付随する内円盤状成分の発見, 日本天文学会春季年会.

小谷 隆行, ほか, **周藤 浩士, 西川 淳, 成田 憲保, 大宮 正士, 日下部 展彦, Guyon, O., 田村 元秀, 堀 安範, 橋本 淳**:2016, 地球型惑星検出のためのすばる赤外線ドップラー分光器 IRD の開発:11, 日本天文学会春季年会.

小谷 隆行, ほか, **周藤 浩士, 西川 淳, 大宮 正士, 日下部 展彦, 小西 美穂子, Guyon, O., 田村 元秀, 成田 憲保, 堀 安範, 橋本 淳, 葛原 昌幸**:2017, 地球型惑星検出のためのすばる赤外線ドップラー分光器 IRD の開発:12, 日本天文学会春季年会.

小谷 隆行, ほか, **周藤 浩士, 大宮 正士, 成田 憲保, 日下部 展彦, Guyon, O., 田村 元秀, 西川 淳, 堀 安範, 橋本 淳**:2015, 地球型惑星検出のためのすばる赤外線ドップラー分光器 IRD の開発:10, 日本天文学会秋季年会.

小谷 隆行:2015, 近赤外ドップラー装置 IRD, 近赤外高分散分光研究会:地球型惑星探索と広がるサイエンス.

森 貴宏, ほか, 小谷 隆行, 西川 淳, 田村 元秀:2015, IRドップラー観測用光周波数コム の特性評価, 日本天文学会秋季年会.

森 貴宏, ほか, 小谷 隆行, 西川 淳, 田村 元秀:2016, IRドップラー観測用光周波数コム の特性評価, 日本天文学会春季年会.

成田 憲保, ほか, 日下部 展彦, 田村 元秀, K2/ESPRINT チーム:2015, 岡山 188 cm 望遠鏡 MuSCAT の観測成果 I:K2 の トランジット惑星候補 EPIC201505350b のトランジット時刻変動(TTV)の確認, 日本天文学会秋季年会.

成田 憲保, ほか, 日下部 展彦, 田村 元秀:2017, MuSCAT によるトランジット惑星観測:運用 2 年目の観測成果と今後の展望, 日本天文学会春季年会.

成田 憲保, 福井 暁彦, 生駒 大洋, 川島 由依:2016, K2/TESS による全天トランジットサーベイと TAO との連携, 日本天文学会春季年会.

成田 憲保:2015, 系外惑星サーベイの副産物と PFS のシナジーの検討, すばる PFS によるサイエンス検討会.

成田 憲保:2015, 系外惑星探査の将来計画の状況, 系外惑星専用宇宙望遠鏡小研究会.

成田 憲保:2015, IRD のトランジットフォローアップと TESS とのシナジー, 近赤外高分散分光研究会:地球型惑星探索と広がるサイエンス.

成田 憲保:2015, TESS の概要と新しいサイエンスの展望, TESS と地上望遠鏡等との連携で広がる多様なサイエンス.

成田 憲保:2015, 新観測装置 MuSCAT の性能と目指すサイエンス, 2015 年度岡山ユーザーズミーティング.

成田 憲保:2016, 3.8m 望遠鏡可視高分散分光器による TESS 惑星候補星の観測, 大岡山 3.8m 望遠鏡時代における可視高分散分光天文学 II.

成田 憲保:2016, MuSCAT による TESS トランジット惑星候補の観測, 岡山ユーザーズミーティング.

成田 憲保:2016, MuSCAT の運用状況と 1 年目の観測成果, 岡山ユーザーズミーティング.

成田 憲保:2016, Research Strategy toward TESS Era, 第8回系外惑星観測検討ワークショップ.

成田 憲保:2016, TESS とすばるによる連携観測のサイエンス, 2020 年代のすばる望遠鏡と衛星計画のシナジー検討研究会.

成田 憲保:2016, 全天トランジットサーベイと星震学・銀河考古学のシナジー, 星震学と銀河考古学のワークショップ.

成田 憲保:2016, 系外惑星研究のこれまでとこれから, ABC ミニワークショップ「極限環境の光合成」.

成田 憲保:2016, 豊富な酸素は生命存在の証拠となるか?, ABC ミニワークショップ「極限環境の光合成」.

成田 憲保:2017, Subaru-TESS Synergy, Subaru Users' Meeting FY2016.

成田 憲保:2017, すばるとケックの連携による TESS フォローアップ, すばる-ケック連携のためのワークショップ.

西川 淳, ほか, 田村 元秀, 小谷 隆行:2015, Low-contrast Pre-Coronagraph (LPC) と Speckle Area Nulling (SAN), 日本天文学会秋季年会.

石塚 将斗, ほか, 小谷 隆行, 西川 淳, 田村 元秀:2016, IRD のためのモードスクランブラー試験, 日本天文学会秋季年会.

赤岩 夏海, 村上 尚史, 西川 淳, 田村 元秀, 馬場 直志:2015, 瞳再配置型光学系による位相マスクコロナグラフの実証実験, 日本天文学会秋季年会.

村上 尚史, Traub, W. A., Trauger, J. T., Tang, H., 田村 元秀, WACO ワーキンググループ: 2015, WFIRST-AFTA コロナグラフ用偏光補正デバイスの設計, 日本天文学会秋季年会.

村上 尚史, ほか, 西川 淳, 田村 元秀:2016, 広帯域極限高コントラスト観測を目指した 3 層 8 分割位相マスクの開発, 日本天文学会春季年会.

大宮 正士 & IRD チーム:2015, 晩期 M 型矮星の $H\alpha$ 線観測による IRD 地球型惑星探索サンプルの選定, 岡山ユーザーズミーティング.

大宮 正士, ほか, 葛原 昌幸, 小谷 隆行, 中島 紀, 成田 憲保, 田村 元秀:2016, すばる IRD による M 型矮星周りの地球型惑星探索 III: 事前観測, 日本天文学会秋季年会.

大宮 正士, ほか:2015, G 型巨星における惑星系の日韓共同探査, 岡山ユーザーズミーティング.

大宮 正士:2015, IRD を用いた M 型矮星周りの地球型惑星探索, 近赤外高分散分光研究会: 地球型惑星探索と広がるサイエンス.

大宮 正士:2015, すばる望遠鏡でハビタブル地球型系外惑星探し, アストロバイロロジー夏の学校.

中島 紀:2015, M 型矮星と褐色矮星の高分散分光, 近赤外高分散分光研究会: 地球型惑星探索と広がるサイエンス.

塚越 崇, ほか, 橋本 淳, 田村 元秀:2017, ALMA 望遠鏡を用いた Sz 91 を取り巻く遷移段階円盤の詳細構造の解明, 日本天文学会春季年会.

田村 元秀, Bouy, H.:2016, 近赤外線で見えたへびつかい座 X 線フレアー原始星, 研究会「ASTRO-H, ALMA cyc-4 で探る X 線フレアー原始星」.

田村 元秀, ほか, 西川 淳, 小谷 隆行, 成田 憲保, Guyon, O., 日下部 展彦:2016, WFIRST/AFTA コロナグラフによる系外惑星直接観測 2, 第 16 回宇宙科学シンポジウム.

田村 元秀:2015, SEEDS による系外惑星と円盤観測のまとめ, 星形成の諸階層 -銀河から惑星まで-.

田村 元秀:2015, Workshop Summary, 近赤外高分散分光研究会:地球型惑星探索と広がるサイエンス.

田村 元秀:2015, これからの系外惑星観測, TESS workshop.

田村 元秀:2015, ハビタブル系外惑星の観測:過去と将来, 第 38 回分子生物学会年会・第 88 回生化学会大会合同大会.

田村 元秀:2015, 太陽系外の惑星探査:巨大惑星からハビタブル惑星へ, 最新の天文学普及を目指す WS:アストロバイオロジー.

田村 元秀:2016, Exoplanet Studies on the Subaru Telescope, and Steps toward Second “Earths” Imaging and the Role of ABC, 宇宙科学研究所.

田村 元秀:2016, HiCIAO, SCExAO, CHARIS などの展望, 2016 年春の系外惑星観測検討会.

田村 元秀:2016, アルマ望遠鏡の惑星形成に関する成果レビュー, 国立天文台記者レクチャー.

田村 元秀:2016, 系外惑星に生命を探す観測:現状と将来, 日本宇宙生物科学会シンポジウム.

田村 元秀:2016, 系外惑星を撮る, ぐんま天文台.

田村 元秀:2016, 系外惑星探査, 高宇連 第 15 回研究会.

田村 元秀:2017, 太陽系外惑星の世界～隣の星に第二の地球を探せ, 広島市文化交流会館.

日下部 展彦, ほか, 橋本 淳, 田村 元秀:2016, JVLA 7 mm 高分解能観測による V1247 Ori の非対称な原始惑星系円盤, 日本天文学会春季年会.

日下部 展彦, 大宮 正士, 持永 千鶴:2016, 国立天文台・星と宇宙の日でのアストロバイオロジー企画による宇宙生命に対する意識調査, 日本天文学会春季年会.

日下部 展彦:2016, ABC の紹介及び「低温度星周りの生命居住可能惑星における光合成」について, ABC ミニワークショップ「極限環境の光合成」.

日下部 展彦:2017, 太陽系外惑星～隣の星に生命を求めて～, 第 2 回 Keio Astrobiology Camp 2017.

日下部 展彦:2016, 太陽系外惑星最前線～系外惑星からアストロバイオロジーへ～, 慶応アストロバイオロジーキャンプ.

馬場 はるか, 田村 元秀, 葛原 昌幸, Bouy, H.:2017, すばる望遠鏡広視野撮像カメラ HSC を用いたおうし座星形成領域における低質量天体探査, 日本天文学会春季年会.

平野 照幸, ほか, 成田 憲保, 日下部 展彦, 田村 元秀:2015, ESPRINT プロジェクトによる K2 惑星候補のフォローアップ観測, 日本天文学会秋季年会.

- 平野 照幸, ほか, 小谷 隆行, 葛原 昌幸, 大宮 正士, 成田 憲保, 田村 元秀, 西川 淳:
2017, すばる IRD の視線速度解析パイプラインと現実的な視線速度精度, 日本天文学会
春季年会.
- 平野 照幸, ほか, 成田 憲保, 葛原 昌幸, 日下部 展彦, 田村 元秀:2016, K2-ESPRINT プロ
ジェクトによるトランジット系外惑星探査:特徴的な惑星系の報告と将来展望, 日本天文学会
秋季年会.
- 堀 安範, Liu, S-F., Lin, D.N.C., Asphaug, E.:2016, Deep Impact on a Super-Earth in the
Vicinity of a Central Star,CfCA ユーザーズミーティング.
- 堀 安範, 押野 翔一, 藤井 通子, 岩澤 全規:2016, High-Resolution N-body Simulations of
Planet Formation: To 100 Million Particles, and Beyond, 2016 年春の系外惑星観測検討
会.
- 堀 安範, 押野翔一, 岩澤全規, 藤井通子:2016, 大規模 N 体計算が切り拓く惑星形成:1 億粒
子、そしてその先へ, 日本地球惑星科学連合大会 2016.
- 堀 安範, 岩澤全規, 押野翔一, 藤井通子:2016, 大規模 N 体計算が切り拓く惑星形成 I:
PENTACLE (1,000 万粒子シミュレーションに向けて), 日本惑星科学会秋季講演.
- 堀 安範:2015, TESS が切り拓くハビタブル惑星のサイエンス: 2017 年に向けて, TESS と地
上望遠鏡等との連携で広がる多様なサイエンス.
- 堀 安範:2015, 系外惑星の次なる観測提案に向けて, 2016 年春の系外惑星観測検討会.
- 堀 安範:2015, 太陽系外の地球型惑星の姿そして環境から探る生命居住可能性, 最新の天文
学普及を目指す WS:アストロバイオロジー.
- 堀 安範:2016, 太陽系外の極限環境, ABC ミニワークショップ「極限環境の光合成」.
- 堀 安範:2017, これからの観測的研究に向けて, トランジット観測検討会.
- 堀 安範:2017, 太陽系外惑星の形成と進化, 低温度星周りの光合成.

5-7 その他、関連出版物

自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター年次報告 1冊

アストロバイオロジーセンター リーフレット(和文)

アストロバイオロジーセンター リーフレット(欧文)

5-8 連携研究による成果論文(査読あり)

- Akanuma, S., Yamagishi, A.: 2016, A Strategy for Designing Thermostable Enzymes by Reconstructing Ancestral Sequences Possessed by Ancient Life, *Biotechnology of Extremophiles*, Ed: Rampelotto P. H., 581-596, Springer International Publishing.
- Aoki, S., et al. including Nakagawa, H.: 2018, Stringent upper limit of CH₄ on Mars based on SOFIA/EXES observations., *Astron. Astrophys.* 610, A78.
- Brasser, R., Matsumura, S., Ida, S., Mojzsis, S. J., Werner, S. C.: 2016, Analysis of terrestrial planet formation by the Grand Tack model: System architecture and tack location, *ApJ* 821, 75.
- Chan, Q. H. S. et al. including Kebukawa, Y.: 2018, Heating experiments of the Tagish Lake meteorite: Investigation of the effects of short-term heating on chondritic organics., *Meteorit. Planet. Sci.* 54.1, 104-125.
- Chan, Q. H. S. including Kebukawa, Y.: 2018, Organic matter in extraterrestrial water-bearing salt crystals, *Sci. Adv.* 4.1, eaao3521.
- Hirano, T. et al.: 2016, The K2-ESPRINT Project III: A Close-in Super-Earth around a Metal-rich Mid-M Dwarf, *ApJ* 820, 41.
- Hyodo, R., Genda, H.: 2018, Implantation of Martian materials in the inner solar system by a mega impact on Mars., *ApJL* 856.2, L36.
- Iino, T., Yamada, T.: 2018, Spatially Resolved Sub-millimeter Continuum Imaging of Neptune with ALMA, *ApJ* 155.2, 92.
- Ikoma, M., Elkins-Tanton, L., Hamano, K., Suckale, J.: 2018, Water Partitioning in Planetary Embryos and Protoplanets with Magma Oceans, *Space Sci. Rev.* 214.4, 76.
- Kashiwagi, K. et al. including Kurokawa, T.: 2016, Direct generation of 12.5-GHz-spaced optical frequency comb with ultrabroad coverage in near-infrared region by cascaded fiber configuration, *Opt. Exp.*, 24, 8120.
- Kashiwagi, K., Seki, S., Tsuda, H., Takenouchi, H., Kurokawa, T.: 2017, Differential processing for frequency chirp measurement using optical pulse synthesizer, *Opt. Com.*, 387, 135.
- Kobayashi, H., Tanaka, H., Okuzumi, S.: 2016, From Planetesimals to Planets in Turbulent Protoplanetary Disks. I. Onset of Runaway Growth, *ApJ* 817, 105.
- Long, Z. C., et al. including Akiyama, E.: 2018, Differences in the gas and dust distribution in the transitional disk of a sun-like young star, PDS 70, *ApJ* 858.2, 112.

- Matsumura, S., Brasser, R., Ida, S.: 2016, Exoplanet formation through the accretion of asteroids and pebbles, *ApJ* 818, 15.
- Naganuma, T., Iinuma, Y., Nishiwaki, H., Murase, R., Masaki, K., Nakai, R.: 2018, Enhanced bacterial growth and gene expression of D-amino acid dehydrogenase with D-glutamate as the sole carbon source, *Front. Microbiol.* 9, 2097.
- Nakashima, S., Kebukawa, Y., Kitadai, N., Igisu, M., & Matsuoka, N.: 2018, Geochemistry and the Origin of Life: From Extraterrestrial Processes, Chemical Evolution on Earth, Fossilized Life's Records, to Natures of the Extant Life, *Life* 8.4, 39.
- Narita, N. et al. including Fukui, A.: 2015, Characterization of the K2-19 Multiple-transiting Planetary System via High-dispersion Spectroscopy, AO Imaging, and Transit Timing Variations, *ApJ* 815, 47.
- Notsu, S., Nomura, H., Walsh, C., Honda, M., Hirota, T., Akiyama, E., Millar, T. J.: 2018, Candidate Water Vapor Lines to Locate the H₂O Snowline through High-dispersion Spectroscopic Observations. III. Submillimeter H₂ 16O and H₂ 18O Lines, *ApJ* 855.1, 62.
- Okamura, M., et al. including Masaoka, S.: 2016, A pentanuclear iron catalyst designed for water oxidation, *Nature*, 530, 465-468.
- Sheng, L., Kurihara, K.: 2016, Generation of Catalytic Amphiphiles in a Self-reproducing Giant Vesicle, *Chem. Lett.* 45, 598-600.
- Shibue, R., Sasamoto, T., Shimada, M., Zhang, B., Yamagishi, A., Akanuma, S.: 2018, Comprehensive reduction of amino acid set in a protein suggests the importance of prebiotic amino acids for stable proteins, *Sci. Rep.*, 8.1, 1227.
- Yamagishi, A., et al.: 2018, Environmental Data and Survival Data of *Deinococcus aetherius* from the Exposure Facility of the Japan Experimental Module of the International Space Station Obtained by the Tanpopo Mission, *Astrobiology* 18.11, 1369-1374.

5-9 連携研究による成果論文(査読なし)

- 癸生川 陽子, ほか, 小林 憲正:2016, 低地球周回軌道を利用した生体有機物生成検証実験, *Space Utilization Research*, 30.
- 黒川 隆志:2016, 系外惑星探査のためのレーザー周波数コム光源の開発, *応用物理*, 85, 1032-1036.

- 小林 憲正:2016, 生体分子とそのホモキラリティの起源を探る, 細胞工学, 35, 101-106.
- Kebukawa, Y., et al.: 2018, A D-and N-15-Rich Micrometer-Sized Aggregate of Organic Matter in a Xenolithic Clast from the Zag Ordinary Chondrite, *NASA Technical Report Server*, 20180002204.
- Notsu, S., Nomura, H., Walsh, C., Honda, M., Hirota, T., Akiyama, E., Millar, T. J.: 2017, Possibility to locate the position of the H₂O snowline in protoplanetary disks through spectroscopic observations, *Proceedings of the International Astronomical Union* 13.S332, 113-120.

5-10 連携研究による研究会等における口頭・ポスター発表

- Abe, H. et al including Kobayashi, K.: 2016, Laboratory simulations of Titan tholins formed by cosmic rays, Japan Geoscience Union Meeting 2016, (Chiba, Japan, May 22-26, 2016).
- Akanuma, S., Bessho, M., Sasamoto, T., Yokobori, S., Yamagishi, A., reverification of the thermophilicity of ancient life, 8th Astrobiology Workshop, (Tokyo, Japan, Nov. 27, 2015).
- Amikura K., Aoyama R., Tamaru D., Shimizu Y., Ueda T.: 2016, In vitro reconstitution of 30S ribosomal subunit in the presence of ribosome biogenesis factors, EMBO Conference on Ribosome structure and function 2016, (Strasbourg, France, Jul. 6-10, 2016).
- Aoki, R. et al. including Kobayashi, K.: 2016, Amino acid formation from simulated midly-reducing primitive atmospheres by spark discharges, UV irradiation and proton irradiation, Japan Geoscience Union Meeting 2016, (Chiba, Japan, May 22-26, 2016).
- Hashizume, H.: 2015, Reaction of adenine and ribose by repeated wetting and drying in the presence of montmorillonite, 8th Astrobiology Workshop, (Tokyo, Japan, Nov. 27, 2015).
- Kobayashi, H., Tanaka, H., Okuzumi, S.: 2016, From Planetesimals to Planets in Turbulent Protoplanetary Disks. I. Onset of Runaway Growth, International Workshop on "Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III", (Ishigaki, Japan, Feb. 21-24, 2016).
- Kobayashi, K. et al., Astrobiology Experiments in Earth Orbit WG, 2015, Chemical Astrobiology Experiments in Earth Orbit: The Tanpopo Mission and Beyond,

- International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015, (Honolulu, USA, Dec. 15-20, 2015).
- Kobayashi, K. et al.: 2015, Abiotic Synthesis of Nucleic Acid Bases from Possible Interstellar Media by Particles Irradiation, International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015, (Honolulu, USA, Dec. 15-20, 2015).
- Kobayashi, K. et al.: 2015, Cosmic-rays induced synthesis of complex amino acid precursors in planetary atmospheres and in interstellar ices, 8th Astrobiology Workshop, (Tokyo, Japan, Nov. 27, 2015).
- Kobayashi, K. et al.: 2016, Astrobiology Experiments in Earth Orbit to Test Formation, Alteration and Delivery of Organic Compounds: From the Tanpopo Mission to Future Plans, 41th COSPAR Scientific Assembly 2016, (Istanbul, Turkey, Jul. 30-Aug. 7, 2016).
- Kobayashi, K. et al.: 2016, Energetics of Amino Acid Formation in Slightly Reducing Atmospheres of Primitive Earth and Titan, 26th Goldschmidt Conference, (Yokohama, Japan, Jun. 26-Jul. 1, 2016).
- Kobayashi, K. et al.: 2016, Formation of Amino Acid Precursors by Bombardment of Interstellar Ice Analogs with High Energy Heavy Ions, 41th COSPAR Scientific Assembly 2016, (Istanbul, Turkey, Jul. 30-Aug. 7, 2016).
- Kobayashi, K. et al.: 2016, Formation of Super-complex Amino Acid Precursors in Interstellar Ice Analogues by Particles Irradiation, Japan Geoscience Union Meeting 2016, (Chiba, Japan, May 22-26, 2016).
- Kobayashi, K.: 2015, Cosmic Ray-Induced Formation of Bioorganic Compounds in Planetary Atmospheres and in Interstellar Dusts, 12th German-Japanese Colloquium, (Kiel, Germany, Dec. 9-10, 2015).
- Kurihara, K.: 2015, A chemical approach to primitive cell, The 6th Yonsei-IMS Joint Workshop, (Seoul, Korea, Mar. 13-15, 2016).
- Masaoka, S.: 2015, Possible photosynthetic reactions on habitable exoplanets, 12th German-Japanese Colloquium, (Kiel, Germany, Dec. 8-10, 2015).
- Matsuda, T. et al. including Kobayashi, K.: 2015, Formation of Complex Amino Acid Precursors from Possible Interstellar Media by Particles Irradiation, International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015, (Honolulu, USA, Dec. 15-20, 2015).
- Nakagawa, H. et al.: 2015, Complementary studies to TGO/ACS, TGO-ACS SWT, Second ACS (Atmospheric Chemistry Suite) SWT, (Moscow, Russia, Oct. 29-30, 2015).

- Nakagawa, H. et al.: 2016, Regional coupling between lower and upper atmosphere revealed by MAVEN/IUVS and complementary study by Earth-based observation, GEMSIS WS, (Nagoya, Japan, Mar. 24, 2016).
- Yamamoto, M. et al.: 2015, Electrochemical evolution of primordial metabolic core on deep-sea hydrothermal vent, 8th Astrobiology Workshop, (Tokyo, Japan, Nov. 27, 2015).
- Yamamoto, M. et al.: 2015, Reproduction of primitive metabolic pathways on the iron sulfide surface with electricity, 25th Goldschmidt Conference, (Prague, Czech, Aug. 16-21, 2015).
- 橋爪 秀夫:2016, モンモリロナイト存在下での蒸発乾固を利用したアデニンとリボースからのアデノシンの合成, 生命の起原および進化学会第 41 回学術講演会.
- 今井 栄一:2016, 多様な熱水環境を想定したハイパーフローリアクターの製作, 生命の起原および進化学会第 41 回学術講演会.
- 笹本 峻弘, 島田 真実, 山岸 明彦, 赤沼 哲史:2016, 13 アミノ酸種のみから構成された祖先型ヌクレオシドニリン酸キナーゼの解析, 生命の起原および進化学会第 41 回学術講演会.
- 山本 正浩, ほか, 2016, 深海熱水噴出孔における自然発電の実証と電気生態系の調査, ブルーアース 2016.
- 小林 憲正, ほか:2016, 宇宙線による惑星大気からの有機物生成とその機構, 生命の起原および進化学会第 41 回学術講演会.
- 小林 憲正:2015, 宇宙における超複雑有機物の生成と生命の起源, 第 38 回日本分子生物学会年会.
- 小林 憲正:2015, 太陽系に生命起源の鍵を探す, 2015 年度「最新の天文学の普及をめざすワークショップ」.
- 小林 浩, 奥住 聡, 田中 秀和:2016, 乱流円盤中での微惑星から惑星への成長-暴走成長を開始する天体サイズ-, 日本天文学会春季年会.
- 松田 知之, ほか, 小林 憲正:2016, 模擬星間物質への放射線照射により生成するアミノ酸前駆体の分析, 生命の起原および進化学会第 41 回学術講演会.
- 赤沼 哲史, 宇宙におけるタンパク質を構成するアミノ酸の種類の可能性, BMB2015.
- 赤沼 哲史, 横堀 伸一, 笹本 峻弘, 別所 瑞萌, 山岸 明彦, 現存生物の相同遺伝子の比較から古代タンパク質, 生物, 環境を探る、生命の起原および進化学会第 41 回学術講演会.
- 前田 太郎:2016, 海洋環境下の多様な光栄養性生物, ABC プロジェクトミニワークショップ「極限環境の光合成」.
- 前田 太郎:2016, 地球の光合成生物の多様性から宇宙生物をまじめに議論する, NINS コロキウム「地球環境と生命の共進化」.

中川 広務, ほか:2015, 赤外ヘテロダイン分光器 MILAHI を用いた火星・金星大気観測, 第 138 回地球電磁気・地球惑星圏学会.

福井 暁彦:2016, Initial Results from MuSCAT, 系外惑星観測検討会.

別所 瑞萌, 赤沼 哲史, 横堀 伸一, 山岸 明彦:2016, Non-homogeneous モデルを用いて復元した祖先型 NDK の耐熱性, 生命の起原および進化学会第 41 回学術講演会.

本山 一隆, 合田 憲人, 坂根 栄作, 西村 健, 佐賀 一繁, 星間化学シミュレーションのための疎行列演算手法, 国立天文台天文シミュレーションプロジェクト 平成 27 年度ユーザズミーティング.

癸生川 陽子, ほか, 小林 憲正:2016, 低地球周回軌道を利用した生体有機物生成検証実験, 地球周回軌道におけるアストロバイオロジー実験 WG, 第 30 回宇宙環境利用シンポジウム.

癸生川 陽子, ほか:2016, 太陽系小天体におけるアミノ酸前駆体を含む複雑有機物の形成, 生命の起原および進化学会第 41 回学術講演会.

5-11 プレスリリース・新聞記事など

2015 年 9 月 10 日:生命がいなくても酸素を豊富に保持する地球型惑星の存在可能性を示唆。
アストロバイオロジー(宇宙における生命)研究に期待

記事:科学新聞(2015/9/18)

2016 年 2 月 25 日:すばる望遠鏡、食べ散らかす赤ちゃん星の姿を捉える

2016 年 3 月 31 日:近傍の赤色矮星をまわる新たなスーパーアースを発見

2016 年 7 月 1 日:そこにあるはずがない惑星を発見

2016 年 9 月 7 日:星をふらつかせる未知の天体は惑星? 恒星?

2016 年 11 月 28 日:生命がいるかもしれない惑星の”影”の観測に成功

2017 年 1 月 31 日:冥王星のクジラ模様は衛星カロンを作ったジャイアント・インパクトの痕跡
(東大:サテライト研究成果)

2017 年 2 月 21 日:灼熱の海王星型惑星 K2-105b を発見～第2の地球探しへの足がかり～

2017 年 6 月 6 日:史上最も熱い惑星を発見

2017 年 8 月 8 日:地球とは異なる光環境における光合成

記事:朝日新聞(2017/9/7), しんぶん赤旗(2017/8/9), サイエンスポータル、
マイナビニュース

2018 年 2 月 27 日:太陽よりも低温な恒星をまわる太陽系外惑星を多数発見

6. 財務

6-1 平成27年度の予算・決算の状況

(円)

収入	予算額	決算額	差額 (予算額-決算額)
運営費交付金	87,566,000	194,285,433	-106,719,433
合計	87,566,000	194,285,433	-106,719,433

支出	予算額	決算額	差額 (予算額-決算額)
業務費:研究教育費	87,566,000	194,285,433	-106,719,433
合計	87,566,000	194,285,433	-106,719,433

収入-支出	予算額	決算額	差額 (予算額-決算額)
	0	0	0

6-2 平成28年度の予算・決算の状況

(円)

収入	予算額	決算額	差額 (予算額-決算額)
運営費交付金	284,960,000	279,560,000	5,400,000
合計	284,960,000	279,560,000	5,400,000

支出	予算額	決算額	差額 (予算額-決算額)
業務費:研究教育費	284,960,000	271,671,226	13,288,774
合計	284,960,000	271,671,226	13,288,774

収入-支出	予算額	決算額	差額 (予算額-決算額)
	0	7,888,774	-7,888,774

6-3 平成29年度の予算・決算の状況

(円)

収入	予算額	決算額	差額 (予算額-決算額)
運営費交付金	147,413,000	182,501,774	-35,088,774
補助金	163,429,000	163,429,000	0
自己収入	0	10,260	-10,260
合計	310,842,000	345,941,034	-35,099,034

支出	予算額	決算額	差額 (予算額-決算額)
業務費:研究教育費	147,413,000	155,183,228	-7,770,228-
補助金	163,429,000	163,429,000	0
合計	310,842,000	318,612,228	-7,770,228

収入-支出	予算額	決算額	差額 (予算額-決算額)
	0	27,328,806	-27,328,806

7. 研究助成事業

H27-H29 度は科研費等をアストロバイオロジーセンターとして受入れる体制が整っていないため、以下の研究助成金は国立天文台の併任になっている研究者が、国立天文台の財務課を通して運用した。

7-1 科学研究費補助金

研究期間	研究課題	研究代表者	交付総額(単位:千円)		
			直接経費	間接経費	合計
新学術領域(研究領域提案型)					
H26-H27	視線速度法による地球型惑星検出のための超広帯域光周波数コムの開発	小谷 隆行	6,000	1,800	7,800
H26-H27	形成過程から探る低温度星周りの短周期スーパーアースの大気および内部組成の起源	堀 安範	1,700	510	2,210
基盤研究(A)					
H25-H28	高精度近赤外 3 色同時トランジット観測によるスーパーアースの基本的性質の解明	成田 憲保	33,000	9,900	42,900

7-2 学術研究助成基金助成(基金)

研究期間	研究課題	研究代表者	交付総額(単位:千円)		
			直接経費	間接経費	合計
挑戦的萌芽研究					
H27-H29	太陽系外惑星大気特性の解明を目指した新しい高分散分光器の開発	小谷 隆行	2,900	870	3,770
H26-H27	低温度星周りの生命居住可能惑星における光合成の実験的検証	日下部 展彦	2,800	840	3,640

7-3 学術研究助成基金助成(一部基金)

研究期間	研究課題	研究代表者	交付総額(単位:千円)		
			直接経費	間接経費	合計
基盤研究(B)					
H25-H27	光干渉計技術の応用による太陽系外惑星探査用高コントラスト光学系の研究	小谷 隆行	12,800	3,840	16,640

8. 大学院教育

平成27～29年度は、当センターは総研大の基盤機関ではないため、直接的には大学院教育は担当していない。ただし、国立天文台との併任制度により、総合研究大学院大学(総研大)における教育に貢献している。平成30年度からは、総研大物理科学研究科と及び生命科学研究科と連携する形(連携大学院)で、大学院生を受け入れることが可能となった。

平成27年度：

第3学年

大学院学生	指導教員	研究課題
馬場 はるか	青木 和光 (NAOJ)	地球型系外惑星探査にむけた赤外線装置開発と観測的研究
笠 嗣瑠	林 左絵子 (NAOJ)	長周期視線速度変動を示す中質量巨星に対する直接撮像

第4学年

大学院学生	指導教員	研究課題
YANG, Yi (楊 毅)	林 左絵子 (NAOJ)	連星系における原始惑星系円盤の観測的な研究
鬼塚 昌宏	臼田 知史 (NAOJ)	系外惑星の構造および進化の観測的研究

平成28年度：

第1学年

大学院学生	指導教員	研究課題
石川 裕之	臼田 知史 (NAOJ)	将来的に地球外生命の発見を目指した、天文観測による太陽系外惑星探査・精査
細川 晃	小谷 隆行	太陽系外惑星探査を目指した、新しい空間分解能を持つ高分散分光器の開発と太陽系外惑星の詳細研究

渡辺 紀治	臼田 知史 (NAOJ)	観測による多様な系外惑星の軌道進化の研究
-------	-----------------	----------------------

第4学年

大学院学生	指導教員	研究課題
馬場 はるか	青木 和光 (NAOJ)	地球型系外惑星探査にむけた赤外線装置開発と観測的研究
笠 嗣瑠	林 左絵子 (NAOJ)	長周期視線速度変動を示す中質量巨星に対する直接撮像

第5学年

大学院学生	指導教員	研究課題
YANG, Yi (楊 毅)	林 左絵子 (NAOJ)	連星系における原始惑星系円盤の観測的な研究
鬼塚 昌宏	臼田 知史 (NAOJ)	系外惑星の構造および進化の観測的研究

平成29年度：

第2学年

大学院学生	指導教員	研究課題
石川 裕之	臼田 知史 (NAOJ)	将来的に地球外生命の発見を目指した、天文観測による太陽系外惑星探査・精査
細川 晃	小谷 隆行	太陽系外惑星探査を目指した、新しい空間分解能を持つ高分散分光器の開発と太陽系外惑星の詳細研究
渡辺 紀治	臼田 知史 (NAOJ)	観測による多様な系外惑星の軌道進化の研究

第5学年

大学院学生	指導教員	研究課題
馬場 はるか	青木 和光 (NAOJ)	地球型系外惑星探査にむけた赤外線装置開発と観測的研究

笠 嗣瑠	林 左絵子 (NAOJ)	長周期視線速度変動を示す中質量巨星に対する直接撮像
YANG, Yi (楊 毅)	林 左絵子 (NAOJ)	連星系における原始惑星系円盤の観測的な研究

9. 公開事業

日程	名称	場所	参加者
2015 年 10 月 23 日 ～10 月 24 日	三鷹・星と宇宙の日 2015 テーマ「アストロバイオロジーへの 挑戦」	国立天文台	5,036 名
2016 年 10 月 21 日 ～10 月 22 日	三鷹・星と宇宙の日 2016 テーマ「重力波が拓く天文学」	国立天文台	4,534 名
2016 年 3 月 13 日	自然科学研究機構シンポジウム 「生命の起源と進化～地球から系外 惑星へ～」	一橋講堂	413 名
2017 年 10 月 13 日 ～10 月 14 日	三鷹・星と宇宙の日 2017 テーマ「冷たい宇宙・熱い宇宙」	国立天文台	5026 名

10. 海外渡航

H27 年度: 研究員及び研究教育職員の海外渡航

国・地域名	海外出張
ハワイ	9
アメリカ合衆国(本土)	1
カナダ	1
韓国	1
ドイツ	3
フランス	1
スイス	1
スペイン	1
南アフリカ共和国	1

H28年度:研究員及び研究教育職員の海外渡航

国・地域名	海外出張
ハワイ	24
アメリカ合衆国(本土)	1

H29年度:研究員及び研究教育職員の海外渡航

国・地域名	海外出張
ハワイ	28
アメリカ合衆国(本土)	3
チリ	3
オーストラリア	2
南アフリカ共和国	1

11. 年間記録

平成27年度

4月1日	アストロバイオロジーセンター(ABC)発足
6月19日	NASA アストロバイオロジー研究所運営会議(田村、小林、廣瀬(TV);シカゴ)
7月13日 ～8月7日	H27 年度プロジェクト公募募集
8月	ELSI と共に日本アストロバイオロジーコンソーシアムとして、NASA アストロバイオロジー研究所国際パートナー加盟
9月7日	第1回運営委員会(情報システム研究機構会議室)
10月23日 ～10月24日	三鷹・星と宇宙の日 2015 (於:国立天文台, 主催:国立天文台, ABC 東京大学,総合研究大学院大学) テーマ「アストロバイオロジーへの挑戦」
11月15日 ～11月17日	第11回最新の天文学の普及を目指すワークショップ, テーマ「アストロバイオロジー」(開催地:国立天文台, JAMSTEC, 主催:国立天文台, ABC)
11月19日	ABC ホームページ開設 http://abc-nins.jp
11月20日	ABC 開所式およびプレス懇談会(於:国立天文台)
11月24日 ～11月26日	研究会「近赤外高分散分光で切り開く天文学(於:国立天文台)
12月8日 ～12月10日	JSPS 日独学術コロキウム(於:キール大学)
1月28日	第2回運営委員会および「宇宙と生命懇話会」開催(於:国立天文台) 話題提供:堀安範(ABC)「系外惑星大気のこれまでとこれから」(水沢より TV 会議接続)
2月6日 ～2月7日	共同研究「極限環境における光合成」(於:立川)
2月26日	Post SEEDS 国際ワークショップ(於:三鷹)
3月6日 ～3月28日	平成 28 年度プロジェクト研究・サテライト研究公募
3月7日 ～3月8日	平成 27 年度プロジェクト成果発表会(於:一橋講堂)
3月13日	自然科学研究機構シンポジウム「生命の起源と進化～地球から系外水惑星

	へ〜」(於:一橋講堂)
3月下旬	ABC 新棟完成(国立天文台 ALMA 棟に増築)

平成28年度

5月9日	第3回運営委員会(情報システム研究機構会議室)
6月3日	第4回運営委員会(東京工業大学地球生命研究所 ELSI-2 1F 106 号室)
6月27日	「宇宙と生命懇話会」開催(於:自然科学研究機構会議室)話題提供:原田真紀子(東京薬科大)「シアノバクテリアのプロモーター配列解析による抗酸化酵素の発現量の進化」
10月18日	「宇宙と生命懇話会」開催(於:自然科学研究機構会議室)話題提供:関根康人(東京大)「太陽系における“海”の多様性」
10月21日 ～10月22日	三鷹・星と宇宙の日 2016 (於:国立天文台, 主催:国立天文台, ABC 東京大学, 総合研究大学院大学) テーマ「重力波が拓く天文学」
1月25日	第5回運営委員会(自然科学研究機構会議室)
3月6日 ～3月7日	平成28年度プロジェクト成果発表会(於:一橋講堂)
3月21日 ～3月23日	アストロバイオロジーセンター国際ワークショップ(於:広島)
3月22日	隣の星に生命を探せ! 系外惑星とブレイクスルー・イニシアチブ(於:広島)

平成29年度

5月22日	第6回運営委員会(TKP 新橋内幸町ビジネスセンター 604 号室)
9月8日	第7回運営委員会(TKP 東京八重洲カンファレンスセンター 4M)
10月23日 ～10月24日	三鷹・星と宇宙の日 2017 (於:国立天文台, 主催:国立天文台, ABC 東京大学, 総合研究大学院大学) テーマ「冷たい宇宙・熱い宇宙」
1月15日 ～1月16日	アストロバイオロジーセンターシンポジウム(於:国立天文台)
2月15日 ～2月19日	第8回運営委員会(メール審議)
2月19日 ～2月20日	平成29年度プロジェクト成果発表会(於:東京工業大学 CIC 会議室)
3月12日	第9回運営委員会(自然科学研究機構会議室)

所在地:

住所: 〒181-8588
東京都三鷹市大沢 2-21-1, 国立天文台三鷹キャンパス内
自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター

Tel: (0422) 34-4066 (ABC 窓口)
e-mail: abc-office@nao.ac.jp
URL: <http://abc-nins.jp>

国立天文台内地図:



アクセス方法:

JR 武蔵境駅から

小田急バス 境 91

バス乗り場「武蔵境駅南口 3 番」から「天文台前」で降車
(現金運賃 220 円／IC 運賃 216 円・15 分程度)

タクシー (1500 円・15 分程度)

京王線調布駅から

小田急バス 境 91/鷹 51

バス乗り場「京王調布駅北口 11 番」から「天文台前」で降車
(現金運賃 220 円／IC 運賃 216 円・15 分程度)

京王バス 武 91

バス乗り場「京王調布駅北口 12 番」から「天文台前」で降車
(現金運賃 210 円／IC 運賃 206 円・15 分程度)

タクシー (1500 円・10 分程度)

*ほかに、三鷹駅(鷹 51 調布駅北口 行き)、武蔵小金井駅(武 91 調布駅北口 行き)、狛江駅(境 91 武蔵境駅南口 行き)からのバスあり。

