

**東京大学大学院理学系研究科
地球惑星科学専攻**

年次報告

2019（平成 31 ／ 令和元）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 学部卒業者数	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 職員	4
2.3 研究員	4
2.4 名誉教授	4
2.5 学部・大学院教育に参加する関連研究機関の教員	5
2.6 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	15
4 講義	
4.1 地球惑星物理学科	16
4.2 地球惑星環境学科	17
4.3 大学院	19
4.4 教養学部前期課程	21
5 研究活動	
5.1 大気海洋科学講座	22
5.2 宇宙惑星科学講座	27
5.3 地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	46
6.2 宇宙惑星科学講座	48
6.3 地球惑星システム科学講座	53
6.4 固体地球科学講座	56
6.5 地球生命圏科学講座	58

7 学会発表	
7.1 大気海洋科学講座	62
7.2 宇宙惑星科学講座	68
7.3 地球惑星システム科学講座	80
7.4 固体地球科学講座	82
7.5 地球生命圏科学講座	87
8 社会貢献・普及活動	
8.1 大気海洋科学講座	94
8.2 宇宙惑星科学講座	95
8.3 地球惑星システム科学講座	96
8.4 固体地球科学講座	97
8.5 地球生命圏科学講座	98
9 その他の活動	
9.1 学内委員	101
9.2 学会委員	102
9.3 行政・その他	105
9.4 専攻役務分担	107
9.5 受賞	108
9.6 外部資金受入状況	108
9.7 専攻外ゲストによるセミナー講演	109

※ 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

本専攻は、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、平成12(2000)年4月地球惑星科学の総合的研究教育組織として理学系研究科に創設された。地球惑星科学専攻は、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。以下では、地球惑星物理学科及び地球惑星環境学科の沿革を概説する。

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号館と浅野地区の理学部3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(47室)、大学院生室(22室)、学部学生室(4室)、実験室(40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)

理学部3号館(地下1階、2-3階)

事務室、学部学生室(2室)、学部実験室(4室)、実験室(9室)、学部計算機室、試作室

理学部4号館(地下1階、5階)

教員室(2室)、学部実習室、学部計算機室、計算機室、実験室(4室)、図書保管庫(2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

1.4 大学院修了者数（学位取得者数）

	修士課程	博士課程	
		課程博士	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

2 教員、職員および研究員

(ただし 2019 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	小澤 一仁	(おざわ かずひと)
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	(たちか 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	(いいづか つよし)
准教授	生駒 大洋	(いこま まさひろ)
准教授	板井 啓明	(いたい たかあき)
准教授	笠原 慧	(かさはら 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	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	比屋根 肇	(ひやごん はじめ)
准教授	三浦 裕亮	(みうら ひろあき)
准教授	横山 央明	(よこやま たかあき)
講師	田中 秀実	(たなか ひでみ)
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	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	田中 祐希	(たなか ゆうき)
助教	長 勇一郎	(ちょう ゆういちろう)
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	島根 典子
係長	西村 純子
一般職員	竹村 麻里子
技術専門員	吉田 英人
技術専門員	栗栖 晋二
技術専門職員	酒井 隆
技術専門職員	市村 康治
技術専門職員	小林 明浩

2.4 研究員

特任研究員

青山 雄彦	王 可
奥村 大河	柿崎 喜宏
加藤 大和	川内 紀代恵
北村 成寿	幸塚 麻里子
堺 正太郎	菅 大暉
角 ゆかり	孫 静
高橋 直子	巽 瑛理
田中 雅人	永井 平
山本 将史	ROMANET Pierre

2.5 名誉教授

佐藤 久	地形学	(昭和 55 年退官)
木村 敏雄	構造地質学	(昭和 57 年退官)
阪口 豊	第四紀学	(平成 2 年退官)
小嶋 稔	地球年代学	(平成 3 年退官)
床次 正安	鉱物学	(平成 6 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)
浜野 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 祐子	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)

(注) 理学系研究科・理学部として推薦した本専攻に関係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	川幡 穂高	(かわはた ほだか)
教授	木本 昌秀	(きもと まさひで)
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	高薮 縁	(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	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 尚之	(かとう なおゆき)
教授	川勝 均	(かわかつ ひとし)
教授	木下 正高	(きのした まさたか)
教授	纈纈 一起	(こうけつ かずき)
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	佐藤 比呂志	(さとう ひろし)
教授	塩原 肇	(しおばら はじめ)
教授	篠原 雅尚	(しのはら まさなお)
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	平田 直	(ひらた なおし)
教授	古村 孝志	(ふるむら たかし)
教授	森田 裕一	(もりた ゆういち)
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	飯高 隆	(いいだか たかし)
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	加藤 愛太郎	(かとう あいたろう)
准教授	加納 靖之	(かのう やすゆき)
准教授	亀 伸樹	(かめ のぶき)
准教授	酒井 慎一	(さかい しんいち)
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	中谷 正生	(なかたに まさお)
准教授	西田 究	(にしだ きわむ)
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	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)

先端科学技術研究センター

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 一朗 （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

教授（兼） 磯崎 行雄 （いそざき ゆきお）

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）

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部

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） 藤本 正樹 （ふじもと まさき）

准教授（委） 清水 敏文 （しみず としふみ）

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） 穴倉 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）

准教授（委） 高野 淑識 （たかの よしのり）

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 （ついひじ たかのぶ）

2.7 人事異動

平成31年4月1日	後藤 和久	教授	採用
令和元年5月1日	諸田 智克	准教授	採用
令和元年9月1日	永治 方敬	助教	採用
令和2年1月1日	池田 昌之	准教授	採用
令和2年3月1日	瀧川 晶	准教授	採用
令和2年3月31日	田中 秀実	講師	退職
令和2年3月31日	田中 祐希	助教	福井県立大学准教授へ

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

青石 賢太	幾田 凧	石崎 梨理	井上 祐希
大久保 裕太	大鶴 啓介	近江 泰吉郎	奥内 健太
笠見 京平	柏村 周平	黒須 玲	小山 裕幸
嵯峨 知樹	坂井 郁哉	佐藤 祐希	佐藤 瞭
佐藤 嶺	寫田 遼太	中村 航也	縄 隼佑
西岡 知輝	橋口 廉太郎	畑中 樹人	原口 泰雅
平松 祐一	廣木 颯太郎	古川 倫千	細谷 桂介
増田 勘次	森 晶輝	山嶋 真平	

4 年

左高 豊武	森 雄平	石川 光太	海老原 樹
大竹 和機	大谷 健人	小倉 暁乃丞	久徳 虹子
国吉 秀鷹	國吉 優太	櫛原 光良	栗田 誠矢
寺境 太樹	芝田 力	柴田 勇吾	菅谷 直樹
曾根田 哲也	杣木 優介	高井 雄大	多田 将太朗
堤 裕太郎	寺田 雄亮	土井 聖明	刀祢 晴菜
永井 はるか	長谷川 将弘	樋口 雄紀	平田 佳織
平野 雄介	増田 未希	水野 るり恵	茂木 厚志
山崎 耕平	山本 直輝		

3.2 地球惑星環境学科

3 年

一丸 友美	伊藤 泰輔	今町 海斗	梅山 遼太
勝木 悠介	小山 雪乃丞	志村 蓮	杉野 公則
杉野 史弥	鈴木 泰典	根本 夏林	箱守 貴
平井 宏佑	広瀬 凜	松永 尚樹	山川 登
米原 大雅			

4 年

河村 拓哉	谷 遼太郎	岩田 裕也	池内 敦
石水 浩喜	岩中 達郎	加藤 凜太郎	菊地 柁斗
北原 翼	小林 旺太郎	坂入 祐地	正畑 沙耶香
田中 風羽	塚本 将史	轟木 亮太郎	萩原 洋平
東 秀星	松原 大樹	村田 彬	村田 和樹
諸星 暁之	山本 一平	山本 実侑	

3.3 地球惑星科学専攻

修士課程 1 年

青山 和弘	赤玉 裕匡	新井 瑞月	猪狩 一晟
-------	-------	-------	-------

池田	航	池端	耕輔	石原	湧樹	石丸	夏奈
上田	剛士	梅宮	悠輔	江川	喜啓	大嶋	ちひろ
太田	成昭	奥井	晴香	甲斐	達也	梶谷	伊織
加藤	翔太	金田	龍一	菊地	健斗	楠	秀大
久住	空広	古知	武	後藤	優太	坂倉	孝太郎
坂本	龍之輔	櫻井	亮輔	佐々木	雄亮	志田	純哉
市東	力	島田	稜也	清水	祐輔	末岡	優里
鈴木	瑛子	副島	祥吾	孫	岳	高宮	日南子
多田	誠之郎	谷	竜太	田村	一紗	寺田	真未子
寺西	毅洋	中川	賢人	中里	舞	中里	雅樹
長澤	真	中路	渚	中田	勝之	中野	智仁
中山	盛雄	並木	亮	西貝	拓朗	西村	晟八
西山	学	長谷川	菜々子	浜口	佑也	濱本	真沙希
原田	果穂	彦坂	晃太郎	久河	竜也	廣田	和也
福田	凱大	福場	俊和	別所	明彦	増田	滉己
松木田	悠希	三木	あかり	水上	綾乃	水越	将敏
水野	樹	三ツ出	唯利	宮脇	稔勝	森	悠貴
門間	貴大	柳瀬	菜穂	山口	智弘	山名	祐輝
山本	晃立	湯本	航生	横尾	舜平	横田	貴史
横谷	直人	横山	将汰	吉岡	純平	吉田	一悠
周	錦煜	Perakhzhau	Fiodar	SUN	YUCHEN		

修士課程2年

飯田	享浩	音田	知希	辻村	滉佑	芋生	真子
小山	健太郎	瀧川	翼	田上	創	南	一輝
宮田	桃子	山口	周将	Guo	Chen	金	慧貞
青木	晋	青木	智	阿部	大樹	荒尾	昇吾
荒木	瑞穂	安西	みゆき	安藤	照浩	安藤	大悟
石川	弘樹	石沢	成美	石田	隼人	岩田	拓己
岩橋	くるみ	上	翼	内田	裕太	梅垣	千賀
江口	ゆき	遠藤	幸生	太田	耕輔	大峽	充己
岡	健太	奥田	花也	小澤	佳祐	門	大貴
金子	航	上吉原	弘明	川島	桜也	川島	彰悟
木村	詩乃	木村	真博	児玉	真一	小林	真輝人
小山	雄大	ザイ	ソウ	坂田	遼弥	櫻井	陽
佐々木	肯太	佐藤	英明	澤村	周平	識名	里沙
菅谷	峻	杉本	知穂	菅生	真	鈴木	慧花
鈴木	雄大	須藤	克誉	高木	直史	高砂	裕也
高橋	玄	田尻	智之	田沼	夏美	千田	拓史
張	愛琦	角田	明博	坪井	寛行	中野	晋作
長久	将	中村	友哉	中村	麻也	灘本	真実
名取	幸花	西條	祥	芳賀	万由子	荷見	拓生
樋口	太郎	福田	孔達	福谷	貴一	福山	代智
船木	康平	松下	優樹	宮崎	彩	村上	葵
森井	志織	森井	洋	諸澤	直香	柳町	隆裕
山岡	健	山川	智嗣	山崎	一哉	山下	諒悟
山本	孝祐	吉井	究	米本	周平	脇水	徳之

渡邊 香里

渡邊 信吾

博士課程 1 年

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

植村 堪介

榎本 葉月

小澤 創

加藤 拓馬

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

田辺 直也

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 壱学

山口 瑛子

山谷 里奈

蓬田 匠

渡辺 泰士

洪 竟書

CHANG Ta-Wei

SEOW Marvin Xiang Ce

WALIA Nehpreet Kaur

WANG Yuchen

博士課程 2 年

石山 尊浩

大野 鷹士

岡本 篤郎

小澤 麻由子

梶田 展人

木野 佳音

木村 将也

小新 大

小森 純希

柴田 翔

多田 賢弘

丹 秀也

中村 雄飛

長谷川 隆祥

福山 鴻

福與 直人

前田 歩

三武 司

山河 和也

山口 優太

吉田 聡

依田 優大

EOM JIWON

WANG Yikang

博士課程 3 年

蘭 幸太郎

日下部 哲也

米島 慎二

石川 彰人

中山 陽史

平野 創一朗

宮本 歩

棚谷 文哉

谷部 功将

川畑 佑典

佐藤 侑人

花井 智也

安井 良輔

CHENG Chiu Tung

李 蕊白

LONG XIN

雨川 翔太

池口 直毅

岩本 昌倫

上原 啓幹

大野 遼

大橋 正俊

木戸 晶一郎

木村 皐史

栗栖 美菜子

栗原 亮

三反畑 修

鈴木 裕輝

関澤 偲温

高須賀 大輔

高橋 杏

田川 翔

田畑 陽久

長原 翔伍

東尾 奈々

黒田 伶奈

福澤 克俊

星 康人

本馬 佳賢

槇納 好岐

松岸 修平

水野 尚人

南原 優一

宮本 千尋

吉田 淳

研究生

OUYANG Ziyu

KIM Yoojun

特別研究学生

ZHAO DAN

冨田 沙羅

上島 翔馬

Raymund Omar Plata Martinez

He Xue-Jing

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	R1.9.13	飯田 享浩	MC-ICPMS を用いた L コンドライト中のコンドルールの高精度 Mg 同位体分析に基づく初期太陽系の ²⁶ Al 分布に関する考察
2	R1.9.13	瀧川 翼	Remote influence of the tropical Pacific variability on Arctic climate in coupled model simulations
3	R1.9.13	金 慧貞	Imaging subducting Pacific plate under NE Japan using receiver function analysis of the amphibious array
4	R2.3.23	音田 知希	地下水同位体比変動と大規模地震との関連について
5	R2.3.23	辻村 滉佑	アメリカ・サウスダコタ州の上部白亜系マーストリヒト階 Hell Creek 層産の断片化石に基づいた K /Pg 絶滅イベント直前の獣脚類恐竜類の多様性再評価
6	R2.3.23	小山 健太郎	1 次元火道流モデルを用いた火山噴火推移の数値的研究
7	R2.3.23	田上 創	大陸地殻進化を支配する島弧場におけるリソスフェア―アセノスフェア境界領域の変動：日高変成帯ニカンベツハンレイ岩体からの制約
8	R2.3.23	南 一輝	単一岩体での高密度サンプリングによる化学組成変化の評価
9	R2.3.23	Guo Chen	Pre-stack depth imaging and pore-fluid pressure estimation of the Japan Trench subduction zone off Miyagi, NE Japan
10	R2.3.23	青木 智	Dynamics of subcontinental lithosphere - asthenosphere boundary: constraints from development of the internal thermal structure of the Lanzo massif, northwestern Italy
11	R2.3.23	荒木 瑞穂	磁気リコネクションにおけるイオンと電子の選択的加熱：3 次元分布関数フィッティングに基づく統計解析
12	R2.3.23	安西 みゆき	マリノアン全球凍結直後の海洋の酸化と微生物活動
13	R2.3.23	安藤 照浩	カンラン石多結晶体の純粋せん断変形実験：拡散クリープ下での粒子形と結晶軸選択配向の関係
14	R2.3.23	安藤 大悟	簡易気候モデルを用いた現在気候および氷期気候における大西洋子午面循環の多重構造の比較
15	R2.3.23	石川 弘樹	Description and systematics of an immature ceratopsid (Dinosauria: Ornithischia) from the Judith River Formation (Upper Cretaceous: Campanian) of Montana, USA
16	R2.3.23	岩田 拓己	航空機観測による北極ブラックカーボンの年々変動と輸送・除去過程の研究
17	R2.3.23	岩橋 くるみ	Decoding pre-eruptive process using crystal clots: A case study of Unzen 1991-95 eruption
18	R2.3.23	内田 裕太	全球大気大循環モデルにおけるシルクロード遠隔影響パターンの地球温暖化に伴う変調
19	R2.3.23	梅垣 千賀	MMS 衛星を用いた地球バウショックにおける高周波ホイッスラー波動の特性解析
20	R2.3.23	江口 ゆき	南オーストラリアのクライオジェニア系炭酸塩岩に見られる化石様粒子の形成環境と構造解析
21	R2.3.23	遠藤 幸生	LES を用いた混合相雲へのエアロゾルの影響に関する研究
22	R2.3.23	太田 耕輔	富士五湖における月毎の炭素リザーバー効果の変動メカニズムの解明 ～表層水溶存無機炭素の放射性炭素年代の月毎変動と酸素・水素同位体比を用いた検討～
23	R2.3.23	大峽 充己	Data-assimilation-based early forecasting of long-period ground motions for large earthquakes along the Nankai Trough
24	R2.3.23	岡 健太	Melting Experiments in the Fe-O-H System at High Pressure
25	R2.3.23	奥田 花也	First - principles investigation and its application to the macroscopic frictional characteristics of brucite
26	R2.3.23	小澤 佳祐	Experimental Determination of the MgO-FeO-SiO ₂ Liquidus Phase Diagram up to CMB Pressure
27	R2.3.23	門 大貴	アジア・北西太平洋域における夏季気候変動：エルニーニョ・南方振動の影響とその位相遷移に対する依存性
28	R2.3.23	金子 航	Atmospheric River の時空間変動と降水特性に及ぼす効果に関する統計的研究

	取得日	氏名	修士論文題目
29	R2.3.23	上吉原 弘明	Compact Muography instrument for future Mars exploration:Experimental demonstrations
30	R2.3.23	川島 桜也	太陽系探査を目指した小型イオントラップフリーエ変換型質量分析器の開発
31	R2.3.23	川島 彰悟	北西太平洋におけるカツオ (Katsuwonus pelamis) 筋肉中微量元素濃度の地域差とその変動要因
32	R2.3.23	木村 詩乃	カムチャツカ東岸沖における鉛直混合と栄養塩供給に関する研究
33	R2.3.23	木村 真博	Theoretical prediction of water contents of terrestrial planets around M-dwarfs with effects of water production in primordial atmospheres
34	R2.3.23	児玉 真一	秋季の台風による遠隔降水に伴う水蒸気輸送
35	R2.3.23	小林 真輝人	電磁波反射法による固体天体地下浅部探査手法の基礎検討
36	R2.3.23	小山 雄大	メソシデライト・ジルコンの局所分析に基づく母天体熱史への制約
37	R2.3.23	翟 燦	深海フロートに搭載した高速水温計を用いた乱流観測の有用性検証
38	R2.3.23	坂田 遼弥	Study of ion escape mechanisms from ancient Mars with a focus on effects of the global intrinsic magnetic field
39	R2.3.23	櫻井 陽	Environmental factors controlling microbial formation of calcite and hydroxylapatite in the terrestrial environment
40	R2.3.23	佐々木 肯太	日本海溝・千島海溝アウターライズ付近の熱流量分布と海洋地殻内の流体循環
41	R2.3.23	佐藤 英明	Theoretical studies of pigmentation patterns on Molluscan shells: problems and solutions in estimating ancestral patterns
42	R2.3.23	識名 里沙	シャーゴツタイト火星隕石中のマスケリナイト加熱実験：斜長石の再結晶化に対する衝撃加熱の影響
43	R2.3.23	菅谷 峻	斜長石中の針状磁鉄鉱離溶相の鉱物学的研究
44	R2.3.23	杉本 知穂	The morphological and spectral properties of bright boulders on asteroid Ryugu
45	R2.3.23	菅生 真	アバランシェフォトダイオードを用いた半球視野を持つ惑星探査用高エネルギー電子観測器の開発と ASIC 技術を用いた小型化研究
46	R2.3.23	鈴木 慧花	微小領域 X 線分光法を用いた火星隕石ナクライト中の微量元素の化学種解析による火星の水環境の復元
47	R2.3.23	鈴木 雄大	観測データと数値シミュレーションを用いた水星中性 Na 大気の季節変動性に関する研究
48	R2.3.23	須藤 克誉	太古代の生命痕跡を持つ Labrador 堆積岩の年代推定
49	R2.3.23	高木 直史	Surface Flow Analysis Based on Crater Distribution and Circum-boulder Regolith Color Distribution on Ryugu
50	R2.3.23	高砂 裕也	SPES 法を用いた非水溶性エアロゾルの動態と複素屈折率に関する研究
51	R2.3.23	高橋 玄	地下深部花崗岩内生物圏の鉱物学的特徴
52	R2.3.23	田尻 智之	An AI-based dipper survey in the almost entire southern hemisphere using the 1 year's data of TESS full frame images
53	R2.3.23	田沼 夏美	Influences of the Interdecadal Pacific Oscillation on the locally amplified Ningaloo Niño/Niña
54	R2.3.23	張 愛琦	A possible energy pathway from traveling atmospheric disturbances to turbulent mixing in the deep ocean
55	R2.3.23	角田 明博	Thermodynamic model of grain boundary disorder and dihedral angle in binary eutectic systems
56	R2.3.23	坪井 寛行	Molecular Geochemistry of Rubidium: Its Stable Isotopes as a Geochemical Tracer
57	R2.3.23	中野 晋作	Coupling of Nitrospirae-affiliated genomes to magnetosome alignment and iron redox boundary
58	R2.3.23	長久 将	Hydrothermal Organic Synthesis with the Solar-System O/C/N Ratio and Comparison with Soluble Organic Molecules in a CM chondrite Murchison
59	R2.3.23	中村 麻也	地球上の Recurring Slope Lineae の探索・分類・調査に基づく火星表層の水動態への示唆
60	R2.3.23	名取 幸花	The geochemical study for the temporal change of arsenic and manganese in hypolimnetic water and sediment of lake Biwa for the last several decades
61	R2.3.23	西條 祥	噴煙ダイナミクスを考慮した降下火砕物供給モデルの開発

	取得日	氏名	修士論文題目
62	R2.3.23	芳賀 万由子	白亜紀海洋無酸素イベントにおける海洋生物化学循環と基礎生産者の挙動
63	R2.3.23	樋口 太郎	白亜紀と現在における大気中 CO ₂ に対する気候と水循環の応答
64	R2.3.23	福田 孔達	微動のセルオートマトンモデル
65	R2.3.23	福谷 貴一	金星の熱赤外画像解析による雲形態と風速場の研究
66	R2.3.23	福山 代智	月極域探査ローバー搭載に向けた飛行時間型質量分析器の開発
67	R2.3.23	船木 康平	コンドリュールの熱史制約のための Fe-Ni-S 系共融組織を用いた冷却速度計の考案
68	R2.3.23	松下 優樹	新たな 3 次元残差流理論に基づく成層圏循環のクライマトロジー
69	R2.3.23	宮崎 彩	後期トニア紀の堆積性マグネサイトから想定される全球凍結前の水環境
70	R2.3.23	村上 葵	初期地球における高 CO ₂ 条件下での玄武岩熱水実験から推定するカルシウムとリンの挙動
71	R2.3.23	森井 志織	Radiocesium-bearing microparticles from masks worn by residents in Fukushima for environmental behavior analysis of radiocesium derived from Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident
72	R2.3.23	森井 洋	夏季北西太平洋における太平洋高気圧の年々変動に関する研究
73	R2.3.23	柳町 隆裕	海底凹凸地形上における潮汐混合強度の鉛直分布に関する理論的・観測的研究
74	R2.3.23	山岡 健	High spatial resolution thermal structure of contact aureoles, central Japan: Implications for modeling contact metamorphism
75	R2.3.23	山川 智嗣	Study of the excitation mechanism of ULF waves in Earth's magnetosphere based on the drift-kinetic model
76	R2.3.23	山崎 一哉	トランスバースラインの観測的および理論的研究
77	R2.3.23	山本 孝祐	衛星観測と気候モデルを用いた雲の鉛直構造による放射影響の定量的評価
78	R2.3.23	吉井 究	断層ガウジ粒子の応力状態と粉碎過程に関する理論的研究
79	R2.3.23	米本 周平	天体周辺の水素同位体比の観測に向けた吸収セルフィルタの開発
80	R2.3.23	脇水 徳之	Comparative morphology of the trigeminal nervous system in extant archosaurs with discussion on the evolutionary history of the rostral region of the skull
81	R2.3.23	渡邊 香里	Statistical study on electron and ion temperatures in the near-Earth plasma sheet during the active phases

(b) 博士論文

	取得日	種別	氏名	博士論文題目
1	H31.4.15	課程	趙 然	Comparisons of larval and adult shell proteomes in molluscs
2	R1.7.22	課程	仲小路 理史	Diffusion creep and grain growth in forsterite + 20 vol% enstatite aggregates: Their common diffusional mechanism and its consequence for weak-temperature-dependent viscosity
3	R1.9.13	課程	平野 創一朗	Climatology and interannual variability of stratospheric planetary waves in the Southern Hemisphere and their connection to the troposphere
4	R1.9.13	課程	川畑 佑典	Observational Studies on Non-potential Magnetic Field in Solar Active Regions
5	R2.3.2	論文	長岡 優	Study on seismic velocity structure beneath active volcanoes by seismic interferometry
6	R2.3.2	課程	岡島 悟	Mechanisms for the distinctive seasonality of the North Pacific transient eddy activity as revealed from comprehensive analysis with the Eulerian statistics and Lagrangian tracking method
7	R2.3.23	課程	中山 陽史	Geochemical carbon cycle and climate of ocean terrestrial planets in the habitable zone
8	R2.3.23	課程	宮本 歩	A comprehensive study on seasonal variations of low-level clouds and associated air-sea interactions in the South Indian Ocean
9	R2.3.23	課程	佐藤 侑人	Structure and Dynamic Processes in Lithosphere-Asthenosphere Boundary Zones Decoded by Geothermobarometry of Spinel Peridotite Xenoliths

	取得日	種別	氏名	博士論文題目
10	R2.3.23	課程	花井 智也	Analysis of growth allometry in the modern avian skull: implication for evolutionary aspects of cranial ontogeny
11	R2.3.23	課程	岩本 昌倫	Numerical study on synchrotron maser emission and associated particle acceleration in relativistic shocks
12	R2.3.23	課程	大野 遼	Crustal evolution of asteroid Vesta as inferred from silica polymorphs in eucrites
13	R2.3.23	課程	大橋 正俊	Comprehensive study of magma flow style based on deformed bubble structure of pumice
14	R2.3.23	課程	木戸 晶一郎	Mechanisms and impacts of salinity anomalies associated with the positive Indian Ocean Dipole
15	R2.3.23	課程	栗栖 美菜子	Evaluation of contribution of Fe in aerosols from different sources to the surface ocean based on Fe stable isotope ratio
16	R2.3.23	課程	栗原 亮	Comprehensive detection and spatio-temporal distributions of deep low-frequency earthquakes in volcanic areas all over Japan
17	R2.3.23	課程	三反畑 修	Physical mechanism of volcanic tsunami earthquakes repeating at submarine volcanoes
18	R2.3.23	課程	鈴木 裕輝	3-D isotropic and anisotropic structure in the lowermost mantle beneath the circum-Pacific inferred using waveform inversion: Constraints on geodynamics above the core-mantle boundary
19	R2.3.23	課程	高須賀 大輔	Cross-scale Interaction in the Realization Processes of the Madden-Julian Oscillation
20	R2.3.23	課程	高橋 杏	Assessment of the finescale parameterizations of deep ocean mixing in the Antarctic Circumpolar Current region based on microstructure measurements and eikonal calculations
21	R2.3.23	課程	田川 翔	Hydrogen in the core
22	R2.3.23	課程	福澤 克俊	Elucidation of the amplification mechanism of meteo-tsunamis originating west of Kyushu Island and proposal for a possible forecasting system
23	R2.3.23	課程	本馬 佳賢	Hafnium-tungsten chronology and geochemistry of pallasites
24	R2.3.23	課程	槇納 好岐	Development of analytical technique for in-situ determinations of trace elements using LA-ICP-MS and its application to metals in Acfer 094 chondrite
25	R2.3.23	課程	宮本 千尋	A study on clarification of reaction processes and sources of sulfate aerosol based on chemical speciation
26	R2.3.23	課程	吉田 淳	Studies on Abundance and Emission Strengths of Anthropogenic Iron Oxide Aerosols Using Laser-Induced Incandescence Technique

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）	27		16	
進学（その他）	4	東京大学大学院総合文化研究科、 東京大学大学院物理学専攻、 総合研究大学院大学	0	
大学・研究機関、官公庁	1	厚生労働省	0	
民間	0		2	（株）野村総合研究所、太陽石油
その他	0		0	

(b) 修士課程修了者

進学・就職先	内訳	
進学（本専攻）	30	
進学（その他）	2	東京大学大学院総合文化研究科、大阪大学大学院基礎工学研究科
教員	1	細田学園中学校・高等学校
大学・研究機関、官公庁	5	海上保安庁、情報処理推進機構、気象庁、日本原子力研究開発機構
民間	36	(株) 日立製作所、東京応化工業(株)、ダイキン工業(株)、NEC、富士通(株)、JX 金属(株)、(株) SHIFT、メテオテック・ラボ、日鉄ソリューションズ(株)、日本プロセス(株)、Amazon Web Services、エム・ティー・ストラテジー、SCSK(株)、日本 IBM、東京ガス i ネット、(株) NTT データ・ニューソン、日本タタ・コンサル、プロレド・パートナーズ、(株) 構造計画研究所、デロイト・トーマツ・コンサルティング合同会社、ベイカレント・コンサルティング、大和総合研究所、野村総合研究所、ウェルズ・ファースト証券(株)、三井住友銀行、あいおいニッセイ同和損害保険、トーマ再保険(株)、J.P. Morgan Securities Japan、東京海上日動火災保険(株)、丸善出版、(株) ディー・エヌ・イー、JX 石油開発(株)
その他	0	

(c) 博士課程修了者

進学・就職先	内訳	
官公庁・研究員など	20	琉球大学（特任研究員）、国立天文台（特任研究員）、東京大学大学院理学系研究科（特任研究員）、東京大学先端科学技術研究センター（特任研究員）、日本科学未来館（科学コミュニケーター）、九州大学（学振 PD）、千葉工業大学（研究員）、九州大学（学術研究員）、海洋研究開発機構（PD 研究員）、海洋研究開発機構（任期付職員）、東京大学地震研究所（特任研究員）、防災科学技術研究所（学振 PD）、お茶の水女子大学（学振 PD）、ワシントン大学（PD）、産業技術総合研究所（研究員）、江戸川大学（非常勤講師）
大学院・研究生	0	
民間	2	三菱総合研究所（研究員）、フューチャー（株）
その他	0	

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
0526002	地球惑星物理学基礎演習Ⅰ	三浦 裕亮、河原 創、桂華 邦裕
0526003	地球惑星物理学基礎演習Ⅱ	三浦 裕亮、櫻庭 中、田中 祐希
0526005	地球惑星物理学概論	井出 哲、横山 央明、東塚 知己、生駒 大洋

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	安藤 亮輔	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	横山 央明	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、藤 亜希子	3・4	S
0526074	地球惑星物理学実験	小池 真、笠原 慧、中谷 正生、小澤 一仁、比屋根 肇、一瀬 建日、杉田 精司、加藤 愛太郎、平賀 岳彦、武井 康子、新谷 昌人、高森 昭光、小河 勉、西田 究、佐藤 雅彦、廣瀬 敬、橘 省吾、長勇一郎、桑山靖弘、桑原 正輝、武多昭道、小池みずほ	3・4	A
0526075	地球惑星化学実験	小池 真、笠原 慧、中谷 正生、小澤 一仁、比屋根 肇、一瀬 建日、杉田 精司、加藤 愛太郎、平賀 岳彦、武井 康子、新谷 昌人、高森 昭光、小河 勉、西田 究、佐藤 雅彦、廣瀬 敬、橘 省吾、長勇一郎、桑山靖弘、桑原 正輝、武多昭道、小池みずほ	3・4	A
0526076	地球惑星物理学特別演習	全教員	4	S
0526077	地球惑星物理学特別研究	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、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、生駒大洋	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	4	S
0526090	地球惑星物理学観測実習	日比谷 紀之、佐藤 薫、井出 哲、小池 真、田中 祐希、高麗 正史、茂木 信宏、森 俊哉、吉川 一朗、吉岡 和夫、青木 陽介、田中 愛幸、上嶋 誠、小山崇夫、酒井慎一	3・4	S
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、高麗 正史、桜庭 中	3・4	S
0526095	地球惑星物理学基礎演習Ⅳ	生駒 大洋、大平 豊、福井 暁彦	3・4	S
0526801	研究倫理	升本 順夫	3・4	集中

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
0528001	地球環境学	茅根 創、板井 啓明、吉森 正和
0528002	地球システム進化学	田近 英一、廣瀬 敬、遠藤 一佳
0528003	地球惑星物質科学	三河内 岳、小澤 一仁
0528005	地球惑星環境学基礎演習Ⅰ	田近 英一
0528006	地域論	永田 淳嗣、松原 宏、梶田 真
0528072	固体地球惑星科学概論	飯塚 毅、櫻庭 中、沖野 郷子
0528073	層序地質学	狩野 彰宏、小宮 剛、サイモン ウォリス
0528074	自然地理学	須貝 俊彦、茅根 創、小口 高、阿部 彩子

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	對比地 孝亘	3・4	S
0528022	地球惑星物理化学	小澤 一仁	3・4	S
0528023	固体地球科学	廣瀬 敬、安藤 亮輔	3・4	S
0528025	地球生命進化学実習	佐々木 猛智、對比地 孝亘	3・4	S
0528026	地形・地質調査法および実習	狩野 彰宏、山口 飛鳥、須貝 俊彦、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	田近 英一、小澤 一仁、茂木 信宏	3・4	S
0528029	地球惑星環境学野外巡検Ⅰ	鈴木 庸平、荻原 成騎、高橋 嘉夫、佐藤 雅彦	3・4	S
0528030	地球環境化学	高橋 嘉夫、川幡 穂高、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、高橋 嘉夫、砂村 倫成、板井 啓明、茂木 信宏	3・4	S

科目番号	授業科目	担当教員	学年	学期
0528035	結晶学	小暮 敏博	3・4	A
0528037	地球惑星環境学特別研究	全教員	4	A
0528038	地球惑星環境学野外調査Ⅰ	狩野 彰宏、對比地 孝亘、黒田 潤一郎	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	小澤 一仁、飯塚 毅、鈴木 雄治郎、前野 深、小屋口 剛博、サイモン ウォリス	3・4	S
0528041	地球惑星環境学実習	高橋 聡、茅根 創、須貝 俊彦、荻原 成騎、小澤 一仁、飯塚 毅、サイモン ウォリス、狩野 彰宏、前野 深	3・4	A
0528042	地球惑星環境学野外巡検Ⅱ	サイモン ウォリス	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、高野 淑識、遠藤 一佳、佐々木 猛智、清水 啓介	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	小澤 一仁	3・4	A
0528048	岩石組織学実習Ⅰ	飯塚 毅、サイモン ウォリス	3・4	S
0528049	岩石組織学実習Ⅱ	荻原 成騎、高橋 聡、狩野 彰宏	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	横山 祐典、田近 英一	4	S
0528056	堆積学	狩野 彰宏、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	小暮 敏博、三河内 岳、小松 一生	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、對比地 孝亘	4	S
0528065	惑星地質学	宮本 英昭、竝木 則行	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、河原 創、飯塚浩太郎	3・4	A
0528069	宇宙惑星物質進化学	杉田 精司、比屋根 肇	3・4	A
0528070	資源地質学	川幡 穂高、高橋 嘉夫、鈴木 庸平	3・4	A
0528075	宇宙地球化学	高橋 嘉夫、飯塚 毅、中井 俊一、板井 啓明	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
0528801	研究倫理	升本 順夫	3・4	集中
0528079	地球惑星環境学国際研修Ⅰ	横山 祐典、鈴木 庸平、飯塚 毅	3・4	集中

科目番号	授業科目	担当教員	学年	学期
0528080	地球惑星環境学国際研修Ⅱ	横山 祐典、飯塚 毅	3・4	集中

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、西田 究	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	安藤 亮輔	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、生駒 大洋、笠原 慧	S
35616-0015	地球惑星システム学基礎論	生駒 大洋	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、中井 俊一、板井 啓明	A
35616-1037	回析結晶学	小暮 敏博	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 緑	A
35616-2001	大気物理学Ⅲ	伊賀 啓太	S
35616-2003	海洋物理学Ⅲ	羽角 博康	A
35616-1006	気候力学Ⅱ	中村 尚	A
35616-2007	大気海洋物質科学Ⅱ	安田 一郎	S
35616-1051	宇宙プラズマ物理学Ⅱ	横山 央明、清水 敏文	A
35616-1052	磁気圏物理学Ⅱ	齋藤 義文	A
35616-2013	惑星探査学Ⅰ	笠原 慧、臼井 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	比屋根 肇	A
35604-0056	系外惑星特論Ⅰ	生駒 大洋、相川 祐理	S
35604-0057	系外惑星特論Ⅱ	田村 元秀、須藤 靖	S
35616-1053	大気海洋循環学	中村 尚、升本 順夫	S
35616-2025	地理情報学	小口 高	A 集中

科目番号	授業科目	担当教員	学期
35616-1074	気候システム学	阿部 彩子、高藪 緑、渡部 雅浩、岡 顕、鈴木 健太郎	A
35616-1057	古気候・古海洋学	横山 祐典、田近 英一	S
35616-1058	古環境学	吉森 正和、横山 祐典	A
35616-1059	環境生態学	茅根 創	S
35616-1022	地震波動論 I	西田 究、綿田 辰吾	S
35616-1062	地震波動論 II	古村 孝志、加藤 愛太郎	A
35616-1023	地球内部構造論	上嶋 誠、平賀 岳彦、竹内 希	A
35616-1071	地球内部ダイナミクス	岩森 光、市原 美恵	A
35616-1025	地球電磁気学	清水 久芳、上嶋 誠	A
35616-1026	マグマ学	安田 敦	A
35616-1027	火山学基礎論	大湊 隆雄、前野 深、市原 美恵	S
35616-1028	変動帯テクトニクス	木下 正高、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	地球形成進化学	田中 愛幸、穴倉 正展	通年
集中	海洋底ダイナミクス	沖野 郷子、木下 正高	A
35616-1033	地震物理学	井出 哲	S
35616-1034	地震発生物理学	亀 伸樹	A
35616-1063	固体地球観測論	飯高 隆、酒井 慎一、森田 裕一、上嶋 誠、塩原 肇、山野 誠、新谷 昌人、田中 愛幸	S
35616-1035	地圏環境進化学	狩野 彰宏	A
35616-1042	生体鉱物学	小暮 敏博、遠藤 一佳、佐々木 猛智	A
35616-1044	生命圏進化学	遠藤 一佳、小宮 剛	S
35616-1064	地球生命進化学	對比地 孝亘	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、川幡 穂高、板井 啓明	S
35616-1073	地球微生物学	鈴木 庸平、高野 淑識	A
35616-1075	資源地質学	川幡 穂高、鈴木 庸平、高橋 嘉夫	A
35616-3021	宇宙地球フロンティア特論 I	廣瀬 敬、村山 斉、山本 智、須藤 靖、相川 祐理、生駒 大洋、杉田 精司、橘 省吾、中須賀 真一、鈴木 宏二郎、菅 裕明、樋口 秀男、遠藤 一佳	A
35616-2065	地球惑星環境学国際研修 I	横山 祐典、飯塚 毅、鈴木 庸平	通年 集中
35616-2066	地球惑星環境学国際研修 II	横山 祐典、飯塚 毅、鈴木 庸平	通年 集中
35616-3001	大気海洋科学特論 I	須賀 利雄	A 集中
35616-2041	大気海洋科学特論 V	長谷部 文雄	S 集中
35616-3005	宇宙惑星科学特論 I	海老原 祐輔	S 集中
35616-2043	宇宙惑星科学特論 V	藤本 正樹	A

科目番号	授業科目	担当教員	学期
35616-2044	宇宙惑星科学特論 VI	竝木 則行	S 2
35616-2045	地球惑星システム科学特論 V	渋谷 岳造	A 集中
35616-3014	固体地球科学特論 II	加納 靖之	A 1
35616-3015	固体地球科学特論 III	中村 美千彦	A 集中
35616-3019	地球生命圏科学特論 III	Arkadiusz Derkowski	A 集中
35616-2049	地球生命圏科学特論 V	前田 晴良	A 集中
35616-4001	野外調査実習	狩野 彰宏	A 集中
35616-4002	地球観測実習	飯高 隆、酒井 慎一、森田 裕一、上嶋 誠、前野 深、塩原 肇、山野 誠、望月 公廣、田中 愛幸	S 集中
35616-4006	機器分析実習 II	飯塚 毅、小暮 敏博、鍵 裕之、鈴木 庸平、荻原 成騎、小澤 一仁、横山 祐典	S 集中
35616-4015	宇宙地球フロンティア特別演習 I	廣瀬 敬	A 集中
35616-4014	科学英語演習 (地球惑星科学)	板井 啓明	通年
35616-5001	地球惑星科学論文購読 I	専攻各教員	2 年間
35616-5007	地球惑星科学論文購読 II	専攻各教員	3 年間
35616-5003	地球惑星科学コロキウム I	専攻各教員	2 年間
35616-5008	地球惑星科学コロキウム II	専攻各教員	3 年間
35616-5005	地球惑星科学特別研究 I	専攻各教員	2 年間
35616-5006	地球惑星科学特別研究 II	専攻各教員	3 年間
35616-6001	海洋問題演習 I	日比谷 紀之	通年
35616-6002	海洋基礎科学	日比谷 紀之、丹羽 淑博、篠原 雅尚、芦 寿一郎、小川 浩史、永田 俊、遠藤 一佳、砂村 倫成、茅根 創、吉田 学、黒川 大輔、宮島 利宏、近藤 真理子、鈴木 庸平、鈴木 英之	A

4.4 教養学部前期課程

初年次ゼミナール

講義科目	担当教員	学期
宇宙・惑星・地球物理学の進め方	笠原 慧、戸谷友則	S
地球の環境と生物	板井啓明、砂村倫成	S

総合科目

講義科目	担当教員	学期
物理で理解する地球惑星学	○横山央明、井出哲、橘省吾、三浦 裕亮	S
地球と環境の化学	○高橋 嘉夫、鈴木 庸平、飯塚 毅、板井啓明	A

主題科目

講義科目	担当教員	学期
地球惑星科学のフロンティア	○天野孝伸、茂木信宏、生駒大洋、河原創、杉田精司、大平豊、日比谷紀之、升本順夫、廣瀬敬、田中愛幸、佐藤雅彦、砂村倫成、萩原成騎	S
惑星科学最前線	○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
沖縄で学ぶサンゴ礁学	茅根 創	S

○は代表教員

5 研究活動

5.1 大気海洋科学講座

1. 鉛直混合の素過程の解明とその定式化

現在までに定式化してきた海洋の中・深層および底層における乱流パラメタリゼーションの有効性を検証するため、顕著な内部波の励起源で、高解像度の海底凹凸地形データが存在する伊豆 - 小笠原海嶺上で行った乱流観測のデータを昨年度に引き続き解析した。その結果、乱流混合の鉛直構造の時空間変化が、主に、海底凹凸地形上を過ぎる潮流の振幅に強くコントロールされる一方で、海底凹凸地形の水平波数にはあまり依存しないという、研究代表者の理論的予測と整合的な結果を得ることができた。

また、今年度は、インドネシア技術評価応用庁 (BPPT) の研究船 Baruna Jaya IV を使用して、インドネシア多島海西部のビトゥンからマカッサルまでを結ぶ測線上に設定した観測点 29 地点において海面から海底直上までの乱流観測を実施し、長年謎であった同海域における乱流混合強度を定量的に把握した。さらに、この乱流観測と同時に CTD・LADCP による観測を実施することで、インドネシア通過流 (ITF) の水塊特性が鉛直乱流混合によって変性していく実態を初めて明らかにした。

一方、海洋表層の混合過程については、まず、ラングミュア循環に関して数値実験を行うことで、風波と水平流との相互作用による新たな駆動機構を明らかにした。また、風成乱流による混合層の深化過程を LES により再現することで、混合層深度のスケーリング則を見出し、バルク混合層モデルで用いられるパラメータの閾値を、従来の定数ではなく時間の関数として提示することができた。さらに、台風通過に伴う海面水温の低下過程を Mellor-Yamada 型の混合層モデルを組み込んだ数値実験を行うことで詳細に解析し、台風の伝播経路に影響を及ぼす海面水温低下域の右方偏心を始め、台風の発達過程の正確な予測には海洋の 3 次元過程の正確な再現が不可欠であることを明らかにした。

2. インドネシア多島海における乱流直接観測

インドネシア多島海における潮汐混合が世界気候に果たしている役割を解明するため、前年度に引き続き、2019 年 8 月 6 日から 8 月 17 日の間、インドネシア多島海西部海域（スラウェシ海、マカッサル海峡周辺海域）において、海面から海底直上までの乱流集中観測を実施した。

観測は、共同研究を行っている Fadli Syamsudin 博士が所属しているインドネシア技術評価応用庁 (BPPT) 所属の研究船「Baruna Jaya IV」を利用し、ビトゥンからマカッサルまでを結ぶ測線上に設定した観測点 29 点において、深海乱流計 (VMP-5500) および投下式乱流計 (VMP-X)、投下式水温・塩分計 (XCTD)、吊下式音響ドップラー流速計 (LADCP) による観測を実施した。

3. 高精度な全球気候モデル構築に向けたインドネシア多島海における潮汐混合の定量化

今年度は、JAMSTEC 所属の研究船「白鳳丸」に乗船し（白鳳丸 KH-19-2 次研究航海）、インドネシア多島海内で最も顕著な乱流ホットスポットの存在することが数値実験から示されているハルマヘラ海峡を起点に、ロンボック海峡までの測線上で、深海乱流計 VMP-5500 による鉛直乱流強度の直接観測を実施した。この乱流観測と同時に、電気伝導度・温度・水深計 (CTD) と吊下式音響流向流速計 (LADCP) を用いた観測もあわせて行い、乱流観測時における一般流（インドネシア通過流）、潮汐流、密度成層、鉛直シアーなどの物理パラメータを詳細に調べ、これらの背景場と鉛直乱流強度との対応関係を明らかにした。さらに、この鉛直乱流混合によってインドネシア通過流の水塊特性が変質していく実態も明らかにした。

同じく白鳳丸の KH-18-6 次航海では、インドネシア通過流の出口にあたる南東部熱帯インド洋において表層乱流観測を実施し、水温躍層下部において混合が発達している状況を示す観測データを得ることができた。

また、インドネシア多島海内の潮汐混合がインドネシア通過流の流量に与える影響を調べるため、高解像度海洋大循環モデル OFES の感度実験を実施した。その結果、潮汐混合がインドネシア通過流の太平洋側の入り口とインド洋側の出口との間の水位差を変化させることで、インドネシア通過流量を増加させていることを定量的に明らかにした。さらに、インドネシア多島海の潮汐変動を再現する数値モデルの妥当性を検証するため、インドネシアの潮位観測デー

タの一部について、調和解析を利用した客観的な手法で欠測点を補間し、2008 年から 2018 年までの時系列データの作成を行った。

4. 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

巨大津波による被害を最小限に抑えるためには、津波の規模や被害が予想される地域を迅速かつ的確に予測し、早急に避難を促す必要がある。しかし、現行の予報システムでは、メガ津波を引き起こす巨大地震の震源域が広範囲に及ぶため、発生原因となった地殻変動を即座に特定することは難しく、メガ津波の予報精度は極めて低いのが現状である。近未来に予想される巨大地震の発生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正確な津波予報システムの開発は喫緊の課題である。

この目的のため、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利用に着目している。特に、今年度は、(1) 過去に実際に起きた地震津波を数値シミュレーションで正確に再現した上で、(2) その津波発生時／発生域で現行の民間航空機から得ることのできる津波初期波形の情報を数値シミュレーションの結果から抽出し、(3) その情報をもとにしてどれだけ正確な津波シミュレーションが実現できるのかを (1) との比較を通じて調べることで、民間航空機を利用した津波予測の可能性の検証を続けてきた。

また、本研究結果の適用例の一つとして位置付けている東シナ海の気象津波（あびき）の予報については、東シナ海大陸棚と九州との間に位置する女島でのリアルタイム津波観測と、その西側海域での民間航空機による水位津波とを組み合わせた警報システムの実現性を検討した。さらに、この検討結果を中心に、2019 年 5 月にクロアチアで開催された「第 1 回気象津波に関する国際会議」において口頭発表を行い、世界の気象および海洋関係者の高い関心を集めた。

5. 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

各気象機関で作成されている大気再解析データは、通常重力波を表現できるほど高解像度ではない。本研究では、大気再解析データを用いて診断的に重力波のもたらす子午面循環への寄与を推定する方法を考案した。これを 4 種類の主要な再解析データに適用し、成層圏ブリュワ・ドブソン循環の診断を行ったところ、重力波は低緯度および高緯度域においてその形状を決める重要な役割があること、また、SON のほうが MAM より全球的に重力波の活動度が高いことが見いだされた。さらに、現在の気候予測モデルに使われる重力波パラメタリゼーションの改良点も明らかにできた。また、再解析データを用いてこれまであまり研究されていない上部成層圏を含む南半球のロスビー波強制と東西平均東西風、東西平均温度の年々変動を解析し、南半球ロスビー波強制の影響が北半球にも及ぶことを明らかにした。2018 年 2 月に起こった大規模な北半球突然昇温の詳細な力学解析も行い、この年の特異性について議論した。100 周年を迎えた米国気象学会の記念モノグラフの第 19 章「成層圏・中間圏の理解」の中の重力波セクションの執筆を担当した。

6. 南極大気精密観測から探る全球大気システム

この研究は、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。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。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 5 回成功した。特に今年度は大学院博士課程学生の南原優一氏が日本の南極観測史上初の学生観測隊員として越冬し、昭和基地での観測を担った。南極で初めて観測された 2002 年 9 月と並ぶ大規模な南極成層圏昇温現象が発生し、これをターゲットにレーダーおよびラジオゾンデによる集中観測を行い、良質の対流圏・成層圏・中間圏データを取得できた。積雪を避けるため PANSY レーダーのアンテナ配置は不規則である。風速推定にはほぼ問題はないが、エコースペクトル幅からの乱流推定には大きな誤差を与えることがわかっていった。その誤差をレーダー方程式に戻って厳密に推定する理論を構築した。また、南極では初めてとなる電離圏インコヒーレント散乱観測にも成功した。6 か年計画の中間評価を受けたが評価は S であった。

7. 先進的気球観測による南極域における大気重力波の確率的振る舞いの解明

本課題は、南極でのスーパープレッシャー（SP）気球観測により、大気重力波の運動量フラックスの水平分布・確率密度分布を取得し、南極昭和基地大型大気レーダー（PANSY）で得られる運動量フラックスの時間高度断面と組み合わせることで、南極域における大気重力波による運動量輸送の3次元描像を得ることを目的としている。

2019年度は、基板の設計に必要な基板間の通信内容の決定、イリジウム通信用アンテナの選定等を行った後、基板のファームウェアの設計を実施した。これと前年度に実施したスーパープレッシャー気球に搭載する観測装置の設計・試験結果に基づき、観測装置を試作した。

また、現状のSP気球の気密性能を評価し、運用計画を立てるため、既存のSP気球を1,200Paに加圧し、圧力の変化を調べたところ、280時間にわたり正圧が保たれることがわかった。

研究分担者らが開発・運用している国立極地研究所粒跡線モデル（NITRAM）と過去の気象データを用いて、南極夏季における気球の航跡計算を行った結果、気球は南極大陸上空を離れ、南米大陸上空等に飛来する可能性があることがわかった。今後、関係する各国と気球飛翔の可否について調整を行う。

上記とともに、放球方法の検討、飛翔中のフライトコントロールとQLシステム、取得データの解析システムに関する検討を進めている。

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った。特にオーストラリア北西岸沖で発生していたニンガルー・ニーニャ現象に伴う偏差場について観測結果の解析を続けるとともに、高解像度海洋循環モデルの結果を用いて、観測された偏差場に関連する海洋変動プロセスの解明を目指した。その結果、ニンガルー・ニーニャに伴う水温偏差は海面から深さ50メートル程度の表層のみに限られ、その変動は主に大気との熱フラックスによって支配されていることが明らかとなった。一方、50m深よりも下層では、南緯15度付近を中心に200mから400m深に正偏差が、また南緯22度付近には負偏差が顕著に現れていた。これらの垂表層水温偏差は、海洋の中規模渦に伴う偏差とオーストラリア西岸に沿って伝播する沿岸ケルビン波によってもたらされていることが示された。

9. 海洋内の渦擾乱と平均流とのエネルギー交換過程の再評価

海洋内部での不安定による平均場から渦擾乱へのエネルギー輸送や、渦に伴うレイノルズ応力による渦擾乱場から平均流へのエネルギー輸送について、これまで用いられてきた計算法に対する問題点を指摘し、改善策として「修正されたエネルギーダイアグラム」の提案を行なうとともに、エンストロフィー輸送を用いた表現を新たに提案した。この修正されたエネルギーダイアグラムとエンストロフィー輸送を用いた表現を合わせて用いることで、黒潮続流域の南北に見られる再循環が渦強制により形成されていることを明確に示した。

10. 西部アラビア海ソマリ沖海域における海面水温の経年機構の研究

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、夏季にGreat Whirlと呼ばれる高気圧性循環が発達するソマリ沖海域における季節変動の要因を調べ、海面フラックスではなく、ソマリア沿岸での湧昇に伴う冷水の移流や、海洋混合層下端での鉛直混合過程が海面水温の時間発展を支配していることを明らかにした。今年度は、同海域の海面水温の経年変動機構について調べた。その結果、経年的な海面水温偏差を支配している海洋変動過程として、局所的な湧昇の強弱をもたらす海上風偏差に加え、アラビア海中東部で冬から春にかけて励起される高気圧性のロスビー波の侵入、また冬季にアラビア海北部に現れる正の20度等温面深度偏差の侵入が重要な役割を果たしていることが明らかになった。これらの海洋波動の経年的な変動にはIODやENSOなどの気候変動モードに伴う風応力場の変動が影響している可能性があり、気候変動モードと夏季アジアモンスーンとの経年変動とを海洋を通じて結びつける一連の過程が重要であることを示唆している。

11. 北極の気候影響に関わるブラックカーボンの挙動の解明

本研究では、ドイツの AWI が中心となって 2018 年 3 月～4 月にグリーンランドの北端を拠点に実施した PAMARCMIP2018 航空機観測において、私たちが観測した BC 観測データの解析を行った。本観測で得られた BC 質量濃度は、同じ春季に当該領域や太平洋側の北極域で観測された先行研究の観測結果と比較して、高度 5000m 以下の全高度において低い値となった。この BC 積算濃度の年々変動を調べたところ、高緯度地域（北緯 50°以北）における森林火災の発生件数の年々変動とよく対応していた。この結果は、高緯度域におけるバイオマスバーニングからの BC 排出量が、北極域の BC 濃度に大きな影響を及ぼしていることを示唆するものである。本観測では、高度 5000m 付近において、BC 濃度の増大が見られた。この気塊中では CO や CO₂ の濃度増大も見られ、東シベリア付近のバイオマス燃焼の影響であることが、空気の後方流跡線解析や数値モデル計算結果の解析から明らかになった。また BC 粒子の他エアロゾル成分の被覆の指標である、BC の体積等価直径に対するエアロゾル全体の体積等価直径比率（シェル・コア比率）を調べた結果、平均的に BC は比較的厚く被覆されていることが明らかとなった。これらの本研究の結果は、数値モデルにおける BC の輸送・沈着過程の新しい検証材料となることが期待される。

12. 沿岸ニーニョ現象のメカニズムとその予測可能性

本研究では、観測データ、大気海洋結合モデル／領域海洋モデルによるシミュレーションと感度実験の結果、アンサンブル予測実験の結果を解析することにより、沿岸ニーニョ現象とその影響の詳細なメカニズムを明らかにするとともに、予測可能性を評価する。本年度に得られた研究成果は以下の通りである。

(1) 沿岸ニーニョ現象に伴う大気海洋陸面相互作用に着目した解析を行った。その結果、特にベンゲラ・ニーニョ現象については、発生域に隣接する大陸上で降水量が増大するため、潜熱放出の増加により陸面温度が低下し、アンゴラ低気圧の弱化をもたらしていることが明らかになった。一方、西岸沖の亜熱帯高気圧は弱化するため、西岸域の東西気圧勾配が小さくなり、南向きの流れを強化する北風偏差が成長することになる。その結果、ベンゲラ・ニーニョ現象が増幅されることが明らかになった。

(2) 大気海洋結合モデルを用いて、太平洋熱帯域の結合を外した実験を行った。この実験でも、ニンガルー・ニーニョ／ニーニャ現象が再現されたことから、ニンガルー・ニーニョ／ニーニャ現象は、エルニーニョ／ラニーニャ現象からの遠隔強制がなくても、独自の大気海洋相互作用によって発生することが示された。

(3) 領域海洋モデルを用いて、太平洋からの波動の影響を除去した実験を行なった。その結果、太平洋からの波動が、ニンガルー・ニーニョ／ニーニャ現象に伴う海面水温偏差の振幅の非対称性の約 30% を説明することが明らかになった。

(4) 大気海洋結合モデル（SINTEX-F2）を用いてアンサンブル・メンバー数を 108 まで増やした予測研究を行った。その結果、特に極端なイベントの予測精度に向上が見られた。

13. 海洋の密度非一様性を考慮したエクマン理論に基づく表層混合層に関する研究

北太平洋の十年規模気候変動において、混合層厚の長期変動による海面熱フラックスへの感度の長期変動が、重要な役割を果たしていることが示されたが、この混合層厚の変動メカニズムの定量的理解はまだ得られていなかった。前年度の研究では、水温前線域における有効エクマン湧昇速度の定式化を行い、その大きさを見積もったところ、混合層厚に影響を与える大きさを持つことが確認された。そこで、今年度は、混合層厚に影響を与える 3 つの過程を気象研究所で開発された海洋データ同化システムの 4 次元変分法を用いて作成された FORA-WNP30 の同化データと FORA-WNP30 の作成に使用された大気再解析データ JRA-55 を用いて定量的に見積もり、北太平洋の十年規模気候変動との関係を調べた。その結果、十年規模気候変動に伴う混合層厚の変動は、主に、エントレインメント速度偏差により、有効エクマン湧昇偏差は、十年規模気候変動に伴う混合層厚の変動を抑制する傾向にあることが明らかになった。一方、水平移流偏差の効果は、小さいことも明らかになった。次に、エントレインメント速度偏差の原因を探った。その結果、水温前線強度の変動に伴うストームトラック活動偏差が、その下流域に形成する大気循環偏差により励起されたロスビー波が西方伝播し、混合層直下の成層の偏差を形成することが重要であることが示された。また、高解像度海洋大循環生態系モデル (OFES-NPZD) の解析により、有効エクマン湧昇偏差が栄養塩供給にも影響を与える可能性が示唆された。

14. YMC 観測と気象・気候モデルを複合的に利用した海洋大陸上の MJO 変質過程の解明

海洋研究開発機構が主導的役割を果たしている国際研究プロジェクト YMC (Years of Maritime Continent) において研究観測船「みらい」により海上観測と陸上観測が連動した集中観測が行われた。本観測では、研究分担者・横井が PI を務めた。観測データの整備を進め、スマトラ島西岸の降水の伝播現象を解析する一方で、数値シミュレーションを用いた要因分析を行っている。その結果、当初はライン状降水の海側への伝播の有無は背景風に依存すると考えていたが、季節内振動 (MJO) の位相や赤道波が強く影響していることが分かりつつある。また、海洋大陸をまたぐ東西海面水温傾度が MJO の東方への移動に与える影響について、従来の予想とは異なる知見を得ており、まもなく論文として投稿予定である。

一方、全球雲解像モデル NICAM (Nonhydrostatic Icosahedral Atmosphere Model) による Madden-Julian Oscillation (MJO) のシミュレーションを改良するべく雲微物理過程の改良に取り組み、高解像度での長期積分を現実的に実行できるパラメータセットを構築しつつある。さらには、NICAM の力学コアを改良するための新しい離散化法について、浅水モデルのテスト結果を論文として発表した。次のステップとして、Poisson ソルバーの開発を終えつつあり、3 次元モデルの開発に取りかかっている。MJO スケールへの雲の組織化についての理論構築を目指し、放射対流平衡系の雲の組織化の理論モデルの定式化を進めており、数値モデル構築に着手した。

15. 太平洋の熱帯不安定波から放射される内部波による乱流混合の素過程解明とその影響評価

赤道太平洋の顕著な中規模擾乱である熱帯不安定波 (Tropical Instability Wave, TIW) の発生機構に関する考察を進めた。前年度までに、TIW は、赤道のすぐ北 (およそ北緯 1 度から 3.5 度) の負の渦位勾配と、そのさらに北 (およそ北緯 3.5 度から 8 度) の正の渦位勾配に捕捉された 2 つの逆向きに伝播するロスビー波が、平均流による移流効果のもとで相対的に位相が固定されることで結合したものと理解できることを、線形安定性解析に基づいて明らかにした。本年度は、この結果の妥当性を、渦解像海洋大循環モデルの解析によって検証した。北緯 3.5 度から 8 度の正の渦位勾配は季節や年によらず常に一定程度の強さで存在するのに対し、北緯 1 度から 3.5 度の負の渦位勾配は顕著な季節・経年変動を示した。すなわち、この負の渦位勾配は TIW が発達する夏から秋にかけておよびラ・ニーニャ年に大きくなる傾向にあった。さらに、負の渦位勾配の強さと TIW のエネルギーとの時系列を比較したところ、前者が後者に 1~2 か月先行して非常に高い相関を持っていた。これらの結果は、TIW の発生・増幅には北緯 1 度から 3.5 度の負の渦位勾配が不可欠であることを意味し、前年度までに得られた結果を支持するものと言える。

TIW は西に伝播するにつれて、そのフロント部から下向きに内部波を放射しつつ減衰していく。この内部波は、赤道太平洋の密度躍層以深の鉛直乱流混合やそれに伴う表層から中深層への熱輸送に重要な役割を果たしている可能性が指摘されている。そこで本年度はさらに、この TIW から放射される内部波の発生機構を明らかにするために、周期的な時間変動をする背景場に対する安定性解析を実施した。その結果、増幅する内部波とよく類似した不安定擾乱を得ることができた。

16. 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

本年度は、南極の大型大気レーダーによって推定された乱流エネルギー散逸率に基づいて、(i) 成層圏極渦の季節変化を特徴づける研究、及び (ii) 極域冬季中間圏エコーに基づく中間圏の乱流パラメータの季節変化についての研究を実施した。冬季南極成層圏に存在する極渦は、80m/s を超えるような風速を持ち、水平方向 (等温位面に沿う方向) の混合を阻害する障壁として作用する。この輸送障壁の結果、極渦の縁辺部で大気微量成分の水平勾配が大きくなる。水平方向の混合過程については主にロスビー波が担うと考えられており、数値的・観測的研究がこれまで多くなされている。一方で、鉛直方向 (等温位面を横切る方向) の物質混合については、重力波など小さな鉛直スケールの現象が担うと予想され、ほとんど調べられていない。研究代表者らのこれまでの研究で、極渦の季節変化が、成層圏内の乱流の動態に関係することを示唆する結果が得られていた。そこで、渦位に基づく緯度 (等価緯度) を用いて、渦位 - 温位面に射影したエネルギー散逸率を解析した。極渦縁辺部は、極渦の十分内側に比べて、乱流エネルギー散逸率は大きくなることが分かった。この結果は、極渦縁辺領域において、極渦の内側に比べて、乱流による混合過程・物質輸送が活発であることを意味し、水平方向の輸送過程とは対照的な振る舞いをすることを示唆している。

次に、中間圏 (高度 50~80km) の冬季に出現する極域中間圏冬季エコー (PMWE) に基づき、中間圏のエネルギー散

逸率を推定した。エネルギー散逸率は冬季に極大となり、秋季・春季には小さくなる傾向が見られた。この季節変化は重力波活動の季節変化と概ね対応しており、重力波が中間圏における乱流生成の主要因であることを示唆している。

5.2 宇宙惑星科学講座

1. 初期太陽系における短寿命核種 ^{26}Al と ^{10}Be の分布に関する研究

初期太陽系に存在した短寿命放射性核種であるアルミニウム 26 (^{26}Al : 半減期 70 万年で ^{26}Mg に壊変) の分布に関しては、誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS) を用いたマグネシウム (Mg) 同位体精密測定によるアプローチをめざした。地球の標準試料を用いて、Mg 同位体比の ICP-MS 分析の精度・再現性の向上をめざした。その手法を用いて、NWA 7936 隕石 (L 3.15) 中のコンドルールの Mg 精密同位体分析および Al/Mg 比の分析をおこなった。先行研究の結果と合わせると、この隕石中のコンドルールは非常に低い Mg 同位体比 ($^{26}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$ 比が地球の値に対して -10ppm から -20 ppm) を示す傾向があることが明らかになった。このことは、コンドルール生成領域における太陽系の初生 ($^{26}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$) 比に重要な制約を与えるとともに、 ^{26}Al の初期分布の議論にも一石を投じるものである。地球化学会年会にて本研究の発表をおこなった。

次に、高エネルギー粒子と物質との反応によって生成されるベリリウム 10 (^{10}Be : 半減期 140 万年で ^{10}B に壊変) の分布については、NanoSIMS を用いて CH/CB コンドライト中の微小な難揮発性包有物 (CAI) や始原的隕石中のコンドルールに対してベリリウム-ホウ素同位体分析をおこなった。前者の結果は論文にまとめ、国際誌に掲載された。後者の研究においては、少なくとも炭素質コンドライト中のコンドルールにおいて、ホウ素の同位体異常 (過剰 ^{10}B の存在) を発見した。これは ^{10}Be の影響 (を受けた物質) が太陽系の遠方領域にまで及んでいる可能性を示唆するものである。

2. 磁気リコネクションによる電子とイオンのエネルギー分配の物理

高温希薄な無衝突系のプラズマでは、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、イオンと電子とでは温度が異なる「エネルギー非等分配」の状態が通常である。またその速度分布関数も、熱的マッ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のが一般的である。本研究では、無衝突磁気リコネクションに注目して、そのエネルギー非等分配の物理を明らかにすることを目指している。これまでに取り組んだのは研究内容は、以下の 3 点である: (1) プラズマ電磁粒子 (PIC) シミュレーションを用いて、イオンと電子の質量比や初期のイオンと電子の温度をパラメータとして、リコネクションの起きた後のイオンと電子のエネルギー分配を調べる、(2) MMS 衛星観測データを用いて地球磁気圏尾部でのイオンと電子のエネルギー分配を調べる。(1) 質量比を 1 から 1800 まで変えてシミュレーションを行った結果、イオンと電子の温度増加の比が、(質量比 $\times$ 初期温度比) の 4 分の 1 乗則に従うことを見出した。同様にリコネクション前の温度比に対しても 4 分の 1 乗則が成り立つことが分かった。また、これらの 4 分の 1 乗則に対する理論を提案した。(2) MMS 衛星のデータ解析では、シミュレーションで得られた断熱 / 非断熱過程によるエネルギー分配と整合的な結果が得た。

3. 相対論的ドリフト電流を持つプラズマシートの磁気リコネクション

近年相対論的高温プラズマで発現する磁気リコネクションは、理論的興味だけでなく天体プラズマへの応用の観点でも重要になってきている。理論シミュレーション研究に加えて高強度レーザーを用いた実験も実施されるようになり活発な研究が行われてきており、相対論的效果で磁場散逸も粒子加速効率も著しく向上することが解ってきている。しかしこれまでの研究は、プラズマ温度の相対論的效果の研究であり、反平行磁場を維持するドリフト電流の速度が光速近くになった場合についての研究は必ずしも行われていない。パルサー磁気圏において、相対論的速度で膨張するパルサー風の電流層のドリフト速度は、距離とともに光速に近づいていくことが予想されており、ガスの膨張に伴う電流層では重要な極めて重要な問題である。本研究ではドリフト電流の相対論効果を理論・シミュレーションを用いて調べることで、電気抵抗の相対論効果により、通説とは異なり磁気リコネクションが抑制されることを調べている。

4. 超小型火星探査機用 Ne 計測装置の基礎開発

本研究では、火星大気同位体精密分析に向け、探査機搭載可能性を高める超小型（手のひらサイズ）ながら革新的な高質量分解能 ($m/dm > 10,000$) を持ちうる「オービトラップ型」質量分析器を開発している。本装置の基本的な設計は数値シミュレーションを用いて 2018 年度までに既に完了しており、2019 年度は図面設計の後にテストモデルを製作して実験室での性能検証試験を実施した。

本装置の設計は組み立て公差に対して非常にシビアになっているため、必要な精度を保证する組み上げプロセスを考慮しながら図面を作成した。また、オプティクスの一部には 100V を超える高電圧も使用するため、放電のリスクを回避することも念頭に置いた。このように完成させた図面をベースに、装置の実機製作をメーカーに依頼した。

検証試験では、供試体を真空槽内に設置し、サンプルとして窒素ガスを微量 ($< 10^{-3}$ Pa) 導入しつつ、フィラメントによるガス分子の電離（イオン化）を行い、そのイオンを 1us 以下の極短時間に集中させて質量分析器に導入した。このイオン集中には、電位レンズ・ミラーを適切なパラメタで組み合わせたイオントラップオプティクスを設計・利用した。このイオン集中化部分が今回の開発の山場であったが、実際に $< 1\mu s$ でイオンが集中して質量分析器に成功裏に投入されていること、さらには、イオンの空間電荷効果によるイオン集中量の飽和などが事前の理論予想通りになっていることなどを、実験データ上で確認できた。

5. 太陽系天体着陸探査における元素・同位体分析に向けた計測システムの構築

本研究では、2020 年代の惑星着陸探査に向けて小型軽量の質量分析システムを開発している。惑星の起源と進化を探るうえで、惑星の元素組成や同位体比は極めて重要な情報である。このため、惑星探査において元素分析は最重要観測項目の一つとなっている。ところが、固体物質の「その場・多点」質量分析は、複雑な機構のロボティクスアームの実装が想定されるなど、工学的ハードルの高さゆえに日本の探査機での実施が困難であった。そこで本研究では、サンプルハンドリング機構無しで固体物質の元素分析が可能な、シンプルで小型軽量の質量分析システムを開発している。この技術が成功すれば、日本の中型・小型・超小型探査機による、月・火星および小天体の固体物質分析の現実性は飛躍的に増し、多種多様な惑星科学ミッションの可能性が広がる。

質量分析器にはポンプを取り付けて超高真空を確保したうえで、計測対象（岩石サンプル）に赤外レーザを照射してサンプルガスを発生させる必要がある。2019 年度は、（１）探査機への搭載が可能な超小型ポンプの動作試験、および、（２）岩石サンプルからの脱ガスのための赤外レーザの動作試験、の２点を実施した。

6. 地球惑星超高層大気の中性粒子分布・力学機構の実証解明を実現する直接観測の基盤構築

中性粒子を質量分析する際にはイオン化が必要である。本研究では電子衝突によるイオン化を考えている。本年は電子銃によるイオン化機構の試作機を真空中で試験した。

最初の実験では電子の軌道が計算と異なりイオン化部よりも手前の電極で止まっていることがわかった。事後計算によると、フィラメントの微妙な位置ずれが電子軌道に大きく影響することが理解された。このため、フィラメントの位置ずれを、引き出し電極の電位で補償できる新しい設計を施した。

7. 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

日本が 2016 年 12 月に打ちあげた「あらせ衛星」のデータを用いて、放射線帯におけるホイスラー波動と 10-100keV 帯電子の波動粒子相互作用について観測的研究を実施している。2019 年度は、この相互作用が磁気圏内のどの緯度帯で発動するかを観測データに基づいて調査した。その結果、線形理論が予測する、電子の強いピッチ角散乱が、赤道域 ± 10 度の領域で起こっていることが発見された。この結果は、非線形理論によってピッチ角散乱効果が実効的に弱まるかもしれないという示唆を否定するものであり、今後の理論モデルの重要な制約となる。

8. 多点観測を用いた地球磁気圏プラズマ圧力の組成および時間空間変動に関する研究

地球内部磁気圏でのイオン圧力について、プラズマ分布関数（エネルギー・スペクトル）レベルまで遡り、最も寄与が大きいエネルギー帯（寄与エネルギー帯）を調査した。特に、地球磁気圏内の主要イオン種である水素イオンと 1 価の酸素イオンに加えて、地球起源である 1 価のヘリウムイオンと 2 価の酸素イオン、太陽風起源である 2 価のヘリ

ウムイオンについても調査し、イオンの高エネルギー化 (Ion Energization) の質量および電荷に対する依存を調査した。内部磁気圏における寄与エネルギー帯を十分にカバーしている、あらせ衛星搭載 MEP-i 粒子検出器で得られたデータを用いた。複数の磁気嵐中のデータを解析することで、質量が大きいイオンが多くエネルギーを得ているという先行衛星観測と同様の結果に加えて、電荷が小さいイオンがより多くエネルギーを得ていることが明らかになった。この結果は、地球磁気圏の近尾部において、イオンの旋回半径に依存する加速が起きていること、イオンの運動論的な振る舞いが磁気圏近尾部のダイナミクスに重要な役割を担っていることを示唆している。

9. 惑星磁気圏での高エネルギーイオン生成に関する地球と土星の比較研究

土星磁気圏尾部において磁場の双極子化が発生した時の高エネルギーイオンの振る舞いを、その質量依存に着目して調査した。Cassini 衛星搭載 MIMI/CHEMS 粒子検出器のデータを用いた事例解析から、1 価の水グルーパイオン（主に 1 価の酸素イオン）が水素イオンよりもエネルギーを得ていることが示された。これは、磁気圏尾部が双極子化する際に重イオンが選択的 / 優先的に加速されていることを示唆している。また、この結果は地球磁気圏尾部での観測結果と非常に類似していることから、重イオンの選択的加速は磁化惑星磁気圏における普遍的な物理現象の可能性がある。

10. はやぶさ 2 データを用いた小惑星の進化過程の研究

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だと考えられている。そのため、炭素質小惑星が小惑星帯から地球軌道近傍へどのように供給されるのか？その過程で起こる炭素質物質のさまざまな変成過程は何か？を理解することは重要な問題である。小惑星探査機「はやぶさ 2」は炭素質小惑星リュウグウからの試料を採取するために 2 度の着陸を行った。我々はその際に得られた高解像度画像を用いたリュウグウ表面のクレータとその色の分布の関係を調べ、表面の変色の時代とその時間スケールの決定を行った。その結果にもとづいて、小惑星リュウグウは過去に太陽に接近することによって表面が焼かれたとする、新たなシナリオを提示した。

11. 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

月の形成後、マグマオーシャンの固化による地殻とマントルの形成とその後に起こったマントルの再溶融までの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。2019 年度は、貫入岩路頭の探索のための解析領域のデータ収集・整備を行うとともに、最大の線状重力異常である LGA1 と LGA2 領域の組成解析を新たに行った。さらに、それらの解析結果と前年度に解析を行った Crisium 盆地のリング (LGA4) での結果との比較も行った。LGA1 と LGA2 での貫入岩探索のためにまず、前年度開発した玄武岩質岩石を同定するための手法をそれぞれの領域に適用した。その結果、LGA1 ではその周囲に玄武岩質岩石はほぼ発見されなかったのに対して、LGA2 付近には複数の領域で玄武岩質岩石が発見された。LGA2 では貫入岩を掘り返していると思われる大クレータの放出物に玄武岩が発見されたことから、これは太古代の貫入岩である可能性が高い。この玄武岩も Crisium 盆地のリングで発見された玄武岩と同様にチタン量は低く、低 Ti 玄武岩に分類される。線状重力異常を形成した太古代のマグマは低 Ti である傾向があり、この結果は月のマグマオーシャンで形成された直後の上部マントル組成を制約する重要な情報である。

12. 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

宇宙誕生後いつ？どこで？どのようにして？宇宙線が加速されたかを理論的に明らかにすることができた。初代宇宙線は、 $z \sim 20$ で形成される初代星の超新星爆発で作られる非相対論的無衝突衝撃波で、ワイベル不安定性によって作られた磁場による散乱を受けた衝撃波統計加速で、約 100 MeV 程度まで加速されることを明らかにした。 $z \sim 20$ までは形成される降着衝撃波は、衝撃波上流の電離度が十分でないために宇宙線を加速できる状況ではないことも明らかにした。初代超新星残骸で加速された宇宙線のうち、2 MeV 以上の宇宙線が系から逃走することができることも明らかにした。これによって、宇宙線が周辺に伝搬し、広い領域に渡って宇宙線のエネルギーを周辺ガスに渡すことが可能であることも明らかにした。またこの宇宙線が大きなスケールの磁場を作り出す新しい磁場生成機構を発見した。プラズマ粒子シミュレーションを用いて、初期に磁場が 0 でも、実際に宇宙線が磁場を作り出すことを示した。

本研究により、 $z \sim 20$ の宇宙でも、宇宙線が周辺ガスを電離したり、加熱したり、磁場を生成したりすることができると示された。これらの物理過程を通して、 $z \sim 20$ に宇宙線が存在した証拠を得ることができる可能性がある。

13. 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

惑星周辺の宇宙環境（電磁気圏環境）は、惑星の固有磁場強度によって大きく異なる。本研究では、地球と火星の比較に基づいて、この固有磁場強度が変化したときに、電磁気圏環境や大気流出量がどのように変化するのかを調べた。その結果、地球からの大気流出がよりおこしやすい磁気嵐のタイプがコロナ質量放出由来のものであること、磁気嵐時には頻繁に低高度電離圏から効率よく大気流出が起こっていることなどがわかった。また、火星からの低エネルギーイオン流出を引き起こすメカニズムを明らかにするとともに、惑星の固有磁場が大気流出量に与える影響を制御しているのは、太陽風動圧と固有磁場の磁気圧の大小関係であることを明らかにした。

生命生存可能性をもつ（ハビタブルな）惑星の成立条件の理解に不可欠な、惑星の大気組成や表層環境を推定するために、固有磁場強度により大気流出がどのように変化するのか、確度ある推定を可能にすることが求められている。本研究の意義の一つは、最も研究の進んでいる地球電磁気圏研究で実績のある数値実験と観測データの比較解析手法を最新の火星探査データに応用することで、地球と火星の直接的な比較研究を可能にし、固有磁場強度を変数としてと惑星周辺の電磁気圏環境と大気流出の変化の様子を調べる手法を開拓した点にある。今後、火星から地球サイズの惑星が大気を保持しハビタブル環境を持つ条件の研究等に応用が期待される。

14. 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。

研究計画第 2 年度である令和元年度には、昨年度に引き続き、MAVEN の科学チームで主導的な役割を果たしている Brain 博士（コロラド大ボルダー校 LASP）を 3 ヶ月間余り、研究代表者の所属する東京大学に招聘した。MAVEN 探査機のデータ解析を火星からの水と二酸化炭素の散逸に着目して進め、太陽風電場の方向に効率よく惑星起源イオンが加速されることで電離大気散逸を引き起こすブリューム現象に、高い太陽風動圧下では二酸化炭素イオンが寄与することなどが明らかになった。また、昨年度に行った MAVEN の長期観測データの中から、太陽風の代表的な極端現象である CME および共回転相互作用領域 (CIR) イベントの特徴を調べ、数値シミュレーションへのインプットとすべき境界条件を観測に基づいて検討した。

15. 地上多点ネットワーク観測による内部磁気圏の粒子・波動の変動メカニズムの研究

本研究では、磁気緯度（地磁気の極を 90 度とした緯度）で 60 度付近の緯度帯（サブオーロラ帯）に、北半球で地球を一周するように経度方向に 8 カ所の観測点を国際協力によって開設し、地球周辺の宇宙空間で地球のまわりを経度方向に周回しているプラズマ粒子の地球大気への降り込みや、これと相互作用する周波数が 0.1Hz-10kHz の電磁波動を観測する。これらの観測を、新しい人工衛星による宇宙空間での粒子・波動の直接観測や波動粒子相互作用のモデリングと組み合わせることにより、内部磁気圏におけるプラズマ粒子と電磁波動の変動過程をグローバルに把握するとともに、その変動のメカニズムを定量的に明らかにすることを目指している。本年度の主な成果としては以下が挙げられる。

- ・ 極小期の太陽の太陽風に特徴的な構造である CIR に到来に伴い、180 度以上の広い経度で同時に Pc1 地磁気脈動が発生している例が報告された。この例は、極小期で放射線帯電子の消失に寄与するイオンサイクロトロン

波動がグローバルに発生しうることを示す成果である。

- この CIR の到来で発生した磁気嵐の主相で、放射線帯電子が急激に減少していることがあらせ衛星で観測された。同時に観測された地上のデータから、Pc1 地磁気脈動＝イオンサイクロトロン波動がこの消失に寄与していることが示唆されている。
- あらせ衛星で観測された磁気圏 ELF/VLF 波動の明滅と、地上の EMCCD カメラで観測された脈動オーロラ的一种であるフラッシュオーロラの明滅が一对一で対応している例を見出し、この ELF/VLF 波動がフラッシュオーロラを生成させていることを明らかにした。

16. 超小型火星探査機用 Ne 計測装置の基礎開発

本研究では、火星大気同位体精密分析に向け、超小型で高質量分解能 ($m/dm > 10,000$) を持つオービトラップ型質量分析器を開発している。図面設計後に試験機を製作してでの性能検証試験を実施した。組み立て公差に対して非常に敏感なため、精度保証する組み上げプロセスを考慮しながら図面を作成した。また、オプティクスの一部には 100V を超える高電圧も使用するため、放電のリスクを回避することも念頭に置いた。検証試験では、供試体を真空槽内に設置し、窒素ガスを微量 ($< \text{mPa}$) 導入しつつ、フィラメントによるガス分子のイオン化を行い、そのイオンを 1us 以下の極短時間に集中させて質量分析器に導入した。イオン集中化部分が開発の山場であったが、 $< 1\text{us}$ でイオンが集中して質量分析器に投入されていること、イオンの空間電荷効果によるイオン集中量の飽和などが事前の理論予想通りになっていることなどを、実験データ上で確認できた。質量測定部に火星大気を取り込む前段階で Ne と Ar を分別する膜を開発し、実際の透過特性とその時間依存性を確認した。測定精度向上のために、ゲッター式ポンプを用いて小型・軽量・無電源ながら真空度を維持する機能を考案した。飛翔体搭載を意識して、1 センチ四方の小型ゲッターに対して、振動・衝撃耐性を考慮した設計を考案し、実際に 80g のゲッター排気部を試作した。さらに、表面環境遠隔モニタするための可視カメラの設計検討も行った。具体的には耐放射線性を考慮したレンズを含めて 5 枚のレンズを組み合わせ、フィルターターレットを組み合わせた分光光学系を考案した。電気回路部や CCD など、既存の宇宙ミッションにおいて使用された経験も考慮しながら現実的な設計検討に落とし込んだ。この遠隔観測システムは火星表層の観測に留まらず、小天体探査など様々な応用が可能である。

17. 太陽彩層におけるダイナミクスおよび加熱過程の理論的解明

本研究の目的は、太陽彩層における、プラズマ・磁場・放射が織りなす物理現象について数値シミュレーションを用いて解明し、Solar-C 衛星計画のための理論的裏付けを準備することである。具体的には、非局所熱力学平衡 (NLTE) 状態の輻射輸送を含む多次元磁気流体シミュレーションコードを構築し、(1) 彩層中の波動生成・伝播・熱化過程や、(2) スピキュールと呼ばれるジェット現象の解明、(3) 彩層加熱の問題に挑む。

2019 年度は、以下の研究を実施した。まず前年度以前から継続していた、非局所熱力学平衡効果入り 1 次元磁気流体コードを用いた、太陽彩層中での Alfvén 波 (磁気的横波) の伝播とそのモード変換による加熱とについての査読論文を出版した。また Carlsson & Leenaarts (2012) の非局所熱力学平衡輻射冷却レシビを輻射磁気流体多次元コード RAMENS に実装した。その応用として、表面対流により発生する波動とそれによる彩層加熱計算とを実施した。これまでに詳しく調べられていなかった磁場優勢彩層の加熱について、ファストモード (磁気圧優勢) 衝撃波が加熱に寄与しており、その波は低層のガス圧優勢ファストモードからのモード変換で発生することを突き止めた。現在査読論文を執筆中である。これ以外に、太陽コロナ・太陽風について、コロナ底から 20 太陽半径までの圧縮性磁気流体 3 次元計算を初めて実施した。前年まで 1 次元計算で提唱していた、圧縮性によるパラメータ減衰不安定的重要性を自己整合的なシミュレーションで確固たるものにした。

18. 隕石中の難揮発性包有物の形成速度論に基づく太陽系最初期の物理化学環境解析

太陽系形成の最初期に内側太陽系で高温ガスからの固体凝縮プロセスや加熱による固体溶融プロセスがあったことは、始源的隕石中の難揮発性包有物 (CAI や AOA) の存在から明らかである。惑星材料物質が経験したこの高温プロセスは、原始星や原始惑星系円盤の天文観測でも観測されておらず、その物理化学環境はいまだにはっきりとしない。本研究では、難揮発性包有物の同位体岩石学・鉱物学的研究に、室内実験による難揮発性包有物の再現実験を組み合わせ、太陽系最初期の高温プロセスの物理化学環境を定量的に制約する。特に本研究により、原始惑星系円盤内縁領

域の圧力条件、水蒸気分圧とガス／ダスト比が新規決定できることが期待される。水素中での CAI メルトの蒸発実験をおこない、Mg, Si の蒸発時の同位体分別係数を決定した。また、蒸発による元素分別がある中での結晶化挙動を調べるため、低水素圧下での CAI 模擬物質の溶融・結晶化実験を継続した。水素圧を変えた実験をおこない、蒸発による元素分別と結晶化の関係を明らかにし、メリライトリムをもつ typeB CAI の形成水素圧が 10-4 bar 以上であることを示した。Northwest Africa 8613 (CV3) 隕石中の CAI HKD 01 の鉱物学岩石学・酸素同位体分布の観察・分析を行った。この CAI はメリライトを主要構成鉱物とし、高温ガスから凝縮でつくられたと考えられた。酸素同位体組成の多様性からメリライト凝縮場に 16O に富むガスと 16O に乏しいガスが存在したことが明らかとなった。

19. 太陽型から地球型への星間ダストの変身

熱プラズマ法で合成されたエンスタタイト (MgSiO_3) 組成の非晶質ケイ酸塩と H_2O ガスとの酸素同位体交換反応実験をおこなった。得られた同位体交換反応速度は、フォルステライト (Mg_2SiO_4) 組成の非晶質ケイ酸塩と H_2O との同位体交換反応速度と活性化エネルギーはほぼ等しいものの、絶対値が 1/30 程度小さいことがわかった。これにより、非晶質エンスタタイトの酸素同位体交換は、非晶質フォルステライトに比べて、約 100 K 高温が必要であることがわかった。結果は国際誌に発表した。非晶質フォルステライトと CO ガスとの酸素同位体交換実験を開始し、酸素同位体分析により、同位体交換速度が H_2O ガスとの交換に比べて小さいことがわかった。また、非晶質 Fe-Mg ケイ酸塩の合成をおこなった。作成したかんらん石組成の非晶質 Fe-Mg ケイ酸塩の結晶化実験をおこない、 FeO の入った非晶質かんらん石は非晶質フォルステライトに比べて、結晶化速度が大きいことがわかった。今後、酸素同位体交換実験を開始する。ゾルゲル法でつくられた非晶質酸化アルミニウム (Al_2O_3) の同位体交換実験の準備として、結晶化実験をおこない、 γ 相への結晶化条件、 γ 相から α 相への結晶化条件を決定した。また、複数の酸化アルミニウム遷移相と H_2O との酸素同位体交換実験を開始した。

20. 月・火星隕石のアイソクロン分析による月惑星探査用その場年代計測法の実証

将来の惑星探査に向け、月隕石や火星隕石のカリウム・アルゴン年代のその場計測手法を開発した。これまでに開発してきた年代分析装置を改良し、分析対象と分析機能の拡張を行った。具体的には、第一に複数コアバンドル式の光ファイバを導入して分光システムの改良を行い、分光計で検出されるプラズマ由来の光量を従来の 2 倍程度まで向上させた。第二に、レーザーによって岩石から抽出される希ガスの濃度を計測することを目的に、深度合成機能付きの顕微鏡を用いた三次元測定用システムを構築した。これにより、レーザー痕の体積を計測する機能を年代計測装置に追加することができた。第三に、これまでに行なってきたアルゴンの定量にとどまらず、ヘリウムやネオンの計測を可能にするため、希ガス前処理手法の改良を行った。これらの希ガスのブランクレベルを定量したのち、ユークライト隕石にパルスレーザーを照射し、希ガスを抽出して分析を行った。ヘリウムおよびネオンの同位体は量が少ないことから、1000 回以上のレーザー照射が必要にはなるものの、これまでカリウム・アルゴン年代を計測するために構築してきた装置に、隕石の宇宙線照射年代計測機能を追加することができた。上述した装置の改良と並行して、カリウムをはじめとする主要元素の定量性能を高めるため、元素分析アルゴリズムを開発した。具体的には、複数の標準試料に対してレーザーを照射して発光スペクトルのライブラリを作成し、未知試料のスペクトルを多変量解析によって解析することで、主要 8 元素を 10% よりも良い精度で計測できる目処を得た。

21. 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。本研究では、2024 年の打ち上げに向け、宇宙機搭載用試験を行う試作機 (エンジニアリングモデル) の光学設計および機構設計を完了させた。

22. 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画像から、リュウグウの表面年代を推定する研究を行った。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が明らかになった。

23. 月着陸探査のためのレーザー誘起プラズマ発光分光法の開発

岩石の元素組成を測定する手法にレーザー誘起プラズマ発光分光法というものがある。本研究では、真空下でこの装置を使用して主要元素の定量モデルを作成し、月の岩石分類に必要な定量精度を得ることを目的として元素測定実験を行なった。その結果、Na・Ti・Caで要求精度が達成できた。また、Mg・Naなどスペクトルのピークが判別しやすいものでは単変量解析の方が最大で2倍ほど良い定量精度が得られた。月隕石を用いて実験を行なった結果、予測されるMg・Al・Caの濃度の違いに基づきマトリックス部分と斑晶部分とを元素濃度から識別できることがわかった。また予測精度の向上には月の岩石組成に近い校正試料をさらに準備する必要があるとわかった。具体的には、Fe₂O₃ > 20 wt%、CaO > 16 wt%を含む標準試料を特に充実させる必要がある。今回の実験から、小型化した装置を使って月面でのLIBSを用いた主要元素の定量分析が可能であることが明らかになってきた。加えて、同手法により水素の定量が可能であるとの予備的結果を得た。

24. 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

地球バウショックで電子加速が顕著に見られたイベントについて詳細な観測データ解析を行い、理論モデルとの定量的な比較を行った。その結果、ホイッスラー波は電子の散乱を説明するのに十分な強度を持つこと、被加速電子のベキ指数は理論予測と整合的であること、電子フラックスの指数関数的増大から見積もられた電子の散乱強度と電子エネルギースペクトルのカットオフの関係が理論の予測とよく一致すること、が確かめられた。このことから、本研究で提唱している新たな理論モデルによって地球バウショックにおける電子加速過程が矛盾なく説明できると結論付けた。さらに、この理論モデルが予測する加速の最大エネルギーと衝撃波速度の依存性を用いることによって、超新星残骸衝撃波のように光速の~1%に達する速い衝撃波においては、電子を相対論的エネルギーまで加速できることが分かった。相対論的エネルギーに到達した電子はフェルミ加速によってさらなる加速を受ける。これはすなわち、同一のメカニズムで地球バウショックの1-10 keV程度の電子加速と超新星残骸衝撃波における相対論的電子の加速を統一的に説明できることを意味する。

さらに、ここで特に低エネルギー電子の散乱に重要な役割を果たすと考えられる高周波のホイッスラー波について詳細な解析を行った。電子加速が顕著なイベントにおいては磁力線と平行・反平行の両方向に伝播する波動が同程度の確率で観測されるのに対して、加速が見られないイベントではどちらか片方向の伝播しか見られない傾向があった。さらに波動強度についても加速が顕著なイベントの方が強いことが分かった。これは共に理論と整合的な結果である。なお、低周波のホイッスラー波の影響についてもテスト粒子計算によって検証しており、~keV程度まで加速された電子の散乱に重要な役割を果たすことが確かめられた。

5.3 地球惑星システム科学講座

1. 重力マイクロレンズ法による雪線以遠の系外惑星の探索

本研究は、MOA (Microlensing Observations in Astrophysics) プロジェクトにおいて2005年より実施している口径1.8mの専用望遠鏡を用いた重力マイクロレンズ法による太陽系外惑星探索を2017年度よりさらに4年間継続し、研究期間内に新たに30個の惑星を発見するとともに、口径8.2mすばる望遠鏡や口径10m Keck望遠鏡などの大口径望遠鏡を用いた主星光の観測を並行して進めることで、惑星の形成現場である雪線以遠の惑星の質量分布を詳細に描き出すことを目的としている。2019年度は、専用望遠鏡が設置されているニュージーランドに学生を計2名×1ヶ月間派遣して重力マイクロレンズイベントの探索を推進し、恒星の重力に由来する「通常イベント」を400個以上、そのうち恒星に惑星が付随する「惑星イベント」候補を計6個発見した。これらのイベントは現在データを詳細解析中である。さらに、過去の惑星イベントの観測データについて国際協力で解析・論文化を進め、新たに10個の惑星について発見論文を出版した。また、銀河中心と反対方向で偶然発見された重力マイクロレンズ惑星イベント「Kojima-1」について観測および解析結果を論文にまとめ出版した。その他、重力マイクロレンズに関連する論文を4本出版した。

2. 太陽系近傍の小型トランジット系外惑星の発見と大気の系統的調査

本研究は、2018年に打ち上がった全天トランジット惑星探索衛星 TESS によって多数の発見が期待される、惑星の大気観測が可能な太陽系近傍の小型トランジット惑星に対し、我々が開発しスペインの望遠鏡に設置した多色撮像カメラ MuSCAT2 を用いてその大気の性質を系統的に調べることを目標としている。その第一段階として、まずは TESS で発見される多数の惑星候補を MuSCAT2 を用いて観測し、高い割合で混入する食連星を候補から排除し本物の惑星を絞り込む「発見検証観測」を実施する。2019年度は、TESS による北天の探索が開始され、北半球から観測可能な惑星候補が毎月数十個のペースで発見されたことに伴い、MuSCAT2 を用いてそれらの惑星候補の発見検証観測を精力的に行った。また、2018年度までに整備をした専用解析パイプラインを用いて観測データを順次解析し、2019年度に 100 個程度の惑星候補についてその結果をコミュニティ (TESS Follow-up Observing Program; TFOP) に即時報告した。また、MuSCAT2 を用いて得られた観測成果についての論文を計 5 本出版した。

3. 白亜紀の海洋無酸素イベントにおける基礎生産者の挙動

白亜紀中頃は顕生代で最も温暖な気候で知られるが、同時に海進によって陸域面積が縮小して陸棚面積が拡大していたことでも知られている。そのような条件下で、海洋無酸素イベントが繰り返し発生した。私たちのグループの理論研究によれば、温暖化によって大陸から栄養塩供給率が増加することによって、海洋全体が富栄養化し、海洋無酸素イベントが生じやすくなることが分かっている。しかし陸棚面積が拡大していると、栄養塩は外洋へ流出する前に大陸縁辺部で有機物として埋没してしまい、海洋全体の富栄養化、すなわち海洋無酸素イベントが生じにくくなることも分かっている。一方、白亜紀の海洋無酸素イベント時にはシアノバクテリアや緑色硫黄細菌が活動していた証拠が得られている。このことは、海洋表層における窒素の枯渇と硫化水素が有光層にまで到達する有光層ユーキシニアの発生を強く示唆する。しかし、いったいどのような条件が成立すればそうした状況が生じるのか分かっていない。そこで、海洋表層を 5 m の鉛直解像度で表現した海洋生物化学循環モデルを開発し、基礎生産者として藻類、シアノバクテリア、緑色硫黄細菌を考慮し、さまざまな酸化還元条件下における炭素・窒素・硫黄・リンの反応過程を考慮した結合循環系の挙動を調べることによって、白亜紀の海洋無酸素イベント発生条件について検討を行った。その結果、白亜紀条件で海洋無酸素イベントが発生し、シアノバクテリアが優勢になる条件、さらには有光層ユーキシニアが発生する条件などについて全球平均気温と海洋の湧昇速度の条件として定量的に明らかにすることに成功した。

4. BGC-Argo 搭載自動連続炭酸系計測システムの開発

海洋酸性化や炭素吸収能評価のために、海洋の炭酸系の状態を決定することが重要である。炭酸系は、pH-アルカリ度の計測によって高い精度で決定することができる。しかしながらアルカリ度は、バッチ採水による試料ごとの滴定が必要で、自動連続計測ができなかった。本技術開発では、海水の pH とアルカリ度をアルゴフロートに搭載して 1 週間、水深 1000m まで自動連続で計測するシステムを製作し、実海域試験を行う。そのために、我々の研究チームで開発した、浅海底設置型の微量連続 pH-アルカリ度計測システムを、フロートに搭載する仕様に改良する。計測は、 μ -TAS のフロー系で連続的に海水試料に酸を添加して、添加前後の電位を ISFET により計測し、酸添加前の電位から pH を、添加前後の電位の差からアルカリ度を求める。値は、3つの標準海水を計測することによって校正し、滴定と同じ精度 (pH: 0.002, アルカリ度: 2 $\mu\text{mol kg}^{-1}$) を達成する。水深 1000m の耐圧性能をもたせるため、システムを耐圧容器に入れ、センサーと CPU は代替フロンで密封、酸と標準海水の排出に応じて浮力調節する。消費電力は 1 W, 重量は 1 kg とする。本課題によって、フロー系現場化学分析による海洋の炭酸系計測を実証し、海洋の炭素循環、CO₂ 吸収能、海洋酸性化とその生態系応答を評価するために、BGC-Argo へ標準的に搭載できるシステムを構築する。

5. 海洋生態系に対する海洋酸性化の影響評価・緩和・適応

大気中の二酸化炭素 (CO₂) が増加して海洋に溶け込むと、pH が下がる海洋酸性化が起こる。海洋酸性化によって、サンゴの石灰化 (成長) が抑制されることが、実験やフィールドで確認されている。本研究は、石灰化と光合成の共役効果を利用して、サンゴと海藻を同時に生産することによって、サンゴ礁の酸性化影響を緩和し、あわせて海藻生産による経済効果が得られることを、沖縄県恩納村において、我々が開発した装置を用いて実証する。これを「恩納村モデル」として、米仏の研究者と共同して、太平洋、インド洋のサンゴ礁で検証し、経済効果が得られる海洋酸性

化緩和策として世界に発信する。

6. サンゴ礁海岸保全モデルの開発

熱帯・亜熱帯のサンゴ礁海岸を保全するための水理モデルは、サンゴ礁縁での碎波という乱流過程を含むため、これまでのモデルの適用が難しい。さらにサンゴ礁の形成や砂礫の供給は生物過程、ビーチロックの固化は化学過程であり、これらの過程を組み込んだモデルの構築が必要である。近年、海岸開発や地球温暖化によってサンゴ礁生態系が破壊され、海岸や島々が水没してしまうことが危惧されている。しかしながら、サンゴ礁の生態系の保全と海岸の保全をつなぐモデルがないため、物理的な水理モデルだけに基づく海岸保全は、サンゴ礁に特徴的な砂礫供給メカニズムと水理条件を阻害してしまい、自然の海岸保全能力を損ねてしまう怖れもある。こうした点をふまえて本研究では、野外調査、水槽実験とシミュレーションによって、サンゴと有孔虫の砂礫供給を波浪などの環境条件によって見積もる砂礫供給モデルと、サンゴ礁縁の碎波によってつくられるサンゴ礁内の波・流れ共存場を再現する水理計算モデルを構築し、これとサンゴ砂礫供給モデルを連動したサンゴ砂礫移動堆積モデルを開発した。さらに堆積した砂礫の固化メカニズムを明らかにした。このモデルは、サンゴ礁海岸の保全策に適用することができる。さらにサンゴ礁とその砂礫だけからなる遠隔離島海岸や、海面上昇によって水没の危機にある太平洋の島嶼国、環礁国に適用することができる。

7. 惑星大気形成・進化とその多様性の解明

本研究課題では、観測と理論の密な連携により、惑星大気形成および進化過程を明らかにすることを目標としている。観測面では、系外惑星のトランジット観測を大規模に実施し、惑星の構成成分および大気特性を観測的に制約することを目的の一つとしている。そのために、可視光多色撮像装置 MuSCAT3 を新たに開発し、北米の望遠鏡に設置することで、既存の姉妹機 2 台 (岡山 /MuSCAT1, カナリア諸島 /MuSCAT2) との連携により 24 時間連続で惑星を観測出来る体制を整える。本年度は MuSCAT3 の仕様検討および装置を搭載するための望遠鏡の選定を行った。望遠鏡の選定においては、まず北米に位置する口径 1-2m の 3 つの望遠鏡を候補に選び、各望遠鏡を運用する研究機関との交渉および実地調査を進め、最終的にハーバード大学が運用するアリゾナ州ホプキンス山の口径 1.2m 望遠鏡に絞り込んだ。一方、本年度に装置用の特注光学フィルターを設計・購入する予定であったが、装置の仕様設計に想定以上の時間を要したため、予算の一部を繰り越して翌年度に同フィルターを購入した。理論面では、惑星系形成の現代的な理解を導入し、観測的検証を念頭においた大気形成進化理論の構築を目指している。特に、原始惑星系円盤ガスを獲得して形成される水素主体の大気と固体材料物質に含まれる揮発性成分の混合が与える物理的および化学的影響の評価に重点を置く。本年度は、水素と岩石の反応による大気中での水生成およびその後の混合が大気構造および大気質量にもたらすフィードバックを定量化した。一方、ガスと固体の同時集積プロセスも N 体計算を用いて詳細に検討した。一方、獲得した大気の散逸過程を詳細に検討するため、粒子法に基づく新しい大気散逸モデルの開発に着手し、基礎的な部分の構築が終わった。

8. 超大陸と超海洋から読み解く中生代の地球環境変化とその生態系への影響

前年度は陸域環境の時空間変遷を、中国と北米の高緯度および低緯度の風化度推定と天文 - 古地磁気 - 放射年代層序構築、日米深海層中の風成塵フラックス推定から検討し、この結果を制約として物質循環モデルにより日射が地球環境に与えた影響を定量評価して、化石記録との比較により地質時代境界の群集変化への影響を検討した。特に、前年度は国内外の野外調査と採集試料からの花粉化石の抽出、及び花粉化石記録から陸域環境変化と植生フィードバックの影響を検討した。また、これまでに得られた 200 万年周期の長周期ミランコビッチサイクルの周期変調が日本の深海層のみならず、北米陸成層や浅海層に記録されていることを示し、太陽系運動のカオス進化に関する知見を報告した (Ikeda and Tada, 2020EPL)。さらに、太陽系運動のカオス的挙動と関連した 1000 万年スケールの離心率変化がモンスーン強度を変化させ、大陸風化を介して大気 CO₂ 濃度や表層海水温を大きく変えたことを、物質循環モデル GEOCARBSULFvolc の結果と合わせて定量的に示した。さらに、このモンスーンに伴う温暖・乾燥期には陸域の脊椎動物相や植物相、海洋の放散虫の群集変化が確認され、一方、寒冷・湿潤期には獣脚類の足跡サイズが大型化すると共に、恐竜を始めとした陸域脊椎動物が南米から北米、欧州から中国へと分布を拡大する時期と調和的であった (Ikeda et al., 2020)。

9. 地質時代境界事変のペースメーカーとしての天文周期

本年度は浅海層や深海層の地質時代境界を対象とした野外調査と化学分析を行い、本研究目的である日射変化としてより顕著な 4 万年から数 100 万年の地軸傾動や離心率変動と時代境界の関係を検討する。日射の影響の増幅機構の仮説として、陸域湿潤化による植生拡大が水循環を加速し、さらに湿潤化する湿潤フィードバックが働いた可能性がある。また、海洋貧酸素化により堆積物中のリンが溶出し、さらに栄養塩が増加してさらに貧酸素になる貧酸素フィードバックが働いた可能性もある。これらの影響の長期的蓄積は、炭素循環を介して気候や生態系へも影響する。そのため、欧米及び本邦の浅海層と深海層において地質調査を行い、岩相変化から生物生産や風成塵堆積速度、底棲生物活動を検討すると共に、それらの周期解析によりミランコビッチサイクルの影響の検出を試みた。研究代表者と分担者後藤は採集岩石試料の粉末作成および化学分析により表層環境の推定を行った。研究代表者と分担者堀は三畳紀から白亜紀の深海層から放散虫などの微化石の抽出および同定を行い、古環境記録との比較から環境変化の生態系への影響を考察した。現在、これらを制約として物質循環モデルにより地球表層で日射の影響を増幅したメカニズムについて検討すると共に、化石記録と比較することで、地球軌道変化が地球環境や生態系へ与えた影響を検討している。

10. 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

本年度は、流体中の粒子がレーザー光線のビームウエストを横断するときに生じる散乱波の振幅と位相を検出する方法と、散乱波の振幅と位相のデータから粒子の特徴を推定する逆解析法を組み合わせることで、「粒子の構成物質の同定」と「粒径別数濃度の測定」の両方を同時に実施できる単一の測定原理を世界で初めて確立した（Moteki 2020, JQSRT）。まず、粒径と屈折率が既知であるポリスチレン粒子について、散乱波の振幅・位相の理論値と測定値が一致することを示し、開発した装置の性能を検証した。開発した逆解析法は、形状が未知の粒子にも対応する工夫を施しており、球形粒子に限らず非球形粒子に対しても正確な測定ができる。環境水中ではしばしば、鉱物粒子や有機物粒子などの複数の化学種の粒子が、それぞれある程度広い粒径分布幅を持って独立な粒子として存在している。その特性を利用し、ある水試料の測定で得られた N 個の粒子データの中で、複素屈折率の実部・虚部が同一で粒子体積のみが互いに異なる粒子集団に起因する粒子データを固有のカテゴリーとして分類しておき、そのカテゴリーについて、同一の複素屈折率の実部・虚部と n 個の異なる粒子体積という $n+2$ 個の未知パラメータの推定を実施することにした。使用する n 個の粒子データの自由度は $2n$ であるため、 $n>2$ のとき逆問題の劣決定性が解消され、各カテゴリーに属する粒子について複素屈折率の実部・虚部と体積の一意的な推定が可能となり複素屈折率が固有の粒子群ごとに、粒径別数濃度を決定できることを示した。

11. 史上最大大量絶滅期の無酸素海洋の要因としての火山活動と高一次生産の評価

本研究計画は、約 2 億 5 千万年前の史上最大の大量絶滅期に海洋で起きた一次生産変化と無酸素化が、それらの有力な根本要因である大規模火山活動の活発化とどのような前後関係・同時性をもつか調べるように取り組んだ。そのために、絶滅イベント時の深海堆積岩の調査収集と、採取試料の地球化学的分析（有機分子、オスミウム同位体、水銀濃度、酸化還元鋭敏元素）を行った。その結果、遠洋深海の層序の中にオスミウム同位体比の低い値ヘシフトと水銀濃度のピークが示す火山活動と火山岩風化の促進と解釈できるトレンドが得られた。この傾向と同時に海洋の貧酸素化が起これ、バクテリアクロロフィルのバイオマスの増加がやや遅れて見られる。

12. 配位環境分析に基づく続成作用が重元素安定同位体比に与える影響の解明

日本海堆積コアが所蔵されている高知コアセンターにおいて、半割コアを観察し、層序と堆積構造・組成の特徴を判別した。その後、約 200 の層準に分け、試料を採取し、重元素安定同位体比を測定するためのサンプルを揃えた。

13. クールワールドにおける系外惑星探査とキャラクターゼーション

1. ケプラー衛星・長周期惑星のカタログの完成：ケプラーデータの中から、1－3 回しかトランジットを起こさない長周期惑星を GPU を用いた検出を行い、計 67 個の長周期惑星を同定した。この結果によると半径にして海王星サイズのものが 1 AU 付近に多く存在することが分かった。これは、マイクロレンズによる晩期型星まわりの結果が、

太陽型星まわりにおいても成り立つことを示しており現在の惑星形成論では説明の難しい観測結果となっている。この結果は Kawahara and Masuda として AJ に出版された。

2. 直接撮像による地球型惑星の表面推定法は、我々が 2010 年に二次元地図の推定法 (SPin-Orbit Tomography) を提唱して以来、さまざまな改良がなされてきた。今回は、スパースモデリングにより、さらに解像度を上げる方法と表面組成のスペクトルを仮定無しに同時推定する手法 (Spin-orbit Unmixing) の二種類を定式化し、実際の地球の長時間観測データに適用することでその有効性を実証した。前者は Aizawa, Kawahara, Fan として ApJ に、後者は Kawahara (単著) として ApJ にてそれぞれ出版された。

14. すばる望遠鏡での新しい系外惑星観測装置の開発

PRV 法による新しい惑星大気検出法として我々が 2014 年に提唱した High-Dispersion Coronagraph (HDC) を可能とする装置をすばる望遠鏡の SCEAO と IRD を接続するプロジェクト REACH を通じて作成し、2019 年夏にファーストライトを行うことに成功した。REACH はすばる望遠鏡の共同利用が可能な装置として運用を開始した。

15. 日本初の宇宙からの系外惑星探査を目指す Exo JASMINE 計画

天文観測衛星ジャスミン計画の主要な目標 2 つのうちの一つの晩期型まわりハビタブルゾーン内系外惑星探査である Exo JASMINE を提唱し、計画を策定した。ジャスミンは 2019 年度に宇宙研公募型小型衛星に採択された。

5.4 固体地球科学講座

1. CMB 直下の P 波速度構造推定及びその起源の解明～地震波形インバージョンの応用

外核最上部の構造推定に用いる地震波のフェーズはマントル中の不均質構造の影響を含んでいるため、外核最上部の構造推定を行う際にはマントルの不均質構造とのトレードオフを厳密に考慮することが望ましい。本年度、私たちは外核最上部の構造推定に向けて、マントル中の不均質構造を適切に考慮するために、マントル遷移層の 3 次元 S 波速度構造推定を行った。震央距離 10~30 度の S 波トリプリケーションデータを用いてマントル遷移層を含む深さ約 300~800km の領域の 3 次元 S 波速度構造推定を行った。中米下のマントル遷移層を推定対象として南米の地震、北米の稠密アレイ観測網のデータを用いた。大量のデータ (数万の地震波形記録) を用いて安定してインバージョンを行うため、特に震源・観測点補正方法、データの重み付け、逆問題の最適化手法の改善を行った。その結果水平 200km 鉛直 50km の高い解像度で S 波速度異常を解像し、この地域の複雑な海洋プレートの沈み込み様式の理解に貢献した (Borgeaud et al. 2019)。

2. モナザイトから読み解く大陸地殻の進化機構

本研究では、地球史における大陸地殻の改変過程、特に変成活動史を、砕屑性モナザイトから解読することを目指す。モナザイトは軽希土類元素のリン酸塩鉱物で、ジルコンと同様に単一粒子について高精度でウラン-鉛年代を測定でき、その化学組成は堆積作用では改変しない。一方、モナザイトはジルコンと違い、変成鉱物として幅広い変成度で成長し、火成鉱物としては主に堆積岩の再溶融によって形成される低カルシウム花崗岩に見られる。したがって、砕屑性モナザイトには、大陸地殻の様々な変成活動と一部の花崗岩 (二次的大陸地殻) 形成の情報が記録されると考えられる。その一方で、モナザイトは様々な条件で形成されるリン酸塩鉱物であるため、得られたウラン-鉛年代の地質学的重要性を解釈するためには、モナザイトの形成環境と化学組成の関係を理解する必要がある。そこで 2019 年度には、これまでに報告されている様々な起源をもつモナザイトの化学組成データをコンパイルし、機械学習法を応用することにより、形成環境の指標となりうる化学的特徴を同定した。これにより、火成起源、低変成度度変成起源、高変成度度変成起源のモナザイトをウラン、トリウム、希土類元素濃度から識別することを可能とした。この研究成果は国際学術誌において発表された。さらに、北米・南米大陸を流れる巨大河川の川砂に含まれるモナザイトについて、ウラン-鉛年代測定、主要・微量元素濃度測定、ネオジム同位体測定を実施した。この結果と、先述したモナザイト形成環境の識別法を組みわせることにより、それぞれの河川の流域における主要な造山運動の時期、性質について新たな知見を得ることに成功した。さらに、同一河川のジルコンからこれまでに得られている年代頻度分布、ハフニウム同位体組成と比較することにより、大陸地殻の進化過程について議論を展開することが可能となった。

3. 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

世界の様々なゆっくり地震のデータ解析を進めた。国内では北海道東北沖日本海溝において大規模な微動活動を検出し、巨大地震、群発地震や地形との対応を明らかにした。これまで存在しないと考えられていた日本海溝のゆっくり地震の発見のインパクトは大きく、結果は Science 誌に掲載されマスコミ等で報道された。南海では浅部微動のイベントサイズ分布を決定、ブラウン運動型のゆっくり地震との整合性を確認した結果を GRL 誌で出版した。北米カスケードではそれまで低周波地震として認識されていた現象の背後に長周期成分が存在し、一連の活動がブラウン運動と同様の超広帯域現象であることを明らかにした。この成果は JGR 誌に掲載された。メキシコおよびチリでは海溝軸近傍で発生する微動現象を発見した。チリの結果は SRL 誌に掲載された。ニュージーランドではこれまで未知の現象を含む様々な微動現象を発見した。この結果は EPS 誌に掲載された。多くの結果がそれぞれの地域では初めての発見であり、全世界的な微動の活動の様子がさらに明らかになった。これらのデータ解析結果は、1次元もしくは2次元のブラウン運動型の確率過程ゆっくり地震モデルで良く説明できる。既存のクラック進展モデルに時間的な擾乱を加えることで、ブラウン運動より多様な地震、ゆっくり地震の性質を表現できることが分かった。この結果は GRL 誌に掲載された。断層帯の脆性-塑性不均質レオロジー特性に温度依存性を考慮した1自由度系の物理モデルの挙動を解析的に検討し、スロー地震の深さ依存性を再現するために必要とされる特性を明らかにした。測地データを用いてシステムの外力に対する応答のモデルを高度化した。具体的には、大気圧や海底圧力に対するグローバル変形の理論の高度化、地殻深部における流体の存在を考慮した場合の断層すべりや地殻変動の時空間発展モデルの開発を開始した。

4. 低速変形から高速すべりまでの地球科学的モデル構築

本年度はサブカテゴリごとに以下の成果が得られた。(A) スロー地震諸現象の時間空間的な関連性の解明: 南海トラフの浅部低周波微動のサイズ分布の時間変化を調べた結果、終盤の活動低下の原因は、震源の流体圧変化だと推定できた。日本海溝のスロー地震活動の震源パラメータ推定を進めた。同地域で微動の移動現象と海山などの構造の比較を行った。ニュージーランドの群発地震がスロースリップに先行することを発見した。1980~1987年のアナログ地震波形記録中に微動活動を検出することに成功した。微動の高周波成分の定量化を行い、その原因が震源域の以上構造であると推定した。ブラウン運動微動モデルと超広帯域スロー地震観測の対応を明らかにした。(B) 現実的プレート運動システムにおけるモデル化: 熱い沈み込み帯でスラブ直上に低粘性層が存在すると、その内部の水が素早く上昇する可能性を示した。沈み込み帯温度構造モデルの妥当性を評価する手法を開発した。フィリピン海プレートの沈み込みに伴う温度・含水量分布と微動現象との関連性を調べ、脱水がスロー地震発生に寄与していると結論した。大型振動台の摩擦実験で地震は観測から断層面の破損状態を把握する手法を開発した。また局所的な载荷速度が前震の発生条件に影響することを示した。実験中に弾性波速度を越える速度で伝播するゆっくりすべりを見出し、その物理モデルを構築した。(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: 東北地震の余効変動を機械学習によって予測する実験を行った。余効変動のゆっくりしたべき乗減衰の振る舞いを見出した。また余効すべりの伝播速度と大きさをもとにプレート境界の摩擦特性を推定した。スロースリップの発展予測のためのデータ同化手法を開発し南海トラフに適用した。南海トラフで SSE 数値シミュレーションを実施し、予測における有効法線応力の深さ分布の重要性を確認した。

5. 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

本研究では、大規模並列計算環境を用いた現実的な系を考慮した地震破壊シミュレーションのために、物理モデルの検証・高度化と数値計算機アルゴリズムの高度化及び新たな数値計算手法の開発を目的としている。今年度は、物理モデルの検証・高度化研究として、大きな被害を出した2018年北海道胆振東部地震および米国カリフォルニア州で発生した前震・本震系列を示す2019年リッジレスト地震という二つの自然地震を対象とした。数値計算には、大型計算機(Oakforest-PACS)に実装した $O(N^2)$ アルゴリズムであるFDP-BIEMを用いてシミュレーションを実施し、観測データと比較することで現象の再現性とパラメータ依存性を検討した。その結果、北海道胆振東部地震については、観測データに基づいて断層の3次元幾何学的形状を適切に仮定することによって、地震時観測によって推定された断層の破壊過程や巨視的なモーメントテンソル解の特徴が良く再現されることが明らかになった。リッジレスト地震

については、シミュレーション結果を合成開口レーダ観測によって得られた地表変位分布と比較して、最大変位量の発生地域を含む大局的な変位分布の特徴を再現できていることが分かった。引き続き、前震と本震の時間遅れの再現を目指す。また、シミュレーション手法の高度化として、当初計画に取り入れていた動的破壊伝播過程に加えて地震サイクル過程のシミュレーションについても取り組み、従来の H-行列法より分散性能の高い格子 H-行列法 (Lattice H-matrices) の実装を行い数値計算効率の大幅な向上を確認した。数値計算手法の新たな開発については、これまでに 2 次元系で導入した FDP=H-行列法 ($O(N \log N)$) の大規模な 3 次元問題への拡張に向けた開発を進めた。今年度は、格子 H-行列ライブラリを用いて動弾性積分核 (グリーン関数) の低ランク近似を実行し、その精度評価を行ったところ十分な精度が保証され得ることが確認された。

6. ニュージーランドにおける巨大地震発生シミュレーターの高度化と性能評価

2016 年カイコウラ地震震源域の北部から南部にかけての複数地点 (Ward beach, Whites 断層, Hope – Conway 断層) で、2020 年 3 月 14 日から 3 月 22 日にかけて地表踏査と UAV (ドローン) を用いた光学画像データ取得を行った。これらデータを用いて、画像解析による測量を行うことにより、断層周辺の光学画像によるテクスチャ付きの数値標高図を作成した。得られた数値データに基づき、断層の位置と変位量を推定した。推定した断層データを基にして、カイコウラ地震の震源断層形状モデルの高度化を行う。

震源域中部に位置する Hope 断層の地震発生履歴の解明のために、現地で遂行中の Hope 断層を対象としたトレンチ調査に 2 月 24 日から 2 月 28 日および 3 月 16 日から 19 日にかけて参加するとともに研究協力者と議論することで、地震シミュレータの入力情報として重要な当該断層の活動履歴および断層形状についての最新の知見を多く収集した。

地震シミュレータに、以前の地震の効果による応力変化量を考慮するためのモジュールを作成し、応力蓄積率についてのパラメスタディを行い、本研究で注目する Hope 断層の応力蓄積率が Ando and Kaneko (2018) で考察した基準モデルより異なる場合についての破壊過程を数値計算により系統的に調べた。数値計算には、これまでに大規模並列計算機である Oakforest-PACS 上で実装した FDP-BIEM アルゴリズムを用い、当該機の最大 512 ノードを用いて 1 回あたり数十分となる演算を実行した。

カイコウラ地震の震源となったマルボロ断層帯で発生する微動震源を解析しより高精度に震源決定を行うために、現地研究者と協力してカイコウラ地震前の観測により得られた地震波形データの整備を開始した。

7. 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

本年度はまず断層帯の脆性・延性不均質構造を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。その結果、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タに温度依存性を仮定すれば、観測されているスロー地震発生様式の深さ依存性、すなわち滑り速度が遅く繰り返し間隔の長い長期的スローリップイベント (L-SSE)、滑り速度が比較的速く繰り返し間隔の短い短期的 SSE (S-SSE)、滑り速度がさらに早い微動という現象の、深さ方向の住み分けを自然に説明できることが分かった。

○露頭観察からの拘束

物理モデルで同定された二つの重要なパラメタのうち、天然条件での理解が特に進んでいないのが、1) 脆性割合の深さ (温度・圧力) 依存性である。本年度は、脆性割合を歪集中帯露頭で定量化するために、研究協力者が記載した長崎変成岩帯の三重路頭におけるデータの提供を受け、延性マトリクス中に存在する脆性ブロックのサイズ分布を整理した。また 8 月 7 日から 10 日にかけて現地における巡検を実施し研究協力者と議論した。その結果、サイズ分布には 2m 程度のところにピークがあり、10m 程度のところに上限値があることが分かった。また 9 月 13 日から 15 日の期間で槇峰露頭において UAV (ドローン) を用いた写真測量を行い、数 cm の構造まで解像できる 3 次元地形・テクスチャモデルの構築が可能であることが分かった。これにより、光学写真によって判別可能な断層帯内部の変形構造や物質不均質構造の定量化に対して、今後、本手法を活用できる可能性が高くなった。

8. 超高压下における液体鉄の密度決定

地球の中心には固体金属の内核、その外側の液体金属の外核があり、ともに超高压高温下にある。従来より、液体鉄の密度は観測される外核のそれよりもおよそ 10% 大きいとされてきた。しかし、過去に高压下で行われた液体鉄の測定は衝撃圧縮実験によるものであり、誤差が大きいとされてきた。外核の密度が液体鉄よりもかなり小さいということは、外核には鉄に加えて軽い元素（水素や酸素など）が大量に含まれていることを意味している。この軽元素の種類や量を特定することにより、地球の成り立ち、具体的には地球を作った材料物質や、コアがマントルから分離した時の状態を知ることができる。しかしそれには、純鉄との密度差を正確に理解する必要がある。本研究では、レーザー加熱式ダイヤモンドセルを使った、静的圧縮法による超高压高温実験により、超高压高温下における液体鉄の X 線回折データを測定した。さらにこれまでとは全く異なるアプローチの分析手法を開発することにより、超高压下における液体鉄の密度の精密決定に成功した。また、SPring-8 のビームライン BL43LXU における X 線非弾性測定結果と合わせることで液体金属コアの全領域にわたる温度圧力条件での液体鉄の密度を明らかにした。今回得られた超高压下の液体鉄の密度は、地球の外核の密度に比べて約 8% 大きいことがわかった。内核の密度のことまで考えると、従来有力な不純物とされてきた酸素ではこの密度差を説明することができないため、水素など他の軽元素の存在が示唆され、コアの化学組成の見積もりに向けた重要な一歩である。

9. 高压下の液体と地球の初期進化

今年度は、液体鉄－硫黄合金の音速を高压下で精密に決定する技術の開発に成功し、火星コアの圧力に相当する 20 万気圧までの測定に成功した。その結果、硫黄量の大小に関わらず、火星コアの圧力範囲では液体鉄－硫黄合金の音速はほぼ一定であること、火星を現在探査中の InSight などにより、近い将来火星コアの火震波速度があきらかにになれば、それと今回の実験結果を直接比較することにより、火星コアが液体鉄－硫黄合金であるかどうかについて決着をつけることができる。また、静的圧縮実験と X 線回折実験の組み合わせにより、液体の密度を高压下で正確に決定する新たな手法の開発に成功した。その結果、地球の外核（液体コア）の主成分である液体鉄の密度をコアの圧力近くまで決定し、観測される外核の圧縮率と液体鉄のそれはほとんど同じであることをあきらかにした。このことは未だ議論がある外核の軽元素の特定に向け、大きな制約になる。その他、コア圧力までの鉄合金同士の液体不混和の観察、Fe₂S など鉄－軽元素系の鉄に一番近い中間組成物の特定とその結晶構造の決定、コアの熱伝導率決定によって重要な飽和電気抵抗率の精密決定などに成功した。

10. 沈み込み帯におけるプロセスを制約するための高压変成帯の形成条件と形成究明

現在の西南日本などの地域で観測される、深いスロー地震が頻繁に起きる深さと温度条件と同様な条件で形成し、現在地表にある沈み込み型変成岩類で構成される三波川変成帯に着目した。とりわけプレート境界の化石として捉えられるウェッジマントルと沈み込んだスラブ物質の境界を注目している。形成震度が異なる複数の地域で調査、試料採取と分析を行った。スロー地震を引き起こすために高い流体圧が必要であるとされているが、流体圧上昇のために浸透率の低い層が必要であるがその実態は明らかになっていない。三波川帯のウェッジマントル起源の岩体の鉱物組み合わせ、脈の形成などにより SiO₂ を含む H₂O 流体の流動様式の解析を進めている。また、沈み込み帯における応力を推定するために沈み込み方変成岩類の形成条件を明らかにし、熱モデリングと組み合わせることにより、剪断熱の効果を制約し、剪断応力を推定するアプローチを進めている。

11. 部分溶融した中部地殻及びマグマの地質学的なタイムスケールにおける物性推定や定置プロセスの解明

約 15ka までボリビア国南部に広大な湖が広がっていたが、その後の気候変動により蒸発し、現在ウユニ塩湖など複数の大規模な盆地地形として認識できる。盆地周辺に刻まれた段丘も数多く観測できる。これらの段丘は優れた水平マーカーである。段丘は現在水平でない場合、段丘形成後のテクトニクスを記録していると考えられる。キネマティック GPS による測量や段丘に付着した炭酸塩岩の年代測定により段丘の隆起量と隆起速度を推定した。また、明らかになった隆起履歴を説明できる粘弾性モデルは作成中である。現在、同地域の南部 10km 程の深さで大規模な部分溶融した層の存在が推定されている。近年同地域において観測される活発な火山活動を維持するマグマの供給源である

と考えられている。この柔らかい部分溶融層の存在がウユニ塩湖周辺の隆起履歴に影響を与えたかにより溶融した層の存在時間スケールを明らかにする予定である。また、日本国内の深成岩体の組織観察・熱モデリングなどによりマグマの定置プロセスや長期的な流速の定量化を試みている。

12. アメリカ西部変成コアコンプレックスとフランシスカン帯から推定する大陸地殻・上部マントル強度

主に岩石学・構造地質学的手法から、変形岩石試料の微細組織を用いた変形時の各条件推定を行う。使用する岩石試料は、アメリカ西部変成コアコンプレックスから採取された変形した天然の花崗岩類であり、これらの試料セットに対する分析・解析から天然岩石試料の変形構成則を構築することで、地球表層部の岩石強度プロファイルを明らかにすることを目的としている。当該年度、大陸地殻構成岩類の変形時の各条件を推定するために必要なデータセットが分析収集された。鉱物の変形メカニズムを推定するための構成鉱物の結晶方位データはEBSD分析から、既存の地質温度計を用いた鉱物の温度推定のための構成鉱物の化学組成データはEPMA及びNanoSIMSから収集された。これまでのデータをまとめ、既に報告されている天然の花崗岩類の公表データとの比較・統合や、提案されている変形構成則の検証、地球物理学的観測との整合性の評価などを今後実施する予定である。

この他上部マントルを構成する天然岩石試料の分析や実験的手法から、岩石強度推定に貢献する結果が得られた。成果の一部として、アメリカ西部フランシスカン帯の岩石試料を使ったEBSD法によって、滑石の結晶方位測定に成功した。この測定手順は査読付き国際誌への論文掲載が受理されており2020年度に公開される予定である。この論文では滑石は超塩基性の火成岩や変成岩など広く見られることに加え、地球内部で流体のトレーサーとして期待されているため、地球物理学的な観測による滑石を多く含む領域の分布推定調査の可能性についても議論される。今後、この成果によって一部の岩石の構造評価・分布推定の正確性が向上するだけでなく、流体も関与し複雑な変成・変形過程が議論されている沈み込み帯スラブマントル境界や、海嶺および海洋リソスフェアでの構造推定や、滑石など変質鉱物の影響に関する研究がさらに進展することが期待される。

13. 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が形成する地形等）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。

2019年度は、巨大地震に伴う地殻変動・重力変化のモデルにおいて3次元不均質構造を取り込んだ理論を開発するための第一歩として、荷重変形を与えた場合の理論を開発した。また、南海トラフにおける絶対重力計による高精度重力観測を実施し、観測された重力変化が、スロースリップ域で流体移動が起きているとする我々の先行研究のモデルと矛盾しないことを確認した。学部生とともにスロースリップによる重力変化を検出するための可搬型精密重力計の性能評価を国立天文台水沢VLBI観測所と共同で行うとともに、同重力計を石垣島地方気象台へ設置し、半年に1度発生する長期的スロースリップに伴う変化を捉えるための連続観測を開始した。また、修士研究として長期的スロースリップ中の流体移動に伴う重力変化、地殻変動を推定するために昨年度開発したフォワードモデルを拡張し、GNSS、重力データのインヴァージョンにより流体移動量を見積もる手法の開発に着手した。別の修士研究として、微動の潮汐応答の物理モデリングを間隙弾性体で定式化し、観測された微動発生様式の時間変化がモデルでよく再現できることを示した。

14. 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。2019年度は、この手法を検証する第一段階として、理研一本郷一厚木に設置された光格子時計間の静的な重力ポテンシャル差を求めるための水準、重力測量等を実施した。今後、この結果の不確かさを評価し、他グループが時計による計測で得たポテンシャル差と比較する予定である。

15. 地球型惑星の磁場進化復元研究

地球型惑星磁場は液体金属核の対流により生成・維持されているため、ベクトル場である惑星磁場の形状や強度の変遷を明らかにする事で、金属核対流状態や金属核-岩石マントル間の熱輸送進化など、惑星内部ダイナミクス進化に関する情報を得る事ができる。本研究では岩石や堆積物など天然の試料中に含まれる強磁性鉱物が記録している過去の惑星磁場情報を読み解く古地磁気学研究、また磁場情報の記録媒体である強磁性鉱物の磁氣的性質に関する基礎研究として岩石磁気学研究に取り組んでいる。

2019年度は主として火星磁気異常ソースの研究に取り組んだ。火星では地球の10倍程度の非常に強い地殻磁気異常が観測されており、この磁気異常を説明するためには火星地殻中にはたとえ数十kmの深部であってもミクロンサイズ以下の細粒かつ針状の磁鉄鉱が普遍的に存在している必要がある事が2018年度までの研究によって示された(Sato et al. 2018)。地殻深部に細粒かつ針状の磁鉄鉱を作るメカニズムとしては斜長石中の離溶磁鉄鉱が有力な候補と考えられ、斜長石中における磁鉄鉱離溶条件を解明することを目的として、同一の斜長石単結晶を用いた磁気測定・放射光測定・電子顕微鏡測定を行う新手法の開発に取り組んだ(Nakada et al. 2019)。2. 試料に対して同手法を適用した結果、斜長石中に含まれる鉄の化学種状態と磁鉄鉱離溶量に関連がある可能性が示された。今後の研究では、開発した手法を用いて成因の異なる斜長石の分析を系統的に行い、斜長石中における磁鉄鉱離溶条件を解明することで、古火星磁場に関する新たな制約を与えられる可能性がある。

16. スピネルかんらん岩ゼノリスの高精度圧力計開発：リソスフェア薄化機構の解明への応用

マントルリソスフェアを構成する物質の断片であるカンラン岩ゼノリス（以下、ゼノリス）は、地球の熱史に大きな影響を及ぼす大陸リソスフェアの厚さと熱流量の変動を知る上で貴重な物質情報を提供する。本研究の目的は、マントルの高精度圧力推定が困難であった60km以浅で安定なスピネルかんらん岩ゼノリスの由来深度を±数km以下の精度で決定する方法を開発し、ゼノリスが記録している温度履歴とあわせて、大陸リソスフェアの温度の時間・空間変化を推定し大陸リソスフェアの薄化機構を解明することである。初年度に引き続き、2019年度には世界の大陸・島弧地域から選択した三地域の研究を進めた。モロッコについては、2018年度に集中的に野外調査・サンプル採集を行ったBou-Ibalrhatene マール (BI) とTafroute マール (TF) 試料の分析解析を進めた。Middle Atlas 山脈の中央部と縁辺部に位置しているこれら二つのマールのゼノリスの由来温度圧力を推定し比較した結果、TFに比べてBIのゼノリスが噴火直前により高温で急な地温勾配にあったマントルに由来したことがわかった。この結果によって、山脈の縁辺部よりも中央部直下により浅所まで高温のアセノスフェアが上昇し、BIの最深部のサンプルが地球物理学的に観測されているリソスフェア-アセノスフェア境界(LAB)直上に位置していることがわかった。一ノ目淵については、昨年度の段階で推定できた由来深度の推定および温度構造の時間変化に加えて岩石変形組織の変動も推定し、レオロジー境界としてのLABが含水マントルの融点によって支配されていることを明らかにした。コロラド高原については、最深部由来のゼノリスのかんらん石にCrとAlに富む微少包有物を含むことを見出し、このゼノリスがアセノスフェア由来であり、LABはその直上に位置する可能性を明らかにした。

5.5 地球生命圏科学講座

1. ルビジウムの分子地球化学：分子レベルの物理化学的普遍性が生む多様な地球惑星科学

研究では、原子分子の相互作用から着想した「粘土鉱物・雲母への吸着反応時にRb同位体比が分別する」というアイデアに基づく重元素同位体ツールが、地球惑星科学において新規性の高い知見を与えることを様々な研究例から立証する。具体的には、「海洋-堆積物間のRb同位体分別とそれによる海水量変化史の解明」、「惑星進化の解明に不可欠な水-岩石比の推定」、「堆積物のマントルへのリサイクルに関する研究」などを推進し、過去に例がない日本発の重元素同位体ツールとして、Rb同位体比の有用性をアピールする。Rb同位体比は反応性の低いRbにおいて、層状珪酸塩への吸着は非常に特異的反応であり、明確な情報を与える。

2. レアアースのイオン吸着型鉱床の生成規制因子：スリランカでの気候帯や深度依存性から

これまでの我々の研究から、風化花崗岩中の希土類元素(REE)の抽出率は風化の程度(風化度)に影響を受け、

中程度の風化度を持つ花崗岩の抽出率が高いことが示唆された。そこで本研究では、様々な風化度の花崗岩を調べるため、日本に加えて、スリランカ、ミャンマーなど、様々な地域における地表面の風化花崗岩を分析した。その結果、風化度が気候と関連しており、熱帯地域の花崗岩は温帯地域の花崗岩よりも風化が進んでいることが確かめられた。これらの結果から、REE の抽出率が高い中程度の風化度を持つ花崗岩は日本などの温帯に存在することが示唆された。さらに本研究では、REE がイオン吸着型鉱床を形成しやすい原因を明らかにするために、いくつかの実験で REE 以外の多種の金属イオンとの比較も行った。まず複数の鉱物や支持塩に対する微量元素の分配係数 (Kd) を調べた。また、REE 吸着時の構造を調べるため、標準物質に REE を含む複数の元素を吸着させ、広域 X 線吸収微細構造 (EXAFS) 法を用いて、その吸着構造を調べた。その結果、REE やその他の元素を粘土鉱物に吸着させた試料の EXAFS から、イオンのサイズに応じて形成しやすい表面錯体が異なることが明らかになった。特に Ba²⁺ を境界とし、Ba²⁺ よりも小さいイオンは外圏錯体を取りやすく、大きいイオンは内圏錯体を取りやすいことがわかった。これらのことから、イオンの挙動は価数とサイズの影響を強く受け、価数が大きくサイズが Ba²⁺ よりも小さいイオンがイオン吸着型鉱床を形成すると考えられる。またこうした分子地球化学的知見は、天然での元素の挙動に大きな影響を与える粘土鉱物に対する金属イオンの吸着を、元素の性質に根ざして系統的に理解することを可能にしており、この結果から REE のイオン吸着型鉱床の特徴が説明可能である。

3. 金属元素の気化過程に伴う同位体分別に基づく環境地球化学の新展開

我々は、主に放射光 XAFS 法による化学種解析と重元素安定同位体比を用いて、様々な環境試料中の元素の分子レベルの情報を引き出し、より本質的な化学的情報に基づいて様々な元素循環の素過程や環境影響を調べてきた。特にエアロゾルについては、気候変動や健康影響と関連があり、越境汚染物質でもあることから環境地球化学的に最も重要な研究対象であると認識し、エアロゾルに関する XAFS 法と安定同位体比を用いた研究を強力に推進している。このうち Fe について、特に黄砂の輸送過程での Fe 化学種の変化やエアロゾル中の水溶性 Fe に占める人為起源の Fe の割合の解明などを進めた。一方、本研究では、MC-ICP-MS (Neptune Plus) を用いて、鉄の安定同位体比を複合的に用いた研究を進めた。その取り組みの 1 つとして、エアロゾル中の Fe の安定同位体比に人為起源 Fe の影響が反映されると予想していたが、本研究ではその予想通り、人為的燃焼起源の Fe が大きな同位体分別を示すことを見出した (Kurusu et al., 2019a,b)。特に製鉄所近傍での継続的なサンプリングにおいて、製鉄所由来の風が卓越した場合、微細粒子中の鉄濃度が増加し、鉄安定同位体比が 2 – 3 ‰ 程度大きく減少することを見出した。また、人為的な燃焼起源のエアロゾル中の鉄安定同位体比の端成分として、− 4 ‰ 程度の値が妥当であることを提案した。この値を用いて、北太平洋上の海洋エアロゾルの鉄の起源について議論を行った。その結果、この海洋エアロゾルに含まれる同位体比分析から、この試料中のおおよそ 50 % 以上が人為起源 Fe であると推定され、HNLC 海域である北太平洋上のエアロゾルには人為由来の鉄が多く含まれていることが分かった (Kurusu et al., 2019a)。

4. XAFS 法を駆使した硫酸エアロゾルの生成過程と地球寒冷化への影響の解明

本研究では、硫酸エアロゾルなど、大気中に存在する強酸の生成過程について研究を進めており、2018 年度は主に、環境中に存在する過塩素酸に関する研究を進めた。通常、環境中の過塩素酸は、大気中の紫外線の影響で塩化物が酸化を受けて生成する。硝酸も同様のプロセスで生成すると考えられているため、多くの研究で環境中の硝酸イオンと過塩素酸イオンの濃度比は類似している。本研究では、火星の表層環境のアナログとしても注目される砂漠中の過塩素酸について研究を進めた。特に中国・タクラマカン砂漠周辺の砂漠の砂、河川堆積物、氷河堆積物などについて、過塩素酸濃度、塩化物や硝酸イオンとの濃度比、および X 線吸収微細構造 (XAFS) 法による塩素化学種の同定を行った。その結果、上記の試料のうち、砂漠砂試料や河川堆積物に比べて、氷河堆積物中で過塩素酸の絶対濃度および硝酸塩に対する過塩素酸の比が著しく高いことが分かった。タクラマカン砂漠は、世界の他の砂漠と比べて毎年 100 mm 程度の降雨があり、過塩素酸が沈着しても容易に溶解し還元する可能性があるため、アタカマ砂漠などと比べて砂漠中の濃度が低い原因として、こうした降雨が考えられる。そのため、火星表層環境などでの過塩素酸の存在は、長い期間、強い乾燥状態が維持されてきたことを示唆する。一方、氷河堆積物試料中で過塩素酸濃度が高く、特に硝酸塩に対する比が高いことは、大気中での紫外線による生成過程以外に、別の過塩素酸の生成プロセスがあることを示す。氷床中にトラップされていた線化物が紫外線により酸化されるプロセスが報告されているが、氷河堆積物中の過塩素酸の

存在は、このようなプロセスにより生成した可能性がある。

5. 様々な分光法や量子化学計算を駆使した環境中での放射性核種の移行素過程に関する研究

モリブデンは、放射性廃棄物に含まれる主要な元素（核種）の1つである。そこで、モリブデンの環境中での挙動を探るため、そのホスト相として重要な水酸化鉄およびマンガン酸化物に対するモリブデンの吸着構造とその特徴について調べた。その天然試料の例として、海底鉄マンガン酸化物を用いた。鉄マンガン酸化物は、水酸化鉄およびマンガン酸化物を主成分とする海底沈殿物であり、クラストや団塊などの形態で世界の海洋底に幅広く大量に存在している。また、沈降粒子中に存在する鉄マンガン酸化物との反応は、海水中の微量元素の挙動を支配する重要な化学過程である。これまでの研究から、マンガン酸化物が帯びる負電荷により、海水中で陽イオンとして溶存する元素が海底鉄マンガン酸化物へ多く濃集することが知られている（Koschinsky and Halbach, 1995 ; Hein et al., 2003）。また、海洋で陰イオンとして溶存する元素は、その共役酸の酸解離定数（pKa）が大きいほど海底鉄マンガン酸化物に対して多く濃集することが示唆されている（Takahashi et al., 2014）。しかし、元素の濃集を支配する化学的要因は多岐にわたるため、元素ごとの吸着機構の系統的な理解は十分ではないのが現状である。本研究では、特に陰イオンとして海洋に溶存する微量元素の鉄マンガン酸化物への濃集機構に新たな知見を加えるべく、それぞれ水酸化鉄、マンガン酸化物への選択的濃集が示唆されるヒ素（As）とモリブデン（Mo）の濃集機構から海底鉄マンガン酸化物中での水酸化鉄とマンガン酸化物の存在状態について研究を行った。その結果、陰イオンとして溶存する Mo が負電荷を帯びるマンガン酸化物に選択的に濃集することが確認され、電荷だけでなく化学構造による濃集機構の重要性が明らかになった。

6. 貝殻らせん成長メカニズムの解明：進化発生古生物学創成に向けて

本年度は以下の3つの項目の研究を主に行った。(1)L. stagnalis の貝殻基質タンパク質 (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、(2)Wnt 促進剤を用いた Wnt 遺伝子の貝殻形成への関与の分析、(3) マイクロインジェクションによる L. stagnalis 胚への遺伝子導入の技術開発。(1) では L. stagnalis の外套膜を左右に分け、それぞれで SMP 遺伝子の発現量に差があるものをトランスクリプトーム解析と qPCR 解析により分析した。その結果、いずれの手法でも右巻系統で外套膜の右側よりも左側で有意に発現量の大きい SMP 遺伝子が多いこと、すなわち貝殻形成の促進よりも抑制に働いている SMP が多いことが推察された。また、いずれの手法でも共通して左右非対称的に発現している SMP 遺伝子、すなわち貝殻形成で重要な働きを持っていると推定される SMP を4つ同定した。そのうちの3つは外套膜の左側で高発現（2つは新規の、1つは Pif-like の SMP）で、もう1つは外套膜の右側で高発現（EGF ドメインと WAP ドメインをもつ SMP）であった。(2) では貝殻が形成されるトロコフォア期やベリジャー期に胚を Wnt 促進剤で処理することにより、貝殻がらせんに巻かず、小型で傘型の貝殻を作る変異個体が生じること、またハッチした後も同様の成長を継続することが確かめられた。(3) では、様々な条件検討を繰り返し、胚にインジェクションを行うことが極めて困難であることを確認した。一方で、卵膜を除去せずに、また胚に直接インジェクションせずに、胚の周囲の卵卵腔に顕微注入することでローダミン色素が胚に取り込まれることを確認した。

7. 日本海溝沿い沿岸部での古津波履歴の統合的解明

これまでに、主に東北地方から関東地方にかけての太平洋岸の複数地点で現地調査を行っている。2019年度は、昨年までの調査で得られた試料を用いた分析および数値計算を主に実施した。青森県八戸市においては、掘削試料中の砂層の化学的、堆積学的、古生物学的特徴を調べ、数値計算も組み合わせて津波堆積物の認定を行った。特に、統計的手法を活用し、複数の指標を考慮することで認定精度を向上させることができた。岩手県山田町においても、化学的、堆積学的、古生物学的に津波堆積物認定を行い、1611年慶長津波など歴史津波に対比される津波堆積物が複数存在することを明らかにした。宮城県石巻市においては、1611年慶長津波と1454年享徳津波と考えられる津波堆積物の両方が存在している可能性があることを明らかにし、両イベントの津波波源を推定する上での重要な制約条件になりうることがわかった。日本海溝南部に関しては、千葉県銚子市における調査結果に基づき土砂移動モデルを組み込んだ津波遡上計算を実施し、断層規模推定を行った。具体的には、対象地域において3層の津波堆積物が見出されたが、層厚や粒径が多様であり、こうした多様性を説明する断層モデルの推定を、それぞれのイベントを数値計算により再現することで行った。その結果、堆積土砂層厚は粒径依存性が強く、粒径を考慮すると3つの津波イベ

ントの規模には大きな違いが無く、同程度の地震イベントが繰り返した可能性があることがわかった。

8. 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℃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) 静岡県浜松市の試料からも温度情報が得られたつつある。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。凝集同位体については試料の前処理方法と土壌炭酸塩への適用に関する2つの論文を公表することもできた。

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想的に酸素・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) 広島石筍と2) 新潟石筍の結果については国際誌に投稿し、現在査読中である。

9. 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。

本年度はこれまでオーストラリアとモロッコで採集した試料をもとに、詳細な組織観察と同位体分析を行った。オーストラリアからの試料では2つの成果があった。1つの目はスターチアン全球凍結前に堆積した蒸発性炭酸塩の鉱物組成と同位体を分析結果から、当時の海洋に隣接する場所で大規模なアルカリ水塊が発達していたことを明らかにした。もしこの水塊が日本海程度のサイズを持っていたならば、大気中の二酸化炭素を2割程度低下することになり、それにより全球凍結につながる寒冷化が起きたとも考えられる。2つ目は、スターチアン全球凍結後の堆積物に含まれる「化石様粒子」を再検討したところである。この粒子には海綿動物特有の直径0.1mm程度の水管構造が認めらるとされていたが、独自に行った3D構造解析からはそのような水管構造は確認できなかった。その代わりに、棘皮動物に見られる0.01mmサイズの細かい空隙があることがわかった。今後はこの空隙の特徴を詳細に調査し、「化石様粒子」の起源を論じていく予定である。

モロッコでは中期エディアカラ紀のカスキエス氷期に堆積した熱水成炭酸塩岩についての分析を行った。薄片観察により鉄酸化細菌がつくる構造に加えて海面骨片を類似した構造が確認された。すなわち、この熱水環境は大型動物の生息になっていたと思われる。全球凍結時にも同様の環境が存在したならば「生命の避難場所」として有力であると示唆される。

また、マンガングラストやメタン湧水に関連した微生物群集に関する論文を執筆した。これらの研究は動物進化につながる先カンブリア時代の微生物中心の生態系を考察する上で有用な成果である。

10. 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（科研費基盤研究（A）（一般））

福島原発事故で放出された放射性核種による環境汚染（現時点ではその主因は放射性セシウム、以後RCsと略記）の解決には、RCsの存在形態や様々な環境中での動態を詳細に解明することが必要である。様々な汚染物中のRCs担体物質には、RCsを収着・固定した鉱物粒子と、破損した原子炉から飛散した放射性ガラス微粒子（CsMP）があるが、この2種類の存在比やその環境・地域依存性などは未だ推測の域を出ない。本研究では、RCs担体物質の諸特性（加熱処理や溶液処理による構造と放射能の変化など）を詳細に調べ、その違いをもとに試料中のRCs担体物質の存在比を定量的に見積もる手法の確立を目指す。

本年度は、これまでわかっている CsMP と鉍物粒子の加熱処理による放射能損失特性の違いに着目し、これを用いて実汚染土壌の IP オートラジオグラフィに見られる輝点 (RCs の濃集粒子に相当) が加熱によりどのように変化するかで、その粒子の正体が判別できるかを調べた (CsMP の方がより低温で RCs を放出することがわかっている)。しかしながら、IP の各輝点強度の温度依存性は明瞭なバイモーダルな分布を示さず、加熱処理による判別法はあまり有望でないと判断された。一方、CsMP と RCs を吸着・固定した鉍物粒子の溶解特性、特にその pH 依存性を調べた。CsMP は pH=1 程度の熱塩酸ではあまり溶解しないが、RCs を固定した黒雲母やスメクタイトなどは同じ酸処理条件で容易に溶解し、RCs が溶出することが明らかになった。これによりいくつかの形態の汚染試料中の CsMP と鉍物粒子の存在比をかりの精度で定量的に見積もることができた。また本年度はこれ以外に、CsMP の化学組成に対する新しい知見 (Na の存在) や CsMP 中の鉄 (Fe) の価数がほとんど 2 価であることを明らかにし、論文化した。

11. 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。本研究では、愛媛大学生物試料バンクに保管されていたカツオ・ビンナガ・スジイルカ・カズハゴンドウ・ネズミイルカ中の水銀濃度とその水銀安定同位体比を計測した。黒潮域・黒潮・親潮混合域・熱帯近傍域のそれぞれで、特徴的な水銀安定同位体比変動が認められることが確かめられた。

12. 放射光 X 線マイクロビームを用いたプランクトン中微量元素の分析法開発

水圏生態系の微量元素循環を考える上で、低次生態系生物に対する分析手法の開発は重要である。本研究では、個体別プランクトンの微量元素分析法開発を目的に、高エネルギー加速器研究機構・photon factory において、淡水性プランクトン各種の微量元素の局所分布を蛍光 X 線分析法により解析した。プランクトンの固定処理に複数の手法を用い、その影響を評価するとともに、最適な分析条件について検討を進めた。また、走査型透過電子顕微鏡のピコプランクトン分析への応用も進展させた。

13. 環境変動に伴う湖沼の微量元素動態変化

琵琶湖において、過去 40 年で湖水中および堆積物中のヒ素・マンガン濃度が上昇してきたことを、環境試料の濃度分析、化学形態分析、マスバランスモデルなどを用いて実証した。また、この変化と長期的な湖底溶存酸素濃度低下現象の関係について考察した。加えて、湖全体から採取されたコア堆積物の分析から、堆積物中のマンガン・ヒ素上昇要因について制約を与えた。

14. 富栄養化湖沼におけるリンの動態について

琵琶湖、および霞ヶ浦を対象に、有機・無機リン化合物の地球化学的動態について、湖水・堆積物・間隙水の化学分析と、X 線吸収微細構造を用いた形態分析を応用して解析した。リン酸の固定形態として鉄水酸化物への共沈態が重要であること、有機態リン酸の分解が高 pH 条件下で抑制されることなどが示された。

15. メタンをエネルギー源とした微生物生態系の地質環境への影響評価

「令和元年度放射性廃棄物共通技術調査等事業 (代表: 鈴木庸平)」

高レベル放射性廃棄物や TRU 廃棄物の地層処分において、地質環境の調査は地表からの掘削による概要調査を経て、地下坑道からの掘削による精密調査が想定される。瑞浪と幌延の地下坑道からの掘削調査により、地質環境の形成に微生物が重要な役割を果たすことが明らかになりつつある。特に、メタンをエネルギー源とした地下微生物の重要性を提案者の最近の研究で明らかにしており、メタン酸化微生物が地質環境の形成に与える影響を評価することを目的にする。

地質環境に生息するメタン酸化微生物は、硝酸、鉄、硫酸等の多様な酸化剤を用いて代謝することが常圧条件下の試験により明らかになっている。しかし、処分が想定される高圧条件下でのメタン酸化微生物が用いる酸化剤の種類と酸化剤ごとのメタン消費速度については評価が行われていない。本研究での最終目標として、地下環境を模擬した室内高圧試験により、酸化剤の利用選択性と代謝速度の評価と共に、メタン酸化微生物と放射性核種の相互作用や TRU 廃棄物中の硝酸等による影響での増殖可能性についても評価した。

16. 惑星保護と生命検出を両立するサンプルリターン技術の開発

「令和元年度アストロバイオロジーセンタープロジェクト (代表: 鈴木庸平)」

微生物細胞を岩石内部から検出するための手法として用いる親水性の樹脂が、包埋して細胞を滅菌する能力があるかを、ウィルスに感染した大腸菌を対象に明らかにし、惑星保護で必要とされる滅菌作用を確認する。具体的には、樹脂埋め処理による微生物細胞とウィルスの増殖能への影響評価を行った。樹脂埋め処理には、親水性のため岩石内部の微生物検出が可能な、アクリル性樹脂の LR ホワイト (London Resin Co. Ltd., Aldermaston, England) を用いた。増殖能への影響を評価する対象には、細菌細胞とウィルスのモデルとして、本研究では *Escherichia coli* (NBRC 13168、製品評価技術機構)、と、*E. coli* に感染し増殖する Bacteriophage T4 (NBRC 20004) を用いた。樹脂埋め処理が細菌とウィルスに与える効果、及び、樹脂埋め処理が凍結乾燥した細菌とウィルスに与える効果は、LB 培地を用いた培養法にて評価した。

17. 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

「科研費・基盤研究 B (代表: 加藤真悟)」

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 (図 1)。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。

18. 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

「科研費・挑戦的研究 萌芽 (代表: 鈴木道生)」

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応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、太陽光発電のデバイス開発に応用する。

19. 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

「科研費・基盤研究 C (代表: 天野由紀)」

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明らかにする。その結果に基づき、放射性廃棄物地層処分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することを最終目標とする。

20. Do microcrystalline dolomite inclusions provide fossil evidence for the onset of gas hydrate formation?: Isotopic and biogeochemical investigations of methane hydrate in Joetsu Basin, Sea of

Japan.

「科研費・基盤研究C (代表: Snyder Glen)」

Research activities for FY2018 included: (1) Analysis of gas hydrate oil concentrations (at Stephen Bowden Lab, University of Aberdeen, Scotland). Organic and biomarker chemistry was determined. (2) DNA extractions Phylogenetic m-RNA analysis of microbial life inside of microdolomite with Yohey Suzuki Lab (University of Tokyo). Sectioned grains were also stained and imaged for microbial DNA. (3) Sampling identification of microdolomites in deep porosity-filling gas hydrates from the Gulf of Mexico, U.S.A with Steve Phillips of University of Texas, Austin Campus gas hydrate lab and as part of the Joint Industrial Project (JIP) (4) EPMA quantitative mapping of microdolomite grains at AORI, University of Tokyo Kashiwa Campus lab with Kentaro Tanaka. (5) nano-SIMS trial mapping of microdolomite grains for organic composition at AORI, University of Tokyo Kashiwa campus with Naoto Takahata. (6) Determination of clumped-isotope composition of microdolomite grains at Tokyo Tech. with Naizhong Zhang. (7) Determination of stable isotopic composition of hydrate gases in Yuji Sano's Lab at AORI, with Naoto Takahata. Outreach activities included: (1) Gave Several Conference talks and poster presentations (2) Internet Press Release: <https://www.livescience.com/64532-microbes-inside-gas-hydrate-crystals.html>

21. 堆積物の残留磁化獲得過程における生物学的作用の研究

「科研費・挑戦的萌芽研究 (代表: 山崎俊嗣)」

海底堆積物中に含まれる生物源磁鉄鉱について、南鳥島周辺の赤色粘土において、白亜紀のある時期に弾丸状の形態を持つものの割合が増加し、その時期に海底がやや還元環境であったと推定されることを昨年度報告したが、南太平洋の赤色粘土においても同様の現象が起きていたことが新たに判明し、グローバルな環境変動を示していることが明らかとなった。また、日本海 of 海底堆積物において、硫酸還元が起きるような環境下で生物源磁鉄鉱が溶解する過程を、透過電子顕微鏡を用いて観察した。

海底堆積物中に普遍的に存在する生物起源磁性粒子の形成に関与する微生物を特定するために、16S rRNA 遺伝子配列のアンプリコン解析とメタゲノム解析を、日本海堆積物と南マリアナトラフの金属硫化物チムニー試料を対象に行った。弾丸状形態の磁鉄鉱粒子の形成に Nitrospirae 門の細菌が関与していることを裏付けるデータが得られ、ゲノムの特徴も既知の磁性細菌とは著しく異なることを明らかにした。

気候変動に起因する海底堆積物における酸化・還元の変動に伴う化学組成変化、走磁性バクテリアの生息及び生成される磁鉄鉱の形態、底生生物活動による堆積物の生物擾乱、堆積残留磁化の獲得などの関係を研究するため、西部赤道太平洋から採取された2本のピストンコア試料について、XRF スキャナーを用いた元素マッピングを実施した。

昨年度までの研究で明らかとなった、弾丸状形態の磁鉄鉱を作る走磁性バクテリアは海底堆積物中の酸化・還元境界付近に多く生息するのに対し、正八面体状の磁鉄鉱を作る走磁性バクテリアは海底面直下の酸化環境にも存在するという研究成果を、論文としてとりまとめた。

22. 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。

23. Herkimer 型の有機物を内包する水晶の成因、特に有機物の果たした役割について

Herkimer 型水晶は、両錘で透明度が高く、有機物の包有物を持つことが特徴である。油状包有物を含むことで有名な、パキスタン / アフガニスタン国境産の試料について、物理的粉碎の後、包有物を抽出し、蛍光スペクトル解析、さらにバイオマーカー分析を行い、包有物の有機地球化学的特徴付けを行った。その結果、蛍光の原因となっているのは、アルキルベンゼン類であることが明らかになった。パキスタン / アフガニスタン国境地域での現地調査はできない。そのため、米国ニューヨーク州ハーキマー産出の有機物を含む水晶の調査を開始した。ここでは、カンブリア紀の炭酸塩岩中にできた晶洞中に、内壁に無煙炭のごとき有機物コーティングが見られ、その中に、良質の水晶が形成されている。有機物は、結晶学的には石墨であり、ラマン分光法による温度推定では、約 200℃という熱履歴が得られた。炭酸塩岩のバイオマーカー分析の結果、アルキルベンゼンが卓越した。この結果は、パキスタン / アフガニスタン国境地域産水晶の包有物の分析結果と一致した。現在、ハーキマーで得られた水晶自体の分析を行っている。また、高知県佐川町にも有機物を含む水晶が産出する。試料採取を終え詳細な観察 / 分析を開始した。このような、観察 / 分析結果を総合して、水晶の結晶成長における有機物の役割を明らかにしていく。

24. 深海海底熱水系における超好熱性古細菌の伝搬と拡散に関する研究

生物の分散は、地球生命の進化における重要な要因である。海底に点在する熱水域に生息する超好熱性の熱水性微生物は、一般的な海水中では増殖できないため、生物の分散過程を調べるのに適した材料である。西太平洋、インド洋、大西洋などの熱水堆積物試料から超好熱性古細菌を 27 株分離培養し、これらの株は遺伝子配列から 3 つの系統群に分かれた。その低温での生残率を培養実験を通じて調べたところ、西太平洋にのみ分布するグループは低温で死滅しやすく、遺伝的変異も少ないことから、比較的最近の噴火イベントによる分散が示唆された。また、低温耐性の高い系統群は調査したすべての熱水系に分布しており、低温による細胞膜透過性が変化することで広域な分布を可能にしていると考えられる。

25. 深海熱水系における化学合成の場の特定

海底熱水系の近傍では、無機物から有機物を生み出すことのできる硫黄酸化やメタン酸化を中心とした化学合成微生物が生態系を支えている、熱水活動による深海生態系への生物・生態学的影響を評価するには、化学合成微生物の生態、特に深海での挙動・エネルギー獲得の形態・増殖特性の解明が重要である。

これまでに海底熱水系から取得した試料を用いて、硫黄酸化やメタン酸化系統群の定量測定と熱水希釈率からその増殖解析を行った。微生物の増殖曲線からは、遅延期は認められず、熱水からの拡散後に速やかに増殖していることが示され、これは熱水近傍の低温ミキシングゾーンにおけるエネルギー獲得や増殖準備が行われていることを示唆している。深海熱水ブルーム中での炭素固定量は熱水近傍のミキシングゾーンの広がり重要であると結論づけられる。

6 論文および出版物

6.1 大気海洋科学講座

原著論文

1. Baldwin, M. P., Birner, T., Brasseur, G., Burrows, J., Butchart, N., Garcia, R., Geller, M., Gray, L., Hamilton, K., Harnik, N., Hegglin, M. I., Langematz, U., Robock, A., Sato, K., & Scaife, A. (2019), 100 Years of Progress in Understanding the Stratosphere and Mesosphere, *Meteorological Monographs*, 59, 27.1–27.62, <https://doi.org/10.1175/AMSMONOGRAPH-D-19-0003.1>
2. de Lavergne, C., Vic, C., Madec, G., Roquet, F., Waterhouse, A. F., Whalen, C. B., Cuyppers, Y., Bouruet-Aubertot, P., Ferron, B., & Hibiya, T. (2020), A parameterization of local and remote tidal mixing, *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 12, 1–25, doi:10.1002/essoar.10502171.1.
3. Fukuzawa, K., & Hibiya, T. (2019), The amplification mechanism of a meteo-tsunami originating off the western coast of Kyushu Island of Japan in the winter of 2010, *J. Oceanogr.*, 76, 169–182, doi:10.1007/s10872-019-00536-3.
4. Harada, Y., Sato, K., Kinoshita, T., Yasui, R., Hirooka, T., & Naoe, H. (2019), Diagnostics of a WN2 - type major sudden stratospheric warming event in February 2018 using a new three - dimensional wave activity flux, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 124(12), 6120–6142, <https://doi.org/10.1029/2018JD030162>
5. Hashimoto, T., Saito, A., Nishimura, K., Tsutsumi, M., Sato, K., & Sato, T. (2019), First incoherent scatter measurements and adaptive suppression of field-aligned irregularities by the PANSY radar at Syowa Station, Antarctic, *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 36, 1881–1888, <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-18-0175.1>
6. Hermes, J. C., Y. Masumoto, L. M. Beal, M. K. Roxy, J. Vialard, M. Andres, H. Annamalai, S. Behera, N. D'Adamo, T. Doi, M. Feng, W. Han, N. Hardman-Mountford, H. Hendon, R. Hood, S. Kido, C. Lee, T. Lee, M. Lengaigne, J. Li, R. Lumpkin, K. N. Navaneeth, B. Milligan, M. J. McPhaden, M. Ravichandran, T. Shinoda, A. Singh, B. Sloyan, P. G. Strutton, A. C. Subramanian, S. Thurston, T. Tozuka, C. C. Ummenhofer, A. S. Unnikrishnan, R. Venkatesan, D. Wang, J. Wiggert, L. Yu, and W. Yu (2019), A Sustained Ocean Observing System in the Indian Ocean for Climate Related Scientific Knowledge and Societal Needs, *Front. Mar. Sci.*, 28 June 2019, <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00355>.
7. Hirobe, T., Niwa, Y., Endoh, T., Mulia, I. E., Inazu, D., Yoshida, T., Tatehata, H., Nadai, A., Waseda, T., & Hibiya, T. (2019), Observation of sea surface height using airborne radar altimetry: A new approach for large offshore tsunami detection, *J. Oceanogr.*, 75, 541–558, doi:10.1007/s10872-019-00521-w.
8. Kawatani, Y., Hamilton, K., Sato, K., Dunkerton, T. J., Watanabe, S., & Kikuchi, K. (2019), ENSO modulation of the QBO: Results from MIROC models with and without non-orographic gravity wave parameterization, *J. Atmos. Sci.*, 76, 3893–3897, <https://doi.org/10.1175/JAS-D-19-0163.1>
9. Kido, S., Tozuka, T. & Han, W. (2019). Experimental assessments on impacts of salinity anomalies on the positive Indian Ocean Dipole. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 124(12), 9462–9486. <https://doi.org/10.1029/2019JC015479>
10. Kido, S., Tozuka, T., & Han, W. (2019). Anatomy of salinity anomalies associated with the positive Indian Ocean Dipole. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 124(11), 8116–8139. <https://doi.org/10.1029/2019JC015163>
11. Kohma, M., & Sato, K. (2019), A diagnostic equation for tendency of lapse-rate-tropopause heights and its application, *J. Atmos. Sci.*, 76, 3337–3350, <https://doi.org/10.1175/JAS-D-19-0054.1>
12. Matsushita, Y., Kado, D., Kohma, M., & Sato, K. (2020), Relation Between the Interannual Variability in the Stratospheric Rossby Wave Forcing and Zonal Mean Fields Suggesting an Interhemispheric Link in the Stratosphere, *Ann. Geophys.*, 38(2), 319–329, <https://doi.org/10.5194/angeo-38-319-2020>
13. Miura, H. (2019), Application of the synchronized B grid staggering for solution of the shallow-water equations on the spherical icosahedral grid, *Mon. Wea. Rev.*, 147, 2485–2509, <https://doi.org/10.1175/MWR-D-18-0304.1>
14. Miyakawa, T., & Miura, H. (2019), Resolution dependencies of tropical convection in a global cloud/cloud-system resolving model. *J. Meteor. Soc. Japan*, 97, 745–756, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2019-034>.

15. Mori, T., Goto-Azuma, K., Kondo, Y., Ogawa-Tsukagawa, Y., Miura, K., Hirabayashi, M., Oshima, N., Koike, M., Kupiainen, K., Moteki, N., Ohata, S., Sinha, P. R., Sugiura, K., Aoki, T., Schneebeli, M., Steffen, K., Sato, A., Tsushima, A., Makarov, V., Omiya, S., Sugimoto, A., Takano, S., and Nagatsuka, N. (2019). Black Carbon and Inorganic Aerosols in Arctic Snowpack. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 124, 13,325–13,356. <https://doi.org/10.1029/2019JD030623>.
16. Mori, T., Ohata, S., Morino, Y., Koike, M., Moteki, N., and Kondo, Y. (2020). Changes in black carbon aerosols in Tokyo in 2003–2017. *Proceedings of the Japan Academy, Series B, Physical and Biological Sciences*, 96(3), 122–129, <https://doi.org/10.2183/pjab.96.010>.
17. Mulia, I. E., Hirobe, T., Inazu, D., Endoh, T., Niwa, Y., Gusman, A. R., Tatehata, H., Waseda, T., & Hibiya, T. (2020), Advanced tsunami detection and forecasting by radar on unconventional airborne observing platforms, *Sci. Rep.*, 10:2412, doi:10.1038/s41598-020-59239-1.
18. Nishimura, K., Kohma, M., Sato, K., & Sato, T. (2020), Spectral Observation Theory and Beam De-Broadening Algorithm for Atmospheric Radar, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 1-9, <https://doi.org/10.1109/TGRS.2020.2970200>
19. Ohata, S., Kondo, Y., Moteki, N., Mori, T., Yoshida, A., Sinha, P. R., and Koike, M. (2019). Accuracy of black carbon measurements by a filter-based absorption photometer with a heated inlet. *Aerosol Science and Technology*, 53(9), 1079–1091, <https://doi.org/10.1080/02786826.2019.1627283>.
20. Ong, C. R., & Miura, H. (2019), Immersed boundary method with irrotational delta vector for droplet simulations of large density ratio, *J. Comput. Phys.*, 391, 280–302, <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2019.04.026>.
21. Onuki, Y., & Tanaka, Y. (2019), Instabilities of finite-amplitude internal wave beams, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 7527–7535, doi:10.1029/2019GL082570.
22. Purwandana, A., Cuypers, Y., Bouruet-Aubertot, P., Nagai, T., Hibiya, T., & Atmadipoera, A. S. (2020), Spatial structure of turbulent mixing inferred from historical CTD datasets in the Indonesian seas, *Prog. Oceanogr.*, 184, doi:10.1016/j.pocean.2020.102312.
23. Roemmich, D., Alford, M. H., Claustre, H., Johnson, K. S., King, B., Moum, J., Oke, P. R., Owens, W. B., Pouliquen, S., Purkey, S., Scanderbeg, M., Suga, T., Wijffels, S. E., Zilberman, N., Bakker, D., Baringer, M. O., Belbeoch, M., Bittig, H. C., Boss, E., Calil, P., Carse, F., Carval, T., Chai, F., Conchubhair, D. O., D'Ortenzio, F., Dall'Olmo, G., Desbruyères, D., Fennel, K., Fer, I., Ferrari, R., Forget, G., Freeland, H., Fujiki, T., Gehlen, M., Greenan, B., Hallberg, R., Hibiya, T., Hosoda, S., Jayne, S., Jochum, M., Johnson, G. C., Kang, K-R, Kolodziejczyk, N., Koertzing, A., Le Traon, P. Y., Lenn, Y-D., Maze, G., Mork, K. A., Morris, T., Nagai, T., Nash, J., Garabato, A. N., Olsen, A., Pattabhi, R. R., Prakash, S., Riser, S., Schmechtig, C., Shroyer, E., Sterl, A., Sutton, P., Talley, L., Tanhua, T., Thierry, V., Thomalla, S., Toole, J., Troisi, A., Trull, T., Turton, J. D., Velez-Belchi, P. J., Walczowski, W., Wang, H., Wanninkhof, R., Waterhouse, A., Watson, A., Wilson, C., Wong, A. P. S., Xu, J., & Yasuda, I. (2019), On the future of Argo: A global, full-depth, multi-disciplinary array, *Front. Mar. Sci.*, 6, 1–28 doi:10.3389/fmars.2019.00439.
24. Sato, K. & Hirano, S. (2019), The climatology of Brewer-Dobson circulation and the contribution of gravity waves, *Atmos. Chem. Phys.*, 19(7), 4517–4539, <https://doi.org/10.5194/acp-19-4517-2019>
25. Shimpō, A., K. Takemura, S. Wakamatsu, H. Togawa, Y. Mochizuki, M. Takekawa, S. Tanaka, K. Yamashita, S. Maeda, R. Kurora, H. Murai, N. Kitabatake, H. Tsuguti, H. Mukougawa, T. Iwasaki, R. Kawamura, M. Kimoto, I. Takayabu, Y. Takayabu, Y. Tanimoto, T. Hirooka, Y. Masumoto, M. Watanabe, K. Tsuboki, and H. Nakamura (2019), Primary factors behind the heavy rain event of July 2018 and the subsequent heat wave in Japan, SOLA, 15, Early Online Release on May 17, 2019, doi: 10.2151/sola.15A-003.
26. Sprintall, J., Gordon, A. L., Wijffels, S. E., Feng, M., Hu, S., Koch-Larrouy, A., Phillips, H., Nugroho, D., Napitu, A., Pujana, K., Susanto, R. D., Sloyan, B., Peña-Molino, B., Yuan, D., Riama, N. F., Siswanto, S., Kuswardani, A., Arifin, Z., Wahyudi, A. J., Zhou, H., Nagai, T., Ansong, J. K., Bourdalle-Badié, R., Chanut, J., Lyard, F., Arbic, B. K., Ramdhani, A., & Setiawan, A. (2019), Detecting change in the Indonesian Seas, *Front. Mar. Sci.*, 6(257), 1–24, doi:10.3389/fmars.2019.00257.
27. Syamsudin, F., Taniguchi, N., Zhang, C., Hanifa, A. D., Li, G., Chen, M., Mutsuda, H., Zhu, Z., Zhu, X., Nagai, T., & Kaneko, A. (2019), Observing internal solitary waves in the Lombok strait by coastal acoustic tomography, *Geophys. Res. Lett.*, 46, 10475–10483, doi:10.1029/2019GL084595.
28. Takegawa, N., Seto, T., Moteki, N., Koike, M., Oshima, N., Adachi, K., Kita, K., Takami, A., and Kondo, Y. (2020). Enhanced New Particle Formation above the Marine 1 Boundary Layer over 2 the Yellow Sea: Potential Impacts on Cloud Condensation Nuclei. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 125, e2019JD031448. <https://doi.org/10.1029/2019JD031448>.

29. Tanaka, Y., & Hibiya, T. (2019), Generation mechanism of tropical instability waves in the equatorial Pacific Ocean, *J. Phys. Oceanogr.*, 49, 2901-2915, doi:10.1175/JPO-D-19-0094.1.
30. Tanaka, Y., Nishiyama, T., Kadokura, A., Ozaki, M., Miyoshi, Y., Shiokawa, K., et al. including Sato, K. (2019), Direct comparison between magnetospheric plasma waves and polar mesosphere winter echoes in both hemispheres, *J. Geophys. Res. Space Phys.*, 124(11), 9626-9639, <https://doi.org/10.1029/2019JA026891>
31. Tobo, Y., Adachi, K., DeMott, P. J., Hill, T. C. J., Hamilton, D. S., Mahowald, N. M., Nagatsuka, N., Ohata, S., Uetake, J., Kondo, Y., and Koike, M. (2019). Glacially sourced dust as a potentially significant source of ice nucleating particles. *Nature Geoscience*, 12, 12,253-12,258. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0314-x>.
32. Yamagami, Y., Tozuka, T., & Qiu, B. (2019). Interannual variability of the Natal Pulse. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 124(12), 9258-9276. <https://doi.org/10.1029/2019JC015525>
33. Yang, W., Hibiya, T., Tanaka, Y., Zhao, L., & Wei, H. (2019), Diagnostics and energetics of the topographic Rossby waves generated by a typhoon propagating over the ocean with a continental shelf slope, *J. Oceanogr.*, 75, 503-512, doi:10.1007/s10872-019-00518-5.
34. Zarzycki, C. M., Jablonowski, C., Kent, J., Lauritzen, P. H., Nair, R., Reed, K. A., Ullrich, P. A., Hall, D. M., Taylor, M. A., Dazlich, D., Heikes, R., Konor, C., Randall, D., Chen, X., Harris, L., Giorgetta, M., Reinert, D., Kühnlein, C., Walko, R., Lee, V., Qaddouri, A., Tanguay, M., Miura, H., Ohno, T., Yoshida, R., Park, S.-H., Klemp, J. B., & Skamarock, W. C. (2019), DCMIP2016: the splitting supercell test case, *Geosci. Model Dev.*, 12, 879-892, <https://doi.org/10.5194/gmd-12-879-2019>.
35. 日比谷 紀之, 永井 平 (2019), 海底地形上での潮汐混合を引き起こす内部重力波に関する考察, 沿岸海洋研究, 57, 1, 39-42.

総説

36. Ohishi, S., Aiki, H., Tozuka, T., & Cronin, M. F. (2019). Frontolysis by surface heat flux in the eastern Japan Sea: importance of mixed layer. *Journal of Oceanography*, 75(3), 283-297. <https://doi.org/10.1007/s10872-018-0502-0>
37. Tozuka, T., Subramanian, A. C., & Ummenhofer, C. C. (2020). Climate information and prediction across Timescales. *CLIVAR Exchanges No. 78*, 52-58. <https://doi.org/10.36071/clivar.78.2020>
38. 高麗正史 (2019), 極域対流圏界面雲の出現に関する力学的研究—2016 年度山本賞受賞記念講演一, 天気, 66(6), 411-419. doi:10.24761/tenki.66.6_411

著書

39. Miura, H. (2019), Difficulties in the subgrid-scale redistribution of moisture of a global cloud-resolving model, *Current Trends in the Representation of Physical Processes in Weather and Climate Models*, D. A. Randall, Ed., Springer, 207-215.
40. Tozuka, T., Doi, T. & McPhaden, M. J. (2019). Interannual variability and predictability, "IndOOS-2: A roadmap to sustained observations of the Indian Ocean for 2020-2030", Chapter 19, 99-103. <https://doi.org/10.36071/clivar.rp.4.20196.2>

6.2 宇宙惑星科学講座

原著論文

1. Amano, T., Katou, T., Kitamura, N., Oka, M., Matsumoto, Y., Hoshino, M., et al. (2020). Observational evidence for stochastic shock drift acceleration of electrons at the Earth's bow shock. *Physical Review Letters*, 124(6), 065101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.065101>
2. Angelopoulos, V., Cruce, P., Drozdov, A., Grimes, E. W., Hatzigeorgiu, N., King, D. A., Larson, D., Lewis, J. W., McTiernan, J. M., Roberts, D. A., Russell, C. L., Hori, T., Kasahara, Y., Kumamoto, A., Matsuoka, A., Miyashita, Y., Miyoshi, Y., Shinohara, I., Teramoto, M., Faden, J. B., Halford, A. J., McCarthy, M., Millan, R. M., Sample, J. G., Smith, D. M., Woodger, L. A., Masson, A., Narock, A. A., Asamura, K., Chang, T. F., Chiang, C.-Y., Kazama, Y., Keika, K., Matsuda, S., Segawa, T., Seki, K., Shoji, M., Tam, S. W. Y., Umemura, N., Wang, B.-J., Wang, S.-Y., Redmon, R., Rodriguez, J. V., Singer, H. J., Vandegriff, J., Abe, S., Nose, M., Shinbori, A., Tanaka, Y.-M., UeNo, S., ersson, L., Dunn,

- P., Fowler, C., Halekas, J. S., Hara, T., Harada, Y., Lee, C. O., Lillis, R., Mitchell, D. L., Argall, M. R., Bromund, K., Burch, J. L., Cohen, I. J., Galloy, M., Giles, B., Jaynes, A. N., Le Contel, O., Oka, M., Phan, T. D., Walsh, B. M., Westlake, J., Wilder, F. D., Bale, S. D., Livi, R., Pulupa, M., Whittlesey, P., DeWolfe, A., Harter, B., Lucas, E., Auster, U., Bonnell, J. W., Cully, C. M., Donovan, E., Ergun, R. E., Frey, H. U., Jackel, B., Keiling, A., Korth, H., McFadden, J. P., Nishimura, Y., Plaschke, F., Robert, P., Turner, D. L., Weygand, J. M., Candey, R. M., Johnson, R. C., Kovalick, T., Liu, M. H., McGuire, R. E., Breneman, A., Kersten, K., and Schroeder, P., The Space Physics Environment Data Analysis System (SPEDAS), *Space Sci. Rev.*, 215: 9, <https://doi.org/10.1007/s11214-018-0576-4>, 2019.
3. Arakawa, M., T. Saiki, K. Wada, K. Ogawa, T. Kadono, K. Shirai, H. Sawada, K. Ishibashi, R. Honda, N. Sakatani, Y. Iijima, C. Okamoto, H. Yano, Y. Takagi, M. Hayakawa, P. Michel, M. Jutzi, Y. Shimaki, S. Kimura, Y. Mimasu, T. Toda, H. Imamura, S. Nakazawa, H. Hayakawa, S. Sugita, T. Morota, S. Kameda, E. Tatsumi, Y. Cho, K. Yoshioka, Y. Yokota, M. Matsuoka, M. Yamada, T. Kouyama, C. Honda, Y. Tsuda, S. Watanabe, M. Yoshikawa, S. Tanaka, F. Terui, S. Kikuchi, T. Yamaguchi, N. Ogawa, G. Ono, K. Yoshikawa, T. Takahashi, Y. Takei, A. Fujii, H. Takeuchi, Y. Yamamoto, T. Okada, C. Hirose, S. Hosoda, O. Mori, T. Shimada, S. Soldini, R. Tsukizaki, T. Iwata, M. Ozaki, M. Abe, N. Namiki, K. Kitazato, S. Tachibana, H. Ikeda, N. Hirata, N. Hirata, R. Noguchi, A. Miura (2020) An artificial impact on the asteroid (162173) Ryugu formed a crater in the gravity-dominated regime, *Science*, 368, 67-71, doi:10.1126/science.aaz1701.
 4. Barucci, M.A., P.H. Hasselmann, M. Fulchignoni, R. Honda, Y. Yokota, S. Sugita, K. Kitazato, J.D.P. Deshapriya, D. Perna, E. Tatsumi, D. Domingue, T. Morota, S. Kameda, T. Iwata, M. Abe, M. Ohtake, S. Matsuura, M. Matsuoka, T. Hiroi, T. Nakamura, T. Kouyama, H. Suzuki, M. Yamada, N. Sakatani, C. Honda, K. Ogawa, M. Hayakawa, K. Yoshioka, Y. Cho, H. Sawada, D. Takir, F. Vilas, N. Hirata, N. Hirata, S. Tanaka, Y. Yamamoto, M. Yoshikawa, S. Watanabe, and Y. Tsuda (2019) Multivariable statistical analysis of spectrophotometry and spectra of (162173) Ryugu as observed by JAXA Hayabusa2 mission, *Astronomy & Astrophysics*, 629, A13, doi:10.1051/0004-6361/201935851.
 5. Bohdan, A., Niemiec, J., Pohl, M., Matsumoto, Y., Amano, T., & Hoshino, M. (2019). Kinetic simulations of nonrelativistic perpendicular shocks of young supernova remnants. I. Electron shock-surfing acceleration. *The Astrophysical Journal*, 878(1), 5. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab1b6d>
 6. Bohdan, A., Niemiec, J., Pohl, M., Matsumoto, Y., Amano, T., & Hoshino, M. (2019). Kinetic Simulations of Nonrelativistic Perpendicular Shocks of Young Supernova Remnants. II. Influence of Shock-surfing Acceleration on Downstream Electron Spectra. *The Astrophysical Journal*, 885(1), 10. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab43cf>
 7. Bohdan, A., Pohl, M., Niemiec, J., Vafin, S., Matsumoto, Y., Amano, T., & Hoshino, M. (2020). Kinetic Simulations of Nonrelativistic Perpendicular Shocks of Young Supernova Remnants. III. Magnetic Reconnection. *The Astrophysical Journal*, 893(1), 6. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab7cd6>
 8. Fukuda K., Hiyagon H., Fujiya W., Takahata N., Kagoshima T., and Sano Y. (2019) Origin of the Short-lived Radionuclide ^{10}Be and Its Implications for the Astronomical Setting of CAI Formation in the Solar Protoplanetary Disk *The Astrophysical Journal* 886:34 (11pp).
 9. Grott M., Knollenberg J., Hamm M., Ogawa K., Jaumann R., Otto K. A., Delbo M., Michel P., Biele J., Neumann W., Knapmeyer M., Kühr E., Senshu H., Okada T., Helbert J., Maturilli A., Müller N., Hagermann A., Sakatani N., Tanaka S., Arai T., Mottola S., Tachibana S., Pelivan I., Drube L., Vincent J.-B., Yano H., Pilorget C., Matz K. D., Schmitz N., Koncz A., Schröder S. E., Trauthan F., Schlotterer M., Krause C., Ho T.-M. & Moussi-Soffys A. (2019), Low thermal conductivity boulder with high porosity identified on C-type asteroid (162173) Ryugu. *Nature Astronomy* 3, 971-976. doi.org/10.1038/s41550-019-0832-x
 10. Hirabayashi, M., E. Tatsumi, H. Miyamoto, G. Komatsu, S. Sugita, S. Watanabe, D. J. Scheeres, O. S. Barnouin, P/ Michel, C. Honda, T. Michikami, Y. Cho, T. Morota, N. Hirata, N. Hirata, N. Sakatani, S. T. Schwartz, R. Honda, Y. Yokota, S. Kameda, H. Suzuki, T. Kouyama, M. Hayakawa, M. Matsuoka, K. Yoshioka, K. Ogawa, H. Sawada, M. Yoshikawa, Y. Tsuda (2019), The Western Bulge of 162173 Ryugu Formed as a Result of a Rotationally Driven Deformation Process, *Astrophys. J.*, 874:L10 (6pp).
 11. Hirata, N., T. Morota, Y. Cho, M. Kanamaru, S. Watanabe, S. Sugita, N. Hirata, Y. Yamamoto, R. Noguchi, Y. Shimaki, E. Tatsumi, K. Yoshioka, H. Sawada, Y. Yokota, N. Sakatani, M. Hayakawa, M. Matsuoka, R. Honda, S. Kameda, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, C. Honda, K. Ogawa, Y. Tsuda, M. Yoshikawa, T. Saiki, S. Tanaka, F. Terui, S. Nakazawa, S. Kikuchi, T. Yamaguchi, N. Ogawa, G. Ono, Y. Mimasu, K. Yoshikawa, T. Takahashi, Y. Takei, A. Fujii, H. Takeuchi, T. Okada, K. Shirai, Y. Iijima (2020) The spatial distribution of impact craters on Ryugu, *Icarus*, 338, 113527, doi:10.1016/j.icarus.2019.113527.
 12. Imajo, S., M. Nose, S. Kasahara, S. Yokota, A. Matsuoka, K. Keika, T. Hori, M. Teramoto, K. Yamamoto, S. Oimatsu,

- R. Nomura, A. Fujimoto, I. Shinohara, and Y. Miyoshi, "Meridional Distribution of Middle-energy Protons And Pressure-Driven Currents in the Nightside Inner Magnetosphere: Arase Observations", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2019JA026682, 2019.
13. Inui, S., K. Seki, S. Sakai, D. A. Brain, T. Hara, J. P. McFadden, J. S. Halekas, D. L. Mitchell, G. A. DiBraccio, and B. M. Jakosky, Statistical study of heavy ion outflows from Mars observed in the Martian induced magnetotail by MAVEN, *J. Geophys. Res.*, 124, <https://doi.org/10.1029/2018JA026452>, 2019.
 14. Iwamoto, M., Amano, T., Hoshino, M., Matsumoto, Y., Niemiec, J., Ligorini, A., et al. (2019). Precursor wave amplification by ion–electron coupling through wakefield in relativistic shocks. *The Astrophysical Journal*, 883(2), L35. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab4265>
 15. Jaumann, R., N. Schmitz, T.-M. Ho, S.E. Schröder, K.A. Otto, K. Stephan, S. Elgner, K. Krohn, F. Preusker, F. Scholten, J. Biele, S. Ullamec, C. Krause, S. Sugita, K.-D. Matz, T. Roatsch, R. Parekh, S. Mottola, M. Grott, P. Michel, F. Trauthan, A. Koncz, H. Michaelis, C. Lange, J.T. Grundmann, M. Maibaum, K. Sasaki, F. Wolff, J. Reill, A. Moussi-Soffys, L. Lorda, W. Neumann, J.-B. Vincent, R. Wagner, J.-P., Bibring, S. Kameda, H. Yano, S. Watanabe, M. Yoshikawa, Y. Tsuda, T. Okada, T. Yoshimitsu, Y. Mimasu, T. Saiki, H. Yabuta, H. Rauer, R. Honda, T. Morota, Y. Yokota, T. Kouyama (2019) Images from the surface of asteroid Ryugu show rocks similar to carbonaceous chondrite meteorites, *Science*, 365, 817-820, doi: 10.1126/science.aaw8627.
 16. Kasahara, S., Y. Miyoshi, S. Kurita, S. Yokota, K. Keika, T. Hori, Y. Kasahara, S. Matsuda, A. Kumamoto, A. Matsuoka, K. Seki, I. Shinohara, "Strong diffusion of energetic electrons by equatorial chorus waves in the midnight-to-dawn sector", *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2019GL085499, 2019.
 17. Katsuda, S.; et al. (2020) Inverse First Ionization Potential Effects in Giant Solar Flares Found from Earth X-Ray Albedo with Suzaku/XIS, *The Astrophysical Journal*, 891, 126, [10.3847/1538-4357/ab7207](https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab7207)
 18. Kistler, L. M., Mouikis, C. G., Asamura, K., Yokota, S., Kasahara, S., Miyoshi, Y., Keika, K. et al. (2019). Cusp and nightside auroral sources of O⁺ in the plasma sheet. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124. <https://doi.org/10.1029/2019JA027061>
 19. Kitamura, N., Omura, Y., Nakamura, S., Amano, T., Boardsen, S. A., Ahmadi, N., Le Contel, O., Lindqvist, P. A., Ergun, R. E., Saito, Y., Yokota, S., Gershman, D. J., Paterson, W. R., Pollock, C. J., Giles, B. L., Russell, C. T., Strangeway, R. J., & Burch, J. L. (2020). Observations of the Source Region of Whistler Mode Waves in Magnetosheath Mirror Structures. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 125(5). <https://doi.org/10.1029/2019JA027488>
 20. Kitazato, K., Milliken, R. E., Iwata, T., Abe, M., Ohtake, M., Matsuura, S., Arai, T., Nakauchi, Y., Nakamura, T., Matsuoka, M., Senshu, H., Hirata, N., Hiroi, T., Pilorget, C., Brunetto, R., Poulet, F., Riu, L., Bibring, J. -P., Takir, D., Domingue, D. L., Vilas, F., Barucci, M. A., Perna, D., Palomba, E., Galiano, A., Tsumura, K., Osawa, T., Komatsu, M., Nakato, A., Arai, T., Takato, N., Matsunaga, T., Takagi, Y., Matsumoto, K., Kouyama, T., Yokota, Y., Tatsumi, E., Sakatani, N., Yamamoto, Y., Okada, T., Sugita, S., Honda, R., Morota, T., Kameda, S., Sawada, H., Honda, C., Yamada, M., Suzuki, H., Yoshioka, K., Hayakawa, M., Ogawa, K., Cho, Y., Shirai, K., Shimaki, Y., Hirata, N., Yamaguchi, A., Ogawa, N., Terui, F., Yamaguchi, T., Takei, Y., Saiki, T., Nakazawa, S., Tanaka, S., Yoshikawa, M., Watanabe, S., Tsuda, Y. (2019) The surface composition of asteroid 162173 Ryugu from Hayabusa2 near-infrared spectroscopy, *Science*, 364, 272-275, doi:10.1126/science.aav7432.
 21. Kronberg, E., A. E. E. Grigorenko, A. Malykhin, L. Kozak, B. Petrenko, M. F. Vogt, E. Roussos, P. Kollmann, C. M. Jackman, S. Kasahara, Kh. V. Malova, C. Tao, A. Radioti, and A. Masters, "Acceleration of ions in Jovian plasmoids: does turbulence play a role?", *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2019JA026553, 2019.
 22. Kuroda M. & Tachibana S. (2019), Effect of structural dynamical property of melt on water diffusion in rhyolite melt. *ACS Earth Space Chem.* 3, 2058-2062. doi.org/10.1021/acsearthspacechem.9b00133
 23. Liu, N., Su, Z., Gao, Z., Zheng, H., Wang, Y., Wang, S., Y. Miyoshi, I. Shinohara, Y. Kasahara, F. Tsuchiya, A. Kumamoto, S. Matsuda, M. Shoji, T. Mitani, T. Takashima, Y. Kazama, B. Wang, S. Wang, C. Jun, T. Chang, S. W. Y. Tam, S. Kasahara, S. Yokota, K. Keika, T. Hori, and A. Matsuoka (2020). Comprehensive observations of substorm-enhanced plasmaspheric hiss generation, propagation, and dissipation. *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086040. <https://doi.org/10.1029/2019GL086040>
 24. Makino, K., Fujita, Y., Nobukawa, K. K., Matsumoto, H., & Ohira, Y. (2019), Interaction between molecular clouds and MeV-TeV cosmic-ray protons escaped from supernova remnants, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 71, id.78, doi:10.1093/pasj/psz058.
 25. Matsuda N., Sakamoto N., Tachibana S. & Yurimoto H. (2019), Heating duration of igneous rim formation on a chondrule in the Northwest Africa 3118 CV3oxA carbonaceous chondrite inferred from micro-scale migration of the oxygen isotopes. *Geochemistry*, 79, 125524 (13 pp). doi.org/10.1016/j.chemer.2019.07.006

26. Michikami, T., C. Honda, H. Miyamoto, M. Hirabayashi, A. Hagermann, T. Irie, K. Nomura, C. M. Ernst, M. Kawamura, K. Sugimoto, E. Tatsumi, T. Morota, N. Hirata, T. Noguchi, Y. Cho, S. Kameda, T. Kouyama, Y. Yokota, R. Noguchi, M. Hayakawa, N. Hirata, R. Honda, M. Matsuoka, N. Sakatani, H. Suzuki, M. Yamada, K. Yoshioka, H. Sawada, R. Hemmi, H. Kikuchi, K. Ogawa, S. Watanabe, S. Tanaka, M. Yoshikawa, Y. Tsuda, S. Sugita (2019) Boulder size and shape distributions on asteroid Ryugu, *Icarus*, 331, 179-191, doi:10.1016/j.icarus.2019.05.019.
27. Mitani, K., Seki, K., Keika, K., Gkioulidou, M., Lanzerotti, L. J., Mitchell, D. G., et al. (2019). Statistical study of selective oxygen increase in high - energy ring current ions during magnetic storms. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 3193–3209. <https://doi.org/10.1029/2018JA026168>
28. Miyoshi, Y., Matsuda, S., Kurita, S., Nomura, K., Keika, K., Shoji, M., et al. (2019). EMIC waves converted from equatorial noise due to $M/Q = 2$ ions in the plasmasphere: Observations from Van Allen Probes and Arase. *Geophysical Research Letters*, 46, 5662–5669. <https://doi.org/10.1029/2019GL083024>
29. Morita, T., Nagashima, K., Edamoto, M., Tomita, K., Sano, T., Itadani, Y., Kumar, R., Ota, M.; Egashira, S., Yamazaki, R., Tanaka, S. J., Tomita, S., Tomiya, S., Toda, H., Miyata, I., Kakuchi, S., Sei, S., Ishizaka, N., Matsukiyo, S., Kuramitsu, Y., Ohira, Y., Hoshino, M., Sakawa, Y. (2019), Anomalous plasma acceleration in colliding high-power laser-produced plasmas, *Physics of Plasmas*, 26, id.090702, doi:10.1063/1.5100197.
30. Nakagawa, H., S. K. Jain, N. M. Schneider, F. Montmessin, R. V. Yelle, F. Jiang, L. Verdier, T. Kuroda, N. Yoshida, H. Fujiwara, T. Imamura, N. Terada, K. Terada, K. Seki, H. Gröller, and J. I. Deighan, A warm layer in the nightside mesosphere of Mars. *Geophys. Res. Lett.*, 47, e2019GL085646. <https://doi.org/10.1029/2019GL085646>, 2020.
31. Nara, Y., T. Imamura, K. Masunaga, Y. J. Lee, N. Terada, K. Yoshioka, A. Yamazaki, K. Seki, I. Yoshikawa, M. Yamada, and S. Watanabe, Vertical coupling between the cloud-level atmosphere and the thermosphere of Venus inferred from the simultaneous observations by Hisaki and Akatsuki, *J. Geophys. Res. Planets*, 125, e2019JE006192, doi:10.1029/2019JE006192, 2020.
32. Ogawa, Y., K. Seki, K. Keika, and Y. Ebihara, Characteristics of CME- and CIR-driven ion upflows in the polar ionosphere, *J. Geophys. Res.*, 124, <https://doi.org/10.1029/2018JA025870>, 2019.
33. Ohira, Y., & Murase, K. (2019), Origin and impacts of the first cosmic rays, *Physical Review D*, 100, id.061301, doi:10.1103/PhysRevD.100.061301.
34. Oka, M., F. Otsuka, S. Matsukiyo, L. B. Wilson III, M. R. Argall, T. Amano, T. D. Phan, M. Hoshino, O. Le Contel, D. J. Gershman, J. L. Burch, R. B. Torbert, J. C. Dorelli, B. L. Giles, R. E. Ergun, C. T. Russell, and P. A. Lindqvist, Electron Scattering by Low-Frequency Whistler Waves at Earth's Bow Shock, *Astrophysical Journal*, 886(1), <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab4a81> (2019)
35. Okada T., Fukuhara T., Tanaka S., Taguchi M., Arai T., Senshu H., Sakatani N., Shimaki Y., Demura H., Ogawa Y., Suko K., Sekiguchi T., Kouyama T., Takita J., Matsunaga T., Imamura T., Wada T., Hasegawa S., Helbert J., Müller T. G., Hagermann A., Biele J., Grott M., Hamm M., Delbo M., Hirata N., Hirata N., Yamamoto Y., Sugita S., Namiki N., Kitazato K., Arakawa M., Tachibana S., Ikeda H., Ishiguro M., Wada K., Honda C., Honda R., Ishihara Y., Matsumoto K., Matsuoka M., Michikami T., Miura A., Morota T., Noda H., Noguchi R., Ogawa K., Shirai K., Tatsumi E., Yabuta H., Yokota Y., Yamada M., Abe M., Hayakawa M., Iwata T., Ozaki M., Yano H., Hosoda S., Mori O., Sawada H., Shimada T., Takeuchi H., Tsukizaki R., Fujii A., Hirose C., Kikuchi S., Mimasu Y., Ogawa N., Ono G., Takahashi T., Takei Y., Yamaguchi T., Yoshikawa K., Terui F., Saiki T., Nakazawa S., Yoshikawa M., Watanabe S. & Tsuda Y. (2020), Highly porous nature of a primitive asteroid revealed by thermal imaging. *Nature* 579, 518-525. doi.org/10.1038/s41586-020-2102-6
36. Preusker, F., F. Scholten, S. Elgner, K.-D. Matz, S. Kameda, T. Roatsch, R. Jaumann, S. Sugita, R. Honda, T. Morota, E. Tatsumi, Y. Cho, K. Yoshioka, H. Sawada, Y. Yokota, N. Sakatani, M. Hayakawa, M. Matsuoka, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, C. Honda, K. Ogawa (2019) The MASCOT landing area on asteroid (162173) Ryugu: Stereo-photogrammetric analysis using images of the ONC onboard the Hayabusa2 spacecraft, *Astronomy & Astrophysics*, 632, L4, doi:10.1051/0004-6361/201936759.
37. Sakai, S., T. E. Cravens, L. Andersson, C. M. Fowler, D. L. Mitchell, C. Mazelle, E. M. B. Thiemann, F. G. Eparvier, D. A. Brain, and K. Seki, Low electron temperatures observed at Mars by MAVEN on dayside crustal magnetic field lines, *J. Geophys. Res.*, 124, 7629–7637. <https://doi.org/10.1029/2019JA026961>, 2019.
38. Sakata, R., K. Seki, S. Sakai, N. Terada, H. Shinagawa, and T. Tanaka, Effects of an intrinsic magnetic field on ion loss from ancient Mars based on multispecies MHD simulations. *J. Geophys. Res.*, 125, e2019JA026945, doi:10.1029/2019JA026945, 2020.

39. Scholten, F., F. Preusker, S. Elgner, K.-D. Matz, R. Jaumann, J. Biele, D. Hercik, H. -U. Auster, M. Hamm, M. Grott, C. Grimm, T. -M. Ho, A. Koncz, N. Schmitz, F. Trauthan, S. Kameda, S. Sugita, R. Honda, T. Morota, E. Tatsumi, Y. Cho, K. Yoshioka, H. Sawada, Y. Yokota, N. Sakatani, M. Hayakawa, M. Matsuoka, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, C. Honda, K. Ogawa (2019) The descent and bouncing path of the Hayabusa2 lander MASCOT at asteroid (162173) Ryugu, *Astronomy & Astrophysics*, 632, L3, doi: 10.1051/0004-6361/201936757.
40. Scholten, F., F. Preusker, S. Elgner, K.D. Matz, R. Jaumann, J. Biele, D. Hercik, H.U. Auster, M. Hamm, M. Grott, C. Grimm, T.M. Ho, A. Koncz, N. Schmitz, F. Trauthan, S. Kameda, S. Sugita, R. Honda, T. Morota, E. Tatsumi, Y. Cho, K. Yoshioka, H. Sawada, Y. Yokota, N. Sakatani, M. Hayakawa, M. Matsuoka, M. Yamada, T. Kouyama, H. Suzuki, C. Honda, K. Ogawa, (2019), The descent and bouncing path of the Hayabusa2 lander MASCOT at asteroid (162173) Ryugu, *Astronomy & Astrophysics*, 632, L5, doi:10.1051/0004-6361/201936760.
41. Seki, K., K. Keika, S. Kasahara, S. Yokota, T. Hori, K. Asamura, N. Higashio, M. Takada, Y. Ogawa, A. Matsuoka, M. Teramoto, Y. Miyoshi, and I. Shinohara, "Statistical properties of molecular ions in the ring current observed by the Arase (ERG) satellite", *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2019GL084163, 2019, [Editors' Highlights in Eos] .
42. Sezer, A., Ergin, T., Cesur, N., Tanaka, S. J., Kisaka, S., Ohira, Y., & Yamazaki, R. (2020), Suzaku and Fermi view of the supernova remnant 3C 396, 492, p.1484, doi:10.1093/mnras/stz3571.
43. Shimojo, M.; Kawate, T.; Okamoto, T. J.; Yokoyama, T.; Narukage, N.; Sakao, T.; Iwai, K.; Fleishman, G. D.; Shibata, K.. (2020) Estimating the Temperature and Density of a Spicule from 100 GHz Data Obtained with ALMA, *The Astrophysical Journal*, 888, L28, 10.3847/2041-8213/ab62a5
44. Shoda, M.; Suzuki, T. K.; Asgari-Targhi, M.; Yokoyama, T (2019) Three-dimensional simulation of the fast solar wind driven by compressible magnetohydrodynamic turbulence, *The Astrophysical Journal*, 880, L2, 10.3847/2041-8213/ab2b45
45. Sugita, S., Honda, R., Morota, T., Kameda, S., Sawada, H., Tatsumi, E., Yamada, M., Honda, C., Yokota, Y., Kouyama, T., Sakatani, N., Ogawa, K., Suzuki, H., Okada, T., Namiki, N., Tanaka, S., Iijima, Y., Yoshioka, K., Hayakawa, M., Cho, Y., Matsuoka, M., Hirata, N., Hirata, N., Miyamoto, H., Domingue, D., Hirabayashi, M., Nakamura, T., Hiroi, T., Michikami, T., Michel, P., Ballouz, R. -L., Barnouin, O. S., Ernst, C. M., Schröder, S. E., Kikuchi, H., Hemmi, R., Komatsu, G., Fukuhara, T., Taguchi, M., Arai, T., Senshu, H., Demura, H., Ogawa, Y., Shimaki, Y., Sekiguchi, T., Müller, T. G., Hagermann, A., Mizuno, T., Noda, H., Matsumoto, K., Yamada, R., Ishihara, Y., Ikeda, H., Araki, H., Yamamoto, K., Abe, S., Yoshida, F., Higuchi, A., Sasaki, S., Oshigami, S., Tsuruta, S., Asari, K., Tazawa, S., Shizugami, M., Kimura, J., Otsubo, T., Yabuta, H., Hasegawa, S., Ishiguro, M., Tachibana, S., Palmer, E., Gaskell, R., Le Corre, L., Jaumann, R., Otto, K., Schmitz, N., Abell, P. A., Barucci, M. A., Zolensky, M. E., Vilas, F., Thuillet, F., Sugimoto, C., Takaki, N., Suzuki, Y., Kamiyoshihara, H., Okada, M., Nagata, K., Fujimoto, M., Yoshikawa, M., Yamamoto, Y., Shirai, K., Noguchi, R., Ogawa, N., Terui, F., Kikuchi, S., Yamaguchi, T., Oki, Y., Takao, Y., Takeuchi, H., Ono, G., Mimasu, Y., Yoshikawa, K., Takahashi, T., Takei, Y., Fujii, A., Hirose, C., Nakazawa, S., Hosoda, S., Mori, O., Shimada, T., Soldini, S., Iwata, T., Abe, M., Yano, H., Tsukizaki, R., Ozaki, M., Nishiyama, K., Saiki, T., Watanabe, S., Tsuda, Y. (2019) The geomorphology, color, and thermal properties of Ryugu: Implications for parent-body processes, *Science*, 364, eaaw0422 1-11, doi:10.1126/science.aaw0422.
46. Silva, T., K. Schoeffer, J. Vieira, M. Hoshino, R. A. Fonseca, and L. O. Silva, Anisotropic heating and magnetic field generation due to Raman scattering in laser-plasma interactions, *Physical Review Research*, 2 (2), <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.023080> (2020)
47. Tachibana S., Kamizuka T., Hirota T., Sakai N., Oya Y., Takigawa A. & Yamamoto S. (2019), Spatial distribution of AIO in a high mass protostar c&date Orion Source I. *Astrophys. J. Letters* 875, L29 (4 pp). doi.org/10.3847/2041-8213/ab1653
48. Tatsumi, E., T. Kouyama, H. Suzuki, M. Yamada, N. Sakatani, S. Kameda, Y. Yokota, R. Honda, T. Morota, K. Moroi, N. Tanabe, H. Kamiyoshihara, M. Ishida, K. Yoshioka, H. Sato, C. Honda, M. Hayakawa, K. Kitazato, H. Sawada, S. Sugita (2019) Updated Inflight Calibration of Hayabusa2's Optical Navigation Camera (ONC) for Scientific Observations during the Cruise Phase, *Icarus*, 325, 153-195, doi.org/10.1016/j.icarus.2019.01.015.
49. Thuillet F., Michel P., Tachibana S., Ballouz R.-L. & Schwartz S. R. (2019), Numerical modeling of medium-speed impacts on a granular surface in a low-gravity environment Application to Hayabusa2 sampling mechanism. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 491, 153-177. doi.org/10.1093/mnras/stz3010
50. Tomita, S., Ohira, Y., & Yamazaki, R. (2019), Weibel-mediated Shocks Propagating into Inhomogeneous Electron — Positron Plasmas, *The Astrophysical Journal*, 886, article id. 54, doi:10.3847/1538-4357/ab4a10.
51. Wang, S.; Yokoyama, T. (2019) Diffusion regions and 3D energy mode development in spontaneous reconnection, *Physics of Plasmas*, 26, 072109, 10.1063/1.5098129

52. Wang, Y.; Yokoyama, T. (2020) Simulation of Alfvén wave propagation in magnetic chromosphere with radiative loss: effects of non-linear mode coupling on chromospheric heating, *The Astrophysical Journal*, 891, 110, 10.3847/1538-4357/ab70b2
53. Watanabe, K., Keika, K., Hoshino, M., Kitamura, N., Saito, Y., Giles, B. L., & Paterson, W. R. (2019). Statistical study on electron and ion temperatures in the near-Earth reconnection and magnetic pileup regions. *Geophysical Research Letters*, 46, 14, 223-14, 229. <https://doi.org/10.1029/2019GL084837>
54. Watanabe, S., M. Hirabayashi, N. Hirata, N. Hirata, R. Noguchi, Y. Shimaki, H. Ikeda, E. Tatsumi, M. Yoshikawa, S. Kikuchi, H. Yabuta, T. Nakamura, S. Tachibana, Y. Ishihara, T. Morota, K. Kitazato, N. Sakatani, K. Matsumoto, K. Wada, H. Senshu, C. Honda, T. Michikami, H. Takeuchi, T. Kouyama, R. Honda, S. Kameda, T. Fuse, H. Miyamoto, G. Komatsu, S. Sugita, T. Okada, N. Namiki, M. Arakawa, M. Ishiguro, M. Abe, R. Gaskell, E. Palmer, O.S. Barnouin, P. Michel, A.S. French, J.W. McMahon, D.J. Scheeres, P.A. Abell, Y. Yamamoto, S. Tanaka, K. Shirai, M. Matsuoka, M. Yamada, Y. Yokota, H. Suzuki, K. Yoshioka, Y. Cho, S. Tanaka, N. Nishikawa, T. Sugiyama, H. Kikuchi, R. Hemmi, T. Yamaguchi, N. Ogawa, G. Ono, Y. Mimasu, K. Yoshikawa, T. Takahashi, Y. Takei, A. Fujii, C. Hirose, T. Iwata, M. Hayakawa, S. Hosoda, O. Mori, H. Sawada, T. Shimada, S. Soldini, H. Yano, R. Tsukizaki, M. Ozaki, Y. Iijima, K. Ogawa, M. Fujimoto, T.M. Ho, A. Moussi, R. Jaumann, J.P. Bibring, C. Krause, F. Terui, T. Saiki, S. Nakazawa, Y. Tsuda. (2019) Hayabusa2 arrives at the carbonaceous asteroid 162173 Ryugu-A spinning top-shaped rubble pile, *Science*, 364, 268-272, doi:10.1126/science.aav8032.
55. Yamamoto D., Tachibana S., Kawasaki N. & Yurimoto H. (2019), Survivability of presolar oxygen isotopic signature of amorphous silicates dust in the protosolar disk. *Meteorit. Planet. Sci.* (12 pp). doi.org/10.1111/maps.13365
56. Yamamoto, K., Nosé, M., Keika, K., Hartley, D. P., Smith, C. W., MacDowall, R. J., et al. (2019). Eastward Propagating Second Harmonic Poloidal Waves Triggered by Temporary Outward Gradient of Proton Phase Space Density: Van Allen Probe A Observation. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 9904–9923. <https://doi.org/10.1029/2019JA027158>
57. Yokoyama, T.; Katsukawa, Y.; Shimojo, M. (2019) Observations of photospheric magnetic structure below a dark filament using the Hinode Spectro-Polarimeter, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 71, 46, 10.1093/pasj/psz014

会議抄録

58. Kamijima, S., & Ohira, Y. (2019), Three dimensional global test particle simulation of cosmic-ray acceleration and escape in supernova remnants, 36th International Cosmic Ray Conference (ICRC2019), held July 24th-August 1st, 2019 in Madison, WI, U.S.A, id.85.
59. Keika, K., Brandt, P. C., Mitchell, D. G., Allen, R. C., Paranicas, C., Kusterer, M., Hamilton, D. C., and Sakai, S. (2020), Proton-Oxygen Differences in Energization During Dipolarization in Saturn's Magnetotail: A Case Study of Cassini Observations, *Proceedings of Symposium on Planetary Science 2020*.
60. Ohira, Y., & Murase, K. (2019), Acceleration and escape of first cosmic rays, 36th International Cosmic Ray Conference (ICRC2019), held July 24th-August 1st, 2019 in Madison, WI, U.S.A, id.116.
61. Tomita, S., & Ohira, Y. (2019), Particle-in-Cell Simulations of Relativistic Weibel-Mediated Shocks Propagating into Inhomogeneous Media, 36th International Cosmic Ray Conference (ICRC2019), held July 24th-August 1st, 2019 in Madison, WI, U.S.A, id.444.
62. Yokoyama, S., & Ohira, Y. (2019), Particle acceleration by shock waves propagating in a non-uniform medium, 36th International Cosmic Ray Conference (ICRC2019), held July 24th-August 1st, 2019 in Madison, WI, U.S.A, id.162.

総説

63. Martin Pohl, Masahiro Hoshino, Jacek Niemiec, PIC simulation methods for cosmic radiation and plasma instabilities, *Progress in Particle and Nuclear Physics*, doi:10.1016/j.pnpnp.2019.103751 (2019)

著書

64. 高原文郎（編集），家正則（編集），小玉英雄（編集），高橋忠幸（編集）(2020)，宇宙物理学ハンドブック，朝倉書店，ISBN-10：4254131275

6.3 地球惑星システム科学講座

原著論文

1. Aizawa Masataka, Hajime Kawahara, Siteng Fan, (2020), Global Mapping of an Exo-Earth using Sparse Modeling, *The Astrophysical Journal*, 896,1, 10.3847/1538-4357/ab8d30
2. Alsubai, K., Tsvetanov, Z. I., Pyrzas, S., et al., (2019), Qatar Exoplanet Survey: Qatar-8b, 9b, and 10b - Hot Saturn and Two Hot Jupiters, *The Astronomical Journal*, 157, 224, doi:10.3847/1538-3881/ab19bc
3. Aoyama, Y. & Ikoma, M. (2019), Constraining planetary gas accretion rate from H-alpha line width and intensity: Case of PDS 70 b and c, *Astrophys. J. Lett.* 885, L29 (6pp), doi:10.3847/2041-8213/ab5062
4. Barragan, O., Aigrain, S., Kubyskhina, D., et al., (2019), Radial velocity confirmation of K2-100b: a young, highly irradiated, and low-density transiting hot Neptune, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 490, 698-708, doi:10.1093/mnras/stz2569
5. Carter, T. S., Heald, C. L., Jimenez, J. L., Campuzano-Jost, P., Kondo, Y., Moteki, N., ... & Kaiser, J. W. (2020). How emissions uncertainty influences the distribution and radiative impacts of smoke from fires in North America.
6. Casasayas-Barris, N., Palles, E., Yan, F., et al., (2019), Atmospheric characterization of the ultra-hot Jupiter MASCARA-2b/KELT-20b. Detection of CaII, FeII, NaI, and the Balmer series of H ($H\alpha$, $H\beta$, and $H\gamma$) with high-dispersion transit spectroscopy, *Astronomy and Astrophysics*, 628, A9, doi:10.1051/0004-6361/201935623
7. Fukui, A., Suzuki, D., Koshimoto, N., et al., (2019), Kojima-1Lb Is a Mildly Cold Neptune around the Brightest Microlensing Host Star, *The Astronomical Journal*, 158, 206, doi:10.3847/1538-3881/ab487f
8. Han, C., Bennett, D. P., Udalski, A., et al., (2019), OGLE-2018-BLG-1011Lb,c: Microlensing Planetary System with Two Giant Planets Orbiting a Low-mass Star, *The Astronomical Journal*, 158, 114, doi:10.3847/1538-3881/ab2f74
9. Han, C., Bond, I. A., Udalski, A., et al., (2019), OGLE-2018-BLG-0022: First Prediction of an Astrometric Microlensing Signal from a Photometric Microlensing Event, *The Astrophysical Journal*, 876, 81, doi:10.3847/1538-4357/ab1539
10. Han, C., Lee, C.-U., Udalski, A., et al., (2020), OGLE-2018-BLG-1700L: Microlensing Planet in Binary Stellar System, *The Astronomical Journal*, 159, 48, doi:10.3847/1538-3881/ab5db9
11. Han, C., Yee, J. C., Udalski, A., et al., (2019), Spectroscopic Mass and Host-star Metallicity Measurements for Newly Discovered Microlensing Planet OGLE-2018-BLG-0740Lb, *The Astronomical Journal*, 158, 102, doi:10.3847/1538-3881/ab2df4
12. Hirano, T., Gaidos, E., Winn, J. N., et al., (2020), Evidence for Spin-Orbit Alignment in the TRAPPIST-1 System, *The Astrophysical Journal*, 890, L27, doi:10.3847/2041-8213/ab74dc
13. Jung, Y. K., Gould, A., Udalski, A., et al., (2019), Spitzer Parallax of OGLE-2018-BLG-0596: A Low-mass-ratio Planet around an M Dwarf, *The Astronomical Journal*, 158, 28, doi:10.3847/1538-3881/ab237f
14. Kadoya, S., & Tajika, E. (2019), Outer limits of the habitable zone in terms of climate mode and climate evolution of Earth-like planets, *The Astrophysical Journal*, 875:7(11pp), <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab0aef>.
15. Kawahara Hajime (2020), Global Mapping of the Surface Composition on an Exo-Earth Using Color Variability, *The Astrophysical Journal*, 894,58 10.3847/1538-4357/ab87a1
16. Kawashima, Y. & Ikoma, M. (2019), Theoretical transmission spectra of exoplanet atmospheres with hydrocarbon haze: Effect of creation, growth, and settling of haze particles. II. Dependence on UV irradiation intensity, metallicity, C/O ratio, eddy diffusion coefficient, and temperature, *Astrophys. J.*, 877, 109 (21pp), doi:10.3847/1538-4357/ab1b1d.
17. Kawashima, Y., Hu, R., & Ikoma, M. (2019), Detectable molecular features above hydrocarbon haze via transmission spectroscopy with JWST: Case studies of GJ 1214b-, GJ 436b-, HD 97658b-, and Kepler-51b-like planets, *Astrophys. J. Lett.*, 876, L5 (7pp), doi:10.3847/2041-8213/ab16f6.
18. Kinase, T., Adachi, K., Oshima, N., Goto - Azuma, K., Ogawa - Tsukagawa, Y., Kondo, Y., ... & Hara, K. (2020). Concentrations and Size Distributions of Black Carbon in the Surface Snow of Eastern Antarctica in 2011. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125(1), e2019JD030737.
19. Kondo, I., Sumi, T., Bennett, D. P., et al., (2019), MOA-bin-29b: A Microlensing Gas-giant Planet Orbiting a Low-mass Host Star, *The Astronomical Journal*, 158, 224, doi:10.3847/1538-3881/ab4e9e

20. Kuma, R., Hasegawa, H., Yamamoto, K., Yoshida, H., Whiteside, J.H., Katsuta, N., Ikeda, M. (2019), Biogenically induced bedded chert formation in the alkaline palaeo-lake of the Green River Formation. *Scientific Reports*, 9, 16623. 10.1038/s41598-020-68542-w
21. Lam, K. W. F., Korth, J., Masuda, K., et al., (2020), It Takes Two Planets in Resonance to Tango around K2-146, *The Astronomical Journal*, 159, 120, doi:10.3847/1538-3881/ab66c9
22. Li, S.-S., Zang, W., Udalski, A., et al., (2019), OGLE-2017-BLG-1186: first application of asteroseismology and Gaussian processes to microlensing, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 488, 3308-3323, doi:10.1093/mnras/stz1873
23. Masuda Kento, Kawahara Hajime, Latham David W., Bieryla Allyson, Kunitomo Masanobu, MacLeod Morgan, Aoki Wako (2019) Self-lensing Discovery of a 0.2 M White Dwarf in an Unusually Wide Orbit around a Sun-like Star, *The Astrophysical Journal Letters*, 881, L3, 10.3847/2041-8213/ab321b
24. Masuda Kento, Winn Joshua N., Kawahara Hajime (2020), Mutual Orbital Inclinations between Cold Jupiters and Inner Super-Earths, *The Astronomical Journal*, 159, 38, 10.3847/1538-3881/ab5c1d
25. Miyazaki, S., Sumi, T., Bennett, D. P., et al., (2020), OGLE-2013-BLG-0911Lb: A Secondary on the Brown-dwarf Planet Boundary around an M Dwarf, *The Astronomical Journal*, 159, 76, doi:10.3847/1538-3881/ab64de
26. Mori, T., Goto-Azuma, K., Kondo, Y., Ogawa - Tsukagawa, Y., Miura, K., Hirabayashi, M., ... & Ohata, S. (2019). Black carbon and inorganic aerosols in Arctic snowpack. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124(23), 13325-13356.
27. Mori, T., Ohata, S., Morino, Y., Koike, M., Moteki, N., & Kondo, Y. (2020). Changes in black carbon and PM_{2.5} in Tokyo in 2003–2017. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 96(3), 122-129.
28. Moteki, N. (2020). Capabilities and limitations of the single-particle extinction and scattering method for estimating the complex refractive index and size-distribution of spherical and non-spherical submicron particles. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 243, 106811.
29. Muto Shun, Satoshi Takahashi, Satoshi Yamakita, Katsuhito Soda and Tetsuji Onoue, 2019. Conodont-based age calibration of the Middle Triassic Anisian radiolarian biozones in pelagic deep-sea bedded chert, *bulletin of geological survey of Japan* 70, 43-89
30. Nagakane, M., Lee, C.-H., Koshimoto, N., et al., (2019), OGLE-2015-BLG-1649Lb: A Gas Giant Planet around a Low-mass Dwarf, *The Astronomical Journal*, 158, 212, doi:10.3847/1538-3881/ab4881
31. Nakayama, A., Kodama, T., Ikoma, M., & Abe, Y. (2019), Runaway climate cooling of ocean planets in the habitable zone: A consequence of seafloor weathering enhanced by melting of high-pressure ice, *Mon. Not. Royal Astron. Soc.*, 488, 1580-1596, doi:10.1093/mnras/stz1812.
32. Ohata, S., Kondo, Y., Moteki, N., Mori, T., Yoshida, A., Sinha, P. R., & Koike, M. (2019). Accuracy of black carbon measurements by a filter-based absorption photometer with a heated inlet. *Aerosol Science and Technology*, 53(9), 1079-1091.
33. Parviainen, H., Pallé, E., Zapatero-Osorio, M. R., et al., (2020), MuSCAT2 multicolour validation of TESS candidates: an ultra-short-period substellar object around an M dwarf, *Astronomy and Astrophysics*, 633, A28, doi:10.1051/0004-6361/201935958
34. Parviainen, H., Tingley, B., Deeg, H. J., et al., (2019), Multicolour photometry for exoplanet candidate validation, *Astronomy and Astrophysics*, 630, A89, doi:10.1051/0004-6361/201935709
35. Persson, C. M., Csizmadia, S., Mustill, A. J., et al., (2019), Greening of the brown-dwarf desert. EPIC 212036875b: a 51 MJ object in a 5-day orbit around an F7 V star, *Astronomy and Astrophysics*, 628, A64, doi:10.1051/0004-6361/201935505
36. Ranc, C., Bennett, D. P., Hirao, Y., et al., (2019), OGLE-2015-BLG-1670Lb: A Cold Neptune beyond the Snow Line in the Provisional WFIRST Microlensing Survey Field, *The Astronomical Journal*, 157, 232, doi:10.3847/1538-3881/ab141b
37. Shibata, S. & Ikoma, M. (2019), Capture of solids by growing proto-gas giants: Effects of gap formation and supply limited growth, *Mon. Not. Royal Astron. Soc.*, 487, 4510-4524, doi:10.1093/mnras/stz1629.
38. Shibata, S., Helled, R., & Ikoma, M. (2020), The origin of the high metallicity of close-in giant exoplanets. Combined effects of resonant and aerodynamic shepherding, *Astron. Astrophys.* 633, A33 (13 pp.), doi:10.1051/0004-6361/201936700
39. Shin, I.-G., Yee, J. C., Gould, A., et al., (2019), The 2L1S/1L2S Degeneracy for Two Microlensing Planet Candidates

Discovered by the KMTNet Survey in 2017, *The Astronomical Journal*, 158, 199, doi:10.3847/1538-3881/ab46a5

40. Smith, A. M. S., Csizmadia, S., Gandolfi, D., et al., (2019), K2-295 b and K2-237 b: Two Transiting Hot Jupiters, *Acta Astronomica*, 69, 135-158, doi:10.32023/0001-5237/69.2.3
41. Takahashi Satoshi, Ryoichi Nakada, Yusuke Watanabe, Yoshio Takahashi, 2019, Iron-depleted pelagic water at the end-Permian mass extinction inferred from chemical species of iron and molybdenum in deep-sea sedimentary rocks. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 516, 384-399.
42. Takahashi Satoshi, Satoshi Yamakita, Noritoshi Suzuki, 2019. Natural assemblages of the conodont *Clarkina* in lowermost Triassic deep-sea black claystone from northeastern Japan, with probable soft-tissue impressions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 524, 212-229.
43. Tsapras, Y., Cassan, A., Ranc, C., et al., (2019), An analysis of binary microlensing event OGLE-2015-BLG-0060, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 487, 4603-4614, doi:10.1093/mnras/stz1404
44. Weil-Accardo, J., Feuillet, N., Satake, K., Goto, T., Goto, K., Harada, T., Kayanne, H., Nakamura, M., Ramos, N., Saurel, J.-M., Sowa, K., Liu, S.-C., Yu, T.-L., Shen, C.-C. (2019), Relative sea-level changes over the past centuries in the central Ryukyu Arc inferred from coral microatolls, *J. Geophys. Res.: Solid Earth* 125(2) e2019JB018466, doi: 10.1029/2019JB018466.
45. Xu, S., Hallakoun, N., Gary, B., et al., (2019), Shallow Ultraviolet Transits of WD 1145+017, *The Astronomical Journal*, 157, 255, doi:10.3847/1538-3881/ab1b36
46. Zang, W., Shvartzvald, Y., Wang, T., et al., (2020), Spitzer Microlensing Parallax Reveals Two Isolated Stars in the Galactic Bulge, *The Astrophysical Journal*, 891, 3, doi:10.3847/1538-4357/ab6ff8
47. Zechmeister, M., Dreizler, S., Ribas, I., et al., (2019), The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Two temperate Earth-mass planet candidates around Teegarden's Star, *Astronomy and Astrophysics*, 627, A49, doi:10.1051/0004-6361/201935460

総説

48. 茅根 創 (2019), 地球温暖化と気象災害, *地理・地図資料* 2018 年度第3 学期号, 8-11.
49. 茅根 創 (2019), 地球規模変動に対するサンゴ礁の応答, *海岸*, 56, 48-52.
50. 茅根 創・及川幸彦・田中智志 (2019), 海洋教育の3つの柱, *東京大学海洋アライアンス海洋教育促進研究センター Policy Brief*, No.6, 4p.

著書

51. 茅根 創 (2019), 水没する環礁の真実 サンゴとホシズナが作る地形, 山口 徹 編『アイランドスケープ・ヒストリーズ 島景観が架橋する歴史生態学と歴史人類学』風響社, 第11 章, pp. 333-348.
52. 茅根 創 (2019), 大学におけるフィールドワークの安全管理 調査中の事故から考える, 澤柿教伸・野中健一・椎野若菜 編 100 万人のフィールドワーカーシリーズ9『フィールドワークの安全管理』古今書院, 第1 章, pp.14-33.
53. 岩田孝仁・北村晃寿・小山真人編. 静岡の大規模自然災害の科学. 静岡新聞社
54. 北村晃寿編. 大絶滅 地球環境の変遷と生物の栄枯盛衰. (2019) ふじのくに地球環境史ミュージアム

6.4 固体地球科学講座

原著論文

1. Aso, N., R. Ando, and S. Ide (2019), Ordinary and Slow Earthquakes Reproduced in a Simple Continuum System With Stochastic Temporal Stress Fluctuations, *Geophysical Research Letters*, Vol.46, 24, 14347-14357, <https://doi.org/10.1029/2019GL085010>
2. Borgeaud, A.F.E., K. Kawai, R.J. Geller, Three - dimensional S velocity structure of the mantle transition zone beneath Central America and the Gulf of Mexico inferred using waveform inversion
3. Caracas, R., Hirose, K., Nomura, R., Ballmer, M.D., Melt-crystal density crossover in a deep magma ocean, *Earth and Planetary Science Letters*, 516, 202-211, <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2019.03.031>, 2019.

4. Chang, T., and S. Ide(2019), Empirical relocation of large subduction-zone earthquakes via the teleseismic network correlation coefficient method, *Earth, Planets and Space*, 71(1), <https://doi.org/10.1186/s40623-019-1057-z>
5. Dander, O., Okamoto, A., Uno, M., Oyanagi, R., Nagaya, T., Burenjargal, U., Miyamoto, T., & Tsuchiya, N. (2019), Formation of secondary olivine after orthopyroxene during hydration of mantle wedge: evidence from the Khantaishir Ophiolite, western Mongolia, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 174:86, 1–22, doi:10.1007/s00410-019-1623-1.
6. Floess David, Luca Caricchi, Guy Simpson, Simon R Wallis (2019/4), Melt segregation and the architecture of magmatic reservoirs: insights from the Muroto sill (Japan). *Contributions to Mineralogy and Petrology* Volume 174 Issue 4
7. Fukushima M., Harada C., Yamakawa A. & Iizuka T. (2019) Anadromy sustained in a Sakhalin taimen population nearly four decades after becoming artificially land-locked above a dam in Hokkaido, Japan. *Environmental Biology and Fishes* 102, 1219–1230.
8. Hikosaka, K., Sinmyo, R., Hirose, K., Ishii, T., Ohishi, Y. The stability of Fe₅O₆ and Fe₄O₅ at high pressure and temperature, *American Mineralogist*, 104, 1356-1359, 2019. <https://doi.org/10.2138/am-2019-7097>
9. Hirao, N., Kawaguchi, S., Hirose, K., Shimizu, K., Ohtani, E., Ohishi, Y., Multi-probe measurement system combined with X-ray diffraction for diamond anvil cells at SPring-8, *Matter and Radiation at Extremes*, 5, 018403, 2020. doi: 10.1063/1.5126038
10. Hirose K, Tagawa S, Kuwayama Y, Sinmyo R, Morard G, Ohishi Y, Genda H (2019) Hydrogen limits carbon in liquid iron. *Geophys Res Lett* 46:5190–5197, doi:10.1029/2019GL082591
11. Ide, S.(2019), Detection of Low - Frequency Earthquakes in Broadband Random Time Sequences: Are They Independent Events?, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 124, 8, 8611-8625, <https://doi.org/10.1029/2019JB017643>
12. Ide, S.(2019), Frequent observations of identical onsets of large and small earthquakes, *Nature*, 573, 112-116, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1508-5>
13. Iizuka T., Jourdan F., Yamaguchi A., Koefoed P., Hibiya Y., Ito K.T.M. & Amelin Y. (2019) The geologic history of Vesta inferred from combined 207Pb/206Pb and 40Ar/39Ar chronology of basaltic eucrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 267, 275–299.
14. Inoue, H., Suehiro S., Ohta, K., Hirose, K., Ohishi, Y., Resistivity saturation of hcp Fe-Si alloys in an internally-heated diamond anvil cell: a key to assess the Earth's core conductivity, *Earth and Planetary Science Letters*, 543, 116357, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2020.116357>
15. Ishii Kazuhiko, Simon R Wallis (2020/2), High-and low-stress subduction zones recognized in the rock record. *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 531
16. Itano K., Ueki K., Iizuka T. & Kuwatani T. (2020) Geochemical discrimination of monazite source rock based on machine learning techniques and multinomial logistic regression analysis. *Geosciences* 10, 63; doi:10.3390/geosciences10020063.
17. Ito K.T.M., Hibiya Y., Homma Y., Mikouchi T. & Iizuka T. (2019) The promise and potential pitfalls of acid leaching for Pb–Pb chronology. *Chemical Geology* 525, 343–355.
18. Izumi K., Suzuki K., Kemp D. B. & Iizuka T. (2020) Detrital zircon geochronology of Palaeogeographic and tectonic setting of the Lower Jurassic (Pliensbachian-Toarcian) Nishinakayama Formation, Toyora Group, SW Japan. *Geological Journal* 55, 862–874.
19. Kato, C., Umemoto, K., Ohta, K., Tagawa, S., Hirose, K., Ohishi, Y., Stability of fcc phase FeH to 137 GPa, *American Mineralogist*, 105, 917–921, 2020.
20. Kinoshita, D., Nakajima, Y., Kuwayama, Y., Hirose, K., Iwamoto, A., Ishikawa, D., Baron, A. Q. R., Sound velocity of liquid Fe-P at high pressure, *Physica Status Solidi B*, 2000171, 2020. DOI: 10.1002/pssb.202000171
21. Kusakabe, M., Hirose, K., Sinmyo, R., Kuwayama, Y., Ohishi, Y., Helffrich, G., Melting curve and equation of state of β -Fe₇N₃: Nitrogen in the core?, *Journal of Geophysical Research, Solid Earth*, 124, <https://doi.org/10.1029/2018JB015823>, 2019.
22. Kuwayama Y, Morard G, Nakajima Y, Hirose K, Baron AQR, Kawaguchi SI, Tsuchiya T, Ishikawa D, Hirao N, Ohishi Y (2020) Equation of state of liquid iron under extreme conditions. *Phys Rev Lett* 124:165701, doi:10.1103/PhysRevLett.124.165701

23. Mashino, I., Miozzi, F., Hirose, K., Morard, G., Sinmyo, R., Melting experiments on the Fe-C binary system up to 255 GPa: Constraints on the carbon content in the Earth's core, *Earth and Planetary Science Letters*, 515, 135-144, <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2019.03.020>, 2019.
24. Mizuno, N., and S. Ide(2019), Development of a modified envelope correlation method based on maximum-likelihood method and application to detecting and locating deep tectonic tremors in western Japan. *Earth, Planets and Space*, 71(1), <https://doi.org/10.1186/s40623-019-1022-x>
25. Nakada, R., M. Sato, M. Ushioda, Y. Tamura, S. Yamamoto (2019), Determination on the iron species in a single plagioclase crystal: Comparison between K- and LIII-edge XAFS spectra, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 20, 5319-5333, doi:10.1029/2018GC008131.
26. Nakajima Y, Kawaguchi SI, Hirose K, Tateno S, Kuwayama Y, Sinmyo R, Ozawa H, Tsutsui S, Uchiyama H, Baron AQR (2020) Silicon-depleted present-day Earth's outer core revealed by sound velocity measurements of liquid Fe-Si alloy. *J Geophys Res Solid Earth* 125, e2020JB019399, doi:10.1029/2020JB019399
27. Nakano, M., Yabe, S., Sugioka, H., Shinohara, M., & Ide, S. (2019). Event size distribution of shallow tectonic tremor in the Nankai trough. *Geophysical Research Letters*, 46, 5828–5836. <https://doi.org/10.1029/2019GL083029>
28. Nishi M, Kuwayama Y, Hatakeyama T, Kawaguchi S, Hirao N, Ohishi Y, Irifune T (2020) Chemical reaction between metallic iron and a limited water supply under pressure: implications for water behavior at the core-mantle boundary, *Geophysical Research Letters*, in press,
29. Nishi M, Kuwayama Y, Tsuchiya J (2020) New aluminium hydroxide at multimegabar pressures: Implications for water reservoirs in deep planetary interiors. *Icarus* 338:113539, doi:10.1016/j.icarus.2019.113539
30. Nishi M, Tsuchiya J, Kuwayama Y, Arimoto T, Tange Y, Higo Y, Hatakeyama T, Irifune T (2019) Solid solution and compression behavior of hydroxides in the lower mantle. *J Geophys Res Solid Earth* 124:10231–10239, doi:10.1029/2019JB018146
31. Nishida, K., Shibasaki, Y., Terasaki, H., Higo, Y., Suzuki, A., Funamori, N., Hirose, K., Effect of sulfur on sound velocity of liquid iron under Martian core conditions, *Nature Communications*, 11, 1954, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15755-2>
32. Nishikawa, T., Matsuzawa, K., Ohta, N., Uchida, T., Nishimura, and S. Ide(2019), The slow earthquake spectrum in the Japan Trench illuminated by the S-net seafloor observatories, *Science*, 365(6455), 808-813, <https://doi.org/10.1126/science.aax5618>
33. Oka K, Hirose K, Tagawa S, Kidokoro Y, Nakajima Y, Kuwayama Y, Morard G, Coudurier N, Fiquet G (2019) Melting in the Fe-FeO system to 204 GPa: Implications for oxygen in Earth's core. *Am Mineral* 104:1603–1607, doi:10.2138/am-2019-7081
34. Okuda, H., K. Kawai, H. Sakuma, First - principles investigation of frictional characteristics of brucite: An application to its macroscopic frictional characteristics
35. Okuda, Y., Ohta, K., Sinmyo, R., Hirose, K., Yagi, T., Ohishi, Y., Effect of spin transition of iron on the thermal conductivity of (Fe, Al)-bearing bridgmanite, *Earth and Planetary Science Letters*, 520, 188-198, 2019.
36. Romanet, P., and S. Ide(2019), Ambient tectonic tremors in Manawatu, Cape Turnagain, Marlborough, and Puysegur, New Zealand, *Earth, Planets and Space*, 71(1), <https://doi.org/10.1186/s40623-019-1039-1>
37. Sáez, M., S. Ruiz, S. Ide, and H. Sugioka(2019), Shallow Nonvolcanic Tremor Activity and Potential Repeating Earthquakes in the Chile Triple Junction: Seismic Evidence of the Subduction of the Active Nazca-Antarctic Spreading Center, *Seismological Research Letters*, 90(5), 1740–1747, <https://doi.org/10.1785/0220180394>
38. Sato, M., T. Terada, N. Mochizuki, H. Tsunakawa (2019), Experimental evaluation of remanence carriers using the coercivity - blocking temperature diagram, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 20, 5177-5191, doi:10.1029/2019GC008534.
39. Sato, Y. and Ozawa, K. (2019), Reconstruction of the lithosphere-asthenosphere boundary zone beneath Ichinomegata maar, Northeast Japan, by geobarometry of spinel peridotite xenoliths. *American Mineralogist* 104, 1285-1306.
40. Sawada H., Iizuka T., Tsutsumi Y. & Isozaki Y. (2019) Detrital zircon evidence for Archean crustal development and plate subduction from the Murmac Bay group in the Rae Craton. *Geochemical Journal* 53, 171–179.
41. Simon R Wallis, Shunsuke Endo (2020/1), Comment on 'Metamorphic olivine after dehydration embrittlement in Serpentinite: Case study from the Shiraga Serpentinite mass in the Sanbagawa high P/T metamorphic belt. *Island*

Arc, Volume 29, Issue 1

42. Suehiro, S., Wakamatsu, T., Ohta, K., Hirose, K., Ohishi, Y., High-temperature electrical resistivity measurements of hcp iron to Mbar pressure in an internally resistive heated diamond anvil cell, *High-pressure Research*, 39, 579-587, 2019. <https://doi.org/10.1080/08957959.2019.1692008>
43. Syah M.H.F., Kano A., Iizuka T. & Kakizaki Y. (2019) Depositional and diagenetic history of limestones and dolostones of the Oligo-Miocene Kujung Formation in the Northeast Java Basin, Indonesia. *Island Arc* 28, e12326.
44. Takeuchi N., Ueki K., Iizuka T., Nagao J., Tanaka A., Enomoto S., Shirahata Y., Watanabe, H., Yamano, M. & Tanaka H.K.M. (2019) Numerical Data of Probabilistic 3-D Lithological Map of the Japanese Crust. *Data in Brief* 104497.
45. Tanaka, S., W. Siripunvaraporn, S. Boonchaisuk, S. Noisagool, T. Kim, K. Kawai, Y. Suzuki, Y. Ishihara, R. Iritani, K. Miyakawa, N. Takeuchi, H. Kawakatsu, Thai Seismic Array (TSAR) Project
46. Tateno, S., Ozawa, H., Hirose, K., Suzuki, T., Kawaguchi, S., Hirao, N., Fe₂S: the most Fe-rich iron-sulfide at the Earth's inner core pressures, *Geophysical Research Letters*, 46, 11,944–11,949, 2019. <https://doi.org/10.1029/2019GL085248>
47. Hisakawa Tatsuya, Ryosuke Ando, Tomoko Elizabeth Yano and Makoto Matsubara (2019), Dynamic rupture simulation of 2018, Hokkaido Eastern Iwuri Earthquake: role of non-planar geometry, *Earth, Planets and Space*, 10.1186/s40623-020-01160-y
48. Thijs RA Vandenbroucke, Olle Hints, Mark Williams, Simon Wallis, Jules Velleman, Toshiyuki Kurihara, Gengo Tanaka, Toshifumi Komatsu, Peep Männik, David J Siveter, Tim De Backer (2019/5), Chitinozoans and scolecodonts from the Silurian and Devonian of Japan. *Journal Island Arc* Volume 28, Issue 3
49. Ueda, T., Obata, M., Ozawa, K. and Shimizu, I. (2020) The ductile-to-brittle transition recorded in the Balmuccia peridotite body, Italy: ambient temperature for the onset of seismic rupture in mantle rocks. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 125, e2019JB017385. <https://doi.org/10.1029/2019JB017385>
50. Umemoto, K., Hirose, K., Chemical compositions of the outer core examined by first principles calculations, *Earth and Planetary Science Letters*, 531, 116009, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2019.116009>
51. Yokoo, S., Hirose, K., Sinmyo, R., Tagawa, S., Melting experiments on liquidus phase relations in the Fe-S-O ternary system under core pressures, *Geophysical Research Letters*, 46, <https://doi.org/10.1029/2019GL082277>, 2019.
52. Zhao L., Tanaka K., Tazoe H., Iizuka T., Kubota K., Murakami-Sugihara N. & Shirai K. (2019) Determination of the geographic origin of marine mussels (*Mytilus* spp.) using ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd ratios. *Marine Environmental Research* 148, 12–18.
53. 河合研志, 内出崇彦 (2019), P 波初動の水平面内振動方向を用いた震央決定の教材: 2011 年東北地方太平洋沖地震の発生前後の飛騨地方の微小地震を例にとって, *地学雑誌*, 128, 465-475, <https://doi.org/10.5026/jgeography.128.465>

会議抄録

54. Christopher P Stocker, Derek J Siveter, Philip D Lane, Mark Williams, Tatsuo Oji, Gengo Tanaka, Toshifumi Komatsu, Simon Wallis, David J Siveter, Thijs RA Vandenbroucke (2019/4), The Silurian and Devonian proetid and aulacopleurid trilobites of Japan and their palaeogeographical significance. *Papers from the 6th International Conference on Trilobites and their Relatives*. Volume 64 Pages 205-232

総説

55. Simon R Wallis, Ken Yamaoka, Hiroshi Mori, Akira Ishiwatari, Kazuhiro Miyazaki, Hayato Ueda (2020/1), The basement geology of Japan from A to Z. *Island Arc* Volume 29, Issue 1
56. Simon Wallis, Tatsuo Oji, Mark Williams, Moon-sup Cho (2019/5), The Paleozoic evolution of the Korean Peninsula and Japan: An introduction. *Island Arc* Volume 28, Issue 3

著書

57. 小澤一仁 (2019), 鉱物・宝石の科学事典, 023 鉱物を用いた地質速度計, 日本鉱物科学会編, 朝倉書店, 77-79.

6.5 地球生命圏科学講座

原著論文

1. Abe, T., Goto, K., & Sugawara, D. (2020), Spatial distribution and sources of tsunami deposits in a narrow valley setting - insight from 2011 Tohoku-oki tsunami deposits in northeastern Japan, *Progress in Earth and Planetary Science*, 7, 7.
2. Armbrrecht, L., Lejzerowicz, F. Armand, L., George, S., Coolen, M., Negandhi, K., Ostrowski, M., Young, J., Moreau, J., Suzuki, Y., Stat, M., Foster, N., Weyrich, L., Cooper, A., Focardi, A. (2019) Ancient DNA from marine sediments: precautions and considerations for seafloor coring, sample handling and data generation. *Earth-Science Reviews*, 196:102887.
3. Foggatto, A.L., Takeichi, Y., Ono, K., Suga, H., Takahashi, Y., Fusella, M.A., Dull, J.T., Rand, B.P., Kutsukake, K., Sakurai, T., Study of local structure at crystalline rubrene grain boundaries via scanning transmission X-ray microscopy, 2019, *Organic Electronics*, 7431532010.1016/j.orgel.2019.07.021.
4. Fukushi, K., Miyashita, S., Kasama, T., Takahashi, Y., Morodome, S., Superior removal of selenite by periclase during transformation to brucite under high-pH conditions, 2019, *Journal of Hazardous Materials* 37137038010.1016/j.jhazmat.2019.02.107.
5. Gulick, S.P.S., Bralower, T. J., Ormo, J., Hall, B., Grice, K., Schaefer, B., Lyons, S., Freeman, K. H., Morgan, J. V., Artemieva, N., Kaskes, P., de Graaff, S. J., Whalen, M. T., Collins, G. S., Tikoo, S. M., Verhagen, C., Christeson, G. L., Claeys, P., Coolen, M. J. L., Goderis, S., Goto, K., Grieve, R., McCall, N., Osinski, G. R., Rae, A., Riller, U., Smit, J., Vajda, V., Wittmann, A., & Expedition 364 Scientists (2019), The First Day of the Cenozoic, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116, 19342-19351.
6. Igarashi, Y., Kogure, T., Kurihara, Y., Miura, H., Okumura, T., Satou, Y., Takahashi, Y., Yamaguchi, N., A review of Cs-bearing microparticles in the environment emitted by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, 2019, *Journal of Environmental Radioactivity*, 205-206, 1011181010.1016/j.jenvrad.2019.04.011.
7. Igarashi, Y., T. Kogure, Y. Kurihara, H. Miura, T. Okumura, Y. Satou, Y. Takahashi, and N. Yamaguchi (2019), A review of Cs-bearing microparticles in the environment emitted by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, *J. Environ. Radioact.*, 205-206, 101-118 DOI:10.1016/j.jenvrad.2019.04.011.
8. Iizuka, Y., Miyamoto, C., Matoba, S., Iwahana, G., Horiuchi, K., Takahashi, Y., Kanna, N., Suzuki, K., Ohno, H., Ion concentrations in ice wedges: An innovative approach to reconstruct past climate variability, 2019, *Earth and Planetary Science Letters*, 515586610.1016/j.epsl.2019.03.013.
9. Ishikawa, A., Shimizu, K., Isowa, Y., Takeuchi, T., Zhao, R., Kito, K., Fujie, M., Noriyuki Satoh, N., & Endo, K. (2020) Functional shell matrix proteins tentatively identified by asymmetric snail shell morphology. *Sci. Rep.*, 10, 9768, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66021-w>.
10. Ishikawa, M., Kagi, H., Sasaki, T., & Endo, K. (2019) Chemical basis of molluscan shell colors revealed with in situ micro-Raman spectroscopy. *J. Raman Spectrosc.*, 2019, 1-12, Doi: 10.1002/jrs.5708.
11. Iwai, S., Goto, K., & Ishizawa, T. (2019), A gigantic boulder transported by the 2011 Tohoku-oki tsunami, *Island Arc*, 28, e12321. <Pictorial article>
12. Kato, T., Nakano, S., Kouduka, M., Hirai, M., Suzuki, K., Itoh, T., Ohkuma, M., Suzuki, Y. (2019) Metabolic potential of as-yet-uncultured archaeal lineages of *Candidatus Hydrothermarchaeota* thriving in deep-sea metal sulfide deposits. *Microbes & Environments*, 34(3), 293-303.
13. Kebukawa, Y., Ito, M., Zolensky, M.E., Greenwood, R.C., Rahman, Z., Suga, H., Nakato, A., Chan, Q.H.S., Fries, M., Takeichi, Y., Takahashi, Y., Mase, K., Kobayashi, K., A novel organic-rich meteoritic clast from the outer solar system, 2019, *Scientific Reports*, 9, 3169310.1038/s41598-019-39357-1.
14. Kebukawa, Y., Zolensky, M.E., Ito, M., Ogawa, N.O., Takano, Y., Ohkouchi, N., Nakato, A., Suga, H., Takeichi, Y., Takahashi, Y., Kobayashi, K., Primordial organic matter in the xenolithic clast in the Zag H chondrite: Possible relation to D/P asteroids, 2020, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 271617710.1016/j.gca.2019.12.012
15. Kikuchi, S., Kashiwabara, T., Shibuya, T., Takahashi, Y. Molecular-scale insights into differences in the adsorption of cesium and selenium on biogenic and abiogenic ferrihydrite, 2019, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 251114110.1016/j.gca.2019.02.001.
16. Kurihara, Y., Takahata, N., Yokoyama, T.D., Miura, H., Kon, Y., Takagi, T., Higaki, S., Yamaguchi, N., Sano, Y., Takahashi, Y., Isotopic ratios of uranium and caesium in spherical radioactive caesium-bearing microparticles

derived from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, 2020, Scientific Reports, 10328110.1038/s41598-020-59933-0.

17. Kurisu, M., Adachi, K., Sakata, K., Takahashi, Y., Stable Isotope Ratios of Combustion Iron Produced Stable Isotope Ratios of Combustion Iron Produced by Evaporation in a Steel Plant, 2019, ACS Earth and Space Chemistry, 3, 588-598, doi.org/10.1021/acsearthspacechem.8b00171
18. Lee, S.-H., Takahashi, Y., Carbothermal preparation of magnetic-responsible ferrihydrite based on Fe-rich precipitates for immobilization of arsenate and antimonate: Batch and spectroscopic studies, 2019, Chemosphere, 237, 124489, doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124489.
19. Lee, S.-H., Takahashi, Y., Selective immobilization of iodide onto a novel bismuth-impregnated layered mixed metal oxide: Batch and EXAFS studies, 2020, Journal of Hazardous Materials, 384, 121223, doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121223.
20. Miyamoto, C., Sakata, K., Yamakawa, Y., Takahashi, Y., Determination of calcium and sulfate species in aerosols associated with the conversion of its species through reaction processes in the atmosphere and its influence on cloud condensation nuclei activation, 2020, Atmospheric Environment, 223, 117193, doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.117193.
21. Noda, N., Imamura, S., Sekine, Y., Kurisu, M., Fukushi, K., Terada, N., Uesugi, S., Numako, C., Takahashi, Y., Hartmann, J., Highly Oxidizing Aqueous Environments on Early Mars Inferred From Scavenging Pattern of Trace Metals on Manganese Oxide, 2019, Journal of Geophysical Research: Planets, 12412821295110.1029/2018JE005892.
22. Okada, S., Chen, C., Watsuji, T., Nishizawa, M., Suzuki, Y., Sano, Y., Bissessurg, D., Deguchi, S., Takai, K. (2019) The making of natural iron sulfide nanoparticles in a hot vent snail. PNAS, 116:20376-20381.
23. Okumura, T., N. Yamaguchi, H. Suga, Y. Takahashi, H. Segawa, T. Kogure (2020), Reactor environment during the Fukushima nuclear accident inferred from radiocaesium-bearing microparticles. Sci. Rep. 10, 1352, DOI:https://doi.org/10.1038/s41598-020-58464-y.
24. Okumura, T., N. Yamaguchi, T. Kogure (2019), Finding Radiocaesium-bearing Microparticles More Minute than Previously Reported, Emitted by the Fukushima Nuclear Accident, Chem. Lett., 48, 11, 1336-1338, DOI:10.1246/cl.190581.
25. Okumura, T., Yamaguchi, N., Suga, H., Takahashi, Y., Segawa, H., Kogu., Reactor environment during the Fukushima nuclear accident inferred from radiocaesium-bearing microparticles, 2020, Scientific Reports, 10135210.1038/s41598-020-58464.
26. Qin, H.-B., Uesugi, S., Yang, S., Tanaka, M., Kashiwabara, T., Itai, T., Usui, A., Takahashi, Y., Enrichment mechanisms of antimony and arsenic in marine ferromanganese oxides: Insights from the structural similarity, 2019, Geochimica et Cosmochimica Acta, 257110130210.1016/j.gca.2019.04.018.
27. Sakai, S., Yang, D., Yasuda, T., Akiyama, K., Kuga, T., Kano, A., Shiraishi, F., Amekawa, S., Ohtsuka, S., Nakaguchi, K., & Yamaguchi, S. (2019). Pulsed Terahertz Radiation for Sensitive Quantification of Carbonate Minerals. ACS omega, 4(2), 2702-2707. doi.org/10.1021/acsomega.8b03311
28. Sakakibara, M., Tanaka, M., Takahashi, Y., Murakami, T., Redistribution of Zn during transformation of ferrihydrite: Effects of initial Zn concentration, 2019, Chemical Geology, 522121134210.1016/j.chemgeo.2019.05.018.
29. Sato, T., Nakamura, N., Goto, K., Kumagai, Y., Nagahama, H., Minoura, K., Zhao, X., Heslop, D., & Roberts, A. P. (2019), Dating of tsunami boulders from Ishigaki Island, Japan, with a modified viscous remanent magnetization approach, Earth and Planetary Science Letters, 520, 94-104.
30. Shiraishi, F., Matsumura, Y., Chihara, R., Okumura, T., Itai, T., Kashiwabara, T., Kano, A., Takahashi, Y. 2019. Depositional processes of microbially colonized manganese crusts, Sambe hot spring, Japan. Geochimica Cosmochimica Acta, 258, 1-18.
31. Shiraishi, F., Matsumura, Y., Chihara, R., Okumura, T., Itai, T., Kashiwabara, T., Kano, A., & Takahashi, Y. (2019). Depositional processes of microbially colonized manganese crusts, Sambe hot spring, Japan. Geochimica et Cosmochimica Acta, 258, 1-18.
32. Snyder, G., Matsumoto, R., Suzuki, Y., Kouduka, M., Kakizaki, Y., ZHANG, N., Tomaru, H., Sano, Y., Takahata, N., Tanaka, K., Bowden, S., Imajo, T. (2020) Evidence in the Japan Sea of microdolomite mineralization within gas hydrate microbiomes. Scientific Reports 10, Article number: 1876.

33. Sueoka, Y., Yamashita, S., Kouduka, M., Suzuki, Y. (2019) Deep microbial colonization in saponite-bearing fractures in aged basaltic crust: Implications for Subsurface Life on Mars. *Frontiers in Microbiology*, DOI: 10.3389/fmicb.2019.02793.
34. Sun, J., Y. Takahashi, W. Strosnider, T. Kogure, P. Wu, and X. Cao (2019), Tracing and quantifying contributions of end members to karst water at a coalfield in southwest China, *Chemosphere*, 234, 777-788, DOI:10.1016/j.chemosphere.2019.06.066.
35. Syah, M. H. F., Kano, A., Iizuka, T., & Kakizaki, Y. (2019). Depositional and diagenetic history of limestones and dolostones of the Oligo - Miocene Kujung Formation in the Northeast Java Basin, Indonesia. *Island Arc*, 28(6), e12326.
36. Timms, N. E., Pearce, M. A., Erickson, T. M., Cavosie, A. J., Rae, A. S. P., Wheeler, J., Wittmann, A., Ferriere, L., Poelchau, M. H., Tomioka, N., Collins, G. S., Gulick, S. P. S., Rasmussen, C., Morgan, J. V., & the IODP-ICDP Expedition 364 Scientists (including Goto, K.) (2019), New shock microstructures in titanite (CaTiSiO₅) from the peak ring of the Chicxulub impact structure, Mexico, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 174, 38. doi.org/10.1007/s00410-019-1565-7.
37. Tue, N.M., Matsushita, T., Goto, A., Itai, T., Asante, K.A., Obiri, S., Mohammed, S., Tanabe, S., Kunisue, T. 2019. Complex mixtures of brominated/chlorinated diphenyl ethers and dibenzofurans in soils from the Agbogbloshie e-waste site (Ghana): Occurrence, formation, and exposure implications. *Environmental Science & Technology*, 53, 3010-3017.
38. Uramoto, G.-I., Morono, Y., Tomioka, N., Wakaki, S., Nakada, R., Wagai, R., Uesugi, K., Takeuchi, A., Hoshino, M., Suzuki, Y., Shiraishi, F., Mitsunobu, S., Suga, H., Takeichi, Y., Takahashi, Y., Inagaki, F., Significant contribution of subseafloor microparticles to the global manganese budget, 2019, *Nature Communications*, 10400410.1038/s41467-019-08347-2.
39. Usui, A., Hino, H., Suzushima, D., Tomioka, N., Suzuki, Y., Sunamura, M., Kato, S., Kashiwabara, T., Kikuchi, S., Uramoto, G., Suzuki, K., Yamaoka, K. (2020) Modern precipitation of hydrogenetic ferromanganese minerals during on-site 15 year exposure tests. *Scientific Reports*, 10, Article number: 3558.
40. Watanabe, M., Goto, K., Imamura, F., Kennedy, A., Sugawara, D., Nakamura, N., & Tonosaki, T. (2019), Modeling boulder transport by coastal waves on cliff topography: Case study at Hachijo Island, Japan, *Earth Surface Process and Landform*, 44, 2939-2956.
41. Weil-Accardo, J., Feuillet, N., Satake, K., Goto T., Goto, K., Harada, T., Kayanne, H., Nakamura, M., Ramos, N., Saurel, J. M., Sowa, K., Liu, S. C., Yu, T. L., & Shen, C. C. (2020), Relative sea-level changes over the past centuries in the central Ryukyu Arc inferred from coral microatolls, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125, e2019JB018466.
42. Yamasaki, T., Suzuki, Y., Kouduka, M., Kawamura, N. (2019) Dependence of bacterial magnetosome morphology on chemical conditions in deep-sea sediments. *Earth & Planetary Science Letter*, 513:135-143.
43. Yamashita, S., Mukai, H., Tomioka, N., Kagi, H., Suzuki, Y. (2019) Iron-rich Smectite Formation in Subseafloor Basaltic Lava in Aged Oceanic Crust. *Scientific Reports*, 9, Article number: 11306.
44. Yanagawa, K., Shiraishi, F., Tanigawa, Y., Maeda, T., Mustapha, N. A., Owari, S., Tomaru, H., Matsumoto, R., & Kano, A. (2019). Endolithic microbial habitats hosted in carbonate nodules currently forming within sediment at a high methane flux site in the sea of Japan. *Geosciences*, 9(11), 463.
45. Zhang, N., Lin, M., Yamada, K., Kano, A., Liu, Q., Yoshida, N., & Matsumoto, R. (2020). The effect of H₂O₂ treatment on stable isotope analysis ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ and Δ^{47}) of various carbonate minerals. *Chemical Geology*, 532, 119352.
46. 萩原成騎 (2020) ユーパールライト (Yooperlite) 蛍光の起源. *日本宝石学会誌*, 34, 21-26.

会議抄録

47. Adachi, K., Sedlacek, A.J., Kleinman, L., Springston, S.R., Wang, J., Chand, D., Hubbe, J.M., Shilling, J.E., Onasch, T.B., Kinase, T., Sakata, K., Takahashi, Y., Buseck, P.R., (2019) Spherical tarball particles form through rapid chemical and physical changes of organic matter in biomass-burning smoke, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116 1933619341110.1073/pnas.1900129116.
48. Minamidate, K., Goto, K., Watanabe, M., Roeber, V., Toguhi, K., Sannoh, M., Nakashima, Y., & Kan, H. (2019), Importance of high-resolution 3D topography for wave simulation, *Proceedings of the 2019 CWMD Conference*,

214-220.

49. Velasco, E., Goto, K., Sugawara, D., & Nishimura, Y. (2019), A scheme proposal for an effective selection of survey sites in paleotsunami research, Hachinohe case, Aomori Prefecture, Japan, Proceedings of the 2019 CWMD Conference, 189-198..

著書

50. Kato, Kenji, Nazina, Tamara N., Ohnuki, Toshihiko, Masuda, Suguru, Takahashi, Yoshio, Romanchuk, Anna Yu., Utsunomiya, Satoshi, Tosaka, Hiroyuki, Utsunomiya, Satoshi (et al.), 5. Difference in the Solid-Water distributions of Radiocesium in Rivers in Fukushima and Chernobyl, Behavior of Radionuclides in the Environment I, Springer, 225 pp, ISBN978-981-15-0678-9.
51. Teruyuki Nakajima, Toshimasa Ohara, Mitsuo Uematsu, Yuichi Onda, Mitsuru Ebihara, Atsushi Shinohara, Yasunori Hamajima, Yasuhito Igarashi, Tatsuo Aono, Michio Aoyama, Masayuki Takigawa, Kimiaki Saito, Masamichi Chino, Haruyasu Nagai, Daisuke Tsumune, Yukio Masumoto, Yoshio Takahashi, et al., 3. Diffusion in the atmosphere, 6. Diffusion and deposition of radioactive materials in terrestrial environment, Environmental Contamination from the Fukushima Nuclear Disaster, Cambridge University Press, 372 pp, ISBN978-1-108-47580-8.
52. 足立光司・大原利真 他, 2-14 章, 電子顕微鏡による分析, 大気環境の事典, 朝倉書店, 464 pp, ISBN978-4-254-18054-1
53. 後藤和久, 島袋綾野 (編) (2020), 最新科学が明かす明和大津波. 南山舎, 198p.

7 学会発表

(ただしおもな発表に限る)

大気海洋科学講座

1. Nagai, T., The combined effect of tidal mixing in narrow straits and the Ekman transport on the variability of SST in the southern Indonesian Seas (Invited), Ocean Science Meeting 2020, San Diego Convention Center, San Diego, California, U.S.A., February 20, 2020.
2. 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 (招待講演), 日本地球惑星科学連合 2019 年度大会, 幕張メッセ, 千葉県, 2019 年 5 月 27 日
3. 日比谷 紀之, マスタープラン 2020 への提案課題紹介 (招待講演), 日本海洋学会 2019 年度秋季大会シンポジウム「大型研究計画と海洋学会将来構想」, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会, 富山国際会議場, 富山県, 2019 年 9 月 27 日.
4. Sato, K., Interhemispheric Coupling Study by Observations and Modelling (ICSOM), 16th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society, Singapore, 2019.8.2
5. Sato, K., Interhemispheric Coupling Study by Observations and Modelling (ICSOM), 14th Layered Phenomena in the Mesopause Region (LPMR) Workshop, Colonial Williamsburg, USA, 2019.10.3
6. Sato, K., The climatology of Brewer-Dobson circulation and the contribution of gravity waves, WCRP/SPARC SATIO-TCS joint workshop on Stratosphere-Troposphere Dynamical Coupling in the Tropics, Kyoto University, 2020.2.21
7. Masumoto, Y., Education of atmosphere and ocean sciences at Faculty of Science, the University of Tokyo, Symposium on Challenges of Contemporary Meteorological Education, May 8-10, 2019, Nanjing, China (Invited oral presentation on May 8)
8. Masumoto, Y., K. Ando, I. Ueki, T. Horii, M. Nagura, S. Kido, S. Matsugishi, and T. Matsuta, Preliminary results of observed Ningaloo Niña conditions during December 2018, Symposium of Climate Variations, Prediction and Application, 20-year Anniversary of IOD Research, November 18-19, 2019, Nanjing, China (Invited oral presentation on November 19)
9. 小池真, 高橋暢宏, 岩崎俊樹, 伊藤健, 航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進: 大型研究マスタープラン 2020 への提案. 大気化学討論会, 愛知, 2019.11.5-7.
10. Tozuka, T., Potential changes in Ningaloo Niño associated with global warming (Invited talk), International Workshop on Future Climate Change, Nanjing, China, 2019.11.17
11. Miura, H. & T. Miyakawa, Resolution dependencies of a global cloud/storm resolving model, 2019 American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, California, USA, 2019.12.10 (招待講演)
12. Miura, H. A global storm-resolving model NICAM and its planned update of the dynamical core, The Batsheva de Rothchild Seminar on Climate and Wave Dynamics, Eilat, Israel, 2019.09.23 (招待講演)
13. 高麗正史, 佐藤薫, 西村耕司, 堤雅基, 南極 UTLS 領域における乱流パラメータの極渦・総観規模擾乱への依存性 (招待講演), 地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 千葉, 2019.5.29

宇宙惑星科学講座

1. M. Hoshino, Magnetic reconnection in relativistic astrophysical plasmas, Max Planck Princeton Center Workshop, Max Planck Institute for Solar System Research, Gottingen, Germany (January 20-23, 2020)
2. M. Hoshino, Particle acceleration in turbulent magnetic reconnection, Berlin Technical University, Berlin, Germany (January 17, 2020)
3. M. Hoshino, Ion and electron heating and their energy partition during magnetic reconnection, 14th Asia-Pacific Physics Conference, Kuching, Malaysia (November 17-22, 2019)
4. Kasahara, S., Y. Miyoshi, S. Kurita, S. Yokota, K. Keika, T. Hori, Y. Kasahara, S. Matsuda, A. Kumamoto, A. Matsuoka, K. Seki, T. Mitani, Y. Kazama, H. U. Frey, V. Angelopoulos, I. Shinohara, "Pulsating aurora from electron scattering by chorus waves", AGU, Oral (Invited), San Francisco, 12 December 2019.
5. Kasahara, S., Y. Miyoshi, S. Yokota, T. Mitani, Y. Kasahara, S. Matsuda, A. Kumamoto, A. Matsuoka, Y. Kazama, H. U. Frey, V. Angelopoulos, S. Kurita, K. Keika, K. Seki, I. Shinohara, "Electron Scattering by Chorus Waves Generating

Pulsating Aurora", AOGS, Oral (Invited), Singapore, 02 July 2019.

6. Kasahara, S., Y. Miyoshi, S. Yokota, T. Mitani, Y. Kasahara, S. Matsuda, A. Kumamoto, A. Matsuoka, Y. Kazama, H. U. Frey, V. Angelopoulos, S. Kurita, K. Keika, K. Seki, I. Shinohara, "Pulsating aurora from electron scattering by chorus waves", EGU, Oral (Invited), Austria, 11 April 2019.
7. Keika, K., Transport and energization of ionospheric ions in Earth's magnetotail: Recent multi-spacecraft observations, APPC 2019 14th Asia-Pacific Physics Conference, Kuching, Malaysia, 2019.11.18.
8. 諸田智克, 月の地質年代と水, サンプルリターン, Symposium on Planetary Sciences 2020 (SPS2020), 東北大学, 2020.2.17-19.
9. Ohira, Y., Cosmic-ray propagation, Dark matter searches in the 2020s – at the crossroads of the WIMP, Japan, Tokyo, 2019.11.
10. 大平豊, 硬 X 線観測 (1-80 keV) で探る超新星残骸での宇宙線加速、研究会「高感度・広帯域 X 線天文衛星 FORCE で探る高エネルギー宇宙」、京都大学、2020 年 2 月 21 日
11. S. Sugita (2019) Hayabusa2 update: global observations, sampling touchdown, and comparison with Hayabusa, The Main Belt 2019, June 4-7, Villasimius, Sardinia, Italy.
12. Sugita, S., R. Honda, T. Morota, S. Kameda, E. Tatsumi, C. Honda, Y. Yokota, M. Yamada, T. Kouyama, N. Sakatani, H. Suzuki, K. Yoshioka, Y. Cho, M. Matsuoka, K. Ogawa, D. Domingue, H. Miyamoto, P. Michel, O. S. Barnouin, C. M. Ernst, T. Hiroi, T. Nakamura, H. Sawada, M. Hayakawa, N. Hirata, N. Hirata, H. Kikuchi, R. Hemmi, T. Michikami, Eric Palmer, R. Gaskell, M. Hirabayashi, R. Jaumann, K. Otto, N. Schmitz, S. E. Schröder, G. Komatsu, S. Tanaka, K. Shirai, M. Yoshikawa, S. Watanabe, Y. Tsuda (2019) High-resolution imaging and dynamic response observations of asteroid Ryugu, EPSC-DPS Joint Mtg., Sep. 15-20, Geneva, Switzerland.
13. S. Sugita, T. Morota, R. Honda, S. Kameda, E. Tatsumi, S. Tachibana, K. Kitazato, T. Okada, N. Namiki, M. Arakawa, P. Michel, D. Domingue, S. Tanaka, M. Yoshikawa, S. Watanabe, and Y. Tsuda (2019), The Evolution of Asteroid Ryugu Revealed by Hayabusa2 and Implications for Sample Analyses, AGU 2019 Fall Meeting U54A-01, Dec. 9 - 13. San Francisco, USA.
14. Tachibana, S., Hayabusa2: Sample Acquisition at a Near-Earth C-type Asteroid Ryugu and Analysis Plan of Returned Samples, Microscopy & Microanalysis 2019, Portland, Oregon, 2019.8.6
15. Tachibana, S., Hayabusa2: Sample Return Mission from C-type Asteroid Ryugu, Planet2/RESCEU Symposium 2019, Okinawa, Japan, 2019.10.17

地球惑星システム科学講座

1. 福井暁彦, 変光モニタリング観測による系外惑星探索 (招待講演), 令和元年アストロバイオロジーセンターシンポジウム, 国立天文台三鷹キャンパス, 2019.12.5
2. Kayanne, H., Coral reefs as a baseline and its response to sea level rise, 6th International Symposium on the Law of the Sea, Tokyo, 2019.10.3
3. 芳賀万由子, 田近英一, 尾崎和海 (2019) 白亜紀の海洋無酸素イベントにおける海洋化学環境と海洋生態系の振る舞い (優秀発表賞受賞), 2019 年度地球環境史学会年会 (2019/11/17, 産業技術総合研究所).
4. 三木あかり, 田近英一, 尾崎和海 (2019) 原生代全球凍結直後における海水の炭素同位体比変動の理論的解釈 (優秀発表賞受賞), 2019 年度地球環境史学会年会 (2019/11/17, 産業技術総合研究所).
5. 渡辺泰士, 田近英一, 尾崎和海, 洪鵬 (2019), 太古代の炭素循環システムの挙動特性と高温環境の必然性 (招待講演), 日本地球惑星科学連合 2019 年大会 (2019.05.26-30, 幕張メッセ)
6. 生駒大洋, 系外惑星科学の現状整理と展望, 日本天文学会 2019 年秋季年会, 熊本大学, 2019.9.13
7. Ikoma, M., Infra-red observations for exoplanets of particular interest from theoretical points of view, Mid-infrared Astronomy: Past 20 years & Future 20 years, Tokyo, Japan, 2019.8.27
8. Ikoma, M., Progress in and prospects for understanding of planet formation: Late stage accretion of gas giant planets, Subaru Telescope 20th Anniversary - Optical & Infrared Astronomy for the Next Decade, Big Island, Hawaii, 2019.11.19
9. Non-marine paleoclimatic response of Early-Middle Eocene "hothouse" interval evidence from a lacustrine record of the Green River Formation in Utah, USAR Kuma, H Hasegawa, K Yamamoto, M Ikeda, H Yoshida, N Katsuta, AGUFM 2019, San Francisco, 2019.12.13
10. Silicon Isotopes Of The Mesozoic Radiolaria: Implications For Carbon-Silicon Cycle Coupling. M Bole, M Ikeda, RS

Hori, PO Baumgartner, AGUFM 2019, San Francisco, 2019.12.13

11. 池田昌之、氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響, 日本地球惑星連合大会, 幕張メッセ, 2019.5.30
12. 隈隆成, 長谷川精, 山本鋼志, 吉田英一, 池田昌之, 勝田長貴, Whiteside J., アルカリ湖水環境における生物起源チャート層の成因と堆積リズム (学生優秀発表賞), 日本地球惑星連合大会, 幕張メッセ, 2019.5.30
13. 池田昌之、海水準変動の要因としての陸域水循環とモンスーン, 日本堆積学会, 大阪市立博物館, 2019.4.20
14. N.Moteki, Material identification of small particles by forward-scattered wave sensing, NOAA CSD Seminar, March 4, 2019, Boulder, CO, USA.
15. 茂木信宏, Single-Particle Extinction and Scattering (SPES) 法の開発とエアロゾル・雲研究への応用可能性, 令和1年度: エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究会
16. Satoshi Takahashi, Kunio Kaiho, Satoshi Yamakita, Masahiro Oba, Shin-ichi Yamasaki, Noriyoshi Tsuchiya, Takeshi Kakegawa, Takeyoshi Yoshida, Noritoshi Suzuki, Masayuki Ehiro, Ryoichi Nakada, Yusuke Watanabe, Yoshio Takahashi, Yasumasa Ogawa, Kazuhiko Kimura, Potential impact of the pelagic deep-sea anoxia on the end-Permian mass extinction event, C5.2, IGC 19th International Congress on the Carboniferous and Permian, Cologne Germany, 2 August 2019. (Oral)
17. Satoshi Takahashi, Kunio Kaiho, Shin-ichi Yamasaki, Noriyoshi Tsuchiya, Takeyoshi Yoshida, Ryoichi Nakada, Yusuke Watanabe, Yoshio Takahashi, Yasumasa Ogawa, Kazuhiko Kimura, Potential impact of the end-Permian pelagic deep-sea anoxia. , GC5-Mass-33, European Geoscience Union Galileo Conferences Mass extinctions, recovery and resilience, Utrecht, the Netherlands 28 August 2019. (Oral)
18. Paul Wignall, Satoshi Takahashi, Marine anoxia and mass extinction – a ubiquitous link? , GC5-Mass-22, European Geoscience Union Galileo Conferences Mass extinctions, recovery and resilience, Utrecht, the Netherlands 28 August 2019. (Oral)
19. Hajime Kawahara, Transiting Planets near the Snow Line, From protoplanetary disks through planetary system architecture to planetary atmospheres and habitability 2019.10.18 Okinawa Naha.

固体地球科学講座

1. Anselme F. E. Borgeaud, 河合研志, Robert J. Geller, 3-D P- and S-velocity structure of the D" layer beneath Central America and the Caribbean using waveform inversion, 日本地球惑星科学連合大会, 幕張メッセ, 千葉 (05/27/2019)(Invited)
2. 河合 研志, Anselme F. E. Borgeaud, 鈴木 裕輝, 波形インバージョン法による最下部マントルに沈み込んだスラブの解像, 日本地球化学会年会, 東京大学本郷キャンパス, 東京 (09/19/2019) (Invited)
3. Wallis, S. R. Fluid flow in subduction zones and slow earthquakes: geological constraints from SW Japan (招待公演), Taiwan Geoscience Union, Taipei, 2019/5/15
4. Wallis, S. R. (招待公演) Metamorphism in the Sanbagawa belt of SW Japan as a record of subduction processes. Japan Geoscience Union 2019, Makuhari, 2019/5/29
5. Wallis, S. R. Development of high fluid pressure at the base of the shallow mantle wedge due to the presence of an antigorite shear zone (招待公演), Geological Society of Korea, Cheju Island, 2019/10/24
6. Ide, S., Characteristics and interpretation of broadband slow earthquakes, International Conference in Commemoration of 20th Anniversary of the 1999 Chi-Chi Earthquake, Taipei, 2019.09.16
7. 永治方敬, 層状ケイ酸塩鉱物の EBSD 測定と沈み込み帯における異方性構造の定量評価への試み (日本地質学会構造地質部会 構造若手研究発表会 招待講演), 日本地質学会, 山口大学, 2019.9.24
8. Hirose, K., SiO₂ and molten silicate release from the core; implications for dynamo and material transport from the core to mantle, AGU Centennial Central, Fall Meeting, San Francisco, 2019.12.9
9. K. Ozawa, C. Garrido, K. Hidas, and J.-L. and Bodinier, Thermal interaction of the lithosphere and asthenosphere revealed from evolution of spatial and temporal internal variations of temperature and pressure in orogenic peridotite complexes. EGU General Assembly 2019, Vienna, Austria, 2019.4.12
10. R. Ando, Y. Aoki, M. Otsubo, H. Huang and L. Meng, Effects of 3-D fault geometry on rupture dynamics: Simulation of the 2019 Ridgecrest, CA, earthquakes, AGU Fall Meeting 2019.

地球生命圏科学講座

1. 高橋嘉夫, TES 蛍光 XAFS によるセシウムの化学状態分析, 京都大学複合原子力科学研究所「福島原発事故で放出された放射性物質の多面的分析」専門研究会 (3), 京都大学複合原子力科学研究所, 2019.12.19
2. Yoshio Takahashi, MIGRATION OF RADIOCESIUM AND RADIOIODINE IN THE ENVIRONMENT EMITTED DURING FUKUSHIMA DAI-ICHI NUCLEAR POWER PLANT ACCIDENT, 国際会議 Migration2019, 京都大学きはだホール, 2019.9.17
3. Yoshio Takahashi, Molecular Geochemistry of Interactions of Various Hard Cations and Phyllosilicates Related to their Environmental Behaviors and Isotope Fractionation, Goldschmidt2019, Spain, 2019.9.18
4. Endo, K. & Shimizu, K. Genetic bases of skeletal formation in fossiliferous lophotrochozoans. The 1st Asian Palaeontological Congress, China Hall for Science and Technology, Beijing, 2019.11.19
5. Goto, K., Tsunami geology and geomorphology: Extreme events in the Earth's and human histories. The 82nd Annual Meeting of the Meteoritical Society. (2019 July 8, Sapporo). Society Lecture
6. 狩野彰宏, 造礁動物はどうやって進化したのか (招待講演) 日本サンゴ礁学会公開シンポジウム, 北海道大学, 2019.11.8
7. Kogure, T., Visualization of Clays at the Atomic Scale (George Brown Lecture Award), 2019 EUROCLAY International conference on clay science and technology, Paris, France, 1 July, 2019
8. 奥村大河, 山口紀子, 土肥輝美, 藤原健壮, 飯島和毅, 小暮敏博, 福島原発事故により発生した放射性微粒子の環境動態: 加熱および溶解特性について (招待講演), 日本地球惑星科学連合 2019 年大会 (幕張メッセ, 2019.5.26)
9. Takaaki Itai, Sachika Natori, Solid-water interaction of Mn and As near the bottom of Lake Biwa. -Implications for the spatio-temporal change of these elements for past 40 years-, JPGU 2019 annual meeting, 2019/5/27
10. 板井啓明, 水銀安定同位体比の測定法と環境化学的应用, 第 67 回質量分析討論会, つくば, 2019/5/16
11. 板井啓明, 地球化学分野の先端的分析手法と環境毒性学の接点, 第 46 回日本毒性学会学術年会, 2019/6/27
12. Suzuki Yohey, Deep microbial proliferation in Fe, Mg smectite-filled basalt fissures in aged oceanic crust: Implications for heterotrophic rock-hosted life, Deep Carbon 2019: Launching the next decade of deep carbon science meeting Carnegie Institution for Science, Washington DC, 2019.10.25 (招待講演)
13. 鈴木庸平, 火星からのサンプルリターンで解き明かす生命の起源, 第 17 回生命 - 鉱物 - 水 - 大気相互作用研究会, 東京大学, 2019.5.25
14. Kouduka, M., Suzuki, Y., Reconstruction of key ecological responses leading to the most recent dead zone formations in Japan Sea through ancient DNA metabarcoding, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ国際展示場, 2019.5.28
15. Nakano, S., Kato, S., Kouduka, M., Suzuki, Y., Correlations of magnetosome-related genes in Nitrospirae genomes to magnetosome geometry and redox stratification in deep-sea environments, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ国際展示場, 2019.5.28
16. Takamiya, H., Mukai, H., Kouduka, K., Kato, S., Ito, M., Suzuk, Y., Did life emerge in a deep-sea metal sulfide chimney? New insights from an archaeal genome and a nanoscale microbe-silicate assemblages, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ国際展示場, 2019.5.28
17. Suzuki, Y., Superhabitability in ultradeep rocky environments, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ国際展示場, 2019.5.28
18. 鈴木庸平, 地球と火星の岩石内生命から制約する生命の起源, 第 42 回日本分子生物学会年会, 福岡マリンメッセ, 2019.12.3 (招待講演)
19. 荻原 成騎, ユーパールライト (Yooperlite) 蛍光の起源. 日本宝石学会, 川越東洋大学, 2019. 6.8
20. 砂村 倫成, Estimation of microbial chemosynthesis growth and efficiency in deep sea hydrothermal plume, JpGU annual meeting 2019, 幕張, 2019.5.28

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. 日比谷 紀之, 「深層海洋大循環と気候変動 - 未だ解明されていない深海の謎 -」, 第 7 回 International Conference on the Unity of the Sciences (ICUS) 懇談会, 2019.4.11 (セミナー)
2. 日比谷 紀之, 海洋アライアンス 教養学部・学術フロンティア講義「海研究のフロンティア」: 「月が導く深海の流れ - 地球を巡る海洋大循環の謎を解く -」, 東京大学 海洋アライアンス, 2019.6.15 (特別講義)
3. 日比谷 紀之, 「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 - 深層海洋大循環像の高精度化に向けて -」, 気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象課 談話会, 2019.11.7 (セミナー)
4. 佐藤 薫, 大型レーダー国際協同観測による南北両半球大気結合の研究 (第 414 回生存圏シンポジウム 第 13 回生存圏フォーラム特別講演会), 京都大学, 2020.1.16 (セミナー)
5. 升本 順夫, Universitas Sriwijaya, 2019.8 (特別講義)
6. 星野 真弘, Astro-plasma physics III, 北京師範大学 (中国), 2019.11.4-11.7 (集中講義)
7. 横山 央明, Study on photospheric magnetic structure below a dark filament by using the Hinode Spectro-Polarimeter (SSP seminar), 国立天文台, 2019.5.24 (セミナー)
8. 橘 省吾, 地球外物質科学 - 太陽系の起源と進化, 北海道大学, 2019.12.25-26 (集中講義)
9. 橘 省吾, Exploring the Origin and Evolution of the Solar System, 東京工業大学, 2019.12.4 (特別講義)
10. 福井暁彦, 重力マイクロレンズ系外惑星探索の現状と展望 (国立天文台惑星セミナー), 国立天文台, 2020.2.4 (セミナー)
11. 茅根創, 太平洋環境安全保障と沖ノ鳥島, 小原塾, 2019.4.20 (セミナー)
12. 茅根創, Ecosystem-based coastal protection of atoll island countries against sea level rise, UNITAR (国連訓練研究所), 2019.10.30 (集中講義)
13. 生駒大洋, 恒星物理学特論 II, 東北大学, 2019.9.18-20 (集中講義)
14. 生駒大洋, 全学講義「宇宙の科学」, 立教大学, 2019.6.24 (特別講義)
15. 高橋聡, 古生代 - 中生代境界期的大量絶滅事変を記録した遠洋域黒色粘土岩層の記録する地球環境史, 東京大学理学系研究科 地球惑星科学専攻, 2019.10.29 (セミナー)
16. ウォリス サイモン, 変成作用と地殻の熱構造, 静岡大学, 2019.12.26-27 (特別講義)
17. ウォリス サイモン, Tectonics of Japan, University of Maryland, 2019.12.5 (セミナー)
18. Yoshiyuki Tanaka, Potential applications of optical lattice clocks in geodesy -an introduction-, Kavli IPMU, University of Tokyo, 2019.9.18 (セミナー)
19. 田中愛幸, 測地学・測位における光格子時計応用の可能性, NTT 物性科学基礎研究所, 2019.10.11 (セミナー)
20. 小暮敏博, 「電子顕微鏡で粘土の原子配列はどのように見えるか」(第 52 回 鴨叡会・生命分子化学セミナー), 京都府立大学 稲盛財団記念館, 2019/11/25 (セミナー)
21. 小暮敏博, 「福島原発から放出された放射性珪酸塩ガラス微粒子の正体」第 133 回 須藤談話会, 早稲田理工学部 61 号館 岩石鉱物学実験室, 2019/11/30 (セミナー)
22. 板井啓明, 京都大学生態学研究センターセミナー, I. 琵琶湖湖底のマンガン・ヒ素動態に関する地球化学的研究 II. 水銀安定同位体比の生態学的应用について, 京都大学生態学研究センター, 2019.2.15 (セミナー)

8.2 一般向け講演会

1. 佐藤 薫, 南極大型レーダーで探る全球大気結合, 第 129 回 (2019 年春季) 東京大学公開講座「氣」, 2019.6.8
2. 佐藤 薫, 南極の千本のアンテナでグローバルな気候結合を調べる, 第 50 回気象サイエンスカフェ東京, 2019.11.30
3. 升本 順夫, 気候変動と海洋, 海洋アライアンス出前授業 (石川県能登町立柳田中学校・能登中学校), 2019.12.12
4. 升本 順夫, 大気・海洋相互作用の発見, かわさき市民アカデミー「未知に挑んだ科学者たち」, 2019.12.20
5. 升本 順夫, 気候変動の多様性 ～複雑はおもしろい～, 東大理学部 高校生のための冬休み講座 2019, 2019.12.25

6. 東塚 知己, 海の中の前線, 東京大学理学部オープンキャンパス 2019, 2019.8.7
7. 日比谷 紀之, 出前講義「月が導く深海の流れー地球を巡る深層海流の謎への挑戦ー」(宮崎県立都城泉ヶ丘高等学校附属中学校), 2019.5.16
8. 星野 真弘, 宇宙、惑星、そして生命, みえ科学探求フォーラム (三重県教育委員会), 2020.2.15
9. 笠原 慧, 宇宙プラズマ加速の謎に挑む「あらせ」衛星 ～搭載機器開発と科学観測～, 東京大学オープンキャンパス, 2019.8.7
10. 笠原 慧, ジオスペース探査衛星「あらせ」で観測する宇宙のプラズマとオーロラの起源, 多摩市六都科学館, 2019.6.1
11. 諸田 智克, はやぶさ 2 の最新成果, 名古屋大学環境学研究科・サイエンスカフェ, 2019.6.15
12. 諸田 智克, 月からわかる地球と太陽系の歴史, 蒲郡市生命の海科学館 2019 年企画展 アナタの知らない月世界ー The Moon ー クロージング講演会, 2019.9.14
13. 諸田 智克, 宇宙と生命 小惑星探査機はやぶさ報告, NHK 文化センター名古屋教室の講座「ひとの大学 2019」, 2020.9.19
14. 橘 省吾, リュウグウの石に聞いてみたいこと, 日本地球惑星科学連合 高校生のための冬休み講座「ミクロから探る地球と宇宙」, 2019.12.27
15. 橘 省吾, 地球の中身をもちかえろう, AROUND SCIENCE 実験イベント, 2019.12.15
16. 橘 省吾, 「はやぶさ 2」リュウグウ城に来てみれば, いわき市石炭・化石館「アポロ展Ⅱ 一月を目指し、月を越えてー」特別記念講演, 2019.11.24
17. 橘 省吾, リュウグウ城に来てみれば, 苫小牧科学センター はやぶさ 2 講演会, 2019.10.5
18. 橘 省吾, 「はやぶさ 2」リュウグウ城に来てみれば, 千葉市科学フェスタ 2019, 2019.9.29
19. 橘 省吾, リュウグウから持ち帰られる石に聞いてみたいこと, はやぶさ 2 トークライブ番外編, 2019.8.25
20. 橘 省吾, はやぶさ 2 って今何してる? 研究者とディスカッションしてみよう!, UTOPS 研究者との対話イベント, 2019.8.23
21. 橘 省吾, 太陽系の起源と進化の理解をめざして, 東京工業大学附属科学技術高等学校科学部, 2019.7.23
22. 橘 省吾, 「はやぶさ 2」リュウグウ探査中!, 蒲郡市生命の海科学館 もうすぐはやぶさの日! 講演会 2019, 2019.6.9
23. 田近 英一, 地球はなぜ生命をはぐくむ惑星なのか, NHK 文化センター コズミックフロント☆ NEXT 連携講座 最新科学で探る太陽系, 2019.5.12
24. 田近 英一, 専門分野の選び方, 河合塾 知の追求講座, 2019.6.15
25. 田近 英一, 大気酸素濃度上昇と生命の進化, 武田セミナー「地球と生命の共進化」(その 2) 武田計測先端知財団, 2019.9.28
26. 田近 英一, 全球凍結と生命の進化, 武田セミナー「地球と生命の 共進化」(その 3) 武田計測先端知財団, 2019.19.26
27. 田近 英一, 日本地球惑星科学連合設立の経緯と現状, 日本学術会議第 3 回第三部理工系学協会の活動と学術情報に関する分科会, 2019.10.29
28. 茅根 創, 大学におけるフィールドワークの安全管理, フィールドワークのための経験からまなぶ安全対策, FENICS EVENT2019 (武蔵野公会堂, 東京), 2019.12.7
29. 茅根 創, 沖ノ鳥島の生態工学的維持, 第 14 回沖ノ鳥島フォーラム (東京国際フォーラム), 2020.1.19
30. 茅根 創, これからの海洋教育を展望するー激甚化する気象災害とわたしたちの暮らし, 笹川平和財団海洋政策研究所 第 169 回海洋フォーラム (笹川平和財団ビル国際会議場), 2020.1.28
31. 生駒 大洋, 温暖な惑星・地球ー気候の成り立ちと特殊性ー, 朝日カルチャースクール新宿, 2019.6.22
32. 井出 哲, 揺れない地震の話, かわさき市民アカデミー, 2019.4.9
33. 井出 哲, 地震はどこまでわかっているのか, 東大 EMP& アカデミーヒルズ, 2019.6.4
34. 井出 哲, ゆれない地震の話, 東京大学オープンキャンパス, 2019.8.8
35. 河合 研志, 地球内部の「地質図」発見, かわさき市民アカデミー・新しい科学の世界, 2020.1.21
36. 桑山 靖弘, Research Highlights: Journey to the core of the Earth, Nature Reviews Materials, 2020.5.20
37. 桑山 靖弘, Diamond Anvils Replicate Conditions At the Earth's Core, IFL Science, 2020.4.15

38. 桑山 靖弘, Liquid Iron's Density in Extreme Conditions, Physics, 2020.4.22
39. 田中 愛幸, スロー地震学と重力観測, 石垣島地方気象台主催講演会, 2020.1.8
40. 廣瀬 敬, コア超高压実験で見る地球中心核, JpGU トップセミナー, 2019.5
41. 後藤和久, 琉球（南西諸島）海溝における古津波履歴, 地震調査研究推進本部海溝型分科会, 2019.7.26
42. 後藤和久, 恐竜絶滅の衝突クレーターを掘る, 東京大学理学部オープンキャンパス, 2019.8.6
43. 後藤和久, 津波堆積学の進展と防災, 東北大学地質古生物学教室 (IGPS) 在京同窓会, 2019.11.8
44. 後藤和久, 巨大隕石衝突が引き起こした恐竜絶滅, 企画展「大絶滅」記念講演会, ふじのくに地球環境史ミュージアム, 2020.2.1
45. 鈴木庸平, 岩の中で生きる微生物は始原的？それとも究極の進化形？, 日本地球惑星科学連合 高校生のための冬休み講座 2019・ミクロから探る地球と宇宙, 2019.12.27
46. 鈴木庸平, 花崗岩から生命は誕生したのか？～瑞浪の地底から最新情報～, 第 34 回東濃地科学センターセミナー, 2020.3.7
47. 鈴木庸平, 火星サンプルリターン惑星保護の検討状況, JAXA 主催、惑星保護に関するワークショップ, 2019.9.24

8.3 メディア等

1. 佐藤 薫, オーロラ輝かせる電子 オゾン層破壊の要因か 極地研など, 日本経済新聞, 2019.12.8
2. 佐藤 薫, 電離圏大気の電子密度 南極昭和基地から観測 極地研・東大が成功, 科学新聞, 2020.1.1
3. 東塚 知己, インド洋変動 豪火災招く, 日本経済新聞, 2020.3.6
4. 三浦 裕亮, 「北越雪譜」物語～越後の雪が教えてくれたこと～, 新潟テレビ 21, 2019.11.23
5. 諸田 智克, 「はやぶさ 2 の大冒険！快挙の舞台裏」, コズミック フロント☆NEXT, 2019.11.28
6. 諸田 智克, はやぶさ 2 支える研究者, 日本経済新聞社, 2019.11.20
7. 杉田 精司, クローズアップ現代, NHK 総合, 2019.7.11
8. 杉田 精司, NHK スペシャル「スペース・スペクタクル 第3集 はやぶさ 2 地球セメいのルーツに迫る」, NHK 総合, 2019.9.8
9. 杉田 精司, コズミック フロント☆NEXT「はやぶさ 2 の大冒険！快挙の舞台裏」, NHK BS プレミアム, 2019.11.28
10. 杉田 精司, コズミック フロント☆NEXT「はやぶさ 2 のライバル オシリスレックス最新報告」, NHK BS プレミアム, 2019.2.27
11. 杉田 精司, 小惑星・外縁天体の探査：小惑星から太陽系の生い立ちに迫る, 産経新聞, 2019.4.14
12. 杉田 精司, 冥王星 氷の下に「断熱材」, 読売新聞, 2019.6.2
13. 杉田 精司, はやぶさ 2 が解く太陽系の謎, 東京新聞, 2019.5.6
14. 杉田 精司, はやぶさ 2 地球へ向け出発, 毎日新聞, 2019.11.22
15. 杉田 精司, Quirks & Quarks "One Giant Leap", Canadian Broadcasting Cetner Radio, 2019.7.19
16. 杉田 精司, Quirks & Quarks "Japanese space scientists shot an asteroid to learn about its past", Canadian Broadcasting Cetner Radio, 2020.3.20
17. 杉田 精司, Rugged Worlds, Sky & Telescope (米国), 2020.3.10 (5月号)
18. 橘 省吾, はやぶさ 2 を支える大学研究者, 日本経済新聞, 2019.10.19
19. 橘 省吾, Ryugu samples bound for Australia, COSMOS, 2019.8.8
20. 橘 省吾, ニュースなぜなに「はやぶさ 2 の小惑星探査 太陽系や海の始まりを知る」, 共同通信子ども新聞, 2019.7.22
21. 橘 省吾, はやぶさ 2 生命の謎 近づけるか, 東京新聞, 2019.7.10
22. 橘 省吾, 太陽系探査に前進「はやぶさ 2」人工クレーター実験成功, 毎日新聞, 2019.4.5
23. 福井 暁彦, ノーベル賞・識者談話, 時事通信社, 2019.10.8
24. 茅根 創, 今世紀に水没の危機！日本最南端・沖ノ島島サンゴ移植プロジェクト, FNN オンライン記事, 2019.9.24
25. 茅根 創, 地球異変 1 「東京湾 南海の後継。水温上昇, サンゴ増え, 海藻消えた」, 東京新聞, 2020.1.4

26. 茂木 信宏, 東大、流体中のナノ・マイクロ粒子の物性・粒径分布の自動測定法を考案・実証, 日経新聞, 2020.1.6
27. 茂木 信宏, 東大、微粒子の構成・濃度測定装置 安価で高い汎用性., 日刊工業新聞, 2020.1.10
28. 高橋 聡, 大量絶滅の解明なるか 岩泉から脊椎動物の化石, 岩手日報朝刊, 2019.10.28
29. 井出 哲, (現場へ!) 地震予測に迫る: 3 「いつ終わるか」がわからない, 朝日新聞, 2020.2.19
30. 田中 愛幸, 量子技術で「測る」が変わる, 読売新聞, 2020.1.12
31. 廣瀬 敬, 地磁気 生命誕生の鍵, 日経新聞, 2020.3.1
32. 後藤和久, 恐竜絶滅 酸性雨も原因?, 日本経済新聞 (30 面), 令和元年 12 月 1 日
33. 後藤和久, 哺乳類台頭 化石は語る, 朝日新聞 (19 面), 令和 2 年 2 月 3 日
34. 鈴木庸平, 謎だらけの原始生命体, サイエンス ZERO (NHK E テレ), 2020.2.16
35. 鈴木庸平, 東京大学 研究グループ 岩石の中に微生物 生息を発見, NHK ニュース おはよう日本 (NHK), 2020.2.28
36. 鈴木庸平, 地下深く微生物の大帝国, 日本経済新聞, 2019.3.3
37. 鈴木庸平, 火星の生命 地球に? / 南太平洋の深海底科学エネルギー 1 億年算出, 山形新聞, 2019.10.2
38. 鈴木庸平, 火星の生命、深海底で探る, 下野新聞, 2019.10.6
39. 鈴木庸平, 火星に生命は存在するか, 福島民報, 2019.10.8
40. 鈴木庸平, 火星の生命、深海底で探る, 静岡新聞, 2019.10.14
41. 鈴木庸平, 火星に生命活動の可能性, 四国新聞, 2019.10.11
42. 鈴木庸平, 火星の生命、深海底で探る, 大分合同新聞, 2019.10.21
43. 鈴木庸平, 火星の生物 地中で探れ, 福井新聞, 2019.10.22
44. 鈴木庸平, 火星に生命? 地球の深海底で探る, 北海道新聞, 2019.10.30
45. 鈴木庸平, 火星移住へ 進む大型船開発, 熊本日日新聞, 2019.11.15
46. 鈴木庸平, 火星の生命 深海底に, 河北新聞, 2019.11.16
47. 鈴木庸平, 火星の生命 地球で探る, 中部経済新聞, 2019.12.2
48. 鈴木庸平, 深海の岩石で微生物発見, 中国新聞, 2019.12.7

9 その他の活動

9.1 学内委員

1. 佐藤 薫，理学系研究科，入試実施委員会，委員
2. 日比谷 紀之，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
3. 日比谷 紀之，東京大学 理学部，理学部推薦入試専攻委員会 委員
4. 日比谷 紀之，東京大学，学部前期課程部会 PEAK 制度検討委員会 委員
5. 日比谷 紀之，東京大学 大気海洋研究所，協議会 委員
6. 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
7. 関 華奈子，東京大学大学院理学系研究科，男女共同参画推進委員会，委員
8. 橘 省吾，東京大学，TAO 運営諮問委員会，委員
9. 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
10. 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
11. 比屋根肇，東京大学，入試実施委員
12. 比屋根肇，東京大学大学院理学系研究科，環境安全管理室 委員
13. 星野真弘，宇宙理工学連携研究機構，機構長
14. 星野真弘，宇宙惑星科学機構，機構長
15. 星野真弘，全学，キャンパス計画室会議 委員
16. 星野真弘，情報基盤センター，運営委員会 委員
17. 星野真弘，理学系研究科，副研究科長
18. 星野真弘，理学系研究科，研究支援統括室長
19. 星野真弘，理学系研究科，キャンパス委員会 委員長
20. 星野真弘，理学系研究科，キャンパス計画室 室長
21. 星野真弘，理学系研究科，学術運営委員会 委員
22. 星野真弘，理学系研究科，企画室会議 委員
23. 星野真弘，理学系研究科，教育推進委員会 委員
24. 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
25. 茅根 創，東京大学海洋アライアンス，海洋リテラシープログラム，プログラム長
26. 茅根 創，空間情報科学研究センター，運営委員会，委員
27. 田近英一，東京大学，予算委員会 企画調整分科会，委員
28. 田近英一，東京大学，教育運営委員会・進学選択調整部会，委員
29. 田近英一，東京大学，総合科目運営委員会，委員
30. 田近英一，東京大学，初年次ゼミナール理科運営委員会，委員
31. 田近英一，東京大学，宇宙理工学連携研究機構，教授（兼務）
32. 田近英一，東京大学大学院理学系研究科，研究科長補佐
33. 田近英一，東京大学大学院理学系研究科，企画室会議，委員
34. 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
35. 田近英一，東京大学大学院理学系研究科，理学部教務委員会，委員長
36. 田近英一，東京大学大学院理学系研究科，総長賞選考委員会，委員長
37. 田近英一，東京大学大学院理学系研究科，理工執行部懇談会，委員
38. 田近英一，東京大学大学院理学系研究科，若手人事に関する WG，委員
39. 田近英一，東京大学大学院理学系研究科，キャリア支援室運営委員会，委員

40. 田近英一，東京大学大学院理学系研究科，数物フロンティア・リーディング大学院，担当教員
41. 田近英一，東京大学大学院理学系研究科，ビッグバン宇宙国際研究センター，研究協力者
42. 河原創，東京大学大学院理学系研究科，ビッグバン宇宙国際研究センター，研究協力者
43. 井出哲，東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会，委員
44. ウォリス サイモン，東京大学大学院理学系研究科，学科教務委員会 委員長
45. ウォリス サイモン，東京大学大学院理学系研究科，卓越大学院フotonサイエンス関連教育プログラム委員会 委員
46. 小澤一仁，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
47. 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，プログラム運営委員
48. 板井啓明，日本・アジアに関する教育研究ネットワーク運営委員会，運営委員会委員
49. 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
50. 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
51. 砂村 倫成，東京大学大学院理学系研究科，オープンキャンパス委員

9.2 学会委員

1. 小池 真，日本気象学会，学術運営委員会，委員
2. 小池 真，日本気象学会，学術運営委員会，航空機観測検討部会，部会長
3. 小池 真，日本気象学会，理事
4. 佐藤 薫，日本気象学会，理事
5. 佐藤 薫，日本気象学会，学会賞候補者推薦委員会，委員長
6. 佐藤 薫，日本気象学会，学術委員会，委員
7. 佐藤 薫，日本気象学会，松野賞候補者推薦委員会，委員
8. 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
9. 佐藤 薫，日本地球惑星科学連合，代議員
10. 升本 順夫，日本海洋学会，評議員
11. 升本 順夫，日本海洋学会，防災学術連携委員
12. 三浦裕亮，日本気象学会，人材育成・男女共同参画委員会，委員
13. 三浦裕亮，日本気象学会，山本賞候補者選考委員会，委員
14. 三浦裕亮，American Meteorological Society, Assistant Editor (Monthly Weather Review)
15. 三浦裕亮，日本地球惑星科学連合，PEPS 編集委員会，委員
16. 三浦裕亮，日本地球惑星科学連合，代議員
17. 三浦裕亮，日本気象学会，気象集誌編集委員会，委員
18. 東塚 知己，American Meteorological Society, Journal of Climate, Associate Editor
19. 東塚 知己，日本海洋学会，評議員
20. 東塚 知己，日本海洋学会，論文賞選考委員会，委員
21. 東塚 知己，日本海洋学会，Journal of Oceanography, 編集委員
22. 東塚 知己，日本地球惑星科学連合，代議員
23. 東塚 知己，Frontiers in Atmospheric Science, Review Editor
24. 日比谷 紀之，Physical Oceanography section of Frontiers in Marine Science, 編集委員
25. 日比谷 紀之，国際海洋物理科学協会 (IAPSO), 執行委員 (Executive Committee Member)
26. 日比谷 紀之，日本海洋学会，監査
27. 日比谷 紀之，日本海洋学会，日本海洋学会三賞選考委員会，委員

28. 日比谷 紀之, 日本海洋学会, 沿岸海洋研究委員会, 委員
29. 日比谷 紀之, 日本海洋政策学会, 総務委員会, 委員
30. 日比谷 紀之, 日本地球惑星科学連合, 日本地球惑星科学連合学術賞 (三宅賞) 審査委員会, 委員
31. 日比谷 紀之, 日本地球惑星科学連合, グローバル戦略担当理事
32. 日比谷 紀之, 日本地球惑星科学連合, 総務担当理事
33. 日比谷 紀之, 日本地球惑星科学連合, 代議員
34. 天野孝伸, 地球電磁気・地球惑星圏学会, 運営委員会、委員
35. 笠原慧, 日本地球惑星科学連合, プログラム委員会, 委員
36. 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
37. 関 華奈子, 日本地球惑星科学連合, 代議員 (宇宙惑星科学セクション選出)
38. 関 華奈子, 日本地球惑星科学連合, グローバル戦略委員会, 委員
39. 関 華奈子, 地球電磁気・地球惑星圏学会, 大林奨励賞推薦委員会, 委員
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. 橘 省吾, European Association of Geochemistry, H.C. Urey Award Committee, Member
42. 橘 省吾, Goldschmidt Conference 2019, Theme Chair
43. 橘 省吾, Meteoritical Society, Annual Meeting Organizing Committee, Co-chair
44. 橘 省吾, Solar System symposium in Sapporo, Co-chair
45. 橘 省吾, 日本地球化学会, 理事
46. 橘 省吾, 日本地球化学会, 総務幹事
47. 橘 省吾, 日本鉱物科学会, Elements 編集委員会, 委員
48. 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
49. 橘 省吾, 日本地球惑星科学連合, JGL 編集委員, 編集幹事
50. 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
51. 橘 省吾, 日本地球惑星科学連合, 広報普及委員会, 委員
52. 長 勇一郎, 日本惑星科学会, 学会誌編集委員
53. 星野真弘, レーザー学会, 学術応用調査専門委員会委員
54. 諸田智克, 日本惑星科学会, 運営委員会, 委員
55. 諸田智克, 日本惑星科学会, 総務専門委員会, 委員
56. 諸田智克, 日本惑星科学会, 編集専門委員会, 委員
57. 諸田智克, 日本惑星科学会, 学会賞選考委員会, 委員
58. 諸田智克, 日本地球惑星科学連合, 学生賞小委員会, 委員
59. 横山央明, 国立天文台, プロジェクト評価委員
60. 横山央明, 太陽研究者連絡会, 運営委員、会長 (11/30 まで)
61. 横山央明, 日本地球惑星科学連合, 代議員
62. 横山央明, 日本天文学会, 代議員
63. 茅根 創, 太平洋諸島学会, 理事
64. 茅根 創, 日本サンゴ礁学会, 理事
65. 高橋聡, 地球環境史学会, 評議員会
66. 高橋聡, 地球環境史学会, 行事係 代表
67. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, 副会長
68. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, 理事
69. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, 代議員
70. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, ユニオンサイエンスボード

71. 田近英一, 公益社団法人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
72. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, ジャーナル企画経営委員会, 委員
73. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, 広報普及委員会, 委員長
74. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, 広報普及委員会 JGL 編集賞委員会, 編集委員長
75. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, 広報普及委員会 パブリックセッション小委員会, 委員
76. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, 大会運営委員会, 委員
77. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, 危機管理研等 WG, 委員
78. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, JpGU30 周年記念事業 TF, 委員長
79. 田近英一, 公益社団法人日本地球惑星科学連合, ジオエシックス WG, 委員
80. 田近英一, 生命の起源および進化学会, 運営委員会, 委員
81. 田近英一, 日本惑星科学会, 運営委員会, 委員
82. 田近英一, 日本惑星科学会, 対外協力・連携専門委員会, 委員長
83. 福井暁彦, 国立天文台, せいめい小委員会, 委員
84. 福井暁彦, 日本天文学会, 天文月報編集委員会, 委員
85. 河原創, 光赤外天連, 次世代地上大型望遠鏡戦略 WG 委員
86. 安藤亮輔, 日本地震学会, 表彰委員長
87. 飯塚 毅, 日本地球化学会, 庶務幹事・理事
88. 飯塚 毅, 日本地球化学会, 和文誌『地球化学』編集委員
89. 井出哲, American Geophysical Union, JGR Solid Earth, Associate Editor
90. 井出哲, IASPEI, Commission on Earthquake Source Mechanism, Chair
91. 井出哲, Seismological Society of America, Nominating Committee
92. 井出哲, 日本地震学会, 代議員
93. 井出哲, 日本地球惑星科学連合, 理事・代議員・財務委員・環境災害対応委員
94. ウォリス サイモン, Japan Geoscience Union, 理事会、副会長
95. ウォリス サイモン, Japan Geoscience Union, 国際戦略委員会、委員長
96. ウォリス サイモン, 日本地質学会, 理事会、執行理事 (国際交流担当)
97. 河合研志, 日本地震学会, 情報誌編集委員会、委員
98. 佐藤雅彦, 地球電磁気・地球惑星圏学会, 学生発表賞事務局
99. 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
100. 田中 愛幸, 国際測地学協会, インターコミッション理論研究グループ (変形と重力の時間変動) チェア
101. 田中 愛幸, 国際測地学協会, プロジェクト「時計による相対論的測地学」委員
102. 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
103. 田中 愛幸, 日本測地学会, 会計委員会, 委員長
104. 田中 愛幸, 日本測地学会, 評議員
105. 田中 愛幸, 日本測地学会, Earth Planets and Space 誌編集委員 (測地学会を含む5学会で運営される)
106. 田中 愛幸, 日本測地学会, 海外渡航助成金審査委員会, 委員
107. 板井啓明, 一般社団法人日本地球化学会, 理事、庶務幹事
108. 遠藤一佳, 日本地球惑星科学連合, 地球生命科学セクション・プレジデント
109. 遠藤一佳, 日本古生物学会, 常務委員
110. 遠藤一佳, 日本進化学会, 代議員
111. 遠藤一佳, 日本地球惑星科学連合, 代議員
112. 遠藤一佳, 日本古生物学会, 評議員
113. 狩野彰宏, 石油技術協会, 理事

114. 狩野彰宏, 石油技術協会, 探鉱技術委員
115. 狩野彰宏, 日本堆積学会, 運営委員
116. 狩野彰宏, 日本地質学会, 理事
117. 狩野彰宏, 日本地質学会, Island Arc 編集委員長
118. 後藤和久, AOGS, Publication Committee
119. 後藤和久, AOGS, AOGS Regional Advisory Committee
120. 後藤和久, AOGS, Interdisciplinary Geoscience section, Vice President
121. 後藤和久, Earth-Science Reviews (Special issue), Lead Guest Editor
122. 後藤和久, IUGS Task Group on Geohazards, Secretary General
123. 後藤和久, Marine Geology, Editorial Board
124. 後藤和久, 地球惑星科学連合, 広報普及委員会, 委員
125. 後藤和久, 地球惑星科学連合, 地球人間圏科学, ボードメンバー
126. 後藤和久, 地質学雑誌特集号, ゲストエディター
127. 後藤和久, 土木学会, 原子力土木委員会津波評価部会, 委員
128. 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
129. 後藤和久, 東京地学協会, 表彰委員会, 委員
130. 後藤和久, 日本堆積学会, 論文賞選考委員会, 委員
131. 砂村倫成, Microbes & Environment 誌, 編集幹事・Managing Editor
132. 砂村 倫成, 日本微生物生態学会, Biogeoscience 部会長
133. 高橋嘉夫, 日本地球化学会, Geochemical Journal 副編集委員長
134. 高橋嘉夫, 日本放射光学会, 評議委員会

9.3 行政・その他

1. 小池 真, JAXA, 雲・エアロゾル放射ミッション (EarthCARE) 委員会, 委員
2. 小池 真, 日本学術会議, iLEAPS 小委員会, 委員
3. 佐藤 薫, WCRP(世界気候研究計画) / SPARC(成層圏・対流圏過程とその気候での役割), SSG member
4. 佐藤 薫, WCRP(世界気候研究計画) / SPARC(成層圏・対流圏過程とその気候での役割), Gravity waves, activity leader
5. 佐藤 薫, 気象庁, 気象研究所評議委員会, 評議委員
6. 佐藤 薫, 国土交通省, 交通政策審議会, 臨時委員
7. 佐藤 薫, 国土交通省, 社会資本整備審議会, 臨時委員
8. 佐藤 薫, 国立極地研究所, 客員教授
9. 佐藤 薫, 日本学術会議, 連携会員
10. 佐藤 薫, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会, 委員
11. 佐藤 薫, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会地球・惑星圏分科会, 委員
12. 佐藤 薫, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会地球・惑星圏分科会地球観測将来構想小委員会, 委員
13. 佐藤 薫, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会社会貢献分科会, 委員
14. 佐藤 薫, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会 IUGG 分科会・IAMAS 小委員会, 委員
15. 佐藤 薫, 日本学術会議, FE・WCRP 合同分科会, 委員
16. 佐藤 薫, 日本学術会議, FE・WCRP 合同分科会 SPARC 小委員会, 委員長
17. 佐藤 薫, 文部科学省, 科学技術・学術審議会, 臨時委員
18. 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

19. 升本 順夫, 気象庁, 異常気象分析検討委員
20. 升本 順夫, 勁草書房, 海面高度計ミッションにおける委員会委員
21. 升本 順夫, 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
22. 升本 順夫, IOC/SCOR/GOOS IIOE-2, Science Theme 2 Co-chair
23. 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
24. 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
25. 升本 順夫, 日本学術会議, 特任連携会員
26. 升本 順夫, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会 SCOR 分科会 IIOE-2 小委員会委員
27. 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
28. 東塚 知己, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会 SCOR 分科会 IIOE-2 小委員会, 委員
29. 日比谷 紀之, 伊藤科学振興財団, 地学分野選考委員会, 委員
30. 日比谷 紀之, 日本学術会議振興会, 特別研究員等審査会 専門委員, 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
31. 日比谷 紀之, 海上保安庁, 政策アドバイザー
32. 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
33. 日比谷 紀之, 日本海洋科学振興財団, 理事
34. 日比谷 紀之, 日本学術会議, 連携会員 (地球惑星科学委員 SCOR 分科会)
35. 日比谷 紀之, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会 IUGG 分科会 IAPSO 小委員会, 委員
36. 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
37. 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
38. 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
39. 関 華奈子, ISSI(International Space Science Institute), Science Committee
40. 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
41. 関 華奈子, 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所, 国際宇宙探査専門委員会, 委員
42. 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
43. 関 華奈子, 日本学術会議, 連携会員
44. 関 華奈子, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会, 委員
45. 関 華奈子, 日本学術会議, 地球・惑星圏分科会委員, 幹事
46. 関 華奈子, 日本学術会議, 地球惑星科学人材育成分科会, 委員
47. 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
48. 関 華奈子, 名古屋大学宇宙地球環境研究所, 総合解析専門委員会, 委員長
49. 星野真弘, Physical Review Letters (米国物理学会), 編集委員 (プラズマ分野)
50. 星野真弘, Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences (オーストリア), 評価委員会
51. 星野真弘, 学術会議 SCOSTEPS, 小委員会委員
52. 星野真弘, 高度情報科学技術研究機構, 専門委員
53. 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
54. 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
55. 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
56. 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
57. 茅根 創, 国土交通省, サンゴ礁海岸保全研究会, 委員
58. 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
59. 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

60. 田近英一, 公益財団法人伊藤科学振興会, 地学分野選考委員会, 委員
61. 田近英一, 国立研究開発法人宇宙化学研究機構, 宇宙科学評議会, 評議委員
62. 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
63. 田近英一, 東京書籍, 高校地学基礎, 教科書アドバイザー
64. 田近英一, 東京大学出版会, 企画委員会, 委員
65. 田近英一, 日本学術会議, 第24期第三部, 会員
66. 田近英一, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会, 副委員長
67. 田近英一, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会 地球惑星科学企画分科会, 副委員長
68. 田近英一, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会 地球・惑星圏分科会, 委員長
69. 田近英一, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会 社会貢献分科会, 幹事
70. 田近英一, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会 人材育成分科会, 委員
71. 田近英一, 日本学術会議, 地球惑星科学委員会 国際連携分科会, 委員
72. 田近英一, 日本学術会議, 第三部理工系学協会活動と学術情報に関する分科会, 幹事
73. 田近英一, 日本学術会議, 科学者委員会 研究計画・研究資金検討分科会 重点大型研究計画審査小委員会(地球惑星科学分野) 委員長
74. 田近英一, 日本学術会議, 選考委員会 理学・工学選考分科会, 委員
75. 田近英一, 日本学術振興会, 専門委員
76. 田近英一, 文部科学省, HPCI計画推進委員会 ポスト「京」重点課題推 WG 萌芽的課題サブ WG, 委員
77. ウォリス サイモン, 海洋開発研究機構(JAMSTEC), 海域地震発生帯課題・評価推進委員会・委員
78. ウォリス サイモン, 国立研究開発法人産業技術総合研究所, 地質調査総合センターの研究評価委員会、委員
79. ウォリス サイモン, 文部科学省, 海洋研究開発機構部会、委員
80. ウォリス サイモン, 読売新聞, 日本学生科学賞総合委員会、委員
81. 廣瀬敬, 東工大地球生命研究所, 所長
82. 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
83. 遠藤一佳, 日本学術会議 IPA 小委員会, 委員
84. 遠藤一佳, 遺伝学普及会, 編集委員会委員
85. 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
86. 狩野彰宏, J-DESC, IODP 執行部会委員
87. 狩野彰宏, Sedimentary Geology 誌, Advisory Board Member
88. 後藤和久, 静岡県, 防災・原子力学術会議, 津波対策分科会, 委員
89. 後藤和久, 地震予知総合研究振興会, 津波の地質痕跡評価ワーキンググループ, 委員
90. 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
91. 後藤和久, 文部科学省, 地震調査委員会・津波評価部会, 委員
92. 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
93. 高橋嘉夫, KEK, 客員研究員
94. 高橋嘉夫, SPRING8, SPring-8/SACLA 利用者選定に係る委員会委員
95. 高橋嘉夫, SPRING8, SPring-8 利用研究課題審査委員会分科会レフェリー
96. 高橋嘉夫, SPRING8, 重点領域「社会・文化利用」評価委員会委員長
97. 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
98. 高橋嘉夫, 日本学術振興会, 特別研究員等審査会委員
99. 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
100. 鈴木庸平, JAXA 安全審査委員会 惑星等保護審査深い, 委員

9.4 専攻役務分担

- ・ 専攻長 井出 哲
- ・ 副専攻長 高橋 嘉夫
- ・ 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） 高橋 嘉夫

委員会名	委員長	委員
専攻教務	正：小暮 敏博 副：佐藤 薫	東塚・日比谷・笠原・横山・生駒・田近・ウォリス・田中・板井・狩野 【地震研】市原・竹内・望月 【大気海洋研】高藪・伊賀 【先端研】小坂・中村 【宇宙研】白井・清水
学科教務（地球惑星物理）	正：ウォリス サイモン 副：三浦 裕亮	横山・生駒・田中（愛）・井出
学科教務（地球惑星環境）	正：ウォリス サイモン 副：飯塚 毅	橘・後藤・鈴木・砂村・須貝・高橋
会計	関 華奈子	升本・田近・小澤・荻原
図書	遠藤 一佳	日比谷・杉田・茅根・佐藤（雅）・荻原
部屋	升本 順夫	橘・茅根・小澤・板井
広報	天野 孝伸	高麗・田中・大平・高橋（聡）・茂木・河原・河合・桜庭・鈴木・砂村・栗栖
技術	小澤 一仁	日比谷・笠原・茅根・小暮
ネットワーク	三浦 裕亮	桂華・河原・安藤・砂村・栗栖
科学機器	飯塚 毅	小池・佐藤・長・茅根・小暮・鈴木・吉田・市村・小林
自動車	荻原 成騎	
安全管理	比屋根 肇	小池・佐藤・茂木・廣瀬・狩野・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
2019 年度 三菱財団 自然科学研究助成	日比谷 紀之	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 -	三菱財団	2019 年 9 月
EPS Highlighted Paper	佐藤 薫	Transient ionization of the mesosphere during auroral breakup: Arase satellite and ground-based conjugate observations at Syowa Station	Earth, Planets and Space (EPS 誌)	2020 年 2 月
地球惑星科学振興 西田賞	鈴木庸平	ダーク・バイオスフィアにおける生物と無機物との相互作用の解明	日本地球惑星科学連合	2019 年 5 月
地球惑星科学振興 西田賞	東塚 知己	熱力学的な視点に基づく中低緯度の大気海洋相互作用に関する研究	日本地球惑星科学連合	2019 年 5 月
2018 Editors' Citation for Excellence in Refereeing	東塚 知己	Journal of Geophysical Research Oceans の優秀な査読	American Geophysical Union	2019 年 5 月
George Brown Lecture Award	小暮 敏博	Visualization of clays at the atomic scale	英国鉱物学会	2019 年 7 月

学生

賞の名称	氏名	授与団体	受賞年月
学生優秀発表賞	Ong Chia Rui, 櫻井 亮輔	日本地球惑星科学連合	2019 年 6 月
研究発表優秀賞	佐藤侑人	日本岩石鉱物科学会	2019 年 9 月
松野賞	小新 大	日本気象学会	2020 年 2 月
最優秀口頭発表賞	奥村 大河	環境放射能とその除染・中間貯蔵及び環境再生のための学会	2019 年 10 月
研究発表優秀賞	高橋 玄	日本鉱物科学会	2019 年 9 月
優秀講演賞	井上 紗綾子	日本粘土学会	2019 年 9 月
学生奨励賞	名取幸花	日本地球化学会	2019 年 9 月
優秀発表賞	芳賀万由子, 三木あかり	地球環境史学会	2019 年 11 月
研究奨励賞	田川 翔, 栗栖 美菜子, 奥田 花也 川島 桜也, 山崎 一哉	東京大学大学院理学系研究科	2020 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	6	60,700
	特別推進研究	1	47,400
	基盤研究（A）	7	56,900
	基盤研究（B）	13	38,547
	基盤研究（C）	6	6,210
	挑戦的研究（萌芽）	3	6,100
	若手研究（A）	1	2,200
	若手研究（B）	5	3,700
	若手研究	6	7,300
	国際共同研究加速基金（国際共同研究強化 A）	1	11,700
	国際共同研究加速基金（国際共同研究強化 B）	4	16,923
	特別研究員奨励費（基幹講座）	22	19,000
	分担者配分	57	86,410
委託費（政府系）		7	32,131
共同研究		6	11,292
受託研究員等		10	3,537
奨学寄附金		8	6,540