

東京大学大学院理学系研科  
地球惑星科学専攻

年次報告

2021（令和3）年度

## 目次

1 地球惑星科学専攻の沿革と現状	
1.1 地球惑星科学専攻の歴史	1
1.2 地球惑星科学専攻の所在地	1
1.3 学部卒業生数	2
1.4 大学院修了者数（学位取得者数）	2
2 教員、職員および研究員	
2.1 基幹教員	3
2.2 宇宙惑星科学機構教員	3
2.3 職員	4
2.4 特任助教、研究員	4
2.5 名誉教授	5
2.6 学部・大学院教育に参加する関連研究機関の教員	5
2.7 人事異動	8
3 学部学生・大学院生および研究生	
3.1 地球惑星物理学科	9
3.2 地球惑星環境学科	9
3.3 地球惑星科学専攻	10
3.4 学位論文題目	12
3.5 進路・就職先	16
4 講義	
4.1 地球惑星物理学科	17
4.2 地球惑星環境学科	18
4.3 大学院	20
4.4 教養学部前期課程	23
5 研究活動	
5.1 大気海洋科学講座	24
5.2 宇宙惑星科学講座	27
5.3 球惑星システム科学講座	33
5.4 固体地球科学講座	36
5.5 地球生命圏科学講座	40
6 論文および出版物	
6.1 大気海洋科学講座	48
6.2 宇宙惑星科学講座	50
6.3 地球惑星システム科学講座	62
6.4 固体地球科学講座	64
6.5 地球生命圏科学講座	66

7 主要な学会発表	
7.1 大気海洋科学講座	69
7.2 宇宙惑星科学講座	70
7.3 地球惑星システム科学講座	72
7.4 固体地球科学講座	73
7.5 地球生命圏科学講座	74
8 社会貢献・普及活動	
8.1 他大学での集中講義・セミナー	77
8.2 一般向け講演会	77
8.3 メディア等	79
9 その他の活動	
9.1 学内委員（専攻役務をのぞく）	81
9.2 学会・学術誌	82
9.3 行政・その他	85
9.4 専攻役務分担	87
9.5 受賞	87
9.6 外部資金受入状況	88

※ 本報告書は、宇宙惑星科学機構専任教員の年次報告を兼ねる。

# 1 地球惑星科学専攻の沿革と現状

## 1.1 地球惑星科学専攻の歴史

地球惑星科学専攻は、長年にわたり我が国の地球科学の発展を研究教育両面で主導してきた地球惑星物理学、地質学、鉱物学及び地理学の4専攻の統合・再編により、地球惑星科学の総合的研究教育組織として、平成12（2000）年4月、理学系研究科に創設された。本専攻は、学部教育課程として理学部に地球惑星物理学科と地球惑星環境学科（旧地学科）の2学科を有する。

地球惑星科学専攻の母体となった地球惑星物理学、地質学、鉱物学及び地理学の旧4専攻は、平成4（1992）年及び5（1993）年の大学院重点化（研究教育の重点を学部（学科）から大学院（専攻）へ転換する組織改革）に伴い、それまで大学院の教育課程にすぎなかった各専攻が、地球惑星物理学科あるいは旧地学科に代わって研究教育組織の主体に改組されたものである。以下、地球惑星物理学科及び地球惑星環境学科の沿革について概説する。

地球惑星環境学科の元となる地質学科は、明治10（1877）年東京大学創立時に理学部を構成する8学科の一つとして設置された。その後、明治40（1907）年に地質学科から分離する形で鉱物学科が設置された。また、大正8（1919）年には理学部に地理学科が新設された。戦後、昭和24（1949）年に国立学校設置法が公布され、新制東京大学の理学部を構成する5学科の一つとして、地質学、鉱物学及び地理学の3課程からなる地学科が設置された。その後、平成18（2006）年4月には、時代の要請を考慮した結果、地球惑星環境学科に改組された。

地球惑星物理学科の元となる地震学科は、明治26（1893）年に物理学科に設置された地震学講座が関東大震災直後の大正12（1923）年12月に学科として独立したものである。その後、地震学科は物理学科に設置されていた気象学講座を加えて昭和16（1941）年に地球物理学科に改組され、昭和17（1942）年に海洋学講座及び測地学講座が新設された。昭和24（1949）年国立学校設置法公布後の理学部においては、物理学、天文学及び地球物理学の3課程から成る物理学科が設置された。その後、昭和33（1958）年に地球物理観測所が、同39（1964）年には地球物理研究施設が設置された。昭和42（1967）年、物理学科の拡充改組に伴い、同学科を構成する三つの課程は物理学科、天文学科及び地球物理学科となった。昭和53（1978）年に地殻化学実験施設が設置された。平成3（1991）年には地球物理学科と地球物理研究施設が改組されて地球惑星物理学科が誕生するとともに、気候システム研究センターが設立された。

## 1.2 地球惑星科学専攻の所在地

地球惑星科学専攻は、本郷キャンパス内にある理学系研究科・理学部1号館、理学部4号館に以下の部屋を所有している。

### 理学系研究科・理学部1号館（地下1－2階、1階、3階、5－8階、12階）

事務室、技術職員室、講義室（5室）、セミナー室（7室）、教員室（49室）、大学院生室（22室）、学部学生室（4室）、実験室（52室）、会議室（5室）、計算機室（6室）、試料室（2室）、資料室、観測準備室、観測機械室、談話室（2室）、顕微鏡室（3室）、飼育室（1室）、サーバー室（2室）、秘書室（2室）

### 理学部4号館（地下1階、5階）

教員室（1室）、学部実習室、解析室、実験室（4室）、図書保管庫（2室）、顕微鏡室（1室）、サーバー室（1室）

### 1.3 学部卒業生数

	地球惑星物理学科	地球惑星環境学科
平成 22 年度	29	16
平成 23 年度	38	18
平成 24 年度	27	18
平成 25 年度	22	21
平成 26 年度	31	19
平成 27 年度	33	14
平成 28 年度	32	24
平成 29 年度	35	20
平成 30 年度	31	19
平成 31 年度 / 令和元年度	32	18
令和2年度	31	18
令和3年度	32	18

### 1.4 大学院修了者数（学位取得者数）

	修士課程	博士課程	
		博士課程	論文博士
平成 22 年度	63	16	3
平成 23 年度	77	17	4
平成 24 年度	83	19	2
平成 25 年度	70	17	0
平成 26 年度	68	25	0
平成 27 年度	58	20	0
平成 28 年度	71	23	2
平成 29 年度	65	23	0
平成 30 年度	68	25	1
平成 31 年度 / 令和元年度	81	25	1
令和2年度	83	17	0
令和3年度	79	26	2

## 2 教員、職員および研究員

(ただし 令和3年4月1日時点)

### 2.1 基幹教員

教授	井出 哲	(いで さとし)
教授	WALLIS Simon	(ウォリス サイモン)
教授	遠藤 一佳	(えんどう かずよし)
教授	狩野 彰宏	(かの あきひろ)
教授	茅根 創	(かやね はじめ)
教授	小暮 敏博	(こぐれ としひろ)
教授	後藤 和久	(ごとう かずひさ)
教授	佐藤 薫	(さとう かおる)
教授	杉田 精司	(すぎた せいじ)
教授	関 華奈子	(せき かなこ)
教授	高橋 嘉夫	(たかはし よしお)
教授	田近 英一	(たぢか えいいち)
教授	日比谷 紀之	(ひびや としゆき)
教授	廣瀬 敬	(ひろせ けい)
教授	星野 真弘	(ほしの まさひろ)
教授	升本 順夫	(ますもと ゆきお)
准教授	天野 孝伸	(あまの たかのぶ)
准教授	安藤 亮輔	(あんどう りょうすけ)
准教授	飯塚 毅	(いづか つよし)
准教授	池田 昌之	(いけだ まさゆき)
准教授	板井 啓明	(いたい たかあき)
准教授	笠原 慧	(かさハラ さとし)
准教授	河合 研志	(かわい けんじ)
准教授	小池 真	(こいけ まこと)
准教授	鈴木 庸平	(すずき ようへい)
准教授	瀧川 晶	(たきがわ あき)
准教授	田中 愛幸	(たなか よしゆき)
准教授	東塚 知己	(とうづか ともき)
准教授	平沢 達矢	(ひらさわ たつや)
准教授	三浦 裕亮	(みうら ひろあき)
准教授	諸田 智克	(もろだ ともかつ)
准教授	横山 央明	(よこやま たかあき)
助教	伊地知 敬	(いぢち たかし)
助教	大平 豊	(おおひら ゆたか)
助教	荻原 成騎	(おぎはら しげのり)
助教	奥村 大河	(おくむら たいが)
助教	河原 創	(かわはら はじめ)
助教	桂華 邦裕	(けいか くにひろ)
助教	高麗 正史	(こうま まさし)
助教	櫻庭 中	(さくらば あたる)

助教	佐藤 雅彦	(さとう まさひこ)
助教	砂村 倫成	(すなむら みちなり)
助教	高橋 聡	(たかはし さとし)
助教	長 勇一郎	(ちょう ゆういちろう)
助教	永治 方敬	(ながや たかよし)
助教	茂木 信宏	(もてき のぶひろ)

## 2.2 宇宙惑星科学機構教員

教授	橘 省吾	(たちばな しょうご)
----	------	-------------

## 2.3 職員

係長	大杉 俊男
係長	西村 純子
主任	河村 静佳
特任専門職員	吉田 英人
一般技術職員	栗栖 晋二
技術専門職員	市村 康治
技術専門職員	小林 明浩
一般技術職員	石原 真悟

## 2.4 特任助教、研究員

### 特任助教

桑山 靖弘	森 樹大
-------	------

### 日本学術振興会特別研究員

奥田 善之	加藤 大和
藤 亜希子	山本 和弘
FU Suyu	LI Wenshuai

### 特任研究員

石川 彰人	ONG CHIA RUI
柿崎 喜宏	北村 成寿
幸塚 麻里子	坂上 啓
孫 静	武田 智子
田中 雅人	CHANG Ta-Wei
Trishit Ruj	QIN Haibo
永井 平	中山 陽史
福田 朱里	森 樹大
吉屋 一美	LAW KING FAI FARLEY

## 2.5 名誉教授

小嶋 稔	地球年代学	(平成3年退官)
熊澤 峰夫	地球惑星内部物理学	(平成6年退官)
久城 育夫	岩石学	(平成7年退官)
武田 弘	鉱物学	(平成7年退官)
松野 太郎	気象学	(平成7年退官)
國分 征	超高層大気物理学	(平成8年退官)
島崎 英彦	鉱床学	(平成12年退官)
小川 利紘	大気化学	(平成13年退官)
濱野 洋三	地球惑星ダイナミクス	(平成19年退職)
松浦 充宏	地震物理学	(平成21年退職)
松本 良	堆積学	(平成24年退職)
棚部 一成	古生物学	(平成24年退職)
山形 俊男	気候力学	(平成24年退職)
浦辺 徹郎	化学地質学	(平成25年退職)
宮本 正道	固体惑星物質科学	(平成25年退職)
近藤 豊	グローバルな大気物理化学・大気環境科学	(平成27年退職)
杉浦 直治	惑星科学・隕石学	(平成27年退職)
木村 学	プレートテクトニクス・構造地質学	(平成28年退職)
村上 隆	環境鉱物学	(平成28年退職)
GELLER Robert James	地震学	(平成29年退職)
永原 裕子	惑星科学	(平成29年退職)
多田 隆治	地球システム変動学	(令和元年退職)
小澤 一仁	岩石学	(令和2年退職)

(注) 理学系研究科・理学部として推薦した本専攻に関する名誉教授のリスト。旧地球惑星物理学専攻(地球物理学専攻)、旧地質学専攻、旧鉱物学専攻、旧地理学専攻関係を含む。ただし、ご逝去された方々を除く。

## 2.6 学部・大学院教育に参加する関連研究機関の教員

### 大気海洋研究所

教授	阿部 彩子	(あべ あやこ)
教授	沖野 郷子	(おきの きょうこ)
教授	佐藤 正樹	(さとう まさき)
教授	佐野 有司	(さの ゆうじ)
教授	高藪 緑	(たかやぶ ゆかり)
教授	羽角 博康	(はすみ ひろやす)
教授	安田 一郎	(やすだ いちろう)
教授	横山 祐典	(よこやま ゆうすけ)
教授	渡部 雅浩	(わたなべ まさひろ)
准教授	伊賀 啓太	(いが けいた)
准教授	岡 顕	(おか あきら)
准教授	岡 英太郎	(おか えいたろう)
准教授	黒田 潤一郎	(くろだ じゅんいちろう)

准教授	白井 厚太郎	(しらい こうたろう)
准教授	鈴木 健太郎	(すずき けんたろう)
准教授	朴 進午	(ぱく じんお)
准教授	宮川 知己	(みやかわ ともき)
准教授	山口 飛鳥	(やまぐち あすか)
准教授	吉森 正和	(よしもり まさかず)

## 地震研究所

教授	新谷 昌人	(あらや あきと)
教授	岩森 光	(いわもり ひかる)
教授	上嶋 誠	(うえしま まこと)
教授	大湊 隆雄	(おおみなと たかお)
教授	小原 一成	(おばら かずしげ)
教授	加藤 愛太郎	(かとう あいたろう)
教授	加藤 尚之	(かとう なおゆき)
教授	木下 正高	(きのした まさたか)
教授	小屋口 剛博	(こやぐち たけひろ)
教授	佐竹 健治	(さたけ けんじ)
教授	塩原 肇	(しおばら はじめ)
教授	篠原 雅尚	(しのはら まसानお)
教授	清水 久芳	(しみず ひさよし)
教授	武井 康子	(たけい やすこ)
教授	田中 宏幸	(たなか ひろゆき)
教授	中谷 正生	(なかたに まさお)
教授	古村 孝志	(ふるむら たかし)
教授	山野 誠	(やまの まこと)
教授	吉田 真吾	(よしだ しんご)
教授(兼)	中井 俊一	(なかい しゅんいち)
准教授	青木 陽介	(あおき ようすけ)
准教授	石山 達也	(いしやま たつや)
准教授	市原 美恵	(いちはら みえ)
准教授	今西 祐一	(いまにし ゆういち)
准教授	加納 靖之	(かのう やすゆき)
准教授	金子 隆之	(かねこ たかゆき)
准教授	亀 伸樹	(かめ のぶき)
准教授	鈴木 雄治郎	(すずき ゆうじろう)
准教授	竹内 希	(たけうち のぞむ)
准教授	西田 究	(にしだ きわむ)
准教授	馬場 聖至	(ばば きよし)
准教授	平賀 岳彦	(ひらが たけひこ)
准教授	前野 深	(まえの ふかし)
准教授	三宅 弘恵	(みやけ ひろえ)
准教授	望月 公廣	(もちづき きみひろ)
准教授	安田 敦	(やすだ あつし)
准教授	綿田 辰吾	(わただ しんご)

## 先端科学技術センター

教授 中村 尚 (なかむら ひさし)  
准教授 小坂 優 (こさか ゆう)

## 地殻化学実験施設

教授(兼) 鍵 裕之 (かぎ ひろゆき)  
教授(兼) 平田 岳史 (ひらた たかふみ)  
准教授(兼) 森 俊哉 (もり としや)

## 物理学専攻

教授(兼) 常行 真司 (つねゆき しんじ)

## 新領域創成科学研究科

教授(兼) 今村 剛 (いまむら たけし)  
教授(兼) 須貝 俊彦 (すがい としひこ)  
教授(兼) 山室 真澄 (やまむろ ますみ)  
教授(兼) 吉川 一郎 (よしかわ いちろう)  
准教授(兼) 芦 寿一郎 (あし じゅいちろう)  
講師(兼) 吉岡 和夫 (よしおか かずお)

## 総合文化研究科広域科学専攻

教授(兼) 小宮 剛 (こみや つよし)  
准教授(兼) 小河 正基 (おがわ まさき)

## 工学系研究科

教授(兼) 宮本 英昭 (みやもと ひであき)

## 空間情報科学研究センター

教授(兼) 小口 高 (おぐち たかし)

## 総合研究博物館

教授 三河内 岳 (みこうち たかし)  
准教授 佐々木 猛智 (ささき たけのり)

## 情報学環総合防災情報研究センター

教授 飯高 隆 (いいだか たかし)

**宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所**

教授（委） 白井 寛裕 (うすい ともひろ)  
 教授（委） 齋藤 義文 (さいとう よしふみ)  
 教授（委） 清水 敏文 (しみず としふみ)  
 教授（委） 藤本 正樹 (ふじもと まさき)  
 准教授（委） 篠原 育 (しのはら いく)

**高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所**

教授（委） 船守 展正 (ふなもり のぶまさ)

**産業技術総合研究所**

教授（委） 宍倉 正展 (ししくら まさのぶ)

**海洋研究開発機構**

教授（委） 勝又 勝郎 (かつまた かつろう)  
 准教授（委） 渋谷 岳造 (しぶや たかぞう)

**国立天文台**

教授（委） 竝木 則行 (なみき のりゆき)

**国立科学博物館**

准教授（委） 對比地 孝亘 (つひじ たかのぶ)

**2.7 人事異動**

令和3年4月30日	横山 央明	准教授	退職
令和3年7月1日	石原 真悟	技術職員	採用
令和3年9月1日	今田 晋亮	教授	採用
令和4年2月28日	高橋 聡	助教	退職
令和4年3月1日	庄田 宗人	助教	採用
令和4年3月16日	武井 康子	教授	採用
令和4年3月31日	日比谷 紀之	教授	定年退職

## 3 学部学生・大学院生および研究生

### 3.1 地球惑星物理学科

#### 3 年

青山 哲也	芥川 慧大	穴見 武司	植田 遥大
上野 和雅	臼井 健人	太田原 裕都	小川 琢郎
川村 岳	小池 海人	近藤 和貴	霜越 健多
妹尾 梨子	染矢 真好	高原 璃乃	竹澤 春樹
立谷 悠樹	時盛 瑛史	中井 舜乃祐	中川 祥緒
中原 俊平	平岩 純	廣瀬 暖菜	堀田 啓貴
松井 龍郎	松野 大河	衿村 顕史	三田 修平
宮武 勇介	村木 乃乃香	村田 博	綿貫 元起

#### 4 年

愛敬 雄太	阿隅 杏珠	石橋 凌一	稲田 真子
井上 和輝	江成 徹平	尾崎 智紀	梶山 侑里名
久下 貴嗣	栗田 直季	合田 和司	越田 勇氣
齋藤 成利	阪本 昂平	佐久間 大我	高田 大成
高野 将大	田村 優樹人	田屋 大輝	富岡 蒼生
富永 憲亮	橋本 恵一	日向 輝	船橋 郁地
古市 圭佑	牧 梨乃	正本 義宗	松嶋 亮弥
宮畠 拓光	宮本 烈	森川 莞地	山崎 朝

### 3.2 地球惑星環境学科

#### 3 年

青沼 恵人	池田 薫	稲田 栞里	榎本 華子
海田 比呂子	笠井 克己	川上 諒人	佐野 凌
杉田 一真	高畑 彩	田中 祥太	鶴岡 靖朗
遠嶋 美月	中西 奏太	増田 みなみ	宮田 理央
吉原 慧	吉松 彩		

#### 4 年

池内 敦	萩原 洋平	村田 和樹	山川 登
井村 春生	遠藤 拓斗	大音 周平	笹尾 克彦
佐藤 佑磨	清水 優希	周藤 俊雄	高橋 大
田中 啓資	長尾 亮佑	中島 宇一	中田 光紀
春田 悠祐	細井 星也	前原 誠也	村井 亮太
村尾 光太郎	森口 堯明	八坂 泰河	山川 隆良

### 3.3 地球惑星科学専攻

#### 修士課程 1 年

青石 賢太	青山 都和子	幾田 凧	石崎 梨理
一丸 友美	伊藤 泰輔	井上 虹子	今町 海斗
梅山 遼太	漆原 惇	大鶴 啓介	大野 梨野花
近江 泰吉郎	岡田 卓郎	笠見 京平	勝木 悠介
河合 貫太郎	神部 亜美	北原 翼	黒須 玲
小西 健太	小山 裕幸	小山 雪乃丞	齋藤 天真
嵯峨 知樹	坂井 郁哉	佐久間 盾	佐藤 海生
佐藤 優花	佐藤 祐希	佐藤 瞭	佐藤 嶺
芝田 力	畠田 遼太	志村 蓮	杉野 公則
凵子田 和典	鈴木 泰典	清藤 大河	高部 太来
田柳 紗英	津田 実	中川 友紀	中村 航也
成田 愛子	縄 隼佑	西岡 知輝	根本 夏林
馬 博文	箱守 貴	橋口 廉太郎	服部 竜士
平井 宏佑	平井 陸也	平松 祐一	廣木 颯太郎
広瀬 凜	廣田 主樹	細谷 桂介	前川 航輝
正木 和馬	増田 勘次	松永 尚樹	松本 藍
三木 志緒乃	水野 瞳	三平 舜	宮城 凜太郎
宮地 洋輔	村井 彩	森 晶輝	安田 夏輝
矢部 佑奈	山崎 奏次郎	吉田 南	吉村 太郎
渡邊 拓巳	渡辺 瑞穂	馬 妍雪	王 昶欽

#### 修士課程 2 年

山口 周将	渡邊 信吾	赤玉 裕匡	猪狩 一晟
上田 剛士	金田 龍一	吉田 一悠	青木 美波
赤堀 愛香	新井 香春	飯田 達也	石川 光太
石水 浩喜	伊名波 翔	岩中 達郎	植木 優
丑久保 裕太	宇野 友里花	海老澤 駿	海老原 樹
大須賀 啓士	大竹 和機	大谷 健人	大藪 良祐
沖山 太心	小倉 暁乃丞	加藤 凜太郎	河合 敬宏
菊地 柁斗	国吉 秀鷹	國吉 優太	柵原 光良
栗田 誠矢	後藤 大貴	小長谷 莉未	小林 旺太郎
児山 真夕	坂井 彩織	坂入 祐地	寺境 太樹
柴田 勇吾	正畑 沙耶香	鈴木 充	曾根田 哲也
杣木 優介	高井 雄大	高野 洋輝	竹田 早英桂
田中 風羽	塚本 将史	堤 裕太郎	常岡 廉
寺田 雄亮	轟木 亮太郎	刀裯 晴菜	永井 はるか
夏井 文凜	難波 恒太	新沼 拓	西村 大樹
沼 倫加	長谷川 将弘	馬場 道人	東 秀星
樋口 雄紀	平田 佳織	平野 雄介	前田 拓也
増田 咲紀	増田 未希	松原 大樹	宮本 堯
村田 彬	村松 和紀	茂木 厚志	森 悠一郎
諸星 暁之	山崎 耕平	山本 一平	山本 直輝
于 凡	YANG JINGXUAN	吉田 晶	レゲット 佳
DIBA Dieno	TAYLOR Kianu	周 新宇	

**博士課程 1 年**

三武 司	孫 語辰	青山 和弘	石原 湧樹
太田 成昭	奥井 晴香	加藤 翔太	久住 空広
古知 武	櫻井 亮輔	佐々木 雄亮	末岡 優里
副島 祥吾	孫 岳	高宮 日南子	多田 誠之郎
中里 雅樹	長澤 真	中山 盛雄	西山 学
長谷川 菜々子	浜口 佑也	彦坂 晃太郎	廣田 和也
福島 駿	増田 滉己	水野 樹	山本 晃立
湯本 航生	横尾 舜平	横山 将汰	吉岡 純平
吉澤 和子	楊 敬藝		

**博士課程 2 年**

植村 堪介	加藤 拓馬	山口 (福田) 瑛子	KIM Nahyeon
金 慧貞	安藤 大悟	石川 弘樹	岩橋 くるみ
太田 耕輔	岡 健太	奥田 花也	小澤 佳祐
上島 翔真	川島 桜也	川島 彰悟	木村 真博
児玉 真一	小林 真輝人	ザイ ソウ	坂田 遼弥
佐藤 英明	菅谷 峻	菅生 真	鈴木 雄大
高木 直史	高橋 玄	張 愛琦	中野 晋作
名取 幸花	樋口 太郎	福田 孔達	山岡 健
山川 智嗣	山崎 一哉	脇水 徳之	

**博士課程 3 年**

CHENG Chiu Tung	雨川 翔太	池口 (伊藤) 直毅	田畑 陽久
長原 翔伍	東尾 奈々	松岸 修平	南原 優一
石山 尊浩	岡本 篤郎	木野 佳音	小新 大
中村 雄飛	長谷川 隆祥	山河 和也	依田 優大
CHANG Ta-Wei	SEOW Marvin Xiang Ce	WALIA Nehpreet Kaur	
WANG Yuchen	池永 有弥	石城 陽太	伊藤 健吾
今村 翔子	岩切 友希	上田 拓	上田 裕尋
榎本 葉月	小澤 創	上林 海ちる	川野 由貴
佐久間 杏樹	神野 拓哉	鈴木 七海	高田 雅康
高野 雄紀	戸田 賢希	滑川 拓	野田 夏実
馬場 慧	林 秀幸	堀田 陽香	松田 拓朗
松本 廣直	丸山 純平	村田 老学	山谷 (佐藤) 里奈
蓬田 匠	渡辺 泰士	洪 竟書	

**研究生**

BI Wenhao	YE Ziyu
-----------	---------

**特別研究学生**

南館 健太	唐 荣江
-------	------

## 3.4 学位論文題目

## (a) 修士論文

	取得日	氏名	修士論文題目
1	R3.9.24	金田 龍一	温暖化時の有効放射強制力に対する陸面昇温の影響
2	R3.9.24	吉田 一悠	Antigorite shear zone along subduction boundaries: Evidence from the Shiraga serpentinite body, central Shikoku
3	R4.3.24	山口 周将	夏季西部北太平洋の下層雲におけるエアロゾル湿性除去過程の影響評価
4	R4.3.24	赤玉 裕匡	遠紫外スペクトル測定を通じた炭素質隕石の宇宙風化作用に関する研究
5	R4.3.24	猪狩 一晟	富士火山の噴火様式多様性をもたらす要素に関する岩石学的検討
6	R4.3.24	青木 美波	小惑星リュウグウのC型高反射率ボルダーの宇宙風化特性の解明
7	R4.3.24	赤堀 愛香	初期地球大気における原始微生物生態系活動の影響とメタン濃度増幅機構： 系外地球類似惑星大気への示唆
8	R4.3.24	飯田 達也	非平面断層の動的破壊シミュレーション: 2011年・2016年茨城県北部の地震の考察
9	R4.3.24	石川 光太	Interdecadal modulation of tropical Indo-Pacific climate interactions and its effects on the ENSO evolution
10	R4.3.24	石水 浩喜	本邦の深水層が形成される湖沼を対象としたリンの地球化学的循環の比較湖沼学的検討
11	R4.3.24	伊名波 翔	Hydrodynamical Study to Elucidate the Formation Mechanisms of Retrograde Circumplanetary Disks
12	R4.3.24	岩中 達郎	金星探査機あかつきによる紫外画像の解析と放射輸送計算によるSO <sub>2</sub> 輸送の研究
13	R4.3.24	植木 優	氷期における海洋循環の定量的理解に向けた <sup>231</sup> Pa/ <sup>230</sup> Th比の数値シミュレーション
14	R4.3.24	丑久保 裕太	複素散乱振幅センシングを用いた大気中固体エアロゾル測定法の確立
15	R4.3.24	宇野 友里花	Evolutionary process of the wing muscles of birds: new insights based on evolutionary developmental and paleontological analyses
16	R4.3.24	海老澤 駿	阿武隈山地及び福島県太平洋側地域の表層に見られる層状珪酸塩鉱物とその形成過程
17	R4.3.24	海老原 樹	Distributions and Orientations of Boulders on Asteroid Ryugu: Implications for Surface Evolution.
18	R4.3.24	大竹 和機	沈み込み帯の付加体構造を考慮した静的弾性応力場の計算 —XBIEMを用いて—
19	R4.3.24	大谷 健人	あらせ衛星の観測データ統計解析に基づく周波数特性を持つULF波動の研究
20	R4.3.24	大藪 良祐	北西太平洋におけるソルトフィンガー型二重拡散対流の分布と変動に関する研究
21	R4.3.24	沖山 太心	モンテカルロ法に基づく火星ディフューズオーロラの変動機構の研究
22	R4.3.24	小倉 暁乃丞	レーザー誘起プラズマ分光法 (LIBS) を用いた月面その場元素定量分析法の開発
23	R4.3.24	加藤 凜太郎	津波堆積物の多点放射性炭素年代測定に基づく古津波履歴推定法の検討
24	R4.3.24	河合 敬宏	X線顕微鏡を用いた水質変成に伴う炭素質コンドライト及びリュウグウ中の化学素過程の解明
25	R4.3.24	菊地 柁斗	Investigation on sexual dimorphism in the caudal skeleton in extant squamates (Reptilia, Lepidosauria) and its paleontological implications
26	R4.3.24	国吉 秀鷹	Radiative MHD simulations of solar coronal loops considering the energy injection from intergranular lanes
27	R4.3.24	國吉 優太	氷期の数千年スケール気候変動における大気-海水-海洋システムの役割
28	R4.3.24	梶原 光良	岩石非弾性に対する理論的アプローチ; 粒界すべりモデルの二次元への拡張
29	R4.3.24	栗田 誠矢	大気形成理論の検証に向けたトランジット時刻変動法による低密度サブネプチューンの質量決定
30	R4.3.24	後藤 大貴	Reconstruction of climate and weather changes by growth pattern and high resolution geochemical analyses of fossil Tridacna shells
31	R4.3.24	小長谷 莉未	地球化学試料の熱変成及び水質変成に関する同位体及び化学種の地球化学的指標の開発
32	R4.3.24	小林 旺太郎	キンバーライトの初生タングステン同位体組成の推定
33	R4.3.24	児山 真夕	磁気流体波動による太陽彩層加熱: 磁場の傾きに対する依存性

	取得日	氏名	修士論文題目
34	R4.3.24	坂入 祐地	最終氷期の日本の自然環境が人間活動に及ぼした影響のモデリング
35	R4.3.24	寺境 太樹	A novel collisionless fluid plasma model based on a non-local closure incorporating cyclotron resonance effect
36	R4.3.24	柴田 勇吾	地震波逆伝播計算に基づく大地震の断層モデル推定
37	R4.3.24	正畑 沙耶香	Reconstruction of the 1235 explosive basaltic eruption at Ohachi volcano, Kirishima, Japan, based on physical characterization of pyroclastic deposits
38	R4.3.24	鈴木 充	Development of high precision La isotope analysis by MC-ICP-MS
39	R4.3.24	曾根田 哲也	氷期の潮汐混合増加に伴う大西洋子午面循環の流量増加のメカニズム
40	R4.3.24	柚木 優介	3次元的ロスビー波束伝播に着目した2019年南半球成層圏突然昇温の解析
41	R4.3.24	高井 雄大	Surface Age and Resurfacing Processes of Ryugu's Boulders Based on Small Crater Statistic
42	R4.3.24	高野 洋輝	Distributed Acoustic Sensingを用いた反射法による三陸沖海底ケーブル下の地震波構造
43	R4.3.24	竹田 早英桂	Fe(II)を含むスメクタイトによるU(VI)のU(IV)への還元
44	R4.3.24	田中 風羽	放射肋の内部構造に注目したイタヤガイ科の比較形態
45	R4.3.24	塚本 将史	月の若いクレーターの合成開口レーダー画像の地質学的解析
46	R4.3.24	堤 裕太郎	Metal-silicate partitioning of carbon and hydrogen under high pressure
47	R4.3.24	常岡 廉	堆積物・花粉化石の放射性炭素年代およびガンマ線測定に基づく根釧台地上の小規模湿原における完新世の堆積環境変遷
48	R4.3.24	寺田 雄亮	Indo-Pacific interbasin exchange of equatorial wave energy through the Indonesian archipelago in a reduced gravity model
49	R4.3.24	轟木 亮太郎	氷床-気候モデリングによる氷期・間氷期サイクルの周期や振幅の解析
50	R4.3.24	刀祢 晴菜	GPM/DPRデータを用いた極端降水イベントの降水特性と環境場に関する全球的解析
51	R4.3.24	永井 はるか	表面波波形フィッティングによる海洋地殻及び上部マントル速度構造推定
52	R4.3.24	夏井 文凜	オリビン水軟化メカニズム解明に向けたリチウム添加オリビン多結晶体の高温変形実験
53	R4.3.24	難波 恒太	堆積・初期続成起源黄鉄鉱中の微量元素濃度による古環境復元への硫黄同位体比を用いた制約
54	R4.3.24	新沼 拓	北太平洋中緯度水温塩分偏差の東進：海洋熱波との関連
55	R4.3.24	西村 大樹	Fe(III)-dependent anaerobic methane-oxidizing activity in a deep underground borehole demonstrated by in-situ pressure groundwater incubation
56	R4.3.24	沼 倫加	隕石マトリックスに含まれる白金・イリジウム含有超微粒子の個別同位体分析
57	R4.3.24	長谷川 将弘	Measurements of the compressional velocity of pure iron up to ~100 GPa(3000 K) employing an internal resistive heating technique and inelastic X-ray scattering; Deep insight into the inner core composition
58	R4.3.24	馬場 道人	関東周辺の史料を用いた1855年安政江戸地震の余震活動の分析
59	R4.3.24	東 秀星	地形地質記録に基づく琉球海溝北部の更新世地形発達史と地震津波規模の解明
60	R4.3.24	樋口 雄紀	Upper ocean temperature variability associated with the Indian Ocean Dipole revealed by a complex network
61	R4.3.24	平田 佳織	Constraints on the origin of Phobos based on the multivariate analysis using the elemental composition database of astromaterials
62	R4.3.24	平野 雄介	粗い海底凹凸地形上に形成される乱流混合ホットスポットに関する再考察
63	R4.3.24	前田 拓也	Secondary slip fronts revealed by systematic detection of tremor migration beneath the Kii Peninsula
64	R4.3.24	松原 大樹	数値気候モデルを用いたエアロゾル・降水相互作用の研究
65	R4.3.24	宮本 堯	箱根火山の溶岩組成の多様性：統計解析からのアプローチ
66	R4.3.24	村田 彬	Paleoclimatic reconstruction of the past 200 years using cascade tufa and stalagmite from Tokunoshima Island, Kagoshima Prefecture, Japan
67	R4.3.24	村松 和紀	中央構造線断層帯を対象とした準動的地震シークエンスシミュレーション
68	R4.3.24	茂木 厚志	A study on mechanisms of teleconnection patterns affecting summer climate over East Asia

	取得日	氏名	修士論文題目
69	R4.3.24	森 悠一郎	Hydrogenation of hcp-Fe <sub>0.95</sub> Si <sub>0.05</sub> – Implication for the amount of hydrogen in the Earth's inner core
70	R4.3.24	諸星 暁之	Formation of plutons constrained by plagioclase diffusion modelling with an example from the Mikawa area, Japan
71	R4.3.24	山崎 耕平	LESモデルを用いたエアロゾル排出に対する混合相雲の応答に関する研究
72	R4.3.24	山本 一平	高変成度四万十帯付加体の変形・変成履歴が記録する琉球弧における白亜紀の海嶺沈み込み
73	R4.3.24	山本 直輝	月極域探査LUPEXに向けた質量分析器TRITONの開発
74	R4.3.24	于 凡	Pre-stack depth imaging and pore-fluid pressure estimation along the Nankai Trough subduction zone off the Kii Peninsula, SW Japan
75	R4.3.24	吉田 晶	Microbial Communities in Permeable Sandstone in Subsurface Sedimentary Rocks
76	R4.3.24	レゲット 佳	東北地方における地殻変動履歴復元に向けた高精度離水年代測定手法の開発と適用
77	R4.3.24	DIBA Dieno	Subsurface electrical resistivity structure beneath the southern part of Tohoku, NE Japan, revealed by magnetotelluric and geomagnetic transfer functions
78	R4.3.24	周 新宇	Ca II 8542Angstrom synthetic Stokes profile on chromospheric reconnection events in 2D radiative MHD simulation of solar active region
79	R4.3.24	テイラー 貴安努	Mechanisms of Vegetation Variability Over the Past 35 Years and Its Impact on Climate

## (b) 博士論文

	取得日	種別	氏名	博士論文題目
1	R3.7.30	課程	長原 翔伍	Development of multi-directional muography
2	R3.9.24	課程	長谷川 隆祥	Characterization of the EUV Hydrogen Lyman Transitions in the Solar Atmosphere
3	R3.9.24	課程	WANG Yuchen	Tsunami data assimilation for early warning
4	R3.9.24	課程	張 大維	Hypocenter hotspots illuminated using a new cross-correlation-based hypocenter and centroid relocation method
5	R3.9.24	課程	SEOW Marvin Xiang Ce	Interannual variations of the South China Sea winter cold tongue: a study on their mechanisms and possible impacts
6	R4.3.24	課程	依田 優大	Chemistry of cryovolcanism on Ceres and other icy bodies
7	R4.3.24	課程	田畑 陽久	Photo-oxidation of ferrous iron: Implications for hydrogeochemistry of early lakes on Gale Crater, Mars
8	R4.3.24	課程	岩切 友希	Mechanisms for multi-year ENSO
9	R4.3.24	課程	戸田 賢希	Mechanisms of the land-ocean warming contrast under global warming
10	R4.3.24	課程	南原 優一	A study of the hierarchical structure in the Antarctic atmosphere based on PANSY radar observations and high-resolution general circulation model simulations
11	R4.3.24	課程	木野 佳音	Study on the determination processes of Antarctic precipitation isotope ratio in the past and present
12	R4.3.24	課程	山河 和也	Evaluation and practice of very-small-aperture infrasonic array for volcano monitoring
13	R4.3.24	課程	HUNG Ching-Shu	A study on the key processes controlling the self-aggregation of clouds in convection-permitting simulations
14	R4.3.24	課程	上田 拓	Seismicity analysis based on statistical modeling: Connection with stress change
15	R4.3.24	課程	小澤 創	Numerical study of earthquake generation processes on nonplanar faults
16	R4.3.24	課程	上林 海ちる	Crystallization and evaporation experiments of type B CAI melt: Estimate for disk gas pressure in the early Solar System
17	R4.3.24	課程	川野 由貴	Method and practice of broadband ocean bottom seismology: case studies in the western Pacific

	取得日	種別	氏名	博士論文題目
18	R4.3.24	課程	佐久間 杏樹	Eocene climatic conditions recorded in terrestrial sediments in East Asia: Implication for the relationship between regional climate and tectonics
19	R4.3.24	課程	野田 夏実	Hydrogen generation through interactions of ferrous saponite with H <sub>2</sub> S-rich fluids on early Mars: Implications for planetary climate, environmental evolution, and habitability
20	R4.3.24	課程	馬場 慧	Spatiotemporal characteristics of slow earthquakes in subduction zones around Japan
21	R4.3.24	課程	林 秀幸	Mineralogical and geochemical study of quenched angrite meteorites: Implication for crystallization process and shock history of ancient igneous rocks in the solar system
22	R4.3.24	課程	松田 拓朗	Spatial heterogeneity of eddy-mean flow interactions in the Antarctic Circumpolar Current
23	R4.3.24	課程	松本 廣直	Mid-Cretaceous marine osmium isotopic record
24	R4.3.24	課程	山谷 里奈	Complex stress state of the off Ibaraki region inferred from CMT analysis of dense OBS array data using 3-D velocity structure
25	R4.3.24	課程	渡辺 泰士	Theoretical study on the evolution of surface environment driven by interactions between atmosphere, ocean, and biosphere in the early Earth
26	R4.3.24	課程	中村 雄飛	A study on coupling processes between cumulus convection and atmospheric disturbances based on analyses of equatorial Rossby and Kelvin waves
27	R4.3.1	論文	高谷 祐平	Study on the mechanisms and predictability of the interannual variability of the Asian summer monsoon and tropical cyclones
28	R4.3.1	論文	荒金 匠	"Studies on Tropical Cyclone Influences

## 3.5 進路・就職先

### (a) 学部卒業者

進学・就職先	地球惑星物理学科		地球惑星環境学科	
進学（本専攻）	30	東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻	16	東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻
進学（その他）	1	東京大学大学院 工学系研究科	0	
大学、研究機関、 官公庁、法人	0		0	
その他	1	野村総合研究所	1	(株)コーエーテクモホールディングス

### (b) 修士課程修了者

進学・就職先	内訳	
進学（本専攻）	27	東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻
進学（その他）	1	東京工業大学 理学院 地球惑星科学系
教員	0	
大学、研究機関、 官公庁、法人	11	国立国会図書館、柏市消防局、海上保安庁、日本銀行、日本気象協会、 農林水産省、気象庁、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、 Climate Dialogue Japan
その他	36	ソニー(株)、日本電気(株)、JX金属(株)、シャープ(株)、(株)日立製作所、富士通(株)、 ダイキン工業(株)、日産自動車(株)、JFEミネル(株)、レキオソフト(株)、(株)エリジョン、 (株)日立システムズ、日本電気航空宇宙システム(株)、(株)コーエーテクモホールディングス、 テラテクノロジーズ(株)、(株)NTTデータ、PwCコンサルティング 合同会社、アピームコンサルティング(株)、 エム・アール・アイリサーチアソシエーツ(株)、Barclays、三井住友海上火災保険(株)、 太陽生命保険(株)、三菱UFJモルガン・スタンレー証券(株)、三井住友銀行、三菱商事(株)、 (株)mathchannel、住鉱資源開発(株)、東京電力ホールディングス(株)、(株)INPEX、 中央開発(株)

### (c) 博士課程修了者

進学・就職先	内訳	
教員	0	
大学、研究機関、 官公庁、法人	21	東京大学、東京大学大気海洋研究所、東京大学先端科学技術研究センター、気象庁、 東京大学理学系研究科、富士山科学研究所、京都大学防災研究所、JOGMEC、 JAMSTEC、東京工業大学、北海道大学、防災科学技術研究所、スタンフォード大学、 神戸大学大学院人間発達環境学研究科
その他	4	三菱マテリアル(株)、(株)QJサイエンス、ウエスタンデジタル合同会社、有限責任監査法人トーマツ

## 4 講義

### 4.1 地球惑星物理学科

#### 第2学年専門科目

科目番号	授業科目	担当教員	学期
0526002	地球惑星物理学基礎演習I	三浦 裕亮、河原 創、桂華 邦裕	A
0526003	地球惑星物理学基礎演習II	三浦 裕亮、大平 豊、櫻庭 中、高麗 正史	A
0526005	地球惑星物理学概論	瀧川 晶、升本 順夫、井出 哲、笠原 慧	A

#### 専門科目

科目番号	授業科目	担当教員	学年	学期
0526021	気象学	佐藤 薫	4	S
0526022	海洋物理学	日比谷 紀之	4	S
0526023	大気海洋系物理学	東塚 知己、三浦 裕亮	4	A
0526027	地震物理学	井出 哲	4	S
0526034	弾性体力学	河合 研志	3・4	S
0526037	地球流体力学 I	伊賀 啓太	3・4	S
0526038	地球流体力学 II	升本 順夫	3・4	A
0526065	大気海洋物質科学	小池 真、安田 一郎	3・4	A
0526066	宇宙空間物理学 I	星野 真弘	3・4	S
0526070	宇宙空間物理学 II	天野 孝伸	3・4	A
0526072	地球力学	田中 愛幸	3・4	A
0526073	地球惑星物理学演習	三浦 裕亮、東塚 知己、天野 孝伸、櫻庭 中	3・4	S
0526074	地球惑星物理学実験	小池真、桑山靖弘、佐藤雅彦、長勇一郎、笠原慧、中谷正生、一瀬建日、杉田精司、加藤愛太郎、平賀岳彦、廣瀬敬、武井康子、新谷昌人、高森昭光、橘省吾、武多昭道、仲内悠祐、山本大貴、深井稜汰、瀧川晶、山田知朗、安藤亮輔、永治方敬	3・4	通年
0526075	地球惑星化学実験	小池真、桑山靖弘、佐藤雅彦、長勇一郎、笠原慧、中谷正生、一瀬建日、杉田精司、加藤愛太郎、平賀岳彦、廣瀬敬、武井康子、新谷昌人、高森昭光、橘省吾、武多昭道、仲内悠祐、山本大貴、深井稜汰、瀧川晶、山田知朗、安藤亮輔、永治方敬	3・4	通年
0526076	地球惑星物理学特別演習	田中 愛幸、全教員	4	S
0526077	地球惑星物理学特別研究	田中 愛幸、全教員	4	A
0526079	地球惑星内部物質科学	廣瀬 敬、船守 展正	4	S
0526080	地球電磁気学	清水 久芳、馬場 聖至、上嶋 誠	3・4	A
0526081	弾性波動論	河合 研志	3・4	A
0526082	地球内部ダイナミクス	岩森 光、市原 美恵	4	A
0526084	地球物理数値解析	升本 順夫、竹内 希、横山 央明	4	S
0526085	地球物理データ解析	井出 哲、小坂 優	4	A
0526086	比較惑星学基礎論	杉田 精司、笠原 慧	4	S

科目番号	授業科目	担当教員	学年	学期
0526087	地球惑星システム学基礎論	生駒 大洋、橘 省吾	4	S
0526090	地球惑星物理学観測実習	田中 愛幸、井出 哲、森 俊哉、高麗 正史、升本 順夫、日比谷 紀之、佐藤 薫、吉岡 和夫、田中 祐希、河合 研志、青木 陽介、上嶋 誠、小山 崇夫、吉川 一朗、茂木 信宏、小池 真、伊地知 敬	3・4	通年
0526092	惑星大気学	関 華奈子、今村 剛	4	S
0526094	地球惑星物理学基礎演習Ⅲ	河合 研志、桜庭 中、高麗 正史	3・4	S
0526095	地球惑星物理学基礎演習Ⅳ	諸田 智克、大平 豊	3・4	S
0526801	研究倫理	高橋 嘉夫	3・4	S

## 4.2 地球惑星環境学科

### 第2学年専門科目

科目番号	授業科目	担当教員	学期
0528001	地球環境学	茅根 創、板井 啓明、吉森 正和	A
0528002	地球システム進化学	田近 英一、遠藤 一佳、廣瀬 敬	A
0528003	地球惑星物質科学	三河内 岳、永治 方敬	A
0528005	地球惑星環境学基礎演習Ⅰ	田近 英一	A
0528006	地域論	永田 淳嗣、松原 宏、梶田 真	A
0528072	固体地球惑星科学概論	飯塚 毅、櫻庭 中、沖野 郷子	A
0528073	層序地質学	後藤 和久、サイモン ウォリス、小宮 剛	A
0528074	自然地理学	須貝 俊彦、茅根 創、小口 高、阿部 彩子	A

### 専門科目

科目番号	授業科目	担当教員	学年	学期
0528020	大気海洋循環学	中村 尚、升本 順夫	3・4	S
0528021	地球生命進化学	平沢 達矢	3・4	S
0528022	地球惑星物理化学	橘 省吾	3・4	S
0528023	固体地球科学	廣瀬 敬、井出 哲	3・4	S
0528025	地球生命進化学実習	佐々木 猛智、平沢 達矢	3・4	通年
0528026	地形・地質調査法および実習	池田 昌之、山口 飛鳥、須貝 俊彦、狩野 彰宏、茅根 創、高橋 聡	3・4	S
0528027	造岩鉱物光学実習	橘 省吾、三河内 岳	3・4	S
0528028	地球惑星環境学基礎演習Ⅱ	茂木 信宏、吉森 正和	3・4	S
0528029	地球惑星環境学野外巡検Ⅰ	鈴木 庸平、池田 昌之、高橋 嘉夫、荻原 成騎	3・4	通年
0528030	地球環境化学	高橋 嘉夫、板井 啓明	3・4	S
0528031	地球生命科学	遠藤 一佳、高野 淑識、鈴木 庸平	3・4	A
0528032	地球物質循環学	田近 英一、小川 浩史	3・4	A
0528034	地球環境化学実習	鈴木 庸平、板井 啓明、高橋 嘉夫、砂村 倫成、荻原 成騎	3・4	通年
0528037	地球惑星環境学特別研究	池田 昌之、鈴木 庸平、全教員	4	A

科目番号	授業科目	担当教員	学年	学期
0528038	地球惑星環境学野外調査 I	狩野 彰宏、池田 昌之、黒田 潤一郎、高橋 聡	3・4	S
0528039	地球惑星環境学野外調査 II	小口 高、砂村 倫成、飯塚 浩太郎	3・4	S
0528040	地球惑星環境学野外調査 III	サイモン ウォリス、佐藤 雅彦、飯塚 毅、鈴木 雄治郎、前野 深	3・4	S
0528041	地球惑星環境学実習	高橋聡、飯塚浩太郎、池田昌之、小口高、後藤和久、佐藤雅彦、飯塚毅、WALLIS, Simon Richard、須貝俊彦、荻原成騎、狩野彰宏、茅根創、砂村倫成、前野深、松崎賢史	3・4	A
0528043	地球惑星環境学演習	全教員	4	S
0528045	生物多様性科学および実習	鈴木 庸平、砂村 倫成、荻原 成騎遠藤 一佳、佐々木 猛智	3・4	A
0528046	地球生態学および実習	茅根 創、佐々木 猛智	3・4	S
0528047	地球惑星物理化学演習	永治 方敬、橋 省吾	3・4	A
0528048	岩石組織学実習 I	サイモン ウォリス、永治 方敬	3・4	S
0528049	岩石組織学実習 II	荻原 成騎、狩野 彰宏、高橋 聡	3・4	S
0528050	人間 - 環境システム学	須貝 俊彦、茅根 創、穴澤 活郎、小口 高	3・4	A
0528055	古気候・古海洋学	池田 昌之、横山 祐典	4	S
0528056	堆積学	狩野 彰宏、後藤 和久、小宮 剛	4	S
0528058	構造地質学	サイモン ウォリス、山口 飛鳥	3・4	A
0528059	地形学	須貝 俊彦、小口 高	4	S
0528060	火山・マグマ学	小屋口 剛博、飯塚 毅	4	S
0528061	結晶学実習	奥村 大河、小松 一生、三河内 岳	3・4	A
0528062	地球史学	田近 英一、黒田 潤一郎	4	S
0528063	古生物学	遠藤 一佳、平沢 達矢	4	S
0528065	惑星地質学	諸田 智克、宮本 英昭	4	S
0528066	水圏環境学	山室 真澄	3・4	S
0528067	博物館資料保存論	朽津 信明	3・4	S
0528068	リモートセンシング・GISおよび実習	小口 高、飯塚 浩太郎、河原 創	3・4	A
0528069	宇宙惑星物質進化学	瀧川 晶、杉田 精司	3・4	A
0528070	資源地質学	高橋 嘉夫、鈴木 庸平、山田 泰広、林 歳彦	3・4	A
0528075	宇宙地球化学	高橋 嘉夫、板井 啓明、飯塚 毅	3・4	A
0528076	気候システム学	阿部 彩子、鈴木 健太郎、岡 顕、渡部 雅浩、高藪 縁	3・4	A
0528077	固体機器分析学	小暮 敏博、高橋 嘉夫、鍵 裕之、平田 岳史	3・4	S
0528078	先端鉱物学	小暮 敏博、鍵 裕之、三河内 岳、鈴木 庸平	4	S
0528079	地球惑星環境学国際研修 I	横山 祐典	3・4	A
0528080	地球惑星環境学国際研修 II	横山 祐典、飯塚 毅	3・4	A
0528081	臨象理学実習	後藤和久、高橋嘉夫、井出哲、日比谷紀之、川北篤、土松隆志	3・4	通年
0528082	回折結晶学	小暮 敏博	3・4	A
0528801	研究倫理	高橋 嘉夫	3・4	通年

## 4.3 大学院

科目番号	授業科目	担当教員	学期
35616-0001	時系列データ解析	望月 公廣、青木 陽介、馬場 聖至	A
35616-0002	地球物理データ解析	井出 哲、小坂 優	A
35616-0003	地球物理数学	篠原 雅尚、山野 誠	S
35616-0004	地球物理数値解析	升本 順夫、横山 央明、竹内 希	S
35616-0005	弾性体力学	河合 研志	S
35616-0006	地球力学	田中 愛幸	A
35616-0007	地球流体力学 I	伊賀 啓太	S
35616-0008	地球流体力学 II	升本 順夫	A
35616-0009	地球惑星内部物質科学	廣瀬 敬、船守 展正	S
35616-0012	惑星大気学	関 華奈子、今村 剛	S
35616-0014	比較惑星学基礎論	杉田 精司、笠原 慧	S
35616-0015	地球惑星システム学基礎論	生駒 大洋、橋 省吾	S
35616-0022	地球史学	田近 英一、黒田 潤一郎	S
35616-0023	固体地球科学	廣瀬 敬、安藤 亮輔	S
35616-0024	宇宙地球化学	高橋 嘉夫、飯塚 毅、板井 啓明	A
35616-0025	固体機器分析学	小暮 敏博、高橋 嘉夫、鍵 裕之、平田 岳史	S
35616-1002	大気物理学 II	佐藤 正樹、高藪 縁、宮川 知己	S
35616-1006	気候力学 II	升本 順夫、東塚 知己	A
35616-1022	地震波動論 I	西田 究、綿田 辰吾	S
35616-1023	地球内部構造論	上嶋 誠、竹内 希、平賀 岳彦	A
35616-1025	地球電磁気学	清水 久芳、上嶋 誠、馬場 聖至	A
35616-1026	マグマ学	岩森 光	A
35616-1027	火山学基礎論	大湊 隆雄、前野 深、鈴木 雄治郎	S
35616-1028	変動帯テクトニクス	木下 正高、石山 達也、佐藤 比呂志	S
35616-1029	地球レオロジー	武井 康子、平賀 岳彦	S
35616-1030	海洋底ダイナミクス	沖野 郷子、木下 正高	A
35616-1031	地形形成進化学	田中 愛幸	A
35616-1033	地震物理学	井出 哲	S
35616-1034	地震発生物理学	亀 伸樹、吉田 真吾	A
35616-1037	回折結晶学	小暮 敏博	A
35616-1040	生命圏環境形成論	川幡 穂高	A
35616-1041	生命圏物質解析学	小暮 敏博	A
35616-1043	進化古生物学	佐々木 猛智、平沢 達矢	A

科目番号	授業科目	担当教員	学期
35616-1052	磁気圏物理学Ⅱ	齋藤 義文	S
35616-1053	大気海洋循環学	中村 尚、升本 順夫	S
35616-1057	古気候・古海洋学	横山 祐典、田近 英一	S
35616-1060	地球惑星環境進化学	田近 英一	S
35616-1062	地震波動論Ⅱ	古村 孝志、加藤 愛太郎	A
35616-1063	固体地球観測論	青木 陽介、塩原 肇、森田 裕一、山野 誠、上嶋 誠、新谷 昌人	S
35616-1064	地球生命進化学	平沢 達矢	S
35616-1065	地球生命科学	遠藤 一佳、鈴木 庸平、高野 淑識	A
35616-1066	地球環境化学	高橋 嘉夫、板井 啓明、川幡 穂高	S
35616-1071	地球内部ダイナミクス	岩森 光、市原 美恵	A
35616-1072	惑星系形成論	生駒 大洋	S
35616-1074	気候システム学	阿部 彩子、渡部 雅浩、岡 顕、鈴木 健太郎、高藪 縁	A
35616-1075	資源地質学	川幡 穂高、鈴木 庸平、高橋 嘉夫	A
35616-2001	大気物理学Ⅲ	佐藤 薫、伊賀 啓太	S
35616-2003	海洋物理学Ⅲ	岡 顕	A
35616-2007	大気海洋物質科学Ⅱ	安田 一郎	S
35616-2013	惑星探査学Ⅰ	笠原 慧、白井 寛裕	A
35616-2016	比較惑星学Ⅱ	宮本 英昭	S
35616-2018	宇宙惑星物質科学Ⅱ	橘 省吾、CONNOLLY, Harold	通年
35616-2025	地理情報学	小口 高	A
35616-2043	宇宙惑星科学特論Ⅴ	藤本 正樹	A
35616-2044	宇宙惑星科学特論Ⅵ	竝木 則行	S2
35616-2065	地球惑星環境学国際研修Ⅰ	横山 祐典	A
35616-2066	地球惑星環境学国際研修Ⅱ	横山 祐典、飯塚 毅	A
35616-3003	大気海洋科学特論Ⅲ	竹見 哲也	S
35616-3005	宇宙惑星科学特論Ⅰ	篠原 育	S 1
35616-3007	宇宙惑星科学特論Ⅲ	奥住 聡	A
35616-3008	宇宙惑星科学特論Ⅳ	横山 央明	通年
35616-3009	地球惑星システム科学特論Ⅰ	坂井 南美	A
35616-3018	地球生命圏科学特論Ⅰ	加藤 真悟	通年
35616-3020	地球生命圏科学特論Ⅳ	倉谷 滋	S
35616-4002	地球観測実習	青木 陽介、上嶋 誠、前野 深、塩原 肇、山野 誠、望月 公廣、三宅 弘恵、木下 正高、飯高 隆、行竹 洋平	通年
35616-4006	機器分析実習Ⅱ	飯塚 毅、奥村 大河、鍵 裕之、鈴木 庸平、荻原 成騎、三河内 岳、横山 祐典、狩野 彰宏	S

科目番号	授業科目	担当教員	学期
35616-4014	科学英語演習(地球惑星科学)	板井 啓明	通年
35616-4017	宇宙地球フロンティア特別演習Ⅲ	廣瀬 敬	A
35616-5001	地球惑星科学論文講読I	地球惑星科学専攻各教員	通年
35616-5003	地球惑星科学コロキウムI	地球惑星科学専攻各教員	通年
35616-5005	地球惑星科学特別研究I	地球惑星科学専攻各教員	通年
35616-5006	地球惑星科学特別研究II	地球惑星科学専攻各教員	通年
35616-5007	地球惑星科学論文講読II	地球惑星科学専攻各教員	通年
35616-5008	地球惑星科学コロキウムII	地球惑星科学専攻各教員	通年
35616-6001	海洋問題演習 I	升本 順夫	通年
35616-6002	海洋基礎科学	茅根 創、日比谷 紀之、吉田 学、砂村 倫成、朴 進午、篠原 雅尚、小川 浩史、鈴木 英之、丹羽 淑博、遠藤 一佳、鈴木 庸平、宮島 利宏、黒川 大輔、永田 俊	A

## 4.4 教養学部前期課程基礎科目（初年次ゼミナール）、総合科目、 主題科目（学術フロンティア講義）

### 初年次ゼミナール

講義科目	担当教員	学期
宇宙を固体惑星の表層地形と振動から理解する	諸田 智克、河合 研志	S
地球環境と生命	池田 昌之、高橋 聡、板井 啓明	S

### 総合科目 ○代表教員

講義科目	担当教員	学期
物理で理解する地球惑星学	○橘 省吾、井出 哲、横山 央明、三浦 裕亮	S
地球惑星環境学入門	○狩野 彰宏、廣瀬 敬、遠藤 一佳、高橋 嘉夫	A

### 主題科目 ○代表教員

講義科目	担当教員	学期
地球惑星科学のフロンティア	○生駒 大洋、諸田 智克、今村 剛、笠原 慧、杉田 精司、 関 華奈子、田近 英一、橘 省吾、三河内 岳、宮本 英昭、吉岡 和夫	A

### 学術フロンティア講義 ○代表教員

ゼミナール名	担当教員	学期
惑星科学のフロンティア	○瀧川 晶、諸田 智克、宮本 英昭、吉岡 和夫、田近 英一、 三河内 岳、杉田 精司、橘 省吾、笠原 慧、関 華奈子、今村 剛	A

## 5 研究活動

### 5.1 大気海洋科学講座

#### 1. 民間航空機を利用した迅速かつ高精度な津波予報システムの開発

地震が発生した際に気象庁が発信する津波予報は、津波を引き起こす地殻変動の特定を前提としている。そのため、震源域が広域にわたる巨大地震の場合では、津波の発生原因となった地殻変動を即座に特定することが難しく、それによって引き起こされるメガ津波の予報精度は極めて低くなってしまふ。将来予想される巨大地震に伴って発生するメガ津波に備えるためにも、震源モデルに頼らない迅速かつ高精度な津波予報の開発は必要不可欠である。

この目的を達成するため、本研究では、南海トラフ域など近未来に予想されるメガ津波の発生域上を広くカバーしながら昼夜を問わず飛行している民間航空機の存在に着目する。

本年度は、沖合を航行する複数の航空機で海面高度データが取得できたとした時、そのデータに基づいて巨大津波の定量的な予報がどの程度正確に行えるかを考察した。具体的には、南海トラフ津波の数値シミュレーションを行って、その結果を「真の解」として取得するとともに、数値モデル内で複数の航空機を実際の航路に沿って移動させることで仮想的な海面高度観測データを取得した。次に、このデータを使ってインバージョン解析を行い、津波の初期波源の海面高度分布を推定し、それに基づく津波シミュレーションの結果と真の解との比較から津波の予報精度を検証した。その結果、航空機航路に沿って得られた津波発生後10分間の海面高度データのインバージョン解析から推定した初期波源分布と真の解との相関係数は0.92となり、航空機観測によって初期波源分布が精度よく推定できていることがわかった。また、沿岸に到達した津波の最大波高分布に関しても、航空機観測で推測した初期波源から予測した分布と真の解の分布の相関係数は0.97と高く、特に、航空機交通量が多い昼間には既存の津波観測網に比べより短い時間で沿岸波高分布を高精度予測できることが確認できた。

#### 2. 月と海底凹凸地形が織りなす深海乱流ホットスポットの実態解明 – 高精度な深層海洋大循環像の構築に向けて –

深層海洋大循環は、長期の気候変動をコントロールする重要な物理過程の一つである。この海洋大循環は、極域での強い冷却により重くなって沈降した海水が、各大洋域の乱流混合域において表層から下方に伝えられた熱により暖められ湧昇することで維持されている。しかしながら、これまで明らかにされた乱流混合強度を全て足し合わせても、毎秒約2千万トン沈み込むとされる深・底層水を全て表層に湧昇させることは不可能である。

本研究では、この乱流強度不足(Missing Mixing)問題を解決できる可能性として深海底凹凸地形から表層近くまで広がる乱流ホットスポットに注目した。海底凹凸地形の詳細が判明している伊豆小笠原海嶺において最新鋭の投下式深海乱流計VMP-Xによる深海底直上までの乱流直接観測を実施し、海底から鉛直上方への乱流強度分布の時空間変化を調べるとともに、現実的な時空間変化、海底地形、密度成層を組み込んだ鉛直2次元の高解像度数値モデルを併用することで、観測データの時空間の背景にある物理機構を考察した。

その結果、潮流と粗い海底凹凸地形との相互作用が強くなってくると、発生する内部波は内部潮汐波から内部風下波に変化してくること、海底凹凸地形の振幅が小さい時には、この内部風下波の鉛直伝播に伴って「背の高い乱流ホットスポット」が形成されるが、海底凹凸地形の振幅が大きくなってくると、海底地形の近傍に励起された慣性流が内部風下波の鉛直伝播を阻害するようになるため、乱流ホットスポットは海底地形の近傍に限定され、結果的に「背の低い乱流ホットスポット」が形成されるようになることがわかった。

#### 3. 大型大気レーダー国際共同観測データと高解像大気大循環モデルの融合による大気階層構造の解明

1. データ同化手法4次元アンサンブル変換カルマンフィルタと低解像全中性大気大循環モデルJAGUARを組合せた全中性大気データ同化システムJAGUAR-DASの開発を行った。完成したJAGUAR-DASを用いて約15年の長期大気解析データを作成した。

2. 1で作成した大気解析データを初期値として、重力波も表現できる高解像JAGUARにより現実大気に発生した成層圏突然昇温現象の再現実験を行った。これを用いて成層圏突然昇温を発端として起こった北半球中層大気全体の大規模変動の解明を行った。大気科学Grにより蓄積されてきた大気力学の知見をふんだんに活用し、次々と起こる重力

波とロスビー波の砕波と発生に伴う角運動量の再分配が引き起こす、平均風や気温の変動を解き明かした。

3. 既存の全中性大気の長期実験データの解析に基づき南北両半球結合メカニズムの新たなシナリオを提案した。すなわち、北極成層圏突然昇温のシグナルがいかに南極上部中間圏に到達するのかという問題の解明である。先行研究では対流圏起源の重力波が駆動する赤道を超える中間圏大循環の変調によるとされてきたが、本研究により結合は赤道成層圏を介すること、南半球中層大気で発生するロスビー波や重力波の寄与が大きいことが解明された。

4. 大気力学理論を展開および駆使し、成層圏大循環における重力波の役割や3次元構造を明らかにした。冬季北半球では極向きの流れは東シベリアで強く、アメリカ大陸上空では逆に赤道向きであることもわかった。これらの特徴は北半球に特有な東西波数1のプラネタリー波の位相と砕波の位置が地理的にほぼ固定されることとよく対応している。また、プラネタリー波に伴う気温偏差が放射緩和されることに対応した残差鉛直流のパターンも見られることもわかった。

#### 4. 南極大気精密観測から探る全球大気システム

本研究は、南極地域観測第IX期計画重点研究観測「南極から迫る地球システム変動」のサブテーマ1（研究代表者）として行っている。毎月グループミーティングを開き、南極のレーダー運用の確認、新観測手法の検討等を行っている。2015年10月から開始したPANSYレーダーのフルシステム連続観測を今年度も継続して行った。また、中間圏物質循環の駆動に寄与する重力波を捉える、大型大気レーダー観測網による国際協同観測（ICSOM）を主導し、今年度も含め7回成功した。2022年1月には北極域にて成層圏突然昇温とは逆のフェーズの極渦強化現象が起り、貴重な事例のデータが取得できた。ICSOMの国際共同観測は突然昇温5事例、極渦強化現象2事例と十分な数の事例の観測に成功したため、今年度で終了とし、今後はこれまでの事例の高解像度GCM再現実験や、長期再解析データを用いた全球結合解析研究なども含め、総合的に解析することになった。また、2019年9月に発生した南極成層圏突然昇温の事例についてPANSYレーダー観測やラジオゾンデ集中観測データの解析および高解像度GCM再現実験を行い、期間中に発生した準6日波の発生機構や力学特性の研究を行った。さらに、2019年3月と8月に行ったPANSYレーダーによる周波数領域干渉計観測で検出したKH不安定波の統計解析や、KH不安定をもたらし大気現象の解析も進めた。

#### 5. 海洋内の渦擾乱と平均流とのエネルギー交換過程

南極周極流域における海洋内部の渦擾乱と平均的な流れ場との相互作用の空間非一様性について、エネルギー輸送の観点から調べている。これまで南極周極流域ではどの海域でも渦の影響が強いものと考えられていたが、高解像度海洋モデルの現実的な結果を解析したところ、顕著な海底地形が存在する下流側の5カ所で渦擾乱の活動が活発であることが分かった。この5カ所の海域においては、平均流が地形の影響を受けることにより傾圧不安定を起こしやすくなっていること、傾圧不安定により励起される渦擾乱が渦エネルギーを下層へと効率的に輸送していること、これに伴い海底付近では渦運動エネルギーの散逸が大きいことが明らかになった。この5カ所の海域は、面積では南極周極流域の3割を占めるに過ぎないが、南極周極流域全体における渦運動エネルギー散逸の7割を担っていることが明らかになった。

#### 6. 西部アラビア海ソマリ沖海域における海面水温の経年変動機構の研究

夏季アジアモンスーンの変動に強く影響を及ぼすアラビア海西部の海面水温変動について、観測データや高解像度海洋循環モデルの結果の解析とともに、領域数値モデルを用いた感度実験を併用して、その詳細の解明を進めている。これまで、アラビア海西部のソマリ沖海域における海面水温の経年変動が、局所的なモンスーンの変動と、東方からの高気圧性のロスビー波の侵入によってもたらされていることを指摘した。今年度は、この海域の水温変動にも影響を与えるGreat WhirlとSouthern Gyreと呼ばれる2つの高気圧性循環の挙動を調べた。北半球の春から夏にかけて、北緯10度付近にGreat Whirlが、その南方の北緯4度付近にSouthern Gyreが発達するが、年によってSouthern Gyreが北進してGreat Whirlと併合する場合と、2つの循環が独立に存在する場面があることが分かった。このうち、南方のSouthern Gyreについては、慣性境界流の離岸と強い関連があるとともに、その周辺での傾圧不安定が渦擾乱を励起している可能性が示唆された。

#### 7. インドネシア多島海域を通過する赤道波動エネルギーの伝播経路に関する研究

熱帯域の東部インド洋と西部太平洋の間では、インドネシア多島海を通じて海洋赤道波が伝播し、互いの変動に影

響を与えていることが指摘されている。しかし、インドネシア多島海の複雑な地形の影響と、赤道域における波動エネルギーフラックスの実用的な表式がなかったことから、エネルギーフラックスの観点での波動伝播の詳細は明らかになっていなかった。そこで、1.5層モデルによる数値実験とエネルギーフラックスの定式化を組み合わせることで、インドネシア多島海に入射した大規模な海洋波動の伝搬経路を初めて明確に示した。太平洋から入射する波動については、多島海内の西側と東側の2つの経路を通り、南東インド洋の海洋変動に影響し得るエネルギー輸送があることが明らかになった。加えて、周期が短い波動ではインドネシア多島海に入射する前に多くの波動エネルギーが散逸されてしまうことが分かった。またインド洋から入射する波動については、周期が十分に長い場合に加えて1ヶ月程度の波動が東側に追加の経路を持つことで、より多くのエネルギーを太平洋側へ輸送し得ることが示され、西太平洋の季節内振動等に赤道インド洋からの波動が影響をおよぼす可能性が示唆された。

## 8. 東部インド洋湧昇域における物理・化学・生物学的特性の統合的解明

東部インド洋における物理・化学・生物学的特性の統合的解明を目指し、2018年11-12月にベンガル湾、赤道域、および南東部熱帯域において実施した白鳳丸観測調査結果の解析を継続して行うとともに、高解像度海洋循環モデルや生物地球化学的諸量の変動も再現する再解析モデルの結果を用いて、関連する現象の解析を行なった。特に、ジャワ島沖に季節的に発達する沿岸湧昇に伴う物理場に加え、生物地球化学的諸量の変動分布を調べた。その結果、沿岸域が周辺海域に比べて冷たい海水に覆われる湧昇期間において、NO<sub>3</sub>やPO<sub>4</sub>等の栄養塩やクロロフィル濃度等の値も極大を示すが、POC やPICでは1年を通じて高い値が示され、陸域からの影響が示唆される。一方、経年的な変動シグナルとしては、ENSOやIODの影響と考えられる変動が見られ、沿岸域の生態系影響とも整合的な変動が示唆された。

## 9. 雲・エアロゾルを介した中緯度大気海洋相互作用

中緯度の気と海洋の相互作用研究においては、西部北太平洋などの下層雲の変動を、海表面温度（SST）を含む気象場および海洋からのエアロゾル供給などの観点から、他の海域の下層雲との対比を含めて調べつつある。特に観測研究では、2022年夏の航空機観測・船舶観測で用いるためのエアロゾル観測装置を開発・整備した。

北極域でのエアロゾル研究では、2018年にドイツのAWIと共同で実施した北極域での航空機観測PAMARCMiP2018のデータを解析し、春期の北極域のブラックカーボン・エアロゾル（BC）濃度の年々変動が、中緯度の森林火災の発生規模の年々変動に、大きく影響されていることを明らかにした。またこの観測結果と数値シミュレーションとの比較から、これまで推定されてきた森林火災からのBC排出量は、大幅に過小評価されている可能性を示した。

北極域ではまた、地上でのBC長期観測を実施している世界の研究機関の観測値を、東京大学と極地研究所で開発されてきたBC測定器（COSMOS）の観測値の濃度スケールに統一する方法論と妥当性を示した。これにより、北極域での整合的なBCデータセットの構築が可能となった。

北極のBC研究ではさらに、北極圏に位置するニーオルスンにおいて、降水中のBC濃度の通年観測を実施することにより、その季節変化の特徴や、アラスカのバローという北極域の異なる観測地点との違いについても明らかにした。

## 10. 黒潮続流域における植物プランクトン濃度の十年規模変動に関する研究

黒潮続流は、数年から十年の時間スケールで、流路が比較的安定していて直線的に流れる安定期と、流路が安定せずに蛇行しながら流れる不安定期の間を遷移することが知られている。このような変動は、黒潮続流域の生態系にも大きな影響を与えることが考えられる。そこで、本研究では、北太平洋渦解像モデル（OFES2）に組み込まれた低次生態系（NPZD）モデルの長期積分結果を用いて、黒潮続流域における植物プランクトン濃度鉛直分布の十年規模変動について調べた。

黒潮続流の安定期と不安定期を定義するために、黒潮続流域（140° E-170° E, 30° N-40° N）の海面高度偏差のEOF第1モードの主成分の年平均値を使用した。主成分の年平均値が1標準偏差以上の8年を黒潮続流の安定期、-1標準偏差以下の8年を不安定期とし、月別のコンポジット解析を行った。すると、安定期には、流軸の南側で植物プランクトンが減少し、北側で増大する傾向があることが明らかになった。さらに、夏から秋にかけて、海面付近では、有意な植物プランクトン濃度偏差が見られなくなるが、亜表層には、偏差が残り続けることも明らかになった。その原

因を探ったところ、ロスビー波に伴う栄養塩躍層深の上下動や栄養塩の鉛直拡散フラックス偏差が、重要な役割を果たしている可能性が示唆された。一方、不安定期には、安定期とは逆符号の偏差が見られた。

## 11. 気候モデル高度化に関する研究

次世代気候モデル構築を目指して3つのプランを設定し、研究を進めている。プランAは全球雲解像モデルNICAMの気候モデル化、プランBは気候モデル MIROCの雲解像モデル化、プランCは新しい発想による新モデル開発である。本計画班はプランBを遂行しつつ、プランAをサポートする役割を担っている。また、MIROCの高解像度化研究の一環として、雲解像モデルの長期積分の特性を把握し、パラメタリゼーションによる雲表現とのシームレスな接続方法についても研究している。MIROCの高解像度化を目指した研究として、正20面体を分割した格子構造の上の新しい変数配置の力学コア開発を遂行している。本年度は、大気階層構造を表現できる多重尺度表現の基盤技術として、異なる解像度間の高精度内挿・外挿スキームを定式化し、コードとして実装した。テスト関数を用いた評価によって理論から期待される3次精度を保持していることを確認した。MIROCの雲表現の改良に対応した大気放射パラメタリゼーションの研究を遂行している。気体放射テーブルの精緻化により温室効果気体の濃度変動に対応できるよう高度化した。また、吸収帯のオーバーラップのために複雑な吸収特性を持つ波長領域について、精度を向上させるべく改良を進めた。NICAMの開発チームとの交流機会を積極的に作り、信頼関係の醸成に努めた。長期積分についての知見を共有し、プランA(NICAMの気候モデル化)を積極的に支援した。

## 12. 乱流混合がUTLS付近の物質分布・熱収支に果たす役割について

対流圏界面は対流圏と成層圏の境界面である。対流圏と成層圏では、大気組成が異なっており、対流圏界面を通じた空気塊の交換・混合過程は、成層圏-対流圏物質交換(STE)過程として、長年研究が行われてきた。対流圏界面折れ込み現象(TF)は、上部対流圏jet-frontシステムの発達に伴い対流圏界面が下降する現象であり、TFに伴う空気塊の交換・混合過程は、STEを担う主要過程の1つであると考えられている。本研究では、TFの南半球中高緯度域の気候学的特徴を、大気再解析データを用いて調べた。その結果、先行研究で知られている亜熱帯ジェット領域のみならず、南極沿岸域においても、TFの発生頻度の極大が存在することが明らかとなった。南極沿岸域は、気候学的なジェットやストームトラックは存在せず、今回見出されたTFの発生頻度の極大は、南極固有の力学が働いていることを示唆する。さらに、南極沿岸域のTFの鉛直構造を調べると、大陸沿岸の斜面の向きと対流圏界面の折れ込み構造に関係があることが明らかとなった。これは南極大陸の存在が、TFの発生に影響を与えていることを示唆する。

物理機構を調べるために合成図解析を実施した。TFの発生時には、総観規模の低気圧擾乱が南極沿岸域に接近し、擾乱の水平構造が南北方向に縮小することが判明した。さらに、WKB近似の下で南極沿岸に接近する擾乱の時間発展を考察することで、南極沿岸域に気候学的に存在する東風、及び、強い渦位勾配により、擾乱の南北スケールの縮小が説明できることを示した。この東風と渦位勾配は、南極大陸沿岸の急峻な地形、及び、地表面での強い放射冷却により維持される。すなわち、南極大陸の存在により、南極大陸沿岸域においてTFが発生しやすい場が形成されていることが明らかとなった。

## 13. 二重拡散対流による貫入現象が南極底層水の輸送に果たす役割の解明

南極海では、近年の地球温暖化の影響が顕在化している。それに伴って、深層海洋大循環の大動脈である、南極大陸沿岸から世界大洋の底層に広がった南極底層水にも変化がもたらされつつある。しかしながら、南極沿岸で形成された底層水が外洋域へどのように広がっていくのか、という将来の深海環境の変化を把握する上で重要な問題が未解明のまま残されている。本研究では、南極沿岸と外洋の移行域で観測された二重拡散対流に伴う南極底層水の貫入現象に着目し、その形成メカニズム、および、それが南極底層水の遷移過程に果たす役割を理論や数値実験によって調べていく。

## 5.2 宇宙惑星科学講座

### 1. 太陽系外から飛来する未知の天体の探査に向けた中性粒子・イオン質量分析器の開発

太陽系外から飛来する未知の天体の探査に向け、中性粒子およびイオン質量分析の開発に取り組んでいる。2021年

度は、信号処理基板の設計やASICの試作・試験など、回路部を中心に開発を進めた。

## 2. 氷天体探査のための次世代理学測器の基礎開発

氷天体探査において、表層から昇華して宇宙空間に放出される、H<sub>2</sub>Oをはじめとするイオンの組成分析を目的として、イオン質量分析器の開発を実施している。2021年度は、イオン質量分析器の試験設備を整備した。得られたマススペクトルから、設計通りの質量分解能を達成できていることがわかった。

## 3. 複数衛星観測と粒子追跡計算を用いた地球磁気圏近尾部での酸素イオン高圧化現象の研究

爆発的な宇宙嵐が発生すると、地球大気から流出した酸素イオンがエネルギーを得て（加速や加熱を受けて）、磁気圏全体のダイナミクスに大きく影響を与える。このプロセスには、大規模な磁気圏磁場構造の変化（磁場双極子化）が重要な役割を担っていると考えられているが、酸素のような重い粒子の描像は未解明な点が多い。本研究では、複数衛星観測と数値計算を組み合わせることで、酸素イオンの高エネルギー化と磁場構造変化のスケール評価に挑戦する。2021年度は、ジオスペース探査衛星あらせ搭載・中間エネルギーイオン分析器の運用・データ校正を実施した。

## 4. 粒子加速過程の直接計測による惑星放射線帯生成モデルの実証

磁化天体に普遍的な高エネルギー粒子加速機構を解明することを最終目的として、宇宙空間で生じる電磁波と粒子との間のエネルギー交換過程に迫る研究である。その柱の一つがジオスペース探査衛星あらせを中心とした地球磁気圏・放射線帯領域での衛星観測データを用いた解析研究であり、2021年度は、あらせ搭載・中間エネルギー電子分析器の運用・データ校正を実施した。

## 5. 複数衛星観測と粒子追跡計算を用いた地球磁気圏近尾部での酸素イオン高圧化現象の研究

爆発的な宇宙嵐が発生すると、地球大気から流出した酸素イオンがエネルギーを得て（加速や加熱を受けて）、磁気圏全体のダイナミクスに大きく影響を与える。このプロセスには、大規模な磁気圏磁場構造の変化（磁場双極子化）が重要な役割を担っていると考えられているが、酸素のような重い粒子の描像は未解明な点が多い。磁気圏尾部を中心に飛翔する複数衛星のデータ解析とグローバル磁気流体モデル内での粒子追跡計算を組み合わせることで、「磁場双極子化に伴う酸素イオンの選択的な高圧化」のメカニズムを明らかにする。また、主要イオン種である水素イオンと酸素イオンに加えて、異なる質量や電荷を持つイオンの振る舞いにも着目することで、「内部磁気圏酸素圧の増強に影響を与える磁場双極子化の時間空間スケールの定量的評価」にチャレンジする。

本年度は、あらせ衛星で得られたデータを用いて、内部磁気圏のうち磁気圏尾部に近い領域において、異なる5つの粒子種（H<sup>+</sup>, He<sup>++</sup>, He<sup>+</sup>, O<sup>++</sup>, O<sup>+</sup>）についてエネルギースペクトルの時間変動を複数の磁気嵐について調査した。電荷が同じで質量が異なるイオン種を比較すると（H<sup>+</sup>, He<sup>+</sup>, O<sup>+</sup> 間の比較やHe<sup>++</sup>とO<sup>++</sup>の比較）、より重いイオンが多くエネルギーを得ていることが明らかになった。質量が同じで電荷が異なるイオン種を比較すると（He<sup>+</sup>とHe<sup>++</sup>の比較、O<sup>+</sup>とO<sup>++</sup>の比較）、より電荷が小さいイオンが多くエネルギーを得ていることが明らかになった。磁気圏尾部で低電荷重イオンが選択的に加速・加熱する機構が働いていることを示している。そのグローバル描像を明らかにするため、同様のイベントを収集し統計解析を実施している。

## 6. 米国STORM衛星に搭載するLAICA極端紫外線撮像器を用いた観測の科学検討

2026年の打ち上げを目指してNASA/GSFCでPhase-A検討が行われているSTORM (Solar-Terrestrial Observer for the Response of the Magnetosphere) 衛星に搭載する極端紫外線観測器(LAICA: Lyman Alpha Imaging Camera) の開発を行い、外圏（地球半径の3から10倍）に分布するジオコロナ（中性水素ガス）のグローバル撮像の実現を目指している。STORM衛星は、地球近傍から放出される軟X線や高速中性粒子を観測することで、昼側磁気圏構造やリングカレント（環電流）構造を可視化し、それらのダイナミクスの定量化する。これは太陽風-磁気圏相互作用におけるエネルギー循環を理解する鍵である。LAICAは軟X線と高速中性粒子の放出に起因するジオコロナを可視化するため、STORM計画全体に対して重要な役割を果たす。LAICAは同時に、これまでその時間変動や空間構造に不明な個所が多いジオコロナの連続かつグローバルな撮像を実現し、ジオコロナの動態を解明することを目指す。

本年度は、本ミッションでのジオコロン撮像について科学的検討を行い、磁気圏界面（磁気圏と惑星間空間の境界域、地球半径の約10倍に位置）での水素大気を、今までに例のない高解像度、高時間分解能で撮像できることを確認した。また、磁気圏界面と内部磁気圏（地球半径の3-4倍）とで密度が1桁以上異なるジオコロンを広範囲にわたって撮像できる機器の開発に向け、基礎となる研究を実施した。

## 7. 月初期における火成活動史解明に向けたマグマ組成の調査

月のマグマオーシャンの固化とその後に起こったマンツルの再溶融に至る、月初期の熱進化については未だに解明されていない。本研究は近年発見された、太古の時代のマグマ貫入の痕跡と考えられる線状の重力異常(LGA)に着目し、貫入岩路頭の探索とマグマ組成の調査から、月の冥王代とも言える時代の火成活動の復元を目指すものである。昨年度は、これまでに選定した解析候補領域全ての詳細解析を終えた。特にLGA20の領域では太古のマグマ貫入の後に形成されたとクレーターによって掘り返されたと考えられる貫入岩の露出地域が発見された。それらの貫入岩露頭候補領域は高いFeO量を示し、玄武岩に近い反射スペクトルを示している。それらの貫入岩を掘り起こしたクレーターのサイズを考えると、貫入岩の上面の深さは数km以下であることが示唆される。また、海のマグマ活動の時代に噴出した玄武岩と比較してチタン含有量とその多様性が低いことから、月のマグマオーシャン固化後の特定の深さの層を起源とするマグマである可能性が示唆された。

## 8. はやぶさ2データを用いた小惑星表層進化研究

炭素質小惑星は形成直後の地球に水と有機物を運んだ候補天体であることから、炭素質小惑星の地球軌道近傍への軌道進化過程とその間の物質変成過程を理解することは重要である。はやぶさ2が探査した炭素質小惑星リュウグウの表層進化を理解するために、これまでに表面年代や表面の流動プロセスについての研究を進めてきた。昨年度は、リュウグウ表面の岩塊の長軸の偏向性を調査し、その結果から、赤道から中緯度領域への流動があったこと、一方で流動の積分量はリュウグウのコマ型形状を変化させるほど大きいものではなかったことが示された。また岩塊表面の微小クレーターの統計から、岩塊の表面破壊の時間スケールの制約に成功した。これらの成果は、リュウグウ表面での岩塊の細粒化と質量損失のプロセスを理解する上で重要である。

## 9. 恒星風理論モデルに関する研究

恒星風の質量損失率の一般的な定式化を目指すべく、数値シミュレーションによるパラメータ調査を行なった。数値モデルの特長として、これまで広く考えられてきたアルベーン波駆動メカニズムに加え、近年注目される磁束浮上の効果まで考慮した点が挙げられる。典型的な太陽のパラメータを適用した場合、太陽風が再現されることを確認し、より広いパラメータ範囲での計算を行なった。

## 10. 氷天体探査のための次世代理学測器の基礎開発

氷天体探査のために、イオン質量分析器、可視カメラ光学系、焦点自動調節機構の開発を行った。第1に、イオン質量分析器については、以下を実施した。CubeSat搭載可能サイズ(1辺10cm以下)でありながらm/dm ~ 30の高質量分解能を持つ飛行時間分析型質量分析部テストモデルの性能試験を実施した。高速デジタルイザ等を購入して飛行時間分析計測の試験設備を整備したうえで、真空槽中に設置したテストモデルに5 keVのイオンビームを入射させることで質量スペクトルを取得した。外部から導入したN<sub>2</sub>ガスや真空槽中に残留するH<sub>2</sub>O、COガスに由来するC、N、Oの原子イオンのピークが十分に分解されており、設計通りのm/dm ~ 30の質量分解能が達成されていることを確認できた。第2に、可視カメラ光学系については、昨年度に設計・製作したゴースト低減新装置を用いた性能評価試験を網羅的に実施し、2枚のフィルタを組みわせることでゴーストの光量を入射光強度の1/10000以下に低減できることを確認した。さらに、超小型探査機への応用を意識して、低コスト(<100万円)の民生品CMOSセンサの搭載可能性の検討に向けて、CMOSセンサ駆動用の電子回路基板を設計・制作した。この基板は探査機搭載を前提としてFPGAで駆動されており、CMOSセンサの駆動の他に、画像処理や探査機との通信、電源変換等も行う能力を持つ。これにより、CMOSセンサの耐放射線性能試験や、高速演算処理のためのソフトウェア開発に繋げる準備が整った。第3に、焦点自動調節機構については、ステッピングモータとリニアガイドを使用したレンズ位置調整機構を製造した。機能性能試験にて駆動距離、位置駆動制御、バックラッシュ、直進度のずれのいずれも設計要求が達成できることを確認した。さらに振

動・衝撃・熱真空試験を実施し、ロケット打ち上げ時の振動衝撃に十分に耐えられることも実証した。

## 11. 太陽型から地球型への星間ダストの変身

本研究では「太陽型ダスト」から「地球型ダスト」への星間ダストの変身を担った太陽系最初期の化学過程（地球型ダストの誕生）に注目し、太陽系最初期のケイ酸塩・酸化物ダストとガス（ $H_2O$ ,  $CO$ ）との酸素同位体交換反応の速度やメカニズムを実験で決定し、酸素同位体交換に必要な原始惑星系円盤の物理化学条件を定量的に決定する。また、酸素同位体交換反応によって、酸素同位体組成は地球型になったが、金属元素同位体組成は恒星周ダストのままである（円盤ガス中の金属元素存在度は低く、同位体交換が進まない）太陽系原材料ダストを始原隕石中に発見し、初期太陽系での酸素同位体交換反応による地球型ダスト誕生過程の証明をめざす（これまでの分析手法では、発見が困難であった）。今年度は、 $FeO$ を含むかんらん石組成の非晶質ケイ酸塩の結晶化速度の決定に加え、酸素同位体交換速度の推定をおこなった。 $FeO$ を含むかんらん石組成の非晶質ケイ酸塩の結晶化速度は、 $FeO$ を含まないかんらん石組成の非晶質ケイ酸塩に比べ、3-4桁結晶化速度が速いが、酸素同位体交換速度は一桁程度しか速くないことが予察的結果として、得られた。この結果は $FeO$ を含むかんらん石組成の非晶質ケイ酸塩は原始惑星系円盤で結晶化が速やかに起こり、酸素同位体交換が十分に起きない可能性を示す。すなわち、このような組成のダストが初期太陽系には存在しなかった（非晶質ケイ酸塩への鉄の混入は小天体形成後に起きた）ことを示唆する。酸素同位体交換速度の決定を今後進める。また、一酸化炭素と非晶質ケイ酸塩との酸素同位体交換実験、非晶質アルミナと水蒸気の酸素同位体交換実験も進めた。

## 12. 太陽系形成時の化学環境の解明

太陽系も他の惑星系と同様、原始太陽の周囲に原始太陽系円盤が作られることで誕生した。原始太陽系円盤も、電波天文観測で捉えられている惑星系形成領域の多様な化学環境のいずれかを初期状態とし、地球を含む惑星に至るまで進化したと考えられる。分子で観測される惑星系形成領域の化学的多様性に、太陽系の初期状態がどのように位置づけられ、太陽系がその形成時にどのような化学過程を経たのか、を明らかにすることが本課題の目的である。中間温度・中間密度環境で様々な化学反応が起こりうる惑星系形成領域での多様な化学を理解するためには、観測や分析の結果のみから推定するのではなく、原子・分子レベルでの素過程に立ち戻り、新たな学理を構築する必要がある。本領域では物理・化学分野との協働で進める素過程の解明に基づき、惑星系形成領域の化学的多様性を理解し、太陽系の初期化学状態をその中に位置づけることを目的とする。本研究では小惑星探査機「はやぶさ2」が持ち帰った近地球C型小惑星リュウグウ試料の初期分析をおこない、無機化学（元素、同位体）・鉱物学・岩石学・有機化学（固体有機物、可溶性有機分子）の観点から、その詳細を明らかにし、既存の隕石との比較をおこなった。また、リュウグウに存在する鉱物のひとつである炭酸塩の真空分解実験をおこない、分解速度をもとにして、リュウグウが近地球側小惑星として経験した最も太陽に近い軌道条件の制約をおこなった。

## 13. 次世代太陽観測衛星Solar-C(EUVST)実現に向けた太陽物理の研究

Solar-C(EUVST)は高空間分解能（0.4秒角）、高時間分解能（1秒程度）、広い温度範囲（104 - 107 K）で観測する極端紫外・紫外域の分光撮像観測装置で、日本が中心となって推進する2020年代に最優先で実現を目指した日本主導の国際協力ミッションである。Solar-C(EUVST)実現に向けて、これまで科学検討及び装置検討を精力的におこなってきた。中でも、太陽フレア時の磁気リコネクション領域に関して電離非平衡という視点から考察を行ってきた。成果はImada, S. 2021, *ApJL*, 914, L28, “Nonequilibrium Ionization Plasma during a Large Solar Limb Flare Observed by Hinode/EIS”として発表した。この他に、共同研究者らと、Solar-C(EUVST)の科学目標である、I) 彩層・コロナと太陽風の形成に必要なエネルギー・質量輸送機構および散逸機構の究明、II) 太

陽面爆発現象の物理過程の解明に向けて科学検討を進めた。さらに具体的には(I-1)コロナ加熱問題におけるナノフレア加熱の寄与の定量化、(I-2)コロナ加熱問題における波動加熱の寄与の定量化、(I-3)スピキュール形成とそのコロナ加熱への寄与の理解、(I-4)太陽風の起源と加速メカニズムの理解、(II-1)高速磁気リコネクション過程の理解、(II-2)フレア・CMEのエネルギー蓄積過程とトリガー過程の理解の6つのサブ課題に関して議論した。また、2020年5月に宇宙科学研究所により小型4号機として選定され、2021年12月よりMission Definition Review (MDR)が開始された。

## 14. 火星衛星着陸探査用ラマン分光装置の開発

JAXAの火星衛星探査機MMXは、フォボスに着陸するローバを搭載する。このローバにはラマン分光計(RAX)が搭載され、フォボス表面の鉱物同定を行う。RAXは日本・ドイツ・スペインの共同開発機器であり、日本はラマン散乱励起用のレーザを集光する光学系と、その集光位置を調整する駆動機構を開発している(Cho et al., 2021 EPS)。各種試験を実施し、宇宙機搭載用装置(フライトモデル)を完成させた。

## 15. はやぶさ2探査機の得た画像に基づく小惑星リュウグウの表面年代推定

はやぶさ2探査機が小惑星リュウグウで得たクレーターの統計分布から、リュウグウの表面年代を推定する研究を行なった。リュウグウの東半球と西半球では年代が異なる可能性や、リュウグウの赤道はおよそ3000万年の年代を持つ可能性、およびリュウグウが約700万年前に地球近傍軌道に入ったことが明らかになった。(Cho et al., 2021, JGR)

## 16. 直接観測に基づく衝撃波電子加速の実証的理論モデルの確立

MMS衛星による地球バウショックの直接観測において実証された新たな電子加速モデル「統計的衝撃波ドリフト加速」の理論的な定式化を進め、衝撃波粒子加速における標準モデルのFermi加速と統計的衝撃波ドリフト加速の関係を明らかにした。両者は有限な幅を持つ衝撃波近傍における高エネルギー粒子輸送を記述する移流拡散方程式の定常解の特別な場合として統一的に理解でき、統計的衝撃波ドリフト加速はエネルギーの低い粒子について、Fermi加速はエネルギーの高い粒子について、それぞれ有効なモデルであると整理することができる。また、統計的衝撃波ドリフト加速とFermi加速の両者が自然に接続するようなパラメータが存在することも分かった。そのような条件が満たされる際には、低エネルギー(非相対論的エネルギー)から高エネルギー(超相対論的エネルギー)までの電子加速を矛盾なく説明することができ、これが長年の大問題であった電子注入問題の解として有効であることを示した。

また、高エネルギー粒子の加速には衝撃波近傍におけるプラズマ波動の存在が必須であるが、衝撃波のパラメータによってプラズマ不安定性の性質は大きく遷移する。特に振幅が大きく衝撃波の性質を大きく左右する反射イオン起源のプラズマ不安定性として、Alfven-Ion-Cyclotron (AIC)不安定性およびWeibel不安定性が知られていた。本研究では理論および数値シミュレーションを用いて、両者がマッハ数の大小によって連続的に遷移すること、またその遷移するマッハ数が20-40程度であることを明らかにした。これは地球バウショックではAIC不安定性が、超新星残骸衝撃波においてはWeibel不安定性が優勢となることを示唆する。

## 17. 磁気リコネクションでの非熱的粒子加速の効率

高温ガスで満たされている宇宙空間では、粒子間の平均自由行程が系の特徴的スケールに比べて何桁も大きい無衝突系であり、粒子間の運動量・エネルギー交換は集団粒子運動で励起された波動を介して行われる。そのため通常のボルツマン統計で知られているエネルギー等分配の法則は成り立たず、粒子種ごとに温度が異なる「エネルギー非等分配」の状態となっている。またその速度分布関数も、一般的には、熱的マクスウェル分布ではなく熱的エネルギーを凌駕する非熱的成分を有している。また、非熱的成分のエネルギー密度は、しばしば熱的分布のエネルギー密度を超えることが知られており、非熱的分布の存在は、系全体でのダイナミクスを大きく支配する。そのためエネルギー分配の問題は、無衝突系のファンダメンタルな物理だけでなく、宇宙でのダイナミックな構造形成や進化を解明するためにも極めて重要となっている。しかしこのエネルギー非等分配は、非線形かつ非平衡の物理に支配されるため、未だに明確な答えを出すことが出来ていないチャレンジングな難題として位置づけられている。磁場のエネルギーをプラズマの熱エネルギーや運動エネルギーに効率よく変換する磁気リコネクション過程に着目して、粒子種間や熱的/非熱的なエネルギー分配を、大規模粒子シミュレーションを用いて調べた。今年度は非熱的粒子形成の効率を、背景温度の関数として調べた結果、相対論的溫度ではエネルギー密度の9割以上が非熱的分布が占め、非相対論的溫度では非熱的粒子のエネルギー密度が溫度とともに減少し、静止質量で規格化した溫度が1/100では4割以下になることがわかった。

## 18. 宇宙誕生後最初に加速した宇宙線の加速機構とその影響の解明

初期宇宙での宇宙線による磁場生成機構について理論的に調べた。初代星が超新星爆発した後の超新星残骸で、宇宙線が加速される。この初代宇宙線による赤方偏移 $z \sim 20$ の宇宙における新しい磁場生成機構を発見し論文にした。宇

宙線電流を打ち消すために生じる電子の帰還電流によって生じる電子の流れは、電子の密度分布を変えずに圧力分布だけを変えること、それによってピアマンバッテリー機構が働き磁場が生成されることを発見した。多流体プラズマシミュレーションによって、発見した新しい磁場生成機構を再現することにも成功した。初期に磁場がない部分電離プラズマ中を伝搬する無衝突衝撃波中の磁場生成機構について理論的に調べた。電荷交換反応によって、陽子プラズマのみが実質加速されることになり、電子と陽子との間で相対速度が生成され磁場が作られることを発見し、論文にした。また、電荷交換反応によって生じる陽子ビームが電子の帰還電流を誘導するため、上記のその他の磁場生成機構も働くことを示した。宇宙線が初期宇宙空間を伝搬する際に、熱的プラズマ同士の電気抵抗によって発生する電場を定量的に評価した。地球上の雷の発生機構を宇宙に応用することで、その電場で宇宙線が作り出す二次電子が加速されることを発見した。二次電子の加速によって、熱的電子の帰還電流が減少すること、それによって電子の帰還電流を起因とする磁場生成機構が抑えられることを発見した。さらに、電気抵抗によるプラズマ加熱が、初期宇宙のガスの加熱に効くことも発見した。

## 19. 地球と火星の比較に基づく惑星電磁気圏環境に固有磁場強度が与える影響に関する研究

本研究は、大気を持つ地球型惑星の比較に基づき、惑星大気・宇宙環境の理解に向けた2つの重要な要素（宇宙空間への大気散逸と内部磁気圏の形成）に、固有磁場強度が与える影響を解明することを目的としている。そのために、独自の多成分MHDモデルと内部磁気圏モデルを観測との比較を通して改良するとともに、多流体MHDモデルを新たに開発する。開発したモデルを用いて3つの主要課題(1.大気散逸の質量依存性、2.内部磁気圏形成の影響、3.固有磁場強度による大気散逸機構の変化)を系統的に整理し、固有磁場強度が惑星大気・宇宙環境に与える影響を明らかにすることを目的としている。以下では主な成果を報告する。

- ・既に非磁化惑星および弱磁場惑星への適用実績がある地球と火星の双方の大気組成に対応可能な独自の多成分MHDコードを用いて、太陽風-惑星大気相互作用のグローバルシミュレーションを行った。特に、定常太陽風条件下に加えて、太陽風の主な変動現象であるCME（コロナ質量放出）の到達時を想定して、IMF(惑星間空間磁場)が回転した場合の大気散逸を詳しく調べ、弱磁場を持つ惑星からの大気散逸のIMF角度依存性を明らかにした。

- ・地球大気散逸データ解析の一環として、地球上層電離圏からの電離大気散逸機構を調べるために、EISCATレーダーによる電離圏におけるイオン上昇流と衛星観測との比較を行った結果、低高度からのイオン流出を引き起こすために、SAPSなどの局所的な電場の強まりによる摩擦加熱が重要であることが明らかとなった。また、低高度からのイオン上昇流の統計解析に着手した。

- ・内部磁気圏モデリングについては、単純化した磁気圏尾部からのイオン入射を模した5次元ドリフト運動論近似のグローバルシミュレーションを実施し、環電流発達によるULF波動の励起を世界で初めて自己無撞着に再現することに成功するなどの結果を得た。

## 20. International study of responses of atmospheric escape from Mars against extreme solar events

火星は約40億年前には海をたたえたハビタブルな環境を持ち、その後の進化の過程でそれを失ったと考えられている。惑星表層環境を規定する重要な要素である水や二酸化炭素などの揮発性物質の進化を理解するためには、太陽活動に伴って宇宙への大気の散逸がどのように変動するか、を理解することが必須である。本研究は、太陽風から惑星の電離圏までをシームレスにシミュレーション可能な独自の数値実験モデルを軸に、米国NASAの火星探査機MAVENチームとの密接な国際共同研究を実施することにより、火星からの大気散逸が過去の太陽で頻発したと考えられている極端な太陽変動にどのように応答するか、の解明を目指している。特に、MAVEN Participating Scientistとしての国際連携を更に発展させ、MAVEN計画の科学責任者、副責任者の研究協力を得て各観測機器との共同研究の調整・実施するとともに、国際共同チームにより観測と数値実験の比較データ解析共同研究を推進し、国際共同研究を強化する計画である。

2021年度には、当初2020年度に計画していたMAVENの科学チームで主導的な役割を果たしている研究協力者の所属機関への若手研究者の派遣等を計画していたが、新型コロナウイルス感染症の世界的な拡大に伴い、引き続き、海外渡航を伴う全ての研究活動を延期した。海外の研究協力者との共同研究はオンラインツールを用いて限定的ではあるが継続し、火星からのイオンプリュームによる大気流出のイオン種依存性等について、MAVEN衛星データ解析等に基づく研究結果を論文としてまとめるなど研究を進めた。また、火星電離圏におけるイオン加速・流出機構の一つとして重要視されている、太陽風駆動型の磁気音波と酸素イオンの相互作用について、MAVEN観測データ解析に着手した。

## 5.3 地球惑星システム科学講座

### 1. 地球史における生命及び酸化還元環境条件の共進化に関する理論的研究

地球史前半の完全な無酸素条件であった太古代から、大気酸素濃度が上昇する原生代にかけての地球惑星システムの進化について、大気・海洋・生態系・固体地球圏を含む地球惑星システム科学的な広い視点から包括的な検討を行っている。とりわけ、太古代における酸素発生型光合成生物の出現に伴う大気および海洋の化学的な応答およびそれらが海洋微生物生態系におよぼす影響について、様々な理論モデルを開発・応用し定量的かつ包括的に明らかにすることで、初期地球史における大気・海洋・生命圏の共進化の描像を提示するような重要な研究成果を得た。長期的な地球の安定状態の遷移を計算可能な理論モデルを開発し、初期地球における大陸地殻成長によって、大酸化イベントや炭化水素ヘイズ層形成という全く異なる急激な大気化学組成の変化が引き起こされうることを明らかにした。さらに、生物地球化学循環モデルを開発し、酸素発生型光合成生物の活動に伴う海洋化学循環系の挙動の変化について検討を行った。とりわけ、大酸化イベント発生後の地球上では海洋中の鉄酸素循環系の挙動が大気酸素濃度の変化に回答する結果として、海洋深層水の鉄濃度が大きく低下するほか、鉄酸化物の形成が表層水から深層水へと遷移することを明らかにした。この結果は原生代において縞状鉄鉱層の形成が著しく低下したようにみえる主な要因であると考えられる。さらに大気化学系と海洋微生物生態系の共進化についても詳細な検討を行い、大酸化イベント発生に至るまでの間に、酸素発生型光合成生物の活動によって、大気中で生成される分子を電子供与体として用いる生物の活動が抑制されることなどが明らかになった。これまでの研究成果は国内外の学会等で発表しているほか、学術論文として公表した。

### 2. 炭酸系計測システムの開発

海洋酸性化や地球温暖化の実態を把握するために、フロートに搭載して水深1000mまで自動連続で海洋のpHとアルカリ度の計測を可能とするシステムを開発する。具体的には、東京大学がこれまでに開発した浅海設置型のシステム（消費電力10W、重量5kg）を基に、水深1000mまでの圧力変化条件下で安定して作動するシステムに改良するとともに、計測システムの小型化・低電力化（消費電力1W、重量1kg）を図る。なお、pHとアルカリ度の測定値の精確さについては、誤差をそれぞれ実験室における計測と同じ $\pm 0.002$ 以内と $\pm 2\mu\text{mol/kg}$ 以内とし、この精確さを維持するために、深海に適した標準海水を調整するとともに、浮力維持機構を備え、平衡定数の圧力依存性の評価に基づく標準的な計測法を開発し現場試験を行う。

さらに、本システムに組み込むpHセンサーとして、新たに次世代センサーの開発に取り組んでいる。現在、pH計測に用いられているガラス電極のサイズは10cm、固体半導体センサー（ISFET）も1cmと大きい上、脆弱で電極の劣化が避けられない。とくにどちらも参照電極として、銀-塩化銀/塩化カリウムを用いているため、小型化が困難で、液間電位の問題や電極による試料溶液の汚染の問題があった。高圧の深海における使用も、物理的破損と塩化銀の変質の問題が避けられない。本課題では、銀-塩化銀/塩化カリウムに替わる電極の開発によって、1mm以下（最小数 $10\mu\text{m}$ ）の劣化しない、また試料溶液を汚染しない次世代型pHセンサーを開発する。これによって医療・健康、土壌水、陸水、海水、排水、工業プロセスなど、多様な溶液のpH自動連続計測が可能になり、そのモニターと制御に変革をもたらす。

### 3. 海洋生態系に対する海洋酸性化の影響評価・緩和・適応

海洋植物の光合成は二酸化炭素を吸収してpHを上げ、酸性化を緩和する。この過程を利用して海草や藻類の増殖による、海洋酸性化の緩和策が示唆されている。しかし、逆反応の呼吸・分解は二酸化炭素を放出しpHを下げるから、生産された有機物を除去しなければ、正味の酸性化緩和効果はなくなってしまう。光合成が進むと石灰化が促進される共役効果がある。海草・藻類の光合成によって、酸性化のサンゴへの影響を緩和する可能性があることが示唆されているが、やはり生産された有機物の除去が課題だった。

本研究は、サンゴ-海藻の共役効果による酸性化緩和策を実証して、モデル化する。沖縄県恩納村では、地先のサンゴ礁でサンゴと海藻類の養殖・生産を行って、互いの生産を上げている。光合成で生産された海藻は、海産物として陸揚げされるから、その場には光合成の効果だけが残る。酸性化緩和策における、生産された有機物除去の課題は、生産された海藻の生産として、経済的な価値に変わる。恩納村における、サンゴと海藻の生産は、海洋の炭酸系を介した共役効果である可能性が高い。恩納村漁協は経験的に両者の生産が共役していることを知っているが、本研究はこれを生物地球化学的に実証・評価する。実証と評価は、我々が開発した現場型のpH-アルカリ度計を用いて計測して、モデ

ルを構築する。実証のための物理化学モデルは、米国のハワイにおいて構築されたものをベースとする。実証は、米国とフランスの研究者と共同で行い、それぞれの地域（米国のハワイ、フランスのレユニオンとマヨット）のサンゴ礁において、同様の効果が認められるかを検証する。さらに、海藻の水産物としての経済効果を見積もる。共役とその経済効果の検証に基づいて、サンゴと海藻の生産という経済効果を伴う、海洋酸性化の緩和策を「恩納村モデル」として、米仏のサンゴ礁とトンガのサンゴ礁に適用し、世界に発信する。

#### 4. 小島嶼国の生態系修復による海岸防災技術の開発

太平洋島嶼国における高波・高潮による沿岸被害のリスクを軽減するために、サンゴ礁白化の影響を軽減し健全な沿岸生態系を保全に寄与するサンゴ修復等の技術を開発するとともに、関連する諸課題を解明する。そのために、以下の4点について検討する。

- 1) サンゴ礁のもつ多様な価値の整理。
- 2) 太平洋小島嶼における白化被害状況の調査。
- 3) 沿岸防災のためのサンゴ礁保全技術の具体化。

適応策としてのサンゴ礁修復技術

人為排水対策

こうして得られた成果などをまとめた「太平洋小島嶼国のためのサンゴ礁修復等による生態系ベース適応策沿岸防災ガイドライン」の監修を支援する。

#### 5. 下水中のコロナウイルスのモニタリングおよびそのガバナンス

日本やアジア太平洋各国における下水をモニタリングすることによって地域の感染症流行状況を包括的かつ早期的に把握し、意思決定の補助に役立てる。

#### 6. 水マネジメントのガバナンス

AIの導入などによる上下水道のマネジメントへの影響を考察し、ガバナンスの方向性を検討する。

#### 7. バイオセンサーによる健康指標の計測

ウェアラブルデバイスなどを用いて間質液グルコースや唾液などをモニタリングし、データを総合的に分析したものを個人へフィードバックすることによって健康の改善につなげる。

#### 8. 実験・分析・観測から探る星周ダストの形成・変化・変質

星間・星周ダストの形成を理解するために、任意の組成のガスの凝縮を模擬し、高温から低温まで基盤温度を制御できる実験をおこなうことを目指している。本年度は、昨年製作した、電子銃加熱を用いることで広くガス組成をコントロールすることを可能にした電子銃加熱式の真空装置(MBE装置)の性能試験および予察的な実験を進めた。その結果、当初予定していた単一膜厚計では、ガスフラックスの制御が困難であることが判明し、装置に改造を加えて、2つのガス源それぞれからのガスフラックスを別にモニターして調整できるようにした。また、試料準備室を増設し、チャンバー内へのコンタミを防ぎ、同時に冷却実験時の資料交換時間の短縮が可能となった。

誘導熱プラズマ(ITP)装置は、高温の熱プラズマ中で出発試料を蒸発させ、急冷させてナノ粒子を凝縮させることができ、出発試料の組成が比較的任意にコントロールできる特徴をもつ。本年度は、京都大学から移設したITP装置(JEOL TP-40020NPS)の立ち上げ、性能試験をおこない、移設前と同様の性能が維持されていることを確認した。ITP装置を用いて、Al-Ca-Si-O系で組成を変化させての凝縮実験をおこない、凝縮物の結晶構造をX線回折装置(XRD)および透過型電子顕微鏡で分析した。その結果、赤色巨星での難揮発性ダスト放射をよく再現するダスト模擬物質の合成に成功した。本結果は、難揮発性ダストにおけるCa元素の重要性を示し、さらに組成範囲を変えた実験を進めている。

また、原始惑星系円盤でのダスト凝縮とかかわる金属酸化物分子の観測をめざして、ALMA望遠鏡 (cycle8)への観測提案をおこなった。

## 9. データ科学手法で迫る新世代の太陽系外惑星探査

2021年度は、高分散分光を用いた系外惑星大気の探査法を進展させた成果として、すばる望遠鏡IRDを用いて、はじめてOH (hydroxyl radical) を系外惑星中に発見したこと、およびHDSをもちいてはじめて中性チタンを検出したこと、自動微分を用いた完全ベイズ解析可能なスペクトルモデルを開発したことである。特に後者は、googleの自動微分JAXとuber AIの確率プログラミング言語NumPyroを用いたもので、本研究の主眼である情報科学と系外惑星探査の融合の強みを最も端的に示すことができたと考えている。また初年度より継続しているTESSデータのピックデータ解析ではDipperの詳細キャラクターゼーションを行った成果がある。これらはすべて投稿論文として出版された。

## 10. 史上最大の大量絶滅事件と海洋無酸素事変を境に変化した海水化学組成の実態解明

イギリスリーズ大学の研究協力者の協力を得て、炭酸塩岩からなるペルム紀-三畳紀境界層 (上村セクション) の元素組成の分析を行った。測定の結果、三畳紀最前期のサンプルからはヨウ素 (I) 濃度が著しく低いものがみられ、ペルム紀-三畳紀境界期の海底の無酸素化を背景にヨウ素が海水から大量に除去されていた可能性が考えられる。これらの結果をさらに高精度に増やすことによって、炭酸塩に記録された海洋元素組成の詳しい変動史を復元する予定である。

岩手県の北部北上帯に属する安家森セクションより採取した岩石標本を加工処理し、示準化石コノドントを探した。その結果、セクション上部の標本から前期三畳紀Smithian紀のコノドント化石を複数得た。これらの研究結果を整理し、論文へまとめる作業が進行中である。

愛知県犬山地域の桃太郎神社セクションにおいて野外調査を行い、ドローンを用いた露頭の空撮をしながら地質構造の記載を行った。得られた地質構造の情報に沿って古環境解析に必要な岩石試料を採取した。室内作業では、同セクションから得られたサンプルの粉末を用いて鉄化学種の抽出分析を行った。塩酸を用いた反応鉄の抽出作業と、ヒドロキシアミンによる還元反応を行った抽出液をフェロジンによって比色し、分光光度計を用いて各鉄化学画分の定量分析を行った。その結果、わずかながら黄鉄鉱の酸化風化から由来する鉄が検出され、黄鉄鉱画分の鉄化学種の寄与率の数値を補正することに成功した。さらに同セクションのサンプルをダイヤモンドペーストを用いて鏡面研磨した。研磨した標本を反射顕微鏡下で観察し、サンプルに含まれる黄鉄鉱を分類した。黄鉄鉱の含まれる岩石研磨面の写真を撮影し、画像解析を行うことで、黄鉄鉱の含まれている面積比、各種の黄鉄鉱 (フランボイダル黄鉄鉱、フランボイダル黄鉄鉱の集群体、自形黄鉄鉱など) を識別し、各種の黄鉄鉱の面積比率を算出した。フランボイダル黄鉄鉱の直径サイズが5-6マイクロメートルのものが集中してSmithian最後期の黒色粘土岩層にみられることが明らかになった。このことは該当の時代に古太平洋の水柱上部に硫化水素環境が発達していたことをはじめて示すものである。

ニュージーランド北島で採取されたチャートおよび粘土層の切断研磨面を作成し、観察を行った。保存状態のよいものを薄片に加工して検鏡し、放散虫化石の産する層と化石殻の少ない層準を見出した。今後これらの連続記録を復元していく予定である。

ニュージーランド北島で採取されたペルム紀-三畳紀境界のサンプルを化学分析した結果をGlobal and Planetary Change誌に公表した。

## 11. 環境水中のナノ・マイクロ粒子の実時間測定法の開発と応用

液中の個別粒子の複素散乱振幅を定量的に測定する原理である、複素散乱振幅センシング (ComplexAmplitudeSensing) についての研究成果を、査読付き国際誌に出版した [Moteki2021, Opt. Express]。従来研究に対する新成果は、(1) 光軸方向における粒子の軌道中心と分布幅が複素散乱振幅測定系の系統誤差・統計誤差の主な因子であることを解明したこと、(2) 粒子軌道中心とビームウエスト中心の位置を1um以内の確度で適合させるアラインメント技法の開発、(3) ビームウエスト中心近傍を通過する粒子の信号波形のみを抽出することで有限の流路幅を持つフローセルを用いて粒子軌道を制限した際の測定の統計誤差を調節する方法、(4) 入射波が理想的な平面波ではなく Gaussian beamであることを考慮したうえでビームウエスト径と測定粒径上限との関係を評価する方法を開発したこと、さらに(5) 信号波形から複素散乱振幅を導出する高精度なインバースモデルの開発とその実証

である。本研究成果により、粒径範囲0.2-5 $\mu\text{m}$ の液中粒子の複素散乱振幅を高精度で測定できることが示され、従来研究に比べ、複素散乱振幅データから粒子の物理特性の推定する際の信頼性も大きく向上することになる。この新手法を用いて、黒色炭素・鉱物ダスト粒子・生物粒子など、環境中の固体粒子種を判別できることを実験的に示した。複素散乱振幅センシングを応用して環境中の黒色炭素や酸化鉄等の凝集体粒子について光学特性を推定するため、粒子群の複素屈折率・粒子形状・粒径分布を複素散乱振幅データ点群から推定するための逆問題に用いる理論計算値のテーブルを大幅に拡張した。

## 5.4 固体地球科学講座

### 1. 超高压実験による地球コアの軽元素組成の解明

地球コアの軽元素組成の決定に向け、候補となる5つの軽元素（硫黄、ケイ素、酸素、炭素、水素）を含む鉄合金の高圧高温実験を行った。これまであまり報告がないFe-H合金につき、シリケートメルトとの間の水素の分配、固体FeHの高温の状態方程式などの決定に成功し、コアに水素が0.3wt%含まれている可能性が高いことを突き止めた。これは海水のおよそ30倍の水に含まれる水素量に相当する。つまり地球上の水素はほとんどがコアに含まれていること、地球集積時に大量の水が運ばれてきたことなどを示唆している。

### 2. 世界の沈み込み帯における低速&高速地震のダイナミクスの解明

メキシコ沖の沈み込み帯においてテクトニック微動を検出するとともに、その時間空間的な変化を把握した。それらがゲレロギャップと呼ばれる空白域の地震発生リスクを下げていることを、様々な地球物理学的証拠から明らかにした。この結果をまとめてNature Communications誌に論文を掲載した。

四国室戸沖の光ファイバーケーブルを使った分散型音響計測（DAS）実験データから、1000mの深海底を潮汐に駆動されつつ移動している海流の存在を検出した。通常地震も含め極めて広帯域でシグナルを分析できる可能性を示した。

脆性・塑性遷移領域のレオロジーの不均質構造に温度依存性を考慮した物理モデルを構築し、観測により見出されていたスロー地震発生様式の深さ依存性を説明した。また断層面の非平面性と速度と状態変数に依存する摩擦則の効果を考慮することで、遅れ破壊による余震発生の統計則の数値モデルによる再現に成功した。

スロー地震の1つである微動が潮汐応力によって誘発される過程を間隙流体の存在を考慮して物理的にモデル化した。モデルと観測値を比較した結果、微動が誘発される様式が流体によるダイラタンシーにより大きく変動することが分かった。

### 3. 低速変形から高速すべりまでの地球科学的モデル構築

(A)スロー地震諸現象の時間空間的な関連性の解明：南海トラフのテクトニック微動について、シグナル振幅を利用した新たな検出手法を開発・適用し、既存手法の約2倍のイベントを検出した。また微動サイズ分布の不均一性をPCA震源モデルによって説明し、その原因がイベント励起力の低下もしくは間隙水圧変化によると考察した。さらに様々な地域の微動・超低周波地震に対して、地震波エネルギーと地震モーメントの比を推定し、この値がほぼ一定であることを示した。微動から超低周波地震までのスロー地震活動が広帯域スロー地震と考えられる証拠をさらに追加した。

(B)現実的プレート運動システムにおけるモデル化：東北沖地域で熱伝導率の温度・物質依存性の温度構造物理モデリングを行った。現実的な熱伝導率を考慮すると温度が数十度、流体放出場所が10 km程度変化することを示した。脆性塑性不均質断層モデルに、レオロジー特性の温度依存性を追加して、スロー地震の発生様式の深さ依存性を説明した。地下構造の不確かさに伴うモデル予測誤差の影響をとりいれた断層すべり分布推定手法を開発、豊後水道の2010年SSEに適用し有効性を確認した。

(C)巨大地震を含むプレート運動システムの予測可能性の検討：2009年トンガ海溝M8.0浅部アウターライズ地震直後から数年間、GNSS観測点での非定常変位と深発地震活動静穏化が生じたことを発見した。破壊伝播方向が反転する地震や、同時多発的に破壊する地震といった特殊な地震について解析を行い、スロー地震との類似性について検討を行なった。ニュージーランドヒ克蘭ギ海溝の群発地震とSSE活動を、地震活動統計モデルとGNSSデータを用いて精査し、群発地震がSSEに専攻することを明らかにした。また、SSEを組み込んだ新しい地震活動統計モデルを作成

し有効性を確認した。

#### 4. 震源の階層的固有性と広帯域性に基づく確率論的地震発生論の構築

(A)階層的固有性と決定論的震源プロセスのデータ解析、

不完全な繰り返し地震に対して、破壊開始点とセントロイドを同時精密推定する手法を開発し、日本海溝の沈み込み帯の3つの地域に適用した。さらにこの結果をJGR誌に論文として公表するとともに、開発したプログラムコードの公開を行った。火山型深部長周期地震について、地震活動の統計解析と地震波形解析によるエネルギー推定の双方の結果により、プレート境界で起きるような拡散的なすべり現象であることが示唆された。

(B)スロー地震のデータ分析フロンティアの開拓、

SSEの潮汐応答性の検討に向けて、歪データの整理、および、客観的検知手法によるSSEカタログの整備を行った。四国においてDAS観測とそれに付随する通常の地震計による観測や回転地震計の試験観測を行い、沈み込み帯における通常地震・スロー地震を対象とした観測を行った。また室戸沖のDASデータを用いた分析を行い、これらのデータからスロー地震を検出するためには温度の補正が決定的に重要であることを明らかにした。この成果はEPS誌に論文として公表された。

(C)確率論的地震モデルの高度化

確率論的断層シミュレーションにおける時空間擾乱を検討する準備段階として、空間的な不均質性に着目して、その適切な条件設定について基礎的検討を行った。スロー地震の予測モデル開発のために、更新過程モデルによる微動現象の定量化を試みた。

#### 5. 深部スロー地震と流体流動様式

深部スロー地震が沈み込み帯上部に分布するマントルウェッジの浅部と沈み込むプレートが接する領域において発生する。その岩相境界とスロー地震の発生に関連性について諸説はあるが、未解決課題である。陸上に露出するマントルウェッジを含むプレート境界岩類の解析によって、浅部マントルウェッジとスラブ境界領域は高い流体圧が発生しやすい状況にあったことを示す組織を見出した。また、沈み込むスラブから放出される流体の量と比較して、スロー地震発生との関連性を議論した。加水されたマントル岩石である蛇紋岩の剪断帯の存在が沈み込み帯における流体流動様式を支配する重要な要素であることを明らかにした。

#### 6. 沈み込み帯の応力・温度分布に関する研究

沈み込み帯を含めた大断層における応力分布はテクトニクス分野における大きな未解決問題である。本研究では、沈み込み型変成岩類に記録された温度構造と沈み込み帯の熱モデリングの組み合わせを用いて剪断熱を評価する。また、剪断熱は剪断熱は剪断応力と剪断歪みの和から算出されるので、過去のプレート沈み込み速度推定から沈み込み帯における剪断応力推定を試みる。

#### 7. 接触変成帯の温度構造決定と貫入岩体の熱モデル検証

接触変成帯はマグマが貫入して、周囲の岩石に熱影響を与えることが原因である。地殻の熱構造とその時間変化を理解する上で接触変成作用の定量的な記述が重要であり、実験室で再現できない長時間天然実験室の利用としても注目される。本研究は、世界的にみても非常に大きな接触変成帯の成因とマグマ貫入モデルとの関連性について明らかにする予定である。そのために、岩体周辺100点弱における温度推定を行い、単純なモデリングとの比較を行った。

#### 8. 惑星進化に関する研究

太陽系の多様な惑星の母体となった原始太陽系円盤の進化を、始原的隕石コンドライト中のコンドリュールから探る。コンドリュールは円盤内の瞬間的加熱過程の生成物で、その集積は惑星形成を駆動したと考えられる。よって、コンドリュールがいつ、円盤内のどこで形成され、どのように移動したかを解明することは、惑星の起源の理解に繋がる。本研究では、様々なタイプのコンドライト中のコンドリュールに対して、Al-Mg・O・Ti・Cr同位体分析を実施する。

これらの結果を複合的に解析することにより、個々のコンドリュールについて(i) Al-26の均質分布を仮定することなく Al-Mg年代を決定し、(ii)その形成場・環境と移動過程を明らかにし、原始太陽系円盤の進化に迫る。

2021年度には、炭素質コンドライトのCVグループ隕石Allendeについて、粗粒な(～1.5 mm径)コンドリュールの鉱物学的記載、主要元素分析、O-Ti-Cr同位体分析を実施した。その結果、一部のコンドリュールのTi-O同位体組成は、炭素質コンドライトの全岩とは異なり、普通コンドライトの全岩と類似していることが明らかになった。この結果は、普通コンドライト母天体が集積した原始太陽系円盤内側で太陽系最初期に凝縮した固体物質が、炭素質コンドライト母天体の集積した円盤外側まで運ばれたことを示唆する。また、より細粒なコンドリュールについて高精度Ti同位体分析を可能とすべく、多重検出器誘導結合プラズマ質量分析法の高感度化を進めた。これにより、従来の約5倍の感度を達成し、高精度分析に必要な試料サイズの低減に成功した。この高感度Ti同位体分析法は、ハヤブサ2によって持ち帰られたリュウグウ試料の分析にも応用された。

## 9. 地震波形インバージョンによる最下部マントル3次元S波異方性構造の推定

地震波異方性構造の推定を行うためには、観測地震波形の水平2成分を解析し、2つのパラメータ(S波速度に関連する二つの弾性定数)を同時に推定する手法を開発する必要があった。そこで、地震波解析手法「波形インバージョン法」を改良し、複数成分の地震波形を解析して複数のパラメータを同時に推定できるよう拡張した。その手法を用いて、稠密地震観測網USArrayで観測された膨大な地震波形記録の水平2成分を世界に先駆けて解析した(Suzuki et al., 2021, PEPI)。その結果、北部太平洋下のマントル最深部を対象領域として、世界最高解像度(既存の3次元構造推定モデルの約100倍(=5<sup>3</sup>倍)の解像度)の3次元地震波異方性構造の推定に成功した。高圧実験および鉱物物理学の最新の知見と対照することにより、約2億年前に地表から沈み込んだ海洋プレートがマントル最深部に到達して折れ曲がり、押しのかた温かい物質からなる上昇流を誘発することが明らかになった。今回得られた地震波異方性構造は、地表のプレート運動が2900 km深度のマントル最深部の対流運動に影響を与えていることを示唆する。

## 10. 超大規模シミュレーションで再現する大地震の動的破壊過程

境界積分方程式法を用いた完全動的破壊シミュレーションおよび準動的な地震サイクルシミュレーションに対して、高性能並列計算機(HPC)環境へのアルゴリズム最適化を行い、超大規模計算でしか実行できない現実的な地震現象のモデル化を行っている。これまで、高速領域分割法(FDPM)に基づく動的破壊伝播シミュレーションを用いて、2016年カニコウラ(ニュージーランド)地震、2011年福島県浜通りの地震、2011年と2015年茨城県北部の地震について、断層の3次元複雑性を考慮したモデル化を行い、実際に観測された動的破壊過程の再現およびパラメータスタディによるモデル挙動の評価を実施した。また、準動的な地震サイクルシミュレーションコード(HBI)に、格子H行列法の汎用ライブラリであるHACApKを実装し、超大規模並列において通常H行列の実装を凌駕する性能を持つことを示した。本コードの計算結果は、南カリフォルニア地震センターの実施する国際的なコード評価プログラムに投稿し性能評価された。さらに本手法を用いて断層形状複雑性を考慮したモデルにより余震の発生過程をシミュレートすることに初めて成功するとともに、断層の屈曲構造が地震規模の長時間統計に与える効果を一般的に明らかにした。また、中央構造線活断層帯を対象として、実際の断層における応力蓄積と地震発生過程のサイクルのモデル化を行った。さらにH行列法をこれまでの静的問題から動的問題への適用を可能とするFDP=H行列のアルゴリズム開発を行い、3次元動弾性位波問題に対してHACApKを拡張し実装した。本アルゴリズムの計算性能を評価したところ、近似精度と計算効率化の両面で期待通りの結果を得た。

## 11. スロー地震の一般的な物理モデル構築と露頭からの地質学的制約

本研究では、スロー地震の発生様式の深さ依存性を理解すべく、物理モデルを構築するとともに、露頭観察データを整理することでモデルに仮定する力学パラメータへの拘束を与えることを目的としている。

○物理モデルの構築：典型的なスロー地震には、地震発生層の上部と下部で発生する浅部及び深部スロー地震の二つがあることが近年の観測により分かりつつある。プレート境界断層の脆性-延性不均質構造に温度依存性を考慮することで、比較的簡単な物理モデルによってそれら観測の主たる特徴が再現できることが分かった。単純化して考慮した1自由度系モデルを構築しその挙動を調べたところ、モデルに仮定する脆性割合と延性相の粘性率の二つのパラメータに温度依存性の効果として仮定すれば、これま

で明らかにした深部スロー地震のみならず浅部スロー地震の特徴についても再現できることが分かった。

○露頭観察からの拘束：物理モデルでは脆性－延性不均質構造を記述する脆性割合と粘性係数という二つのパラメータが重要であることが明らかになってきた。長崎変性岩類では、より剛体的なブロックと延性的なマトリクスからなる構造が見いだされており、スロー地震発生領域の露頭における証拠と考えると調査を進めている。これまで、このようなブロックとマトリクスの面積比を実際に露頭で測定してきた。本年度は、野外調査によって実際の断層が被った延性変形の環境条件や変形メカニズムの調査を試みた。石英粒径差応力計として用いるために、ブロックとマトリクスに関係する露頭資料をそれぞれEBSD分析し石英粒子を測定するとともに、変形温度を推定するためにCPOの測定を行った。予備的解析により、脆性延性遷移深度の条件と矛盾しない結果が得られたものの、より強固なデータを得るために、実験室分析を進めているところである。

## 12. 測地データを用いたプレート境界ダイナミクスの研究

プレート境界で観測される地殻変動や重力変化データを用いて、様々な時空間スケールの現象（潮汐、スロースリップ、地震時変動、粘弾性変形、地震間変動、巨大地震の繰り返し形成する地形等）の解明を目指している。研究手法として、理論モデリングに加え重力観測も独自に行っている。

2021年度は、巨大地震に伴う地震時地殻変動・重力変化のモデルにおいて、密度の不均質構造を考慮する理論の定式化に着手し、第一段階として2次元構造を仮定した場合の計算をコードを開発した。南海トラフのスロースリップ域で絶対重力計を用いた高精度重力観測を継続し、観測された重力変化が流体移動が起きている場合に考えられる仮説的モデルと矛盾しないことを確認した。群発地震が活発化する能登半島で、地殻流体の挙動を明らかにするための重力観測を実施し、観測データを評価中である。大学院生とともに、石垣島のスロースリップ域に設置した可搬型重力計による連続観測データの取得を継続している。スロースリップに伴う重力変化を捉えるためのノイズ補正手法を高度化するために、浅井戸による地下水観測も開始した。

## 13. 光格子時計の相対論的測地応用

2018年11月より始まった科学技術振興機構事業「クラウド光格子時計による時空間情報基盤の構築」の「相対論的測地応用グループ」の代表として、地震・火山減災のための光格子時計ネットワークによる国土環境監視技術の開発を継続している。光格子時計を用いて重力ポテンシャルの相対論的な変化を検出し、重力場のモデリングと組み合わせることで、GNSSよりも短い計測時間で地殻変動を検出することが可能になる。2021年度は、18桁精度をもつ光格子時計を光ファイバーネットワークで結び、GNSS等の既存の観測網と組み合わせて利用することで、火山体の急速な膨張や微小なスロースリップをより精度よく検出する手法を提案した。

## 14. 沈み込み帯ウェッジマントルにおけるアンチゴライト蛇紋岩の構造推定

本研究では、沈み込み帯においてウェッジマントルと呼ばれる、沈み込むプレートの上方に位置するくさび形の上部マントルが研究対象領域である。ウェッジマントルでは沈み込むプレートから供給される水流体によって含水し、アンチゴライトと呼ばれる蛇紋石の一種が形成することで蛇紋岩(アンチゴライト蛇紋岩)が分布することが予想されている。そのため、含水鉱物であるアンチゴライトやアンチゴライトを含む蛇紋岩の物性や構造を明らかにすることは、含水化したウェッジマントルの物性や構造を理解する上で重要となる。

これまで変形実験や天然の蛇紋岩試料中の観察・分析から、アンチゴライトの結晶軸はウェッジマントルで強く配列する一方で、その結晶軸の配列パターンは複数種類存在している可能性が指摘されている。今年度、昨年度に引き続き国内の複数地域において野外調査、および国内外の天然の蛇紋岩試料を用いたアンチゴライトの結晶方位測定を実施した。今年度、これらの解析も進め、これまでに報告されている複数地域・岩石からのアンチゴライトの結晶軸の配列パターンとの比較から、特定の結晶軸の配列パターンについて形成メカニズムをまとめた。来年度これらの成果を査読付き国際誌へ投稿する予定である。

また蛇紋岩分布領域で温度上昇に伴う脱水分解過程とこれに関連した岩石構造の変化に関しても、天然の蛇紋岩試料の観察・分析からのアプローチに加え、天然の蛇紋岩試料を使用して実験的なアプローチからも調査しており、今

年度これらの研究成果をまとめた。これはウェッジマントルにおける蛇紋岩の脱水過程と構造変化を検討する上で重要な知見が得られる可能性がある。来年度も引き続き実験的なアプローチからもウェッジマントルの構造推定を進め、成果を査読付き国際誌へ投稿する予定である。

## 15. 衝突残留磁化を用いて探る惑星磁場の初期進化史

本研究では、実験により衝突残留磁化強度分布モデルを構築し、そのモデルを使って、地球型惑星の衝突盆地上空で人工衛星により観測された惑星磁場強度記録を読み解き、地球型惑星の磁場強度進化を復元する。そのために研究期間内に、(1)衝突残留磁化着磁実験、(2)衝突実験試料の残留磁化分布測定、(3)衝突磁化強度分布モデルの作成、(4)衝突盆地上空での人工衛星による磁場観測データ取得・解析、を実施する。そして項目3と4の成果を合わせて、(5)衝突イベント時の古惑星磁場強度を復元する、という研究計画である。2021年度までの研究において、以下の成果が得られている。細粒なチタン磁鉄鉱を含む玄武岩試料を用いて衝突磁化着磁実験および回収試料の細分化・残留磁化測定を行い、衝突残留磁化の残留磁化強度および残留磁化安定性が衝突点からの距離に応じて系統的な変化をする事が確認された(上記項目1と2に対応)。衝突計算コードを用いて衝突実験時に玄武岩試料が経験した温度・圧力変化を計算して磁気測定の結果と比較する事で、衝突残留磁化と温度・圧力変化の対応関係を得ることに成功した(Sato et al. 2021, GRLで成果報告)。予想的な解析から、衝突残留磁化強度を衝撃波伝搬時の温度・圧力変化の関数として表現できる可能性が示された(項目3に対応)。人工衛星による磁場観測データとして、月(かぐや、LP)、火星(MGS, MAVEN)、水星(MESSENGER)の磁場観測データを解析用に取得し、クレーター周辺での衝突残留磁化の痕跡を検討するための解析環境の整備を行った(項目4に対応)。

## 16. 乱流的レイリー・ベナール対流の脈動メカニズム

作業流体として液体ガリウムをもちいたレイリー・ベナール対流(RBC)の室内実験結果に対して、それを模擬する数値実験をおこない、対流渦の振動的なふるまいを考察した。液体ガリウムはプラントル数が小さいため、比較的低いレイリー数領域で準定常的な対流から乱流への遷移を観察することができる。上面・下面が正方形の容器で横幅／深さ比が5、レイリー数10の5乗のオーダーのRBC数値シミュレーションを実行したところ、室内実験の計測値をよく再現した。時間平均した流れ場は、容器中央部と4隅の5ヶ所で上昇流(または下降流)が起こるような基本構造だった。これは半平行の渦をもつ2本の対流ロールを1組として、2組のロール対が直交するように配置する渦構造に対応する。これらの4つの渦柱がちょうど縄跳びの縄のようにうねりながら周期的に運動し、結果として流速や熱フラックスの脈動が生じた。この縄跳びの縄のような渦運動は過去の研究ですで見いだされていたが、そこで扱われたのは1本の渦柱のみが発生するような特殊なRBC系で、今回のように複数の渦が協調して振動的な対流を起こすことを示したのは初めてである。この結果は、一般の乱流的RBCにおける大規模循環のダイナミクスを模擬するものと考えられ、対流の振動現象を理解するための重要な知見を与える。

# 5.5 地球生命圏科学講座

## 1. 貝殻らせん成長メカニズムの解明

本年度は以下の4つの項目の研究を主に行った。(1)軟体動物の貝殻基質タンパク質(SMP)の分子進化学的研究、(2)Wnt遺伝子の貝殻形成への関与の分析、(3)クサイロアオガイ(Nipponacmea fuscoviridis)胚への遺伝子導入の技術開発、(4)L. stagnalisのSMP遺伝子の発現非対称性を利用した貝殻形成で重要なSMPの同定。(1)では軟体動物におけるZona pellucidaドメインを含むSMP(EGFZPとEGFL)の構造、機能、進化の解析と、頭足類のオウムガイに含まれるSMPのプロテオーム解析を行い、前者ではEGFZPが他のSMPsと相互作用できることとEGFLがカルサイトの貝殻の進化に関連している可能性が高いことを解明した。後者ではオウムガイが独自のSMPを持つとともに、SMPに含まれるドメインについては、頭足類以外の分類群のSMPと共通するものが多く見られることを明らかにした。(2)では胚をWnt促進剤で処理することで生じた変異個体をCTスキャンで撮像し、それを元に貝殻成長モデルにおけるパラメータ推定を行った。(3)では、lphotrochinとengrailedの2つの遺伝子をターゲットにCRISPR/Cas9のコンストラクトを作成し、受精卵への顕微注入を行った。処理した胚よりDNAを抽出し、PCR/シーケンシングを行うことで、lphotrochin遺伝子においてゲノム編集が起きていることを確認した。(4)では、L. stagnalisの右巻系統と左巻系統の交雑と再度の分離によってゲノムを均一化した左右系統それぞれ3個体ずつを用いて、外套膜をそれぞれ前後左右に4分割し、それ

らの（合計24個の）トランスクリプトームデータを得た。現在それらの比較を行い、前後や左右に特異的に発現する遺伝子の特定を進めている。

## 2. 新規同位体分析法を駆使した石筍古気候記録の定量的解読

本研究の目的はアジアモンスーン地域の西端に位置する日本列島で採集した陸成炭酸塩（石筍、トゥファ、トラバーチン）を用いて、高解像度かつ定量的な古気候情報を抽出することにある。

本年度は炭酸凝集同位体温度計の分析システムを用いて、いくつかの石筍試料について温度の見積もりを行った点にある。1) 広島県神石高原町の石筍については、最終氷期の低い温度と完新世中期の高い温度の間に約8°Cの温度差が認められた。この結果は三重県の石筍酸素同位体比から示唆された温度差と整合的であり、海洋堆積物のアルケノン温度計の結果ともよく合う。2) 新潟県糸魚川の試料からも、完新世と最終氷期の間に有意な温度差が検出された。また、酸素同位体比については最終氷期の値が異様に低く、日本海表層の塩分濃度低下との関連が示唆された。3) 赤外線分光光度計を用いた $^{17}O$ 測定の方法を新たに開発した。4) 石筍から得られた凝集同位体温度は概ね想定される温度より高い。これは欧米からの従来の結果とも合い、石筍特有の性質である可能性もある。

またトゥファについても研究上の進展があった。鹿児島県徳之島では過去200年間連続的に堆積した試料が採集できた。この試料について予察的に酸素・炭素同位体比を測定したところ、西暦1960年代から炭素同位体比が減少する傾向が得られた。これは化石燃料消費によるSuess効果であると見られる。

上記の結果のうち、1) 広島石筍、2) 新潟石筍、3) 赤外分光計の結果については国際誌に公表した。

## 3. エディアカラの海での気候激変と動物進化の因果関係の解明

本研究は「全球凍結後の層状化海洋でのエサの増加が多細胞動物の進化を促した」という独自の仮説を検証するために、海綿・刺胞動物由来の痕跡を含む世界各地のクリオゲニア～エディアカラ系堆積岩を対象に多項目の分析を行うものである。コロナ禍で海外渡航が制限されていたため、今年度は比較検討対象として熊本県天草市および佐賀県唐津市の始新世堆積物についての野外調査を行った。この調査では、土壌成堆積物と湖成堆積物を調査し、組織観察と鉍物・同位体分析結果をもとに、始新世初期には乾燥していた九州地方が始新世後期には湿地が発達するほどの湿潤気候に変化したことを明らかにした。現在、その成果を公表するために論文を執筆中である。また、昨年度調査を行った新潟県糸魚川市の石炭系古カルストについての成果をまとめ国際誌に論文を公表した。調査は出来なかったものの、中国・ブラジル・オーストラリアで採集したサンプルの分析を進めた（古山・白石・奥村・狩野）。中国からは過去のトラバーチン環境を示す試料が見出され、その堆積場の状況について復元し、その成果については国際誌に論文を公表した。また、この研究を主体的に行った学生は、3月に博士号の学位を取得している。ブラジルの試料からはエディアカラ紀前期の微生物岩についてイオウ細菌が持つバイオマーカーが検出され、当時の海洋層状化が示唆された。オーストラリアの試料からはクリオジュニア紀の炭酸塩岩に含まれる海綿様の粒子の構造が詳細に検討され、現在の棘皮動物骨格に見られる微細な穴構造（ステレオーム）があるものと評価された。ステレオームの網目状構造は海綿動物の水管システムとも類似しており、より多くの試料観察を行い、両者の類似性について議論を進める予定である。

## 4. 放射性セシウム担体物質の諸特性に基づくその定量法の開発と汚染土壌等への適用

福島原発事故で放出された放射セシウム（RCs）を担持する物質には、RCsを吸着・固定した土壌中の鉍物粒子と、破損した原子炉から直接飛散したRCs含有ガラス微粒子（CsMP）の2つがあることがこれまでの研究で判っているが、汚染物中のこの2つの存在比やその地域依存性などは未だ明らかでない。本研究では、これらRCs担体物質の諸特性を調べ、その違いを元に試料中放射能におけるCsMPの寄与を定量的に見積もる手法の確立を目指した。前年度までに温塩酸処理による放射能の減少率から農業資材などの全放射能へのCsMPの割合を定量的に算出できることを明らかにした。本年度は環境中の主要な汚染物質である土壌について、そのCsMP定量法の確立を目指した。鉍物粒子に固定されたRCsのみを脱離させる温塩酸処理（100又は500mM、90°C、24時間）の条件は土壌と塩酸の固液比に依存し、200-300 L/g程度の十分な固液比が必要と見積もられた。一方この大きな固液比では、有意な結果が得られる十分な量の土壌試料の処理が実験室では難しいという問題が生じる。そこでこれをクリアするための新たなプロトコルを考案し、その実効性について実験を進めて概ね期待通りの結果を得ることができた。また本年度は、汚染土壌の数Bqに相当する量を15個程度に分取し、測定された放射能の標準偏差を調べることで、CsMPの存在を間接的に推定するという新しい手法を提案し、その実証実験を進めた。福島県の汚染地域で採取した数十cmの土壌コアについて、この標準偏差の深

度依存性を調べると明らかに表面付近の分散が大きく、CsMPは表層に多く存在する可能性を示した。さらにRCsを吸着・固定する可能性の高い福島県地方の表土に含まれるhydroxy-interlayer vermiculite(HIV)の解析を進め、その微細構造やCs吸着特性を調べた。

## 5. 琉球海溝・伊豆小笠原海溝における古津波・古台風に関する研究

琉球列島や伊豆小笠原諸島を主対象として、北西太平洋島嶼部のリーフ上等に存在する台風の高波や津波で打ち上げられた沿岸巨礫データを現地調査により網羅的に収集し、リーフ形成年代や海面水温データと統合し、その堆積過程を明らかにする。調査結果を制約条件として高波・津波数値計算を実施し、巨礫のサイズ・空間分布を説明できる波浪条件(波高・波長)をリーフ形成後の既往最大値として推定し、各地の波浪計算結果に基づき台風と地震の既往最大規模を推定することを目的としている。この目的を達成するため、1) 最新知見と技術による沿岸巨礫の効率的調査法の検討、2) 高波・津波の最大規模の定量的推定法の確立、3) 高波規模を制約とした古台風強度推定法の確立、4) 津波規模を制約とした地震断層モデルの高精度推定法の改良、5) 提案手法の適用期間、技術的・地域的適用限界の把握、6) 沿岸巨礫から得られるハザード情報の防災の現場での活用の6つを主たる課題として掲げている。本年度は、バックパック型LiDARを導入し、八丈島や石垣島において巨礫マッピングを行った。さらに、点群解析用の計算機及び解析ソフトウェア類の整備を行った。その結果、極めて高い精度で巨礫形状を把握できるとともに、周囲の地形も短時間でデータを収集できることがわかった。また、奄美大島において現地調査を実施し、リーフ形成および巨礫堆積の年代推定に資する試料採取を行った。加えて、既往文献収集を行い、古海面水温データの抽出作業を行った。数値計算については、津波または台風の高波で移動する巨礫を、数値モデルを用いて解析し、海底地形と波形、巨礫サイズの関係性について検討を行った。

## 6. 揮発性が異なる元素の気化に伴う同位体分別が拓く環境地球化学の新展開

高栄養塩・低クロロフィル海域における生物一次生産の制限要因の一つとして溶存鉄の不足が挙げられる。海洋表層への主要な鉄供給源として鉱物ダスト等の自然起源鉄が挙げられる一方、人為起源鉄は自然起源鉄に対して発生量は少ないが水への溶解度が高く、重要な鉄の供給源となる可能性がある。しかし、人為起源鉄の海洋表層への寄与の推定は未だ十分になされていない。試料間の鉄安定同位体比を比較することは供給源ごとの寄与推定に有効な手段である。Kurusu et al. (2016)により、微小粒子中に含まれる人為起源鉄が、粗大粒子に対して低い $\delta 56\text{Fe}$ を示すことが明らかとなった。本研究では、様々な人為起源鉄の発生源付近の試料を分析し、低い $\delta 56\text{Fe}$ を示す要因を考察した上で、人為起源鉄の $\delta 56\text{Fe}$ の代表値を用いて、海洋エアロゾルの $\delta 56\text{Fe}$ から人為起源鉄の寄与の推定を行うことを目的とした。

排出源付近の試料はトンネル内、焼却場、製鉄場、野焼きの発生源付近で、海洋エアロゾルは白鳳丸KH-14-3次航海において採取した。人為起源鉄の排出源付近で採取された微小粒子は、燃焼温度の低い野焼きを除き、原料や粗大粒子に対して2-4%程度低い $\delta 56\text{Fe}$ を示した。微小粒子中には10-100 nm程度の球形の鉄(水)酸化物粒子が多く見られ、カルシウム等の難揮発性元素が共存していないことから、高温燃焼の気化の過程で同位体分別が起きたことが示唆された。気化した成分の $\delta 56\text{Fe}$ はおおよそ-4 - -5%であることが見積もられ、Rayleigh分別の式から考えると、(i) 鉄が難揮発性であることと、(ii) 高温で塩化鉄等の分子量の大きな化学種として気化することが、大きな同位体分別の要因であることが示唆された。海洋エアロゾル試料の微小粒子は、粗大粒子よりも1-2%程度低い同位体比を示し、人為起源鉄の影響があることが示唆された。

## 7. 粘土鉱物により放射性核種は還元されるか？ -放射性廃棄物地層処分と関連して-

ウランの地下環境での挙動の解明は、放射性廃棄物の安全な地層処分法の確立において重要である。酸化的环境下ではウランは主に水に溶けやすい $\text{UO}_2^{2+}$ や $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2^{2-}$ 、 $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$ として存在し、還元的な環境では $\text{U}^{4+}$ がイオンポテンシャルの大きな陽イオンで水に非常に溶けにくいいため、 $\text{UO}_2$ などとなり沈殿し、固相に分配される。本研究は、このようなウランの移行に関わる重要な素過程の1つとして、+6価のクロムなど(Wong et al., 2017)で最近報告されている粘土鉱物中の+2価の鉄 $\text{Fe}(\text{II})$ の酸化に伴うウランの還元反応が起きるかを調べることを目的とする。

(研究1)まず室内系でスメクタイトの8面体層中の鉄を還元処理し、様々な条件下でこのスメクタイトに $\text{U}(\text{VI})$ を吸着させ、ウランの化学種をXAFS法で調べた。その結果、還元処理をして、構造中のFeがほぼ+2価となったスメクタ

イトに対する吸着反応でウランは完全にU(IV)になることが分かった。またpH=4でイオン強度が小さい場合に還元が生じ、イオン強度を増加させると還元が起きにくくなることから、この還元は主に層間に吸着された水和ウラニルイオンに対して起きることが分かった。

(研究2)実際の地層中でのウランの形態を知るために、人形峠ウラン鉱山ボーリングコアの花崗岩部位の黒雲母試料や北海道幌延深地層研究センターから入手した地下環境に保存されたベントナイト試料についてもU(VI)を吸着させる実験を行った。その結果、層状ケイ酸塩中のFeは一部還元されており、添加したU(VI)も一部還元されていた。このことは、Fe(II)を構造中に持つ層状ケイ酸塩により、環境中のウランが還元されることを示している。

## 8. 北西太平洋魚類を指標とした水銀安定同位体比の三次元分布解析

水銀安定同位体比は、魚介を介したヒトへの慢性暴露が懸念される水銀について、その起源解析や、魚介の生態情報解析に有効と考えられている。本課題は前年度以前から継続され、とくに北西太平洋地域のカツオ中水銀濃度が他の環太平洋地域と比較して高いこと、その原因がアジア地域からの水銀エミッションの増加によるHg0の沈着量と空間的によく一致することが、大気海洋結合モデルとの比較研究から示唆された。本研究の成果は2022年初頭にPNAS誌に掲載された。

## 9. 北西太平洋海洋生物における鉄安定同位体比のバリエーションとその変動要因

外洋の生物生産の制限因子となる鉄について、藻類に吸収されたのちの生食連鎖を介した移行について定量的に評価する手法を確立するため、鉄安定同位体比の分析法を確立し、北西太平洋で採取された各種海洋生物の網羅分析に応用した。その結果、大型の生物ほど低い同位体比を示すものの、栄養段階との関係は単調ではなく、種差の影響がより大きいことから、代謝過程と安定同位体比の関係精査が重要であることが示された。本研究の一部は2022年度序盤に国際誌に掲載された。

## 10. 脊椎動物の進化形態学研究

前年度までに、四肢動物の胚発生における筋-骨格結合樹立の精密観察により、進化上この結合関係が変化するときの発生基盤の一端が真皮下部に分化する結合組織細胞による筋前駆細胞や筋芽細胞の移動誘導にあることが解明されつつあった。今年度は、既に展開しているニワトリ胚を用いた発生擾乱実験を通して、筋-骨格結合に変異をもたらすこの発生機構の異所的再現実験を展開し、予想通りに結合関係が変異するか、また、どの程度の可塑性をもって変異が生じるのかを検証を試みた。

また、比較形態学的探索の一端として、オーストラリアハイギョにおける肉鰭の筋の発生を解析し、浅内転筋と浅外転筋は、四肢動物における広背筋と胸筋と配置が似ているが、後者と異なり肢芽から体幹部方向へ筋原基が伸長する発生過程(in-out過程)は見られず、この発生機構は四肢動物系統で成立した進化上新しいものである可能性が高いことを示した。

さらに、脊椎動物における筋骨格系の進化的傾向の全容解明に向けて、化石記録にもとづく形態進化過程の解析も展開した。その中で、奇妙な形態で知られるデボン紀パレオスポンディルスの化石についてシンクロトン放射光X線μCTを駆使した精密形態観察をもとに系統解析を行ったところ、幼生的特徴を持つ四肢動物型類であると推定された。このことは、新規の筋-骨格結合(つなぎ変え)が成立した鰭から四肢への移行は、幼生段階を持つ動物で生じたという可能性を示唆する。

## 11. 恐竜-鳥類移行進化における鳥類特有の前肢(翼)筋骨格系の獲得機序の解明

本研究では、鳥類の前肢(翼)の筋骨格系がどのように進化してきたかについて、進化発生学および古生物学の両アプローチから解明を進めた。

進化発生学アプローチとしては、前年度までに進めてきた細胞レベルでの組織学的観察および遺伝子発現解析についてより精密なデータを集め、これまでの発生学的解析を支持する結果を得た。

また、古生物学アプローチとして、前翼膜筋を持つ動物では死後も肘関節が一定の範囲の角度に保たれるとの理論的予測について、統計学的に検証した。まず、中生代および新生代の非恐竜竜弓類(トカゲ、カメ等;前翼

膜筋を欠いていた動物)と新生代のクラウン鳥類(前翼膜を持っていた動物)の関節状態の化石の肘関節角度を比較したところ、有意な差があり、予測通り、前翼膜筋を持つクラウン鳥類は化石化した際に肘関節角度が小さいことが示された。これを指標として、獣脚類の各グレード間で肘関節角度を比較するとともに、系統図上における化石に保存された肘関節角度の変化を解析したところ、前翼膜筋はマニラプトル類の共通祖先で成立していた可能性が高いことが分かった。したがって、前翼膜筋は、翼が進化するよりも前、地上性の祖先的段階の前肢ですでに備わっていたと考えられる。一方、手首関節についても同様に関節した状態の化石における関節角度を計測、統計学的に比較解析したところ、クラウン鳥類では角度が小さいが、これは翼の獲得後、鳥類系統に入って以降に保存される関節角度が狭い範囲に入るようになったものであることが示された。このことより、地上性の獣脚類恐竜と同様に、初期鳥類では、橈骨と尺骨のずれによって手首関節の伸屈を自動制御するしくみが成立しておらず、手首の可動自由度は制限されていなかった可能性が高い。

## 12. 生体分子を用いた黄鉄鉱ナノ粒子の合成法の開発と応用

黄鉄鉱のナノ粒子は優秀な電子のエネルギーバンドギャップを持つことから、蓄電池や太陽光発電に利用できる材料として注目されている。また、希少な元素を必要としないことから環境に負荷をかけず安価に大量に製造が可能と思われている。本研究では黄鉄鉱ナノ粒子を簡便に大量に合成することで、太陽光発電のデバイスに应用することを目的としている。黄鉄鉱ナノ粒子を合成したという報告は数多いが、再現性および安定性の面から実用化は困難であった。応募者らはウロコフネタマガイが硫化鉄の殻と鱗の中に多くの黄鉄鉱ナノ粒子が含まれることに着目し、黄鉄鉱ナノ粒子を生成する機構が生体内にあると考えた。その結果、黄鉄鉱ナノ粒子と相互作用する分子としてミオグロビンと同定し、市販のウマ由来のミオグロビンを用いて水系の溶液で非常に効率よく粒径の揃った黄鉄鉱ナノ粒子を合成することに成功した。本研究では市販のミオグロビンではなく、ウロコフネタマガイ由来のミオグロビンを組み換え体タンパク質として準備し、より粒径の小さい黄鉄鉱ナノ粒子を、高効率で大量に合成する手法を検討した。

## 13. 地下環境におけるマグネタイト生成機構の解明とそれらの重金属元素との相互作用研究

本研究は、地下環境において生物由来ナノ鉱物粒子の一つであるマグネタイトを生成する微生物の分布とその生成メカニズムについて、微生物のゲノム解析手法、培養法、電子顕微鏡観察、結晶構造解析手法を組み合わせることで解明を目指した。その結果から、放射性廃棄物地層処分時の性能評価を行う上で未解決な課題である、地下環境における微生物代謝や微生物由来のナノ鉱物粒子が放射性物質の移行挙動に及ぼす影響について現象モデルを構築し、性能評価の信頼性向上に貢献を目指した。

## 14. 化石DNAのゲノム情報から復元する急激な地球温暖化の海洋生態系への影響

急激に進行する地球温暖化は貧酸素水塊の増加を伴うと予測され、海洋生態系に大きな影響を及ぼすことが危惧されている。過去の気候変動が海洋生態系にどのような影響を与えたか?を理解することは、地球温暖化に対する海洋生態系の応答を予測する上で、重要である。約1万年前の急激な温暖化で日本海の海底付近が貧酸素状態となり、暗色の葉理層が形成したことが知られている。本研究では、1万年前に日本海で堆積した暗色の葉理層を対象に、DNA解析技術を駆使した生態系復元を行うことで、急激な温暖化の影響を受けやすい生物相を明らかにすると共に、微化石記録との比較や全ゲノム増幅法の適用性を検討し海洋生態系の復元法の確立を目指している。

## 15. ナノ地球微生物学:酸化鉄ナノ鉱物の生成・溶解を駆動する微生物から紐解く元素循環

地球表層環境に普遍的に存在するナノサイズの酸化鉄鉱物は、重金属やヒ素など様々な元素を吸着する作用があるため、環境中の元素循環を理解するための鍵となる物質である。この酸化鉄ナノ鉱物は、主に微生物の働きによって生成・溶解されると考えられている。しかしながら、その生成・溶解を駆動する微生物についての知見は、「ごく一部の」培養種の研究に基づいた極めて限定的なものである。本研究では、「多種多様な未培養微生物が酸化鉄ナノ鉱物の生成・溶解を駆動し、地球表層環境における様々な元素の挙動・循環を支配している」という作業仮説の検証を通じて、それらの未培養微生物を分離培養により同定し、地球表層環境における「酸化鉄ナノ鉱物の生成・溶解プロセスの実態」と「微生物-酸化鉄ナノ鉱物-多元素の相互作用」を解明することを目的とする。本研究によって得られる成果は、自然界の元素循環に対する新たな視点を提示するものであり、さらには資源枯渇や環境汚染問題解決へ

向けた応用バイオ技術の飛躍的な発展に貢献する可能性を秘めている。

## 16. 局所ゲノム・鉱物解析による深部岩石環境に生息する極小原核生物の生態解明

深海や地底に代表される深部環境に生息する原核生物は、光合成生物の影響を受けづらいため、地球初期生命や地球外生命との関連性から重要視される。深部花崗岩では、細胞とゲノムのサイズが小さな難培養性原核生物が優占する。しかし、岩石内部での極小原核生物の存在量や分布、代謝については不明である。本研究では、岩石内部に生息する原核生物の空間的分布と細胞サイズを可視化し、細胞周辺の鉱物を解析する方法を組み合わせ、極小原核生物と鉱物との関係性を明らかにする。極小原核生物と鉱物との関係を明らかにした局所部を対象に、ゲノム解析、培養を行い、岩石内部の極小原核生物の活性や代謝様式の特異性を特定を目指している。

## 17. 火星サンプルリターンで不可欠な高感度生命検出技術の開発

惑星保護と科学研究を両立するための生命検出技術開発の3年目として、火星からのリターン試料に有効な高感度有機化合物分析である質量顕微鏡法に関して、火星生命の決定的な証拠を得るための手法を確立させた。具体的には、申請者が微生物の不活化と飛散防止の効果を実証した炭酸カルシウムコーティングと樹脂埋めを組み合わせた処理法を、培養菌体と火星類似岩石試料に適用し、質量顕微鏡で分析する。質量顕微鏡には、レーザー光を照射源にした飛行時間型質量分析計(time-of-flight mass spectrometer; TOF-MS)を用いた。

本年度は火星からのリターン試料の生命検出で想定される高感度高精度分析手法であるMALDI-TOF-MSを、岩石試料に適用した。深海底熱水噴出孔で形成する金属硫化物チムニー内部の微少領域である粒界の、細胞検出部位からの質量分析と分光分析のその場測定技術を駆使して、細胞由来と考えられる有機高分子やアミド基の情報を得ることに成功した。火星からのリターン試料の惑星保護のための安全評価では、生命が存在する確率を算定するために、テストシーケンスと呼ばれる簡易から高感度高精度分析の組み合わせの結果を考慮することが決まっている。顕微ラマン分光とMALDI-TOF-MSを組み合わせ、岩石試料からの生命検出に有効であることを世界に先駆けて実証した成果として、今後地球外生命検出への適用を目指して、成果普及と手法のさらなる簡便化/高感度高精度化に取り組んだ。

## 18. ニアフィールド変遷と核種移行に係る現象理解とモデル開発のためのデータ取得

岩石中の微生物の研究に関する研究助成。岩石の長期変遷が核種移行に及ぼす影響を評価するためのモデルの開発に資するため、日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センター周辺で実施されたポーリング調査による岩石試料を対象に、堆積岩泥岩中に含まれる微生物の分布特性とそれらの元素との相互作用に関する分析評価を行った。

## 19. 微生物を指標とした堆積岩中の水みち調査手法の開発

堆積岩における主要な水みちは、岩盤中の割れ目であると考えられるが、非常にゆっくりとした地下水流動系では基質部もまた、水みちとして重要になる可能性がある。ここでは、地下水は基質部全体を均等に流れるのではなく、空隙の連結部などを選択的に流れると考えられる。基質部における地下水の移動は、岩盤中の物質移行に対して大きな遅延効果をもたらすため、基質部の寄与を評価する手法開発が重要である。そこで、本研究では、岩盤中の地下水流動に対する基質部の寄与の評価手法の開発を目的として、堆積岩における微生物を指標とした基質部の地下水移動経路の評価手法の開発に取り組む。同時に、地下水の水質の形成に寄与する鉱物の抽出に取り組んだ。

微生物活動には水を介した電子の流れが必要であるため、岩石中の微生物が存在する箇所には物質移動を伴う地下水が存在する。この関係性に着目することで、岩石中の水みちを抽出することができる。抽出された水みちに存在する鉱物は、周囲の地下水との相互作用により形成されていると考えられる。一方で、微生物の存在しない領域は現在の環境における水みちとは限られない。このため、岩石を構成する全ての鉱物が周囲の地下水の水質の形成に寄与していると考えられることは、誤った結論を導く可能性がある。微生物を指標とすることで、この可能性を排除することができる。

東京大学は、微生物を指標とした岩盤中の地下水の水みちを抽出する手法を、結晶質岩の割れ目に対して適用した実績を有する。国立研究開発法人日本原子力機構（以下、原子力機構）は、幌延深地層研究計画において得られた堆積岩のコア試料を有している。両機関が連携することで、微生物を指標とした岩盤中の地下水の水みちを抽出する手法を、世界で初めて堆積岩の基質部に適用することが可能になる。

## 20. 発酵微生物のセメント作用を用いた地盤改良技術の実証

軟弱地盤の改良には、従来セメントやポリマー等が用いられてきた。しかし、実施には重機を用いた大掛かりな工程が必要になり、コスト面で適用が困難である。地盤中の微生物代謝を用いて、その場でセメント化するバイオグラウト技術は安価な代替技術として期待されている。従来のバイオグラウト技術では、尿素をウレアーゼと呼ばれる分解酵素で分解する微生物を、尿素を含む栄養分と共に注入して、炭酸カルシウムを形成させる。しかし、尿素分解微生物は地盤環境中で酸素の欠乏や他の微生物との競合に弱いため、その効果が地盤表面に限られることが問題であった。この問題を解決するために、小石川植物園の池の堆積物中に生息する微生物が、尿素分解ではない代謝で、酸素に欠乏する条件でも炭酸カルシウムを形成するか調査した。様々な代謝を試験した結果、琥珀酸発酵によるプロピオン酸と二酸化炭素の形成を介して、微生物が炭酸カルシウムを形成することを明らかにした。さらに、炭酸カルシウムを形成した微生物についてメタゲノム解析を行い、炭酸カルシウム形成に関与する微生物の特定に成功した。その微生物はBacteroidetes門に属する細菌であり、地盤環境に普遍的に分布することが知られる微生物であった。ゲノム中の遺伝子を解析した結果、その微生物のゲノム中には琥珀酸発酵でプロピオン酸と二酸化炭素を生成する遺伝子がコードされており、琥珀酸発酵が炭酸カルシウムの形成に関与する確証が得られた。本研究では、土砂崩壊が深刻な問題である自治体や天然ガスを産出する企業と協力して、地盤や地下水を採取し、それらの試料に琥珀酸と塩化カルシウムを含む栄養分を添加して培養実験を行った。培養実験後は、バルク分析により試料中の液相および固相の変化を明らかにし、空隙や亀裂が炭酸カルシウムで充填されているかについて確認した。

## 21. 革新的バイオグラウト技術の地盤改良への適用検討

東京大学GAP ファンドプログラム第八期(代表:鈴木庸平)と特願2020-149183(地質改良方法及び地質改良用キット)を進展させた研究で、ケミカルグラウト株式会社と共同で特許出願等に関わる研究開発を進めている。

## 22. 福島原発事故により放出された放射性微粒子の環境動態解明に向けた溶解特性評価

昨年度はCsMPの組成を模擬したガラスの合成を実施した。CsMPと同様な組成を持つよう出発物質を調合してペレット状に成形し、リング状のレニウム製ワイヤー上に載せてガスバーナーで炙って固着させた。これを水素と二酸化炭素の混合ガスによって還元雰囲気にした電気炉にて1400°Cで熔融した後、空冷することでガラスを得た。得られたガラスを分析した結果、全体が非晶質で構成されており、組成は概ね目標組成に近いガラスであることが確認できた。またガラス中のFeはほぼ2価で構成されており、CsMPを模擬するに足るガラスの合成が実現した。

本年度は合成した模擬ガラスを用い、純水および海水での溶解実験を実施した。まず模擬ガラスの研磨断面を作製し、その一部をRTVシリコンゴムで被覆した。これにより、模擬ガラスを溶液に浸漬しても被覆部分には溶液が接触しない。このガラスを純水または人工海水に一定時間浸漬した後に回収し、イオン研磨によって断面試料を作製した。被覆した部分としていない部分との間に生じた段差(=ガラスの溶解した深さ)を走査電子顕微鏡によって測長し、さらにガラスの浸漬時間から溶解速度( $\mu\text{m}/\text{day}$ )を算出した。90°Cの人工海水に6日間浸漬した結果1.61  $\mu\text{m}$ の段差が形成され、溶解速度は0.27  $\mu\text{m}/\text{day}$ と推定された。この値は、先行研究で求めた溶解速度0.98  $\mu\text{m}/\text{day}$ とオーダーが一致する。また90°Cの純水に6日間浸漬した場合は段差が認められず、ほとんど溶解が進行していなかった。先行研究でCsMPの純水での溶解速度は非常に遅いことがわかっており、今回の結果と矛盾しない。以上から、模擬ガラスの溶解実験で得られた結果は先行研究を支持するものと言え、これまで明らかにしたCsMPの溶解特性の妥当性が示された。

## 23. メタゲノムを用いた深海微小生物相解析と深海海洋保護区モニタリング

深海の生物多様性や環境に関して、低コストで実施できる簡便なモニタリング法を構築し、海洋保護区(沖合海底自然環境保全地域)の指定やモニタリングの生物情報等の取得に資することを目標に、本年度は、火山砕破物やサンゴ片を含む伊豆小笠原背弧の西七島海嶺沖合海底自然環境保全地域と中マリアナ海嶺・西マリアナ海嶺北部沖合海底自然環境保全地域でのKM21-E06航海に参加し、堆積物および海底面付近の海水を採取し、昨年度に同海域で取得した試料と合わせてDNA抽出とメタバーコーディング手法による多様性解析を実施した。

外洋海山における微生物のアルファ多様性を堆積物、砂や礫、海水について比較し、海水では固相に比べ微生物多様性がどのような多様性指標を用いても低いこと( $p < 0.001$ )、マンガン堆積物では、多くの多様性指標で生物多様性の減少( $p < 0.001$ )が認められた。一方で、堆積物深度や水深では、多様性の違いは見出されなかった。微生物種相当の分類を用いた微生物群集組成は、海水系、堆積物系、マンガン堆積物系に分割されるが、それぞれの環境間で系統的に近縁な生物群の棲み分けが生じていることが示唆され、メタゲノム解析によっても基本代謝機能の共通性が示された。外洋の堆積物では、NitrosopumilalesやMethylomirabialesが共通かつ主要な微生物目として検出され、生態系を支えるエネルギー源としてアンモニアやメタンの重要性が示唆される。

## 24. 房総半島南部に分布する沸石類の成因に関する研究

房総半島に分布する後期鮮新世白浜層中から、特殊な産状を示す沸石群を見出した。これらの沸石群は、これまでに報告のない産状であり、薄片観察、回折 X 線分析、EPMA 分析、炭酸塩炭素酸素同位体組成分析を行った。熱履歴の解明のため泥岩のバイオマーカー分析を行った。

輝沸石とネコ石の共存を白間津南方海岸に分布SH凝灰岩中の軽石中に見出した。軽石層は変質を被り、輝沸石とネコ石が形成されている。輝沸石の空隙を埋める形でネコ石の放射状結晶が観察される。ネコ石は、スカルンや石灰岩の風化鉱物であり、続成作用で形成された例はない。SH凝灰岩層中の層厚 2cm の白色細粒凝灰岩がエリオン沸石化していることを発見した。我が国におけるエリオン沸石の報告は、晶洞鉱物としての記載がほとんどであり、ガラス質凝灰岩層全体がエリオン沸石化している凝灰岩層は知られていない。また、野島崎灯台下の地域では、偽礫となっている泥岩が方沸石化されており、見かけ上、方沸石ノジュールとなっている。これまでの研究で、沸石続成分帯における方沸石ノジュールの存在は大きな謎であり、形成環境の推定、生成メカニズムの解明を行っている。

房総半島白浜層における沸石の鉱物組み合わせは、先行研究で明らかにされた堆積岩中の沸石組み合わせとは大きく異なる。この地域の沸石は、これまで知られていない成因を持つ可能性がある。

## 6 論文および出版物

### 6.1 大気海洋科学講座

#### 原著論文

1. Hibiya T. (2022), A new parameterization of turbulent mixing enhanced over rough seafloor topography, *Geophysical Research Letters*, 49, e2021GL096067, doi:10.1029/2021GL096067.
2. He, Y., Wang, J., Wang, F., & Hibiya, T. (2022), Spatial distribution of turbulent diapycnal mixing along the Mindanao Current inferred from rapid-sampling Argo floats, *Journal of Oceanography*, 78, 35-48, doi:10.1007/s10872-021-00624-3.
3. Wang, Y., Xu, Z., Hibiya, T., Yin, B., & Wang, F. (2021), Radiation path of diurnal internal tides in the northwestern Pacific controlled by refraction and interference, *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 126, e2020JC016972, doi:10.1029/2020JC016972.
4. Takahashi, A., & Hibiya, T. (2021), Influence of the distortion of vertical wavenumber spectra on estimates of turbulent dissipation using the finescale parameterization: observations in the Antarctic circumpolar current, *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 126, e2020JC016613, doi:10.1029/2020JC016613.
5. Yasui, H., K. Sato, and Y. Miyoshi (2021), Roles of Rossby Waves, Rossby-Gravity Waves, and Gravity Waves Generated in the Middle Atmosphere for Interhemispheric Coupling, *J. Atmos. Sci.*, 78, 3867-3888. <https://doi.org/10.1175/JAS-D-21-0045.1>
6. Okui, H., K. Sato, D. Koshin, and S. Watanabe (2021), Formation of a mesospheric inversion layer and the subsequent elevated stratopause associated with the major stratospheric sudden warming in 2018/19, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 126, e2021JD034681. <https://doi.org/10.1029/2021JD034681>
7. Kohma, M., K. Sato, K. Nishimura, and M. Tsutsumi (2021), Weakening of PMWE and Turbulent Energy Dissipation Rates after a Stratospheric Sudden Warming in the Southern Hemisphere in 2019, *Geophys. Res. Lett.*, 48, e2021GL092705. <https://doi.org/10.1029/2021GL092705>
8. Hirano, S., M. Kohma, and K. Sato (2021), Interannual Variability of Stratospheric Final Warming in the Southern Hemisphere and its Tropospheric Origin, *J. Climate*, 34, 6115-6128. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0945.1>
9. McCormack, J. P., V. L. Harvey, N. Pedatella, D. Koshin, K. Sato, L. Coy, S. Watanabe, C. E. Randall, F. Sassi, and L. Holt (2021), Intercomparison of Middle Atmospheric Meteorological Analyses for the Northern Hemisphere Winter 2009–2010, *Atmos. Chem. Phys.*, 21, 17577–17605, <https://doi.org/10.5194/acp-21-17577-2021>.
10. Aoki, K., & Masumoto, Y. (2021). Interpreting Reynolds Stress from Perspective of Eddy Geometry. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 94, 101223, <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2021.101223>
11. Jiang, S., Hashihama, F., Masumoto, Y., Liu, H., Ogawa, H., & Saito H. (2022). Phytoplankton dynamics as a response to physical events in the oligotrophic Eastern Indian Ocean. *Progress in Oceanography*, 203, 102784, <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2022.102784>
12. Ohata, S., Koike, M., Yoshida, A., Moteki, N., Adachi, K., Oshima, N., Matsui, H., Eppers, O., Bozem, H., Zanatta, M., and Herber, A. B. (2021). Arctic black carbon during PAMARCMiP 2018 and previous aircraft experiments in spring. *Atmospheric Chemistry and Physics*, doi:10.5194/acp-2021-349
13. Ohata, S., Mori, T., Kondo, Y., Sharma, S., Hyvärinen, A., Andrews, E., Tunved, P., Asmi, E., Backman, J., Servomaa, H., Veber, D., Eleftheriadis, K., Vratolis, S., Koike, M., Kanaya, Y., Yoshida, A., Moteki, N., Zhao, Y., Matsushita, J., and Oshima, N. (2021). Estimates of mass absorption cross sections of black carbon for filter-based absorption photometers in the Arctic. *Atmospheric Measurement Techniques*, doi:10.5194/amt-2021-166
14. Mori, T., Kondo, Y., Ohata, S., Goto-Azuma, K., Fukuda, K., Ogawa-Tsukagawa, Y., Moteki, N., Yoshida, A., Koike, M., Sinha, P. R., Oshima, N., Matsui, H., Tobo, Y., Yabuki, M., and Aas, W., (2021). Seasonal Variation of Wet Deposition of Black Carbon at Ny-Ålesund, Svalbard. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 126, e2020JD034110, doi:10.1029/2020JD034110
15. Zhang, L., Han, W., Karnauskas, K. B., Li, Y., and Tozuka, T. (2022). Eastward shift of interannual climate variability in the South Indian Ocean since 1950. *Journal of Climate*, 35(2), 561–575. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-21-0356.1>
16. Nakazato, M., Kido, S., and Tozuka, T. (2021). Mechanisms of asymmetry in sea surface temperature anomalies associated with the Indian Ocean Dipole revealed by closed heat budget. *Scientific Reports*, 11, 22546. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01619-2>
17. Kusunoki, H., Kido, S., and Tozuka, T. (2021). Air-sea interaction in the western tropical Pacific and its impact on

- asymmetry of the Ningaloo Niño/Niña. *Geophysical Research Letters*, 48(13), e2021GL093370. <https://doi.org/10.1029/2021GL093370>
18. Zhang, L.-Y., Du, Y., Tozuka, T., and Kido, S. (2021). Revisiting ENSO impacts on the Indian Ocean SST based on a combined linear regression method. *Acta Oceanologica Sinica*, 40(5), 47–57. <https://doi.org/10.1007/s13131-021-1733-2>
  19. Seow, M. X. C., Morioka, Y., and Tozuka, T. (2021). Roles of tropical remote forcing on the South China Sea winter atmospheric and cold tongue variabilities. *Journal of Climate*, 34(10), 4103–4118. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0657.1>
  20. Suematsu, T., & Miura, H. (2022), Changes in the eastward movement speed of the Madden–Julian oscillation with fluctuation in the Walker circulation, *Journal of Climate*, 35, 211–225, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-21-0269.1>
  21. Kohyama, T., Miura H., & Kido, S. (2021), Intensive variability extraction. *Sci. Online Lett. Atmos.*, 17, 246–250. <https://doi.org/10.2151/sola.2021-043>
  22. Kohyama, T., Yamagami Y., Miura H., Kido S., Tatebe H., & Watanabe M. (2021), The Gulf Stream and Kuroshio Current are synchronized. *Science*, 374, 341–346, DOI: 10.1126/science.abh3295
  23. Yamazaki, K., & Miura H. (2021), On the formation mechanism of cirrus banding: Radiosonde observations, numerical simulations, and stability analyses, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 78, 3477–3502, <https://doi.org/10.1175/JAS-D-20-0356.1>
  24. Kohyama, T., Suematsu T., Miura H., & Takasuka D. (2021), A Wall-like sharp downward branch of the Walker circulation above the western Indian Ocean. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126, e2021JD034650. <https://doi.org/10.1029/2021JD034650>
  25. Hung, C.-S., & Miura H. (2021), Ensemble of radiative-convective equilibrium simulations near the aggregated and scattered boundary. *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL095279. <https://doi.org/10.1029/2021GL095279>
  26. Takasuka, D., Kohyama T., Miura H., & Suematsu T. (2021), MJO initiation triggered by amplification of upper-tropospheric dry mixed Rossby-gravity waves. *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL094239. <https://doi.org/10.1029/2021GL094239>
  27. Shibuya, R., Nakano M., Kodama C., Nasuno T., Kikuchi K., Satoh M., Miura H., & Miyakawa T. (2021), Prediction skill of the boreal summer intra-seasonal oscillation in global non-hydrostatic atmospheric model simulations with explicit cloud microphysics. *J. Meteor. Soc. Jpn.*, 99, 973–992. <https://doi.org/10.2151/jmsj.2021-046>
  28. Inoue, T., R. Kavirajan, Satoh M., & Miura H. (2021), On the semidiurnal variation in surface rainfall rate over the tropics in a global cloud-resolving model simulation and satellite observations. *J. Meteor. Soc. Jpn.*, 99, 1371–1388, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2021-066>.
  29. Yamazaki K. (2021), Image Sharpening Method Suitable for Himawari-8 Images, *SOLA*, 17, 224–227, 10.2151/sola.2021-039
  30. Zippel, S. F., Farrar, J. T., Zappa, C. J., Miller, U., Laurent, L. S., Ijichi, T., et al. (2021). Moored turbulence measurements using pulse-coherent Doppler sonar. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 38(9), 1621–1639. <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-21-0005.1>

## 総説

1. "Vinayachandran, P. N., Masumoto, Y., Roberts, M., Hugget, J., Halo, I., Chatterjee, A., Amol, P., Gupta, G. V. M., Singh, A., Mukherjee, A., Prakash, S., Beckley, L., Raes, E., & Hood, R. (2021). Physical and biogeochemical processes associated with upwelling in the Indian Ocean. *Biogeosciences*, 18, 5967–6029, <https://doi.org/10.5194/bg-18-5967-2021>"
2. 升本順夫, 原田尚美 (2021). 海洋の仕組みと変動・変化を理解するための学際的連携 — 海洋研究科学委員会 (SCOR) の役割 —. *学術の動向*, 26 (8), 39–43, [https://doi.org/10.5363/tits.26.8\\_39](https://doi.org/10.5363/tits.26.8_39)
3. Phillips, H. E. et al. (24 authors, 19th author) (2021). Progress in understanding of Indian Ocean circulation, variability, air-sea exchange and impacts on biogeochemistry. *Ocean Science*, 17, 1677–1751. <https://doi.org/10.5194/os-17-1677-2021>
4. 土井 威志, 安中 さやか, 高橋 一生, 渡辺 路生, 東塚 知己, 栗原 晴子 (2021). 海洋学の10年展望2021: 熱帯域海の研究, 30(5), 105–129. [https://doi.org/10.5928/kaiyou.30.5\\_105](https://doi.org/10.5928/kaiyou.30.5_105)
5. 東塚 知己, 三浦 裕亮 (2021). 複雑系である地球気候システムのモデル化による地球温暖化予測, *現代化学*2021年12月号, 29–32.

## 特許

1. 佐藤薫 監訳, BBC グレタ・トゥーンベリ 世界を変える1年の旅1~3, 丸善出版, 2021年12月
2. 佐藤薫 監訳, BBC 気候変動の真実 地球温暖化の影響1~2, 丸善出版, 2021年7月

## 6.2 宇宙惑星科学講座

## 原著論文

1. Takada, M., K. Seki, Y. Ogawa, K. Keika, S. Kasahara, S. Yokota, T. Hori, K. Asamura, Y. Miyoshi, and I. Shinohara, "Low-altitude ion upflow observed by EISCAT and its effects on supply of molecular ions in the ring current detected by Arase (ERG)", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2020JA028951, 2021.
2. Verscharen, D., R.T. Wicks, O. Alexandrova, R. Bruno, D. Burgess, C. H. K. Chen, R. D'Amicis, J. De Keyser, T. Dudok de Wit, L. Franci, J. He, P. Henri, S. Kasahara, Y. Khotyaintsev, K. G. Klein, B. Lavraud, B. A. Maruca, M. Maksimovic, F. Plaschke, S. Poedts, C. S. Reynolds, O. Roberts, F. Sahraoui, S. Saito, C. S. Salem, J. Saur, S. Servidio, J. E. Stawarz, S. Stverak, and D. Told, "A Case for Electron-Astrophysics", *Experimental Astronomy*, doi:10.1007/s10686-021-09761-5, 2021.
3. Kumar, S., Y. Miyoshi, V. K. Jordanova, M. Engel, K. Asamura, S. Yokota, S. Kasahara, Y. Kazama, S.-Y. Wang, T. Mitani, K. Keika, T. Hori, C. Jun, I. Shinohara, "Contribution of electron pressure to ring current and ground magnetic depression using RAM-SCB simulations and Arase observations during 7-8 November 2017 magnetic storm", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2021JA029109, 2021.
4. Yahnin, A. G., T. A. Popova, A. G. Demekhov, A. A. Lubchich, A. Matsuoka, K. Asamura, Y. Miyoshi, S. Yokota, S. Kasahara, K. Keika, T. Hori, F. Tsuchiya, A. Kumamoto, Y. Kasahara, M. Shoji, Y. Kasaba, S. Nakamura, I. Shinohara, H. Kim, S. Noh, T. Raita, "Evening side EMIC waves and related proton precipitation induced by a substorm", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2020JA029091, 2021.
5. Namekawa, T., T. Mitani, K. Asamura, Y. Miyoshi, K. Hosokawa, Y. Ogawa, S. Saito, T. Hori, S. Sugo, O. Kawashima, S. Kasahara, R. Nomura, N. Yagi, M. Fukizawa, T. Sakanai, Y. Saito, A. Matsuoka, I. Shinohara, Y. Fedorenko, A. Nikitenko, C. Koehler, "Rocket Observation of sub-relativistic electrons in the quiet dayside auroral ionosphere", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2020JA028633, 2021.
6. Szabo-Roberts, M., Y. Y. Shprits, H. J. Allison, R. Vasile, A. G. Smirnov, N. A. Aseev, A. Y. Drozdov, Y. Miyoshi, S. G. Claudepierre, S. Kasahara, S. Yokota, T. Mitani, T. Takashima, N. Higashio, T. Hori, K. Keika, S. Imajo, I. Shinohara, "Preliminary Statistical Comparisons of Spin-Averaged Electron Data from Arase and Van Allen Probes Instruments", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2020JA028929, 2021.
7. Miyoshi, Y., K. Hosokawa, S. Kurita, S.-I. Oyama, Y. Ogawa, S. Saito, I. Shinohara, A. Kero, E. Turunen, P. T. Verronen, S. Kasahara, S. Yokota, T. Mitani, T. Takashima, N. Higashio, Y. Kasahara, S. Matsuda, F. Tsuchiya, A. Kumamoto, A. Matsuoka, T. Hori, K. Keika, M. Shoji, M. Teramoto, S. Imajo, C. Jun and S. Nakamura, "Penetration of MeV electrons into the mesosphere accompanying pulsating aurorae", *Sci. Reports.*, doi:10.1038/s41598-021-92611-3, 2021.
8. Park, I., Y. Miyoshi, T. Mitani, T. Hori, T. Takashima, S. Kurita, I. Shinohara, S. Kasahara, S. Yokota, K. Keika, S. G. Claudepierre, M. D. Looper, "Characterization and calibration of high-energy electron instruments onboard the Arase satellite", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2021JA029110, 2021.
9. Kawai, K., K. Shiokawa, Y. Otsuka, S. Oyama, Y. Kasaba, Y. Kasahara, F. Tsuchiya, A. Kumamoto, S. Nakamura, A. Matsuoka, S. Imajo, Y. Kazama, S.-Y., Wang, S.W.Y. Tam, T. F. Chang, B. J. Wang, K. Asamura, S. Kasahara, S. Yokota, K. Keika, T. Hori, Y. Miyoshi, C. Jun, M. Shoji, I. Shinohara, "First simultaneous observation of a nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbance from the ground and a magnetospheric satellite", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2020JA029086, 2021.
10. Kazama, Y., Y. Miyoshi, H. Kojima, Y. Kasahara, S. Kasahara, H. Usui, B.-J. Wang, S.-Y. Wang, S. W. Y. Tam, T. F. Chang, K. Asamura, S. Matsuda, A. Kumamoto, F. Tsuchiya, Y. Kasaba, M. Shoji, A. Matsuoka, M. Teramoto, T. Takashima, I. Shinohara, "Arase observation of simultaneous electron scatterings by upper-band and lower-band chorus emissions", *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2021GL093708, 2021.
11. Goetz, C., H. Gunell, M. Volwerk, A. Beth, A. Eriksson, M. Galand, P. Henri, H. Nilsson, C. Simon Wedlund, M. Alho, L. Andersson, N. Andre, J. De Keyser, J. Deca, Y. Ge, K.-H. Glassmeier, R. Hajra, T. Karlsson, S. Kasahara, I. Kolmasova, K. LLera, H. Madanian, I. Mann, C. Mazelle, E. Odelstad, F. Plaschke, M. Rubin, B. Sanchez-Cano, C. Snodgrass, E. Vigren, "Cometary Plasma Science", *Experimental Astronomy*, doi:10.1007/s10686-021-09783-z, 2021.
12. Miyashita, Y., T.-F. Chang, Y. Miyoshi, T. Hori, A. Kadokura, S. Kasahara, S.-Y. Wang, K. Keika, A. Matsuoka, Y.

- Tanaka, Y. Kasahara, M. Teramoto, C.-W. Jun, K. Asamura, Y. Kazama, S.W.Y. Tam, B.-J. Wang, S. Yokota, A. Kumamoto, F. Tsuchiya, M. Shoji, S. Kurita, S. Imajo, I. Shinohara, "Magnetic field and energetic particle flux oscillations and high-frequency waves deep in the inner magnetosphere during substorm dipolarization: ERG observations" *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2020JA029095, 2021
13. Takahashi, N., K. Seki, M.-C. Fok, Y. Zheng, Y. Miyoshi, S. Kasahara, K. Keika, D. Hartley, Y. Kasahara, Y. Kasaba, N. Higashio, A. Matsuoka, S. Yokota, T. Hori, M. Shoji, S. Nakamura, S. Imajo, I. Shinohara, "Relative Contribution of ULF Waves and Whistler-mode Chorus to the Radiation Belt Variation during the May 2017 Storm", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2020JA028972, 2021.
  14. Artemyev, A., I. Zimovets, I. Sharykin, Y. Nishimura, C. Downs, J. Weygand, R. Fiori, X.-J. Zhang, A. Runov, M. Velli, V. Angelopoulos, O. Panasenco, C. T. Russell, Y. Miyoshi, S. Kasahara, A. Matsuoka, S. Yokota, K. Keika, T. Hori, Y. Kazama, S.-Y. Wang, I. Shinohara, and Y. Ogawa, "Comparative study of electric currents and energetic particle fluxes in a solar flare and earth magnetospheric substorm", *Astron. Phys. J.*, doi:10.3847/1538-4357/ac2dfc, 2021.
  15. Artemyev, A., A.G. Demekhov, X.-J. Zhang, V. Angelopoulos, D. Mourenas, Yu. V. Fedorenko, J. Maninnen, E. Tsai, C. Wilkins, S. Kasahara, Y. Miyoshi, A. Matsuoka, Y. Kasahara, T. Mitani, S. Yokota, K. Keika, T. Hori, S. Matsuda, S. Nakamura, M. Kitahara, T. Takashima, I. Shinohara, "Role of ducting in relativistic electron loss by whistler-mode wave scattering", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2021JA029851, 2021.
  16. Yadav, S., K. Shiokawa, S. Oyama, Y. Inaba, N. Takahashi, K. Seki, K. Keika, T.-F. Chang, S. W. Y. Tam, B.-J. Wang, Y. Kazama, S.-Y. Wang, K. Asamura, S. Kasahara, S. Yokota, T. Hori, Y. Kasaba, F. Tsuchiya, A. Kumamoto, M. Shoji, Y. Kasahara, A. Matsuoka, S. Matsuda, C.-W. Jun, S. Imajo, Y. Miyoshi, I. Shinohara, "Study of an equatorward detachment of auroral arc from the oval using ground-space observations and the BATS-R-US - CIMI model", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2020JA029080, 2021.
  17. Yokota, S., N. Terada, A. Matsuoka, N. Murata, Y. Saito, D. Delcourt, Y. Futaana, K. Seki, M.J. Schaible, K. Asamura, S. Kasahara, H. Nakagawa, M.N. Nishino, R. Nomura, K. Keika, Y. Harada, S. Imajo, "In situ observations of ions and magnetic field around Phobos: The Mass Spectrum Analyzer (MSA) for the Martian Moons eXploration (MMX) mission", *Space Sci. Rev.*, doi:10.21203/rs.3.rs-130696/v1, 2021.
  18. Keika, K., S. Kasahara, S. Yokota, M. Hoshino, K. Seki, T. Amano, L. M. Kistler, M. Nose, Y. Miyoshi, T. Hori, I. Shinohara, "Preferential energization of lower-charge-state heavier ions in the near-Earth magnetotail", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2021JA029786, 2022.
  19. Kawashima, O., T. Morota, M. Ohtake, and S. Kasahara, "Size-frequency measurements of meter-sized craters and boulders in the lunar polar regions for landing-site selections of future lunar polar missions," *Icarus*, doi:10.1016/j.icarus.2022.114938, 2022.
  20. Zhang, X.-J., A. Artemyev, V. Angelopoulos, E. Tsai, C. Wilkins, S. Kasahara, D. Mourenas, S. Yokota, K. Keika, T. Hori, Y. Miyoshi, I. Shinohara, and A. Matsuoka, "Superfast Precipitation of Energetic Electrons in the Radiation Belts of the Earth", *Nature Comms.*, doi:10.1038/s41467-022-29291-8, 2022.
  21. Zhang, X.-J., Artemyev, A., Angelopoulos, V., Tsai, E., Wilkins, C., Kasahara, S., et al. (2022). Superfast precipitation of energetic electrons in the radiation belts of the Earth. *Nature Communications*, 13(1), 1611. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29291-8>
  22. Yadav, S., Shiokawa, K., Oyama, S., Inaba, Y., Takahashi, N., Seki, K., et al. (2021). Study of an Equatorward Detachment of Auroral Arc From the Oval Using Ground - Space Observations and the BATS - R - US-CIMI Model. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126(12). <https://doi.org/10.1029/2020ja029080>
  23. Artemyev, A. V., Demekhov, A. G., Zhang, X.-J., Angelopoulos, V., Mourenas, D., Fedorenko, Y. V., et al. (2021). Role of ducting in relativistic electron loss by whistler-mode wave scattering. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2021JA029851. <https://doi.org/10.1029/2021JA029851>
  24. Takahashi, N., Seki, K., Fok, M.-C., Zheng, Y., Miyoshi, Y., Kasahara, S., Keika, K., et al. (2021). Relative contribution of ULF waves and whistler-mode chorus to the radiation belt variation during the May 2017 storm. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2020JA028972. <https://doi.org/10.1029/2020JA028972>
  25. Artemyev, A., Zimovets, I., Sharykin, I., Nishimura, Y., et al. (2021), Comparative study of electric currents and energetic particle fluxes in a solar flare and Earth magnetospheric substorm, *Astrophys. J.*, 923, 151. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac2dfc>
  26. Miyashita, Y., Chang, T.-F., Miyoshi, Y., Hori, T., Kadokura, A., Kasahara, S., Wang, S., Keika, K., et al. (2021). Magnetic field and energetic particle flux oscillations and high-frequency waves deep in the inner magnetosphere during substorm dipolarization: ERG observations. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2020JA029095. <https://doi.org/10.1029/2020JA029095>
  27. Kitamura, N., Seki, K., Keika, K., Nishimura, Y., Hori, T., Hirahara, M., Lund, E. J., Kistler, L. M., and Strangeway, R. J. (2021), On the relationship between energy input to the ionosphere and the ion outflow flux under different solar zenith angles, *Earth, Planets and Space*, 73:202 <https://doi.org/10.1186/s40623-021-01532-y>.

28. Kawai, K., Shiokawa, K., Otsuka, Y., Oyama, S., Kasaba, Y., Kasahara, Y., et al. (2021). First simultaneous observation of a night time medium-scale traveling ionospheric disturbance from the ground and a magnetospheric satellite. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2020JA029086. <https://doi.org/10.1029/2020JA029086>
29. Saito, Y., Delcourt, D., Hirahara, M. et al. Pre-flight Calibration and Near-Earth Commissioning Results of the Mercury Plasma Particle Experiment (MPPE) Onboard MMO (Mio). *Space Sci Rev* 217, 70 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11214-021-00839-2>.
30. Miyoshi, Y., Hosokawa, K., Kurita, S. et al. (2021), Penetration of MeV electrons into the mesosphere accompanying pulsating aurorae. *Sci. Rep.* 11, 13724, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92611-3>.
31. Szabó-Roberts, M., Shprits, Y. Y., Allison, H. J., Vasile, R., Smirnov, A. G., Aseev, N. A., et al. (2021). Preliminary statistical comparisons of spin-averaged electron data from Arase and Van Allen Probes instruments. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2020JA028929. <https://doi.org/10.1029/2020JA028929>.
32. Inaba, Y., Shiokawa, K., Oyama, S., Otsuka, Y., Connors, M., Schofield, I., et al. (2021). Multi-event analysis of plasma and field variations in source of stable auroral red (SAR) arcs in inner magnetosphere during non-storm-time substorms. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2020JA029081. <https://doi.org/10.1029/2020JA029081>
33. Park, I., Miyoshi, Y., Mitani, T., Hori, T., Takashima, T., Kurita, S., Shinohara, I., Kasahara, S., Yokota, S., Keika, K., Claudepierre, S. G., and Looper, M. D. (2021). Characterization and calibration of high-energy electron instruments onboard the Arase satellite. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2021JA029110. <https://doi.org/10.1029/2021JA029110>
34. Yahnin, A. G., Popova, T. A., Demekhov, A. G., Lubchich, A. A., Matsuoka, A., Asamura, K., Miyoshi, Y., Yokota, S., Kasahara, S., Keika, K., et al. (2021). Eveningside EMIC waves and related proton precipitation induced by a substorm. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2020JA029091. <https://doi.org/10.1029/2020JA029091>.
35. Yokota, S. et al. (2021), In situ observations of ions and magnetic field around Phobos: the mass spectrum analyzer (MSA) for the Martian Moons eXploration (MMX) mission, *Earth, Planets and Science*, doi:10.1186/s40623-021-01452-x.
36. Kumar, S., Miyoshi, Y., Jordanova, V. K., Engel, M., Asamura, K., Yokota, S.,
37. Kasahara, S., Kazama, Y., Wang, S. -Y., Mitani, T., Keika, K., Hori, T., Jun, C., and Shinohara, I. (2021). Contribution of electron pressure to ring current and ground magnetic depression using RAM-SCB simulations and Arase observations during 7–8 November 2017 magnetic storm. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2021JA029109. <https://doi.org/10.1029/2021JA029109>
38. "Keika, K., Kasahara, S., Yokota, S., Hoshino, M., Seki, K., Amano, T., et al. (2022). Preferential energization of lower-charge-state heavier ions in the near-Earth magnetotail. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 127, e2021JA029786. <https://doi.org/10.1029/2021JA029786>"
39. Honda, R., M. Arakawa, Y. Shimaki, K. Shirai, Y. Yokota, T. Kadono, K. Wada, K. Ogawa, K. Ishibashi, N. Sakatani, S. Nakazawa, M. Yasui, T. Morota, S. Kameda, E. Tatsumi, M. Yamada, T. Kouyama, Y. Cho, M. Matsuoka, H. Suzuki, C. Honda, M. Hayakawa, K. Yoshioka, N. Hirata, N. Hirata, H. Sawada, S. Sugita (2021) Resurfacing processes on asteroid (162173) Ryugu caused by an artificial impact of Hayabusa2's Small Carry-on Impactor, *Icarus*, 366, 114530, doi:10.1016/j.icarus.2021.114530.
40. Tanabe, N., Y. Cho, E. Tatsumi, T. Ebihara, K. Yumoto, T. Michikami, H. Miyamoto, T. Morota, C. Honda, P. Michel, K. Otto, O. S. Barnouin, K. Yoshioka, H. Sawada, Y. Yokota, N. Sakatani, M. Hayakawa, R. Honda, S. Kameda, M. Matsuoka, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, K. Ogawa, S. Sugita (2021) Development of image texture analysis technique for boulder distribution measurements: applications to asteroids Ryugu and Itokawa, *Planetary and Space Science*, 204, 105249, doi:10.1016/j.pss.2021.105249.
41. Sugimoto, C., E. Tatsumi, Y. Cho, T. Morota, R. Honda, S. Kameda, Y. Yokota, K. Yumoto, M. Aoki, D. N. DellaGiustina, T. Michikami, T. Hiroi, D. L. Domingue, P. Michel, S. E. Schröder, T. Nakamura, M. Yamada, N. Sakatani, T. Kouyama, C. Honda, M. Hayakawa, M. Matsuoka, H. Suzuki, K. Yoshioka, K. Ogawa, H. Sawada, M. Arakawa, T. Saiki, H. Imamura, Y. Takagi, H. Yano, K. Shirai, Y. Tsuda, A. Nakazawa (2021) High-resolution observations of bright boulders on asteroid Ryugu: 1. Size frequency distribution and morphology, *Icarus*, 369, 114529, doi:10.1016/j.icarus.2021.114529.
42. Sugimoto, C., E. Tatsumi, Y. Cho, T. Morota, R. Honda, S. Kameda, Y. Yokota, K. Yumoto, M. Aoki, D. N. DellaGiustina, T. Michikami, T. Hiroi, D. L. Domingue, P. Michel, S. E. Schröder, T. Nakamura, M. Yamada, N. Sakatani, T. Kouyama, C. Honda, M. Hayakawa, M. Matsuoka, H. Suzuki, K. Yoshioka, K. Ogawa, H. Sawada, M. Arakawa, T. Saiki, H. Imamura, Y. Takagi, H. Yano, K. Shirai, Y. Tsuda, A. Nakazawa (2021) High-resolution observations of bright boulders on asteroid Ryugu: 2. Spectral properties, *Icarus*, 369, 114591, doi:10.1016/j.icarus.2021.114591.

43. Cho, Y., T. Morota, M. Kanamaru, N. Takaki, K. Yumoto, C. M. Ernst, M. Hirabayashi, O. S. Barnouin, E. Tatsumi, K. A. Otto, N. Schmitz, R. J. Wagner, R. Jaumann, H. Miyamoto, H. Kikuchi, R. Hemmi, R. Honda, S. Kameda, Y. Yokota, T. Kouyama, H. Suzuki, M. Yamada, N. Sakatani, C. Honda, M. Hayakawa, K. Yoshioka, M. Matsuoka, T. Michikami, N. Hirata, H. Sawada and S. Sugita (2020) Geologic history and crater morphology of asteroid (162173) Ryugu, *Journal of Geophysical Research (Planet)*, 126, e2020JE006572, doi:10.1029/2020JE006572.
44. Kikuchi, S., T. Saiki, Y. Takei, F. Terui, N. Ogawa, Y. Mimasu, G. Ono, K. Yoshikawa, H. Sawada, H. Takeuchi, H. Ikeda, A. Fujii, S. Sugita, T. Morota, M. Yamada, R. Honda, Y. Yokota, N. Sakatani, S. Kameda, T. Kouyama, N. Hirata, N. Hirata, K. Shirai, K. Kitazato, S. Nakazawa, M. Yoshikawa, S. Tanaka, K. Wada, S. Watanabe, Y. Tsuda (2021) Hayabusa2 pinpoint touchdown near the artificial crater on Ryugu: Trajectory design and guidance performance, *Advances in Space Research*, 68, 3093-3140, doi:10.1016/j.asr.2021.07.031.
45. Yokota, Y., R. Honda, E. Tatsumi, D. L. Domingue, S. E. Schröder, M. Matsuoka, S. Sugita, T. Morota, N. Sakatani, S. Kameda, T. Kouyama, M. Yamada, C. Honda, M. Hayakawa, Y. Cho, T. Michikami, H. Suzuki, K. Yoshioka, H. Sawada, K. Ogawa, K. Yumoto (2020) Opposition observations of 162173 Ryugu: Normal albedo map highlights variations in regolith characteristics, *The Planetary Science Journal*, 2, 177, doi: 10.3847/PSJ/ac14ba.
46. Tatsumi, E., N. Sakatani, L. Riu, M. Matsuoka, R. Honda, T. Morota, S. Kameda, T. Nakamura, M. Zolensky, R. Brunetto, T. Hiroi, S. Sasaki, S. Watanabe, S. Tanaka, J. Takita, C. Pilorget, J. de León, M. Popescu, J. Luis Rizo García, J. Licandro, E. Palomba, D. Domingue, F. Vilas, H. Campins, Y. Cho, K. Yoshioka, H. Sawada, Y. Yokota, M. Hayakawa, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, C. Honda, K. Ogawa, K. Kitazato, N. Hirata, N. Hirata, Y. Tsuda, M. Yoshikawa, T. Saiki, F. Terui, S. Nakazawa, Y. Takei, H. Takeuchi, Y. Yamamoto, T. Okada, Y. Shimaki, K. Shirai, S. Sugita (2021) Blue parent body of asteroid (162173) Ryugu and its 1 hydrothermal history, *Nature Communications*, 12, 5837, doi:10.1038/s41467-021-26071-8.
47. Yada, T., M. Abe, T. Okada, A. Nakato, K. Yogata, A. Miyazaki, K. Hatakeda, K. Kumagai, M. Nishimura, Y. Hitomi, H. Soejima, M. Yoshitake, A. Iwamae, S. Furuya, M. Uesuki, Y. Karouji, T. Usui, T. Hayashi, D. Yamamoto, R. Fukai, S. Sugita, Y. Cho, K. Yumoto, Y. Yabe, J.-P. Bibring, C. Pilorget, V. Hamm, R. Brunetto, L. Riu, L. Rouilit, D. Loizeau, G. Lequertier, A. Moussi-Soffys, S. Tachibana, H. Sawada, R. Okazaki, Y. Takano, K. Sakamoto, Y. N. Miura, H. Yano, T. R. Ireland, T. Yamada, M. Fujimoto, K. Kitazato, N. Namiki, M. Arakawa, N. Hirata, H. Yurimoto, T. Nakamura, T. Noguchi, H. Yabuta, H. Naraoka, M. Ito, E. Nakamura, K. Uesugi, K. Kobayashi, T. Michikami, H. Kikuchi, N. Hirata, Y. Ishihara, K. Matsumoto, H. Noda, R. Noguchi, Y. Shimaki, K. Shirai, K. Ogawa, K. Wada, H. Senshu, Y. Yamamoto, T. Morota, R. Honda, C. Honda, Y. Yokota, M. Matsuoka, N. Sakatani, E. Tatsumi, A. Miura, M. Yamada, A. Fujii, C. Hirose, S. Hosoda, H. Ikeda, T. Iwata, S. Kikuchi, Y. Mimasu, O. Mori, N. Ogawa, G. Ono, T. Shimada, S. Soldini, T. Takahashi, Y. Takei, H. Takeuchi, R. Tsukizaki, K. Yoshikawa, F. Terui, S. Nakazawa, S. Tanaka, T. Saiki, M. Yoshikawa, S. Watanabe, Y. Tsuda (2021) Preliminary analysis of the Hayabusa2 samples returned from C-type asteroid Ryugu, *Nature Astronomy*, doi:10.1038/s41550-021-01550-6.
48. Kanamaru, M., S. Sasaki, T. Morota, Y. Cho, E. Tatsumi, M. Hirabayashi, N. Hirata, H. Senshu, Y. Shimaki, N. Sakatani, S. Tanaka, T. Okada, T. Usui, S. Sugita, S. Watanabe (2021) YORP effect on asteroid 162173 Ryugu: Implications for the dynamical history, *Journal of Geophysical Research (Planet)*, 126, doi:10.1029/2021JE006863.
49. Kuramoto, K., Y. Kawakatsu, M. Fujimoto, A. Araya, M. A. Barucci, H. Genda, N. Hirata, H. Ikeda, T. Imamura, J. Helbert, S. Kameda, M. Kobayashi, H. Kusano, D. J. Lawrence, K. Matsumoto, P. Michel, H. Miyamoto, T. Morota, H. Nakagawa, T. Nakamura, K. Ogawa, H. Otake, M. Ozaki, S. Russel, S. Sasaki, H. Sawada, H. Senshu, S. Tachibana, N. Terada, S. Ulamec, T. Usui, K. Wada, S. Watababe, S. Yokota (2022) Martian Moons Exploration MMX: Sample Return Mission to Phobos Elucidating Formation Processes of Habitable Planets, *Earth, Planets and Space*, 74, 12, doi.org/10.1186/s40623-021-01545-7.
50. Tachibana, S., H. Sawada, R. Okazaki, Y. Takano, K. Sakamoto, Y. N. Miura, C. Okamoto, H. Yano, S. Yamanouchi, P. Michell, Y. Zhang, S. Schwartz, F. Thuillet, H. Yurimoto, T. Nakamura, T. Noguchi, H. Yabuta, H. Naraoka, A. Tsuchiyama, N. Imae, K. Kurosawa, A. M. Nakamura, K. Ogawa, S. Sugita, T. Morota, R. Honda, S. Kameda, E. Tatsumi, Y. Cho, K. Yoshioka, Y. Yokota, M. Hayakawa, M. Matsuoka, N. Sakatani, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, C. Honda, T. Yoshimitsu, T. Kubota, H. Demura, T. Yada, M. Nishimura, K. Yogata, A. Nakato, M. Yoshitake, A. Iwamae, S. Furuya, K. Hatakeda, A. Miyazaki, K. Kumagai, T. Okada, M. Abe, T. Usui, T. R. Ireland, M. Fujimoto, T. Yamada, M. Arakawa, H. C. Connolly, Jr., A. Fujii, S. Hasegawa, N. Hirata, N. Hirata, C. Hirose, S. Hosoda, Y. Iijima, H. Ikeda, M. Ishiguro, Y. Ishihara, T. Iwata, S. Kikuchi, K. Kitazato, D. S. Loretta, G. Libourel, B. Marty, K. Matsumoto, T. Michikami, Y. Mimasu, A. Miura, O. Mori, K. Nakamura-Messenger, N. Namiki, A. Nguyen, L. R. Nittler, H. Noda, R. Noguchi, N. Ogawa, G. Ono, M. Ozaki, H. Senshu, T. Shimada, Y. Shimaki, K. Shirai, S. Soldini, T. Takahashi, Y. Takei, H. Takeuchi, R. Tsukizaki, K. Wada, T. Yamaguchi, Y. Yamamoto, K. Yoshikawa, K. Yumoto, M. E. Zolensky, S. Nakazawa, F. Terui, S. Tanaka, T. Saiki, M. Yoshikawa, S. Watanabe, Y. Tsuda (2022) Pebbles and sand on asteroid (162173) Ryugu: in situ observation and particles returned to Earth, *Science*, 375, 1011-1016, doi: 10.1126/science.abj8624.
51. Kikuchi, S., N. Ogawa, O. Moria, T. Saikia, Y. Takei, F. Teruia, G. Ono, Y. Mimasu, K. Yoshikawa, S. Van Wal, H. Takeuchi, H. Ikeda, A. Fujii, Y. Takao, T. Kusumoto, N. Hirata, N. Hirata, K. Shirai, T. Kouyama, S. Kameda, M. Yamada, S. Nakazawa, M. Yoshikawa, S. Tanaka, S. Sugita, S. Watanabe, Y. Tsuda (2021), Ballistic deployment of the Hayabusa2 artificial landmarks in the microgravity environment of Ryugu, *Icarus*, 358, 114220,

<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2020.114220>

52. Thuillet, F., Y. Zhang, P. Michel, J. Biele, S. Kameda, S. Sugita, E. Tatsumi, S. R. Schwartz, and R.-L. Ballouz (2021), Numerical modeling of lander interaction with a low-gravity asteroid regolith surface: II. Interpreting the successful landing of Hayabusa2 MASCOT, *Astron. Astrophys.*, 648, A56, (11 pp), <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201936128>
53. Schröder, S. E., K. Otto, H. Scharf, K.-D. Matz, N. Schmitz, F. Scholten, S. Mottola, F. Trauthan, A. Koncz, H. Michaelis, R. Jaumann, T.-M. Ho, H. Yabuta, and S. Sugita (2021), Spectrophotometric Analysis of the Ryugu Rock Seen by MASCOT: Searching for a Carbonaceous Chondrite Analog, *Planet. Sci. J.*, 2:58 (13pp), <https://doi.org/10.3847/PSJ/abbb97>
54. Tabata, H., Sekine, Y., Kanzaki, Y., Sugita, S., 2021, An experimental study of photo-oxidation of Fe(II): Implications for the formation of Fe(III) (hydro)oxides on early Mars and Earth, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 299, 35–51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gca.2021.02.006>
55. Kameda, S., Y. Yokota, T. Kouyama, E. Tatsumi, M. Ishida, T. Morota, R. Honda, N. Sakatani, M. Yamada, M. Matsuoka, H. Suzuki, Y. Cho, M. Hayakawa, C. Honda, H. Sawada, K. Yoshioka, K. Ogawa, S. Sugita (2021). Improved method of hydrous mineral detection by latitudinal distribution of 0.7- $\mu$  m surface reflectance absorption on the asteroid Ryugu, *Icarus*, 114348. [10.1016/j.icarus.2021.114348](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114348)
56. Kouyama, T., E. Tatsumi, Y. Yokota, K. Yumoto, M. Yamada, R. Honda, S. Kameda, H. Suzuki, N. Sakatani, M. Hayakawa, T. Morota, M. Matsuoka, Y. Cho, C. Honda, H. Sawada, K. Yoshioka, S. Sugita (2021). Post-arrival calibration of Hayabusa2's optical navigation cameras (ONCs): Severe effects from touchdown events. *Icarus*, 114353. [10.1016/j.icarus.2021.114353](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114353)
57. Hirabayashi M., Mimasu Y., Sakatani N., Watanabe S., Tsuda Y., Saiki T., Kikuchi S., Kouyama T., Yoshikawa M., Tanaka S., Nakazawa S., Takei Y., Terui F., Takeuchi H., Fujii A., Iwata T., Tsumura K., Matsuura S., Shimaki Y., Urakawa S., Ishibashi Y., Hasegawa S., Ishiguro M., Kuroda D., Okumura S., Sugita S., Okada T., Kameda S., Kamata S., Higuchi A., Senshu H., Noda H., Matsumoto K., Suetsugu R., Hirai T., Kitazato K., Farnocchia D., Naidu S.P., Tholen D.J., Hergenrother C.W., Whiteley R.J., Moskowitz N.A., Abell P.A., the Hayabusa2 extended mission study group (2021), Hayabusa2 extended mission: New voyage to rendezvous with a small asteroid rotating with a short period, *Adv. Sp. Res.*, 68, 1533-1555, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.03.030>
58. Sakatani, N., S. Tanaka, T. Okada, T. Fukuhara, L. Riu, S. Sugita, R. Honda, T. Morota, S. Kameda, Y. Yokota, E. Tatsumi, K. Yumoto, N. Hirata, A. Miura, T. Kouyama, H. Senshu, Y. Shimaki, T. Arai, J. Takita, H. Demura, T. Sekiguchi, T. G. Müller, A. Hagermann, J. Biele, M. Grott, M. Hamm, M. Delbo, W. Neumann, M. Taguchi, Y. Ogawa, T. Matsunaga, T. Wada, S. Hasegawa, J. Helbert, N. Hirata, R. Noguchi, M. Yamada, H. Suzuki, C. Honda, K. Ogawa, M. Hayakawa, K. Yoshioka, M. Matsuoka, Y. Cho, H. Sawada, K. Kitazato, T. Iwata, M. Abe, M. Ohtake, S. Matsuura, K. Matsumoto, H. Noda, Y. Ishihara, K. Yamamoto, A. Higuchi, N. Namiki, G. Ono, T. Saiki, H. Imamura, Y. Takagi, H. Yano, K. Shirai, C. Okamoto, S. Nakazawa, Y. Iijima, M. Arakawa, K. Wada, T. Kadono, K. Ishibashi, F. Terui, S. Kikuchi, T. Yamaguchi, N. Ogawa, Y. Mimasu, K. Yoshikawa, T. Takahashi, Y. Takei, A. Fujii, H. Takeuchi, Y. Yamamoto, C. Hirose, S. Hosoda, O. Mori, T. Shimada, S. Soldini, R. Tsukizaki, M. Ozaki, S. Tachibana, H. Ikeda, M. Ishiguro, H. Yabuta, M. Yoshikawa, S. Watanabe, and Y. Tsuda (2021) Anomalous porous boulders on (162173) Ryugu as primordial materials from its parent body, *Nature Astron.*, 5, 766-744, <https://doi.org/10.1038/s41550-021-01371-7>
59. Cho, Y., T. Morota, M. Kanamaru, N. Takaki, K. Yumoto, C. M. Ernst, M. Hirabayashi, O. S. Barnouin, E. Tatsumi, K. A. Otto, N. Schmitz, R. J. Wagner, R. Jaumann, H. Miyamoto, H. Kikuchi, R. Hemmi, R. Honda, S. Kameda, Y. Yokota, T. Kouyama, H. Suzuki, M. Yamada, N. Sakatani, C. Honda, M. Hayakawa, K. Yoshioka, M. Matsuoka, T. Michikami, N. Hirata, H. Sawada and S. Sugita, *Geologic History and Crater Morphology of Asteroid (162173) Ryugu*, *J. Geophys. Res.*, 126, e2020JE006572. <https://doi.org/10.1029/2020JE006572>
60. Honda, R., M. Arakawa, Y. Shimaki, K. Shirai, Y. Yokota, T. Kadono, K. Wada, K. Ogawa, K. Ishibashi, N. Sakatani, S. Nakazawa, M. Yasui, T. Morota, S. Kameda, E. Tatsumi, M. Yamada, T. Kouyama, Y. Cho, M. Matsuoka, H. Suzuki, C. Honda, M. Hayakawa, K. Yoshioka, N. Hirata, H. Sawada, S. Sugita, T. Saiki, H. Imamura, Y. Takagi, H. Yano, C. Okamoto, Y. Tsuda, Y. Iijima (2021), Resurfacing processes on asteroid (162173) Ryugu caused by an artificial impact of Hayabusa2's Small Carry-on Impactor, *Icarus*, 366, 114530, <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114530>
61. Roberts, J.H., O.S. Barnouin, M. G. Daly, K.J. Walsh, M.C. Nolan, R.T. Daly, P. Michel, Y. Zhang, M.E. Perry, G.A. Neumann, J.A. Seabrook, R.W. Gaskell, E.E. Palmer, J.R. Weirich, S. Watanabe, N. Hirata, Na Hirata, S. Sugita, D.J. Scheeres, J.W. McMahon, D.S. Laretta (2021), Rotational states and shapes of Ryugu and Bennu: Implications for interior structure and strength, *Planet. Sp. Sci.*, 204, 105268, <https://doi.org/10.1016/j.pss.2021.105268>
62. Tanabe, N., Y. Cho, E. Tatsumi, T. Ebihara, K. Yumoto, T. Michikami, H. Miyamoto, T. Morota, C. Honda, P. Michel, K. A. Otto, O. S. Barnouin, K. Yoshioka, H. Sawada, Y. Yokota, N. Sakatani, M. Hayakawa, R. Honda, S. Kameda, M. Matsuoka, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, K. Ogawa, S. Sugita (2021), Development of image texture analysis technique for boulder distribution measurements: applications to asteroids Ryugu and Itokawa, *Planet. Sp. Sci.*, 105249. <https://doi.org/10.1016/j.pss.2021.105249>

63. Yokota, Y., R. Honda, E. Tatsumi, D. Domingue, S. Schröder, M. Matsuoka, T. Morota, N. Sakatani, S. Kameda, T. Kouyama, M. Yamada, C. Honda, M. Hayakawa, Y. Cho, T. Michikami, H. Suzuki, K. Yoshioka, H. Sawada, K. Ogawa, K. Yumoto, and S. Sugita, Opposition Observations of 162173 Ryugu: Normal Albedo Map Highlights Variations in Regolith Characteristics, *Planet. Sci. J.* 2 177 (32 pp.) <https://doi.org/10.3847/PSJ/ac14ba>
64. Kikuchi, S., Sei-ichiro Watanabe, Takanao Saiki, Hikaru Yabuta, Seiji Sugita, Tomokatsu Morota, Naru Hirata, Naoyuki Hirata, Tatsuhiro Michikami, Chikatoshi Honda, Yashuhiro Yokota, Rie Honda, Naoya Sakatan, Tatsuaki Okada, Yuri Shimaki, Koji Matsumoto, Rina Noguchi, Yuto Takei, Fuyuto Terui, Naoko Ogawa, Kent Yoshikawa, Go Ono, Yuya Mimasu, Hirotaka Sawada, Hitoshi Ikeda, Chikako Hirose, Tadateru Takahashi, Atsushi Fujii, Tomohiro Yamaguchi, Yoshiaki Ishihara, Tomoki Nakamura, Kohei Kitazato, Koji Wada, Shogo Tachibana, Eri Tatsumi, Moe Matsuoka, Hiroki Senshu, Shingo Kameda, Toru Kouyama, Manabu Yamada, Kei Shirai, Yuichiro Cho, Kazunori Ogawa, Yukio Yamamoto, Akira Miura, Takahiro Iwata, Noriyuki Namiki, Masahiko Hayakawa, Masanao Abe, Satoshi Tanaka, Makoto Yoshikawa, Satoru Nakazawa, Yuichi Tsuda, (2021) Hayabusa2 Pinpoint Touchdown near the Artificial Crater on Ryugu: Trajectory Design and Guidance Performance, *Adv. Sp. Sci.*, 68, 3093-3140, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.07.031>
65. Sugimoto, C., E. Tatsumi, Y. Cho, T. Morota, R. Honda, S. Kameda, Y. Yokota, K. Yumoto, M. Aoki, D. N. DellaGiustina, T. Michikami, T. Hiroi, D. L. Domingue, P. Michel, S. E. Schröder, T. Nakamura, M. Yamada, N. Sakatani, T. Kouyama, C. Honda, M. Hayakawa, M. Matsuoka, H. Suzuki, K. Yoshioka, K. Ogawa, H. Sawada, M. Arakawa, T. Saiki, H. Imamura, Y. Takagi, H. Yano, K. Shirai, C. Okamoto, Y. Tsuda, S. Nakazawa, Y. Iijima, and S. Sugita (2021), High-Resolution Observations of Bright Boulders on Asteroid Ryugu: 1. Size Distribution and Morphology, *Icarus*, 369, 114529. <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114529>
66. Sugimoto, C., E. Tatsumi, Y. Cho, T. Morota, R. Honda, S. Kameda, Y. Yokota, K. Yumoto, M. Aoki, D. N. DellaGiustina, T. Michikami, T. Hiroi, D. L. Domingue, P. Michel, S. E. Schröder, T. Nakamura, M. Yamada, N. Sakatani, T. Kouyama, C. Honda, M. Hayakawa, M. Matsuoka, H. Suzuki, K. Yoshioka, K. Ogawa, H. Sawada, M. Arakawa, T. Saiki, H. Imamura, Y. Takagi, H. Yano, K. Shirai, C. Okamoto, Y. Tsuda, S. Nakazawa, Y. Iijima, and S. Sugita (2021), High-Resolution Observations of Bright Boulders on Asteroid Ryugu:2. Spectral Properties, *Icarus*, 369, 114591. <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114591>
67. Noda, H., H. Senshu, K. Matsumoto, N. Namiki, T. Mizuno, S. Seiji, S. Abe, Hiroshi Araki, K. Asari, Y. Cho, A. Fujii, M. Hayakawa, A. Higuchi, N. Hirata, N. Hirata, C. Honda, R. Honda, Y. Ishihara, S. Kameda, S. Kikuchi, T. Kouyama, M. Matsuoka, Y. Mimasu, T. Morota, S. Nakazawa, K. Ogawa, N. Ogawa, G. Ono, S. Oshigami, T. Saiki, N. Sakatani, S. Sasaki, H. Sawada, Makoto Shizugami, Hidehiko Suzuki, Tadateru Takahashi, Yuto Takei, Satoshi Tanaka, Eri Tatsumi, Fuyuto Terui, M. Tsuda, S. T., S. Watanabe, M. Yamada, R. Yamada, T. Yamaguchi, K. Yamamoto, Y. Yokota, F. Yoshida, K. Yoshikawa, M. Yoshikawa, K. Yoshioka (2020), Alignment determination of the Hayabusa2 laser altimeter (LIDAR), *Earth Planet Sci.*, 73, 21 (pp.15). 10.1186/s40623-020-01342-8
68. Kurokawa, H., Y. N. Miura, S. Sugita, Y. Cho, F. Leblanc, N. Terada, H. Nakagawa (2021), Mars' atmospheric neon suggests volatile-rich primitive mantle, *Icarus*, 370, 114685, <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114685>
69. Tatsumi E., N. Sakatani, L. Riu, M. Matsuoka, R. Honda, T. Morota, S. Kameda, T. Nakamura, M. Zolensky, R. Brunetto, T. Hiroi, S. Sasaki, S. Watanabe, S. Tanaka, J. Takita, C. Pilorget, J. de León, M. Popescu, J. L. Rizos, J. Licandro, E. Palomba, D. Domingue, F. Vilas, H. Campins, Y. Cho, Kazuo Y., H. Sawada, Y. Yokota, M. Hayakawa, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, C. Honda, K. Ogawa, K. Kitazato, N. Hirata, N. Hirata, Y. Tsuda, M. Yoshikawa, T. Saiki, F. Terui, S. Nakazawa, Y. Takei, H. Takeuchi, Y. Yamamoto, T. Okada, Y. Shimaki, K. Shirai, Seiji Sugita (2021) Spectrally blue hydrated parent body of asteroid (162173) Ryugu, *Nat. Commun.* 12, 5837 pp. 13. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26071-8>
70. Yada, T., Masanao Abe, Tatsuaki Okada, Aiko Nakato, Kasumi Yogata, Akiko Miyazaki, Kentaro Hatakeda, Kazuya Kumagai, Masahiro Nishimura, Yuya Hitomi, Hiromichi Soejima, Miwa Yoshitake, Ayako Iwamae, Shizuho Furuya, Masayuki Uesugi, Yuzuru Karouji, Tomohiro Usui, Tasuku Hayashi, Daiki Yamamoto, Ryota Fukai, Seiji Sugita, Yuichiro Cho, Koki Yumoto, Yuna Yabe, Jean-Pierre Bibring, Cedric Pilorget, Vincent Hamm, Rosario Brunetto, Lucie Riu, Lionel Lourit, Damien Loizeau, Guillaume Lequertier, Aurelie Moussi-Soffys, Shogo Tachibana, Hirotaka Sawada, Ryuji Okazaki, Yoshinori Takano, Kanako Sakamoto, Yayoi N. Miura, Hajime Yano, Trevor R. Ireland, Tetsuya Yamada, Masaki Fujimoto, Kohei Kitazato, Noriyuki Namiki, Masahiko Arakawa, Naru Hirata, Hisayoshi Yurimoto, Tomoki Nakamura, Takaaki Noguchi, Hikaru Yabuta, Hiroshi Naraoka, Motoo Ito, Eizo Nakamura, Kentaro Uesugi, Katsura Kobayashi, Tatsuhiro Michikami, Hiroshi Kikuchi, Naoyuki Hirata, Yoshiaki Ishihara, Koji Matsumoto, Hirotomo Noda, Rina Noguchi, Yuri Shimaki, Kei Shirai, Kazunori Ogawa, Koji Wada, Hiroki Senshu, Yukio Yamamoto, Tomokatsu Morota, Rie Honda, Chikatoshi Honda, Yasuhiro Yokota, Moe Matsuoka, Naoya Sakatani, Eri Tatsumi, Akira Miura, Manabu Yamada, Atsushi Fujii, Chikako Hirose, Satoshi Hosoda, Hitoshi Ikeda, Takahiro Iwata, Shota Kikuchi, Yuya Mimasu, Osamu Mori, Naoko Ogawa, Go Ono, Takanobu Shimada, Stefania Soldini, Tadateru Takahashi, Yuto Takei, Hiroshi Takeuchi, Ryudo Tsukizaki, Kent Yoshikawa, Fuyuto Terui, Satoru Nakazawa, Satoshi Tanaka, Takanao Saiki, Makoto Yoshikawa, Sei-ichiro Watanabe & Yuichi Tsuda, (2021) Preliminary analysis of the Hayabusa2 samples returned from C-type asteroid Ryugu, *Nat. Astr.* <https://doi.org/10.1038/s41550-021-01550-6>
71. Pilorget, C., T. Okada, V. Hamm, R. Brunetto, T. Yada, D. Loizeau, L. Riu, T. Usui, A. Moussi-Soffys, K. Hatakeda,

- A. Nakato, K. Yogata, M. Abe, A. Aléon-Toppani, J. Carter, M. Chaigneau, B. Crane, B. Gondet, K. Kumagai, Y. Langevin, C. Lantz, T. Le Pivert-Jolivet, G. Lequertier, L. Lourit, A. Miyazaki, M. Nishimura, F. Poulet, M. Arakawa, N. Hirata, K. Kitazato, S. Nakazawa, N. Namiki, T. Saiki, S. Sugita, S. Tachibana, S. Tanaka, M. Yoshikawa, Y. Tsuda, S. Watanabe & J.-P. Bibring, (2021) First compositional analysis of Ryugu samples by the MicrOmega hyperspectral microscope, *Nat. Astr.* <https://doi.org/10.1038/s41550-021-01549-z>
72. Kanamaru, M., S. Sasaki, T. Morota, Y. Cho, E. Tatsumi, M. Hirabayashi, N. Hirata, H. Senshu, Y. Shimaki, N. Sakatani, S. Tanaka, T. Okada, T. Usui, S. Sugita, S. Watanabe (2021) YORP Effect on Asteroid 162173 Ryugu: Implications for the Dynamical History, *J. Geophys. Res. Planet.*, 126, e2021JE006863. <https://doi.org/10.1029/2021JE006863>
73. Hamm, M., M. Grott, H. Senshu, J. Knollenberg, J. de Wiljes, V. E. Hamilton, F. Scholten, K. D. Matz, H. Bates, A. Maturilli, Y. Shimaki, N. Sakatani, W. Neumann, T. Okada, F. Preusker, S. Elgner, J. Helbert, E. Kührt, T.-M. Ho, S. Tanaka, R. Jaumann, S. Sugita (2022), Mid-Infrared Emissivity of Partially Dehydrated Asteroid (162173) Ryugu Shows Strong Signs of Aqueous Alteration, *Nat. Commun.* 12, 364. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28051-y>
74. Takaki, N., Y. Cho, T. Morota, E. Tatsumi, R. Honda, S. Kamdea, Y. Yokota, N. Sakatani, T. Kouyama, M. Hayakawa, M. Matsuoka, M. Yamada, C. Honda, H. Suzuki, K. Yoshioka, K. Ogawa, H. Sawada, P. Michel, S. Sugita (2022), Resurfacing processes constrained by crater distribution on Ryugu, *Icarus*, 114911. <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.114911>
75. Tachibana S., H. Sawada, R. Okazaki, Y. Takano, K. Sakamoto, Y. N. Miura, C. Okamoto, H. Yano, S. Yamanouchi, P. Michel, Y. Zhang, S. Schwartz, F. Thuillet, H. Yurimoto, T. Nakamura, T. Noguchi, H. Yabuta, H. Naraoka A. Tsuchiyama, N. Imae, K. Kurosawa, A. M. Nakamura, K. Ogawa, S. Sugita, T. Morota, R. Honda, S. Kameda, E. Tatsumi, Y. Cho, K. Yoshioka, Y. Yokota, M. Hayakawa, M. Matsuoka, N. Sakatani, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, C. Honda, T. Yoshimitsu, T. Kubota, H. Demura, T. Yada, M. Nishimura, K. Yogata, A. Nakato, M. Yoshitake, A. I. Suzuki, S. Furuya, K. Hatakeda, A. Miyazaki, K. Kumagai, T. Okada, M. Abe, T. Usui, T. R. Ireland, M. Fujimoto, T. Yamada, M. Arakawa, H. C. Connolly Jr., A. Fujii, S. Hasegawa, N. Hirata, N. Hirata, C. Hirose, S. Hosoda, Y. Iijima, H. Ikeda, M. Ishiguro, Y. Ishihara, T. Iwata, S. Kikuchi, K. Kitazato, D. S. Lauretta, G. Libourel, B. Marty, K. Matsumoto, T. Michikami, Y. Mimasu, A. Miura, O. Mori, K. Nakamura-Messenger, N. Namiki, A. N. Nguyen, L. R. Nittler, H. Noda, R. Noguchi, N. Ogawa, G. Ono, M. Ozaki, H. Senshu, T. Shimada, Y. Shimaki, K. Shirai, S. Soldini, T. Takahashi, Y. Takei, H. Takeuchi, R. Tsukizaki, K. Wada, Y. Yamamoto, K. Yoshikawa, K. Yumoto, M. E. Zolensky, S. Nakazawa, F. Terui, S. Tanaka, T. Saiki, M. Yoshikawa, S. Watanabe, Y. Tsuda (2022), Pebbles and sand on asteroid (162173) Ryugu: In situ observation and particles returned to Earth, *Science*, abj8624 <https://doi.org/10.1126/science.abj8624>
76. Michikami, T., A. Hagermann, T. Morota, Y. Yokota, S. Urakawa, H. Okamura, N. Tanabe, K. Yumoto, T. Ebihara, Y. Cho, C. M Ernst, M. Hayakawa, M. Hirabayashi, N. Hirata, C. Honda, R. Honda, S. Kameda, M. Kanamaru, H. Kikuchi, S. Kikuchi, T. Kouyama, M. Matsuoka, H. Miyamoto, T. Noguchi, R. Noguchi, K. Ogawat. T. Okada, N. Sakatani, S. Sasaki, H. Sawada, C. Sugimoto, H. Suzuki, S. Tanaka, E. Tatsumi, A. Tsuchiyama, Y. Tsuda, S. Watanabe, M. Yamada, M. Yoshikawa, K. Yoshioka, S. Sugita (2022), Three-axial shape distributions of pebbles, cobbles and boulders smaller than a few meters on asteroid Ryugu, *Icarus*, 381, 115007, <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115007>
77. Fujiya W., Furukawa Y., Sugahara H., Koike M., Bajo K., Chabot N. L., Miura Y. N., Moynier F., Russell S. S., Tachibana S., Takano Y., Usui T. and Zolensky M. E. (2021) Analytical protocols for Phobos regolith samples returned by the Martian Moons eXploration (MMX) mission. *Earth Planets Space* 73, 120 (24 pp).
78. Sakatani N., Tanaka S., Okada T., Fukuhara T., Riu L., Sugita S., Honda R., Morota T., Kameda S., Yokota Y., Tatsumi E., Yumoto K., Hirata N., Miura A., Kouyama T., Senshu H., Shimaki Y., Arai T., Takita J., Demura H., Sekiguchi T., Müller T. G., Hagermann A., Biele J., Grott M., Hamm M., Delbo M., Neumann W., Taguchi M., Ogawa Y., Matsunaga T., Wada T., Hasegawa S., Helbert J., Hirata N., Noguchi R., Yamada M., Suzuki H., Honda C., Ogawa K., Hayakawa M., Yoshioka K., Matsuoka M., Cho Y., Sawada H., Kitazato K., Iwata T., Abe M., Ohtake M., Matsuura S., Matsumoto K., Noda H., Ishihara Y., Yamamoto K., Higuchi A., Namiki N., Ono G., Saiki T., Imamura H., Takagi Y., Yano H., Shirai K., Okamoto C., Nakazawa S., Iijima Y., Arakawa M., Wada K., Kadono T., Ishibashi K., Terui F., Kikuchi S., Yamaguchi T., Ogawa N., Mimasu Y., Yoshikawa K., Takahashi T., Takei Y., Fujii A., Takeuchi H., Yamamoto Y., Hirose C., Hosoda S., Mori O., Shimada T., Soldini S., Tsukizaki R., Ozaki M., Tachibana S., Ikeda H., Ishiguro M., Yabuta H., Yoshikawa M., Watanabe S. and Tsuda Y. (2021) Anomalously porous boulders on (162173) Ryugu as primordial materials from its parent body. *Nature Astronomy* 5, 766-774.
79. Ito M., Takano Y., Kebukawa Y., Ohigashi T., Matsuoka M., Kiryu K., Uesugi M., Nakamura T., Yuzawa H., Yamada K., Naraoka H., Yada T., Abe M., Hayakawa M., Saiki T., Tachibana S. and Hayabusa2 Project Team (2021) Assessing the debris generated by the small carry-on impactor operated from the Hayabusa2 mission. *Geochem. J.* 55, 223-239.
80. Kouchi A., Tsuge M., Hama T., Oba Y., Okuzumi S., Sirono S., Momose M., Nakatani N., Furuya K., Shimonishi T., Yamazaki T., Hidaka H., Kimura Y., Murata K., Fujita K., Nakatsubo S., Tachibana S. and Watanabe N. (2021) Transmission electron microscopy study of the morphology of ices composed of H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, and CO on refractory

- grains. *Astrophys. J.* 918, 45.
81. Yamamoto D., Kawasaki N., Tachibana S., Kamibayashi M. and Yurimoto H. (2021) An experimental study on oxygen isotope exchange reaction between CAI melt and low-pressure water vapor under simulated Solar nebular conditions. *Geochim. Cosmochim. Acta* 314, 108-120.
  82. Kamibayashi M., Tachibana S., Yamamoto D., Kawasaki N. and Yurimoto H. (2021) Effect of hydrogen gas pressure on calcium-aluminum-rich inclusion formation in the protosolar disk: a laboratory simulation of open-system melt crystallization. *Astrophys. J. Lett.* 923, L12 (8 pp)
  83. Yada T., Abe M., Okada T., Nakato A., Yogata K., Miyazaki A., Hatakeda K., Kumagai K., Nishimura M., Hitomi Y., Soejima H., Yoshitake M., Iwamae A., Furuya S., Uesugi M., Karouji Y., Usui T., Hayashi T., Yamamoto D., Fukai R., Sugita S., Cho Y., Yumoto K., Yabe Y., Bibring J.-P., Pilorget C., Hamm V., Brunetto R., Riu L., Lourit L., Loizeau D., Lequertier G., Moussi-Soffys A., Tachibana S., Sawada H., Okazaki R., Takano Y., Sakamoto K., Miura Y. N., Yano H., Ireland T. R., Yamada T., Fujimoto M., Kitazato K., Namiki N., Arakawa M., Hirata N., Yurimoto H., Nakamura T., Noguchi T., Yabuta H., Naraoka H., Ito M., Nakamura E., Uesugi K., Kobayashi K., Michikami T., Kikuchi H., Hirata N., Ishihara Y., Matsumoto K., Noda H., Noguchi R., Shimaki Y., Shirai K., Ogawa K., Wada K., Senshu H., Yamamoto Y., Morota T., Honda R., Honda C., Yokota Y., Matsuoka M., Sakatani N., Tatsumi E., Miura A., Yamada M., Fujii A., Hirose C., Hosoda S., Ikeda H., Iwata T., Kikuchi S., Mimasu Y., Mori O., Ogawa N., Ono G., Shimada T., Soldini S., Takahashi T., Takei Y., Takeuchi H., Tsukizaki R., Yoshikawa K., Terui F., Nakazawa S., Tanaka S., Saiki T., Yoshikawa M., Watanabe S. and Tsuda Y. (2021) Preliminary analysis of the Hayabusa2 samples returned from C-type asteroid Ryugu. *Nature Astronomy* 6, 214-220.
  84. Pilorget C., Okada T., Hamm V., Brunetto R., Yada T., Loizeau D., Riu L., Usui T., Moussi-Soffys A., Hatakeda K., Nakato A., Yogata K., Abe M., Aléon-Toppani A., Carter J., Chaigneau M., Crane B., Gondet B., Kumagai K., Langevin Y., Lantz C., Le Pivert-Jolivet T., Lequertier G., Lourit L., Miyazaki A., Nishimura M., Poulet F., Arakawa M., Hirata N., Kitazato K., Nakazawa S., Namiki N., Saiki T., Sugita S., Tachibana S., Tanaka S., Yoshikawa M., Tsuda Y., Watanabe S. and Bibring J.-P. (2021) First compositional analysis of Ryugu samples by the MicrOmega hyperspectral microscope. *Nature Astronomy* 6, 221-225.
  85. Kuramoto K., Kawakatsu Y., Fujimoto M., Araya A., Barucci M. A., Genda H., Hirata N., Ikeda H., Imamura T., Helbert J., Kameda S., Kobayashi M., Kusano H., Lawrence D. J., Matsumoto K., Michel P., Miyamoto H., Morota T., Nakagawa H., Nakamura T., Ogawa K., Otake H., Ozaki M., Russell S., Sasaki S., Sawada H., Senshu H., Tachibana S., Terada N., Ulamec S., Usui T., Wada K., Watanabe S. and Yokota S. (2022) Martian moons exploration MMX: sample return mission to Phobos elucidating formation processes of habitable planets. *Earth Planets Space* 74, 12 (31 pp).
  86. Tachibana S., Sawada H., Okazaki R., Takano Y., Sakamoto K., Miura Y. N., Okamoto C., Yano H., Yamanouchi S., Michel P., Zhang Y., Schwartz S., Thuillet F., Yurimoto H., Nakamura T., Noguchi T., Yabuta H., Naraoka H., Tsuchiyama A., Imae N., Kurosawa K., Nakamura A. M., Ogawa K., Sugita S., Morota T., Honda R., Kameda S., Tatsumi E., Cho Y., Yoshioka K., Yokota Y., Hayakawa M., Matsuoka M., Sakatani N., Yamada M., Kouyama T., Suzuki H., Honda C., Yoshimitsu T., Kubota T., Demura H., Yada T., Nishimura M., Yogata K., Nakato A., Yoshitake M., Suzuki A. I., Furuya S., Hatakeda K., Miyazaki A., Kumagai K., Okada T., Abe M., Usui T., Ireland T. R., Fujimoto M., Yamada T., Arakawa M., Connolly, Jr. H. C., Fujii A., Hasegawa S., Hirata N., Hirata N., Hirose C., Hosoda S., Iijima Y., Ikeda H., Ishiguro M., Ishihara Y., Iwata T., Kikuchi S., Kitazato K., Lauretta D. S., Libourel G., Marty B., Matsumoto K., Michikami T., Mimasu Y., Miura A., Mori O., Nakamura-Messenger K., Namiki N., Nguyen A. N., Nittler L. R., Noda H., Noguchi R., Ogawa N., Ono G., Ozaki M., Senshu H., Shimada T., Shimaki Y., Shirai K., Soldini S., Takahashi T., Takei Y., Takeuchi H., Tsukizaki R., Wada K., Yamamoto Y., Yoshikawa K., Yumoto K., Zolensky M. E., Nakazawa S., Terui F., Tanaka S., Saiki T., Yoshikawa M., Watanabe S. and Tsuda Y. (2022) Pebbles and sand on asteroid (162173) Ryugu: In situ observation and particles returned to Earth. *Science* 375, 1011-1016.
  87. Imada, S. (2021), Nonequilibrium Ionization Plasma during a Large Solar Limb Flare Observed by Hinode/EIS, *ApJL*, 914, L28, doi:10.3847/2041-8213/ac063c
  88. Iijima, H., & Imada, S. (2021), A New Broadening Technique of the Numerically Unresolved Solar Transition Region and Its Effect on the Spectroscopic Synthesis Using Coronal Approximation, *A&A*, 917, 65, doi:10.3847/1538-4357/ac07a5
  89. Kawai, T., & Imada, S. (2021), The Energy Conversion Rate of an Active Region Transient Brightening Estimated by Hinode Spectroscopic Observations, *ApJ*, 918, 51, doi:10.3847/1538-4357/ac09eb
  90. Kameda, S., Y. Yokota, T. Kouyama, E. Tatsumi, M. Ishida, T. Morota, R. Honda, N. Sakatani, M. Yamada, M. Matsuoka, H. Suzuki, Y. Cho, M. Hayakawa, C. Honda, H. Sawada, K. Yoshioka, K. Ogawa, S. Sugita (2021). Improved method of hydrous mineral detection by latitudinal distribution of 0.7-  $\mu$  m surface reflectance absorption on the asteroid Ryugu. *Icarus*, 114348. 10.1016/j.icarus.2021.114348
  91. Kouyama, T., E. Tatsumi, Y. Yokota, K. Yumoto, M. Yamada, R. Honda, S. Kameda, H. Suzuki, N. Sakatani, M. Hayakawa, T. Morota, M. Matsuoka, Y. Cho, C. Honda, H. Sawada, K. Yoshioka, S. Sugita (2021). Post-arrival calibration of Hayabusa2's optical navigation cameras (ONCs): Severe effects from touchdown events. *Icarus*,

114353. 10.1016/j.icarus.2021.114353

92. Sugimoto, C., E. Tatsumi, Y. Cho, T. Morota, R. Honda, S. Kameda, Y. Yokota, K. Yumoto, M. Aoki, D. N. DellaGiustina, T. Michikami, T. Hiroi, D. L. Domingue, P. Michel, S. E. Schröder, T. Nakamura, M. Yamada, N. Sakatani, T. Kouyama, C. Honda, M. Hayakawa, M. Matsuoka, H. Suzuki, K. Yoshioka, K. Ogawa, H. Sawada, M. Arakawa, T. Saiki, H. Imamura, Y. Takagi, H. Yano, K. Shirai, Y. Tsuda, A. Nakazawa (2021) High-resolution observations of bright boulders on asteroid Ryugu: 2. Spectral properties, *Icarus*, 369, 114591, doi:10.1016/j.icarus.2021.114591.
93. Sugimoto, C., Eri Tatsumi, Yuichiro Cho, Tomokatsu Morota, Rie Honda, Shingo Kameda, Yosuiro Yokota, Koki Yumoto, Minami Aoki, Daniella N. DellaGiustina, Tatsuhiro Michikami, Takahiro Hiroi, Deborah L. Domingue, Patrick Michel, Stefan E. Schröder, Tomoki Nakamura, Manabu Yamada, Naoya Sakatani, Toru Kouyama, Chikatashi Honda, Masahiko Hayakawa, Moe Matsuoka, Hidehiko Suzuki, Kazuo Yoshioka, Kazunori Ogawa, Hirotaka Sawada, Masahiko Arakawa, Takanao Saiki, Hiroshi Imamura, Yasuhiko Takagi, Hajime Yano, Kei Shirai, Chisato Okamoto, Yuichi Tsuda, Satoru Nakazawa, Yuichi Iijima, Seiji Sugita. (2021), High-resolution observations of bright boulders on asteroid Ryugu: 2. Spectral properties, *Icarus*, 369, 114591.
94. Cho, Y., T. Morota, M. Kanamaru, N. Takaki, K. Yumoto, C. M. Ernst, M. Hirabayashi, O. S. Barnouin, E. Tatsumi, K. A. Otto, N. Schmitz, R. J. Wagner, R. Jaumann, H. Miyamoto, H. Kikuchi, R. Hemmi, R. Honda, S. Kameda, Y. Yokota, T. Kouyama, H. Suzuki, M. Yamada, N. Sakatani, C. Honda, M. Hayakawa, K. Yoshioka, M. Matsuoka, T. Michikami, N. Hirata, H. Sawada and S. Sugita, *Geologic History and Crater Morphology of Asteroid (162173) Ryugu*, *J. Geophys. Res.*, 126, e2020JE006572. <https://doi.org/10.1029/2020JE006572>
95. Sakatani, N., S. Tanaka, T. Okada, T. Fukuhara, L. Riu, S. Sugita, R. Honda, T. Morota, S. Kameda, Y. Yokota, E. Tatsumi, K. Yumoto, N. Hirata, A. Miura, T. Kouyama, H. Senshu, Y. Shimaki, T. Arai, J. Takita, H. Demura, T. Sekiguchi, T. G. Müller, A. Hagermann, J. Biele, M. Grott, M. Hamm, M. Delbo, W. Neumann, M. Taguchi, Y. Ogawa, T. Matsunaga, T. Wada, S. Hasegawa, J. Helbert, N. Hirata, R. Noguchi, M. Yamada, H. Suzuki, C. Honda, K. Ogawa, M. Hayakawa, K. Yoshioka, M. Matsuoka, Y. Cho, H. Sawada, K. Kitazato, T. Iwata, M. Abe, M. Ohtake, S. Matsuura, K. Matsumoto, H. Noda, Y. Ishihara, K. Yamamoto, A. Higuchi, N. Namiki, G. Ono, T. Saiki, H. Imamura, Y. Takagi, H. Yano, K. Shirai, C. Okamoto, S. Nakazawa, Y. Iijima, M. Arakawa, K. Wada, T. Kadono, K. Ishibashi, F. Terui, S. Kikuchi, T. Yamaguchi, N. Ogawa, Y. Mimasu, K. Yoshikawa, T. Takahashi, Y. Takei, A. Fujii, H. Takeuchi, Y. Yamamoto, C. Hirose, S. Hosoda, O. Mori, T. Shimada, S. Soldini, R. Tsukizaki, M. Ozaki, S. Tachibana, H. Ikeda, M. Ishiguro, H. Yabuta, M. Yoshikawa, S. Watanabe, Y. Tsuda, (2021), Anomalously porous boulders on (162173) Ryugu as primordial materials from its parent body, *Nature Astronomy*, 5, 766-774.
96. Tanabe, N., Y. Cho, E. Tatsumi, T. Ebihara, K. Yumoto, T. Michikami, H. Miyamoto, T. Morota, C. Honda, P. Michel, K. A. Otto, O. S. Barnouin, K. Yoshioka, H. Sawada, Y. Yokota, N. Sakatani, M. Hayakawa, R. Honda, S. Kameda, M. Matsuoka, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, K. Ogawa, S. Sugita (2021), Development of image texture analysis technique for boulder distribution measurements: applications to asteroids Ryugu and Itokawa, *Planet. Sp. Sci.*, 105249. <https://doi.org/10.1016/j.pss.2021.105249>
97. Yokota, Y., R. Honda, E. Tatsumi, D. Domingue, S. Schröder, M. Matsuoka, T. Morota, N. Sakatani, S. Kameda, T. Kouyama, M. Yamada, C. Honda, M. Hayakawa, Y. Cho, T. Michikami, H. Suzuki, K. Yoshioka, H. Sawada, K. Ogawa, K. Yumoto, and S. Sugita, *Opposition Observations of 162173 Ryugu: Normal Albedo Map Highlights Variations in Regolith Characteristics*, *Planet. Sci. J.* 2 177 (32 pp.) <https://doi.org/10.3847/PSJ/ac14ba>
98. Kurokawa, H., Miura, YN., Sugita, S., Cho, Y., Leblanc, F., Terada, N., Nakagawa, H., (2021), Mars' atmospheric neon suggests volatile-rich primitive mantle, *Icarus*, 370, 114685.
99. Tatsumi E., N. Sakatani, L. Riu, M. Matsuoka, R. Honda, T. Morota, S. Kameda, T. Nakamura, M. Zolensky, R. Brunetto, T. Hiroi, S. Sasaki, S. Watanabe, S. Tanaka, J. Takita, C. Pilorget, J. de León, M. Popescu, J. L. Rijos, J. Licandro, E. Palomba, D. Domingue, F. Vilas, H. Campins, Y. Cho, Kazuo Y., H. Sawada, Y. Yokota, M. Hayakawa, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, C. Honda, K. Ogawa, K. Kitazato, N. Hirata, N. Hirata, Y. Tsuda, M. Yoshikawa, T. Saiki, F. Terui, S. Nakazawa, Y. Takei, H. Takeuchi, Y. Yamamoto, T. Okada, Y. Shimaki, K. Shirai, Seiji Sugita (2021) Spectrally blue hydrated parent body of asteroid (162173) Ryugu, *Nat. Commun.* 12, 5837 pp. 13. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26071-8>
100. Cho, Y., Böttger, U., Rull, F., Hübers, H-W., Belenguer, T., Börner, A., Buder, M., Bunduki, Y., Dietz, E., Hagelschuer, T., Kameda, S., Kopp, E., Lieder, M., Lopez-Reyes, G., Gaizka Moral Inza, A., Mori, S., Ogura, J. A., Papproth, C., Perez Canora, C., Pertenais, M., Peter, G., Prieto-Ballesteros, O., Rockstein, S., Rodd-Routley, S., Rodriguez Perez, P., Ryan, C., Santamaria, P., Säuberlich, T., Schrandt, F., Schröder, S., Stangarone, C., Ullamec, S., Usui, T., Weber, I., Westerdorff, K., Yumoto, K. (2021), In situ science on Phobos with the Raman spectrometer for MMX (RAX): preliminary design and feasibility of Raman measurements, *Earth, Planets and Space* 73(1) 232-243.
101. Kanamaru, M., S. Sasaki, T. Morota, Y. Cho, E. Tatsumi, M. Hirabayashi, N. Hirata, H. Senshu, Y. Shimaki, N. Sakatani, S. Tanaka, T. Okada, T. Usui, S. Sugita, S. Watanabe (2021) YORP Effect on Asteroid 162173 Ryugu: Implications for the Dynamical History, *J. Geophys. Res. Planet.*, 126, e2021JE006863. <https://doi.org/10.1029/2021JE006863>

102. Yada T., Abe M., Okada T., Nakato A., Yogata K., Miyazaki A., Hatakeda K., Kumagai K., Nishimura M., Hitomi Y., Soejima H., Yoshitake M., Iwamae A., Furuya S., Uesugi M., Karouji Y., Usui T., Hayashi T., Yamamoto D., Fukai R., Sugita S., Cho Y., Yumoto K., Yabe Y., Bibring J.-P., Pilorget C., Hamm V., Brunetto R., Riu L., Lourit L., Loizeau D., Lequertier G., Moussi-Soffys A., Tachibana S., Sawada H., Okazaki R., Takano Y., Sakamoto K., Miura Y. N., Yano H., Ireland T. R., Yamada T., Fujimoto M., Kitazato K., Namiki N., Arakawa M., Hirata N., Yurimoto H., Nakamura T., Noguchi T., Yabuta H., Naraoka H., Ito M., Nakamura E., Uesugi K., Kobayashi K., Michikami T., Kikuchi H., Hirata N., Ishihara Y., Matsumoto K., Noda H., Noguchi R., Shimaki Y., Shirai K., Ogawa K., Wada K., Senshu H., Yamamoto Y., Morota T., Honda R., Honda C., Yokota Y., Matsuoka M., Sakatani N., Tatsumi E., Miura A., Yamada M., Fujii A., Hirose C., Hosoda S., Ikeda H., Iwata T., Kikuchi S., Mimasu Y., Mori O., Ogawa N., Ono G., Shimada T., Soldini S., Takahashi T., Takei Y., Takeuchi H., Tsukizaki R., Yoshikawa K., Terui F., Nakazawa S., Tanaka S., Saiki T., Yoshikawa M., Watanabe S. and Tsuda Y. (2021) Preliminary analysis of the Hayabusa2 samples returned from C-type asteroid Ryugu. *Nature Astronomy* 6, 214-220.
103. Michikami, T., A. Hagermann, T. Morota, Y. Yokota, S. Urakawa, H. Okamura, N. Tanabe, K. Yumoto, T. Ebihara, Y. Cho, C. M Ernst, M. Hayakawa, M. Hirabayashi, N. Hirata, C. Honda, R. Honda, S. Kameda, M. Kanamaru, H. Kikuchi, S. Kikuchi, T. Kouyama, M. Matsuoka, H. Miyamoto, T. Noguchi, R. Noguchi, K. Ogawat. T. Okada, N. Sakatani, S. Sasaki, H. Sawada, C. Sugimoto, H. Suzuki, S. Tanaka, E. Tatsumi, A. Tsuchiyama, Y. Tsuda, S. Watanabe, M. Yamada, M. Yoshikawa, K. Yoshioka, S. Sugita (2022), Three-axial shape distributions of pebbles, cobbles and boulders smaller than a few meters on asteroid Ryugu, *Icarus*, 381, 115007, <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2022.115007>
104. Tachibana, S., H. Sawada, R. Okazaki, Y. Takano, K. Sakamoto, Y. N. Miura, C. Okamoto, H. Yano, S. Yamanouchi, P. Michel, Y. Zhang, S. Schwartz, F. Thuillet, H. Yurimoto, T. Nakamura, T. Noguchi, H. Yabuta, H. Naraoka, A. Tsuchiyama, N. Imae, K. Kurosawa, A. M. Nakamura, K. Ogawa, S. Sugita, T. Morota, R. Honda, S. Kameda, E. Tatsumi, Y. Cho, K. Yoshioka, Y. Yokota, M. Hayakawa, M. Matsuoka, N. Sakatani, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, C. Honda, T. Yoshimitsu, T. Kubota, H. Demura, T. Yada, M. Nishimura, K. Yogata, A. Nakato, M. Yoshitake, A. I. Suzuki, S. Furuya, K. Hatakeda, A. Miyazaki, K. Kumagai, T. Okada, M. Abe, T. Usui, T. R. Ireland, M. Fujimoto, T. Yamada, M. Arakawa, H. C. Connolly, A. Fujii, S. Hasegawa, N. Hirata, N. Hirata, C. Hirose, S. Hosoda, Y. Iijima, H. Ikeda, M. Ishiguro, Y. Ishihara, T. Iwata, S. Kikuchi, K. Kitazato, D. S. Lauretta, G. Libourel, B. Marty, K. Matsumoto, T. Michikami, Y. Mimasu, A. Miura, O. Mori, K. Nakamura-Messenger, N. Namiki, A. N. Nguyen, L. R. Nittler, H. Noda, R. Noguchi, N. Ogawa, G. Ono, M. Ozaki, H. Senshu, T. Shimada, Y. Shimaki, K. Shirai, S. Soldini, T. Takahashi, Y. Takei, H. Takeuchi, R. Tsukizaki, K. Wada, Y. Yamamoto, K. Yoshikawa, K. Yumoto, M. E. Zolensky, S. Nakazawa, F. Terui, S. Tanaka, T. Saiki, M. Yoshikawa, S. Watanabe, Y. Tsuda, (2022), Pebbles and sand on asteroid (162173) Ryugu: In situ observation and particles returned to Earth, *Science*, 375, 1011-1016.
105. Jikei, T., & Amano, T. (2022). Critical comparison of collisionless fluid models: Nonlinear simulations of parallel firehose instability, *29(2)*, 022102. <https://doi.org/10.1063/5.0077064>
106. Iwamoto, M., Amano, T., Matsumoto, Y., Matsukiyo, S., & Hoshino, M. (2022). Particle acceleration by pickup process upstream of relativistic shocks. *Astrophys. J.*, 924(2), 108. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac38aa>
107. Amano, T., & Hoshino, M. (2022). Theory of electron injection at oblique shock of finite thickness. *Astrophys. J.*, 927(1), 132. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac4f49>
108. Kobzar, O., Niemiec, J., Amano, T., Hoshino, M., Matsukiyo, S., Matsumoto, Y., & Pohl, M. (2021). Electron acceleration at rippled low-Mach-number shocks in high-beta collisionless cosmic plasmas. *Astrophys. J.*, 919(2), 97. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac1107>
109. Nishigai, T., & Amano, T. (2021). Mach number dependence of ion-scale kinetic instability at collisionless perpendicular shock: Condition for Weibel-dominated shock. *Phys. Plasmas*, 28(7), 072903. <https://doi.org/10.1063/5.0051269>
110. Kitamura, N., Shoji, M., Nakamura, S., Kitahara, M., Amano, T., Omura, Y., et al. (2021). Energy transfer between hot protons and electromagnetic ion cyclotron waves in compressional Pc5 Ultra-Low Frequency waves. *J. Geophys. Res.*, 126(5), e2020JA028912. <https://doi.org/10.1029/2020ja028912>
111. Jikei, T., & Amano, T. (2021). A non-local fluid closure for modeling cyclotron resonance in collisionless magnetized plasmas. *Phys. Plasmas*, 28(4), 042105. <https://doi.org/10.1063/5.0045335>
112. Hoshino, M. (2021). Nonlinear explosive magnetic reconnection in a collisionless system, *Physics of Plasmas*, <https://doi.org/10.1063/5.0050389>
113. Ligorini, A., Niemiec, J., Kobzar, O., Iwamoto, M., Bohdan, A., Pohl, M., Matsumoto, Y., Amano, T., Matsukiyo, S., & Hoshino, M. (2021). Mildly relativistic magnetized shocks in electron-ion plasmas—II. Particle acceleration and heating, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, [doi.org/10.1093/mnras/stab220](https://doi.org/10.1093/mnras/stab220)
114. Saito Y., D. Delcourt, M. Hirahara, S. Barabash, N. Andre, T. Takashima, K. Asamura, S. Yokota, M. Wieser, M. N. Nishino, M. Oka, Y. Futaana, Y. Harada, J.-A. Sauvaud, P. Louarn, B. Lavraud, V. Genot, C. Mazelle, I. Dandouras, C. Jacquy, C. Aoustin, A. Barthe, A. Cadu, A. Fedorov, A.-M. Frezoul, C. Garat, E. Le Comte, Q.-M. Lee, J.-L.

- Medale, D. Moirin, E. Penou, M. Petiot, G. Peyre, J. Rouzaud, H.-C. Seran, Z. Nemecek, J. Safrankova, M. F. Marcucci, R. Bruno, G. Consolini, W. Miyake, I. Shinohara, H. Hasegawa, K. Seki, A. J. Coates, F. Leblanc, C. Verdeil, B. Katra, D. Fontaine, J.-M. Illiano, J.-J. Berthelier, J.-D. Techer, M. Fraenz, H. Fischer, N. Krupp, J. Woch, U. Bührke, B. Fiethe, H. Michalik, H. Matsumoto, T. Yanagimachi, Y. Miyoshi, T. Mitani, M. Shimoyama, Q. Zong, P. Wurz, H. Andersson, S. Karlsson, M. Holmstrom, Y. Kazama, W.-H. Ip, M. Hoshino, M. Fujimoto, N. Terada, and K. Keika, Pre-flight Calibration and Near-Earth Commissioning Results of the Mercury Plasma Particle Experiment (MPPE) Onboard MMO (Mio), *Space Sci. Rev.*, 217:70, doi:10.1007/s11214-021-00839-2, 2021.
115. Retinò, A., Khotyaintsev, Y., Le Contel, O., Marcucci, MF., Plaschke, F., Vaivads, A., Angelopoulos, V., Blasi, P., Burch, J., De Keyser, J., Dunlop, M., Dai, L., Eastwood, J., Fu, H., Haaland, S., Hoshino, M., Johlander, A., Kepko, L., Kucharek, H., Lapenta, G., Lavraud, B., Malandraki, O., Matthaeus, W., McWilliams, K., Petrukovich, A., Pinçon, J.-L., Saito, Y., Sorriso-Valvo, L., Vainio, R., Wimmer-Schweingruber, B. (2021). Particle energization in space plasmas: towards a multi-point, multi-scale plasma observatory, *Experimental Astronomy*, EXPA-D-20-00080R1 <https://doi.org/10.1007/s10686-021-09797-7>
116. Kobzar, O., Niemiec, J., Amano, T., Hoshino, M., Matsukiyo, S., Matsumoto, Y., Pohl, M. (2021). Electron Acceleration at Rippled Low-mach-number Shocks in High-beta Collisionless Cosmic Plasmas, *The Astrophysical Journal*, <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac1107>
117. Keika, K., Kasahara, S., Yokota, S., Hoshino, M., Seki, K., Amano, T., Kistler, LM., Nosé, M., Miyoshi, Y., Hori, T., Shinohara, I. (2022). Preferential Energization of Lower-Charge-State Heavier Ions in the Near-Earth Magnetotail, *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2021JA029786>
118. Iwamoto, M., Amano, T., Matsumoto, Y., Matsukiyo, S., & Hoshino, M. (2022). Particle Acceleration by Pickup Process Upstream of Relativistic Shocks, *The Astrophysical Journal*, 10.3847/1538-4357/ac38aa
119. Yamazaki, R., Matsukiyo, S., Morita, T., Tanaka, S. J., Umeda, T., Aihara, K., Edamoto, M., Egashira, S., Hatsuyama, R., Higuchi, T., Hihara, T., Horie, Y., Hoshino, M., Ishii, A., Ishizaka, N., Itadani, Y., Izumi, T., Kambayashi, S., Kakuchi, S., Katsuki, N., Kawamura, R., Kawamura, Y., Kisaka, S., Kojima, T., Konuma, A., Kumar, R., Minami, T., Miyata, I., Moritaka, T., Murakami, Y., Nagashima, K., Nakagawa, Y., Nishimoto, T., Nishioka, Y., Ohira, Y., Ohnishi, N., Ota, M., Ozaki, N., Sano, T., Sakai, K., Sei, S., Shiota, J., Shoji, Y., Sugiyama, K., Suzuki, D., Takagi, M., Toda, H., Tomita, S., Tomiya, S., Yoneda, H., Takezaki, T., Tomita, K., Kuramitsu, Y., Sakawa, Y. (2022). High-power laser experiment forming a supercritical collisionless shock in a magnetized uniform plasma at rest, 105, article id.025203, <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.105.025203>
120. Amano, T. & Hoshino, M. (2022). Theory of Electron Injection at Oblique Shock of Finite Thickness, *The Astrophysical Journal*, 10.3847/1538-4357/ac4f49
121. Yamazaki, R., Matsukiyo, S., Morita, T., Tanaka, S. J., Umeda, T., Aihara, K., Edamoto, M., Egashira, S., Hatsuyama, R., Higuchi, T., Hihara, T., Horie, Y., Hoshino, M., Ishii, A., Ishizaka, N., Itadani, Y., Izumi, T., Kambayashi, S., Kakuchi, S., Katsuki, N., Kawamura, R., Kawamura, Y., Kisaka, S., Kojima, T., Konuma, A., Kumar, R., Minami, T., Miyata, I., Moritaka, T., Murakami, Y., Nagashima, K., Nakagawa, Y., Nishimoto, T., Nishioka, Y., Ohira, Y., Ohnishi, N., Ota, M., Ozaki, N., Sano, T., Sakai, K., Sei, S., Shiota, J., Shoji, Y., Sugiyama, K., Suzuki, D., Takagi, M., Toda, H., Tomita, S., Tomiya, S., Yoneda, H., Takezaki, T., Tomita, K., Kuramitsu, Y., Sakawa, Y. (2022). High-power laser experiment forming a supercritical collisionless shock in a magnetized uniform plasma at rest, 105, article id.025203, <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.105.025203>
122. Suzuki, H., Bamba, A., Yamazaki, R. & Ohira, Y. (2022). Observational Constraints on the Maximum Energies of Accelerated Particles in Supernova Remnants: Low Maximum Energies and a Large Variety. *Astrophys. J.*, 924(2), 45. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac33b5>
123. Sakawa, Y., Ohira, Y., Kumar, R., Marace, A., Döhl, L. N. K., & Wooley, N. (2021). Identification of electrostatic two-stream instabilities associated with a laser-driven collisionless shock in a multicomponent plasma. *Physical Review E*, 104(5), 055202. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.104.055202>
124. Kashiwamura, S., & Ohira, Y. (2021). Magnetic Field Generation by Charge Exchange in a Supernova Remnant in the Early Universe. *Astrophys. J.*, 921(2), 63. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac23d1>
125. Kamijima, S. F., & Ohira, Y. (2021). Escape of cosmic rays from perpendicular shocks in the interstellar magnetic field. *Physical Review D*, 104(8), 083028. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.083028>
126. Sato, Y., Obayashi, K., Yamazaki, R., Murase, K., & Ohira, Y. (2021). Off-axis jet scenario for early afterglow emission of low-luminosity gamma-ray burst GRB 190829A. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 504(4), 5647. <https://doi.org/10.1093/mnras/stab1273>
127. Ohira, Y. (2021). The Biermann Battery Driven by a Streaming Plasma. *Astrophys. J.*, 911(1), 26. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/abec41>
128. Miyoshi, Y., I. Shinohara, S. Ukhorskiy, S.G. Claudepierre, T. Mitani, T. Takashima, T. Hori, O. Santolik, I. Kolmasova, S. Matsuda, Y. Kasahara, M. Teramoto, Y. Katoh, M. Hikishima, H. Kojima, S. Kurita, S. Imajo, N. Higashio, S. Kasahara, S. Yokota, K. Asamura, Y. Kazama · S.-Y. Wang, C. Jun Y. Kasaba A. Kumamoto, F. Tsuchiya, M. Shoji, S. Nakamura, M. Kitahara, A. Matsuoka, K. Shiokawa, K. Seki, M. Nosé, K. Takahashi, C. Martinez-

- Calderon, G. Hospodarsky, C. Colpitts, Craig Kletzing, J. Wygant, H. Spence, D.N. Baker, G.D. Reeves, J.B. Blake, and L. Lanzerotti, Collaborative Research Activities of the Arase and Van Allen Probes, *Space Science Reviews*, 218:38, doi:10.1007/s11214-022-00885-4, 2022.
129. Ogohara, K., H. Nakagawa, S. Aoki, T. Kouyama, T. Usui, N. Terada, T. Imamura, F. Montmessin, D. Brain, A. Doressoundiram, T. Gautier, T. Hara, Y. Harada, H. Ikeda, M. Koike, F. Leblanc, R. Ramirez, E. Sawyer, K. Seki, A. Spiga, A. C. Vandaele, S. Yokota, A. Barucci, and S. Kameda, The Mars system revealed by the Martian Moons eXploration mission, *Earth, Planets and Space*, 74:1, doi:10.1186/s40623-021-01417-0, 2022.
130. Keika, K., S. Kasahara, S. Yokota, M. Hoshino, K. Seki, T. Amano, L. M. Kistler, M. Nosé, Y. Miyoshi, T. Hori, and I. Shinohara, Preferential Energization of Lower-Charge-State Heavier Ions in the Near-Earth Magnetotail, *J. Geophys. Res.*, 127, e2021JA029786. doi:10.1029/2021JA029786, 2022.
131. Yamamoto, K., Seki, K., Matsuoka, A., Imajo, S., Teramoto, M., Kitahara, M., et al., A Statistical study of the solar wind dependence of multi-harmonic toroidal ULF waves observed by the Arase satellite, *J. Geophys. Res.*, 127, e2021JA029840, doi:10.1029/2021JA029840, 2022.
132. Sneha Yadav, K. Shiokawa, S. Oyama, Y. Inaba, N. Takahashi, K. Seki, K. Keika, Tzu-Fang Chang, S. W. Y. Tam, B.-J. Wang, Y. Kazama, S.-Y. Wang, K. Asamura, S. Kasahara, S. Yokota, T. Hori, Y. Kasaba, F. Tsuchiya, A. Kumamoto, M. Shoji, Y. Kasahara, A. Matsuoka, S. Matsuda, C-W Jun, S. Imajo, Y. Miyoshi, and I. Shinohara, Study of an Equatorward Detachment of Auroral Arc From the Oval Using Ground-Space Observations and the BATS-R-US-CIMI Model, *J. Geophys. Res.*, 126, e2020JA029080, doi:10.1029/2020JA029080, 2021.
133. Kitamura, N., K. Seki, K. Keika, Y. Nishimura, T. Hori, M. Hirahara, E. J. Lund, L. M. Kistler, and R. J. Strangeway, On the relationship between energy input to the ionosphere and the ion outflow flux under different solar zenith angles, *Earth Planets Space*, 73:202, doi:10.1186/s40623-021-01532-y, 2021.
134. Takahashi, N., Seki, K., Fok, M.-C., Zheng, Y., Miyoshi, Y., Kasahara, S., K. Keika, D. Hartley, Y. Kasahara, Y. Kasaba, N. Higashio, A. Matsuoka, S. Yokota, T. Hori, M. Shoji, S. Nakamura, S. Imajo, and I. Shinohara, Relative contribution of ULF waves and whistler-mode chorus to the radiation belt variation during the May 2017 storm, *J. Geophys. Res.*, 126, e2020JA028972, doi:10.1029/2020JA028972, 2021.
135. Saito Y., D. Delcourt, M. Hirahara, S. Barabash, N. Andre, T. Takashima, K. Asamura, S. Yokota, M. Wieser, M. N. Nishino, M. Oka, Y. Futaana, Y. Harada, J.-A. Sauvaud, P. Louarn, B. Lavraud, V. Genot, C. Mazelle, I. Dandouras, C. Jacquy, C. Aoustin, A. Barthe, A. Cadu, A. Fedorov, A.-M. Frezoul, C. Garat, E. Le Comte, Q.-M. Lee, J.-L. Medale, D. Moirin, E. Penou, M. Petiot, G. Peyre, J. Rouzaud, H.-C. Seran, Z. Nemecek, J. Safrankova, M. F. Marcucci, R. Bruno, G. Consolini, W. Miyake, I. Shinohara, H. Hasegawa, K. Seki, A. J. Coates, F. Leblanc, C. Verdeil, B. Katra, D. Fontaine, J.-M. Illiano, J.-J. Berthelier, J.-D. Techer, M. Fraenz, H. Fischer, N. Krupp, J. Woch, U. Bührke, B. Fiethe, H. Michalik, H. Matsumoto, T. Yanagimachi, Y. Miyoshi, T. Mitani, M. Shimoyama, Q. Zong, P. Wurz, H. Andersson, S. Karlsson, M. Holmstrom, Y. Kazama, W.-H. Ip, M. Hoshino, M. Fujimoto, N. Terada, and K. Keika, Pre-flight Calibration and Near-Earth Commissioning Results of the Mercury Plasma Particle Experiment (MPPE) Onboard MMO (Mio), *Space Sci. Rev.*, 217:70, doi:10.1007/s11214-021-00839-2, 2021.
136. Yokota, S., N. Terada, A. Matsuoka, N. Murata, Y. Saito, D. Delcourt, Y. Futaana, K. Seki, M. J. Schaible, K. Asamura, S. Kasahara, H. Nakagawa, M. N. Nishino, R. Nomura, K. Keika, Y. Harada, and S. Imajo, In situ observations of ions and magnetic field around Phobos: The Mass Spectrum Analyzer (MSA) for the Martian Moons eXploration (MMX) mission, *Earth Planets Space*, 73:216, doi:10.1186/s40623-021-01452-x, 2021. Takada, M., K. Seki, Y. Ogawa, K. Keika, S. Kasahara, S. Yokota, T. Hori, K. Asamura, Y. Miyoshi, and I. Shinohara, "Low-altitude ion upflow observed by EISCAT and its effects on supply of molecular ions in the ring current detected by Arase (ERG)", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2020JA028951, 2021.

## 会議抄録

1. Keika, K., Kuwabara, M., Kameda, S., Miyoshi, Y., Yoshioka, K., and Murakami, G. (2022), NASA STORM mission: Overview and Contributions from the Lyman Alpha Imaging Camera (LAICA), *Proceedings of Symposium on Planetary Science 2022*. Keika, K. (2021), A brief review of plasma transport and energization in the magnetosphere of magnetized planets, *Proceedings of Symposium on Planetary Science 2021*.

## 著書

1. Tachibana S. (2021) The Hayabusa2 mission: What will we expect from samples from C-type near-Earth asteroid (162173) Ryugu? in *Sample Return Missions: The Last Frontier of Solar System Exploration* (ed. A. Longobardo), Elsevier, 147-161. 関華奈子, 「地球・惑星・生命」, 日本地球惑星科学連合編, 東京大学出版会, 2020年6月 (3章を担当)

## 6.3 地球惑星システム科学講座

### 原著論文

1. Harada, M., Akiyama, A., Furukawa, R., Yokobori, S., Tajika, E., & Yamagishi, A. (2021), Evolution of superoxide dismutases and catalases in cyanobacteria: occurrence of the antioxidant enzyme genes before the rise of atmospheric oxygen, *Journal of Molecular Evolution*, 89, 527-543. <https://doi.org/10.1007/s00239-021-10021-5>
  2. 1. Watanabe, Y., & Tajika, E. (2021), Atmospheric oxygenation of the early earth and earth-like planets driven by competition between land and seafloor weathering, *Earth, Planets and Space*, <https://doi.org/10.1186/s40623-021-01527-9>
  3. Kayanne, H., Hara, T., Arai, N., Yamano, H., & Matsuda, H. (2022), Trajectory to local extinction of an isolated dugong population near Okinawa Island, Japan, *Scientific Reports*, 12, 6151, doi: 10.1038/s41598-022-09992-2
  4. Kleypas, J., Allemand, D., Anthony, K., Baker, A.C., Beck, M., Hale, L.Z., Hilmi, N., Hoegh-Guldberg, O., Hughes, T., Kaufman, L., Kayanne, H., Magnan, A.K., Mcleod, E., Mumby, P., Palumbi, S., Richmond, R.H., Rinkevich, B., Steneck, R.S., Voolstra, C.R., Wachenfeld, D., & Gattuso, J.-P. (2021), Designing a blueprint for coral reef survival, *Biological Conservation*, 257, doi: 10.1016/j.biocon.2021.109107
  5. Reimer, J.D., Kurihara, H., Ravasi, T., Ide, Y., Izumiyama, M., & Kayanne, H. (2021), Unexpected high abundance of aragonite-forming *Nanipora* (Octocorallia: Helioporacea) at an acidified volcanic reef in southern Japan. *Marine Biodiversity*, 51, 19, doi:10.1007/s12526-021-01165-0
  6. Yamamoto, S., Kayanne, H., Fujita, N., Sato, Y., Kurihara, H., Harii, S., Hemmi, A., & Dickson, A.G. (2021), Development of an automated transportable continuous system to measure the total alkalinity of seawater. *Talanta*, 221, 121666 doi: 10.1016/j.talanta.2020.121666
  7. Takeda, T.; Kato, J.; Matsumura, T.; Murakami, T.; Abeynayaka, A. Governance of Artificial Intelligence in Water and Wastewater Management: The Case Study of Japan. *Hydrology* 2021, 8, 120. <https://doi.org/10.3390/hydrology8030120>
  8. Kaiho K., Tanaka D., Richoz S., Jones D.S., Saito R., Kameyama, D. Ikeda, M., Takahashi, S., Aftabuzzaman Md., Fujibayashi M., 2022. Volcanic temperature changes modulated volatile release and climate fluctuations at the end-Triassic mass extinction. *Earth and Planetary Science Letters*, 579, 117364, DOI 10.1016/j.epsl.2021.117364.
  9. Kemp D., Shen, J., Cho, T., Algeo, T., Ikeda, M., 2022, Deep-ocean anoxia across the Pliensbachian-Toarcian boundary and the Toarcian Oceanic Anoxic Event in the Panthalassic Ocean. *Global Planetary Change*, 212, 103782. DOI 10.1016/j.gloplacha.2022.103782
  10. "北村晃寿・池田昌之, 2021, 2021年7月3日に静岡県熱海市伊豆山地区で発生した土石流の速報. 静岡大学地球科学研究報告 48, 63-71.
- "
11. Enju, S., Kawano, H., Tsuchiyama, A., Kim, T.H., Takigawa, A., Matsuno, J. and Komaki, H. (2022), Condensation of cometary silicate dust using an induction thermal plasma system. II. Mg-Fe-Si-O-S system and the effects of sulfur and redox conditions, *Astronomy & Astrophysics*, 661, A121, doi:10.1051/0004-6361/202142620.
  12. Matsuno, J., Tsuchiyama, A., Watanabe, T., Tanaka, M., Takigawa, A., Enju, S., Koike, C., Chihara, H. and Miyake, A. (2021), Condensation of Glass with Multimetal Nanoparticles: Implications for the Formation Process of GEMS Grains., *The Astrophysical Journal*, 911(16pp), doi:10.3847/1538-4357/abe5a0.
  13. Kim, T.H., Takigawa, A., Tsuchiyama, A., Matsuno, J., Enju, S., Kawano, H. and Komaki, H. (2021), Condensation of cometary silicate dust using an induction thermal plasma system. *Astronomy & Astrophysics*, 656, A42, doi:10.1051/0004-6361/202141216.
  14. Igami, Y., Muto, S., Takigawa, A., Ohtsuka, M., Miyake, A., Suzuki, K., Yasuda, K. and Tsuchiyama, A. (2021), Structural and chemical modifications of oxides and OH generation by space weathering: Electron microscopic/spectroscopic study of hydrogen-ion-irradiated Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 315, 61-72, doi:10.1016/j.gca.2021.09.031.
  15. Stevanus K. Nugroho, Hajime Kawahara, Neale P. Gibson, Ernst J. W. de Mooij, Teruyuki Hirano, Takayuki Kotani, Yui Kawashima, Kento Masuda, Matteo Brogi, Jayne L. Birkby, Chris A. Watson, Motohide Tamura, Konstanze Zwintz, Hiroki Harakawa, Tomoyuki Kudo, Masayuki Kuzuhara, Klaus Hodapp, Masato Ishizuka, Shane Jacobson, Mihoko Konishi, Takashi Kurokawa, Jun Nishikawa, Masashi Omiya, Takuma Serizawa, Akitoshi Ueda, Sébastien Vievard (2021), First Detection of Hydroxyl Radical Emission from an Exoplanet Atmosphere: High-dispersion Characterization of WASP-33b using Subaru/IRD, *ApJL* 910, 9(2021)
  16. Hajime Kawahara, Yui Kawashima, Kento Masuda, Ian J. M. Crossfield, Erwan Pannier, Dirk van den Bekerom, Autodifferentiable Spectrum Model for High-Dispersion Characterization of Exoplanets and Brown Dwarf, *ApJS*

258 31 (2022)

17. Naoshi Murakami, Kenta Yoneta, Kenya Kawai, Hajime Kawahara, Takayuki Kotani, Motohide Tamura, and Naoshi Baba, Polarization-based Speckle Nulling Using a Spatial Light Modulator to Generate a Wide-field Dark Hole, *AJ* 163 129 (2022)
18. Yui Kasagi, Takayuki Kotani, Hajime Kawahara, Tomoyuki Tajiri, Takayuki Muto, Masataka Aizawa, Michiko S. Fujii, Kohei Hattori, Kento Masuda, Munetake Momose, Ryou Ohsawa, Satoshi Takita, Dippers from TESS Full-frame Images. II. Spectroscopic Characterization of Four Young Dippers, *ApJS* 259 40 (2022)
19. Kazuko Yoshizawa, Satoshi Takahashi, Shun Muto, Takanobu Tsuihiji, Masayuki Ehiro, (2021), Oceanic water redox conditions of the region between Tethys and Panthalassa during the late Early Triassic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 567, 110143.
20. Shun Muto, Shinsuke Yagyu, Satoshi Takahashi, Masafumi Murayama. (2021), Identification of conodont fossils in pelagic deep-sea siliceous sedimentary rocks using laboratory-based X-ray computed microtomography. *Lethaia* Vol. 000, pp. 1–13.
21. Stephen E. Grasby, David P.G. Bond, Paul B. Wignall, Runsheng Yin, Lorna J. Strachan, L. J., Satoshi Takahashi, (2021), Transient Permian-Triassic euxinia in the southern Panthalassa deep ocean. *Geology*, 49(8), 889–893.
22. Satoshi Takahashi, Rie S. Hori, Satoshi Yamakita, Yoshiaki Aita, Atsushi Takemura, Minoru Ikehara, Yijun Xiong, Simon W. Poulton, Paul B. Wignall, Takaaki Itai, Hamish J. Campbell, Bernard K. Spörlü, (2021), Progressive development of ocean anoxia in the end-Permian pelagic Panthalassa. *Global and Planetary Change* 207, 103650.
23. Kaiho, K., Tanaka, D., Richoz, S., Jones, D. S., Saito, R., Kameyama, D., Ikeda, M., Takahashi, S., Aftabuzzaman, M., & Fujibayashi, M., (2022), Volcanic temperature changes modulated volatile release and climate fluctuations at the end-Triassic mass extinction. *Earth and Planetary Science Letters*, 579, 117364.
24. He, T., Newton, R. J., Wignall, P. B., Reid, S., Dal Corso, J., Takahashi, S., Wu, H., Todaro, S., Di Stefano, P., Randazzo, V., Rigo, M., & Dunhill, A. M., (2022), Shallow ocean oxygen decline during the end-Triassic mass extinction. *Global and Planetary Change*, 210, 103770.
25. Yoshida, A., Moteki, N., & Adachi, K. (2022). Identification and particle sizing of submicron mineral dust by using complex forward-scattering amplitude data. *Aerosol Science and Technology*, 1-14.
26. Holzinger, R., Eppers, O., Adachi, K., Bozem, H., Hartmann, M., Herber, A., ... Moteki, N., & Yoshida, A. (2022). Possible controls on Arctic clouds by natural aerosols from long-range transport of biogenic emissions and ozone depletion events. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 1-23.
27. Ohata, S., Koike, M., Yoshida, A., Moteki, N., Adachi, K., Oshima, N., ... & Herber, A. B. (2021). Arctic black carbon during PAMARCMiP 2018 and previous aircraft experiments in spring. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21(20), 15861-15881.
28. Ohata, S., Mori, T., Kondo, Y., Sharma, S., Hyvärinen, A., Andrews, E., ..., Moteki, N., & Oshima, N. (2021). Estimates of mass absorption cross sections of black carbon for filter-based absorption photometers in the Arctic. *Atmospheric Measurement Techniques*, 14(10), 6723-6748.
29. Mori, T., Kondo, Y., Ohata, S., Goto - Azuma, K., Fukuda, K., Ogawa - Tsukagawa, Y., Moteki, N., ... & Aas, W. (2021). Seasonal Variation of Wet Deposition of Black Carbon at Ny - Ålesund, Svalbard. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126(12), e2020JD034110.
30. Moteki, N. (2021). Measuring the complex forward-scattering amplitude of single particles by self-reference interferometry: CAS-v1 protocol. *Optics Express*, 29(13), 20688-20714.

## 総説

1. 茅根 創・山本将史・朝海敏昭 (2021), 海洋における炭酸系計測, *分析化学* 70, 301-308, doi: 10.2116/bunsekikagaku.70.301

## 著書

1. 荒井良雄・茅根 創・日下博幸・鈴木厚志・藤井 正, (2021), 『新詳高等地図』 帝国書院, 194p.
2. 茅根 創, サンゴ礁の分布, 国立天文台編『環境年表2021-2022』丸善出版, 6.3.4, pp. 195-196.
3. Sukhwani, V., Takeda, T., Mitra, B.K., Shaw, R. (2022). Urban-Rural Connectivity for Forest Management and Landslide Risk Reduction: Case of Japan. In: Sarkar, R., Shaw, R., Pradhan, B. (eds) *Impact of Climate Change, Land Use and Land Cover, and Socio-economic Dynamics on Landslides. Disaster Risk Reduction*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-7314-6\\_19](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7314-6_19)

4. Nishi, M., Suneetha M. Subramanian, Himangana Gupta, Madoka Yoshino, Yasuo Takahashi, Koji Miwa, Tomoko Takeda eds. (2021) *Fostering Transformative Change for Sustainability in the Context of Socio-Ecological Production Landscapes and Seascapes (SEPLS)*
5. Takeda, T., M. Kitajima, A. Abeynayaka, N.T.T. Huong, N.Q. Dinh, K. Sirikanchana, M. Navia, A.A. Sam, M. Tsudaka, T. Setiadi, D.T. Hung, E. Haramoto, Chapter11 - Governance of wastewater surveillance systems to minimize the impact of COVID-19 and future epidemics: Cases across Asia-Pacific, Editor(s): A.L. Ramanathan, Chidambaram Sabarathinam, Francisco Arriola, M.V. Prasanna, Pankaj Kumar, M.P. Jonathan, *Environmental Resilience and Transformation in Times of COVID-19*, Elsevier, 2021, Pages 115-126,
6. 池田昌之, コラム 恐竜時代の地球環境. *Dino Science. 恐竜科学博 図録*. 2021, 52-55, pp 192. 茅根 創 (2020), 地球温暖化により激甚化する気象災害, 田中智志 編著『温暖化に挑む海洋教育－呼応的かつ活動的に』, 東信堂, 第2章第2節, pp.43-55.

#### 特許

1. 茅根 創・辺見 彰秀 (2021), 固体半導体イオンセンサー. 特願 2021-144727

## 6.4 固体地球科学講座

#### 原著論文

1. Hartung, E., Caricchi, L., Floess, D., Wallis, S. & Harayama, S. 2021. Establishing genetic relationships between the Takidani pluton and two large silicic eruptions in the Northern Japan Alps. *Journal of Petrology*, 62, egab085
2. Kouketsu, Y., Sadamoto, K., Umeda, H., Kawahara, H., Nagaya, T., Taguchi, T., Mori, H., Wallis, S. R. & Enami, M. (2021), Thermal structure in subducted units from continental Moho depths in a palaeo subduction zone, the Asemigawa region of the Sanbagawa metamorphic belt, SW Japan. *Journal of Metamorphic Geology*, 39, 727–749.
3. Yamaoka, K. & Wallis, S. R. 2022. Recognition of broad thermal anomaly around the median tectonic line in central Kii peninsula, southwest Japan: Possible heat sources. *Island Arc*, 31, 1–17.
4. Jiang, J., BA. Erickson, VR. Lambert, JPaul Ampuero, R. Ando, SD. Barbot, C. Cattania, LD. Zilio, B. Duan, EM. Dunham, AA Gabriel, N. Lapusta, D. Li, M. Li, D. Liu, Y. Liu, S. Ozawa, C. Pranger & Y. van Dinther, Community-Driven Code Comparisons for Three-Dimensional Dynamic Modeling of Sequences of Earthquakes and Aseismic Slip, *J. Geoph. Res.*, <https://doi.org/10.1029/2021JB023519>, 2022.
5. KOMORI, J., M. SHISHIKURA, R. ANDO, Y. Yokoyama, Y. Miyairi, A Bayesian approach to age estimation of marine terraces and implications for the history of the great Kanto earthquakes, central Japan, *Quaternary Sci. Rev.*, <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2021.107217>, 2021.
6. Sato, D. S. K. and R. Ando, A log-linear time algorithm for the elastodynamic boundary integral equation method, *Eng. Anal. Bound. Elem.*, <https://doi.org/10.1016/j.enganabound.2021.08.026>, 2021."
7. Chang, T., and S. Ide(2021), Hypocenter hotspots illuminated using a new cross-correlation-based hypocenter and centroid relocation method. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 126, e2021JB021991, <https://doi.org/10.1029/2021JB021991>
8. Ide. S.(2021), Empirical Low-Frequency Earthquakes Synthesized From Tectonic Tremor Records. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 126, <https://doi.org/10.1029/2021JB022498>
9. Plata-Martínez, R., S. Ide, M. Shinohara, ES. Garcia, N. Mizuno, LA. Dominguez, T. Taira, Y. Yamashita, A. Toh, T. Yamada, J. Real, A. Husker, VM. Cruz-Atienza and Y. Ito (2021), Shallow slow earthquakes to decipher future catastrophic earthquakes in the Guerrero seismic gap, *Nature communications*, 12, 1-8, <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24210-9>
10. Shibata, R., N. Aso, G. Oikawa, J. Nakajima, and S. Ide, Potential applicability and limitations of radiation-corrected empirical Green's functions for point-source cases, *Geophysical Journal International*, 229, <https://doi.org/10.1093/gji/ggab503>
11. De, K., T. Ruj, A. Kundu, N. Dasgupta, K. Kawai (2021), Evolution of Pyrrhae Fossae, Mars: An explication from the age estimation using the buffered crater counting technique, *Current Science*, 121, 906-911
12. Konishi, K., A.F.E. Borgeaud, K. Kawai, R.J. Geller (2021), ANISotime: Travel time computation software for laterally homogeneous, transversely isotropic, spherical media, *Seismological Research Letters*, 92, 3811–3820, doi:10.1785/0220200306
13. Ruj, T., K. Kawai (2021), A global investigation of wrinkle ridge formation events; Implications towards the thermal evolution of Mars, *Icarus*, 369, 114625, doi:10.1016/j.icarus.2021.114625

14. Suzuki, Y., K. Kawai, R.J. Geller (2021), Imaging paleoslabs and inferring the Clapeyron slope in D" beneath the northern Pacific based on high-resolution inversion of seismic waveforms for 3-D transversely isotropic structure, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 321, 106751, doi:10.1016/j.pepi.2021.106751, 2021
15. Chen, KH, C. Hwang, LC Chang, Y. Tanaka (2021), Infiltration coefficient, percolation rate and depth-dependent specific yields estimated from 1.5 years of absolute gravity observations near a recharge lake in Pingtung, Taiwan, *Journal of Hydrology*, 603, 127089, DOI:10.1016/j.jhydrol.2021.127089
16. Huang, P., Sulzbach, R.L., Tanaka, Y., Klemann, V., Dobslaw, H., Martinec, Z., & Thomas, M. (2021), Anelasticity and lateral heterogeneities in Earth's upper mantle: impact on surface displacement, self-attraction and loading and ocean dynamics, *J. Geophys. Res. (Solid Earth)*, <https://doi.org/10.1029/2021JB022332>
17. Tanaka, Y. and H. Katori (2021), Exploring potential applications of optical lattice clocks in a plate subduction zone, *Journal of Geodesy*, DOI :10.1007/s00190-021-01548-y.
18. Enomoto S., Ueki K., Iizuka T., Takeuchi N., Tanaka A., Watanabe H. & Haraguchi S. (in press) Trace element abundance modeling with the gamma distribution for quantitative balance calculations. AGU Geophysical Monograph Series.
19. Tanaka K., Zhao L., Tazoe H., Iizuka T., Murakami-Sugihara N., Toyama K., Yamamoto T., Yorisue T. & Shirai K. (2022) Using neodymium isotope ratio in *Ruditapes philipinarum* shells for tracking the geographical origin. *Food Chemistry* 382, 131914.
20. Edmund, E., Morard, G., Baron, M. A., Rivoldini, A., Yokoo, S., Boccato, S., Hirose, K., Pakhomova, A., Antonangeli, D., The Fe-FeSi phase diagram at Mercury's core conditions, *Nature Communications*, 13, 387 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-27991-9>
21. Hasegawa, M., Hirose, K., Oka, K., Ohishi, Y., Liquidus phase relations and solid-liquid partitioning in the Fe-Si-C system under core pressures, *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL092681 (2021). <https://doi.org/10.1029/2021GL092681>
22. Hirose, K., Wood, B., Vočadlo, L., The light elements in the Earth's core, *Nature Reviews Earth & Environment*, 2, 645–658 (2021). <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00203-6>
23. Kawaguchi, S., Morard, G., Kuwayama, Y., Hirose, K., Hirao, N., Ohishi, Y., Density determination of liquid iron-nickel-sulfur at high pressure, *American Mineralogist*, 107, 1254–1261 (2022). <https://doi.org/10.2138/am-2021-7924>
24. Kuwayama, Y., Hirose, K., Cobden, L., Kusakabe, M., Tateno, S., Ohishi, Y., Post-perovskite phase transition in the pyrolitic lowermost mantle: implications for ubiquitous occurrence of post-perovskite above CMB, *Geophysical Research Letters*, 49, e2021GL096219 (2022). <https://doi.org/10.1029/2021GL096219>
25. Oka, K., Tateno, S., Kuwayama, Y., Hirose, K., Nakajima, Y., Umemoto, K., Tsujino, N., Kawaguchi, S., A cotunnite-type new high-pressure phase of Fe<sub>2</sub>S, *American Mineralogist*, 107, 1249–1253. <https://doi.org/10.2138/am-2022-7959>
26. Ozawa, K., Hirose, K., Kuwayama, Y., Takahashi, Y., The pressure-induced local structural change around tungsten in silicate glass, *Geochemical Perspectives Letters*, 18, 1–5 (2021). doi: 10.7185/geochemlet.2116
27. Tagawa, S., Gomi, H., Hirose, K., Ohishi, Y., High-temperature equation of state of FeH: implications for hydrogen in Earth's inner core, *Geophysical Research Letters*, 49, e2021GL096260 (2022). <https://doi.org/10.1029/2021GL096260>
28. Tagawa, S., Sakamoto, N., Hirose, K., Yokoo, S., Hernlund, J., Ohishi, Y., Yurimoto, H., Experimental evidence for hydrogen incorporation into Earth's core, *Nature Communications*, 12, 2588 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22035-0>
29. Yokoo, S., Hirose, K., Tagawa, S., Morard, G., Ohishi, Y., Stratification in planetary cores by liquid immiscibility in Fe-S-H, *Nature Communications*, 13, 644 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28274-z>
30. Zhang, Z., Zhang, D., Onga, K., Hasegawa, A., Ohta, K., Hirose, K., Wentzcovitch, R. M., Thermal conductivity of CaSiO<sub>3</sub> perovskite at lower mantle conditions, *Physical Review B*, 104, 184101 (2021). DOI:<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.184101>
31. Akashi, M., T. Yanagisawa, A. Sakuraba, F. Schindler, S. Horn, T. Vogt, S. Eckert, Jump rope vortex flow in liquid metal Rayleigh-Benard convection in a cuboid container of aspect ratio  $\Gamma=5$ , *J. Fluid Mech.* 932, A27, doi:10.1017/jfm.2021.996.
32. Nurdiana, A., Okamoto, A., Yoshida, K., Uno, M., Nagaya, T., & Tsuchiya, N. (2021), Multi-stage infiltration of Na- and K-rich fluids from pegmatites at mid-crustal depths as revealed by feldspar replacement textures. *Lithos*, 388–389, 106096, doi:10.1016/j.lithos.2021.106096 Hartung, E., Caricchi, L., Floess, D., Wallis, S. & Harayama, S. 2021. Establishing genetic relationships between the Takidani pluton and two large silicic eruptions in the Northern Japan Alps. *Journal of Petrology*, 62, egab085

## 6.5 地球生命圏科学講座

### 原著論文

1. Kintsu, H., A. Pérez-Huerta, S. Ohtsuka, T. Okumura, S. Ifuku, K. Nagata, T. Kogure, M. Suzuki, M. Iijima (2021), Functional analyses of chitinolytic enzymes in the formation of calcite prisms in *Pinctada fucata*, *Micron*, 145, 103063. DOI: 10.1016/j.micron.2021.103063.
2. Kato, Y., S. Kimura, T. Kogure, M. Suzuki, (2022), Deposition of Lead Phosphate by Lead-Tolerant Bacteria Isolated from Fresh Water near an Abandoned Mine, *Int. J. Mol. Sci.*, 145, 103063, DOI:10.3390/ijms23052483.
3. Tamura, K., H. Yamashita, T. Kogure, M. Morita, A. Yamagishi, H. Sato (2021) Removal of cesium ions from radioactively contaminated soils using microwave treatment, *Clay Science*, 25, 7-11, DOI:0.11362/jcssjclayscience.MS-21-2
4. Goto, R., Takano, T., Seike, K., Yamashita, M., Paulay, G., S. Rodgers, K. S., Hunter, C. L., Tongkerd, P., Sato, S., Hong, J.-S., & Endo, K. (2022), Stasis and diversity in living fossils: species delimitation and evolution of lingulid brachiopods. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 175, 107460, <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2022.107460>
5. Setiamarga, D. H. H., Hirota, K., Yoshida, M., Takeda, Y., Kito, K., Ishikawa, M., Shimizu, K., Isowa, Y., Ikee, K., Sasaki, T., & Endo, K. (2021), Hydrophilic Shell matrix proteins of *Nautilus pompilius* and the identification of a core set of conchiferan domains. *Genes*, 2021, 12(12), 1925, <https://doi.org/10.3390/genes12121925>
6. Kintsu, H., Pérez-Huerta, A., Ohtsuka, S., Okumura, T., Ifuku, S., Nagata, K., Kogure, T., & Suzuki, M. (2021), Functional analyses of chitinolytic enzymes in the formation of calcite prisms in *Pinctada fucata*, *Micron*, 145, 103063, doi:10.1016/j.micron.2021.103063
7. Iijima, M., Okumura, T., Kogure, T., & Suzuki, M. (2021), Microstructure and mineral components of the outer dentin of *Chimaera phantasma* tooth plates, *Anat. Rec.*, 304, 12, 2865–2878, doi:10.1002/ar.24606
8. Higaki, H., Goto, K., Yanagisawa, H., Sugawara, D., Ishizawa, T., 2021, Three thousand year paleo-tsunami history of the southern part of the Japan Trench. *Progress in Earth and Planetary Science*, 8:28. <https://doi.org/10.1186/s40645-021-00415-w>
9. Watanabe, M., Goto, K., Roeber, V., Imamura, F., 2021, Identification of coastal sand deposits from tsunamis and storm waves based on numerical computations. *Journal of Geophysical Research - Earth Surface*, 126, e2021JF006092.
10. Iwai, S., Goto, K., 2021, Threshold flow depths to move large boulders by the 2011 Tohoku-oki tsunami. *Scientific Reports*. 11:13434. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92917-2>
11. Iijima, Y., Goto, K., Sugawara, D., Abe, T., 2021, Effect of artificial structures on the formation process of the 2011 Tohoku-oki tsunami, deposits. *Sedimentary Geology*, 423, 105978.
12. Wittmann, A., Cavosie, A. J., Timms, N. E., Ferriere, L., Rae, A., Rasmussen, C., Ross, C., Stockli, D., Schmieder, M., Kring, D. A., Zhao, J., Xiao, L., Morgan, J. V., Gulick, S. P. S., the IODP-ICDP Expedition 364 Scientists (including Goto, K.), 2021, Shock Impedance amplified impact deformation of zircon in granitic rocks from the Chicxulub impact crater. *Earth and Planetary Science Letters*, 575, 117201.
13. Minamidate, K., Goto, K., Kan, H., 2022, Numerical estimation of maximum possible sizes of paleo-earthquakes and tsunamis from storm-derived boulders. *Earth and Planetary Science Letters*, 579, 117354
14. Ishizawa, T., Goto, K., Nishimura, Y., Miyairi, Y., Sawada, C., Yokoyama, Y., 2022, Paleotsunami history along the northern Japan Trench based on sequential dating of the continuous geological record potentially inundated only by large tsunamis. *Quaternary Science Reviews*, 279, 107381.
15. Sakuma, A., Kano, A., Kakizaki, Y., Tada, R., & Zheng, H. (2021). Upper Eocene travertine - lacustrine carbonate in the Jianchuan basin, southeastern Tibetan Plateau: Reappraisal of its origin and implication for the monsoon climate. *Island Arc*, 30(1), e12416.
16. Kato, H., Amekawa, S., Hori, M., Shen, C. C., Kuwahara, Y., Senda, R., & Kano, A. (2021). Influences of temperature and the meteoric water  $\delta^{18}\text{O}$  value on a stalagmite record in the last deglacial to middle Holocene period from southwestern Japan. *Quaternary Science Reviews*, 253, 106746.
17. Kakizaki, Y., Kano, A., Ota, Y., Nakada, R., Nagaishi, K., & Kashiwagi, K. (2021). Pennsylvanian paleoclimatic record in rhythmites developed on an oceanic island of low-latitude Panthalassa. *Sedimentary Geology*, 424, 105992.
18. Amekawa, S., Kashiwagi, K., Hori, M., Sone, T., Kato, H., Okumura, T., ... & Kano, A. (2021). Stalagmite evidence for East Asian winter monsoon variability and  $^{18}\text{O}$ -depleted surface water in the Japan Sea during the last glacial period. *Progress in Earth and Planetary Science*, 8(1), 1-15.
19. Sarkar, D. P., Ando, J. I., Kano, A., Kato, H., Ghosh, G., & Das, K. (2021). Carbonate clumped isotope thermometry of fault rocks and its possibilities: tectonic implications from calcites within Himalayan Frontal Fold-Thrust Belt.

- Progress in Earth and Planetary Science, 8(1), 1-15.
20. Asami, R., Hondo, R., Uemura, R., Fujita, M., Yamasaki, S., Shen, C. C., Kano, A. & Iryu, Y. (2021). Last glacial temperature reconstructions using coupled isotopic analyses of fossil snails and stalagmites from archaeological caves in Okinawa, Japan. *Scientific reports*, 11(1), 1-11.
  21. Sakai, S., Otsuka, T., Matsuda, S., Sakairi, Y., Uchida, R., Sugahara, K., ... & Yang, D. (2022). Subnanomolar Sensitive Stable Isotopic Determination in CO<sub>2</sub> by Tunable Infrared Laser Absorption Spectroscopy. *Analytical Chemistry*, 94(17), 6446-6450.
  22. Miyashita, S.-I., Ogura, T., Kondo, T., Fujii, S.-I., Inagaki, K., Takahashi, Y., Minoda, A. (2022), Recovery of Au from dilute aqua regia solutions via adsorption on the lyophilized cells of a unicellular red alga *Galdieria sulphuraria*: A mechanism study, *Journal of Hazardous Materials*, 425, 127982, doi:10.1016/j.jhazmat.2021.127982
  23. Yokoyama, Y., Qin, H.-B., Tanaka, M., Takahashi, Y. (2022), The uptake of selenite in calcite revealed by X-ray absorption spectroscopy and quantum chemical calculations, *Science of the Total Environment*, 802, 149221, doi:10.1016/j.scitotenv.2021.149221
  24. Kitadai, N., Nakamura, R., Yamamoto, M., Okada, S., Takahagi, W., Nakano, Y., Takahashi, Y., Takai, K., Oono, Y.(2021), Thioester synthesis through geoelectrochemical CO<sub>2</sub> fixation on Ni sulfides, *Communications Chemistry*, 4, 37, doi:10.1038/s42004-021-00475-5
  25. Shidare, M., Nakada, R., Usui, T., Tobita, M., Shimizu, K., Takahashi, Y., Yokoyama, T.(2021), Survey of impact glasses in shergottites searching for Martian sulfate using X-ray absorption near-edge structure, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 313, 85-98, doi:10.1016/j.gca.2021.08.026
  26. Yoda, M., Sekine, Y., Fukushi, K., Kitajima, T., Gankhurel, B., Davaasuren, D., Gerelmaa, T., Ganbat, S., Shoji, D., Zolotov, M.Y., Takahashi, Y.(2021), Field Investigations of Chemical Partitioning and Aqueous Chemistry of Freezing Closed-Basin Lakes in Mongolia as Analogs of Subsurface Brines on Icy Bodies, *Journal of Geophysical Research: Planets*, 126, e2021JE006972, doi: 10.1029/2021JE006972.
  27. Noda, N., Yamashita, S., Takahashi, Y., Matsumoto, M., Enokido, Y., Amano, K., Kawai, T., Sakuma, H., Fukushi, K., Sekine, Y., Nakamura, T.(2021), Anaerobic microscopic analysis of ferrous saponite and its sensitivity to oxidation by earth's air: Lessons learned for analysis of returned samples from mars and carbonaceous asteroids, *Minerals*, 11, 1244, doi:10.3390/min11111244
  28. Kurisu, M., Sakata, K., Uematsu, M., Ito, A., Takahashi, Y.(2021), Contribution of combustion Fe in marine aerosols over the northwestern Pacific estimated by Fe stable isotope ratios, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 1244, doi:10.3390/min11111244
  29. Yamaguchi, A., Kobayashi, K., Takahashi, Y., Machida, M., Okumura, M.(2021), Hydration structures of barium ions: Ab initio molecular dynamics simulations using the SCAN meta-GGA density functional and EXAFS spectroscopy studies, *Chemical Physics Letters*, 780, 16027-16050, doi:10.5194/acp-21-16027-2021
  30. Xu, W., Qin, H.-B., Zhu, J.-M., Johnson, T.M., Tan, D., Liu, C., Takahashi, Y.(2021), Selenium isotope fractionation during adsorption onto montmorillonite and kaolinite, *Applied Clay Science*, 211, 138945, doi:10.1016/j.cplett.2021.138945
  31. Sakata, K., Takahashi, Y., Takano, S., Matsuki, A., Sakaguchi, A., Tanimoto, H.(2021), First X-ray Spectroscopic Observations of Atmospheric Titanium Species: Size Dependence and the Emission Source, *Environmental Science and Technology*, 55, 106189, doi:10.1016/j.clay.2021.106189
  32. Konagaya, R., Kawamura, N., Yamaguchi, A., Takahashi, Y.(2021), Highly-sensitive analysis of fluorescence XANES at Europium (Eu) LIII-edge for the determination of oxidation state for trace amount of eu in natural samples by bragg-type crystal analyzer system, *Chemistry Letters*, 50, 10975-10986, doi:10.1021/acs.est.1c02000
  33. Kawai, T., Yamakawa, Y., Takahashi, Y.(2021), Speciation of magnesium in aerosols using X-ray absorption near-edge structure related to its contribution to neutralization reactions in the atmosphere, *Atmosphere*, 12, 1570-1572, doi:10.1246/cl.210249
  34. Ozawa, K., Hirose, K., Kuwayama, Y., Takahashi, Y.(2021), The pressure-induced local structural change around tungsten in silicate glass, A new constraint on the physicochemical condition of mars surface during the amazonian epoch based on chemical speciation for secondary minerals in martian nakhlites, *Geochemical Perspectives Letters*, 18, 856, doi:10.3390/atmos12050586
  35. Suga, H., Suzuki, K., Usui, T., Yamaguchi, A., Sekizawa, O., Nitta, K., Takeichi, Y., Ohigashi, T., Takahashi, Y.(2021), *Minerals*, 11, 6-10, doi:10.7185/GEOCHEMLET.2116
  36. 高橋 嘉夫(2021), 放射光X線吸収微細構造法を用いた宇宙地球化学・環境化学研究の新展開: 高エネルギー分解能蛍光X線検出の利用, *ぶんせき*, 10, 540-546
  37. Hirasawa T, Cupello C, Brito PM, Yabumoto Y, Isogai S, Hoshino M, Uesugi K. (2021) Development of the pectoral lobed fin in the Australian lungfish *Neoceratodus forsteri*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9: 679633

38. Higashiyama H, Koyabu D, Hirasawa T, Werneburg I, Kuratani S, Kurihara H. (2021) Mammalian face as an evolutionary novelty. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118: e2111876118.
39. Takamiya, H., Kouduka, M., & Suzuki, Y. (2021). The Deep Rocky Biosphere: New Geomicrobiological Insights and Prospects. *Frontiers in Microbiology*, 12, 785743-785743.
40. Takamiya, H., Kouduka, M., Furutani, H., Mukai, H., Yamamoto, T., Kato, S., Kodama, Y., Tomioka, N., Ito, M., Suzuki, Y. (2021). Ultra-small cells and DPANN genome unveiled inside an extinct vent chimney. *bioRxiv*.
41. Yamada, S., Ichinohe, Y., Tatsuno, H., Hayakawa, R., Suda, H., Ohashi, T., Ishisaki, Y., Uruga, T., Sekizawa, O., Nitta, K., Takahashi, Y., Itai, T., Suga, H., Nagasawa, M., Tanaka, M., Kurisu, M., Hashimoto, T., Bennett, D., Denison, E., Driese, W.B., Durkin, M., Fowler, J., O'Neil, G., Morga, K., Schidt, D., Swetz, D., Ullom, J., Vale, L., Okada, S., Okumura, T., Azuma, T., Tamagawa, T., Isobe, T., Kohjiro, S., Noda, H., Tanaka, K., Taguchi, A., Imai, Y., Sato, K., Hayashi, T., Kashiwabara, T., Sakata, K. (2021). Broadband high-energy resolution hard X-ray spectroscopy using transition edge sensors at SPring-8. *Review of Scientific Instruments*, 92, 013103. doi : 10.1063/5.0020642
42. Médieu, A., Point, D., Itai, T., Angot, H., Buchanan, P.J., Allain, V., Fuller, L., Griffiths, S., Gillikin, D.P., Sonke, J.E., Heimbürger, L.E., Desgranges, M.M., Menkes, C.E., Madigan, D.J., Brosset, P., Gauthier, O., Tagliabue, A., Bopp, L., Verheyden, A., Lorrain, A. (2022) Evidence that Pacific tuna mercury levels are driven by marine methylmercury production and anthropogenic inputs. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119, e2113032119
43. Hasegawa, N., Itai, T., Kunisue, T., & Takahashi, Y. (2022). Variation of Iron Stable Isotopes in a Marine Ecosystem from the Northwest Pacific Ocean. *Chemistry Letters*, 51.

## 総説

1. 後藤和久, 菅原大助, 2021, 津波堆積学の進展, 地質学雑誌, 127, 199-213.
2. 後藤和久, 2021, 2011年東北地方太平洋沖地震津波から10年を迎えた津波堆積物研究の現在地, 科学, 91, 1049-1057.

## 著書

1. 高橋嘉夫(2021), 放射光X線吸収微細構造法を用いた宇宙地球化学・環境化学研究の新展開: 高エネルギー分解能蛍光X線検出の利用, 「ぶんせき」誌2021年10号, 公益社団法人 日本分析化学会, 534-540
2. 三浦 輝・栗原雄一・高橋嘉夫(2021), シリーズ放射性微粒子の追求「海洋で発見された不溶性Cs粒子とその特徴」, 『科学-科学と政策 繰り返される“失敗”の力学』VOL.92No.3, 岩波書店, 250-253

## 7 主要な学会発表

### 7.1 大気海洋科学講座

1. Hibiya, T.: A new parameterization of turbulent mixing enhanced over rough seafloor topography, Japan Geoscience Union Meeting 2021, Virtual Meeting, 2021.6.5.
2. Nagai, T., and T. Hibiya: Direct estimates of turbulent mixing in the Indonesian Archipelago and its role in the transformation of the ITF waters, Japan Geoscience Union Meeting 2021, Virtual Meeting, 2021.6.5.
3. 日比谷紀之: 深海アルゴフロートの全球展開による気候・生態系変動予測の高精度化, 日本地球惑星科学連合2021年大会, オンライン (virtual), 2021年6月5日 (招待講演).
4. Nagai, T., and T. Hibiya: Numerical study of tide-induced deep-ocean mixing near the head of Suruga Trough, 日本地球惑星科学連合2021年大会, オンライン (virtual), 2021.6.5.
5. 日比谷紀之: 深海底凹凸地形上における乱流混合のパラメタリゼーション, 日本海洋学会2021年度秋季大会, オンライン (virtual), 2021.9.14.
6. H. Okui, K. Sato, D. Koshin, and S. Watanabe, Formation of a mesospheric inversion layer and the subsequent elevated stratopause associated with the major stratospheric sudden warming in 2018/19. 2022 SPARC Gravity Wave Symposium, Hybrid, Conference Center of the Evangelische Akademie, Frankfurt, Germany, March 31, 2022.
7. K. Sato, R. Yasui, and Y. Miyoshi, Roles of Rossby waves, Rossby-gravity waves, and gravity waves generated in the middle atmosphere for interhemispheric coupling. 2022 SPARC Gravity Wave Symposium, Hybrid, Conference Center of the Evangelische Akademie, Frankfurt, Germany, March 31, 2022.
8. D. Koshin, K. Sato (speaker), M. Kohma, and S. Watanabe, Characteristics of the Intraseasonal Oscillation (ISO) in the equatorial mesosphere and lower thermosphere (MLT) region revealed by satellite observations and global analysis data made using a data assimilation system. 15th Quadrennial Solar-Terrestrial Physics Symposium (STP-15), Online, February 24, 2022.
9. Y. Minamihara, K. Sato and M. Tsutsumi (招待講演), A Study of Kelvin Helmholtz Billows in the Antarctic Troposphere and Lower Stratosphere Based on the Pansy Radar Observation Using a Frequency Domain Interferometry Technique. 18th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society, Online, August 2, 2021.
10. D. Koshin, K. Sato, M. Kohma, and S. Watanabe, An update on the 4D-LETKF data assimilation system for the whole neutral atmosphere. EGU General Assembly 2021 (vEGU2021), Online, April 29, 2021.
11. H. Okui, K. Sato, D. Koshin, and S. Watanabe, Formation of the double stratopause and elevated stratopause associated with the major stratospheric sudden warming in 2018/19. EGU General Assembly 2021 (vEGU2021), Online, April 29, 2021.
12. Yukio Masumoto, Distribution and movement of microplastics in the Indian Ocean, JpGU2021, Online, 2021.6.5
13. Takahiro Kusumi・Yukio Masumoto, Interannual variability in sea surface temperature off Somalia in boreal summer – Similarities and differences between “Warm year” and “Cold year” –, JpGU2021, Online, 2021.6.5
14. 松田拓朗・升本順夫, Eddy-mean flow interactions and vertical energy redistribution associated with the standing meander in the Antarctic Circumpolar Current, 日本地球惑星科学連合2021年大会, オンライン, 2021.6.6
15. 寺田雄亮・升本順夫, インドネシア多島海を通じた太平洋 – インド洋間の波動エネルギー伝播経路 – 太平洋から入射する場合 –, 日本海洋学会 2021年度秋季大会, 2021.9.16
16. 松田拓朗・升本順夫, 南極周極流にローレンツ・ダイアグラムを適用する際の問題点, 日本海洋学会 2021年度秋季大会, オンライン, 2021.9.14
17. Yusuke Terada・Yukio Masumoto, Indo-Pacific interbasin exchange of equatorial wave energy through the Indonesian archipelago in a reduced gravity model, Ocean Sciences Meeting 2022, Online, 2022.3.4
18. Ong C. R., Miura, H., and Koike, M., The Terminal Velocity of Axisymmetric Raindrops under General Conditions Evaluated by the Immersed Boundary Method, AGU Fall Meeting 2021, New Orleans, USA, 2021.12.15, online
19. 小池真, 西太平洋の下層雲とエアロゾル影響: 航空機観測による動態解明, 日本海洋学会シンポジウム, 中緯度大気海洋相互作用の現状と展望, 2021.9.18, オンライン
20. 森樹大, 近藤豊, 大畑祥, 東久美子, 福田かおり, 小川佳美, 茂木信宏, 吉田淳, 小池真, Sinha, P. R., 大島長, 松井仁志, 當房豊, 矢吹正教, Aas, W., ニーオルスンにおける黒炭素粒子の湿性沈着に関する研究 Wet Deposition of Black Carbon at Ny-Ålesund, Svalbard, 日本地球惑星連合2021年大会, 2021.5.30-2021.6.6, オンライン
21. 大畑祥, 小池真, 吉田淳, 茂木信宏, 足立光司, 大島長, 松井仁志, Eppers, O., Bozem, H., Zanatta, M., Herber, A., Arctic black carbon during PAMARCMiP 2018 and previous aircraft experiments in spring, 日本地球惑星連合2021年大会, 2021.5.30-2021.6.6, オンライン

22. Mori, T., Kondo, Y., Ohata, S., Goto-Azuma, K., Fukuda, K., Ogawa-Tsukagawa, Y., Moteki, N., Yoshida, A., Koike, M., Sinha, P. R., Oshima, N., Matsui, H., Tobo, Y., Yabuki, M., and W. Aas, W., Seasonal Variations of Wet Deposition of Black Carbon at Ny-Ålesund in Svalbard and at Barrow in Alaska, PACES 4th Open Science Meeting (IGAC 2021), 2021.5.26-28
23. Tozuka, T., M. Nakazato, and S. Kido, Mechanisms of asymmetry in sea surface temperature anomalies over the eastern pole of the Indian Ocean Dipole revealed by mixed layer heat budget analysis, NUIST-JAMSTEC Joint Workshop on Climate Variations and Prediction, online, 2021.5.17 (招待講演)
24. 東塚 知己, 笹井 義一, 佐々木 英治, 野中 正見, OFES2-NPZDモデルにより再現された黒潮続流域における植物プランクトン濃度の十年規模変動, 2021年度日本海洋学会秋季大会, オンライン, 2021.9.16
25. Kusunoki, H., S. Kido, and T. Tozuka, Contribution of the oceanic teleconnection to amplitude asymmetry of the Ningaloo Niño/Niña, The 13th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography (ICSHMO 2022), online, 2022.2.16
26. Nakazato, M., S. Kido, and T. Tozuka, Mechanisms of asymmetry in sea surface temperature anomalies associated with the Indian Ocean Dipole revealed by closed mixed-layer heat budget, Ocean Sciences Meeting 2022, online, 2022.3.4
27. H. Miura, A conservative and consistent remapping of moisture on the icosahedral mesh, JpGU-AGU Joint Meeting 2021, 2021.6.4, online
28. T. Jinno and H. Miura, Statistical Analysis of Cumulus Convection in Radiative-Convective Equilibrium Based on Canonical Ensemble Framework, JpGU-AGU Joint Meeting 2021, 2021.6.4, online
29. C.-S. Hung and H. Miura, Ensemble of Radiative-Convective Equilibrium Simulations near the Marginal Boundary between Aggregated and Scattered Regimes, 2021 AGU Fall Meeting, 2021.12.13, online
30. Kohma, M., and K. Sato, Analyses of the Seasonal Variation of the Tropical Tropopause Height Using a Diagnostic Equation for the Lapse-rate-tropopause Heights, The 18th AOGS Annual Meeting, Virtual, 2021.8.4 (招待講演)
31. Kohma, M., Sato, K., Tsutsumi, M., and Nishimura, K., Estimation of turbulent energy dissipation rates in the mesosphere by a VHF radar in the Antarctic, SPARC Gravity Wave Symposium 2022, Hybrid format, 2022.3.30 (招待講演)
32. Ijichi, T. and L. St. Laurent, Observed spectral distortion of temperature microstructure, JpGU Meeting 2021, Online, 2021.6.5
33. 伊地知敬, 深海における乱流混合効率の変動性について, 2021年度海洋乱流の観測およびモデリングに関する研究集会 (名古屋大学宇宙地球環境研究所共同利用研究集会), 名古屋大学, 2021.11.29

## 7.2 宇宙惑星科学講座

1. 菅生真, 笠原慧, 池田博一, 小嶋浩嗣, 頭師孝拓, 菊川素如「将来の惑星探査に向けたASIC技術による10-100 keV電子観測器の小型化」, 地球電磁気・地球惑星圏学会, R006, オンライン, 2021年11月, 口頭 (オーロラメダル = 学生発表賞 受賞)
2. S. Sugo, O. Kawashima, S. Kasahara, K. Asamura, R. Nomura, Y. Miyoshi, Y. Ogawa, K. Hosokawa, T. Mitani, T. Namekawa, T. Sakanoi, M. Fukizawa, N. Yagi, Y. Fedorenko, A. Nikitenko, S. Yokota, K. Keika, T. Hori, C. Koehler, "Energy-resolved detection of precipitating electrons of 30–100 keV by a sounding rocket associated with dayside chorus waves", AGU Fall Meeting, SM22B-02, New Orleans USA, Dec. 2021, Oral
3. O. Kawashima, T. Morota, M. Ohtake, S. Kasahara "Meter-sized craters and boulders around lunar South pole Shackleton and North pole Whipple craters", Lunar and Planetary Science Conference, W603, #1312, Texas USA, Mar. 2022, Poster
4. 笠原慧, 渡辺瑞穂, 川島桜也, 横田勝一郎, 斎藤義文, 浅村和史, 平原聖文「Test results of the breadboard-model ion mass spectrometer for the Comet Interceptor mission」, JpGU, PCG18-P01, 千葉, 2022年5月, ポスター
5. K. Keika, Sources, Transport, and Energization of Magnetospheric Plasma, JAXA/ISAS Planetary Exploration Workshop 2021, online, September 22, 2021. (招待講演)
6. K. Keika, Reporter Review: Earth's Ring Current, Joint Scientific Assembly IAGA-IASPEI 2021, online, August 26, 2021. (招待講演)
7. K. Keika, S. Kasahara, S. Yokota, M. Hoshino, K. Seki, T. Amano, L. M. Kistler, M. Nosé, Y. Miyoshi, T. Hori, and I. Shinohara, Observational study on preferential energization of lower-charge-state heavier ions in the near-Earth magnetotail, American Geophysical Union 2021 Fall Meeting, online, December 16, 2021.
8. K. Keika, S. Kasahara, S. Yokota, M. Hoshino, K. Seki, T. Amano, L. M. Kistler, M. Nosé, Y. Miyoshi, T. Hori, and I. Shinohara, Preferential energization of lower-charge-state heavier ions in the near-Earth magnetotail, SGPSS

2021 Fall Meeting, online, November 2, 2021.

9. 諸田智克, 月のマグマ活動の期間と二分性についての再考, 日本地球惑星科学連合2021年大会, オンライン, 2021.6.5
10. 庄田宗人, IPS観測を用いた太陽風モデルの検証, 日本天文学会2022春季年会, オンライン, 2022.3.3
11. 招待講演: 杉田精司(2021)はやぶさ2が明らかにした小惑星リュウグウの姿と進化史, JpGU, 2021.5.30-6.6, 千葉県千葉市幕張メッセJpGU, 2020.6.1, 千葉県千葉市幕張メッセ U03-02
12. Invited: Sugita, S., T. Morota, R. Honda, S. Kameda E. Tatsumi, N. Sakatani, Y. Yokota, P. Michel, D. L. Domingue, S. E. Schröder, S. Watanabe, K. Kitazato, T. Okada, N. Namiki, N. Hirata, S. Tanaka, M. Yoshikawa, and Y. Tsuda (2021), Physical properties of Ryugu revealed by proximity observations with Hayabusa2 science instruments, 7th IAA Planet. Defense Conf., Apr 26–Apr 30, Vienna Austria, Online.
13. 橘省吾, 「はやぶさ2」再突入カプセル回収とこれからのサンプル分析, JpGU 2021, 2021.6.1 (JpGU ユニオンセッション 招待講演)
14. Tachibana S., What do pristine Solar System materials tell us about the origin and early evolution of the Solar System?, ACO-DOC Conference – Chemical Processes in Solar-type Star-Forming Regions, Torino, Italy, 2021.9.6 (招待講演)
15. Tachibana S., Yurimoto H., Nakamura T., Noguchi T., Okazaki R., Yabuta H., Naraoka H., Sakamoto K., Watanabe S., Tsuda Y. and the Hayabusa2 Initial Analysis Team, Hayabusa2 returned samples from C-type near-Earth asteroid (162173) Ryugu: Preliminary report of initial analysis, Workshop on Interstellar Matter 2021, 2021.11.19 (招待講演)
16. Tachibana S., Black pebbles and sand returned from C-type asteroid Ryugu, Meteoroids, Meteors and Meteorites: Messengers from Space Symposium, Ahmedabad, India, 2021.11.30 (招待講演)
17. Tachibana S., Yurimoto H., Nakamura T., Noguchi T., Okazaki R., Yabuta H., Naraoka H., Sakamoto K., Watanabe S., Tsuda Y. and the Hayabusa2 Initial Analysis Team, Representative Surface Samples Returned from Near-Earth C-type Asteroid (162173) Ryugu and Their Initial Analysis, 53rd LPSC, Houston, Texas, USA, 2022.3.7
18. Shinsuke Imada, International Solar-C WG, Current Status of the Solar-C (EUVST) Mission, Hinode-14/ IRIS-11 2021年10月25日 (招待講演)
19. 今田晋亮, 太陽研連会員の皆様, 太陽物理学における 2030 年代の科学研究戦略, 第150回 SGEPPS 総会・講演会 2021年11月1日 (招待講演)
20. Shinsuke Imada, International Solar-C WG, The Solar-C (EUVST) Mission and Data Management Plan, International Heliophysics Data Environment Alliance 2021 2021年9月29日 (招待講演9)
21. 長勇一郎, 宮本英昭, 吉川健人ほか, 火星衛星探査計画MMX ROVER搭載機器の科学目標と開発状況, 第65回宇宙科学技術連合講演会, オンライン, 2021.11.11
22. 小倉 暁乃丞 ほか, LIBS を用いた月隕石元素分析の精度向上研究, 日本惑星科学会 2021年度秋季講演会, オンライン, 2021.9.18
23. T. Amano, Particle Acceleration at Collisionless Shocks, 10th East-Asia Workshop on Laboratory, Space, Astrophysical Plasmas (EASW-10), online, 2021.8.6 (Invited)
24. T. Amano, Stochastic Shock Drift Acceleration as the Mechanism for Electron Injection into Diffusive Shock Acceleration at Collisionless Shocks, 5th Asia-Pacific Conference on Plasma Physics (AAPPs-DPP2021), online, 2021.9.28 (Invited)
25. T. Amano, Connecting Injection and Subsequent Acceleration of Nonthermal Electrons at Collisionless Oblique Shocks, The 30th International Toki Conference on Plasma and Fusion Research (ITC30), online, 2021.11.16 (Invited)
26. 天野孝伸, ミクロなプラズマ素過程に基づく衝撃波粒子加速機構, 高エネルギー現象で探る宇宙の多様性 I, 東京大学宇宙線研究所, 2021.10.19 (招待講演)
27. T. Amano, Electron injection at shocks: Transition from stochastic shock drift acceleration to diffusive shock acceleration, XXVIII Cracow EIPhANY Conference on Recent Advances in Astroparticle Physics, online, 2022.01.12 (Invited)
28. M. Hoshino, Nonlinear explosive magnetic reconnection, URSI GASS 2021, La Sapienza University, Roma (August 28-September 4, 2021, online, 招待講演)
29. M. Hoshino, Fast particle acceleration mechanisms in astrophysics and laboratory astrophysics, International Conference on High Energy Density Science (HEDS), Osaka University (April 19-21, 2021, online, 招待講演)
30. M. Hoshino, Nonthermal particle acceleration of magnetic reconnection: efficiency of nonthermal particle production, Epiphany Conference on Recent Advances in Astroparticle Physics, Cracow, Poland (January 10-14,

31. 2022, online, 招待講演)
32. 大平豊, 銀河系内宇宙線と銀河系外宇宙線の遷移, 第五回 空気シャワー観測による宇宙線の起源探索勉強会, 2022.3.22 (招待講演)
33. 大平豊, 宇宙で生じる様々な無衝突衝撃波, 衝撃波シンポジウム2021年度, 2022.3.9 (招待講演)
34. 大平豊, 宇宙線によって引き起こされる宇宙での放電現象, 日本天文学会2022年春季年会, 2022.3.2
35. Y.Ohira, agnetic field generation by the first cosmic rays, 37th International Cosmic Ray Conference, 2021.7.13
36. Tomotsugu Yamakawa, Kanako Seki, Takanobu Amano, Yoshizumi Miyoshi, Naoko Takahashi, and Aoi Nakamizo, "Two types of storm-time Pc5 ULF waves excited in the Magnetosphere-Ionosphere coupled model", 地球電磁気・地球惑星圏学会、オンライン、2021年11月 (学生発表賞オーロラメダル受賞)
37. 坂田遼弥、関華奈子、堺正太郎、寺田直樹、品川裕之、田中高史、A new global multifluid MHD model with the cubed sphere focusing on Martian ionosphere and magnetosphere, 地球電磁気・地球惑星圏学会2021年秋学会、R008-07、オンライン、2021年11月 (学生優秀発表者)
38. Kanako Seki, et al., Properties of molecular ions in the ring current and their supply mechanism from the low-altitude ionosphere, EGU (欧州地球科学連合) General Assembly 2021, オンライン、2021.4.30 (招待講演)
39. Kanako Seki, Martian explorations: Science background and open questions, ISAS Planetary Exploration Workshop 2021, オンライン、2021.9.21 (基調講演)

## 7.3 地球惑星システム科学講座

1. Watanabe, Y., Tajika, E., Ozaki, K., Hong, P.K., Effect of Hydrocarbon Haze on Marine Primary Production in the Early Earth System, European Geosciences Union General Assenmbly, Online, 2021.4.26.
2. Akahori, A., Watanabe, Y., & Tajika, E., A mechanism for non-linear amplification of methane flux in the early Earth system with primitive biosphere, Japan Geoscience Union Meeting 2021, Online, 2021.6.3.
3. Watanabe, Y., Tajika, E., Ozaki, K., Hong, P.K., Haze Formation Limits the Primary Productivity of Marine Anaerobic Ecosystem during the Archean, Goldschmidt 2021 Virtual, Online, 2021.7.7.
4. Tajika, E., Evolution of the atmosphere, climate, and biosphere during the Earth hisotry, Chinese Geoscience Union Annual Meeting, National Taiwan University, Taiwan/Online, 2021.10.14. (Keynote Speech)
5. 田近英一, 地球史における大気酸素濃度の変遷と生物進化, 第24回日本医療ガス学会学術大会・総会, 静岡県経済産業会館, 2021.10.30. (特別講演)
6. Aoyama, K., Tajika, E., & Ozaki, K., Variations of organic burial rates in terrestrial and marine environments and their relationships to atmospheric oxygen levels over Phanerozoic time, American Geophysical Union Fall Meeting 2021, New Orleans, USA/Online, 2021.12.16.
7. Kayanne, H., Takeda, T., Fujita, N., Hemmi, A., Yamamoto, S., Sato, Y., Asakai, T., Kayukawa, Y., Kurihara, H., Morioka, K., Nakajima, H. and Dickson, A. G., Development of sensitive continuous pH-alkalinity analyzer for seawater, Ocean Science Meeting, online, 2022.2.28 (招待講演)
8. Kayanne, H., Green infrastructure: Restoration of coral reefs as a natural breakwater against sea level rise. Seminar to introduce the SIDs inundation hazard prediction tool. Bremen (online) 2022.3.18
9. Takeda T, Public-Private Partnerships for Disaster Risk Management: Case Study of Japan, 2019-2020, IWA water congress 2021.06.03
10. Masayuki Ikeda, Kazumi Ozaki, LeGrand Julien, Impact of long-term monsoon dynamics on Cenozoic-Mesozoic climate and ecosystems. Japan Geoscience Union 2021.6.6.
11. 中川友紀、Legrand Julien、堀利栄、黒田純一郎、長谷川精、池田昌之、白亜紀アプチアン海洋無酸素事変OAE 1a時期の遠洋深海層状チャートでみられた遠洋域での陸上植物の堆積、JpGU2021：オンライン、2021.6.14
12. 河原 創+Exo JASMINEチーム, "Exo JASMINE"、JASMINE コンソーシアム (招待) 2021年12月6日~8日 オンライン
13. 河原 創+Exo JASMINEチーム, JASMINEで探る系外惑星、ISAS宇宙生命探査シンポジウム2022年3月28日 (招待)
14. atoshi Takahashi, Rie Hori, Satoshi Yamakita, Yoshiaki Aita, Atsushi Takemura, Minoru Ikehara, Yujin Xiong, Simon W. Poulton, Paul B. Wignall, Takaaki Itai, Hamish J. Campbell, Bernard K. Spörli, 2021. Progress of the end-Permian oceanic anoxia in the pelagic Panthalassa. JpGU(online), BCG04-01, Fri. Jun 4, 2021 9:00 AM - 9:15 AM, oral presentation.
15. 高橋 聡・堀 利栄・山北 聡・相田 吉昭・竹村 厚司・池原 実・Yijun Xiong・Simon W. Poulton・Paul B.

Wignall・板井 啓明・Hamish J. Campbell・Bernard K. Spörl, ヘルム紀-三畳紀境界期、低緯度・中緯度遠洋域における無酸素海洋の発達過程, 地球環境史学会年会(オンライン), 【P13】2021年10月, ondemand presentation.

16. 茂木信宏, 単一粒子測定技術の開発に基づく大気エアロゾルの動態と放射影響の研究, 日本気象学会春季大会 2021.5.21 (気象学会賞受賞記念講演)

## 7.4 固体地球科学講座

1. Chang, T., and S. Ide, Hypocenter Hotspots Illuminated Using a New Cross-Correlation-Based Hypocenter and Centroid Relocation Method, AGU Fall Meeting 2021, Online, 2021.12.17
2. Ide, S., E. Araki, and H. Matsumoto, Very broadband strain-rate measurements along a submarine fiber-optic cable off Cape Muroto, Nankai subduction zone, Japan, AGU Fall Meeting 2021, Online, 2021.12.14
3. Ide, S., Broadband spectrum of slow earthquakes, 3rd Cargese school on Earthquakes: Nucleation, Triggering, and Relationships with Aseismic Processes, 2021.9.27 (基調講演)
4. Masuda, K., Ide, S., and T. Matsuzawa, Attenuation effect on observed frequency characteristics of broadband slow earthquakes, 日本地球惑星科学連合2021年大会, 2021.6.6
5. Soejima Shogo, Simon Richard Wallis, Constraints on silica transport along subduction boundaries based on volume change estimates of metamorphic rocks, JpGU Annual Meeting 2021, online, 2021.6.5
6. Ken Yamaoka, Simon Richard Wallis, Akira Miyake & Catherine Annen, Estimating magma flux from contact metamorphic aureoles, JpGU Annual Meeting 2021, online, 2021.6.3
7. Shogo Soejima & Simon Wallis, Quantification of silica transportation at subduction zone using volume change of metamorphic rocks, Annual Meeting of the Geological Society of Japan 2021, online, 2021.9.4
8. Simon Richard Wallis & Mutsuki Aoya, Which serpentinite bodies are suitable for discussing subduction boundary processes? Evidence from the Sanbagawa belt, SW Japan, Annual Meeting of the Geological Society of Japan 2021, online, 2021.9.4
9. 小山 雪乃丞・ウォリス サイモン, 石英動的再結晶組織を用いた応力推定手法の検討, 変成岩などシンポジウム2021, 2021.3.15
10. 飯塚毅, 日比谷由紀, 鈴木充, 早川岳人, 短寿命-安定核種の共変動に基づく核宇宙・初期太陽系年代学の新展開, 日本地球惑星科学連合 (招待講演)
11. Kenji Kawai, Waveform inversion for the structure of Earth's deep interior: Progress and Prospects, 日本地球惑星科学連合大会, オンライン開催, 2021.6.3
12. Yuki Suzuki, Kenji Kawai, Robert J. Geller, Satoru Tanaka, Weerachai Siripunvaraporn, Songkhun Boonchaisuku, Noisagool Sutthipong, Yasushi Ishihara, Taweon Kim, Waveform inversion for localized 3-D transversely isotropic structure in the lowermost mantle beneath the western Pacific using Thai Seismic Array (TSAR) data, 日本地球惑星科学連合大会, オンライン開催, 2021.6.3
13. Trishit Ruj, Goro Komatsu, Kenji Kawai, Hanaya Okuda, Zhiyong Xiao, Deepak Dhingra, Recent boulder falls within the Finsen crater, an assessment of ongoing geological activities, 日本地球惑星科学連合大会, オンライン開催, 2021.6.4
14. Yuki Suzuki, Kenji Kawai, Robert J. Geller, Satoru Tanaka, Weerachai Siripunvaraporn, Songkhun Boonchaisuku, Noisagool Sutthipong, Yasushi Ishihara, Taweon Kim, Imaging paleoslabs and inferring the Clapeyron slope and heat flow in D" beneath the northern Pacific based on high-resolution inversion of seismic waveforms for 3-D transversely isotropic structure, 日本地球惑星科学連合大会, オンライン開催, 2021.6.4 (招待講演)
15. Kenji Kawai, Imaging paleoslabs and inferring the Clapeyron slope and heat flow in D" beneath the northern Pacific based on high-resolution inversion of seismic waveforms for 3-D transversely isotropic structure, seismology frontiers, オンライン開催, 2021.10.20 (招待講演)
16. 小澤創, 伊田明弘, 星野哲也, 安藤亮輔, arge-scale earthquake sequence simulations on 3D geometrically complex faults with lattice H matrices, 日本地震学会秋季大会, 2021年
17. So Ozawa, Ryosuke Ando, Eric M. Dunham, Strength of Geometrical Barriers in Simulated Earthquake Sequences, Earthquakes (3rd edition), コルシカ, 2021年
18. 小澤創, 安藤亮輔, Rupture segmentation caused by fault bends in simulated earthquake sequences, 日本地球惑星科学連合大会, 2021年
19. 村松和紀, 小澤創, 安藤亮輔, 準動的地震シークエンスシミュレーションを用いた中央構造線 層 の連動破過程の解明, 日本地震学会秋季大会, 2021年
20. 安藤 亮輔, 金子 善宏, Andy Howell, Andy Nicol, Robert Langridge, Ian Hamlin, Why the Hope fault bypassed during the 2016 Kaikoura earthquake?, 日本地震学会秋季大会, 2021年

21. Tanaka, Y., A possible relationship between tides and decadal changes of seismicity in Japan, 19th International Symposium on Geodynamics and Earth Tides, Online, 2021.6.24 (招待講演)
22. 田中愛幸, 光格子時計の測地学、地球科学応用, VLBI懇談会シンポジウム, オンライン, 2021.12.2 (招待講演)
23. 佐藤雅彦, 黒澤耕介, 加藤翔太, 潮田雅司, 長谷川直, Shock remanent magnetization intensity and stability structures of single-domain titanomagnetite-bearing basalt sample, 日本地球惑星科学連合大会, オンライン, 2021.6.4.
24. 佐藤雅彦, 黒澤耕介, 加藤翔太, 潮田雅司, 長谷川直, 高橋太, Basic properties of shock remanent magnetization for single-domain titanomagnetite, 地球電磁気・地球惑星圏学会, オンライン, 2021.11.4

## 7.5 地球生命圏科学講座

1. 小暮敏博, 山口紀子, 奥村大河, 酸、アルカリ処理による汚染物質中の放射生セシウム存在形態の定量化, 第64回粘土科学討論会, 信州大学・オンライン, 2021.9.15 (Oral P.)
2. 井上紗綾子, 田村堅志, 緑川慶, 小暮敏博, 第64回粘土科学討論会, 信州大学・オンライン, 2021.9.16 (Poster P.)
3. 高橋玄, 奥村大河, 鈴木道生, 小暮敏博, 魚類耳石を構成するvateriteの結晶学的特徴, 日本鉱物科学会 2021年年会, オンライン, 2021.9.16, (Poster P.)
4. 磯和幸延, 紀藤圭治, 大島健志朗, 服部正平, 川島武士, 藤江学, 佐藤矩行, 澤田均, 中野裕昭, 遠藤一佳, 腕足動物Coptothyris grayiの殻体タンパク質, 日本動物学会関東支部第74回大会 (オンライン), 2022
5. 石川牧子, 重田康成, 遠藤一佳, 鍵裕之, ラマン分光法を用いたアンモナイトの色素起源物質の同定, 日本古生物学会2021年年会, 岡山理科大学 (オンライン), 2021
6. 清水啓介, 岩本しほり, 竹内猛, 遠藤一佳, 鈴木道生, 二枚貝におけるEGF-likeタンパク質の機能と進化, 第21回マリノバイオテクノロジー学会 (オンライン), 2021
7. 清水啓介, 根岸瑠美, 胡桃坂仁志, 鈴木信雄, 遠藤一佳, 鈴木道生, 軟体動物腹足類における幼殻基質タンパク質の進化, 第16回バイオミネラリゼーションワークショップ (オンライン), 2021
8. 清水啓介, 竹内猛, 遠藤一佳, 鈴木道生, 遺伝子重複による貝殻基質タンパク質EGF-likeの進化, 日本進化学会第23回大会 (オンライン), 2021
9. Shimizu K, Takeuchi T, Endo K, Suzuki M, Evolution of EGF-like domain-containing shell matrix proteins by gene duplication, The 16th International Symposium on Biomineralization (online), 2021
10. 太田成昭, 野下浩司, 木元克典, 清水啓介, 石川彰人, 遠藤一佳, 貝殻成長におけるシグナル伝達因子 Wnt の役割, 日本古生物学会第171回例会 (オンライン), 2021
11. Nao Masuda, Akito Ishikawa, Yohey Suzuki, Kazuyoshi Endo, Microbial protein synthetic activities in deep underground granites revealed by meta-proteomic analysis, 日本地球惑星科学連合2021年大会 (オンライン), 2021
12. Nao Masuda, Akito Ishikawa, Yohey Suzuki, Kazuyoshi Endo, Microbial ecology in deep subsurface granites: Insights from groundwater meta-proteomics, Goldschmidt-2021 (online), 2021
13. 奥村大河, 山口紀子, 小暮敏博, 汚染土壤中の放射性ガラス微粒子 (CsMP) インベントリ推定法の開発, 第10回環境放射能除染研究発表会, オンライン, 2021.8.25 (最優秀口頭発表賞受賞)
14. 奥村大河, 吉村真裕, 小暮敏博, 生物起源あられ石におけるNa置換による格子定数変化, 日本鉱物科学会 2021年年会, オンライン, 2021.9.16
15. 奥村大河, 山口紀子, 三河内岳, 小暮敏博, 福島原発事故で飛散した放射性ガラス微粒子 (CsMP) の溶解特性, 日本放射化学会第65回討論会, オンライン, 2021.9.22
16. 奥村大河, 山口紀子, 小暮敏博, 模擬ガラスを用いた放射性セシウム含有微粒子の溶解特性評価, 第23回「環境放射能」研究会, オンライン, 2022.3.10
17. 後藤和久, 2011年東北地方太平洋沖地震津波による堆積・侵食作用, 日本地球惑星科学連合2021年大会 (2021年6月6日, オンライン・招待講演)
18. Goto, K., Iwai, S., Sedimentology of the 2011 Tohoku-oki tsunami boulders –Implications to the researches on paleotsunami boulders–. The 30th International Tsunami Symposium (July 1st-3rd, 2021, on-line, poster)
19. 荻原成騎, 房総半島南端白浜層中の沸石を伴う方解石脈について, 炭酸塩コロキウム講演会, 2022.3.16
20. "高橋嘉夫・河合敬宏・中村智樹・榎戸祐馬・井上皓介・野田夏実・山下翔平・武市泰男・木村正雄・伊規須素子・若林大祐・藪田ひかる・

21. 癸生川陽子・諸野祐樹・浦本豪一郎・白石史人・浅野眞希・板井啓明・奥村大河・宮原正明・坂田昂平・小野寛太・福士圭介・関根康人, Establishment and application of STXM system for the development of aquaplanetology research, 2021年度量子ビームサイエンスフェスタ, オンライン開催 KEK物質構造科学研究所, 2022.3.7"
22. 高橋嘉夫, Molecular Geochemistry: systematic understanding of geochemical behaviors of various elements based on XAFS, Global XAS Journal Club from Europe and Asia-Oceania, ZOOM 日本XAFS研究会主催, 2021.10.12(招待講演)
23. 佐藤咲良・増田曜子・大峽広智・小暮敏博・高橋嘉夫・妹尾啓史, 水田土壌への低結晶性鉄鉱物の添加による鉄還元菌窒素固定の増強, 土壤肥料学会関東支部大会, 千葉大学松戸キャンパス E棟2階合同講義室, 2021.11.18
24. 蓬田 匠・辻章浩・高橋嘉夫・宮本ユタカ, 顕微ラマン分光法と顕微 X 線分光法によるウラン微粒子の化学状態分析, 日本放射化学会第65回討論会(2021), 2021.9.23
25. 山口瑛子・永田光知郎・田中万也・小林恵太・奥村雅彦・小林徹・糸晃司郎・谷田肇・関口哲弘・金田結依・松田晶平・横山啓一・矢板 毅・吉村 崇・高橋嘉夫, EXAFSによるRaの水和状態と粘土鉱物への吸着状態の解明, 日本放射化学会第65回討論会(2021), 2021.9.23
26. 高橋嘉夫, 宇宙地球化学試料のマイクロ XRF-XAFS 研究の新展開:高エネルギー領域への展開や超伝導転移端検出器の導入, SPring-8シンポジウム2021, 2021.9.18
27. 高橋嘉夫, 放射光を用いた様々なX線顕微鏡の比較と応用, 新学術領域ルッツ合宿, 2021.9.5(招待講演)
28. 今町海斗・名取幸花・栗栖美菜子・宮本千尋・高橋嘉夫, 船舶由来の硫酸・シュウ酸エアロゾルの化学種解明と反応過程の解析, 日本地球化学会 第68回オンライン年会, 2021.9.7
29. 山口瑛子・永田光知郎・田中万也・小林恵太・奥村 雅彦・小林 徹・下条晃司郎・谷田 肇・関口哲弘・金田結依・松田晶平・横山啓一・矢板 毅・吉村 崇・高橋嘉夫, ラジウムの水和構造及び粘土鉱物への吸着構造の解明, 日本地球化学会 第68回オンライン年会, 2021.9.7
30. 長澤 真・高橋嘉夫, レアアースイオン吸着型鉱床の原岩における重レアアースの起源と分布, 日本地球化学会 第68回オンライン年会, 2021.9.7
31. 高橋嘉夫・長澤 真・秦海波・山口瑛子・柏原輝彦・田中万也, 天然でのレアアースの吸着や共沈による濃集プロセスの系統的な比較, 日本地球化学会 第68回オンライン年会, 2021.9.7
32. 小長谷莉未・河村直己・山口瑛子・高橋嘉夫, Bragg 型分光器を用いた高エネルギー分解能蛍光検出 XANES による天然試料中の微量ユウロピウムの酸化状態決定, 日本地球化学会 第68回オンライン年会, 2021.9.7
33. Yoshio Takahashi, Akiko Yamaguchi, High energy resolution fluorescence XAFS for the speciation of trace elements in geochemical and environmental samples, 2021 Goldschmidt Virtual, 2021.7.5
34. 高橋嘉夫, 放射性セシウムの吸着に及ぼす有機物の役割, アイソトープ・放射線研究第58回研究発表会, 2021.7.7(招待講演)
35. 長澤 真・高橋嘉夫, Local structure of rare earth elements in marine ferromanganese oxides by extended X-ray absorption fine structure analysis, 日本地球惑星科学連合2021年大会Japan Geoscience Union Meeting 2021, 2021.6.3
36. 河合敬宏・菅 大輝・武市泰男・高橋嘉夫, STXMによる惑星表面での粘土鉱物の還元作用による有機物合成過程の解明, 日本地球惑星科学連合2021年大会Japan Geoscience Union Meeting 2021, 2021.6.3
37. 小長谷莉未・坪井寛行・板井啓明・高橋嘉夫, 地球化学的ツールとしてのルビジウム安定同位体比の可能性, 日本地球惑星科学連合2021年大会Japan Geoscience Union Meeting 2021, 2021.6.5
38. 山口瑛子・三浦 輝・長澤 真・高橋嘉夫, 高エネルギー分解能蛍光XAFSによる環境中の微量元素のスペシエーション, 日本地球惑星科学連合2021年大会Japan Geoscience Union Meeting 2021, 2021.6.3
39. 高橋嘉夫・三浦 輝・津旨大輔・栗原雄一, 新しいX線分光法による環境中のセシウムのスペシエーション, 日本地球惑星科学連合2021年大会Japan Geoscience Union Meeting 2021, 2021.6.6
40. Hirasawa T, Early evolution of the vertebrate morphology: a view from evolutionary developmental biology, the 2nd AsiaEvo Conference, 2021.08.17 (招待講演)
41. 平沢達矢, シンクロトロン放射光X線マイクロCTを駆使したデボン紀脊椎動物化石の骨格形態および微細組織構造の解析, 化石研究会第39回学術大会シンポジウム, 2021.08.31 (招待講演)
42. Hirasawa T, The mammalian diaphragm as an evolutionary novelty, the 3rd Palaeontological Virtual Congress, 2021.12 (招待講演)
43. 梅山遼太, 平沢達矢, 岐阜県福地層群(下部デボン系)から産出する脊椎動物化石, 日本古生物学会第171回例会, 2022.02.05
44. 宇野友里花, 平沢達矢, 化石に保存された前肢骨格関節角度の比較解析から探る獣脚類系統における前翼膜の進化, 日本古生物学会第171回例会, 2022.02.06

45. 平沢達矢, 化石から探る脊椎動物の初期形態進化, 第127回日本解剖学会総会・全国学術集会, 2022.03.28 (招待講演)
46. 鈴木庸平, 岩石内生命圏におけるArchaeaの生態とゲノムの解明 (招待講演), 第33回 日本Archaea研究会講演会, Online Meeting, 2021.7.16
47. 板井啓明, 石水浩喜, 湖沼の微量元素ホメオスタシス 第一報, 2021年度日本地球化学学会年会 (オンライン, 2021.9) 口頭.
48. 石水浩喜, 板井啓明, 高橋嘉夫, 湖水-堆積物間における各種リン酸化学種分配実験に基づく湖水中リン濃度の規制要因解析, 2021年度日本地球化学学会年会 (オンライン, 2021. 9) 口頭.
49. Nanako Hasegawa, Takaaki Itai, Tatsuya Kunisue, Shinsuke Tanabe and Yoshio Takahashi, Iron stable isotope variation of marine organisms in Northwest Pacific ocean, Goldschmidt conference (On line, 2021.07) 口頭
50. 長谷川菜々子, 板井啓明, 高橋嘉夫, 海洋生態系における鉄安定同位体比分布とその制御要因, 日本地球化学会第68回年会 (オンライン, 2021.09) 口頭太田成昭, 清水啓介, 石川彰人, 遠藤一佳, シグナル伝達因子による巻貝の貝殻成長メカニズムの解明, 第15回バイオミネラリゼーションワークショップ, オンライン, 2020.11.13
51. 長谷川菜々子, 板井啓明, 高橋嘉夫, 名取幸花, 栗栖美菜子, 国末達也, 田辺信介, 微量元素濃度と鉄安定同位体 isoscapeを用いた沿岸性・外洋性海棲哺乳類の生態解析, 日本地球化学学会年会 (オンライン, 2020.11)

## 8 社会貢献・普及活動

### 8.1 他大学での集中講義・セミナー

1. 佐藤 薫, 大型大気レーダー国際共同観測データと高解像大気大循環モデルの融合による中層大気階層構造の解明, 「気象・気候研究開発の基盤と最前線」シリーズ, 科学技術振興機構, 2021.9.14
2. 三浦 裕亮, 雲解像気候モデル実現に向けた数値モデル開発, 北海道大学気象学研究室セミナー, 2021.11.26
3. 杉田 精司, The impact on asteroid Ryugu and the importance of TIRI (Hera Lunch talk), European Space Agency, 2021.7.30
4. 橘 省吾, 革新医療創生 CHIBA 卓越大学院「卓越教養特論」, 千葉大学, 2021.10.1
5. 橘 省吾, 南部コロキウム, 大阪大学, 2021.12.2
6. 大平 豊, 宇宙線の集中講義, 大阪市立大学, 2021.10.27, 2021.11.10, 2021.11.17
7. 大平 豊, 談話会, 大阪市立大学, 2021.11.10 佐藤 薫, 流体地球物理学特論, 神戸大学大学院理学研究科, 2020.12.8-10 (集中講義)
8. 田近 英一, J地球環境システムの進化・変動史, JST/CRDS 環境・エネルギーセミナー「気象・気候研究開発の基盤と最前線シリーズ」, JST/CRDS (Online), 2021.7.9
9. 茅根 創, オンライン地図を用いて自然災害を読み解く, 2021年度教員免許状更新講習, 2021.12.28
10. 武田 智子, SDGs and Water Reuse, 北海道大学, 2022.4.21
11. 井出 哲, Broadband spectrum of slow earthquakes, École Normale Supérieure, 2021.10.5

### 8.2 一般向け講演会

1. 日比谷 紀之, 月が導く深海の流れ-地球をめぐる深層海流の謎への挑戦-, 海の音楽劇「プリンス オブ マーメイド ~海からの2000年後のおくりもの~」海関係者によるスペシャル講演会(海のエデュケーションパーク), こくみん共済coopホール/スペースゼロ, 東京, 2021.8.5
2. 佐藤 薫, 気象学会と学際研究・社会貢献・科学行政に関する展望, 日本気象学会2021年度春季大会シンポジウム「超学際研究の推進に向けて ~関連諸学会・一般社会との連携~」, オンライン, 2021.5.21
3. 東塚 知己, 海洋が気候に果たす役割と海洋性気候変動, 東京大学理学部臨時公開講演会2022 眞鍋淑郎博士ノーベル物理学賞 受賞記念講演会, 東京大学, 2022.2.11
4. 三浦 裕亮, 全球気候モデルで表現する地球の気候, 東京大学理学部高校生のための冬休み講座2021online, オンライン, 2021.12.26
5. 三浦 裕亮, 気象と気候の科学, 研究者に聞く、研究室を訪ねる気象・気候の最先端, オンライン, 2021.12.23
6. 伊地知 敬, 地球の長期気候をコントロールする深海のマイクロな現象, 地惑融合セミナー, オンライン, 2021.10.16
7. 諸田 智克, 「はやぶさ2からのメッセージ」, NHK講座「ひとの大学2021」, NHK文化センター名古屋教室, 2021.10.27
8. 諸田 智克, 「月面探査と宇宙開発」, NHK講座「ひとの大学2021」, NHK文化センター名古屋教室, 2021.11.24
9. 諸田 智克, 「はやぶさ2の探検と持ち帰ったもの」, サイエンスワールド科学講演会, 岐阜県先端科学技術体験センター サイエンスワールド, 2021.11.28
10. 諸田 智克, 「はやぶさ2 成功までの軌跡」, 岩倉市 市制50周年記念公演, 岩倉市生涯学習講座, 2021.12.05
11. 杉田 精司, はやぶさ2が明かした太陽系の初期進化, 静岡県浜松市浜北少年科学クラブ・講演会, 2021.5.1
12. 杉田 精司, 小惑星探査機「はやぶさ2」が明らかにする太陽系誕生の謎, 愛知産業大学工業高校, 2021.6.10
13. 杉田 精司, 探査機はやぶさ2が宇宙に探る生命の起源, 静岡県スポーツ・文化観光部総合教育課「未来を拓くDream授業」2021.8.18
14. 杉田 精司, リュウグウの粒と太陽系の謎, 東京大学情報学環・Utalk, 2021.9.1
15. 杉田 精司, 地球・海をつくりかた, 蒲郡市生命の海科学館「教えて!リュウグウ」, 2021.10.16

16. 杉田 精司, Hayabusa2 Investigation of Near-Earth Asteroide Ryugu, 米国Ferbank Science Center and the Jim Cheery Memorial Planetarium・Space Rocks!, 2021.6.30
17. 橘 省吾, 「はやぶさ2」と太陽系の科学, 高校生と大学生のための金曜特別講座, 東京大学, 2021.4.16
18. 橘 省吾・山中 敦子, 『はやぶさ2』が持ち帰ったリュウグウからの玉手箱－太陽系科学から科学コミュニケーションまで, おうちでアストロノミー・パブ, 2021.5.15
19. 橘 省吾, 「はやぶさ2」地球帰還－リュウグウの石に聞いてみたいこと, JpGU トップセミナー, 2021.5.31
20. 橘 省吾, 太陽系のつくりかたを知りたい, JpGU ランチタイムレクチャー, 2021.6.6
21. 橘 省吾, リュウグウがきつと！教えてくれる「太陽系のはじまり」, 教えて！リュウグウ 小惑星と“生命の海”のひみつ, 2021.6.12
22. 橘 省吾, 「はやぶさ2」と太陽系の科学－研究者とディスカッションしてみよう, 早稲田塾 スーパー航空宇宙プログラム, 2021.8.23
23. Harold Connolly, Jr., 橘 省吾, ベヌーもきつと！教えてくれる「太陽系・惑星・生命」, 教えて！リュウグウ 小惑星と“生命の海”のひみつ, 2021.8.7
24. 橘 省吾, リュウグウの玉手箱から聴こえてくるむかしむかしのお話, 日本鉱物科学会・日本惑星科学会 合同開催一般普及講演会, 2021.9.19
25. 橘 省吾, 「はやぶさ2」と太陽系の科学, 石川県立金沢二水高校, 2021.9.27
26. 橘 省吾, 「はやぶさ2」が持ち帰ったリュウグウの石, 文京区子どもカレッジ, 2021.10.9
27. 橘 省吾, リュウグウの声, 聴こえますか, 札幌市青少年科学館宇宙セミナー, 2021.11.21
28. 橘 省吾, 玉手箱から聴こえるリュウグウの声, JAXAシンポジウム, 2021.11.27
29. 橘 省吾, リュウグウ初期分析のいま, 「はやぶさ2」地球帰還一周年記念イベント, 2021.12.4
30. 橘 省吾, 「はやぶさ2」リュウグウ城への旅と持ち帰った玉手箱, 東京大学医学部産科婦人科学教室同窓会研究会, 2021.12.11
31. 橘 省吾, リュウグウの石の声, 聴こえますか, 相模原市立博物館, 2021.12.12
32. 橘 省吾, 小惑星の石や砂が解き明かす謎～はやぶさ2 帰還から1年～, 中央区立郷土天文館「発展的天文講座」, 2021.12.12
33. 橘 省吾, HORIBA “宇宙”と“はかる”－高校生向け分析体験セミナー（高校生との交流）, 2021.12.19
34. 橘 省吾, リュウグウの玉手箱から聴こえてくるむかしむかしのお話, ギャラクシティ西新井文化ホール おかえり！はやぶさ2 一周年記念イベント, 2022.1.8
35. 橘 省吾, 「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウの花吹雪, Science Café in Japan, 2022.3.28
36. 星野 真弘, 東京大学理学部紹介, 東京大学オープンキャンパス, 小柴ホール, 東京大学, 2021.7.10
37. 関 華奈子, 学術研究の魅力～宇宙惑星科学研究の現場より～, 長野県立松本深志高等学校, 尚学塾, 松本, 2021.10.30
38. 関 華奈子, 地球型惑星からの大気流出とハビタブル環境, 大人が楽しむ科学教室, 千葉市科学館, 千葉, 2021.11.21
39. 田近 英一, 実はつながっている？ 地球・惑星・生命の探究とあなたの価値観（パネラー）, 日本科学未来館トークセッション, オンライン, 2021.7.19
40. 田近 英一, 地球環境46億年の大変動史～過去から現在, そして未来へ～, 化学同人オンラインセミナー, オンライン, 2021.11.26
41. 田近 英一, ハビタブル惑星地球の進化とその普遍性, 第14回 星空案内人（星のソムリエ）シンポジウム, オンライン, 2022.3.6
42. 茅根 創, 米豪におけるサンゴ礁修復事業, 令和3年度第2回海洋アライアンス沖ノ鳥島・小島嶼国プログラム研究会, オンライン, 2021.8.20
43. 茅根 創, 大学におけるフィールドワークの安全管理, 第4回 ウィルダネス・リスクマネジメント・カンファレンス, 横浜ワールドポーターズ, 2021.12.4
44. 茅根 創, 中村 征夫, 写真絵本『サンゴと生きる』朗読会・トークショー, 東京大学理学部小柴ホール, 2021.12.18
45. 武田 智子, 教科「理科」関連学会協議会(CSERS)持続可能な未来のための理科教育, オンライン, 2021.5.16
46. 武田 智子, Lessons learnt from the Great East Japan Earthquake 2011, UNITAR, online, 2021.9.29
47. 武田 智子, Climate Action, UNITAR Youth Ambassadors Programme, online, 2021.10.16
48. 瀧川 晶, 実験室で探る彗星塵の形成と進化, FT-IR・ラマン バーチャル・ユースフォーラム 2021, オンライン, 2021.9.21.

49. 瀧川 晶, 役に立たない宇宙鉱物学～最先端技術で世界を拓く～, 令和3年度 志セミナー, 長崎大学, 2021.12.4
50. 廣瀬 敬, 金属コアから地球の起源を考える, ELSI一般講演会, 2022.1.19
51. 井出 哲, 揺れない地震の話, 東京大学オープンキャンパス, 東京大学, 2021.7.10
52. 井出 哲, Slow地震・Fast地震研究の新展開, 「富岳」成果創出加速プログラム成果報告会, オンライン, 2022.3.3
53. ウォリス サイモン, 開成高校の校長主催 講演会「世界を駆ける地質研究の面白さと柔道に引き寄せられた日本」, 東京, 2021.11.24
54. Simon Wallis, Panelist, AGU-EGU-JpGU Great Debate: The Role of Scholarly Societies in the Anthropocene, AGU Fall Meeting 2021, 2021.12.17
55. 後藤 和久, 石垣市防災シンポジウム基調講話「明和津波から250年、東日本大震災から10年—二つの災害から学ぶべき教訓—」(2021年4月24日)
56. 後藤 和久, 日本地質学会第3回ショートコース: 「津波堆積物を理解するのに必要な応用的堆積学」(2021年5月23日オンライン)
57. 後藤 久, eohazard Symposium on Research of New Aspects of Geohazards and Challenges of Social Implementation. Preparedness of a manual for tsunami deposit research (2021年5月26日オンライン)
58. 後藤 和久, 公開シンポジウム: 歴史が導く災害科学の新展開V 「地質記録から見た慶長奥州地震津波: 現状と課題」(2021年12月4日オンライン)
59. 後藤 和久, J-DESC主催シンポジウム: 地球掘削科学の近未来の課題: 人新世の未来に向けて「インパクトクレーター掘削」(2022年3月14日, 東京)
60. 高橋 嘉夫, 研究者はエクスプローラー: その魅力と使命～化学から考える地球・環境・資源～ 2年生有志による、高橋教授とのパネルディスカッション, 兵庫県立三田祥雲館高等学校, 2021.12.23
61. 鈴木 庸平, 火星に生命は存在するのか? 地球の岩の中で生きる微生物が物語ること, 東京大学オープンキャンパス2021, 2021.7.11

## 8.3 メディア等

1. 日比谷 紀之, 衝撃波と波共鳴 増幅, 毎日新聞, 2022.1.17
2. 日比谷 紀之, トンガ海底噴火で津波警報 気象庁予報より早まった津波「長崎湾の『あびき』と同じメカニズム」, FNNプライムオンライン, 2022.1.18
3. 日比谷 紀之, 土記 火山噴火と気象津波, 毎日新聞, 2022.1.22
4. 日比谷 紀之, トンガ津波と類似現象、長崎でも 急激な潮位変化「あびき」春先注意, 毎日新聞, 2022.1.25
5. 日比谷 紀之, BSフジLIVE プライムニュース「検証! 海底火山大噴火 衝撃波と津波の脅威は 日本近海に潜むリスク」, フジテレビ(BSフジ), 2022.1.25
6. 東塚 知己, 眞鍋淑郎博士ノーベル物理学賞受賞関連ニュース, NHK, 共同通信, 東京新聞, 2021.10.5ほか
7. 三浦 裕亮, 黒潮とメキシコ湾流の同期現象を発見, 読売新聞, 2021.10.15; 毎日新聞, 2021.10.16; 日本経済新聞, 2021.10.15; 日刊工業新聞, 2021.10.15; 時事通信, 2021.10.15; 科学新聞, 2021.10.22; 日経産業新聞, 2021.10.29; Physics Today, 2021.10.15; Physics.org, 2021.10.15
8. 三浦 裕亮, マッデン・ジュリアン振動の発生メカニズムを特定, 日本経済新聞, 2021.10.13; 科学新聞, 2021.11.12
9. 三浦 裕亮, 雨粒の落下速度を正しくシミュレーションする技術, 子供の科学2021年5月号, 2021.4.10
10. 笠原 慧, 東京大学 理学系プレスリリース(ウェブ, 共同)「明滅オーロラとともに起こるオゾン破壊 ～宇宙からの高エネルギー電子が大気に及ぼす影響を実証～」(2021/07/13)
11. 諸田 智克, コズミックプロント「8億年前の地球大異変～月が教えてくれたこと」, NHK, 2021.4.8
12. 諸田 智克, ドボクのラジオ「宇宙目線で土木を考える -宇宙と土木のおいしい関係-」, 中央エフエム, 2021.9.29
13. 杉田 精司, 人は宇宙で暮らせるの? 読売新聞, 2021.4.1
14. 橋 省吾, 「はやぶさ2」初期分析チーム 2021年6月より試料の分析開始, プレスリリース, 2021.5.13
15. 橋 省吾, これからの科学のために「太陽系のはじまり」, 科学, 岩波書店, 2021年6月号
16. 杉田 精司, 橋 省吾, 星のかけらから太陽系の進化ストーリーを描く-小惑星サンプルリターンプロジェクト「はやぶさ2」に関わる理学者2人に聞く, Utokyo Focus/リガクル, 2021.7.2

17. 茅根 創, 田近 英一, 橘 省吾, 東京大学・日本財団共同制作 『プラネット・ブルー』公開, Utokyo Focus, 2021.7.27
18. 橘 省吾, 日経サイエンス 特集: 太陽系誕生の謎を探る はやぶさ2計画 リュウグウのサンプルから原始太陽系に迫る, 2021年7月号
19. 橘 省吾, はやぶさ2が持ち帰った石とは／上 分析が進む太陽系の「普通」, 毎日新聞, 2021.10.9
20. 橘 省吾, はやぶさ2が持ち帰った石とは／中 汚染なき物質が持つ「深い情報」, 毎日新聞, 2021.10.10
21. 橘 省吾, はやぶさ2が持ち帰った石とは／下「昔話が楽しみ」研究者の思い, 毎日新聞, 2021.10.11
22. 橘 省吾, 困難に挑戦する「楽しさ」を大切に, HORIBA はかる技術で太陽系と生命の誕生の謎に迫る!, 2021.10.22
23. 橘 省吾, はやぶさ2、祝福と反省と「!」と 津田PM・橘教授が語る帰還1年, 毎日新聞, 2021.12.6
24. 橘 省吾, リュウグウの花吹雪 ～小型モニタカメラCAM-Hが捉えた表面粒子とリターンサンプル～, プレスリリース, 2022.2.22
25. 田近 英一, 生命を探す・母なる地球編<中> 3度の「全球凍結」 進化の引き金に, 読売新聞, 2021.11.14
26. 茅根 創, "国境の島"が水没危機・日本最南端・沖ノ鳥島の今, テレビ朝日サンデーステーション, 2021.12.12
27. 池田 昌之, ガリレオX「恐竜科学博で知る 恐竜のリアルな生き様」, BSフジ, 2022.8.8
28. 廣瀬 敬, コズミックフロント「"水惑星"地球・大地創造のヒミツに迫れ!」 2021.4.29
29. 廣瀬 敬, コズミックフロント「海の起源をめぐるミステリー」 2021.10.21
30. 廣瀬 敬, BSフジ「なるほどなっとく塾 もしも地球を掘り続けたら?」 2021.11.20
31. 廣瀬 敬, NHK Eテレ「もしもの世界 もしも地底人がいたら?」 2022.1.31
32. 井出 哲, NHKニュース, 日本海溝 千島海溝で想定される巨大地震で国の検討会が報告書, NHK, 2022.3.22
33. 井出 哲, サイエンスZERO「地震学者たちが挑んだ“超巨大地震”」, NHK, 2022.3.13
34. Simon R. Wallis, NHK World, Ground Detective Simon Wallis: File #3 "The Case of the Udon Noodles" 2021.12.8
35. Simon R. Wallis, NHK World, Ground Detective Simon Wallis: File #4 "The Case of the Sake" 2022.2.2
36. 田中 愛幸, コズミックフロント「宇宙をひらく究極の「時間」に迫れ!」, NHK, 2022.1.6
37. 後藤 和久, NHK News web: 「明和大津波」から250年 石垣島で防災シンポジウム. 2021年4月25日
38. 後藤 和久, 八重山日報7面, 大津波の経験「地域の強みに」. 2021年4月25日
39. 後藤 和久, 八重山毎日新聞9面, 備えは後世への責任. 2021年4月25日
40. 後藤 和久, 八重山毎日新聞1面, 地震・津波の常襲地帯 避難の難易度「最も高い」. 2021年4月23日
41. 荻原 成騎, 岩手県赤坂田のモルデン沸石, ゼオライト (ゼオライト学会誌), vol.38, No.1
42. 荻原 成騎, 洪水玄武岩の晶洞中に成長したstilbite (束沸石), ゼオライト (ゼオライト学会誌), vol.38, No. 3
43. 荻原 成騎, 山形県鶴岡市五十川の方沸石, ゼオライト (ゼオライト学会誌), vol.38, No. 4
44. オギハラ シゲノリ, Yellowstoneの青い宝石Sapphire Pool, 第42回SSP展自然を楽しむ科学の目2021-2022
45. 鈴木 庸平, 火星 微生物の証拠あるか, 読売新聞, 2021.4.4

## 9 その他の活動

### 9.1 学内委員(専攻役務を除く)

1. 日比谷 紀之, 東京大学, 教育運営委員会 学部前期課程部会PEAK制度検討委員会 委員; 大気海洋研究所協議会 委員
2. 日比谷 紀之, 日本海洋学会, 監査; 評議員: 沿岸海洋研究委員会 委員
3. 日比谷 紀之, 日本地球惑星科学連合, 代議員; 総務担当理事; 総務委員長; 日本地球惑星科学連合学術賞(三宅賞) 審査委員会 委員
4. 橘 省吾, 東京大学, TAO 運営諮問委員会, 委員
5. 橘 省吾, 東京大学大学院理学系研究科附属宇宙惑星科学機構, 運営委員会, 委員
6. 橘 省吾, 東京大学宇宙理工学連携研究機構, 運営委員会, 委員
7. 星野 真弘, 東京大学大学院理学系研究科(研究科長・学部長、企画室会議、学術運営・教育推進委員会、研究科教育会議、学生支援室運営委員会、防災委員会、生物情報科学科協議会、附属植物園運営委員会、附属臨海実験所運営委員会、附属スペクトル化学研究センター運営委員会、附属地殻化学実験施設運営委員会、附属天文学教育研究センター運営委員会、附属原子核科学研究センター運営委員会、附属ビックバン宇宙国際研究センター運営委員会、宇宙惑星科学機構運営委員会、知の物理学研究センター運営委員会)
8. 星野 真弘, 東京大学連携機構(生物普遍性連携研究機構 運営委員会、数理・情報教育研究センター 統括運営委員会、次世代ニュートリノ科学連携研究機構 協議会、マイクロ・ナノ多機能デバイス連携研究機構 運営委員会、海洋アライアンス連携研究機構評議会)
9. 星野 真弘, 東京大学全学委員会(科所長会議、教育研究評議会、総長選考会議、入試監理委員会、教育運営委員会、評価委員会、奨学金返還免除候補者選考委員会、予算委員会、総長室総括委員会、国際高等研究所運営委員会、伊藤国際学術研究センター運営委員会、未来社会協創推進本部、大学総合教育研究センター運営委員会、素粒子物理国際研究センター運営委員会)
10. 星野 真弘, 一般財団法人東京大学運動会評議員
11. 関 華奈子, 東京大学大学院理学系研究科, 国際交流委員会 委員; 男女共同参画推進委員会 委員
12. 田近 英一, 東京大学大学院理学系研究科, 学術運営・教育推進委員会 委員; 教育会議 委員; キャリア支援室運営委員会 委員
13. 田近 英一, 東京大学大学院総合文化研究科, 教員評価外部委員会 委員
14. 茅根 創, 東京大学理学系研究科技術委員会, 委員
15. 茅根 創, 東京大学理学系研究科キャンパス計画委員会, 委員
16. 茅根 創, 東京大学総合研究博物館, 運営委員会委員; 地理資料部門長
17. 茅根 創, 東京大学教育学系研究科附属海洋教育センター, 副センター長
18. 茅根 創, 東京大学空間情報科学研究センター, 運営委員会, 委員
19. 茅根 創, 東京大学海洋アライアンス連携研究機構, 運営委員会, 委員
20. 廣瀬 敬, 理学系入試実施委員会委員
21. 廣瀬 敬, 国際卓越大学院プログラム「宇宙地球フロンティア」コーディネーター
22. ウォリス サイモン, 東京大学 グローバルキャンパス推進本部, 委員
23. 河合 研志, 東京大学大学院理学系研究科, 広報委員会, 委員
24. 遠藤 一佳, 東京大学, 総合研究博物館地史古生物部門, 部門主任
25. 遠藤 一佳, 東京大学理学系研究科, 生物情報科学科協議会, 委員
26. 高橋 嘉夫, 総合研究博物館, タンデム加速器研究, 運営委員
27. 高橋 嘉夫, アイソトープ総合センター, センター長
28. 板井 啓明, 東京大学 プロアクティブ環境学国際卓越大学院プログラム運営委員会

## 9.2 学会・学術誌

1. 日比谷 紀之, Associate Editor of the Physical Oceanography section of “Frontiers in Marine Science”
2. 日比谷 紀之, Scientific Committee on Ocean research (SCOR : 国際海洋科学委員会) Working Group 160: Analysing ocean turbulence observations to quantify mixing (ATOMIX), Full Member
3. 佐藤 薫, 日本気象学会, 理事長
4. 佐藤 薫, 日本地球惑星科学連合, 大気水圏科学セクション バイスプレジデント; 代議員
5. 升本 順夫, 日本海洋学会, 評議員; 防災学術連携委員; 論文賞選考委員会委員長
6. 小池 真, 日本気象学会, 理事; 学術運営委員会 航空機観測検討部会 副部長; 委員
7. 東塚 知己, 日本海洋学会, 評議員
8. 東塚 知己, 日本地球惑星科学連合, 代議員; 大気水圏科学セクション バイスプレジデント
9. 東塚 知己, American Meteorological Society, Journal of Climate, Editor
10. 東塚 知己, Frontiers in Atmospheric Science, Review Editor
11. 三浦 裕亮, 日本気象学会, 気象集誌編集委員会, 委員
12. 三浦 裕亮, 日本地球惑星科学連合, PEPS編集委員会, 委員
13. 三浦 裕亮, 日本地球惑星科学連合, 代議員
14. 高麗 正史, 日本気象学会, データ利用分科会 委員
15. 笠原 慧, 日本惑星科学会 惑星探査専門委員会 委員
16. 笠原 慧, 宇宙科学研究所 将来フレームワーク検討委員会 委員
17. 笠原 慧, 宇宙科学研究所 Comet Interceptor所内検討チーム チーム員
18. 桂華 邦裕, 国立極地研究所EISCAT特別実験審査部会 委員
19. 諸田 智克, 日本地球惑星科学連合, 学生賞小委員会, 委員
20. 諸田 智克, 日本惑星科学会, 総務専門委員会, 委員
21. 諸田 智克, 日本惑星科学会, 編集専門委員会, 委員
22. 橘 省吾, 日本地球惑星科学連合, 理事
23. 橘 省吾, 日本地球惑星科学連合, 宇宙惑星科学セクションサイエンスボード, メンバー
24. 橘 省吾, 日本地球惑星科学連合, JGL 編集委員, 編集幹事
25. 橘 省吾, 日本地球惑星科学連合, 広報普及委員会, 委員
26. 橘 省吾, 日本地球惑星科学連合, グローバル戦略委員会, 委員
27. 橘 省吾, European Association of Geochemistry, H.C. Urey Award Committee, 委員
28. 今田 晋亮, 日本学術会議 若手アカデミー 越境する若手科学者分科会 幹事・メンバー
29. 今田 晋亮, 日本学術会議 若手アカデミー 学術の未来を担う人材育成分科会 メンバー
30. 今田 晋亮, 日本学術会議 物理学委員会 IAU分科会 メンバー
31. 今田 晋亮, 日本学術会議 物理学委員会 天文学・宇宙物理学分科会 メンバー
32. 今田 晋亮, 国立天文台 科学戦略委員会 委員
33. 今田 晋亮, 日本学術会議 連携会員
34. 今田 晋亮, 太陽研究者連絡会 運営委員会 会長・運営委員
35. 今田 晋亮, 日本天文学会 キャリア支援委員会
36. 今田 晋亮, 地球電磁気・地球惑星圏学会 将来構想検討ワーキンググループ委員
37. 長 勇一郎, 日本惑星科学会 学会誌 編集委員
38. Masahiro Hoshino, Physical Review Letters (America Physical Society) Editorial Board
39. 関 華奈子, 日本地球惑星科学連合, 宇宙惑星科学セクション バイスプレジデント; 代議員 (宇宙惑星科学セクション選出)
40. 関 華奈子, 地球電磁気・地球惑星圏学会, 地球型惑星圏環境分科会 代表世話人
41. 関 華奈子, 日本惑星科学会 運営委員
42. 田近 英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, 会長; 理事; 代議員; 宇宙惑星科学セクション サイエンスボード; 広報普及委員会 委員; 広報普及委員会JGL編集委員会 委員; ジャーナル企画経営委員会 委員; 大会運営委員会 委員

43. 田近 英一, 日本惑星科学会, 運営委員会 委員
44. 田近 英一, 生命の起源および進化学会, 運営委員会 委員
45. 茅根 創, 太平洋諸島学会, 理事
46. 池田 昌之, 日本堆積学会, JpGUプログラム委員
47. 瀧川 晶, 日本惑星科学会 編集専門委員
48. 瀧川 晶, 日本惑星科学会 遊星人 編集幹事
49. 瀧川 晶, 日本惑星科学会 広報専門委員
50. 高橋 聡, 環境史学会 評議員
51. 高橋 聡, 環境史学会 行事係 筆頭
52. 茂木 信宏, 日本気象学会学術委員会, 航空機観測に関する検討部会
53. 井出 哲, 地震・火山噴火予知研究協議会, 委員
54. 井出 哲, 日本地球惑星科学連合, 代議員
55. 井出 哲, American Geophysical Union, JGR Solid Earth, Associate Editor
56. 井出 哲, American Geophysical Union, Seismology Section Fellows Committee, Member
57. 井出 哲, IASPEI, Commission on Earthquake Source Mechanism, Chair
58. 廣瀬 敬, Physics of the Earth and Planetary Interiors, Editor
59. ウォリス サイモン, 日本地球惑星科学連合(JpGU), 理事・副会長
60. ウォリス サイモン, Regeneron International Science and Engineering Fair, Judge
61. ウォリス サイモン, 日本学生科学賞審査員
62. 飯塚 毅, Geochimica et Cosmochimica Acta, Associate Editor
63. 飯塚 毅, 地球化学 編集委員
64. 飯塚 毅, 日本地球化学会 理事
65. 安藤 亮輔, 日本地震学会 代議員; 表彰委員会 委員長
66. 田中 愛幸, 日本測地学会, 評議員; 海外渡航助成金審査委員会, 委員
67. 田中 愛幸, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会IUGG分科会IAG小委員会, 委員
68. 田中 愛幸, 国際測地学協会, 全地球測地観測システム (GGOS) サイエンスパネル委員; インターコミッション理論WG, 委員長; WG「時計による相対論的測地学」委員
69. 永治 方敬, 国際地球化学連合, 第17回岩石-水相互作用国際会議組織委員会 委員
70. 小暮 敏博, 日本粘土学会, 会長, 理事
71. 小暮 敏博, 日本鋳物科学会, 監事
72. 小暮 敏博, 米国粘土鋳物学会, 理事
73. 遠藤 一佳, 日本古生物学会, 会長; 評議員; 常務委員
74. 遠藤 一佳, 日本地球惑星科学連合, 代議員; 地球生命科学セクション・プレジデント
75. 後藤 和久, 日本地質学会 理事; 各賞選考委員会 委員; 地質災害委員会 副委員長
76. 後藤 和久, 東京地学協会, 表彰委員会, 委員
77. 後藤 和久, AOGS Publication Committee
78. 後藤 和久, 地球惑星科学連合, 広報普及委員会, 委員; 地球人間圏科学, ボードメンバー
79. 後藤 和久, 日本堆積学会, 論文賞選考委員会, 委員
80. 後藤 和久, 土木学会東北支部, 津波評価に関する技術検討会, 委員
81. 後藤 和久, 土木学会, 原子力土木委員会津波評価部会, 委員
82. 後藤 和久, 日本地球掘削科学コンソーシアム ICDP 部会執行委員
83. 後藤 和久, Associate Editor "Island Arc"
84. 後藤 和久, Editor "Progress in Earth and Planetary Science"
85. 後藤 和久, Editorial Board "Marine Geology"
86. 高橋 嘉夫, 日本学術振興会, 特別研究員等審査会委員/卓越研究員候補者選考委員会書面審査員・国際事業委員会書面審査員・書面評価員

87. 高橋 嘉夫, 日本学術振興会, 総合工学委員会原子力安全に関する分科会原発事故による環境汚染調査に関する検討小委員会委員
88. 高橋 嘉夫, 日本地球化学会, *Geochemical Journal*副編集委員長
89. 高橋 嘉夫, 日本地球化学会, 理事
90. 高橋 嘉夫, 日本放射光学会, 評議委員会
91. 高橋 嘉夫, 日本環境化学会, 評議員
92. 平沢 達矢, 日本発生生物学会, *Development, Growth & Differentiation*, Editor
93. 平沢 達矢, 公益財団法人遺伝学普及会, 遺伝, 編集委員
94. 平沢 達矢, 日本古生物学会, 庶務幹事
95. 鈴木 庸平, 日本地球惑星科学連合, ボードメンバー (地球生命科学セクション)
96. 板井 啓明, 一般社団法人日本地球化学会, 理事, 総務幹事
97. 砂村 倫成, 日本微生物生態学会, 評議員
98. 砂村 倫成, *Microbes & Environment*誌, 編集幹事・Managing Editor

## 9.3 行政・その他

1. 日比谷 紀之, 日本学術会議, 連携会員; 地球惑星科学委員会SCOR分科会 副委員長; 地球惑星科学委員会IUGG分科会IAPSO小委員会 委員長
2. 日比谷 紀之, 海上保安庁 政策アドバイザー
3. 日比谷 紀之, 東京海洋大学 海洋科学部附属練習船 神鷹丸共同利用運営協議会 学外委員
4. 日比谷 紀之, 日本海洋科学振興財団 理事; 会長
5. 佐藤 薫, 日本学術会議, 連携会員, 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 F E・W C R P 合同分科会 委員; 同 SPARC小委員会 委員長; 地球惑星科学委員会 委員; 同地球・惑星圏分科会 委員; 同地球惑星科学人材育成分科会 委員; 同社会貢献分科会 委員
6. 佐藤 薫, 国立極地研究所, 客員教授
7. 佐藤 薫, 国土交通省, 交通政策審議会委員; 社会資本整備審議会委員
8. 佐藤 薫, 気象庁, 気象研究所評議委員会委員
9. 佐藤 薫, 環境省, 国立研究開発法人審議会委員
10. 佐藤 薫, 科学技術振興機構, 創発的研究支援事業アドバイザー (創発AD)
11. 佐藤 薫, 文部科学省, 科学技術・学術審議会臨時委員
12. 升本 順夫, 日本学術会議, 特任連携会員; 地球惑星科学委員会SCOR分科会IIOE-2小委員会委員; 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 IGBP・WCRP・DIVERSITAS合同分科会 CLIVAR小委員会委員;
13. 升本 順夫, 海洋研究開発機構, IOC協力推進委員会 海洋観測・気候変動国内専門部会委員
14. 升本 順夫, IOC/SCOR/GOOS IIOE-2, Science Theme 2 Co-chair
15. 升本 順夫, 九州大学応用力学研究所, 応用力学共同研究拠点共同利用・共同研究委員会及び同専門部会委員
16. 升本 順夫, 日本ユネスコ国内委員会, 自然科学小委員会調査委員
17. 小池 真, 地球惑星科学委員会地球・惑星圏分科会地球観測衛星将来構想小委員会 委員
18. 小池 真, 名古屋大学宇宙地球環境研究所共同利用・共同研究委員会専門委員会 委員
19. 小池 真, 北極環境研究の長期構想作業委員会 メンバー
20. 小池 真, 地球観測に関する科学アドバイザー委員会分科会 分科会メンバー
21. 東塚 知己, 日本学術会議, 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 IGBP・WCRP・DIVERSITAS 合同分科会 CLIVAR 小委員会 委員; 地球惑星科学委員会 SCOR分科会 IIOE-2小委員会 委員
22. 高麗 正史, 地球観測に関する科学アドバイザー委員会分科会 分科会メンバー
23. 桂華 邦裕, Earth, Planets and Space誌, Editor
24. 諸田 智克, 国土交通省, 無人建設革新技術開発推進協議会, 委員
25. 杉田 精司, 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、運営協議会・委員
26. 杉田 精司, 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、理学委員会・委員
27. 天野 孝伸, 京都大学生存圏研究所 電波科学計算機実験(KDK) 全国共同利用専門委員会 委員
28. 天野 孝伸, 日本学術会議 電気電子工学委員会URSI分科会 プラズマ波動小委員会 委員
29. 星野 真弘, 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター、共同利用専門委員
30. 星野 真弘, 名古屋大学宇宙地球環境研究所、運営協議会委員
31. 星野 真弘, 学術会議SCOSTEPS、小委員会委員
32. Masahiro Hoshino, Space Research Institute (Austria), Scientific Advisory Board
33. 関 華奈子, 日本学術会議, 連携会員; 地球惑星科学委員会 委員; 地球・惑星圏分科会 委員; 地球惑星科学人材育成分科会 委員
34. 関 華奈子, ISSI(International Space Science Institute), Science Committee Member
35. 関 華奈子, 名古屋大学宇宙地球環境研究所, 共同利用・共同研究委員会 委員; 総合解析専門委員会 委員長
36. 関 華奈子, 名古屋大学高等研究院, 院友
37. 関 華奈子, 内閣府, 宇宙政策委員会・宇宙科学探査小委員会, 委員
38. 関 華奈子, 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所, 宇宙理学委員会 委員; 国際宇宙探査専門委員会 委員; 周回・探査技術実証による火星宇宙天気・気候・水環境探査(MACO)計画ワーキンググループ 主査

39. 田近 英一, 文部科学省, 科学技術・学術審議会 専門委員
40. 田近 英一, 自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター, 運営委員会 委員
41. 田近 英一, 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構, 宇宙科学評議会 評議委員
42. 田近 英一, 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構, 地球観測に関する科学アドバイザー委員会 委員長
43. 田近 英一, 日本学術会議, 会員; 地球科学委員会 委員長; 地球惑星科学企画分科会 委員長; 地球惑星科学社会貢献分科会 委員; 地球惑星科学人材育成分科会 委員; 国際連携分科会 委員; 科学者委員会「学協会連携分科会」委員; 機能別委員会「政府・産業界・市民との連携強化分科会」委員; 課題別委員会「学術情報のデジタルトランスフォーメーションを推進する学術情報の基盤形成に関する検討委員会」委員
44. 田近 英一, 東京大学出版会, 監事; 企画委員会 委員
45. 田近 英一, 東京書籍, 令和4年度発行高等学校理科教科書『地学基礎』編集委員
46. 田近 英一, 井上科学振興財団, 選考委員
47. 茅根 創, 国土交通省, サンゴ礁海岸保全研究会・委員
48. 茅根 創, 防衛省, 普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境監視等委員会 委員
49. 茅根 創, 沖縄総合事務局, サンゴ礁海岸の保全・形成促進調査研究会 委員長
50. 茅根 創, (財)みなと総合研究財団(国土交通省委託), 特定離島港湾施設整備に係る環境配慮検討会 委員
51. 茅根 創, (社)水産土木建設技術センター(水産庁委託), サンゴ増養殖技術検討委員会 委員長
52. 茅根 創, 竹富町教育委員会, 竹富町海洋教育推進委員会 委員
53. 茅根 創, 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, 技術委員
54. 茅根 創, 参議院, 国際経済・外交に関する調査会 参考人
55. 茅根 創, 内閣府総合海洋政策推進本部, SDG14の推進について検討するプロジェクトチーム 有識者
56. 武田 智子, IT DART運営委員
57. 井出 哲, 内閣府, 日本海溝・千島海溝沿いにおける異常な現象の評価基準検討委員会, 委員
58. ウォリス サイモン, 文部科学省, 国立研究開発法人審議会 海洋研究開発機構部会, 委員
59. 河合 研志, 地学雑誌, 編集委員
60. 遠藤 一佳, 日本学術会議IPA小委員会, 委員
61. 遠藤 一佳, 自然環境科学センター絶滅のおそれのある海洋生物の選定委員会, 委員
62. 後藤 和久, 岩手県津波防災技術専門委員会小委員会委員
63. 後藤 和久, 文部科学省地震調査委員会・津波評価部会, 委員
64. 後藤 和久, 地震予知総合研究振興会, 南海トラフ～琉球海溝の地震・津波に関する研究会, 委員; 津波の地質痕跡評価ワーキンググループ, 委員
65. 高橋 嘉夫, 高エネルギー加速器研究機構, フォトンファクトリー計画推進委員会 委員
66. 高橋 嘉夫, 高輝度光科学研究センター, SPring-8利用研究課題審査委員会分科会レフェリー
67. 高橋 嘉夫, 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター, 放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点共同研究推進委員会委員
68. 高橋 嘉夫, 一般財団法人女性科学者に明るい未来をの会, 理事
69. 高橋 嘉夫, 文科省, 科学研究費助成事業における評価(審査), 学術変革領域研究(A)専門委員会, 書面審査
70. 鈴木 庸平, JAXA, 安全審査委員会 惑星保護審査部会 委員
71. 鈴木 庸平, COSPAR, 火星帰還試料安全審査方針策定ワーキング 委員
72. 鈴木 庸平, Frontiers Microbiology, Associate Editor
73. 板井 啓明, 独立行政法人環境再生保全機構 環境研究総合推進費, アドバイザリーボード委員
74. 板井 啓明, JST研究開発戦略センター, 研究開発の俯瞰報告書 環境・エネルギー分野(2021年)執筆担当者
75. 砂村 倫成, 海洋研究開発機構, 海洋研究課題審査部会・部会員

## 9.4 専攻役務分担

- ・ 専攻長 田近 英一
- ・ 副専攻長 井出 哲
- ・ 学科長（地球惑星物理学科） 井出 哲
- ・ 学科長（地球惑星環境学科） 田近 英一

委員会名	委員長	委員
専攻教務	正：ウォリス サイモン 副：廣瀬 敬・升本 順夫	東塚・小池・笠原・横山・瀧川・池田・田中・ 飯塚・板井・平沢 【地震研】望月（正）・市原・西田 【大気海洋研】鈴木・白井 【先端研】小坂・中村 【宇宙研】篠原・齋藤
学科教務（地球惑星物理）	正：杉田 精司 副：三浦 裕亮	横山・諸田・瀧川・田中・井出（学科長）
学科教務（地球惑星環境）	正：杉田 精司 副：後藤 和久	橘・池田・高橋（聡）・飯塚・永治・鈴木・砂村・ 田近（学科長）
会計	関 華奈子	佐藤・田近・井出・荻原
図書	遠藤 一佳	日比谷・天野・茅根・佐藤（雅）
部屋	升本 順夫	橘・廣瀬・小暮
広報	河合 研志	高麗・伊地知・諸田・大平・橘・高橋（聡）・河合・桜庭・鈴木・ 砂村・栗栖
技術	茅根 創	
ネットワーク	安藤 亮輔	高麗・桂華・河原・砂村・栗栖
科学機器	狩野 彰宏	小池・長・茅根・飯塚・小暮・鈴木・吉田・市村・小林
自動車	池田 昌之	
安全管理	狩野 彰宏	小池・長・茅根・廣瀬・小林

## 9.5 受賞

### 教職員

賞の名称	氏名	受賞理由	授与団体	受賞年月
紫綬褒章	佐藤 薫	大気科学研究における功績	内閣府	2021年4月
気象学会賞（2021年度）	茂木 信宏	単一粒子測定技術の開発に基づく大気エアロゾルの動態と放射影響の研究	日本気象学会	2021年5月
西田賞（第4回）	茂木 信宏	光吸収性エアロゾルの測定技術の開発と気候影響に関わる観測的研究	日本地球惑星科学連合	2021年6月
第10回環境放射能除染研究発表会 最優秀口頭発表賞	奥村 大河	汚染土壌中の放射性ガラス微粒子（CsMP）インベントリ推定法の開発	環境放射能除染学会	2021年8月
研究奨励賞	瀧川 晶	銀河系における物質循環に関する研究	日本鉱物科学会	2021年9月
令和3年度海洋立国推進功労者内閣総理大臣表彰	日比谷 紀之	月が導く深海の流れ -地球を巡る深層海洋循環の謎への挑戦-	国土交通省、文部科学省、農林水産省及び環境省が内閣府総合海洋政策推進事務局の協力を得て実施	2021年9月
井上學術賞	関 華奈子	比較惑星学視点の導入による太陽惑星圏環境の研究	井上科学振興財団	2022年2月

## 学生（基幹講座大学院生）

賞の名称	氏名	授与団体	受賞年月
2021年度 日本海洋学会 奨励論文賞	福澤 克俊	日本海洋学会	2021年4月
学生優秀発表賞	坂井 郁弥	JpGU	2021年6月
学生優秀賞	山口 瑛子	日本地球化学会 第68回年会	2021年9月
若手優秀賞	山口 瑛子	日本放射化学会第65回討論会 (2021)	2021年9月
学生優秀賞	名取幸花（共著者：名取幸花、藤原将 智、谷水雅治、栗栖美菜子、高橋嘉夫）	日本地球化学会年会 (会場：弘前大学/オンライン)	2021年9月
学生優秀発表賞	岡 健太	日本高圧力学会	2021年10月
学生発表賞 オーロラメダル	山川 智嗣	地球電磁気・地球惑星圏学会	2021年11月
理学部学修奨励賞	中田光紀	東京大学	2022年3月

## 9.6 外部資金受入状況

	種別	件数	総額（千円）
科学研究費補助金	新学術領域研究（研究領域提案型）	3	84,900
	学術変革領域研究(A)	3	158,500
	学術変革領域研究(B)	3	20,500
	特別推進研究	1	124,200
	基盤研究(A)	11	102,404
	基盤研究(B)	12	58,300
	基盤研究(C)	6	4,850
	挑戦的研究（萌芽）	4	10,300
	若手研究	8	7,500
	研究活動スタート支援	1	1,200
	国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）	4	11,000
	特別研究員奨励費（基幹講座）	30	23,550
	分担者配分	52	66,500
委託費（政府系）		15	13,910
共同研究		10	16,926
受託研究員等		11	25,597
奨学寄附金		11	12,362