



日本地球惑星科学連合ニュースレター Vol. 12

February, 2016

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 2016 年大会	2
JpGU と AGU との連携強化に向けた協定書に署名	5
JpGU 協力の下 AGU The Taira Prize 新設	6
学術会議だより	6

TOPICS

海底下の生命圏フロンティアと生命生息限界に挑む	8
なぜ地球ではプレートテクトニクスが起こっているのか?	10
陸が変われば海も変わる: サンゴ礁の汚染問題	13

BOOK REVIEW

地球科学の開拓者たち	16
------------	----

SPECIAL

フェロー授賞記念特集	17
------------	----

INFORMATION

	19
--	----

JGL

Japan Geoscience Letters

1

2016 No.

NEWS

2016 年の 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 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
津田 敏隆 (京都大学)

日本地球惑星科学連合 (JpGU) の会員の皆様ならびに参加学協会 (団体会員) におかれましては、日頃より JpGU の活動にご協力いただきまことに有難うございます。2016 年の日本地球惑星科学連合大会 (連合大会) の準備を進めておりますので、その概要をご紹介します。

地球惑星科学は真理の探究と同時に成果の社会還元を目指す学問分野です。JpGU では、固体地球や表層流体の動態、生命の起源、あるいは惑星や太陽活動など多様な自然現象の科学的理解を進める研究を振興しています。一方、頻発する様々な自然災害ならびにグローバルな地球環境変化の現状を精確に把握し、その社会適用策を提示することにも貢献しています。地球惑星科学コミュニティには、科学的根拠をもとに未来予測を行い、安心・安全で持続的発展可能な社会の構築に資することが求められています。JpGU は研究分野の多様性を尊重しつつ、自由な意見交換を通じて情報発信を続けていきたいと考えております。

2016 年の連合大会は 5 月 22 日 (日) ~ 26 日 (木) の 5 日間にわたり幕張メッセ国際会議場・展示場ならびに隣接のアパホテル東京ベイ幕張を一部使用して開催されます。昨年の 25 回記念大会において米国地球物理学連合 (AGU)、欧州地球科学連合 (EGU)、アジアオセアニア地球科学会 (AOGS) と交わしたコミュニケにしたがい地球惑星科学に関わる各ユニオンとの国際連携を進めるべく、今大会は “For borderless world of geoscience” をスローガンにしています。

今回は 195 セッションが提案されており、国際セッションも 64 と、いずれも過去最大数となりました。AGU との合意のもとで、49 の JpGU-AGU 合同セッションを開催します。これらには、日本のコミュニティが優位性を持つテーマが多く含まれています。さらに、今年の成果を基礎に、2017 年は大会全体を AGU との共催として、国際化を加

速させようと計画しています。

ユニオンセッションとして、日本学術会議・地球惑星科学委員会との合同で「大型研究計画—マスタープラン 2017 とその先を見据えて」を開催します。また、AGU との合同ユニオンセッションである “Geoscience and society” では、地球科学の役割と社会との関係を、また “Earth and planetary satellite observation projects Part I” では衛星による地球観測を討論します。JpGU が主導するセッションとして、環境・災害への対応策、および学術出版による科学情報発信に関する議論を深めます。さらに、JpGU 全体で幅広く議論すべきテーマとして、「Future Earth — 持続可能な地球へ向けた統合的研究」が開かれます。

すでに 1 月 7 日に JpGU の会員登録ならびに連合大会 2016 への参加登録が始まっています。また、連合大会の講演申し込みは 1 月 7 日から 2 月 18 日 (早期投稿は 2 月 3 日) まで受け付けますので、積極的に研究発表をご投稿下さい。

JpGU 独自の open access E-journal である “Progress in Earth and Planetary Science (PEPS)” は順調に編集されており、国内外の研究者によるレビュー論文が約 3 割となっています。加えて、連合大会で発表された講演を基礎にした論文が刊行されています。2016 年大会でもコンピーナからの推薦をもとに優秀論文の投稿を促します。また、今年も海外からの講演者について、PEPS への論文投稿を条件に参加旅費の一部を支援します。PEPS を国際的に情報発信機能がある魅力のあるジャーナルに育てるには、会員の皆様からの論文投稿が大変重要です。

ところで、連合大会期間中の社員総会で、2016 年度から 2 年間の役員 (理事と監事) が選出され、続いて開かれる新理事会で新体制が構成されます。次期においても、学術振興はもとより広報普及活動も活発に行われ、さらに研究成果の社会還元も促進されて、地球惑星科学コミュニティが発展することを期待しています。JpGU の公益事業に対して皆様のさらなるご支援とご協力をお願い申し上げます。

日本地球惑星科学連合 2016 年大会

2016 年大会委員長・学協会長会議議長 日比谷 紀之 (東京大学)

皆様すでにご存知のように、2015 年度の日本地球惑星科学連合大会中に開催された連合設立 10 周年記念シンポジウム“Geoscience Ahead”において、アメリカ地球物理学連合、ヨーロッパ地球科学連合、アジアオセアニア地球科学会、そして日本地球惑星科学連合の各学会長が、今後の地球惑星科学をさらに発展させるべく、国際協力の締結を宣言しました。その具体的な形として実現する 2017 年度の日本地球惑星科学連合大会とアメリカ地球物理学連合大会との共同開催に先立って、2016 年の連合大会では、アメリカ地球物理学連合と合計 49 のジョイント・セッションを企画することになりました。このジョイント・セッションは、日本地球惑星科学連合の国際化に向けた試金石というべき試みであり、何としても実りのあるものになりたいと思っています。国際化に向けて大きく舵を切った日本地球惑星科学連合にとって、2016 年は、間違いなく重要かつ記念すべき年になることでしょう。

言うまでもないことですが、アメリカ地球物理学連合とのジョイント・セッションをはじめとする国際セッションだけではなく、連合大会の屋台骨である通常セッションについても、多数の講演投稿をお待ちしています。2016 年度の連合大会が、日本地球惑星科学連合のさらなる充実に向けた driving force となりますよう、皆様からの益々のご協力を何卒よろしくお願い申し上げます。



O-02 「高校生によるポスター発表」

高校生が気象、地震、地球環境、地質、太陽系など地球惑星科学分野で行った学習・研究活動をポスター形式で発表します。地球惑星科学分野の第一線の研究者と同じ会場で発表し、研究者と議論できるセッションです。優れた発表には表彰も行っています。

O-03 「地球・惑星科学トップセミナー」

地球惑星科学分野における最新の成果を、招待講演者に分かりやすく紹介していただくアウトリーチセッションです。(招待講演のみ)

O-04 「ジオパークへ行こう」

小中高生や地学に興味のある市民の方が、ジオパークで実際に何を見ることができてどんな体験ができるのか、いくつかのジオパークの例を講演やミニパネルディスカッションでわかりやすく紹介します。ポスターセッションでは、各地のジオパークの様々な活動を紹介し、(口頭講演は招待講演のみ)

O-05 「地球科学界と原子力発電の関係ー浜岡原発を題材としてー」

静岡県の浜岡原子力発電所は巨大地震の想定震源域直上に位置し、地震・津波の想定に基づいて様々な対策が取られており、原子力発電と自然災害および地球科学の関係を象徴する存在です。このセッションでは、同原発に関連する現在の地球科学的知見について検討し、同原発と地球科学界とのこれまでの関係を振り返り、今後のあるべき関係などについて議論します。(招待講演のみ)

O-06 「JpGU 所属の学生・研究者にとってのダイバーシティ推進とは何か？」

多様な能力を活かし組織の活動を活性化させるといった観点から「ダイバーシティ」という言葉が使われるようになって約 10 年。しかし、研究現場においてはまだこの概念の浸透度が低く、課題が多く残されています。JpGU では、2015 年にキャリア支援と男女共同参画委員会とを統合しダイバーシティ推進委員会として、新たな一歩を踏み出しました。この機会に「研究者にとってのダイバーシティ推進とは？」という問題を改めて問い直します。(招待講演のみ)

セッションの紹介

2016 年大会プログラム委員長
西山 忠男 (熊本大学)



2016 年大会プログラム委員長を拝命いたしました西山と申します。2016 年大会は連合大会初の試みとして、米国地球物理学連合 (AGU) との共同セッション (joint session) の開催を計画し、その実現のために日比谷紀之大会委員長、タスクフォースの末廣潔議長、浜野洋三大会運営理事のご指導の下、鋭意準備を進めているところです。2017 年にはさらに進んで AGU との合同大会 (joint meeting) を開催する予定です。2016 年大会はそのための準備と位置付けられています。そのため大会運営については、これまでとはやや異なる方針で臨まざるをえない状況です。一つにはセッション数の増加、参加者の増加に伴う会場不足の問題がございます。これを解決するために、ポスターセッションの比率を増やし、口頭発表とポスター発表の割合をほぼ等しくする予定です。そのためにポスター会場の面積を広く取ります。これによりコンペナーの皆様にはプログラム編成においてご苦勞をおかけすることになりそうで心苦しいのですが、よろしくご協力を賜りたく存じます。また昨年度の大会では国際セッションを 55 設けましたが、

2016 年大会では AGU とのジョイントセッションを中心として 50 程度の国際共同セッションを設ける予定です。このような国際化を推進するために、日本語セッションの発表においても、日本語と英語の併記をこれまで以上をお願いいたします。連合大会のように規模の大きい学会になりますと、参加者のご要望にすべてお応えすることは困難で、毎年多くのご不満の声が寄せられています。今回もそのご不満をすべて解消することはできないと思いますが、より良い連合大会の姿を求めて努力いたす所存ですので、皆様方のご理解とご協力をお願い申し上げます。

パブリックセッション (一般公開プログラム)

O-01 「次期学習指導要領で求められる資質・能力の達成を目指して」

次期学習指導要領では、獲得すべき知識や概念の取捨選択のみではなく、育成すべき資質・能力と、その効果的な達成に向けた指導のあり方が問われています。その実現のためには、学習すべき内容の吟味と学習方法の検討が必要と考えられます。前者の例として必修を想定した地理及び地学の基礎的科目の内容、後者の例として、いわゆるアクティブ・ラーニングへの関わり方を取り上げ、議論を行います。(招待講演のみ)

ユニオンセッション ★は国際セッション

★ U-01「Geoscience and society」

本セッションは初めての AGU との国際共同セッションで、Great Debate 形式で行います。テーマは、(1)地球科学者の社会的役割は何か？(2)社会は地球科学者を必要としているのか？(3)若い世代に地球科学の社会的役割に関する職業意識をどのように醸成するのか？というもので、広く地球科学と社会の関わりを話題とします。最初にパネリストから短い話をしてもらい、フロアからの質問も受けながら議論します。(招待講演者のみ)

★ U-02「Earth and Planetary satellite observation projects Part I」

本セッションでは、NASA および JAXA・NASA が共同で実施する地球惑星科学分野の宇宙ミッションについてレビュー講演を行います。NASA および国内からの招待講演者を迎えて、NASA および日米共同ミッションの最前線や、ミッションで得られたデータによる研究、日本の科学者がもたらしてきた成果などを紹介します。NASA からは科学ミッション本部・地球科学部長 Michael Freilich 博士の参加を予定しています。(招待講演のみ)

U-03「日本地球惑星科学連合と学術出版による科学情報発信」

日本の地球惑星科学コミュニティとして地球惑星科学における世界の一画を担えるジャーナルを目指し、JpGU は「Progress in Earth and Planetary Science (PEPS)」を SPRINGER 社と協力して 2014 年に創刊しました。日本の科学ジャーナルの現状と将来、そして、将来への展望と戦略を議論したいと思います。よろしくご協力のほどお願いいたします。(招待講演のみ)

U-04「連合は環境・災害にどう向き合っていくのか？」

本セッションでは、昨年に引き続き、東日本大震災やその他の大規模災害時における各学協会の活動について情報共有をはかり、単一の学会では対処できない複数の学協会にまたがる環境と災害の問題に対して、各学協会の枠を超えた実質的な連携を促進する上で連合にどのような体制を築いていくべきか、また 2016 年 1 月に発足した防災学術連携体との連携について議論します。(口頭講演は招待講演のみ)

U-05「Future Earth — 持続可能な地球へ向けた統合的研究」

世界の地球環境研究は、Future Earth 計

画の下で抜本的に再編成されつつあります。地球の営みと地球表層に生起する地人関係や自然災害を含む諸事象を主たる研究対象として、これまで地球環境研究において重要な役割を果たしてきた地球惑星科学にとって、Future Earth 計画への貢献は、全人類的使命です。その使命をわが国の地球惑星科学コミュニティとして、関連する諸分野や他の国々の研究者と連携してどう果たしていくべきかを議論します。

U-06「大型研究計画 — マスタープラン 2017 とその先を見据えて」

日本学術会議による、学術の大型研究計画(マスタープラン 2017)は、2016 年 2～3 月に公募見込です。本セッションでは、応募予定の大型研究計画について講演していただき、セッション聴講者一般からのコメントを地球惑星科学委員会として集約します。その結果は、大型研究計画(とくに重点大型研究)への推薦に参照することとし、地球惑星科学分野として何を推進すべきかについて共通認識を得ることを目指します。(招待講演のみ)

各種イベント

各イベントに関する詳細は、大会ウェブページ、メールニュースをご確認ください

- ◆学協会長会議(5月23日/302)
- ◆2016 年度公益社団法人日本地球惑星科学連合 定時社員総会(5月23日/コンベンションホール A)
- ◆2016 年度公益社団法人日本地球惑星科学連合 フェロー表彰(5月24日/アパホテル)
- ◆懇親会(5月24日/アパホテル)
- ◆第 1 回西田賞受賞者講演(会期中昼休み開催/IC)
- ◆International Mixer Luncheon
2015 年大会で開催しました International Mixer Luncheon を今年も予定しております。海外から参加予定の研究者の方、日本で学ばれている海外研究者の皆様と、お誘い合わせの上げぜひご参加ください。

各種お知らせ

- ◆個人会員登録の更新にご協力ください
2016 年会費は、1 月より支払可能となっております。大会 HP から個人会員登録・更新をお願いいたします。

◆大会会場の拡張について

これまで使用してきました幕張メッセ国際会議場に加え、昨年より隣接する APA ホテルの利用も始まりましたが、今大会より、ポスター会場と一部の展示を幕張メッセ国際展示場へ移し、より拡大しての開催となります。

◆会員システム・投稿システムの移行について

2016 年 1 月 7 日より、会員システム・投稿システムをリニューアルしました。それに伴い、URL も変更となっておりますので、ブックマーク等をご利用の方は変更をお願いいたします。詳しくは連合 HP をご覧ください。

◆参加登録について

今大会では、会期開始後もオンライン上からご自身の参加登録が可能となりますので、登録締切は設けませんが、5 月 10 日の早期参加登録締切までにご登録いただきますと、参加料金が早期割引料金となりますので、ぜひお早目のお手続きをお願いいたします。

大会参加登録はお済みですか？

■早期参加登録申込■

5月10日(火) 17:00 JST 締切

◆保育ルームについて

連合大会期間中、保育をご希望される方に、会場に隣接する千葉市認定保育施設(会場より徒歩 5 分)をご紹介します。また、保育室の利用につきまして、日本地球惑星科学連合より金銭的補助をいたします。施設詳細及び利用方法、保育料補助申請などについては、大会 HP をご参照ください。

◆会合(小集会・夜間集会)のお申込み

連合大会では、空いている会場を、小集会や夜間集会に提供しています。お申込み受付は 3 月上旬を予定しており、開始はメールニュースにて皆様にお知らせいたします。

◆アルバイトスタッフの募集について

大会に参加される学生の皆様を中心に、余裕のある時間帯に大会運営のお手伝いをしていただける方を募集いたします。

詳細は、発表プログラム確定後に大会 HP 及びメールニュースにてお知らせいたします。皆様のご協力をお願いいたします。

◆プレミアムブックマーケット開催！

お手元にある蔵書で、ぜひコミュニティに有効活用してほしいものがございましたら、

連合大会にて、フリーマーケット風にご提供いただけませんか？ 会場での販売は連合が担当します。売り上げの9割はご提供者へ、1割を連合の手数料(人件費など)といたします。また、残った本の処分は連合が引き受けます。詳細は、大会HPをご覧ください。

◆展示企画

これまでの国際会議場に加え展示会場も利用し、関連企業・機関の皆様による展示を展開いたします。新規出展企業も多数あり、2014年大会で好評いただいております。また、残った本の処分は連合が引き受けます。詳細は、大会HPをご覧ください。

開催セッション一覧表

★は国際セッション

JpGU-AGU joint session は19ページで紹介しています。

ユニオンセッション (U)

- ★U-01 Geoscience and society (24日)
- ★U-02 Earth and Planetary satellite observation projects Part I (23日)
- U-03 日本地球惑星科学連合と学術出版による科学情報発信 (23日)
- U-04 連合は環境・災害にどう向き合っていくのか? (25日)
- U-05 Future Earth - 持続可能な地球へ向けた統合的研究 (22日)
- U-06 大型研究計画-マスタープラン 2017とその先を見据えて (24日)

パブリックセッション (O)

- O-01 次期学習指導要領で求められる資質・能力の達成を目指して (22日)
- O-02 高校生によるポスター発表 (22日)
- O-03 地球・惑星科学トップセミナー (22日)
- O-04 ジオパークへ行こう (22日)
- O-05 地球科学界と原子力発電の関係 - 浜岡原発を題材として (22日)
- O-06 JpGU 所属の学生・研究者にとってのダイバーシティ推進とは何か? (22日)

宇宙惑星科学 (P)

- ◆惑星科学 (PS)
 - ★P-PS01 Outer Solar System Exploration Today, and Tomorrow (22日)
 - ★P-PS02 Mars (23日)
 - P-PS11 惑星科学 (25・26日)
 - P-PS12 太陽系における惑星物質の形成と進化 (24日)
 - P-PS13 月の科学と探査 (22日)
 - P-PS14 宇宙における物質の形成と進化 (25日)
 - P-PS15 アルマによる惑星科学の新展開 (22日)
- ◆太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境 (EM)
 - ★P-EM03 Mesosphere-Thermosphere-Ionosphere Coupling in the Earth's Atmosphere (22日)
 - ★P-EM04 Space Weather, Space Climate, and VarSITI (22・23日)
 - ★P-EM05 Cosmophysical plasma jets (25日)
 - ★P-EM06 Magnetospheric Multi-Scale (MMS) mission -- A new age of magnetospheric physics (24日)
 - ★P-EM07 Dynamics in magnetosphere and ionosphere (24・25日)
 - ★P-EM08 Inner magnetosphere: Latest results and new perspectives (23日)
 - ★P-EM09 Study of coupling processes in solar-terrestrial system (23日)
 - P-EM16 大気圏・電離圏 (24日)
 - P-EM17 宇宙プラズマ理論・シミュレーション (24・25日)
 - P-EM18 磁気圏-電離圏ダイナミクス (25日)
 - P-EM19 太陽圏・惑星間空間 (25日)

◆宇宙惑星科学複合領域・一般 (CG)

- ★P-CG10 Small Solar System Bodies: General and Mars Satellite Sample Return Mission (22・23日)
- P-CG20 宇宙科学・探査の将来計画と関連する機器・技術の現状と展望 (24日)
- P-CG21 惑星大気圏・電離圏 (26日)

大気水圏科学 (A)

- ◆大気科学・気象学・大気環境 (AS)
 - ★A-AS01 Global Carbon Cycle Observation and Analysis (24日)
 - ★A-AS02 High performance computing of next generation weather, climate, and environmental sciences using K (22日)
 - A-AS11 成層圏・対流圏過程とその気候への影響 (23日)
 - A-AS12 大気化学 (25・26日)
 - A-AS13 ミクロスケール気象現象解明にむけた稠密観測・予報の新展開 (23日)

◆海洋科学・海洋環境 (OS)

- ★A-OS03 Marine ecosystem and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling (23日)
- ★A-OS04 Ocean Mixing Frontiers (22日)
- A-OS14 「海洋混合学」物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明 (22日)

◆水文・陸水・地下水学・水環境 (HW)

- A-HW16 流域生態系の水及び物質の輸送と循環- 源流域から沿岸域まで- (26日)
- A-HW17 水循環・水環境 (25日)
- A-HW18 同位体水文学 2016 (25日)
- A-HW19 都市域の水環境と地質 (25日)

◆雪氷学・寒冷環境 (CC)

- A-CC20 雪氷学 (25日)
- A-CC21 アイスコアと古環境変動 (25日)

◆地質環境・土壌環境 (GE)

- ★A-GE05 Subsurface Mass Transport and Environmental Assessment (23日)

◆大気水圏科学複合領域・一般 (CG)

- ★A-CG06 Multi-scale ocean-atmosphere interaction in the tropics (24日)
- ★A-CG07 Asia-Pacific climate variations on diurnal to secular time scales (24日)
- ★A-CG08 Continental-Oceanic Mutual Interaction: Global-scale Material Circulation through River Runoff (23日)
- ★A-CG09 Development and application of land and ocean biogeochemistry components of Earth system models (23日)
- ★A-CG10 Earth and Planetary satellite observation project Part II (23・24日)
- A-CG15 沿岸海洋生態系-2. サンゴ礁・海草藻場・マングローブ (24日)
- A-CG22 陸域生態系の物質循環 (25日)
- A-CG23 沿岸海洋生態系-1. 水循環と陸海相互作用 (24日)
- A-CG24 北極圏の科学 (26日)

地球人間圏科学 (H)

- ◆地理学 (GG)
 - H-GG12 平成27年9月関東・東北豪雨災害 (23日)
 - H-GG13 自然資源・環境の利用と管理 (25日)
- ◆地形学 (GM)
 - ★H-GM01 Geomorphology (23日)
 - H-GM14 地形 (23日)
- ◆第四紀学 (QR)
 - H-QR15 ヒト-環境系の時系列ダイナミクス (26日)
- ◆社会地球科学・社会都市システム (SC)
 - ★H-SC02 Coupled Human-Water Dynamics across Scales: Observations, Understanding, Modeling, and Management (25日)
 - ★H-SC03 Complexity, Change and Adaptive Management of Socioecological Landscapes: An Earth System Perspective (22日)
 - ★H-SC04 Implementing Geoscience Research for the Earth's Future (23日)
 - H-SC16 人間環境と災害リスク (23日)
- ◆防災地球科学 (DS)
 - ★H-DS05 Landslides and related phenomena (26日)

- ★H-DS06 Natural hazards impacts on the society, economics and technological systems (24日)
- ★H-DS07 Monitoring and prediction of natural disasters using new methodologies (24日)
- H-DS17 湿潤変動帯の地質災害とその前兆 (24日)
- H-DS18 海底地すべりとその関連現象 (26日)
- H-DS19 津波とその予測 (25日)
- ◆応用地質学・資源エネルギー利用 (RE)
 - H-RE20 地球温暖化防止と地学 (CO₂ 地中貯留・有効利用, 地球工学) (24日)
- ◆計測技術・研究手法 (TT)
 - ★H-TT08 Geoscientific applications of high-definition topography and geophysical measurements (22日)
 - ★H-TT09 Geographic Information Systems and Cartography (22日)
 - H-TT21 環境トレーサビリティー手法の開発と適用 (24日)
 - H-TT22 UAV が拓く新しい世界 (24日)
 - H-TT23 環境リモートセンシング (23日)
 - H-TT24 地理情報システムと地図・空間表現 (22日)
- ◆地球人間圏科学複合領域・一般 (CG)
 - ★H-CG10 International comparison of landscape appreciation (23日)
 - ★H-CG11 DELTAS: multidisciplinary analyses of complex systems (26日)
 - H-CG25 原子力と地球惑星科学 (24日)
 - H-CG26 堆積・侵食・地形発達プロセスから読み取る地球表面環境変動 (22日)
 - H-CG27 環境問題の現場における Scientists と Stakeholders との協働 (22日)
 - H-CG28 閉鎖生態系における生物のシステムを介した物質循環 (22日)

固体地球科学 (S)

- ◆測地学 (GD)
 - S-GD22 重力・ジオイド (22日)
 - S-GD23 測地学一般・GGOS (23日)
- ◆地震学 (SS)
 - ★S-SS01 Earthquake early warning developments around the world (22日)
 - ★S-SS02 Frontier studies on subduction zone megathrust earthquakes and tsunamis (24日)
 - ★S-SS03 New frontiers in earthquake statistics, physics-based earthquake forecasting, and earthquake model testing (25日)
 - ★S-SS04 Rethinking Probabilistic Seismic Hazard Analysis (22日)
 - S-SS24 地震予知・予測 (26日)
 - S-SS25 強震動・地震災害 (24日)
 - S-SS26 地殻構造 (22日)
 - S-SS27 地震発生の物理・断層のレオロジー (25・26日)
 - S-SS28 地震波伝播: 理論と応用 (23・24日)
 - S-SS29 地震動・地殻変動・火山データの即時把握・即時解析・即時予測 (22日)
 - S-SS30 地震活動 (25日)
 - S-SS31 活断層と古地震 (23・24日)
 - S-SS32 地殻変動 (23・24日)
 - S-SS33 都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト (23日)
- ◆固体地球電磁気学 (EM)
 - ★S-EM05 Full vector geomagnetic and paleomagnetic secular variation: direction, intensity and dynamo simulations (22日)
 - S-EM34 地磁気・古地磁気・岩石磁気 (24日)
 - S-EM35 電気伝導度・地殻活動電磁気学 (25日)
- ◆地球内部科学・地球惑星テクトニクス (IT)
 - ★S-IT06 Interaction and Coevolution of the Core and Mantle (23日)
 - ★S-IT07 Structure and dynamics of Earth and Planetary deep interiors (22日)
 - ★S-IT08 Structure and Dynamics of Suboceanic Mantle (24日)
 - ★S-IT09 Hard-Rock Drilling: Oceanic Lithosphere to Continental Crust Formation (23日)
 - ★S-IT10 Do plumes exist? (26日)
 - ★S-IT11 Geodynamic evolution of northeast Asia and western Pacific (24日)

- ★S-IT12 Tectonic processes on the incoming plate seaward of the trench: Inputs to subduction zones (23 日)
- ◆地質学 (GL)
 - S-GL36 プレート収束境界における堆積盆形成テクトニクスの新たな展望 (23 日)
 - S-GL37 地域地質と構造発達史 (22 日)
 - S-GL38 地球年代学・同位体地球科学 (24 日)
 - S-GL39 上総層群における下部-中部更新統境界 GSSP (24 日)
 - S-GL40 「泥火山」の新しい研究展開に向けて (24 日)
- ◆資源・鉱床・資源探査 (RD)
 - S-RD41 資源地質学 (25 日)
- ◆岩石学・鉱物学 (MP)
 - ★S-MP13 Oceanic and Continental Subduction Processes-I, from petrologic-geochemical perspective (23 日)
 - ★S-MP14 Supercontinents and Crustal Evolution (24 日)
 - ★S-MP15 Oceanic and Continental Subduction Processes-II, from structural-petrologic perspective (23 日)
 - S-MP42 鉱物の物理化学 (25 日)
 - S-MP43 変形岩・変成岩とテクトニクス (25 日)
 - S-MP44 メルト-延性-脆性岩体のダイナミクスとエネルギー・システム (25 日)
- ◆火山学 (VC)
 - S-VC45 火山の熱水系 (23 日)
 - S-VC46 火山防災の基礎と応用 (23 日)
 - S-VC47 活動的火山 (24-25 日)
 - S-VC48 火山・火成活動と長期予測 (22 日)
 - S-VC49 火山現象の即時理解: 地球物理・物質科学観測と物理モデルの統合 (24 日)
- ◆固体地球化学 (GC)
 - ★S-GC16 Volatile Cycles in the Deep Earth - from Subduction Zones to the Mantle and Core (25 日)
 - S-GC50 固体地球化学・惑星化学 (22 日)
- ◆計測技術・研究手法 (TT)
 - ★S-TT17 Recent Advances in Exploration Geophysics (RAEG2016) (24 日)
 - ★S-TT18 Stress geomechanics: observations, modelings and implications (22 日)
 - S-TT51 地震観測・処理システム (23 日)
 - S-TT52 空中からの地球計測とモニタリング (23 日)
 - S-TT53 地球科学へのルミネッセンス年代測定の貢献 (22 日)
 - S-TT54 合成開口レーダー (22 日)
 - S-TT55 ハイパフォーマンスコンピューティングが拓く固体地球科学の未来 (24 日)
- ◆固体地球科学複合領域・一般 (CG)
 - ★S-CG19 Hydrogen in the Earth's interior from the crust to the core (23 日)
 - ★S-CG20 Intermediate-depth and deep earthquakes (24 日)
 - ★S-CG21 Recent advances and future directions in slow earthquake science (22 日)

- S-CG56 岩石・鉱物・資源 (26 日)
- S-CG57 流体と沈み込み帯のダイナミクス (24 日)
- S-CG58 地球惑星科学におけるレオロジーと破壊・摩擦の物理 (22 日)
- S-CG59 海洋底地球科学 (25 日)
- S-CG60 地殻流体と地殻変動 (24 日)
- S-CG61 K-NET 運用開始から 20 年: 強震観測網のこれまでとこれから (23 日)
- S-CG62 巨大地震と火山活動: 火山活性化過程の基礎研究 (23 日)
- S-CG63 変動帯ダイナミクス (23・24 日)

地球生命科学 (B)

- ◆宇宙生物学・生命起源 (AO)
 - ★B-AO01 Astrobiology: Origins, Evolution, Distribution of Life (24 日)
- ◆地球生命科学・地圏生物圏相互作用 (BG)
 - ★B-BG02 Fate and transport of radionuclides in atmospheric, marine, aquatic, and pedospheric environments (24 日)
- ◆古生物学・古生態学 (PT)
 - ★B-PT03 Biomineralization and the Geochemistry of Proxies -Field ecology, Laboratory culture and Paleo (22 日)
 - B-PT05 地球史解説: 冥王代から現代まで (25 日)
 - B-PT06 顕生代生物多様性の変遷: 絶滅と多様化 (26 日)
 - B-PT07 地球生命史 (25 日)
 - B-PT08 化学合成生態系の進化をめぐる (26 日)
- ◆地球生命科学複合領域・一般 (CG)
 - ★B-CG04 Earth and Planetary Science Frontiers for Life and Global Environment (22 日)
 - B-CG09 生命-水-鉱物-大気相互作用 (23 日)

教育・アウトリーチ (G)

- ★G-01 Ocean Education in tomorrow classrooms (23 日)
- G-02 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」(22 日)
- G-03 地球惑星科学のアウトリーチ (22 日)
- G-04 小・中・高等学校の地球惑星科学教育 (22 日)
- G-05 大学での地球惑星科学教育 (22 日)

領域外・複数領域 (M)

- ◆ジョイント (IS)
 - ★M-IS01 Environmental, socio-economic and climatic changes in Northern Eurasia and their feedbacks to the Earth System (23 日)
 - ★M-IS02 IGGP for the future (24 日)
 - ★M-IS03 Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes (25 日)
 - M-IS06 生物地球化学 (22 日)
 - M-IS07 ジオパーク (25 日)

- M-IS08 地震・火山等の地殻活動に伴う地圏・大気圏・電離圏電磁現象 (25 日)
- M-IS09 ガスハイドレートと地球環境・資源科学 (23 日)
- M-IS10 地球流体力学: 地球惑星現象への分野横断的アプローチ (23 日)
- M-IS11 津波堆積物 (26 日)
- M-IS12 結晶成長, 溶解における界面・ナノ現象 (22 日)
- M-IS13 遠洋域の進化 (23 日)
- M-IS14 大気電気学 (23 日)
- M-IS15 南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動 (24 日)
- M-IS16 地球掘削科学 (26 日)
- M-IS17 古気候・古海洋変動 (23・24 日)
- M-IS18 海底マンガニウム鉱床の生成・環境・起源 (24 日)
- M-IS19 南北両極のサイエンスと大型研究 (24 日)
- M-IS26 火山噴煙・積乱雲のモデリングとリモートセンシング (26 日)
- M-IS33 地球惑星科学と微生物生態学の接点 (23 日)
- ◆地球科学一般・情報地球科学 (GI)
 - ★M-GI04 Open Research Data and Interoperable Science Infrastructures for Earth & Planetary Sciences (23 日)
 - M-GI20 山岳地域の自然環境変動 (24 日)
 - M-GI21 情報地球惑星科学と大量データ処理 (24 日)
 - M-GI22 計算科学による惑星形成・進化・環境変動研究の新展開 (24 日)
 - M-GI23 新キッチン地球科学, 頭脳活性化ツールとしての役割 (22 日)
- ◆応用地球科学 (AG)
 - M-AG24 福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態 (23 日)
- ◆宇宙開発・地球観測 (SD)
 - M-SD25 宇宙食と宇宙農業 (22 日)
- ◆計測技術・研究手法 (TT)
 - ★M-TT05 Cryoseismology - a new proxy for detecting surface environmental variations of the Earth - (26 日)
 - M-TT27 地球惑星科学データ解析の新展開: データ駆動型アプローチ (22 日)
 - M-TT28 地球化学の最前線: 未来の地球化学を展望して (22 日)
 - M-TT29 ソーシャルメディアと地球惑星科学 (22 日)
 - M-TT30 統合物理探査 (23 日)
 - M-TT31 インフラサウンド及び関連波動が繋ぐ多圏融合地球物理学の新描像 (26 日)
- ◆その他 (ZZ)
 - M-ZZ32 地球科学の科学史・科学哲学・科学技術社会論 (22 日)

NEWS

JpGU と AGU との連携強化に向けた協定書に署名

米国サンフランシスコでの米国地球物理学連合 (AGU) 2015 年秋季大会において、12 月 17 日、日本地球惑星科学連合 (JpGU) の津田敏隆会長、浜野洋三大会運営委員長、並びに、AGU の Margaret Leinen 会長と Christine McEntee 最高経営責任者の 4 名の署名による両ユニオン間の協定書が交わさ

れました。

JpGU は、すでに AGU, AOGS, EGU と協力関係を約束する覚書を交わしていますが、2014 年以来、AGU との具体的な連携を協議してきました。そして、JpGU2015 年大会では Geoscience Ahead と題したユニオンセッションにおいて 4 ユニオン代表がパネルディ

末廣 潔 (日本地球惑星科学連合事務局)

スカッションを行いました。来る JpGU2016 年大会 (5/22-26) では、AGU 会員と JpGU 会員とが共同で提案した約 50 のジョイントセッションが開催される予定です。そして、2017 年大会は JpGU-AGU ジョイント大会 (5/21-25) とすることに、今回正式に合意しました。つまり 2017 年大会は、AGU が

共催者となって、両ユニオンの会員が対等な立場で千葉の幕張メッセ会場で研究成果の発表や議論を行うこととなります。そのプログラムは、ジョイントのプログラム委員会で作り上げることとなります。AGU 本部は、AGU を構成する 23 のセクションとフォーカスグループ（ほぼ JpGU の 5 セクションと対応されます）を組織的に動かして、JpGU とともにこの大会を共催します。

最新の研究成果や研究構想の国境を越えた議論を活性化し、いっしょに地球惑星科学をより国際的・学際的に発展させる契機となることを願っています。また、学生や若手研究者に大きな刺激となることも望まれます。このような試みが、地球と人類の未来への貢献を少しでも促進することを期待します。



NEWS

JpGU 協力の下 AGU The Taira Prize 新設

日本地球惑星科学連合 前会長 木村 学 (東京大学)

日本地球惑星科学連合も公式に協力して、米国地球物理学連合 (AGU) に新しい賞が設けられた。The Asahiko Taira International Scientific Ocean Drilling Research Prize (略称 The Taira Prize) である。平 朝彦氏 (海洋研究開発機構理事長) はこれまで学会議会員を務め、学士院賞受賞、2015 年度には連合のフェローになるなど、地球科学とくに深海底掘削研究への貢献が著しいことにはつとに知られている。この賞は、2012 年度まで 25 カ国が参加して実施された国際統合深海底掘削計画 (IODP) が、2013 年度から International Ocean Discovery Program (新 IODP) へ

再編成継続されることを記念し、平氏と日本のこれまでの国際協力による深海底掘削への貢献を記念して設けられることとなったものである。対象は国籍を問わず、学位取得後 15 年以内の若手研究者で、深海底掘削を通じて科学への著しい貢献をしたものであり、毎年与えられることとなった。\$ 20,000 も授与される。第 1 回は、下北半島沖の深海底掘削などによって、深海底地下生命圏研究に著しい貢献をした稲垣史生氏 (海洋研究開発機構高知コア研究所)* に授与された。受賞者に対しては、日本地球惑星科学連合大会においても紹介祝賀することとなっている。



Photo by Gary Wagner Photos, courtesy of the American Geophysical Union.

* 本誌 p.8 のトピックス記事も参照のこと

NEWS

学会議だより

大型研究計画マスタープラン 2017 と電子ジャーナル

日本学会議 地球惑星科学委員会 委員長 大久保 修平 (東京大学)

大型研究計画マスタープラン 2017 の動向

日本学会議による「学術の大型研究計画に関するマスタープラン」(以後、マスタープランと言う) の改訂は、2016 年 2~3 月に公募開始の見込みである。2016 年 6 月ごろまでに、まず 200 程度の大型研究計画が決まる。さらにその中から数十程度の重点大型研究が 9 月ごろまでに固まり、2017 年

3 月ごろにマスタープラン 2017 として公表される見込みである。現時点のマスタープラン 2014 の重点計画 27 課題には何らかの配慮が予想されることから、これら以外で重点計画に選定される提案は、27 よりかなり少ないと見込まれる。

表 1 に、いくつかのキーワード(「小改訂」、「融合領域」、「重点大型研究」等)を軸にして、要点を Q & A の形でまとめた。マスター

プラン 2017 は小改訂と位置づけられているため、地球惑星科学を含めたどの分野にしても、新規に重点大型研究に採択される可能性はそれほど大きくはないので、過大な期待は禁物である。とはいえ、さらにその 3 年後の大改訂マスタープラン 2020 で重点大型研究としての採択を目指すのならば、学術目標を鮮明に打ち出し、研究実施体制を構築し、計画の熟成度を高めていく重要なプロセス

として、マスタープラン 2017 を活用すべきである。地球惑星科学委員会では、連合大会 2016 のユニオンセッション「大型研究計画—マスタープラン 2017 とその先を見据えて」の場で、公開の質疑応答を行い、その結果をマスタープラン 2017 に反映させる方針である。

電子ジャーナルをめぐる状況認識

学術雑誌の電子ジャーナル化により、私たちの研究上の利便性は大きく向上した。デジタル情報の特性を生かして、検索が容易に

なること、文献収集が従来より圧倒的に効率的にできること、動画などのコンテンツが充実することなどのメリットを、私たちは享受している。その一方で、学術誌出版社の寡占化が進み、また円安傾向や消費税上昇により、大手数社の包括契約価格は年平均 8% 程度の割合で高騰を続けている。この影響はボディーブローのようにじわじわと学術を侵食していくことが懸念されることから、地球惑星科学委員会は、地球惑星科学系の大学、大学共同利用機関研究所、及び研究開発法人を対象に、電子ジャーナル購読の現状と今後の見通しについてアンケート調査

を実施した。その結果の概要は表 2 にまとめたとおりである。表 2 からは、価格高騰に次第に耐えられなくなって、雑誌購読の大幅縮小化が進みつつある機関が全体の 20% 程度あることや、現在は持ちこたえているがまもなく縮小が懸念される機関も全体の 30% 程度あることなど、危機的な状況が読み取れる。このような教育・研究基盤の劣化は、学術面での国際的な競争力喪失や人材流出を引き起こすのは必至であり、地球惑星科学委員会としても、他の分野との情報交換を通じ、政府への働きかけ等を検討していく。

表 1 マスタープラン 2017 に関する Q&A

Key Word	Q	A
小改訂	マスタープラン 2017 における、「大型研究」の定義は?	2014 と同じ。5 - 10 年で総額数十～百億円以上が目安。大型施設と大規模研究の 2 カテゴリー。
	マスタープラン 2014 に採択された課題も、再提案が必要か?	再提案しなければ、マスタープランからは外される。年次計画の更新程度の小改訂でも可。
	2014 不採択課題や新規提案の受付は?	両者とも受け付ける。
	学術会議での審査のポイントは?	2014 と同様。学術価値、コミュニティの合意、計画の主体・妥当性、社会的価値、大型としての適否。
融合領域	地球惑星科学以外の分野との密接な共同研究が必須となるような課題提案の扱い	2014 では主分野・副分野の 2 つの審査分科会で審査されたが、2017 では融合課題を扱う 1 つの分科会で審査の見込み。「融合」は、地球惑星科学内の連携ではなく、環境・物理・化学・生命・工学・農学等の他の学術分野との密接な連携をイメージ。
重点大型研究	マスタープラン 2014 の重点課題は自動的に 2017 でも重点課題となるか?	再提案は必要。但し、大型研究の期間が十年程度とされているので、大幅な入れ替えは想定されていない。
	重点大型研究の採択数は?	2014 での採択数 27 にプラスアルファ程度と見込まれる。2014 で重点になっていない課題で、2017 で重点に選定されるものは、それほど多くないと想定される。融合領域は新たなカテゴリリーなので、多少有利かもしれない。
予算	文科省の予算付けとの関係は?	これまで文科省学術機関課は、学術会議の「重点大型研究」から 10 程度の課題を「ロードマップ」として選定してきた。学術的に優れていることに加えて、実現可能なまでに計画が練り上げられているかという点が、ロードマップとして重視される。ロードマップ採択課題の中から、優先順位を付して、文科省の予算付けがされてきた。
	文科省以外の省庁の予算との関係は?	マスタープランの参照を働きかけていく
地球惑星科学委員会	再提案・新規提案には、委員会のこれまでのヒアリング (2014.12, 2015.12) が必須か?	ヒアリングを受けていない課題でも、提案可能。
	2016 年連合大会ユニオンセッション「大型研究計画」との関係	課題提案予定者に講演依頼。聴講者からのコメントを集約し、マスタープラン 2017 選定の参考に供する。

表 2 電子ジャーナルに関する緊急アンケート調査結果の概要

調査対象と調査時期	国公立大学・大学共同利用機関研究所の地球惑星系学科・専攻・コース等 (34 法人の 36 学科・専攻・コース・研究所)、及び研究開発法人 (4 法人) を対象に、2015 年 9 月に地球惑星科学委員会として実施。
回答数と回収率	38 法人中、37 法人から回答。回収率は 97.4%。

	主な項目	該当数	内訳 (端数は同一大学複数学科からの回答の案分)
重要雑誌の閲覧可能性	重要な学術雑誌の閲覧は問題なく可能である。	11.5	国立大学 8.5, 公私立大学 1, 研究開発法人 2
	重要な学術雑誌の閲覧は、一部を除けば、概ね可能である。	13.5	国立大学 11.5, 大学共同利用機関 1, 研究開発法人 1
	重要な学術雑誌の閲覧ができない、または、できないものが多い。	12	国立大学 9, 公私立大学 2, 研究開発法人 1
	AGU 系ジャーナルが読めない。	11	国立大学 10, 公私立大学 1
パッケージ契約状況	大手三社と最近数年間は契約を続けているか、2016 に契約開始する。	26	国立大学 24, 公私立大学 1, 研究開発法人 1
	大手三社と最近数年間は契約を続けているが、今後の見直し予定がある、もしくはパッケージ契約破綻の懸念がある。	7 (26 の内数)	国立 6 大学, 公私立 1 大学
	大手三社と最近数年間は契約を続けているが、現在、パッケージ契約の見直しを進めている。	3 (26 の内数)	国立 3 大学
	大手三社の内、A 社とのパッケージ契約を、過去 1-2 年の内に解除した。	4	国立 3 大学 (うち 2 大学は個別契約へ移行)、公私立 1 大学
	大手三社の内 B, C 2 社とのパッケージ契約を、過去 1-2 年の内に解除。	1	国立 1 大学
	最近数年間は大手三社のうち 2 社のみとの契約を続けている。	4	公私立 1 大学, 大学共同利用機関 1, 研究開発法人 2
地球惑星系部局として感じる問題点	最近数年間は大手三社のうち、1 社のみとの契約を続けている。	1	研究開発法人 1
	大手三社のいずれともパッケージ契約は、過去数年以上していない。	2	国立 1 大学, 公私立 1 大学
	地球惑星系の雑誌は全学的な比較をすると、閲覧数の少ないものが多いため、打ち切られやすい傾向がある。	5	国立 5 大学 (うち 2 大学は個別契約へ移行)。
一般的な問題点	個別契約も価格高騰により、部局単位での購入タイトル数が減少。	6	国立 6 大学
	パッケージ契約も個別契約も価格高騰により、部局負担が急増している。	2	国立 2 大学
対応策の提案	バックナンバー閲覧に対する危惧がある	2	国立 2 大学
	教育・研究基盤の劣化による、競争力喪失 (人材流出) への懸念	2	国立 2 大学
対応策の提案	Preprint Server (素粒子物理の arXiv 等) の提案	1	国立 1 大学
	国家レベルでの契約、機関の枠を超えた購読共同体等の要望	5	国立 5 大学, 公立 1 大学
	出版社との交渉力強化	1	国立 1 大学, 大学共同利用機関 1

海底下の生命圏フロンティアと生命生息限界に挑む

海洋研究開発機構 高知コア研究所 稲垣 史生

半世紀を超える海洋掘削科学の歴史において、過去の地球環境変動の解明やプレートテクトニクスの実証に匹敵する大きな成果として「海底下生命圏」の発見が挙げられる。地表の生命圏に比べて水・エネルギー供給が極めて限られた暗黒の生息空間ではあるが、そこには膨大な数の未知微生物が生息し、地質学的時間スケールで地球規模の元素循環に重要な役割を果たしている。海底下における生命圏と非生命圏の境界や地圏と生命圏との相互作用を探ることにより、生命の環境適応や進化プロセス、惑星内部における生命生息可能条件やその時空間的拡がりといった、新しい地球生命システムの描像が見えてきた。

海 底下生命圏の規模と実態

現在、海底堆積物環境には地球全体で約 10^{30} 個の微生物細胞が生息していると推定されている。宇宙における恒星の数 ($10^{22} \sim 10^{24}$) を数桁上回る天文学的な数である。海底堆積物に生息する大部分の微生物は、直径が 500 ナノメートル程度の小さな単細胞の球菌であり、地球生命の三大ドメイン（生物界）であるバクテリア（真正細菌）、アーキア（古細菌）、ユーカリア（真核生物）の全ての存在が確認されている。ただしその全体のバイオマスは、炭素量に換算すると約 4 ペタグラムと試算されており、地球の全生命体炭素量の約 1% を占めるにすぎない。

世界各地の海底堆積物に含まれる全有機物量と微生物バイオマスとの間には一般的に

正の相関が認められる (Lipp *et al.*, 2008)。外洋を含む海底下生命圏の大部分は、表層海水の基礎生産によって供給される有機物に依存した「従属栄養型の微生物生態系」が主体であると考えられている。外洋の超低栄養環境においては、一つの細胞が一日あたり平均数十個の電子しか利用しないような、地球上最も低活性な生命活動（超スロライフ）が存在する (D'Hondt *et al.*, 2015)。それらの小さな微生物の代謝活動が、膨大な数と地質学的な時間をかけて、地球規模の元素循環に重要な役割を果たしている。

一方、その個々の微生物の生理・代謝機能やゲノム進化、生態系が地球環境に果たしてきた役割などについては、未解明の部分が多い。これまでの海底下生命圏の研究は、

成層した堆積物環境が中心であったが、沈み込み帯などの動的な地質環境や堆積物下部に広がる岩石圏と生命圏との相互作用は不明であり、地球に残された最後の生命圏フロンティアであると言っても過言ではない。

下 北八戸沖石炭層生命圏探査

大陸沿岸域の嫌気的な海底堆積物環境に、どのくらい深くまで生命は存在しているのか？ 2012 年、青森県八戸沖約 80 km の地点（水深 1,180 m）において、地球深部探査船「ちきゅう」のライザー掘削による統合国際深海掘削計画 (IODP) 第 337 次研究航海「下北八戸沖石炭層生命圏掘削調査」が実施された。同プロジェクトは、科学海洋掘削における世界最高掘削深度記録を更新し、海底下 2,466 m までのサンプル採取と詳細な孔内検層データの取得に成功した (図 1)。掘削により採取されたサンプルの堆積学・古環境学的な船上分析の結果、海底下 1.2 km より深い地層は、約 2,000 万年前に湿原や干潟のような有機物に富む環境で形成された浅海～湖沼性の堆積物であり、未熟成の褐炭を含む泥岩やシルト岩が主体であることが示された。掘削孔の最深部の



図 1 下北八戸沖石炭層生命圏探査を行う地球深部探査船「ちきゅう」(写真左)。海底下深部から採取された堆積物サンプルには、石炭（黒色部分）や炭酸鉄（黄色部分）などが含まれ、過去 2000 万年の大陸沿岸の堆積環境が記録されていた (写真右上：右から左に向けて深度が増す。スケールは 1 cm)。船上で X 線 CT スキャンによって選別された高品質な部位から、2000 を超える生命科学分析用のサンプルが採取された (写真右下)。(写真提供：JAMSTEC, 稲垣史生)

温度は約 60℃であり、自然界における微生物が十分に生息可能な温度・エネルギー条件であると予想されたが、その実態は生命にとって限界に近い過酷なものであった。

海 底下の森と太古の微生物生態系の発見

「ちきゅう」の掘削調査航海から約 3 年間、世界各地の研究者が参画したプロジェクトチームは、微生物学・分子生物学・地球化学・堆積学・物理特性・古環境学などの分析研究を行ってきた。その結果、以下に要約する 4 つの発見があった (Inagaki *et al.*, 2015)。(1) 海底下約 1.2 km より深い地層では、微生物細胞の密度が急激に減少する傾向が認められ、同海域における海底下生命圏の深度限界に達したと推察される。イメージ分析による高精度な細胞計数手法により、同環境に堆積物 1 cm³ あたり 100 個以下の微生物細胞しか生息していないことが示された。(2) 海底下 2 km 付近の石炭層には周辺堆積物の約 100 倍の密度の微生物細胞が生息し、その代謝活動が石炭の熟成プロセスやメタン生成に寄与していることが証明された。ライザー掘削の泥水に含まれる天然ガス (マッドガス) の化学組成や炭素・水素同位体組成、CO₂ の炭素同位体組成、メタンのクランプト同位体 (¹³CH₃D: 安定同位体炭素と水素を一つずつ持つメタン分子) 組成によるメタン生成温度指標分析や、メタン菌の補酵素 F430 (メタン生成代謝経路に必須な酵素に含まれるポルフィリン骨格の補酵素分子) の分析結果などから、現場地層で CO₂ 還元型のメタン生成が起きていることが示された。(3) 本研究では、DNA の塩基配列を次世代シーケンサーにより網羅的に解読し、統計学的に高い確度で現場由来と判断される固有の微生物種を抽出することに成功した。その結果によると、海底下 1.5 km 付近より深部の地層に生息する微生物

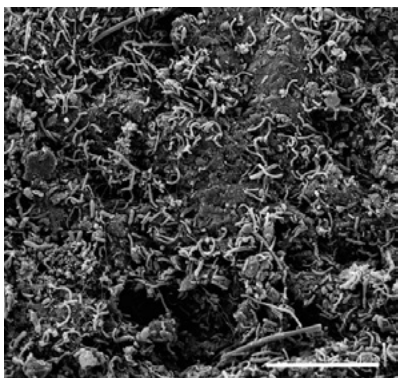


図 2 海底下約 2 km の石炭層から培養された世界最深部の海底下微生物群集の走査型電子顕微鏡写真。スケールは 10 μm。(写真提供: JAMSTEC, 井町寛之)

群集は、浅部堆積物に生息するような海洋性の微生物ではなく、2,000 万年前に形成された陸域の森林土壌の生態系に由来すると思われる陸生の微生物が優占していた。さらに、(4) 海底下 2 km 付近の石炭層から、メタン生成を行う世界最深部の海底下微生物群集の培養に成功し、実験室内で「海底下の森」の生態系機能が再現された。水質処理工学の分野で用いられるバイオリアクターを適用し、嫌気条件下で現場温度に近い 40℃ で稼働させたところ、約 1 ヶ月で微生物の増殖とメタン生成が認められた (図 2)。本培養液に ¹³C で標識された CO₂ を添加し、微生物細胞の元素・同位体組成を超高空間分解能二次イオン質量分析器 (NanoSIMS 50L) により分析したところ、¹³CO₂ を炭素源として増殖するメタン菌 (メタノバクテリウム属) や独立栄養微生物の存在が確認された。

生 命圏の限界を規定する要因は何か?

なぜ海底下約 2 km で海底下生命圏の限界域に達したのか? 下北八戸沖の生命圏の限界を規定する環境要因の一つとして、「水」の供給が限られていたことが考えられ

る (図 3)。一般的に、地下圏は深度が増すにつれて温度が上昇する傾向がある。また、細胞を構成する生体高分子は、DNA の脱プリン化やアミノ酸のラセミ化など、50℃前後から急激な損傷が生じることが知られている。すなわち、高温の深部地層に生息する微生物が生命機能を維持して存続していくためには、酵素を用いて損傷部位を修復し新しい生合成を行う必要がある。八戸沖の深部地層では、生命生息のための間隙やエネルギー基質があっても、酵素を働かして全体のバイオマスを維持するための「水」の供給が極めて限られた環境であった。この仮説が正しければ、「水の惑星」と呼ばれる地球の海底下生命圏の空間規模は、実は「水」によって規定されることになる。また、ある環境に複数の生命生息可能条件がそろっていても、必ずしもそこに生命が存続できるとは限らないことを示している。

海 洋掘削科学が切り拓く海底下の生命進化

生命圏の限界に近い環境に生息する微小な規模の微生物群集が、有機物を分解して最終的にメタンを生産する従属栄養型の生態系機能を完全に保持していたことは、生態

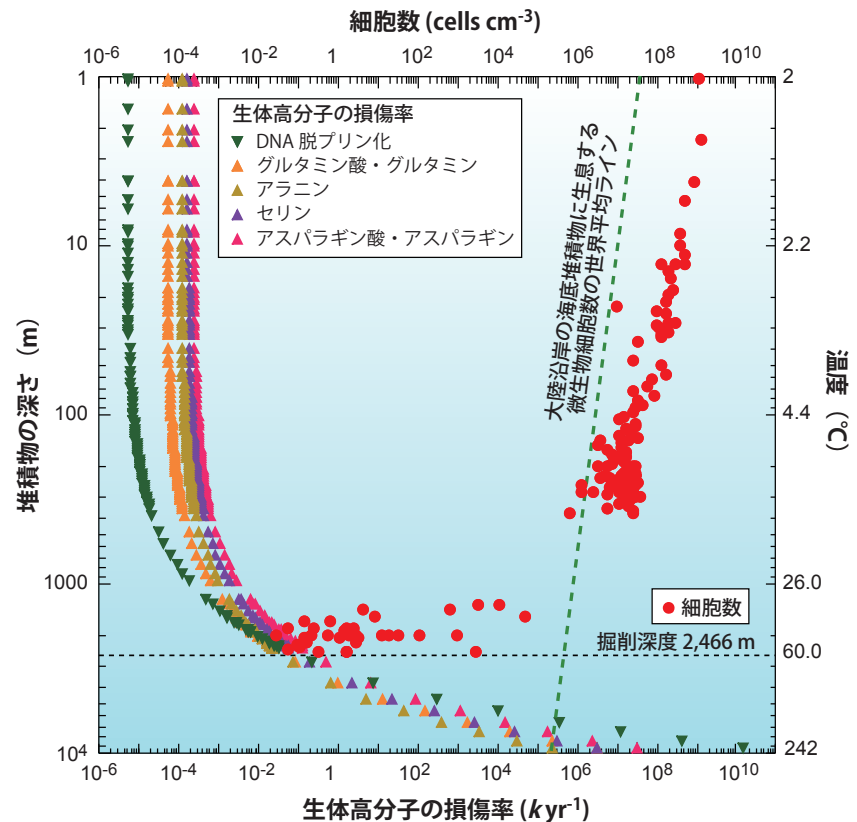


図 3 下北八戸沖石炭層生命圏探査プロジェクトで採取された堆積物中の微生物細胞数と現場の地層温度から熱力学的に算出される生体高分子の損傷率との関係を示す深度プロファイル。海底下深部において細胞数が急激に低下し、生命圏の限界域に達したことが推察される。(Inagaki *et al.*, 2015 を改変)

学的にも進化的にも興味深い。およそ2,000万年前、森林土壌の微生物生態系は、有機物分解を担う極めて多くの微生物種が存在していたはずである。それが日本海の拡大に伴って海底下に埋没し、深度が増すにつれてバイオマス全体が縮小する一方で、どのように生態系のネットワークを絶やさず「海底下の森」の機能が維持されてきたのか？ 進化を駆動するエネルギーの供給や環境変動に乏しい海底下では、ダーウィンの進化論に代表される地球表層の生命圏の進化プロセスとは異なる原理・法則が存在する可能性がある。海底下に生息する多くの微生物は、埋没の過程で低栄養供給の環境に適応したミュータント（突然変異体）であるとする説もある。

海洋掘削科学の学術的な強みは、掘削されたサンプルに「時間軸」が入っていることであり、それは生命進化を紐解く上で極めて重要なファクターである。海底下に存在する過去の生命と現世の生命との間に生じる時間差は、地質形成時からの世代交代時間を積算したものと捉えることができる。仮に、その間に起きた地球環境の変遷や突発的な

地質変動に対する生命・生態系のレスポンスが、海底下微生物の遺伝学的多様性や獲得形質としてゲノムに記録されるとすれば、それは未来における地球と生命の進化を暗示する手がかりとなるだろう。今後の海洋掘削科学は、高次空間観測網やコアサンプルの科学分析による四次元的なデータプロファイリングが基軸になっていくと思われる。過去から未来に向けた時間軸に沿って複数のデータを一元化する過程において、地圏と生命圏とのリンケージや新しい原理・法則が見出され、過去から現在、そして未来につながる地球生命システムの描像がより鮮明に見えてくるだろう。

—参考文献—

Lipp, J. S. *et al.* (2008) *Nature*, **454**, 991-994.

D'Hondt, S. *et al.* (2015) *Nature Geoscience*, **8**, 299-304.

Inagaki, F. *et al.* (2015) *Science*, **349**, 420-424.

■一般向けの関連書籍

稲垣史生、深海と地球の事典編集委員会編 (2014) *海底下生命圏、地球と深海の辞典*、丸善出版。



著者紹介 稲垣 史生 *Fumio Inagaki*

国立研究開発法人海洋研究開発機構 高知コア研究所 所長代理・上席研究員 (兼務) 同機構海底資源研究開発センター グループリーダー

専門分野：地球微生物学、生物地球化学、地球生命工学、海洋掘削科学。最近、海洋掘削科学による海底下生命圏の探求と共に、地球生態系機能に立脚した地球環境の維持・修復やエネルギー問題に対応する研究開発に挑む。

略歴：九州大学大学院農学研究院遺伝子資源工学専攻博士過程修了、博士（農学）、海洋研究開発機構極限環境生物圏研究センター、ドイツ・マックスプランク海洋微生物学研究所客員研究員などを経て現職。

なぜ地球ではプレートテクトニクスが起こっているのか？

イェール大学 地球科学科 是永 淳

地球システムのほとんどすべての要素に影響を及ぼしているプレートテクトニクスは、よく理解されているようで、実は肝心なことはほとんど何もわかっていないという、大変不思議な現象である。なぜ地球ではプレートテクトニクスが起こっているのか、昔はどのような様子だったのか、そもそも地球史のいつからプレートテクトニクスは始まったのか、という根本的な問題が未だに解決されていない。しかし、こうした問題はここ10年ほどの間に数多くの研究者の関心を集めることになり、今では地球科学の最重要課題の一つとして認識されるようになった。ここでは、これまでの研究の流れを紹介し、今後の展望について述べてみたい。

プレートテクトニクスの「歴史」

確か学部生の時だと思うのだが、浜野洋三先生の講義で、何についてでもいいからレポートを書いて出せという課題があった。そこで、ふと「昔のプレートテクトニクスはどのような具合だったのだろうか」と思いついて、学科の図書室で文献を調べようとしたのだが、それらしい本や論文が見つからず断念した記憶がある。これは1991年頃の話で、当時はそういうことを研究している人がほとんどいなかった。なので、今のように Google Scholar 等で簡単に論文検索が

出来ていたとしても、あまりよくわからなかったのではないと思う。

多くの方が知っているように、1960年代から1970年代にかけて作られた「プレートテクトニクス」という概念は地球科学に革命をもたらした。20世紀初頭にドイツのウエグナーが提唱した「大陸移動説」の現代版のようなものである。地球の表面は十数枚のプレートに分かれており、海の真ん中にある中央海嶺というところでは新しいプレートが作られ、大陸の近くで水深が急に深くなっている海溝というところでは古くなったプレート

が地球深部に沈み込んでいる。このようなプレートの運動のことをプレートテクトニクスと呼び、後述するように、ありとあらゆる地球上の現象に影響を及ぼしていることが明らかになっている。

さて、1970年代に完成したプレートテクトニクスは、「今の地球の表面がどのように動いているか」を解明したが、大昔のプレートテクトニクスがどうだったのかについては何も答えてくれなかった。過去のプレート運動の痕跡がもっとも明瞭に残っているのが海洋底で、2億年より古い海洋底はすでに沈み込んでしまっている。それより過去に遡ろうとすると、頼りになる観測事実が大陸の古地磁気データと化石の分布くらいしかなく、6億年より昔になると、利用できる化石のデータも乏しくなる。研究しようにもデータがほとんどないので、大昔のプレートテクトニクスはどうだったのか、そもそもプレートテクトニクス自体起こっていたのだろうか、というような問題は、まともな研究テーマとして成

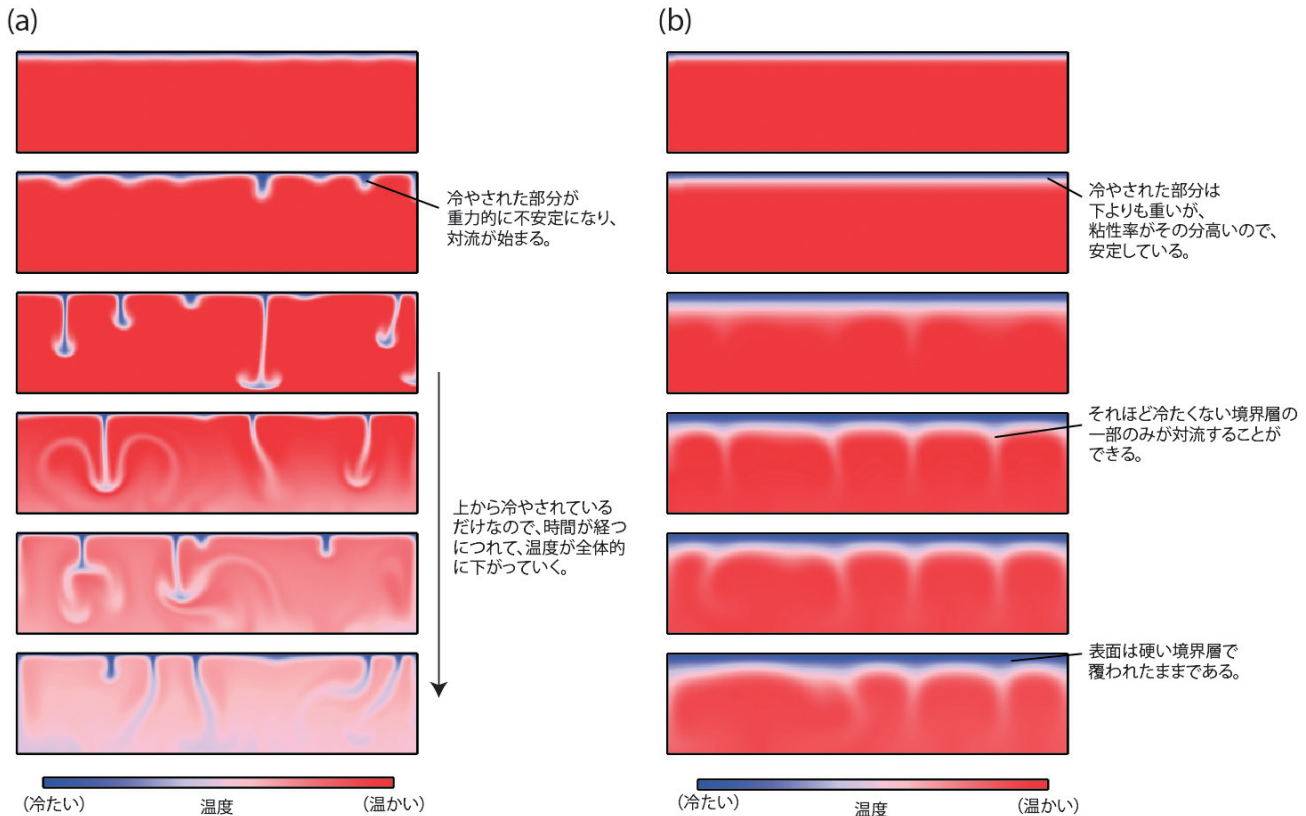


図1 (a) 温かい流体を上から冷やして対流を起こした例。マンテル対流は基本的に温かいマンテルが上から冷やされて起こる現象である。上からの冷却だけでも対流が起こりうることを示すため、ここでは内部熱源も下からの加熱も考えていない。(b) 温度依存性の粘性率を仮定して、(a)と同様の対流計算を行った例。冷たい境界層はほとんど動かず、プレートテクトニクスにはほど遠い「硬殻対流」となる。

立しにくかったのである。

い まだに謎だらけ

しかし、全くの手つかずというわけでもなかった。データはなくても理論的な推測くらいはできる。地表でプレートテクトニクスとして観測されているものは、実はマンテル内で起こっている対流運動の現れに他ならない。そこで対流の理論を使うと、昔の地球は今よりは熱かった、熱いとより激しい対流が起こる、だから昔のプレート運動は今よりも活発だった、ということになる。こういう理論的考察から、たとえば、20億年前のプレートは今よりも数倍以上速く動いていただろう、というようなことが、1980年代の時点ですでに示唆されていた。

1990年代に入ると、数値計算によるマンテル対流の計算が盛んになり、同時に、プレートテクトニクスは非常に奇妙なマンテル対流であることも明らかになった。プレートテクトニクス理論の基本は、各々のプレートがほとんど「剛体」として振る舞うことにあり、プレートが変形するのはプレート境界の近傍のみである。プレートが頑丈なものであることは、岩石の強度の温度依存性から簡単に理解できる。高温では柔らかくなって、

液体のように流れることのできる岩石も、地表付近の低温下ではガチガチに硬くなる。だからプレートは剛体として振る舞うのだ。では、なぜ、そのように硬いプレートが海溝で折れ曲がってマンテルに沈みこむことができるのだろうか？

実際、岩石強度の温度依存性を考慮した対流計算では、プレートテクトニクスは起こらない(図1)。地表付近では岩石は硬すぎて変形できず一枚の殻となり、その下の十分に熱いところでのみ流動する。このような対流を「硬殻対流」(stagnant lid convection)と呼び、金星や火星でのマンテルでは、このタイプの対流が起こっていると考えられている。太陽系の地球型惑星の中で、プレートテクトニクスが起こっている

惑星は実は地球だけである (Schubert *et al.*, 2001)。岩石の強度を考えると、硬殻対流がもっとも自然な対流様式なのだが、地球ではなぜかその当然なことが起こっていないのである。プレートテクトニクスが起きるには、なんらかの理由で表面のプレートが部分的に非常に弱くなる必要があり、なぜそう

Earth, Planets and Space

Open Access Journal

Earth, Planets and Space (EPS誌)は1998年創刊の地球惑星科学分野の総合学術誌です。地球電磁気学・超高層大気物理学・宇宙科学・地震学・火山学・測地学・惑星科学分野の論文を扱っています。新領域・境界領域及び機器開発などの論文投稿も歓迎します。



論文投稿、特集号の提案につきましては以下詳細をご覧ください。
<http://www.earth-planets-space.org/>

創刊からの全論文が無料で閲覧できます。
<http://www.earth-planets-space.com>

なるかについて仮説はいくつか出されているが、現段階では検証がまだ難しい。

2000年代に入ると「昔のプレート運動は速かった」という既成概念がいろいろと問題を起こすこともわかってきた。地球内部にはウランやトリウムなどの放射壊変元素が微量ながら存在しており、それらによる発熱のおかげで地球が冷えにくくなっている。しかし、昔ほどマントル対流が盛んだったとすると、地球は大量の熱を宇宙空間に放出していたことになり、今よりずっと冷たい地球になってしまうのだ。また、大陸に残された痕跡を見る限りでは、過去に高速のプレート運動が起こっていたという証拠もなかなかでてこない。実は、岩石学と流体力学を組み合わせ、マントル対流について解くと、「マントルが熱いほど、プレート運動が遅くなる」という、意外な関係が出てくるのだが、最近で

は、それを支持する証拠も出てきている (Korenaga, 2013)。プレートテクトニクスは起こるのも不思議だが、その振る舞いも不思議というわけだ。

生命環境とのつながり

プレートテクトニクスとして地表に現れているマントル対流は地球の表層環境にいろんな面で影響を及ぼしている (図2)。昔のプレート運動は今より速かったのか、それとも遅かったのか、プレートテクトニクスはいつから始まったのか、という問題は、地球の歴史で生命環境がどのような変遷をたどったかを考える際にとっても大切になってくる。

プレートテクトニクスと硬殻対流の一番の違いは、前者では地表の物質が惑星内部に沈みこめることである。硬殻対流では惑星

内部のものが火山活動などによって、惑星表層に放出されることはあるが、その逆は起こらない。地球の表面温度を温暖に保っている炭素循環も、プレートテクトニクスなしではありえないのだ。大気中の二酸化炭素による温室効果がないと、地表温度は氷点下になってしまうのだが、二酸化炭素の量が多すぎると、今度は暑すぎて困ってしまう。地球ではプレートテクトニクスに伴う火山活動によって、地球内部から炭素が大気に供給されている。そして、大気中の二酸化炭素が地表の岩石と反応し、海底の堆積物となり、プレートの沈み込みとともに、マントルに戻っていつている。このように、地球大気の組成はプレートテクトニクスによって常に動的に調整されているのだ。

さて、プレート運動の速さは何に影響を及ぼすだろうか？ 仮にプレート運動が今より速くなったとしよう。まず、中央海嶺や日本のような島弧での火山活動がより活発になるだろう。しかし、もっと困るのは、プレート運動が今より速くなると、海底がまだ若いうちに沈みこむようになり、海底の平均年齢が若くなることである。そうすると海底が全体的に浅くなるため、海底が保持できる水の量が今より少なくなってしまう。余った海水は陸地に逃げ場を求めることしかできず、つまり、現在陸地のところが水面下になってしまうのだ。このようなプレート運動の変動による大洪水は、地球の歴史を通して何度も起こってきたことがわかっている (Hallam, 1984)。

今後の課題

現在の地球ではプレートテクトニクスが起こっているのだから、それが当たり前のように思う人も多いだろうし、なぜ起こっているのか、という問題意識を持つのも難しいかもしれない。しかし近年、数多くの系外惑星が発見されるようになり、「生命が住める惑星の条件」という、ひと昔前ならSF扱いされていたような問題を多くの科学者が真面目に議論するようになった。それに伴い、プレートテクトニクスの発生条件を理解することがいかに大切かということも浮き彫りになってきた。太陽系の惑星の中で、生命が存在するのは地球だけで、生命環境の維持にプレートテクトニクスが大きく関わってきたことがわかっている。どうすれば地球のような惑星になるのかを理解するには、どういう条件ならプレートテクトニクスが起こるのかを解明しなくてはならない。今の地球惑星科学には、このような問題にきちんと答えることのできる理論がまだ存在していない。そして、そのような理論ができない限り、生命が住める惑星には何が必要なのかはわからないのである。

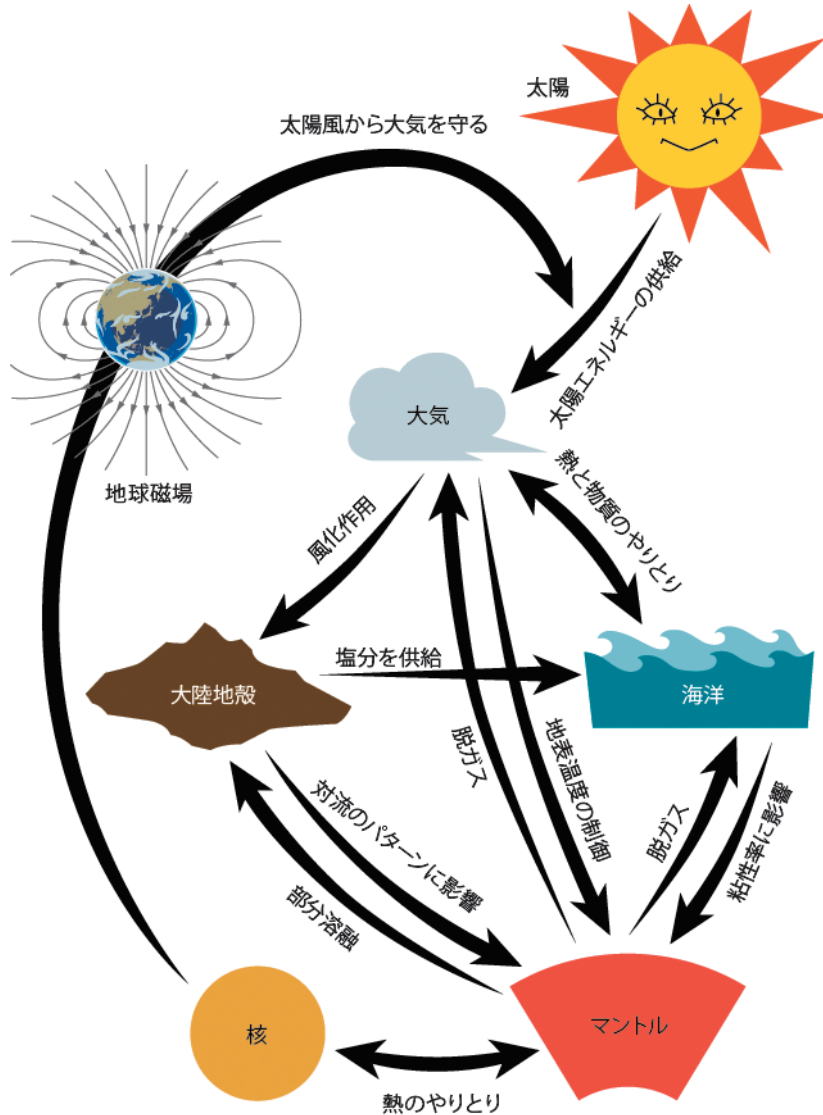


図2 地球システムの主要要素間の関係。じつはほとんどの関係が定量的には理解されていない。(「絵でわかるプレートテクトニクス」より)

幸いにして、最近ではこのような難問に取り組む研究者が増えてきた。興味をもつ人間の数が増え、プレートテクトニクスの物理に様々な観点からアプローチできるのは素晴らしい。筆者個人が特に大切だと考えているのは、現在の海洋性プレートの進化を丹念に追求し、プレートの大局的な物性を理解することである。プレートテクトニクスの真髄は硬いはずのプレートが折れ曲がって沈みこむことにあるのだから、それを解く鍵は海洋性プレートに隠されているのではないだろうか。しかし、マントル対流は地球システムのすべての要素と関わりを持っているので(図2)、思いもかけないところから大発見がなされる可能性も十分にある。今後の発展に大いに期待したいところである。

—参考文献—

Schubert, G et al. (2001) *Mantle Convection in the Earth and Planets*, Cambridge University Press.

Korenaga, J. (2013) *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, **41**, 117-151.

Hallam, A. (1984) *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, **12**, 205-243.

■一般向けの関連書籍

是永 淳 (2014) *絵でわかるプレートテクトニクス*, 講談社.



著者紹介 是永 淳 Jun Korenaga

イェール大学 地球科学科 教授

専門分野：地球ダイナミクス、生命の起源と進化を支える惑星環境の観点から、主に地球型惑星の進化について様々な研究をしている。

略歴：東京大学理学部地球物理学科卒業。同大学院修士課程修了後に渡米し、MITにて博士号を取得。カルフォルニア大学バークレー校 Miller Fellow を経て、イェール大学に赴任。2009年から現職。

TOPICS 自然地理学

陸が変われば海も変わる：サンゴ礁の汚染問題

国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター 山野 博哉

日本では沖縄の赤土流出問題に代表されるように、陸域由来の汚染はサンゴ礁の衰退をもたらす主要なストレスである。サンゴ年輪解析、リモートセンシング、メタ解析などを用いて時空間的な土地利用とサンゴ礁の変化を解析することにより、陸域の開発にともなう負荷の増大とサンゴ礁の衰退に関する証拠を現地において得ることができつつある。こうした知見をもとに、社会的な検討をおこなって、陸域からの汚染への対策を推進する必要がある。

サンゴ礁が受けているストレス

サンゴ礁は、さまざまなストレスにさらされ、急速に衰退している。最もよく知られているものは、水温上昇によるサンゴの白化現象であろう。白化現象とは、高水温ストレスによってサンゴに共生している褐虫藻が抜け出したり、色素を失ったりしてしまうことで、その状態が長く続くと、サンゴは褐虫藻から栄養を受け取れなくなって死んでしまう。1998年の夏に、エルニーニョ現象によって全世界的に水温が上昇し、大規模なサンゴの白化現象が起こった。その後も各地で白化現象は頻発し、地球温暖化との関連が盛んに議論されるようになった。さらには、二酸化炭素が海水に溶け込んで起こる海洋酸性化も新たな脅威として認識され、このままのペースで二酸化炭素の排出が続くと、地球温暖化と海洋酸性化により、将来、サンゴが棲息できなくなってしまうという悲観的な予測がなされるようになった。

サンゴは骨格を形成して三次元的な構造を作って多様な環境を創出するとともに、共

生する褐虫藻が光合成を行うことによって一次生産をおこなう。そのため、サンゴ礁は地球表面のわずか0.1%を占めるのみであるが、そこには約9万種の生物が息している。サンゴが棲息できなくなるとことは生物多様性が大きく失われてしまう可能性を意味している。

こうしたことから、2010年に名古屋でおこなわれた生物多様性条約の第10回締約国会議(CBD COP10)で合意された愛知ターゲットでは、サンゴ礁は脆弱な生態系であると名指しされるようになってしまった。目標10には「2015年までに、気候変動または海洋酸性化により影響を受けるサンゴ礁その他の脆弱な生態系について、その生態系を悪化させる複合的な人為的圧力を最小化し、その健全性と機能を維持する」と記されている。この文章の通り、この目標は気候変動の緩和を目標としているのではなく、人為的圧力の低減を目標としている。その背景には、グローバルな気候変動以外のローカルな人為的圧力、たとえば陸域からの汚染や

過剰な漁業活動の問題は依然大きく、気候変動と複合的に作用していることと、気候変動自体をすぐに止めるのは不可能であり、即効性のある現実的な対策はローカルな人為的圧力を低減させることであることが挙げられるだろう。

世界のサンゴ礁の状況は世界資源研究所(World Resources Institute)が出版した“Reefs at Risk”にまとめられており、ローカルな要因とグローバルな要因を考慮すると世界の約75%のサンゴ礁が危機にあるとされている。そのうち、ローカルな要因だけを考慮しても実に60%のサンゴ礁が危機にあるとされている。水温上昇によるサンゴの白化現象が注目を集めているが、実はローカルな要因も非常に重要であることがわかる。ローカルな要因としては、過剰あるいは破壊的な漁業、埋め立てなどの沿岸開発、海域の汚染や漁業用アンカーによる破壊に加えて、陸域からの汚染が挙げられており、海での人間活動だけでなく、陸での人間活動もサンゴ礁の衰退を引き起こしている。

赤土流出問題

陸での人間活動とサンゴ礁の衰退は、日本でも古くから続いている問題である。沖縄では、1972年の日本復帰以降、土地開発により陸域から土砂(赤い色をしているので赤土と呼ばれる)が大量に流れ出

し、川やサンゴ礁の生物に大きな被害を与えた(図1)。この状況を受け、沖縄県は1995年10月に「沖縄県赤土等流出防止条例」を施行し、工事現場からの赤土流出は規制されるようになったが、農地からの赤土流出に関しては依然、問題が続いている。サトウキビ畑においては、冬から春にかけて収穫をおこなった後、裸地となった畑に、梅雨と台風時に雨が降ることによって赤土が流出する。赤土を沈殿させる沈砂池の設置など土木的対策は多くとられているものの、発生源である農地の対策はまだまだ不十分なのが現状である。

陸域の開発にともなう負荷の増大とサンゴ礁の衰退に関する現地での証拠は、過去へと時間的にさかのぼること、空間的に多点を比較することによって得ることができる。ハマサンゴなど塊状のサンゴは年輪を形成し、骨格中に含まれるバリウムやマンガンなどの重金属から陸域由来の土砂流出量を、窒素同位体比から栄養塩の起源を、月程度の時間分解能で連続的に推定することが可能である。オーストラリアでは、200年以上生きていたハマサンゴの骨格のバリウムの分析によって、1870年以降のヨーロッパ人の入植と土地改変により、土砂流入量が5倍から10倍になったことが示されている(McCulloch et al., 2003)。一方、リモートセンシングを用いて過去数十年の変化を把握することができる。日本では1940年代の米軍撮影の空中写真に始まり、その後1960年代から10年程度の時間間隔で空中写真が撮影されている。人工衛星データは1970年代から入手可能であるが、1980年代にフランスによって打ち上げられたSPOT衛星と米国によって打ち上げられたLandsat衛星によって20-30mの空間解像度でのデータが得られ、サンゴ礁の変化が追えるようになった。その後人工衛星の技術の進展はめざましく、現在では数十cmの空間解像度のデータが入手可能である。こうして過去からの空中写真と衛星画像を用いたリモートセンシングによって、土地利用変化とサンゴ礁の変化を解析することができる。石垣島の河口域で採取したハマサンゴの年輪の解析と、過去からの空中写真の解析により、沖縄復帰以降にサトウキビ畑が増加し、1990年代に大量の赤土流出が起こったこと、それによってサンゴの現存量が減少したことが示された(図2)。

赤土の流出の影響は、負荷の異なる地点を比較することによっても得ることができる。沖縄県は1995年から毎年サンゴ被度の定点モニタリングをおこなっており、そのデータを用いて統一的にメタ解析をおこない、陸域からの赤土流入の有無に着目して、各地のサンゴ分布の変化を比較すると、1998年



図1 平常時(上)と台風時(下)の川の様子。台風時に赤土が大量に流出している。

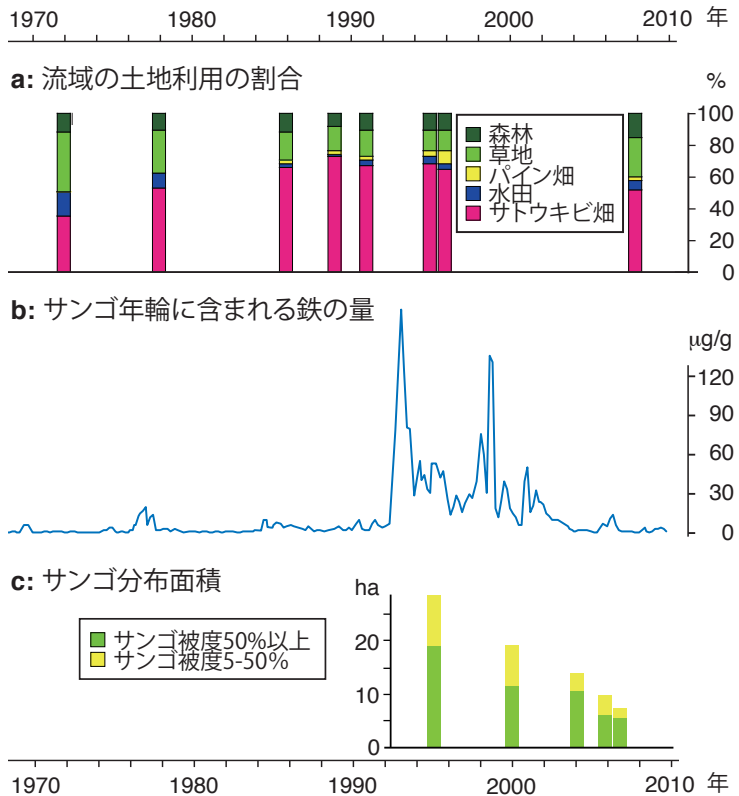


図2 沖縄県石垣島における (a) 流域の土地利用変化 (長谷川, 2011, 日本リモートセンシング学会誌), (b) サンゴ年輪に含まれる重金属量の変化 (Inoue et al., 2014, Coral Reefs), (c) サンゴ分布面積 (Hariri et al., 2014, Marine Ecology Progress Series)。

の白化でサンゴが減少した後、河川から赤土が流入しているサンゴ礁では回復が見られないのに対し、河川がなく、赤土の流入の少ないサンゴ礁では白化前の水準にサンゴが回復していた (Hongo and Yamano, 2013)。

このことは、赤土流出の影響が水温上昇と複合的に作用している可能性を示唆するとともに、水温が上昇して白化が起こったとしても、陸域での赤土流出の削減により、サンゴの回復力が保たれ、サンゴ礁が保全され



図3 陸域対策のための統合的アプローチ。背景写真は沖縄県衛生環境研究所提供。

る可能性を示唆している。

陸域での対策に向けて

陸域での対策は、オーストラリアのグレートバリアリーフに流れ込む河川流域を対象に、土砂のみならず栄養塩や農薬の削減目標が示されて規制がなされ、モニタリングと定期的な報告がおこなわれている (Brodie *et al.*, 2012)。対策には、サトウキビ畑の周囲に植物を植えて土砂流出を防止するグリーンベルト、刈り取り後にマメ科など窒素を固定する植物を育てて農地にすき込んで肥料とすると同時に裸地化を防ぐことのできる緑肥などいくつか挙げられるが、それぞれ費用と手間と削減効果が異なる。沖縄においては、流域が小さく、対策が必要な農地を抽出し、費用対効果に基づく対策の最適化をおこなうことが可能である。すなわち、生物分布に基づく削減目標値の設定、作付モニタリングと土砂流出計算による要対策農地の抽出、そして対策の費用と手間の評価、さらには対策のインセンティブの評価という一連の学際的かつ統合的な取り組みに基づく対策立案が可能である (図3)。これらの取り組みの一部は、環境科学会誌の沖縄県の赤土問題特集号 (環境科学会誌、

28, 2015) に掲載されている。

しかしながら、実装に関しては、課題が多い。対策を持続的におこなうためには、費用対効果の問題をさらに突き詰め、たとえば、サンゴ礁がもたらす観光収益からの陸域対策費用の捻出可能性を検討するなど、保全された生物多様性や生態系が持つ価値 (生態系サービス) を考慮した制度設計を考える必要がある。さらに、陸域の問題は農業やそれを支える社会の問題と密接につながっており、対策の実装に関しては、費用だけでなく、日本において問題となっている人口減少や高齢化を考える必要があるだろう。これらは沖縄の離島でも顕著であり、たとえば、労働力不足によって緑肥など手間がかかる対策は現実的でないなど、対策の実現は地元社会の理解なしには成り立たないからである。現状の理解とそれに基づく対策に、地球科学を含む自然科学的なアプローチと

人文科学的なアプローチの両方を統合し、地元との協働により実装へと深化させることが望まれる。

—参考文献—

Brodie, J.E. *et al.* (2012) *Marine Pollution Bulletin*, **65**, 81-100.

McCulloch M. *et al.* (2003) *Nature*, **421**, 727-730.

Hongo, C. and Yamano, H. (2013) *PLoS ONE*, **8**, e60952.

一般向けの関連書籍

権田雅之・深山直子・山野博哉編著
(2015) 久米島の人と自然 小さな島の環境保全活動, 築地書館。



著者紹介 山野博哉 Hiroya Yamano

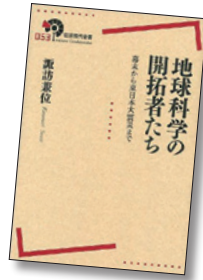
国立研究開発法人国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター長

専門分野：自然地理学。海面上昇によるサンゴ礁地形の変化、海水温上昇によるサンゴ礁生態系の変化に対する適応と対策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博士課程修了，科学技術振興事業団プロジェクト研究員，国立環境研究所研究員を経て2015年より現職。

地球科学の開拓者たち—幕末から東日本大震災まで—

諏訪 兼位 著
岩波書店
2015年1月, 288p.
価格 2,300円 (本体価格)
ISBN 978-4-00-029153-8



東京大学 名誉教授 上田 誠也

我が国における固体地球科学の発展史を伝える好著である。著者は驚くべき博学だが、唯の博覧強記ではない。万事にわたって理論・実践を正確に把握されているのだ。

第1部は揺籃期。幕末から関東大震災までが四章にわかれて取り扱われ、第一章冒頭に榎本武揚が登場する。武揚の波瀾万丈の生涯、なかんずく4年に及ぶ駐露特命全権公使のあとのシベリア横断など。五稜郭での幕臣ぐらいにしか認識のなかった評者には、読み進むにつれて次々に起こる“眼から鱗”の始まりであった。同章では、ライマン、ユーイング、ミルン（これもまた母国イギリスから、7ヶ月もかけてシベリア横断をして来日し、世界初の地震学会を創設）など「外国人教師」の功績が続く。日本の地質学創成に大きな功績を残したナウマンは帰独後、「日本列島の構造と生成について」なる独文著書を発行したが、ドレスデンの地学協会では日本人を軽蔑する講演を行い、これに腹を立てた留学中の森鷗外との間で長引く大論争を続けたというのも初耳。第二章は濃尾大地震の頃の話。ここでは、小藤文次郎など地質学の先達に触れるのは楽しい。ちなみに、当時の人士を導入する際に、諏訪さ

んは“津和野藩士の小藤治生と妻浪の間の長男として、安政三（一八五六）年三月四日（陽歴四月八日）に云々」といった形式をとっておられる。これも趣のある筆致だ。それから詳細が始まり、関谷清景、小川琢治、などについての記述が続く。

第三、第四章は関東大震災までの話だが、震災予防調査会、大森房吉・今村明恒論争、地震研究所創立、寺田寅彦などと話は尽きない。われらが先達たちは研究活動に打ち込む一方、歌人だったり、文筆家だったり、文化の旗手でもあったようだ。諏訪さんはこの流れの直系後継者なのだろう（後述）。

第2部の充実期も四章からなり、登場人物のほとんどは既に他界されてはいるが、我々の世代にとってはまあ同時代といえよう。たとえば、深発地震（志田順、和達清夫など）、古地磁気学（松山基範、川井直人など）や高圧力研究（秋本俊一など）、第七章は物理化学的な岩石成因論（これは諏訪さんの専門分野なので、当然ながら40ページを超え、坪井誠太郎、久野久、都城秋穂など多くの先達が登場する）、第八章は地球化学の展開（柴田雄次など）。いずれの章も題名を超えて、内容は広汎である。

第3部の発展期はまさに研究の現代史。第九章は島弧形成論とマグマ学。第十章は東日本大震災。第九章では杉村新、久城育夫、とともに評者まで取り上げられたが、評者としては身に余る。上述から察せられるが、著者には必ずしもすべてを限なくカヴァーしようという意図はないようだ。しかし、地球物理側からみると、坪井忠二、永田武、本多弘吉、竹内均などが登場しないのはやや寂しい。一方、取り上げた対象については、なるべく公平・正確な評価を意図されていたと察せられる。莫大な引用文献のリストも完璧。しかし、minorなことだが評者にかかわる記述（P. 200）について、一言付言させていただこう。我々が「地球磁場の逆転は虚構かもしれない」と考えたというのは正確ではない。岩石の熱残留磁気の反転を発見した我々は、「現在の地球磁場と逆向きの岩石については、すくなくとも反転熱残留磁気ではないことのチェックぐらいはすべきだ」と示唆しただけなのだ。

諏訪さんは本書の随所に作品が付記されているように歌人でもある。彼の作品はしばしば、朝日歌壇で最高作としてとりあげられている。のみならず、本書に登場する人物像はすべて著者による絵であって、各人の特徴を、時には写真よりも的確に表現している。科学者・地質史家・歌人・画家の諏訪さんの手にかかる本書は情報と面白さにあふれているので、すべての年代層の皆さんに一読をお勧めしたい。

◎二つのノーベル賞はここから生まれた!

増補
新版

地底から宇宙 をさぐる

ニュートリノ質量が
発見されるまで

戸塚洋二・梶田隆章

(2月17日発売)

世界の理論物理学者を驚愕させたカミオカのニュートリノ観測は、二つのノーベル賞を生んだ。見えない素粒子の観測方法、物質と宇宙の起源に迫る研究の面白さを紹介した戸塚氏の著書に、梶田氏が自ら成果を解説した記事を収録。四六判 本体1800円

首都直下地震 平田 直

巨大都市の弱点を一撃で突くこの地震は、どのような被害と災害をもたらすのか。地震学からの最新の知見を紹介する。
(2月19日発売)【岩波新書】本体760円

南海トラフ地震 山岡耕春

今後30年以内の発生確率が約70%。それは日本列島の宿命といえる巨大地震だ。いつ来るのか。何が起きるのか。第一人者が語る。
【岩波新書】本体780円

岩波書店



〒101-8002 東京都千代田区一ツ橋2-5-5
http://www.iwanami.co.jp/ [定価は表示価格+税]



安成 哲三

総合地球環境学研究所長，筑波大学・名古屋大学名誉教授

専門分野 気象学・気候学，地球環境学

地球・生命・人間をつなぐ 新たな地球学の創成を！

この度は、日本地球惑星科学連合の荣誉あるフェローに選ばれ、大変光栄に思います。私は、京大院生の時に参加したヒマラヤの気候と氷河の研究に始まり、アジアモンスーンを中心とする地球気候の変動・変化に関する研究を進めてきました。筑波大時代は東南アジア、中国（チベット、雲南、海南島、新疆ウイグル自治区など）、モンゴル、シベリアなど、アジア地域の気候の観測的研究や調査のプロジェクトに参加し、あるいは自ら立ち上げて進めてきました。特に1996年からの約10年間は、アジアモンスーンの水文・生態気候と水循環の大型国際研究プロジェクト GAME（アジアモンスーンエネルギー・水循環研究観測計画）を推進してきました。

この GAME で明らかになってきたことのひとつは、大陸スケールの植生（生物圏）が気候の形成に大きな役割を果たしていることでした。植生は気候で決まるという古典的な考えがありますが、実は、植生そのものが、地表面でのエネルギー・水循環の調節を通して、自らの生存に適した気候を作り出している側面もあることが明らかになってきたわけです。この成果は私自身の研究の方向を大きく変えることになりました。その後所属した名古屋大学や地球フロンティア研究プログラム（海洋研究開発機構）でも、気候と生物圏の相互作用を私の研究のひとつの柱に据えてきました。地球科学（特に気候科学）では、植生を気候システムの一要素としているものの、その扱いは、あくまで大気のエネルギー・水循環過程を調節するひとつの境界条件です。一方、生態学などの生物科学では、ダーウィン以来のパラダイムを基本としたまま、現在でも気候条件は生物に与える外部の環境条件としてしか扱っていません。近代科学の形成過程で、物理・化学を基礎におく地球科学と生物学が別の学問として「発達」してきたことが、現実の地球表面システムが非生物と生物の相互作用によりダイナミックに形成され変化（進化）してきたことを忘れさせています。このシステム

の進化と変動の真の理解には、物理・化学・生物学を時空的にも統合する新たなパラダイムシフトが必要です。

もうひとつの大きな問題は、この地球表層システムに棲む私たち人類の存在です。忘れるべきでないのは、人類も生物圏の一員であり、人類は、水や鉱産物などの非生物的资源だけでなく生物圏からの恵みなくしては生きていけない生存です。学問を細分化させてきた近代科学は、現在の「文明」を築いてきたわけですが、その反面、特に20世紀後半以降、生物圏も含めて複雑多様に造られているこのシステムを、危うくしつつあるともいえます。IPCC 報告書でもまとめられているように、特に20世紀後半以降、人間活動は様々なスケールで気候システムを変化させてきたことも、様々な観測や気候モデルを用いた研究で明らかになってきました。世界人口の60%が集中し、世界の経済活動の一大中心になりつつあるアジアにおいては、人間活動の影響は、気候のみならず物質循環や生態系を含め顕著に現れており、今後さらに深刻になる可能性があります。

しかし一方で、アジアにおいてこれほど人口が増加し、同時に多様な文化を醸成しつつ人々が生きてきたという事実は、自然と人間の相互作用としてのアジアの風土（あるいは自然・人間系）が、長い歴史の中でしっかりと培われてきたことを物語っています。したがって、環境問題のより本質的な理解と解決には、自然に対する人間活動の影響評価と対策という、一方向的で短絡的な技術論ではなく、地球史における自然と人間の相互作用環のダイナミクスを明らかにしつつ、未来に向けての持続可能性（未来可能性）を模索する科学が必要です。すなわち、人と生命と地球を一体として理解しつつ、持続可能な地球社会を模索していくべき新たな「地球学」の構築が必要です。人間が気候・地形や水循環、生態系といった自然環境をどのように持続的に利用し、あるいはそれらを構造的契機として風土（自然・人間系）を築いてきたかを理解すると同時に、人類にとって生

存限界に近づきつつある現在の地球で、どのような新しい風土や文明の構築が可能かを探っていく学ともいえます。この新しい「地球学」の構築は、自然を人間から切り離して、その機能・部分だけを捉えて理解してきた17～18世紀以来の近代合理主義にもとづく科学の超克と再構築の過程そのものと私は考えています。

現在、国際科学会議（ICSU）や国連関係機関などが中心になって推進しようとしている Future Earth 計画は、グローバルおよび地域の持続可能な社会の構築をめざす大きな国際的な枠組みですが、科学をこの方向に再編していくことにも大きな役割を果たすべきと考えています。私が現在所属する総合地球環境学研究所（地球研）では、この Future Earth のアジア地域のセンターとして、人間と自然の相互作用環の理解を踏まえて、地球および地域の未来可能な社会はどうあるべきかを、文理融合と社会との連携を通して、統合的に模索を続けています。日本地球惑星科学連合も我が国とアジアにおける新しい地球学の推進に大きな役割を果たすことを期待しています。



吉野 正敏

筑波大学名誉教授

専門分野 気候学, 地球環境科学, 地理学

気候と地球環境の研究 — 残した課題 —

2015年度の日本地球惑星科学連合のフェローとして顕彰していただき、まことに光栄であり、心より感謝致します。

私の研究専門分野は気候学で、気象学と地理学の両脚の上に成長してきた。学生時代以来、特に深くかかわったのは地域スケールの気候現象で比較的小さなスケールの分野である。1975年にそれまでの世界の研究成果を集大成し、問題点をまとめた“*Climate in a small area*” (University of Tokyo Press, 549 pages) という英文の図書を刊行した。幸いにも、これにより国内・国外の幾つかの賞をいただき、欧米を始めアフリカ・中近東などで教科書となった。その後、私の研究対象はモンスーンアジア・半球規模の大きなスケールの現象も加わった。

一方、日本学術会議の第4部、第14期・第15期の会員を務め、「地球環境に関する特別委員会」委員長として、日本学術会議における全分野（当時の第1部から第7部まで）における地球環境に関する諸問題をまとめた。その中の一つの仕事は、国際地球圏—生物圏プログラム (International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP) の国内委員会委員長として世界各国と日本の研究調整・成果のとりまとめ、研究者の交換・討論・共同研究を促進することなどであった。私自身の地球環境に関する研究は、気候環境学や地球温暖化に伴う環境や災害の変化、歴史時代（特に古代）の気候と人間生活についての総括で、何冊かの著書・編著書としてまとめた。

上記の研究成果は、回想録としてまとめ、別に発表予定なので、今ここではやり残した研究課題をまとめておきたい。後進の研究者の何らかの参考になれば望外の喜びである。

まず第1は、「偏形樹の分類・グレードと風向風速の推定・それらの分布による局地気候の把握」である。私は長野県や北海道・沖縄を始め、スイス・スロベニア・アドリア海岸・スリランカなどで偏形樹から局地風分布の推定を行ってきた。アメリカ・カナダの研究者は1970年代偏形樹を指標にして

風力エネルギーの局地性を推定する研究を進めていた。その際、私の偏形樹のグレードや偏形樹の分類・成因などを取り入れた。将来、地形表現などが計算機の進歩により詳しくなり、また、強風災害・降雪や積雪環境の量的推定方法などの進歩も加わり、全く異なる研究手法・精度の段階になるだろうが、この研究目的は重要と思う。

第2は「気候災害リスクからみた古代日本の国家形成における出雲と伊勢」の役割である。伊勢と出雲を対比して捉えるのは、神話時代以来、国家構成の一つの妙であった。しかし私はさらに以下の3点を強調したい。すなわち、(1)『出雲と伊勢における異常気象発生時の非並行性』の効果である。梅雨・台風・春夏の早乾・冬の季節風による大きな災害は出雲でも伊勢でも発生するが、同じ年に発生することは、現在の気候学・気象学の知識からいって、古代においてもほとんどありえない。律令国家の中心としての大和政権にとって、自然災害のリスクは小さいほうがもちろんよい。異常気象に起因する災害発生時の年代的な非並行性が出雲の国と伊勢の国の経済活動に関わる大和政権の基盤の年々変動を小さくさせる。これが権力維持のリスクにプラスの効果をもたらした。(2) 日本を気候で地域区分すると、太平洋側の気候地域と日本海側の気候地域に2大区分される。そこで重要なのは、伊勢と出雲がそれぞれの気候地域の代表的な地点で、日本列島の気候によるリスクを最もよく代表しているということである。(3) 大和（奈良盆地）は伊勢と出雲の中間に位置し、距離的に両者から近い。しかし、どちらの気候地域にも属さず、むしろ瀬戸内の気候の影響が強い。これらの要因からみて、伊勢と出雲は大和政権のリスク軽減にとって最良の国ぐにであった。政権維持における気候災害リスクを軽減する考え方が、「日本書紀」や「古事記」が書かれた時代に、すでに識者の間にあったと思われる。その検討が必要である。

第3は東アジアの総観気候学である。総

観気候学 (synoptic climatology) とは主として天気図、気圧配置型を分類してその出現頻度などで気候を記述する気候学である。1920年代は天気図型（気圧配置型）の分類、1930年代は気団分類、1940年代は総観気候学・天候気候学の1つの全盛時代で、第2次大戦の作戦計画立案に利用された。1960年代は気圧配置ごよみ、1980年代からは気圧配置型の出現頻度の長期変化、年による変化、例えばエルニーニョ年における異常などの研究が進んだ。ここで問題なのが天気図型の分類・判定における主観の軽減、対象地域の気候・気象形成の基礎に平均値だけでなく極値をいれることである。地球温暖化時代、極値の出やすさの地域性とその気象要素・気候要素による差も考慮する必要がある。今後の研究課題である。

第4は局地的強風地域・ハイドロリックジャンプ・風下波動である。ほぼ南北に走る奥羽山脈を西風が吹き越して岩手県側に風下波動を生じる。これを北岩手山岳波と呼びたい。現在の知見をまとめると次の通りである。1: 奥羽山脈の山頂部は風枕（フェーンマウアー、フェーン壁）の白雲がかぶさる。2: 下層雲として細く長く風下波動の第1波・第2波、第3波、…と波頭による雲の帯が南北に走る。3: 波長は上空の風が強いときほど大である。4: 第1波、第2波、第3波、…の雲帯以外に雲はない。5: 以上のような条件は、冬の季節風が吹き出すところによくあるので、10月～11月に多い。6: この風下波動が出現しているときの雫石（アメダス観測点）における最大風速は7~8 m/s、風向はW~WSW、瞬間最大風速は18 m/sを越えることがある。ただし、この数値は、例数を増やし統計的に検討する必要がある。また、今後、衛星写真など上空から捉えた画像の解析が絶対に必要である。

以上、フェローに推挙された機会を捉え、やり残した研究を述べた次第である。

INFORMATION

公 募情報

①職種②分野③着任時期④応募締切⑤ URL

名古屋大学 宇宙地球環境研究所

①特任助教 ②アラスカ フェアバンクス周辺の複数の観測サイトで展開される微気象・フラックス観測システムの維持管理およびデータ解析 ③ H28.04.01 以降のできるだけ早い時期 ④ H28.02.15 ⑤ http://www.nagoya-u.ac.jp/employment/upload_images/20151125_isee.pdf

福岡大学 理学部 物理科学科

①助教 ②宇宙・天体物理学, 特に観測天文学を視野に入れた研究 ③ H28.10.01 ④ H28.02.15 ⑤ <https://www.cis.fukuoka-u.ac.jp/~kkotake/koubo.html>

防災研究所 巨大災害研究センター 災害情報システム研究領域

①教授 ②巨大災害の被害の軽減に資する災害情報に関する研究 ③採用決定後できるだけ早い時期 ④ H28.02.15 ⑤ http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/about/acceptance/other/koubo/bousai/2015/160215_1200.html#at_view/file

東北大学 大学院理学研究科 地学専攻

①教授 ②地形学及びその関連分野 ③ H28.07.01 以降のできるだけ早い時期 ④ H28.02.26 ⑤ <http://www.sci.tohoku.ac.jp/recruit/post-64.html>

国立天文台 SOLAR-C 準備室

①助教 ②太陽物理学および飛翔体天文学 ③採用決定後できるだけ早い時期 ④

H28.02.29 ⑤ <http://www.nao.ac.jp/contents/job-vacancy/job-20151215-solar-c.pdf>

大阪大学 大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻

①教授 ②宇宙高エネルギー現象の研究を X線などによる観測で進めるとともに, 教育および大学運営に積極的に貢献できる方 ③ H29.04.01 ④ H28.03.31 ⑤ <http://www.ess.sci.osaka-u.ac.jp/>

イベント情報

詳細は各 URL をご参照下さい。

■日本の科学者技術者展シリーズ第11回 「渋川春海と江戸時代の天文学者たち」

日時: 2015年12月19日(土)~
2016年3月6日(日)

場所: 国立科学博物館

主催: 国立科学博物館

内容: 日本で初めての独自の暦を作成し, 幕府の初代天文方に任命された渋川春海の業績, 人物像や, その流れを継ぐ江戸時代中後期の天文学者たちについて紹介します。

<http://www.kahaku.go.jp/event/2015/12shibukawa/>

■第4回 海と命と地球をめぐる公開講演会「変動する日本列島」

日時: 2016年2月27日(土)

場所: 神奈川県立生命の星・地球博物館

SEISA ミュージアムシアター

主催: 国立研究開発法人海洋研究開発機構
内容: 地球内部の仕組みや動きから日本列島変動の謎を追う最新の研究を紹介する。

<http://www.jamstec.go.jp/pr/event/20160227/>

■データシェアリングシンポジウム 「科学の発展への起爆剤～データ駆動型科学の推進に向けて～」

日時: 2016年2月29日(火)

場所: 一橋講堂

主催: 科学技術振興機構 (JST)

内容: データシェアリングに関するシンポジウム

<http://jipsti.jst.go.jp/rda/>

■野外観察 早春の地形地質観察会 ～川崎市街地をめぐる～

日時: 2016年3月6日(日) 10:00-15:00

場所: 神奈川県川崎市街地

主催: 神奈川県立 生命の星・地球博物館

対象: 小学校4年生~大人, 教員

定員: 40人

申込: 2016年2月16日(火) 締切

内容: 市街地に見られる現地地形の痕跡を探り, 大地の生い立ちについて考える

<http://nh.kanagawa-museum.jp/event/info/ev293.html>

■第20回自然科学研究機構シンポジウム 「生命の起源と進化」地球から系外水惑星へ

日時: 2016年3月13日(日) 13:00-17:30

場所: 学術総合センター (一橋講堂)

主催: 自然科学研究機構

内容: 地球および系外水惑星における生命の起源と進化を考える

http://www.nins.jp/public_information/sympo20.php

公募求人及びイベント情報をお寄せ下さい
JGLでは, 公募・各種イベント情報を掲載してまいります。大学・研究所, 企業の皆様からの情報お待ちしております。ご連絡は <http://www.jpgu.org/> まで。

公募及びイベントの最新情報は web に随時掲載しております。 <http://www.jpgu.org/> をご覧下さい。

前号 (Vol.11, No.4) において, p.15 の公募情報の内容に異なる情報が掲載されておりました。お詫びいたします。なお, ウェブに掲載されている PDF 版は当該箇所を修正済みです。

JpGU 2016 -- For borderless world of geoscience --

JpGU-AGU Joint Sessions!!

Union

U-01: Geoscience and society
U-02: Earth and Planetary satellite observation projects Part I: Science Landscape of Japan with NASA Space Missions

Space and Planetary Sciences

P-PS01: Outer Solar System Exploration Today, and Tomorrow
P-PS02: Mars
P-EM03: Mesosphere-Thermosphere-Ionosphere Coupling in the Earth's Atmosphere
P-EM04: Space Weather, Space Climate, and VarSITI
P-EM06: Magnetospheric Multi-Scale (MMS) mission -- A new age of magnetospheric physics
P-EM08: Inner magnetosphere: Latest results and new perspectives

Atmospheric and Hydrospheric Sciences

A-AS02: High performance computing of next generation weather, climate, and environmental sciences using K
A-OS03: Marine ecosystem and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling
A-OS04: Ocean Mixing Frontiers
A-GE05: Subsurface Mass Transport and Environmental Assessment
A-CG06: Multi-scale ocean-atmosphere interaction in the tropics

A-CG07: Asia-Pacific climate variations on diurnal to secular time scales
A-CG08: Continental-Oceanic Mutual Interaction: Global-scale Material Circulation through River Runoff
A-CG09: Development and application of land and ocean biogeochemistry components of Earth system models
A-CG10: Earth and Planetary satellite observation projects Part II: Satellite Earth Environment Observation

Human Geosciences

H-SC02: Coupled Human-Water Dynamics across Scales: Observations, Understanding, Modeling, and Management
H-SC04: Implementing Geoscience Research for the Earth's Future
H-DS05: Landslides and related phenomena
H-TT08: Geoscientific applications of high-definition topography and geophysical measurements
H-CG11: DELTAS: multidisciplinary analyses of complex systems

Solid Earth Sciences

S-SS01: Earthquake early warning developments around the world
S-SS02: Frontier studies on subduction zone megathrust earthquakes and tsunamis

S-SS04: Rethinking Probabilistic Seismic Hazard Analysis
S-EM05: Full vector geomagnetic and paleomagnetic secular variation: direction, intensity and dynamo simulations
S-IT07: Structure and dynamics of Earth and Planetary deep interiors
S-IT08: Structure and Dynamics of Suboceanic Mantle: Theories and Observations
S-IT09: Hard-Rock Drilling: Oceanic Lithosphere to Continental Crust Formation

S-IT10: Do plumes exist?
S-IT11: Geodynamic evolution of northeast Asia and western Pacific
S-IT12: Tectonic processes on the incoming plate seaward of the trench: Inputs to subduction zones
S-MP13: Oceanic and Continental Subduction Processes-I, from petrologic-geochemical perspective
S-MP14: Supercontinents and Crustal Evolution
S-MP15: Oceanic and Continental Subduction Processes-II, from structural-petrologic perspective

S-GC16: Volatile Cycles in the Deep Earth - from Subduction Zones to the Mantle and Core
S-TT18: Stress geomechanics: observations, modelings and implications

S-CG19: Hydrogen in the Earth's interior from the crust to the core
S-CG20: Intermediate-depth and deep earthquakes: their origins and material properties of subducting slabs
S-CG21: Recent advances and future directions in slow earthquake science

Biogeosciences

B-A001: Astrobiology: Origins, Evolution, Distribution of Life
B-BG02: Fate and transport of radionuclides in atmospheric, marine, aquatic, and pedospheric environments
B-PT03: Biomineralization and the Geochemistry of Proxies - Field ecology, Laboratory culture and Paleo
B-CG04: Earth and Planetary Science Frontiers for Life and Global Environment

Multidisciplinary and Interdisciplinary

M-IS01: Environmental, socio-economic and climatic changes in Northern Eurasia and their feedbacks to the Earth System
M-IS02: IGGP of the future
M-IS03: Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes
M-TT05: Cryoseismology - a new proxy for detecting surface environmental variations of the Earth -

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のみにります。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.jpgu.org/publication/ad.html>

【お問い合わせ】

JGL 広告担当 宮本英昭
(東京大学 総合研究博物館)
Tel 03-5841-2830
hm@um.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@jpgu.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.jpgu.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。

JpGU Meeting 2016
**日本地球惑星科学連合
2016 年大会**
— For Borderless world of geoscience —
2016 5.22 (SUN)
-5.26 (THU)
千葉県 幕張メッセ

JpGU-AGU ジョイントセッション多数開催

- 投稿受付期間
2016 年 1 月 7 日(木)-2 月 18 日(木)12 : 00
(早期締切 2 月 3 日(水)24 : 00)
- 参加登録
2016 年 1 月 7 日(木)-5 月 26 日(木)
(早期締切 5 月 10 日(火)17 : 00)

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
E-mail: office@jpgu.org URL: <http://www.jpgu.org/>