



日本地球惑星科学連合ニュースレター Vol. 14  
February, 2018 No. 1

## NEWS

日本地球惑星科学連合(JpGU)大会へのお誘い	1
日本地球惑星科学連合 2018 年大会	2
学術会議だより	6
学協会 ORCID コンソーシアム	7
高校生のための冬休み講座	8

## TOPICS

始原始的な気体「メタン」と 地球生命科学の眺望	9
次世代火山研究者育成プログラム	11
生物と化学を介した海洋と 大気をつなぐ	13

## INFORMATION

16

# JGL

Japan Geoscience Letters

# 1

2018 No.

## NEWS

## 日本地球惑星科学連合(JpGU)2018年大会へのお誘い



公益社団法人 日本地球惑星科学連合 会長  
川幡 穂高 (東京大学)

日本地球惑星科学連合 (JpGU) の会員の皆様におかれましては、日頃より JpGU の活動にご協力いただき、ありがとうございます。日本地球惑星科学連合 2018 年大会は、2018 年 5 月 20 日(日)～24 日(木) (5 日間)、幕張メッセ国際会議場を中心に開催されます。

昨年、JpGU とアメリカ地球物理学連合 (AGU) の共同開催でしたが、2018 年は通常の単独開催に戻るので、セッションは減少するものと思われました。が、予想に反し、一昨年よりかなり多い 235 セッションが提案されました。皆様の積極的なご提案に感謝するとともに、期待が膨らみます。連合 2018 年大会のスローガンも「For a borderless world of Geoscience」を継続し国際連携を引き続き発展させます。これは、2015 年の AGU、欧州地球科学連合 (EGU)、アジアオセアニア地球科学会 (AOGS) と締結したコミュニケに基づくもので、Joint session も継続しています。ここに概要をお伝えし、連合 2018 年大会へのご参加をお願いする次第です。

個々の研究者が行う基礎的・応用研究を基盤として、より広い学術領域や分野の発展の骨格となる研究計画とその実現の道筋を示すロードマップの策定は、学術の進展にとり極めて重要です。その一環として、日本学術会議は「夢ロードマップ」の策定と「大型研究計画のマスタープラン」の策定を行ってきました。基本的に後者は前者に含まれます。日本学術会議において、本格的改定が実施される可能性が高いため、2018 年に準備作業が行われる予定です。JpGU は、日本学術会議地球惑星科学委員会 (藤井良一委員長) からの依頼を受け、JpGU ユニオンサイエンスボード、参加学協会にお願いして、意見の集約などを開始しています。ユニオンセッション U-08「地球惑星科学への道-8: 地球惑星科学分野における将来計画とロードマップ」は、コミュニティのボトムアップの意欲的な意見の表明、積極的な議論を期待し、「夢ロードマップ」などの作成に向けた「キックオフ」セッションとなります。招待講演者のみの口頭発表となりますが、学協会や大型研究提案者などの方はポスター発表ができます。分野全体の研究発

展を見据えたセッションとなりますので、積極的なご参加を期待する次第です。

ユニオンセッションは、Future Earth も含めた地球惑星科学の全般にわたる課題を扱います。さらに、「女性研究者の雇用とワークライフバランス」、「連合は環境・災害にどう向き合っていくのか?」など、社会と関わる課題も議論します。

さらに、ユニオンセッション U-05「地球惑星科学における学術出版の将来」では、日本の地球惑星科学コミュニティからの国際情報発信をどのように強化すべきであるか、皆様と最新情報を共有しつつ、考えたいと考えております。JpGU が参加学協会と共同出版している「Progress in Earth and Planetary Science (PEPS)」が、クラリベイト・アナリティクス社 (旧トムソン・ロイター) の引用文献データベース Web of Science に収録されることになり、2018 年 6 月に最初の Impact Factor が発表される予定です。初回の値としては十分な数字が予想されますが、PEPS が国際的な一流ジャーナルとなるため、連合大会の発表内容をぜひ PEPS にご投稿下さるようお願いいたします。JpGU は、参加学協会の国際誌についても、国際学会での JpGU ブースにて広報活動を行なってきています。さらに、近い将来 Earth, Planets and Space (EPS) 誌との共同出版を開始する予定です。

2021 年までの連合大会の開催日程を早めにお知らせいたします。2019 年大会は、幕張メッセ及び東京ベイ幕張ホールにて 2019 年 5 月 26 日(日)～5 月 30 日(木)に開催予定です。2020 年大会も同じ場所にて 2020 年 5 月 24 日(日)～5 月 28 日(木)に開催予定です。この大会は 2 回目の JpGU-AGU 共同開催となります。2021 年大会は、場所が変わり、横浜市みなとみらいコンベンション施設 (仮称、国際展示場の北側に現在建設中) で、2021 年 5 月 30 日(日)～6 月 3 日(木)の 5 日間を計画しています。

連合 2018 年大会の投稿は 2018 年 1 月 10 日～2 月 19 日 (早期投稿は 2 月 5 日 23:59 まで) です。積極的に研究発表のご投稿をお待ちしております。早期参加登録 (割引) は 5 月 8 日 23:59 まで受理予定ですので、お早目にお申込みください。皆様と幕張でお会いするのを楽しみにしております。

# 日本地球惑星科学連合 2018 年大会

2018 年大会委員長・学協会長会議議長 齋藤 文紀 (島根大学/産業技術総合研究所)

2017年の大会はアメリカ地球物理学連合 (AGU) との合同大会として開催され、セッション数は2016年の194から253に、発表論文数も4515件から5645件に、参加者数も7240人から8450人と大幅に増加し、参加者も48の国と地域からと、正にアジアを代表する地球惑星科学の大会に成長しました。2018年の大会も、AGUをはじめ、AOGS、EGUとのジョイントセッションが設けられるなど、引き続き国際化を推進しています。一方、地球惑星科学の社会のための重要性もますます高まってきており、大会の果たす役割も大きくなってきています。2018年大会は、2018年5月20日(日)から5月24日(木)に、2017年と同様に幕張メッセ国際会議場ほか(千葉県千葉市)で開催されます。AGU、AOGS、EGUとのパートナーシップに基づくジョイントセッションも年々活性化しており、この流れをさらに大きく大きな潮流にし、地球惑星科学におけるアジアの中心の大会となるよう、皆様からの発表の申し込みと参加をお待ちしています。また、平成30年度公募から改革された科研費の区分と連合の組織構成が対応していることから、大会の役割はさらに大きくなってきています。魅力的な、また新しい時代を切り拓く研究成果の発表や活発な議論が行われることを期待しています。大会が日本地球惑星科学連合にとって一般社会との重要な接点となり、かつ国際化してきた大会が、一層魅力的で充実したものになるよう、皆様の積極的なご参加とご協力をお願い申し上げます。



- ▼東京ベイ幕張ホール
  - 頭発表会場 (A01 ~ A11)
- ▼国際展示場 展示ホール 7
  - ポスター発表会場
  - 展示 (団体展示)

## 今後の予定

### ◆投稿最終締切

2018年2月19日(月) 17:00

※締切時間までに投稿料の支払いまでお済ませください。未決済の場合、投稿は無効になります。

### ◆採択結果通知

2018年3月13日(火)

投稿者本人に採択結果(発表日時含)をメールでお送りします。

### ◆大会プログラム公開

2018年3月14日(水)

大会中の全発表のタイムテーブルを公開します。

### ◆早期参加登録締切

2018年5月8日(火) 23:59

※早期参加登録締切後も、オンラインでの参加登録は大会終了時まで受け付けておりますが、割引料金が適用される早期登録をぜひご利用ください。

### ◆予稿原稿(PDF)公開

2018年5月11日(金)

大会ウェブページにて公開します。

## 各種イベント紹介・スケジュール

各企画・イベントの詳細な内容は大会ウェブページでご確認ください。

### ◆タイムテーブル

AM1 : 9:00~10:30

AM2 : 10:45~12:15

Lunch Time : 12:15~13:45

PM1 : 13:45~15:15

PM2 : 15:30~17:00

PM3 : 17:15~18:30

※口頭発表の開催はPM2まで。

PM3はポスターコアのみ開催。

※2018年大会では、最終日もPM2まで口

## セッションの紹介



2018年大会プログラム委員長  
樋口 篤志 (千葉大学)

2018年大会(JpGU 2018)プログラム委員長の樋口と申します。JpGU 2018は2018年5月20日~24日に、これまでと同様幕張メッセで開催されます。JpGU 2018では宇宙惑星科学、大気水圏科学、地球人間圏科学、固体地球科学、地球生命科学のすべての分野における最先端の研究をカバーします。皆さんからの積極的なセッション提案により、JpGUの単独開催では過去最高数となるセッションが集まりました(予定総数235)。JpGU 2018はAGUのみならず、EGU、AOGSとのジョイントセッションも活性化したことで、より一層国際色豊かな大会となりそうです。投稿受付は2018年1月10日~2月19日です。JpGU 2018は参加者の“顧客満足度”を上げるため、地元「千葉」ならではの試みをいくつか考えています。しかし、“顧客満足度”を上げる最も有効な方法は皆さまの質の高い発表、セッション内外での有益な議論であることには変わりありません。皆様からの積極的な発表及びご参加を心よりお待ちしております。JpGU 2018「千葉」でお会いしましょう。

## 開催概要

名称：日本地球惑星科学連合 2018 年大会  
会期：2018年5月20日(日)~24日(木)  
会場：幕張メッセ国際会議場・国際展示場、東京ベイ幕張ホール(千葉県千葉市)  
主催：公益社団法人日本地球惑星科学連合  
URL：[http://www.jpгу.org/meeting\\_2018/](http://www.jpгу.org/meeting_2018/)

## 大 会言語

英語または日本語  
※各セッションで使用する言語については、言語記号(EE, EJ, JJ)をご確認ください。

EE	スライド・ポスター	英語
	発表言語	
EJ	スライド・ポスター	英語
	発表言語	
JJ	スライド・ポスター	任意
	発表言語	

## 大 会会場紹介

### ▼幕張メッセ国際会議場

受付 ※名札発券

口頭発表会場(101~304, IC, CH-A・B)

展示(書籍, 大学, 学協会)

頭発表、PM3 までポスター発表を開催します。

## ■大会前日 19日(土)

- NASA-JAXA Hyperwall (高校教員対象)

## ■1日目 20日(日)

- パブリックセッション：

- O-01 [JJ] 高校の地球惑星科学教育
- O-02 [JJ] 高校生発表セッション
- O-03 [JJ] 地球惑星トップセミナー
- O-04 [JJ] 研究者のメンタルケア
- O-05 [JJ] キッチン地球科学
- O-06 [JJ] 日本のジオパーク
- O-07 [JJ] 地球科学とアート

- ユニオンセッション：

- U-07 [JJ] FE-GRP の研究統合
- ランチャタイムスペシャルレクチャー
- NASA-JAXA Hyperwall (中学生/高校生対象)
- GEOFUT18

## ■2日目 21日(月)

- ユニオンセッション：

- U-04 [EE] 研究者の雇用とワークライフバランス
- U-08 [JJ] 将来計画とロードマップ (学術会議セッション)

- ランチャタイムスペシャルレクチャー
- NASA-JAXA Hyperwall (研究者対象)
- International Mixer Luncheon

## ■3日目 22日(火)

- ユニオンセッション：

- U-05 [JJ] 学術出版の将来
- ランチャタイムスペシャルレクチャー
- NASA-JAXA Hyperwall (研究者対象)
- 学協会長会議 (Lunch Time/101 会場)
- 社員総会 (PM2/103 会場)
- 表彰式 (PM3 終了後)：  
フェロー贈賞式・三宅賞表彰式, Taira Prize 受賞者紹介
- 懇親会 (表彰式終了後)

## ■4日目 23日(水)

- ユニオンセッション：

- U-01 [EE] Great Debate :  
Open Data & Science
- U-06 [JJ] 連合は環境・災害にどう向き合っていくのか?
- ランチャタイムスペシャルレクチャー
- NASA-JAXA Hyperwall (高校生/研究者対象)

## ■5日目 24日(木)

- ユニオンセッション：

- U-02 [EE] Pacific-type orogeny
- U-03 [EE] Cryoseismology
- ランチャタイムスペシャルレクチャー

## ■大会翌日 25日(金)

- フィールドトリップ

海コース：南極観測船 SHIRASE と千葉工大惑星探査研究センター見学ツアー

山コース：「チバニアン」見学ツアー - 日本初の GSSP 候補地「千葉セクション」とその周辺地層-

### ◆開催準備中

おしゃべり広(Bar)場 - Pop-Up Talks - / ジオツアー / 学生ラウンジ / フォトコンテスト等

## 学 生の方へ

### ◆学生優秀発表賞 (締切 2/19 17:00)

学生優秀発表賞を設けています。エントリーを希望する方は、大会ウェブ上の募集要項を必ずご確認ください。  
※エントリーは投稿フォーム上ではなく、会員ログイン画面上に用意しています。  
※エントリー希望者本人(学生)が投稿をする必要があります。

### ◆学生旅費助成制度 (締切 2/21 17:00)

学生の方への旅費の助成を行います(審査有り)。※交通費・宿泊費のみに使用できます。参加費・投稿料には使用できません。

#### ◎支給額：

国内上限 5 万円 / 国外一律 10 万円

詳細は大会ウェブページでご確認ください。

### ◆大学院生身分の更新について

2018 年度より、学生身分の確認(指導教員による在籍承認)を毎年行っていただくことになりました。2018 年 4 月以降に会員画面にログインした際に、指導教員への承認依頼を行ってください。承認が無いままですと、大学院生身分での大会参加をお断りする場合があります。

## 大 会サービス

会場内(一部外部施設)にて下記サービスを提供します。

### ◆Wi-Fi (無料)

口頭講演会場を除く会場内でご利用いただけます。

### ◆クローク (無料)

幕張メッセ国際会議場及び東京ベイ幕張ホールにご用意します。開設時間は大会ウェブページでご確認ください。

### ◆ポスタープリントサービス (有料)

事前にデータをお送りいただくことで、発表当日に会場にて出力したポスターをお渡しできます。投稿採択通知後に受付サイトをオープンします。

### ◆保育ルーム (有料 ※連合からの補助有り)

大会でのセッション開催期間中(8:30 - 19:00)、会場近くの託児所と連携し、保育室を開設します。お子様の年齢、利用時間帯等に関わらず、1 時間当たり 300 円の利用者負担でご利用いただけます。実際の料金との差額についてはダイバーシティ委員会が補助をします。利用申請は 4 月上旬から 5 月初旬頃までを予定しています。

### ◆キャリアセンター

学生、アーリーキャリアの方向けの、進学・就職相談企画を設けます。詳細は決まり次第大会 HP にてお知らせします。

## 各 種募集について

### ◆懇親会参加者募集

5 月 22 日(火) 19:00 より懇親会を開催します。詳細及び参加申込につきましては 3 月上旬頃お知らせします。皆さまのご参加をお待ちしております。

### ◆高校生セッション発表希望者募集

5 月 20 日(日)に開催されるパブリックセッション「O-02 高校生によるポスター発表」の参加者を募集しております。会場と審査の関係上、先着 80 件(発表数)で締切しますので、参加をご希望の方はお早目にお申込みください。

詳細：<http://www.jpgu.org/highschool/2018/>

### ◆アルバイトスタッフ募集

大会に参加される学生の皆様を中心に、大会運営のお手伝いをしていただける方を募集します。募集は大会プログラム確定後に開始します。詳細が決まり次第メールニュースにてお知らせします。

### ◆会合申込

会期中、空いている会場を小集会や夜間集会用に有料にて提供します。お申込みは大会プログラム公開後の 3 月中旬を予定しております。募集開始の際にはメールニュースにてお知らせいたします。

※学協会による利用については、一般募集開始前に優先予約期間を設けます。(学協会の総会利用以外は全て有料です)

#### ◆出展募集

団体・書籍関連商品・パンフレットでの出展を募集しております。

※上記以外の情報については大会ウェブページにてご確認ください。

## 開催セッション一覧表

### ユニオンセッション (U)

- U-01 [EE] Jpgu-AGU Great Debate (23日)
- U-02 [EE] Pacific-type orogeny (24日)
- U-03 [EE] Cryoseismology (24日)
- U-04 [EE] 研究者の雇用とワークライフバランス (21日)
- U-05 [JJ] 学術出版の将来 (22日)
- U-06 [JJ] 連合は環境・災害にどう向き合っているのか? (23日)
- U-07 [JJ] FE-GRP の研究統合 (20日)
- U-08 [JJ] 将来計画とロードマップ (21日)

### パブリックセッション (O)

- O-01 [JJ] 高校の地球惑星科学教育 (20日)
- O-02 [JJ] 高校生発表セッション (20日)
- O-03 [JJ] 地球惑星トップセミナー (20日)
- O-04 [JJ] 研究者のメンタルケア (20日)
- O-05 [JJ] キッチン地球科学 (20日)
- O-06 [JJ] 日本のジオパーク (20日)
- O-07 [JJ] 地球科学とアート (20日)

### 宇宙惑星科学 (P)

- ◆惑星科学 (PS)
- P-PS01 [EE] Outer Solar System Exploration (21日)
- P-PS02 [EE] Regolith Science (22日)
- P-PS03 [EE] Small Bodies in the Solar System (23・24日)
- P-PS04 [EE] あかつきと金星科学 (22日)
- P-PS05 [EJ] 月の科学と探査 (22・23日)
- P-PS06 [EJ] Planetary materials in the Solar System (23・24日)
- P-PS07 [EJ] 火星と火星圏の科学 (20日)
- P-PS08 [JJ] 惑星科学 (20・21日)
- P-PS09 [JJ] 宇宙物質 (22日)

### ◆太陽地球科学・宇宙電磁気学・宇宙環境 (EM)

- P-EM10 [EE] MTI coupling (21・22日)
- P-EM11 [EE] Recurrent storms (24日)
- P-EM12 [EE] Space Weather (23・24日)
- P-EM13 [EE] 太陽地球系結合過程 (20日)
- P-EM14 [EE] Ionosphere Monitoring and Forecast (24日)
- P-EM15 [EE] Magnetosphere-Ionosphere (20・21日)
- P-EM16 [EE] Inner Magnetosphere and Arase (21・22日)
- P-EM17 [JJ] 宇宙プラズマ (23日)
- P-EM18 [JJ] 大気圏・電離圏 (22日)
- P-EM19 [JJ] Heliosphere (24日)

### ◆天文学・太陽系外天体 (AE)

- P-AE20 [JJ] 系外惑星 (24日)

### ◆宇宙惑星科学複合領域・一般 (CG)

- P-CG21 [EE] 宇宙・惑星探査の将来計画 (21日)
- P-CG22 [JJ] アルマで惑星科学 (23日)
- P-CG23 [JJ] 惑星大気圏・電離圏 (20日)

### 大気水圏科学 (A)

- ◆大気科学・気象学・大気環境 (AS)
- A-AS01 [EE] スパコンによる大気科学 (20日)
- A-AS02 [EE] 水蒸気と雲システム (22日)

- A-AS03 [EE] 台風 (23日)
- A-AS04 [EE] 雲降水過程の統合的理解 (21・22日)
- A-AS05 [EE] Precipitation Extreme (23日)
- A-AS06 [EJ] 大気化学 (23・24日)
- A-AS07 [JJ] 成層圏対流圏過程と気候 (23日)

### ◆海洋科学・海洋環境 (OS)

- A-OS08 [EE] S2D climate variability & predictability (20日)
- A-OS09 [EE] Marine ecosystems and biogeochemical cycles (23日)
- A-OS10 [EE] Atlantic variability (20日)
- A-OS11 [EE] Ocean mixing research in the last decade (21日)
- A-OS12 [EE] 陸域海洋相互作用 (22日)
- A-OS13 [EJ] インド洋の海洋科学 (22日)
- A-OS14 [EJ] 陸域と海洋をつなぐ水循環 (22日)
- A-OS15 [JJ] 海洋力学全般 (20日)
- A-OS16 [JJ] 沿岸域の温暖化・酸性化 (23日)
- A-OS17 [JJ] 沿岸の海洋・物質循環 (21日)
- A-OS18 [JJ] 海洋物理学一般 (22日)
- A-OS19 [JJ] 海洋化学・海洋生物学 (22日)

### ◆水文・陸水・地下水学・水環境 (HW)

- A-HW20 [EE] 流域物質輸送と栄養塩循環 (20・21日)
- A-HW21 [EE] Human & Nature, and environmental solutions (20日)
- A-HW22 [EE] 水循環・水環境 (24日)
- A-HW23 [EJ] 滞留時間と水物質循環 (24日)
- A-HW24 [JJ] 熊本地震と地表水・地下水 (22日)
- A-HW25 [JJ] 同位体水文学 2018 (23日)
- A-HW26 [JJ] 都市域の水環境と地質 (23日)

### ◆雪氷学・寒冷環境 (CC)

- A-CC27 [EE] Remote Sensing of Snow (23日)
- A-CC28 [JJ] 雪氷学 (23日)
- A-CC29 [JJ] アイスコアとモデリング (22日)

### ◆地質環境・土壌環境 (GE)

- A-GE30 [EE] 環境と持続的発展 (21日)
- A-GE31 [EE] 物質移動と環境評価 (21日)

### ◆計測技術・研究手法 (TT)

- A-TT32 [JJ] New geoscientific observations by GNSS-R (21日)

### ◆大気水圏科学複合領域・一般 (CG)

- A-CG33 [EE] Harnessing Satellite Big Data (24日)
- A-CG34 [EE] 中緯度海洋と大気 (21日)
- A-CG35 [EE] Global Carbon Observation and Analysis (22日)
- A-CG36 [EE] 衛星による地球環境観測 (23・24日)
- A-CG37 [EE] Asian GEWEX (20日)
- A-CG38 [EJ] 北極域の科学 (24日)
- A-CG39 [EJ] 熱帯の大気海洋相互作用 (21日)
- A-CG40 [JJ] 陸域生態系の物質循環 (24日)
- A-CG41 [JJ] 海洋一大気間生物地球化学 (22日)
- A-CG42 [JJ] 水循環と陸海相互作用 (24日)
- A-CG43 [JJ] 沿岸海洋生態系 2 (24日)
- A-CG44 [JJ] 航空機観測 (22日)
- A-CG45 [JJ] 気候変動適応 (21日)

### 地球人間圏科学 (H)

- ◆地理学 (GG)
- H-GG01 [JJ] 自然資源・環境 (20日)
- ◆地形学 (GM)
- H-GM02 [EE] Geomorphology (23日)
- H-GM03 [JJ] 地形 (23日)
- ◆第四紀学 (QR)
- H-QR04 [JJ] 第四紀 (20日)
- ◆社会地球科学・社会都市システム (SC)
- H-SC05 [JJ] 地球温暖化防止 CCUS (23日)
- ◆防災地球科学 (DS)
- H-DS06 [EE] Remote sensing for Disasters (21日)
- H-DS07 [EE] 地すべり (22日)
- H-DS08 [EE] Natural hazard impacts on technosphere (23日)
- H-DS09 [EJ] 海底地すべり (22日)
- H-DS10 [JJ] 津波とその予測 (23・24日)
- H-DS11 [JJ] 地質災害 (22日)
- H-DS12 [JJ] 人間環境と災害リスク (23日)
- ◆応用地質学・資源エネルギー利用 (RE)
- H-RE13 [JJ] 再生可能エネルギー (22日)

### ◆計測技術・研究手法 (TT)

- H-TT14 [EE] Non-destructive techniques (22日)
- H-TT15 [EE] GIS and Cartography (24日)
- H-TT16 [EJ] 環境リモートセンシング (21日)
- H-TT17 [JJ] 地理情報システムと地図 (24日)
- H-TT18 [JJ] 環境トレーサビリティ (22日)
- H-TT19 [JJ] 浅部物理探査 (24日)

### ◆地球人間圏科学複合領域・一般 (CG)

- H-CG20 [EE] 景観評価 (21日)
- H-CG21 [EE] 気候人間システム相互作用 (21日)
- H-CG22 [EE] GLP と持続可能社会 (20日)
- H-CG23 [EE] 混濁流 (21日)
- H-CG24 [EJ] 堆積・侵食と地球表層環境 (20日)
- H-CG25 [EE] デルタとエスチュアリー (21日)
- H-CG26 [EJ] 福島復興に残された研究 (22日)
- H-CG27 [JJ] 原子力と地球惑星科学 (24日)
- H-CG28 [JJ] 海岸低湿地 (20日)
- H-CG29 [JJ] 高レベル放射性廃棄物処分 (24日)
- H-CG30 [JJ] 閉鎖生態系と生物システム (20日)

### 固体地球科学 (S)

#### ◆測地学 (GD)

- S-GD01 [EJ] 重力・ジオイド (23日)
- S-GD02 [EJ] 測地学一般・GGOS (23日)

#### ◆地震学 (SS)

- S-SS03 [EE] Induced and triggered seismicity (23日)
- S-SS04 [EE] NanTroSEIZE toward the final challenge (22日)
- S-SS05 [EE] Modern PSHA (22日)
- S-SS06 [EE] How to further develop CSEP? (21日)
- S-SS07 [EE] The Impact of SSE on Earthquakes and Hazard (21日)
- S-SS08 [EJ] 活断層と古地震 (21・22日)
- S-SS09 [EJ] 地殻変動 (20・21日)
- S-SS10 [EJ] 地震波伝播 (24日)
- S-SS11 [JJ] 地殻構造 (24日)
- S-SS12 [JJ] 地震活動 (24日)
- S-SS13 [JJ] 地震予知・予測 (24日)
- S-SS14 [JJ] 強震動・地震災害 (21・22日)
- S-SS15 [JJ] 地震物理・断層レオロジー (20・21日)

#### ◆固体地球電磁気学 (EM)

- S-EM16 [JJ] 電気伝導度地殻活動電磁気 (24日)
- S-EM17 [JJ] 地磁気・古地磁気 (21日)

#### ◆地球内部科学・地球惑星テクトニクス (IT)

- S-IT18 [EE] Planetary cores (21日)
- S-IT19 [EE] COHN volatiles the Earth and planets (20日)
- S-IT20 [EE] Mantle Structure and Dynamics (20・21日)
- S-IT21 [EE] マントルブルームは存在するか? (20日)
- S-IT22 [EE] 核-マントルの共進化 (22・23・24日)
- S-IT23 [EE] Geodynamics of East Asia (20日)
- S-IT24 [EE] Probe Earth's interior from seafloor (22日)
- S-IT25 [EE] Deep Carbon (22日)
- S-IT26 [EE] 地殻応力研究 (20日)
- S-IT27 [EE] 地球内部での液体の特性とその役割 (22日)
- S-IT28 [EE] Lithosphere and asthenosphere (22日)

#### ◆地質学 (GL)

- S-GL29 [EJ] 泥火山 (24日)
- S-GL30 [JJ] 年代学・同位体 (23日)
- S-GL31 [JJ] 地域地質と構造発達史 (20日)
- S-GL32 [JJ] L-M 境界 GSSP (24日)

#### ◆資源・鉱床・資源探査 (RD)

- S-RD33 [EJ] Resource Geology (23日)

#### ◆岩石学・鉱物学 (MP)

- S-MP34 [EE] Subduction Processes (20日)
- S-MP35 [EE] Antarctica and surrounds in Supercontinent Evolution (22日)
- S-MP36 [EE] Crust-Mantle Connections (21日)
- S-MP37 [EJ] 変形岩・変成岩 (21日)
- S-MP38 [JJ] 鉱物の物理化学 (24日)

◆火山学 (VC)

S-VC39 [EE] Pre-eruptive magmatic processes (24日)

S-VC40 [JJ] 火山防災 (24日)

S-VC41 [JJ] 活動的火山 (21・22・23日)

S-VC42 [JJ] 火山の熱水系 (23日)

S-VC43 [JJ] 火山・火成活動と長期予測 (20・21日)

S-VC44 [JJ] 火成活動・ダイナミクス (24日)

◆固体地球化学 (GC)

S-GC45 [EE] Volatile Cycles in the Deep Earth (21日)

S-GC46 [JJ] 固体地感化 (22日)

◆計測技術・研究手法 (TT)

S-TT47 [EE] RAEG2018 (24日)

S-TT48 [EJ] 合成開口レーダー (21日)

S-TT49 [EJ] 空中地球計測モニタリング (21日)

S-TT50 [JJ] 地震観測・処理システム (23日)

S-TT51 [JJ] HPCと固体地球科学 (23日)

◆固体地球科学複合領域・一般 (CG)

S-CG52 [EE] Intraslab and intraplate earthquakes (22日)

S-CG53 [EE] Science of slow earthquakes (22・23・24日)

S-CG54 [EE] ハードロック掘削 (21日)

S-CG55 [EE] Earth and climate interactions (21日)

S-CG56 [EE] アジアの地震と火山 (20日)

S-CG57 [EJ] 変動帯ダイナミクス (22・23日)

S-CG58 [EJ] 沈み込み帯へのインプット (23日)

S-CG59 [EJ] 日本列島の構造と進化 (22日)

S-CG60 [JJ] 岩石・鉱物・資源 (23日)

S-CG61 [JJ] 海洋底地球科学 (23・24日)

S-CG62 [JJ] 地殻流体と地殻変動 (23日)

S-CG63 [JJ] レオロジーと破壊・摩擦 (20日)

S-CG64 [JJ] 島弧地殻エネルギー (21日)

S-CG65 [JJ] 地震動・地殻変動即時解析 (23日)

S-CG66 [JJ] 3次元地質モデリング (22日)

S-CG67 [JJ] 海底下変動現象の観測 (24日)

地球生命科学 (B)

◆宇宙生物学・生命起源 (AO)

B-AO01 [EE] アストロバイオロジー (22日)

◆地球生命科学・地圏生物圏相互作用 (BG)

B-BG02 [JJ] 生命-水-鉱物-大気 (21日)

B-BG03 [JJ] 微生物生態 (23日)

◆古生物学・古生態学 (PT)

B-PT04 [EE] 生物鉱化作用と環境指標 (20日)

B-PT05 [EJ] 化学合成生態系の進化 (24日)

B-PT06 [JJ] 地球生命史 (20日)

◆地球生命科学複合領域・一般 (CG)

B-CG07 [EE] 生命圏フロンティアセッション (21日)

B-CG09 [JJ] 地球史解説 (21・22日)

B-CG10 [JJ] 顕生代生物多様性 (21日)

教育・アウトリーチ (G)

G-01 [EE] Geoethics (21日)

G-02 [EE] Communicating Hazard and Risk (21日)

G-03 [JJ] 総合的防災教育 (20日)

G-04 [JJ] アウトリーチ (20日)

G-05 [JJ] 小・中・高・大学の教育 (20日)

領域外・複数領域 (M)

◆ジョイント (IS)

M-IS01 [EE] アジア・モンスーンの進化 (21日)

M-IS02 [EE] ジョヘリテージと石造文化財の風化 (21日)

M-IS03 [EE] pre-earthquake processes (24日)

M-IS04 [EE] Thunderstorms and lightning (20日)

M-IS05 [EE] Satellite Land Physical Processes Monitoring (23日)

M-IS06 [EJ] 南大洋・南極水床 (21日)

M-IS07 [EJ] 結晶成長・溶解 (23日)

M-IS08 [EJ] 地球掘削科学 (22日)

M-IS09 [JJ] 地震電磁気現象 (22日)

M-IS10 [JJ] 古気候・古海洋変動 (23・24日)

M-IS11 [JJ] 津波堆積物 (22日)

M-IS12 [JJ] ジオパーク (21日)

M-IS13 [JJ] 海底～海面の貫通観測 (21日)

M-IS14 [JJ] 生物地球化学 (23日)

M-IS15 [JJ] 地球流体力学 (20日)

M-IS16 [JJ] 火山噴煙・積乱雲 (21日)

M-IS17 [JJ] ガスハイドレート (22日)

M-IS18 [JJ] 水惑星学 (22日)

M-IS19 [JJ] 大気電気学 (22日)

M-IS20 [JJ] 遠洋域の進化 (23日)

M-IS21 [JJ] 南北両極の大型研究 (24日)

◆地球科学一般・情報地球科学 (GI)

M-GI22 [EE] Data assimilation (20日)

M-GI23 [EE] Open Science (23日)

M-GI24 [JJ] Building Disasters resilient societies (23日)

M-GI25 [JJ] 山岳地域の自然環境変動 (22日)

M-GI26 [JJ] 情報地球惑星科学と大量データ処理 (21日)

M-GI27 [JJ] データ駆動地球惑星科学 (22・23日)

M-GI28 [JJ] 計算惑星 (23日)

M-GI29 [JJ] Great Debate へ向けて (23日)

M-GI30 [JJ] ソーシャルメディア (20日)

◆応用地球科学 (AG)

M-AG31 [EE] CTBT's IMS technologies (24日)

M-AG32 [EJ] 海洋地球インフォ (23日)

M-AG33 [EJ] 原発事故放射能の環境動態 (20日)

◆宇宙開発・地球観測 (SD)

M-SD34 [JJ] 宇宙食と宇宙農業 (20日)

◆計測技術・研究手法 (TT)

M-TT35 [EE] 高精細地形地物計測 (20日)

M-TT36 [EE] ERS (21日)

M-TT37 [JJ] 地球化学の最前線 (20日)

M-TT38 [JJ] 低周波が繋ぐ多圏融合物理 (20日)

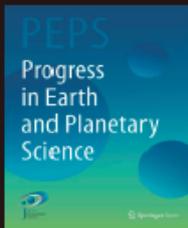
◆その他 (ZZ)

M-ZZ39 [EE] Changes in Northern Eurasia (22日)

M-ZZ40 [JJ] 地球惑星科学の科学論 (20日)

M-ZZ41 [JJ] 海底マンガン鉱床 (23日)

# PEPS First Impact Factor to be Announced in Summer 2018



2014年4月に創刊され、日本地球惑星科学連合 (JpGU) と JpGU 参加学協会が共同出版するオープンアクセス英文ジャーナル Progress in Earth and Planetary Science (PEPS) の実績が高く評価され、この度、Impact Factor 取得が決定しました。

これまで PEPS を支えてくださった多くの著者、査読者、読者、学協会の皆さまのお力添えに深く感謝するとともに、今後も、研究成果を発表する場として PEPS をご支持、ご支援くださるよう宜しくお願いいたします。

<https://progearthplanetsci.springeropen.com/>

[http://progearthplanetsci.org/index\\_j.html](http://progearthplanetsci.org/index_j.html)

PEPS事務局 <peps\_edit@jpgu.org>

**SPRINGER NATURE**

# 第24期地球惑星科学委員会の体制と活動方針： JpGU とのより強い連携を求めて

日本学術会議地球惑星科学委員会 委員長 藤井 良一 (情報・システム研究機構)

第24期日本学術会議地球惑星科学委員会は2017年10月4日に会員6名で発足し、その後、会員1名と連携会員70名を追加して77名体制とし、2017年12月25日に第2回委員会を開催して活動を開始しました。地球惑星科学委員会は前期と同様組織図(図参照)のように、地球・惑星圏分科会、地球・人間圏分科会を始めとして人材育成分科会、社会貢献分科会、ICSUの委員会に対応する多数の分科会、小委員会からなる国際連携分科会で構成され、地球惑星科学分野の発展を支援して参ります。

第24期地球惑星科学委員会の方針は、本誌前号(JGL, Vol.13, No.4, p.8)でもご紹介しました。基本的に、日本地球惑星科学連合(以下JpGU)や学協会、大学等の教

育研究機関と全国地球惑星科学系専攻長・学科長懇談会、国立大学共同利用・共同研究拠点等との連携を今まで以上に強め、地球惑星科学分野の発展を支援するということなのですが、その具体的な課題としては、

- 1) 学術会議が作成した「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ」の改定や、3年後に改訂が予想される「学術の大型研究計画に関するマスタープラン」の策定等、地球惑星科学分野の発展に必要な将来計画策定の支援。
- 2) 第23期学術会議の報告や長年にわたる地球惑星科学系専攻長・学科長懇談会のアンケートをJpGUの教育検討委員会と連携して利活用し、データの整理や解析を基にした今後の施策の検討。

- 3) 第23期の人材育成分科会「記録」に引き続き、初等中等教育の実態把握とその改善の方策の検討。さらに教員養成系学部や理学部での地学教育の教員免許授与のための教育等の実態把握と地学教育向上にむけた活動の実施。
- 4) 社会貢献分科会の提言の作成と第23期で議論を行った放射性物質の移動の計測と予測や軍事的安全保障に関わる課題等についてのフォローアップの実施。
- 5) 日本の長期的研究力の衰退へ対処するため、JpGU、学協会及び地球惑星科学委員会の協同による地球惑星科学分野における現状分析と具体的対応の検討。等を考えております。

以下、上記1)に関して少し補足いたしま

## 第24期日本学術会議地球惑星科学委員会組織図

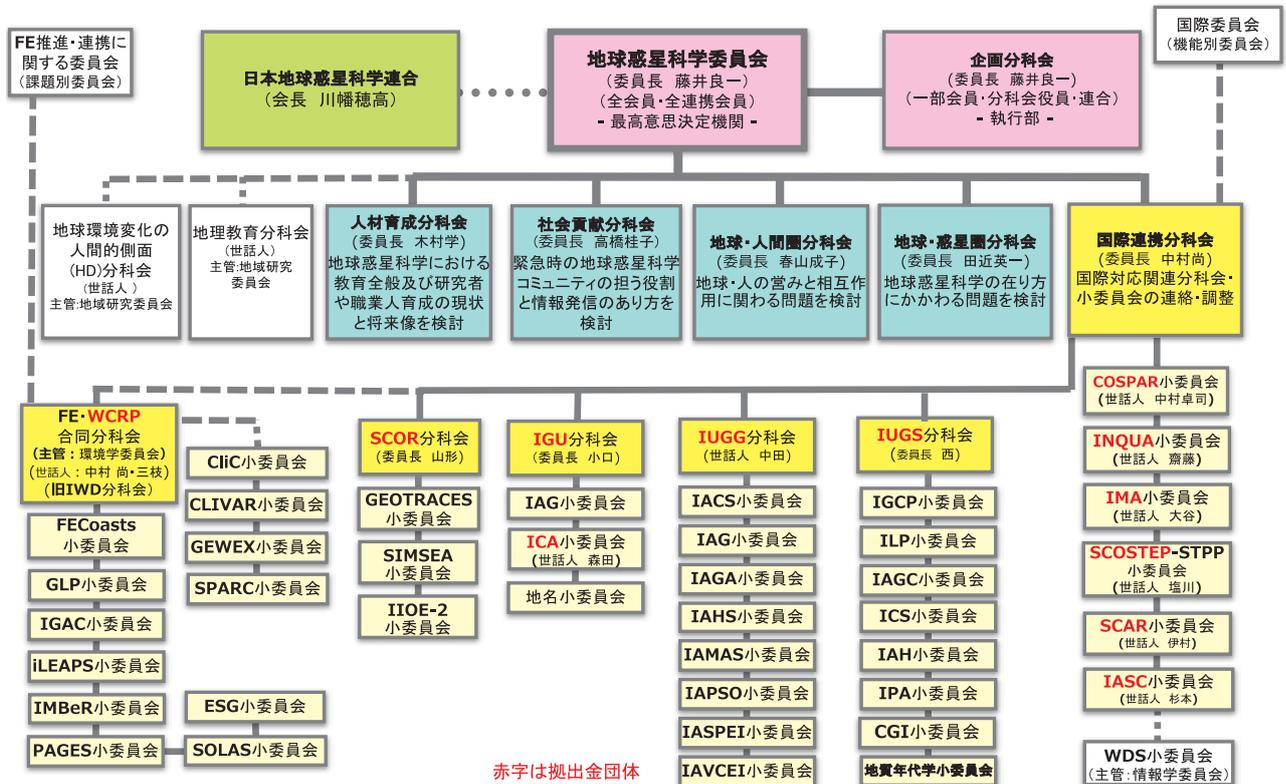


図 第24期日本学術会議地球惑星科学委員会の組織の概要。

す。「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ」(以下夢ロードマップ)は、理学・工学分野の数十年前までを見通した科学的視点からの将来の夢を語るものとして、2011年に学術会議第三部の理工学全体と各分野別双方において作成され、その後2012、2014年に改訂されてきています。一方、「学術の大型研究計画に関するマスタープラン」(以下大型研究計画マスタープラン)における学術大型研究計画は、長期(5~10年あるいはそれ以上)の実施期間と総額数十億円を超える予算規模を有し、「日本の展望—学術からの提言 2010」等を踏まえた学術のビジョンや体系に立脚した、各学術分野が必要とする大型施設計画もしくは大規模研究計画と定義され、2010年に開始されました。大型施設計画は、最先端の研究を切り開くことを目的とし、科学者コミュニティの合意の下に、大学共同利用機関等が主体となって大型施設及びそれに付随する装置や設備を建設・整備し運用する計画であり、その施設は、コミュニティの研究者によって共用されるものです。大規模研究計画は、分野の研究者が「一致して認める」重要課題について、長期間にわたり多くの研究者を組織し観測や研究を推進する、あるいは大規模なデータ収集組織やデータベースを構築し、その効果的利用を推進する等、大きな規模の計画的研究の展開によって新たな知を創造する計画とされています。さらに、学術大型研究計画の中から、ヒアリングを行い、とくに速やかに推進すべき計画を選定し、「重点大型研究計画」と位置づけています。2010年に開始されて以来、2011年、2014年、2017年と3年毎に改訂され、この間隔でいくと次回は2020年に改定ということになります。以上は学協会や研究機関と

連携して学術会議が行う事業です。一方、文部科学省は学術会議の選定した大型研究計画(より正確には、2017年度においては重点大型研究計画とヒアリングに選ばれた大型研究計画)から申請ベースで「学術研究の大型プロジェクトの推進ロードマップ」に採択しています。この文部科学省のロードマップの作成は2011、2012、2014、2017年に行われ、大型研究計画の改訂に同期して行われていることが分ります。2017年度は大型研究計画として179課題が採択され、その内の1/3の65課題がヒアリングに選ばれ、その半分の28課題が重点大型研究計画に採択されました。これに呼応して、文部科学省のロードマップには重点大型研究計画とヒアリングに臨んだ課題から10課題が採択されました。

学術の発展は、研究者の自由な発想で行われる基礎的、萌芽的な研究が基盤で重要なことは論を俟ちませんが、それらの発展、連携融合による大規模な研究が分野の骨格と将来の大きな方向を示すといえます。何より、これら全体を含んだ地球惑星科学分野や領域毎の将来計画を作っていくこと自体が、分野や領域を強化し将来の発展に繋がるものです。この観点からも、最も基本となる重要課題から成る夢ロードマップをJpGUや各学協会、研究機関等でしっかりと議論していただきながら現時点で地球惑星科学分野の研究者が一致して合意できるものを作ること、その中に大型研究計画をしっかりと取り込み位置づけることは時宜を得たものといえます。

夢ロードマップの改訂は、学術会議からJpGUのユニオンサイエンスボード会議に提案し、改訂作業をお願いしています。その内容は、5つのサイエンスセッションにおいて、

各学協会とその会員、研究機関、大型研究計画提案者等から、中期的観点として「実現可能な実施すべき研究項目」等の抽出、長期的観点として目指すべき「夢」の提供を受け、セクションプレジデントにとりまとめていただく、というものです。課題によってはいくつかの、またはすべてのサイエンスセッションと関連することが考えられますが、その場合はユニオンサイエンスボードで取りまとめることにいたします。そのキックオフとして、2018年5月21日(月)午前JpGU 2018年大会ユニオンセッション「地球惑星科学の進むべき道-8:地球惑星科学分野における将来計画とロードマップ」を開催いたします。改訂は2018年末までに完了する計画です。皆様方のご協力ご支援をお願いいたします。

一方の大型研究計画マスタープランについては、学術会議において2020年に改訂が実施されることを想定して、地球惑星科学委員会が地球・惑星圏分科会と協力して支援する予定です。マスタープラン2017策定時のスケジュールを参考にすると、2019年2~3月頃に日本学術会議学術大型研究計画の公募が予想されます(マスタープラン2017策定時の公募期間は2016/2/8-3/31)。それを念頭において、2018年3月末に第1回大型研究計画ヒアリング、2018年8月または12月に第2回大型研究計画ヒアリング、2019年5月末にJpGU 2019年大会ユニオンセッションにおいて公開発表・審査を計画しています。

夢ロードマップを始めとして、今後学術会議はJpGUと様々な課題で緊密に連携し、地球惑星科学分野の発展のためにできる限りの支援を行って参ります。ご支援、ご協力よろしくお願ひいたします。

NEWS

もっと知りたい ORCID リレー連載 第 5 回

<http://www.jpгу.org/orcid/>

## 「学協会 ORCID コンソーシアム」立上げに向けて

公益社団法人日本動物学会事務局長/特定非営利活動法人 UniBio Press 理事 永井 裕子

近年、論文投稿に際して、ORCID 入力を義務化するジャーナルが増加しています。ジャーナル出版に係わる私たちは、投稿される論文の著者が、どこの大学の研究者であるか、どういう研究経歴の方か、等を投稿に際して知ることができたら!と常に考えてきました。しかし、ジャーナル出版において真に有用でシンプルなシステムは、ORCID 以前は存在していませんでした。

ORCID はスタート時より、世界で一意的「研究者レジストリ」(端的に言えば、国際統一名簿)を目指し、その上で業績自動登録機能等を通じた研究者負担の軽減(最終的には負担をゼロにする)を目的としてきました。さらに、大学研究機関、学会、学術出版者等によって、ORCID 上の業績情報の信頼性を「保証」できることは、今までの概念になかったことでした。いくつもある研究者用 SNS 等の機能とは

異なる次元での信頼度を、研究者識別と研究情報管理に与えることが可能になります。

JpGU が ORCID 会員になられたことは、学会としての責任を明確にする点で大変重要なことと考えます。私達は、それに追随することになりますが、「学協会 ORCID コンソーシアム」設立を目指して昨年、12 学会の連名で科研費「国際情報発信強化」への応募申請をしました。ORCID 会員になることで、学会出版者としての立場を明確にし、急速に変貌する学術情報流通のあり方を学び、ジャーナル出版に役立てようと考えています。コンソーシアムでは、5 つの異なる ORCID 連携が可能になり、かつ会費が割安になります。なにより情報交換の場の創生も大きな動機です。科研費申請の準備として、各学会を通じた ORCID についてのアンケートを行いました。図にその結果の一例を示します。その他詳細についても同じ URL からご覧いただけます。

あなたはORCIDを持っていますか？（年代別）

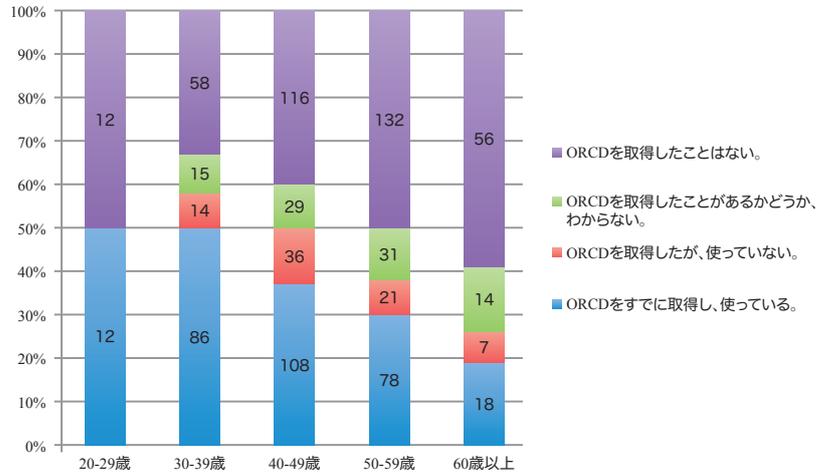


図 ORCID ID 保有に関するアンケート結果。(https://sites.google.com/view/orcid-j-society/ リソース)

## 高校生のための冬休み講座 開催報告

広報普及委員会 関根 康人（東京大学）

年末も押し迫った2017年12月28日(木)、「高校生のための冬休み講座」を東京大学理学部にて実施した。今回はテーマを「地球の大変動」とし、「月を作ったジャイアントインパクト」について玄田英典先生（東京工業大学）に、「生物大量絶滅」について高橋聡先生（東京大学）に、それぞれお話しいただいた。来場者のおよそ3分の1は意欲ある中学生で占められており、質疑時間の後にも中・高校生が両先生を質問攻めに行っている姿が印象的であった。

さて講演であるが、はじめに玄田先生から「ジャイアントインパクト」というタイトルで、我々の月がいかにして作られたのかという話をいただいた。月の重要性やその起源、さらには最新の太陽系探査や地球以外で起きたジャイアントインパクトの可能性について、軽妙なトークでわかりやすく解説いただいた。とくに、スーパーコンピュータの中で「月が作られて」いく動画には、中高生たちも一様に驚きの表情を浮かべていた。次に高橋先生から「地層はタイムカプセル」というタイトルでお話しいただいた。地層や化石からどうやって昔の環境を復元するのか

という「タイムカプセルの開け方」の話から始まり、地球史上最大の生物大量絶滅であるペルム紀末大量絶滅の全容や、最新の研究成果までご講演いただいた。講演前後には、実際に化石に触れ合う機会もあり、中高生たちもさらに目を輝かせていた。

来場者の中には、地球や惑星の起源、生

命の進化に興味をもって勉強してきた高校生たちもいたようで、鋭い質問もたくさん飛び出し、また講座の満足度も極めて高かった。講演は、動画ライブラリとしてJpGUホームページからリンクしたYouTubeにアップされているので、ご興味のある皆様はぜひご視聴いただきたい。



図 会場の様子。

# 始原的な気体「メタン」と地球生命科学の眺望

海洋研究開発機構 高野 淑識

水をたたえる青い星，地球。その表面積 70%を占める海洋，さらに，その海底下では，いま何が起きているのか。まだ人類が見たことのない地球深部に，果たして，地下生命圏は存在するのか。そこに微生物による炭素循環は存在するのか。生命圏を超えた非生命圏は，どのような世界か。その大きな扉の前に立った私たちが，始原的な気体「メタン」の扉をどのようにして開けたのか。先人達による 40 年にわたる学術的背景，そして，これからの将来展望を交えて解説したい。

進んでおり，生命の共通祖先の探求 (Quest) が続いている。

## 対 称性のある美しい分子

メタン ( $\text{CH}_4$ ) は，正四面体の美しい分子である。メタンは，最も還元的な炭素の形態で，地球化学そして宇宙化学の視点からも興味深い分子である。別名，Marsh gas (沼気ガス) とも言われる。地球の地下環境で微生物の活動に由来するメタンが生成されていることは，高等学校の化学や大学の教養課程でも触れられている。電圧値 (Volt) の単位としても知られる化学者 A. ボルタ (1745 - 1827) は，沼地で集めたガスをガラス管に捕集し，自ら作製した放電端子をガラス管内に付けて，コルク栓のフタを「ピストル」(Volta's Pistol) のように飛ばしている (図 2)。彼の理知と「童子のような遊び心」が，200 年を超えても伝わってくる。陸域で観察されるメタンは，水圏表層の沼地や湖沼に限ったことではない。陸上深部にも豊富なメタンの貯留場がある。南関東の茂原地域には，将来の「約 600 年」にわたり，高純度なメタンを地域一帯の生活圏に供給できる埋蔵量があるという (関東天然瓦斯開発株式会社の社史案内資料による)。“地球は，巨大なメタン発酵槽” (大河内，2012) なのだ。

筆者および所属する研究グループでは，一つ引っ掛かるところがあった。どうして，海底下に広がる地下圏から微生物によるメタン

生成アーキアの直接的証拠が，全く発見 (記載) されていないのだろうか？ 海底下に生息するメタン生成アーキアは，ひっそりと静かに暮らし，人知の及ばぬ世界なのだろうか？ 科学者たちが，データを可視化できないくらい極少数の存在なのだろうか？ 現在の有機地球化学者による分析技術が，そこまで追いついていないのだろうか？ 先人達の挑戦と挫折の履歴は知っていた。しかし，微生物によるメタン生成の最終酵素であるターゲット分子“補酵素 F430 (Coenzyme Factor 430)”を何と

## 歴 史的な第一歩

1977 年は，歴史的な年である。C. ウーズと G. フォックスにより，第 3 の生物界「アーキア (古細菌)」が提案されたのだ。原核生物界 (現在でいう，バクテリア，つまり真正細菌) と真核生物界 (ユーカリア) しかり分類されていなかった当時，さぞ大きな反響があったことだろう。今からちょうど 40 年前の New York Times 誌のアーカイブを調べてみると，“Scientists Discover a Form of Life That Predates Higher Organisms”の見出しで，C. ウーズのコメントとともに，大きく報じられ

ている (1977 年 11 月 3 日付け)。当初，アーキアとして提唱されたのは，本トピックの主テーマである，メタン生成アーキア (通称：メタン菌) だけであった。メタン生成アーキアは，通常，無酸素環境でしか存在できないことから，当時も今も，始原的な微生物と考えられている。その後，好熱菌，好塩菌といった極限環境微生物がそれと同じような性質を持っていることから，まもなくアーキアに分類された。C. ウーズらの提唱から 40 年が経ち，いまでは，アーキアは，汎世界的な存在として認識され，全地球規模の物質循環に不可欠な存在であることが理解されつつある (図 1)。最新の知見によると，われわれヒトを含む真核生物の祖先は，新たに提案されたアーキア群 (Asgard 上門) の進化と密接にリンクしているという (Zarembka-Niedzwiedzka *et al.*, 2017)。それを支持する証拠が，他の研究グループからも多数報告されている。真核生物の起源に迫る，興味深い潮流である。現在，われわれの生命進化の理解は飛躍的に

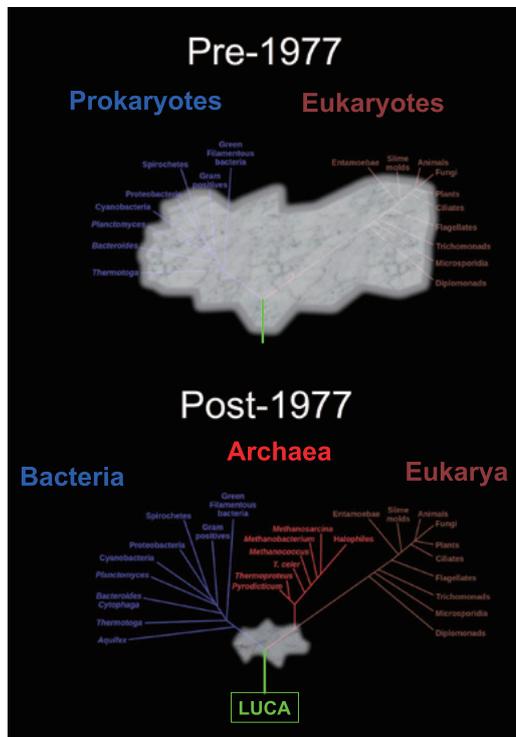


図 1 C. ウーズと G. フォックス (1977) により提案された第 3 の生物界「アーキア」。1977 年以前は，生命の進化系統樹に「雲」がかかっており，地球生命の進化について不明な点が多かったとされる。同氏による PNAS, Vol. 74, pp. 5088-5090, および，2007 年 11 月 3 日 アーキア発見記念シンポジウムでの C. ウーズらの述懐に基づいて，筆者作図。LUCA は，Last Universal Common Ancestor (共通祖先) とされる。2017 年現在，地球生命は，アーキア (Archaea: 和名で古細菌)，バクテリア (Bacteria: 真正細菌)，ユーカリア (Eukarya: 真核生物) の 3 つに分類される。LUCA は，Last Universal Common Ancestor (共通祖先) とされる。

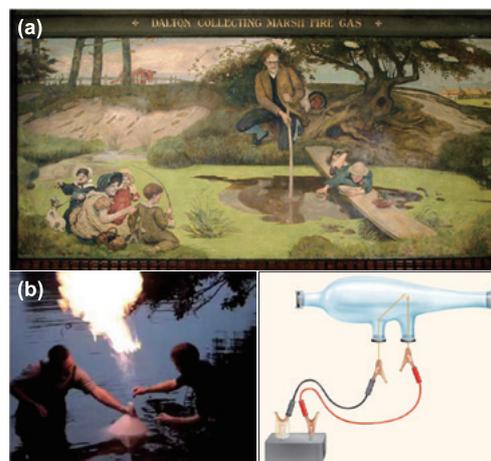


図 2 (a) 沼地の底質から沼気ガスを集める化学者 J. ダルトン (1766 - 1844)。原子や分子の質量を表す単位ダルトン (Da) は，彼の名前に由来している (写真提供：Manchester City Art Galleries)。 (b) 「ボルタの実験」でのメタンの燃焼の様子 (写真提供：Dept. Biol., York Univ.)。放電端子およびコルク栓を使った「ボルタのピストル」。(図提供：R. S. Wolfe, American Society of Microbiology)。

しても捉えたい(図3)。時折訪れる近隣の公園の池では、暖かい正午近くになると、底質からゆっくりと“泡”が出てくるのが観察できる。池のほとりで遊ぶ子供たちと「ボルタの実験」を重ねながら、悶々と静かに、次の一手を考える日々が続いた。

## 新しいアイデアの源泉

初秋のある日、ドイツのマールブルグを訪れた。マックス・プランク研究所を訪問するためである。メタン生成アーキア研究の先駆者 R. タウアー教授、そして嶋盛吾グループリーダーらは、筆者らが答えを見いだせない領域について、どのようなご意見をお持ちか、お二人の巨匠やグループメンバーから、率直なご意見を何としてもお聞きしたかった。私の専門分野である地球化学とは異なる、微生物学分野の巨匠から、自然に出てくる一言ひとことは、実にヒントにあふれている。幸運なことに、所内で講演をさせて頂く機会も得た。「いま、海底下で何が起きているのか。メタンを軸に、生化学的な視点で解析し、かつ、地球惑星科学的に俯瞰するのは、とてもユニークである。その実態を私たちも見てみたい。」と好意的な意見が多数寄せられた。自分の頭の中で散在したパズルが、一つひとつ結びついて、整然と配置されて行きそうな心地よさと、初秋のマールブルグの涼しい空気が記憶に残っている。アルフレッド・ウェグナー(1880-1930)を称える石盤が、パンゲア(Pangaea)の絵とともに目に留まる。かつて、マールブルグ大学で物理学の教鞭をとっていたウェグナーは、「大陸移動という考えが最初に私の頭に浮かんだのは、世界地図を見ているときだった。大西洋をはさむように、両側の形が同じであることが目に焼きついた」と述懐している。その近くには、近代微生物学の礎を築いたロバート・コッホ(1843-1910)の名前を冠した街路がある。異分野との交流、生の情報交換は、実に、新しいアイデアの源泉になる。

## 隠れた急所「アキレス腱」

天然物中には、機能性を持った有機分子が存在する。例えば、クロロフィルは光アンテナの機能を有し、酵素は特定の生化学反応の触媒機能を果たし、脂質は細胞の恒常性維持を担うといった具合である。一方、有機化学的な分析には、独特の見えにくい「アキレス腱」が多い。これは、有機分析に限ったことではなく、各分野にはその分野独特の急所がつきものなのだろう。要諦は、その「隠れた急所」を強靱にすることである。このプロセスを創意工夫しながら(時には楽しんで)できる人は、実験ベースの科学研究に向いている方ではないか、と時々思っている。

いくつかの合意の後、マックス・プランク研究所と室間比較検証(Inter-Laboratory Comparison Study)をスタートさせた。これは、地球深部掘削船「ちきゅう」で採取された同じ試料を用いて、異なる機関の、異なる分析ラインで、異なる分析者が、定性的・定量的な評価を独立して行い、分析の確度と精度が保証できるかどうかを検証することである。両者の(時には、多機関の)ベスト・エフォートが集結する瞬間は、とてもエキサイティングである。この契機により、画期的な分析の信頼性を担保でき、以降の研究を一気に加速させることとなった(Takano *et al.*, 2013)。当時、グループメンバーであった気鋭の金子 雅紀研究員(現 産業技術総合研究所 主任研究員)も加わり、本分析法は、さらなる進化を遂げ、世界で初めてとも言える良質なデータが次々出てきた。マクロスケールで言えば、海域、陸域、そして地圏、水圏を問わず、地球上で微生物により生成されているメタン生成の「証拠」と「現場」を抑えたことになる(Kaneko *et al.*, 2014)。メタン生成アーキア1細胞当たりのF430の存在量が判明したことから、試料の性状を問わず、そこにメタン生成アーキアの菌数を推定することが可能となった。

ミクロな化学反応で言えば、ゲスト分子のメタン前駆体は、ホスト空間(活性中心部位)に進入すると、奥に控えるホスト分子F430の触媒作用を受ける(図3)。精密な「鍵と鍵穴の関係」と同じように、両者のマッチングによる反応生成物が、メタンであり、副産物の自由エネルギーをうまく利用しているのである。微生物学的メタン生成は、無酸素の環境下で行われているメタン生成アーキアに特有の始原的なエネルギー代謝なのだ。ちょうど同じ頃、共同研究者の井町 寛之 主任研究員(海洋研究開発機構)は、海底深部から採取した同試料を用いて、3年にも及ぶ実証試験の末、メタン生成アーキアの純粋培養に初めて成功した(図3)。同氏の成功は、われわれのF430分子の直接的なデータと双方向的に、強力にサポートしあえるエビデンスとなった。

濃い霧の中を手探りで歩いていたら、突然、ふっと霧が消えた。これまで見えなかったも

のが、クリアに見えるようになり、日々驚きの連続であった。海底下2 km(キロメートル)以深で、微生物によるメタン生成プロセスが起きているとは、おそらく誰も予想できなかったのではないだろうか。地球深部への科学的アクセスと海底下生命圏(Deep Biosphere)の存在限界(~2.5 km)に関する知見は、稲垣(2016)で本誌に詳述されているので、ご参照されたい(JGL, Vol. 12, No. 1, 2016)。

## メタンにまつわる、もう一人の影の立役者

メタンは、温室効果ガスでもある。二酸化炭素の地球温暖化係数を「1」とすると、メタンは「25」になる。A. ミルコフらの推定によると、海底下には、~10000 Gt(ギガトン)のメタンリザーブがある。メタンは、大気に拡散する前に酸化され、その放出が面的に防がれている。海底下におけるその主役、いわば、縁の下の力持ちは、嫌氣的メタン酸化アーキ

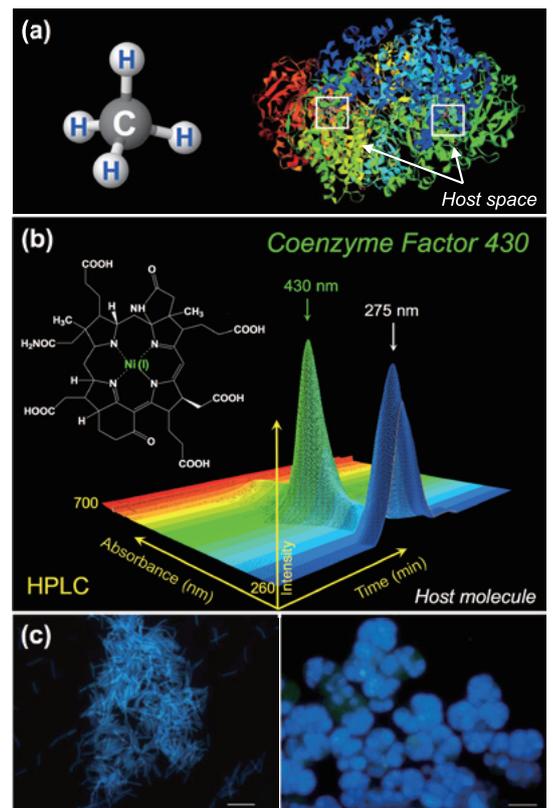


図3 (a) メタン(CH<sub>4</sub>)と微生物学的メタン生成反応のホストスペース(活性中心部位)を有するメチルコエンザイムリダクターゼ(MCR: Methyl-coenzyme M reductase; e.g., *Methanosarcina barkeri*)の立体構造(図提供: JAMSTEC, 高野 淑識)。 (b) 微生物学的メタン生成の最終酵素である補酵素F430(Coenzyme Factor 430)の化学構造とスペクトル。化合物の名称は、430 nm(ナノメートル)に極大吸収スペクトルを有することに由来する。テトラピロール環の中心には、ニッケル(Ni)が配位する。高速液体クロマトグラフィー(HPLC)で分離したカルボキシル基をメチルエステル化する前のNative F430分子を示す(図提供: JAMSTEC, 高野 淑識)。 (c) 世界で初めて海底深部試料から培養に成功したメタン生成アーキアの蛍光顕微鏡写真。右側が、メタノハロバウム属、左側がメタノバクテリウム属。メタン生成アーキアに紫外線を当てると、酵素特有の青白い蛍光を発する。右下のスケールバーは、10マイクロメートルを示す(写真提供: JAMSTEC, 井町 寛之)。

ア (ANaerobic MEthanotroph archaea (ANME: 和称=アンメ, もしくは, エーエヌエムイー) と呼ばれるアーキアである。あくまで仮定の話であるが, もし, 微生物学的なメタン酸化プロセスが, 地球に一切存在しないとするならば, 温室効果ガスのメタンは大気中に無尽蔵に放出され, 地球気候システムの均衡を崩す要因になることは想像にかたくない。

そんな影の立役者である ANME は, 生化学的にどうやってメタンを酸化しているのか。奇しくも, W. リーバーによる嫌氣的メタン酸化プロセスの提唱から 40 年が経過するが, つかみどころの無い ANME の性状と生化学反応の仕組みは, まだよくわかっていない。その新たな扉を開ける鍵は, 既存の枠に収まらない有機化学的なアプローチがひとつ有望な一歩ではないか, と静かに東京湾を眺め

るこの頃である。

—参考文献—

Takano, Y. *et al.* (2013) *Org. Geochem.*, **58**, 137-140.

Kaneko, M. *et al.* (2014) *Anal. Chem.*, **86**, 3633-3638.

Zaremba-Niedzwiedzka, K. *et al.* (2017) *Nature*, **541**, 353-358.

■一般向けの関連書籍

大河内 直彦 (2012) 「地球のからくりに挑む」, 新潮新書。



著者紹介 高野 淑識 Yoshinori Takano

国立研究開発法人 海洋研究開発機構 生物地球化学研究分野・主任研究員。

専門分野: 生物地球化学・有機地球化学・有機宇宙化学。有機分子レベル分析手法の技術開発や物質科学的な応用研究を軸に, 有機地球化学および有機宇宙化学に関する研究を行なっている。

略歴: 筑波大学第一学群自然科学類 化学専攻 卒業, 横浜国立大学大学院工学研究院 物質工学専攻 博士課程修了。博士 (工学)。産業技術総合研究所 海洋資源環境研究部門, 北海道大学大学院理学研究院 自然史科学部門, 海洋研究開発機構 海洋・極限環境生物圏領域などを経て, 現職。

TOPICS 火山学

# 火山研究人材育成コンソーシアム

東北大学 大学院理学研究科 西村 太志

2016 年 10 月より始まった火山研究人材育成コンソーシアム構築事業では, 現在 11 大学と 4 つの研究機関がコンソーシアムを組んで, 多様な火山現象への理解を深め, 広範な知識と高度な技能をもって火山研究を進めるとともに, 研究成果を社会へ還元し, 噴火災害の軽減に貢献することのできる人材を育成することを目指している。2014 年御嶽山の火山災害を契機に構想されたこの事業が提供する, 修士課程大学院生を主対象とした火山研究人材の育成プログラムを紹介する。

## 経緯

多くの犠牲者が出た平成 26 年御嶽山の噴火を契機として, 平成 27 年 7 月に活動火山対策特別措置法 (昭和 48 年法律第 61 号) が改正され, 火山防災協議会への火山専門家の参画が必須となった。そのため, 社会防衛的な知識を身に付けた火山研究人材の供給が必要とされている。また, 高度化した社会に対応できるように, 火山活動の評価と推移予測の信頼性を高める必要があることから, 「観測・予測・対策」の一体的な火山研究を推進できるよう, 従前の観測研究に加え, 他分野との連携・融合のもと, 広範な知識と高度な技能を有する火山研究者の育成と確保が必要とされている。

しかし, 文科省によれば, 観測を基盤として火山噴火現象の解明や噴火予測研究を実施している研究者は現在 80 人程度とされる。このうち火山観測をベースに研究する大学教員 50 名弱のうち, 40 歳以上が 8 割, 50 歳代以上が 5 割を占める。火山活動の評価には

多分野の専門知識が必要となることを考えると, 研究者総数は明らかに少なく, かつ, 10 年後には火山噴火予測研究に携わる研究者が急減する可能性があり, このままではわが国の火山研究および火山防災そのものが立ち行かなくなる恐れがある。

これらの課題に応えるには, 周辺学問分野の研究者にあらたに火山研究に参画してもらうことが短期的にはひとつの方策である。中長期的には, 大学院生を火山研究者や火山専門家として養成することも必要である。2016 年に文部科学省委託事業として始まった「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」は我が国の火山研究コミュニティが総力を挙げて取り組む 10 年プロジェクトである。「火山研究人材育成コンソーシアム構築事業」は, そのプロジェクトの重要な柱であり, 「次世代火山研究者育成プログラム」として 2016 年 10 月から開始された。

## コンソーシアムの構築

本プログラムでは, 11 大学 (東北大, 北大, 山形大, 東大, 東工大, 名大, 京大, 九大, 鹿児島大, 神戸大, 信州大) と 4 研究機関 (防災科研, 産総研, 気象研, 地理院) がコンソーシアムを組んでいる (今後, 新たな大学や自治体等を追加予定)。各大学には火山研究を主とする教員が所属していても, 限られた一部の分野を専門とする教員しか在籍していない場合が多く, 本コンソーシアムで大学や研究機関が連携することにより, 主要 3 分野 (地球物理学, 地質・岩石学, 地球化学) をはじめとする広い範囲にわたる火山学の基礎知識と専門性を養える講義の提供が可能となった。また, コンソーシアムに参加する教員・研究者が研究対象としているフィールドを活用し, 多くの大学院生が国内の多様な活火山の現場を学べる機会も提供できる。

近年, 火山学は災害科学の一部であることをより意識して研究を進める気運があるものの, 大学院生には, 社会からの要請とそれに対応する研究者が見えない状況であった。そこで, 実際の火山地域で行われている防災行政の状況や災害対応活動を学べるように, 複数の地方自治体によるインターンシップや講師派遣の提供が今年度末から始まる予定である。そのほか, 最新の技術や研究成果を

学べるように民間企業や学協会にもコンソーシアム参画を依頼する計画である。

以上のように、大学や研究機関、地方自治体や民間企業その他、学協会も参画したコンソーシアムを構築し、学問だけでなく、災害軽減の視点・知見を学習できるよう、修士課程の大学院生を主対象としたカリキュラムを構築している。全国で毎年14名程度を受講生とし、そのなかから6名程度が博士課程へ進学することを目標に掲げている。

## カリキュラムの概要

将来の火山専門家を養成するためには、何よりも第一に、火山研究分野を魅力的なものとし、若い大学院生をこの分野に誘引することが必要である。これに加え、火山学の現状や教員・研究者が少ない状況、社会からの要請を考慮して、本プログラムでは、(A)各大学で開講される専門科目、(B)本プログラムで提供する科目(火山学実習、火山学セミナー)、(C)学会発表・インターンシップなどを用意した。火山学実習の履修、主要3分野の単位を取得すること、火山学セミナーを取得すること、インターンシップと学会発表を行うことは必須である。それぞれの授業科目を単位化し、必要な単位を取得した受講生に修了証を授与する。開講時期や授業科目の狙いを図1にまとめる。

大学院修士課程は、学生が初めて“研究”を実践する場であり、学際性を伸ばすよりも、専門性をとことん突き詰めるのにより時期と言われることも多い。一方、他分野の融合や社会との接点も重要であり、専門性と学際性をどのように案配するかは難しい問題である。本プログラムでは、従来の火山研究を支えてきた、大学の講義や課題研究は専門性を伸ばす「幹」として堅持しながら、本プログラムの提供する科目は学際性を広げる

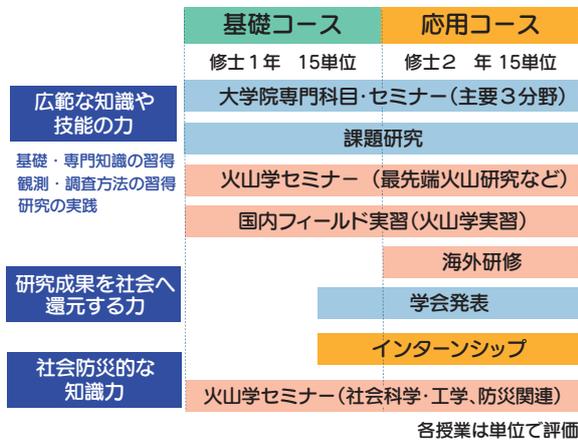


図1 カリキュラム。授業科目は単位化し、必須科目の取得及び取得単位数をもとに基礎コース・応用コースの修了証を授与。水色は各大学で提供する授業科目、オレンジは本コンソーシアムが提供する授業科目である。左側の青枠は、これらの授業科目で養われる力である。

「枝」として活用できるよう、カリキュラムを設計した。

## 各大学で開講される専門科目

所属大学での専門科目は、火山研究を本格的に進める礎である。所属大学で開講していない分野については、他大学の講義を遠隔受講できるようにWeb会議システムを整備した。講義はアーカイブしているため、受講生は都合のよいときに聴講できる。

これまでに、東北大学「火山物理学特論」や九州大学「岩石運動論」、後述する火山学セミナーを、多くの受講生が聴講した。PCで多人数が簡単に接続できるこのWeb会議システムは、学生や教員が全国に散らばる分野の授業やセミナーなど、いろいろな形で利用できそうである。

## 本プログラムで提供する授業科目

火山学実習は、実際の活火山で行うフィールド実習や実験室での実習である。火山学実習は、国内の火山で年2回(3月、9月)それぞれ1週間程度の期間で行う。また、博士課程進学希望者を主対象として、海外の活火山での実習や研修を用意した。

火山学実習は、本プログラムの目玉である。講義や野外実習を行い、最終日に発表会を行う。第1回は2017年3月12日から17日に霧島山で実施した。21名の受講生と10名の教員は、霧島山の火山活動に関する講義、韓国岳巡検を行い、その後、地球物理班は、地質・岩石班に分かれ、それぞれ水準測量、地質調査と顕微鏡実習などを行った。第2回は9月3日から8日にかけて草津白根山において受講生20名、教員11名で実施した。

1回目の反省も踏まえながら実習量を調整し、地球物理班はMT(地磁気-地電流)観測、地質・岩石班は地質調査や顕微鏡実習(図2)、地球化学班は温泉水の採取と分析や火山ガスの採取と分析や火山ガス観測を行った。いずれも天候によるカリキュラムの多少の変更はあったものの、無事終えることができた。自分自身の専門とは異なる分野の班で実習を行った受講生は、毎日の実習内容をレポートにまとめ、最終日に数人ずつのグループで発表した。実習後に集めた感想には、発表会で専門分野の受講生からの質疑を受けることになり他分野への理解



図2 草津白根山における地質岩石班の火山学実習の様子。



図3 噴煙モニタリングの火山学セミナーの様子(2017年9月鹿児島大学)。

や関心が深まった、火山研究をともに進める仲間ができたなど、実習に肯定的な意見が多数見られた。イタリア国ストロンボリ山などで実施した海外研修(6月)では、地球物理学分野の学生同士で露頭や噴出物についての議論が始まるなど、彼らが地質・岩石班として実習を受講していた効果がでていた。

火山学セミナーは、社会科学や工学などの分野の基礎と応用、最新の火山学に関連する研究成果に関するセミナーである。平成28年度には、6月と7月に社会科学分野の教員を招き、火山噴火や地震、洪水などの自然災害時の住民行動に関する講演を、10月には有珠山噴火時の行政の対応についての講演を聴く機会を設けた。社会科学系の講義を聴講する機会はありませんでしたが、多くの受講生が履修した。最新の火山研究分野として、レーダーを用いた噴煙モニタリング(9月、図3)や噴煙数値計算技術(11月)のセミナーも実施した。そのほか、プログラム担当の教員や研究者の多くが関わる「災害軽減に貢献するための地震火山観測計画」(建議)の成果報告会をセミナーとして位置づけ、火山だけでなく、地震や津波現象やそれらの災害に対する理学的研究、歴史・考古や社会科学の分野の研究についての理解を深められるようにした。

## インターンシップ・学会発表

応用コースには学会発表とインターンシップを課している。学会発表は、火山学に関連する自身の研究を国内外で発表するものである。インターンシップは、コン

ソーシアム参画機関である気象研、地理院、防災科研、産総研のほか、火山防災協議会を運営する地方自治体などに赴き、火山だけでなく地震や洪水、台風など、自然災害の防災行政に関する業務を経験するものである。従来、火山専門家は中堅以上の研究者が国や地方自治体の行政などに関わりながら実地訓練で養成されてきたが、次世代には大学院生の頃から社会との接点を意識して研究することを期待している。また、同時に、地方自治体の職員が、本コンソーシアムの大学院生や教員を通じて、火山防災に関連した研究状況を把握する機会としたい。

## 火山学専門家を増やすために

これまで多くの受講生が火山学実習や火山学セミナーなどを履修し、しっかりとしたレポートを提出している。本年9月に熊本市で開催された日本火山学会秋季大会では、学生の発表数が昨年の2倍以上になった。また、Web会議システムを使って、複数の大学の学生同士で自主ゼミも行われた。まだ1年も経過していないが、これらの学生の研究、勉強活動の活発化が本プログラムによる効果であるとするれば、担当教員や研究者にとって大変嬉しいことである。

現在このコンソーシアムに関わる教員や研究者の多くは、おそらく、国内外の火山での実習や研修、同じ研究分野に進む仲間と成長しながら勉学・研究を進められる環境を望んでいたのではないだろうか。火山噴火は、多くの場合局地的な現象で社会に広く関心を呼ばない、就職先が少ない、大学教員数が少ない（火山学の教員数は、隣接分野である地震学の約2割；2008年以前の地震火山部会資料による）など、火山専門家を目指す者がなぜ少ないのか、理由を挙げることはできる。しかし、火山専門家の育成は待ったなしであり、この事業を生かし、火山研究者の多くが参画する「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の研究プロジェクトとも連携して、魅力ある分野にすることが第一であろう。



### 著者紹介 西村 太志 Takeshi Nishimura

東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻 教授

専門分野：火山物理学、地震学。火山噴火発生過程や火山体不均質構造に関して、地震・測地学に基づく理論・観測研究を進めている。

略歴：1992年3月東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻博士課程修了、博士（理学）取得、東北大学大学院理学研究科助手、助教授、准教授を経て現職。

### —参考文献—

次世代火山研究者育成プログラム構築事業事務局 (2017) 次世代火山研究者育成プログラム [http://www.kazan-edu.jp/data/kazan-edu\\_booklet2017.pdf](http://www.kazan-edu.jp/data/kazan-edu_booklet2017.pdf)

文部科学省 (2017) 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト [http://www.kazan-edu.jp/data/kazan-edu\\_booklet2017.pdf](http://www.kazan-edu.jp/data/kazan-edu_booklet2017.pdf)

### ■一般向けの関連書籍

吉田武義, 西村太志, 中村美千彦 (2017) 「火山学(現代地球科学入門シリーズ)」, 共立出版。

## TOPICS 環境科学

# 生物と化学を介した海洋と大気をつながり

国立環境研究所 谷本 浩志

海水中に溶存する有機化合物の多くは海洋生態系を起源として生成し、1リットルあたりピコモル〜ナノモルといった極微量濃度でありながら、海洋生物化学システムや物質循環において重要な役割を果たす。また、海洋表層から大気中への揮発性有機化合物の放出は、大気化学や気候変動に大きく影響を及ぼすため、地球環境変動研究においても大きな注目を集めている。こうした生物代謝が関与する有機化合物の生成・消費メカニズムや分布・フラックスに関する情報は非常に限られていたが、近年の計測技術の進展により、新たな観測データが得られつつあり、今後もさらなる発展が期待される。

## 磯の香りが雲を作る？

海に行くとしばしば感じる磯の香り。この香りのもと、海藻や植物性のプランクトンから生じる有機化合物である。代表的なものの一つが硫化ジメチル ( $\text{CH}_3\text{SCH}_3$ , dimethyl sulfide, DMS) といい、海藻や植物プランクトンの多くが、海水との浸透圧制御などのために利用するジメチルスルフォニオプロピオン塩酸 (DMSP) をそのもとにしている。DMSはDMSPが微生物やバクテリアに

よって分解されることで生成し、海水に溶けた形で存在している。表層海水はDMSで常に過飽和状態にあり、海水にやや溶けにくいDMSは、海面付近を吹く風、そして波や泡などの物理過程により大気に放出される。ひとたび大気中に放出されると、太陽光による化学反応を受け、酸化されて最終的にエアロゾル粒子(硫酸塩)となって雲の形成を助ける。

もう少し考えてみよう。太陽光が強くなると海水温が高くなり、植物プランクトンの活動は活発になるだろう。とすると、DMSの大

気への放出が増えることになる。ということは、気温が高くなるほど雲が増え、逆に海洋生物の活動を減衰させるだろう。

約四半世紀前の1987年に発表された、こうした「負のフィードバックループ」は、論文の四人の著者の頭文字をとって「CLAW仮説」と呼ばれ、海洋生物と地球の気候のつながりに関して、地球科学者にとって非常に興味深い問いとなった (Charlson *et al.*, 1987)。最近の見解では、DMSとエアロゾルの関係、さらに雲形成の応答は、当時考えられたよりもはるかに複雑であることが示唆されているものの、仮説が誤っていたと言えるほど、全てが理解されたわけでもない。いずれにせよ、大気と海洋における生物化学的研究に火をつける発端となったことは間違いない。

しばし時を経て、2000年前後から、DMS以外の有機化合物、例えば、アセトンやアセトアルデヒドといった揮発性有機化合物

(Volatile Organic Compound, VOC) も海洋表層における光化学反応や生物活動で生成・消失することが知られてきた。例えば、アセトンは紫外光により分解されると水酸ラジカル (OH) を生成するため、大気酸化能に寄与することが考えられていたが、2000 年代以降、これら VOC の野外觀測が進み、大気中に普遍的に存在していることが明らかになるにつれて、VOC の生成・消失メカニズムや、全球的な収支、地球環境における役割に興味を寄せられてきた。

## 海 海洋表層の微生物と大気の化学

地球の大気には、窒素や酸素などの主要成分のほかに様々な微量化学成分が存在し、大気環境を形作る構成要素として重要な役割を担っている。ガス状、粒子状の物質は、それぞれ人間活動由来の大気質の変化に密接に関わっているが、中でも VOC は大気中における光化学反応の「燃料」となって、大気中の光化学反応を通してオゾンやエアロゾルを生成し、PM<sub>2.5</sub> として、人体や生態系に有害な大気汚染にも寄与している。

こうした VOC が、地球表面の 7 割を占める海洋でどのように生成または消失するのか、その上に位置する大気との間でどのように交換・移動されるのか、大気中でどのように変質し、気候や気象、環境に影響を及ぼすのか、といった問いは、生物から化学、物理にわたって、地球システムおよび地球環境変動を考える上で本質的な問題である (図 1)。

しかしながら、海洋を起源とする VOC の生成・消失メカニズムや分布、大気への放出強度に関する理解は非常に不確実である。第一に、VOC の生成・消失は、様々な生物化学過程が関与するために極めて複雑であることが原因として挙げられる。エチレン (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) やプロピレン (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>) 等の分子量の小

さいアルケンには主に溶存有機物の光分解によって生成されることが報告されており、一方でエタン (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) やプロパン (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) のような分子量の小さいアルカンは植物プランクトンの自己分解によって生成するといわれている。イソプレン (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) の生成は植物プランクトンの活動と密接に関係していると考えられている。このように、VOC の生成過程は徐々に明らかになりつつあるが、海水中での分布や大気への放出量など、包括的な理解には至っていない。

第二に、VOC は陸域にも起源がある上、溶解度が高いものは海洋に取り込まれるなど、海洋は放出源にも吸収源にもなりうるため、海洋の役割と相対的重要性の把握が難しいことが挙げられる。例えば、海域や季節が変わると、海洋はアセトンの放出源となるのか、それとも吸収源となるのかといったことさえ、系統的に理解されていないほどである。

そして第三に、海水中での VOC 濃度の測定データが極めて少ないことが挙げられる。後で述べるように、観測例は徐々に増えてきたものの、世界的にもまだ非常に限られており、海洋観測データの不足が原因で理解が進んでいないのが現状である。

## 海 揮発性有機化合物の計測

では、なぜデータが足りないのか? 過去数十年の間、海水中の VOC の濃度測定はガスクロマトグラフ (GC) を用いる方法で行われてきた。GC 法では 1 サンプルの測定に数十分～1 時間を要してしまう。したがって、連続的なデータを取得できないため、海洋生物活動の多様性に対して十分な時間分解能を得られなかったわけである。また、国際的なデータベースでさえ、過去約 40 年間で蓄積された海洋中の VOC 濃度のデータ数は限られており、データは時間的・空間的に統一性のあるものではない。このように、

海洋 VOC のデータ不足は、高時間分解能を有するとともに汎用性も高いセンサー技術がないことが原因であった。

しかしながら、近年、GC を用いない海洋溶存微量成分のオンライン連続計測が始まっている。分光や質量分析による高感度リアルタイム測定器が発展し、市販品も出るようになり、地球科学の研究分野における様々な場面で GC 法に置き換わりつつある。そのうちの一つに、オンライン質量分析計による VOC の計測技術が挙げられる。GC を介さずに、直接、質量分析を行うことで、時間的に速い (秒のオーダーで) VOC の計測が可能になった。海洋観測にも応用され、その有効性が実証されつつある。例えば、私たちのグループが取り組んでいる手法では、プロトン移動反応質量分析法を用いており、気液平衡器と組み合わせて、高感度・高時間分解能 (1 分の時間分解能で少なくとも 10 種類以上の溶存 VOC を 0.05 nmol/L 程度の検出下限で計測) で海水中に溶存している VOC (例えば、アセトン、メタノール、アセトアルデヒド) を計測している。現在、世界で 3 つのグループが同様の技術開発をおこなっており、オンライン質量分析計による海洋 VOC 観測が試みられ、世界的に観測データの有用性が実証されつつある。

## 海 揮発性有機化合物のモデリング

これら海洋起源の有機化合物は、モデリングの面でも課題がまだ多い。全球化学輸送モデルを用いて海洋 VOC を研究した先駆的試みとしては、これまで 1-2 例あるが、異なる海域・季節に得られた過去 6 例の海水データを通年平均として計算するなど、モデルに入れるデータが少なすぎる状況である (図 2) (Fischer *et al.*, 2012)。そのため、グローバルな収支や役割の解析に至っていない。一方、

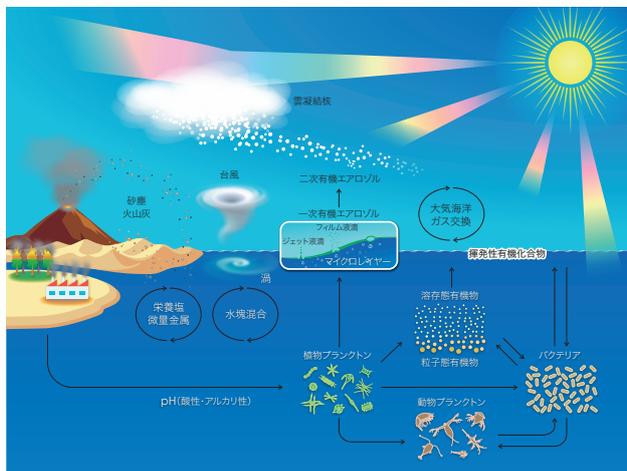


図 1 海洋と大気の生物化学的つながりの概念図。

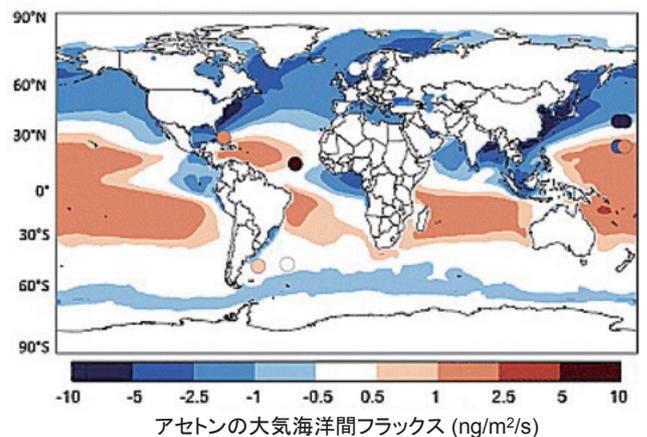


図 2 全球化学輸送モデルによるアセトンの大気-海洋間フラックス。丸はこれまで報告された観測データを示す。

化学気候モデルや地球システムモデルは独自に進化しつつあり、多くの化学成分について、こうした大気海洋間の物質交換を正確に反映させていく重要性和ニーズは大きいと思われる。

例えば、アセトンの収支における海洋の役割については、モデル研究からは、海洋がアセトンの放出源となるか吸収源となるかは海域・季節によって変化する可能性が示唆されており、各海域における観測データが蓄積され、モデルと組み合わせられれば、地理的・季節的な特徴が精度よく明らかになるほか、プロセスやメカニズムに関する知見も得られるようになるだろう。

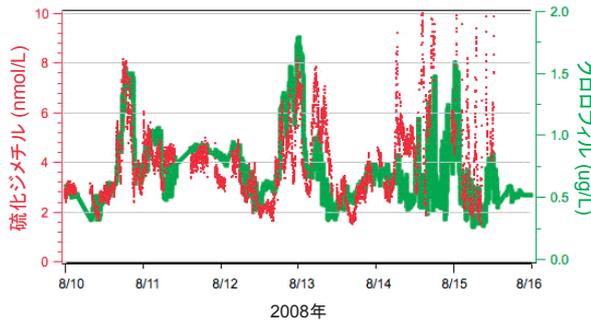


図3 オンライン質量分析計で得られた海洋DMSの濃度変動。

ライン質量分析計による海洋化学計測は、近年急速に進展しつつある。

さらに小型化、省電力化できれば、定期貨物船に搭載でき、研究船による研究航海観測よりも様々な海域における海洋表層溶存VOCの系統的観測が可能になる。また、将来的に、海洋工学の技術である係留ブイや、遠隔操作無人探査機や自律型無人潜水機に搭載可能な真空技術開発が達成できれば、海洋表層における24時間定点観測や、深度分布などの観測が可能になる。海底付近の連続計測ができるようになれば、海洋資源等の探索にも役立つ可能性が拓けてくる。世界にはこのような試みも始まっており、海洋表層から深海までの様々な海洋環境条件で、VOCのマップが描かれる時代が来るだろう。今後のさらなる技術的進展と様々な応用が期待される。

—参考文献—

Charlson R.J. *et al.* (1987) *Nature*, 326, 658-661.

Fischer E.V. *et al.* (2012) *Geophys. Res. Lett.*, 39, L01807.

Kameyama S. *et al.* (2013) *Geophys. Res. Lett.*, 40, 3986-3990.

■一般向けの関連書籍

秋元肇ら編 (2002) *対流圏大気化学と地球環境*, 学会出版センター。

オンライン質量分析法が示す新しい描像

先に述べた、新しいオンライン質量分析法を用いた野外観測から、従来のGC法では見えなかった「ホットスポット」が報告されるようになってきている。図3は西部北太平洋における海洋表層水中のDMS濃度の時間変動を示している(Kameyama *et al.*, 2013)。DMSの非常に大きい時間変動は、観測海域における生物活動の多様性も反映していると考えられ、その位相がクロロフィルa濃度の位相とよく一致することから、植物プランクトン量がこれらの濃度を支配する一つの重要な因子であることが予想できる。このように、オンライン質量分析法は外洋におけるVOCのダイナミックな変動をモニターするために有効な「化学的」ツールとなってきている。

さらなる発展に向けて

現在、海洋におけるその場化学分析は電気化学的センサーや溶液中の発光や蛍光を利用した光化学センサーが主となっているが、測定対象が限定されることが多い、他の化学物質による阻害が起きることがある、あるいは感度が低いという難点もある。しかしながら、本稿で見てきたような、オン

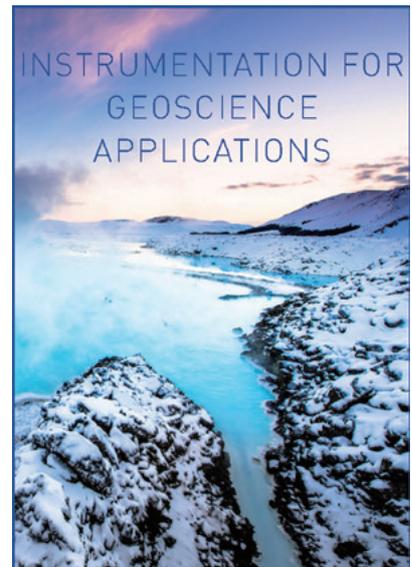


著者紹介 谷本 浩志 Hiroshi Tanimoto

国立環境研究所地球環境研究センター地球大気化学研究室 室長

専門分野: 大気化学, 地球環境科学, 海洋化学. 対流圏オゾンを中心としたグローバルな大気化学研究, 大気海洋間における揮発性有機化合物の交換に関する研究をおこなっている。

略歴: 東京大学大学院理学系研究科化学専攻博士課程修了, 博士(理学)。国立環境研究所研究員等を経て、現職。2010年に国連「大気汚染の半球規模輸送タスクフォース」評価報告書を共同執筆, 2017年より地球大気化学国際協同計画(IGAC)科学運営委員会共同議長。日本大気化学研究会奨励賞, 日本地球化学会奨励賞, 日立環境財団環境賞, 地球惑星科学振興西田賞。



MS2/MS3 帯磁率計

- PCと接続してデータの収録ができます。
- プローブとの組み合わせで使用。
- 1cc/10cc サンプル用、コアロギング、表面スキャン用など様々なプローブ。
- PDAとともに使用できます。

Mag648/649 低電力3軸センサ

- 測定範囲: ±60µT, ±100µT
- 長期間にわたる用途など低電力を要求する使用に適しています。
- 海中用、組込みタイプもあります。

その他、グラディオメータ、ヘルムホルツコイル等取り扱っています。



Bartington  
Instruments

ロックゲート株式会社  
url: www.rockgateco.com  
Tel: 03-5615-2311  
e-mail: info@rockgateco.com

## 貴社の新製品・最新情報を JGL に掲載しませんか？

JGL では、地球惑星科学コミュニティへ新製品や最新情報等をアピールしたいとお考えの広告主様を広く募集しております。本誌は、地球惑星科学に関連した大学や研究機関の研究者・学生に無料で配布しておりますので、そうした読者を対象とした PR に最適です。発行は年 4 回、発行部数は約 3 万部です。広告料は格安で、広告原稿の作成も編集部でご相談にのります。どうぞお気軽にお問い合わせ下さい。詳細は、以下の URL をご参照下さい。

<http://www.jpogu.org/publication/ad.html>

### 【お問い合わせ】

JGL 広告担当 宮本英昭  
 (東京大学 大学院工学系研究科)  
 Tel 03-5841-7027  
[hm@sys.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:hm@sys.t.u-tokyo.ac.jp)

### 【お申し込み】

公益社団法人日本地球惑星科学連合 事務局  
 〒 113-0032 東京都文京区弥生 2-4-16  
 学会センタービル 4 階  
 Tel 03-6914-2080  
 Fax 03-6914-2088  
[office@jpogu.org](mailto:office@jpogu.org)

### 個人会員登録のお願い

このニュースレターは、個人会員登録された方に送付します。登録されていない方は、<http://www.jpogu.org/>にてぜひ個人会員登録をお願いします。どなたでも登録できます。すでに登録されている方も、連絡先住所等の確認をお願いします。

日本地球惑星科学連合

MAY 20 - 24, 2018  
 MAKUHARI MESSE,  
 CHIBA, JAPAN

2018年5月20日(日)～24日(木)  
 千葉県幕張メッセ

投稿 最終締切	2月19日(月)17:00	2018 年 大 会
参加 早期締切	5月8日(火)23:59	

※上記締切日以降は正規料金になります。  
 ※オンラインによる参加登録が必須です。お済ませの上でご来場ください。