

日本地球惑星科学連合 2018 年大会 ハイライト論文

日本地球惑星科学連合 2018 年大会 (JpGU 2018)

会期：2018 年 5 月 20 日(日)～24 日(木)

会場：千葉県幕張メッセ国際会議場，他

日本地球惑星科学連合 2018 年大会で発表される約 5000 件の発表の中で，特に学術的・社会的に話題性の高いと思われる発表をご紹介します。取材の参考にさせていただければ幸いです。

日本地球惑星科学連合 2018 年大会については，下記の大会 WEB ページをご覧ください。
http://www.jpгу.org/meeting_2018/

[連絡先]

日本地球惑星科学連合 事務局

東京都文京区弥生 2-4-16 学会センタービル 4F

03-6914-2080 (大会期間中 (19 日～24 日) は不在です)

070-5596-9414 (大会期間中はこちらをご利用ください)

office@jpгу.org

ユニオンセッション

ユニオンセッションは、地球惑星科学全体（あるいはその中のかなり広い分野）の研究開発のために有用なセッション、または地球惑星科学のフロンティアの推進・発展に有効であると考えられるセッションです。

セッション	U-01
タイトル	JpGU-AGU Great Debate: Role of Open Data and Open Science in Geoscience
開催日時・会場	23日 10:45-12:15 / Room 103
コンビーナ	樋口 篤志, Denis-Didier Rousseau
セッション紹介	地球惑星科学は一定の研究データを共有することで分野全体の研究が発展してきた、いわばオープン・サイエンスデータの先導的な分野の1つと言える。一方、近年は様々な研究プロセスの共有化、公開化によるオープンサイエンスが、科学のみならず社会・市民・産業にとっても重要として国際的に議論されている。データを例にとると、最近の大きなトピックスとしてはデータを研究成果としてとらえ、これを文献のように長期的に分野を超えた利用に供するための方法論（検索や再利用）や情報基盤などが議論されている。また、市民が公開画像の中から未知の天体を探索する Galaxy Zoo のように、市民参加型のサイエンス（シチズンサイエンス）もボトムアップ型のオープンサイエンスの動きとして注目される。このような動向を踏まえ、AGUにおいて先駆的に進められているデータやオープンサイエンスのポリシー議論や実際の研究や論文出版プロセスでの新しい取り組みについて、JpGU・AGU がどのように協力するか、JpGU が国際連携の輪の中でどのような役割を果たすべきか、そこでの研究者のメリット・デメリットなど、多様な議論を討議する。

セッション	U-02
タイトル	Pacific-type orogeny: From ocean to mantle
開催日時・会場	24日 13:45-15:15, 15:30-17:00 / Room 103 24日 10:45-12:15, 17:15-18:30 / ポスター会場
コンビーナ	Inna Safonova, 辻森 樹, 磯崎 行雄, 小宮 剛
セッション紹介	Pacific-type convergent margins (ocean - continent) and their related orogenic belts exist/form over subduction zones, which are the only ways to deliver surface materials to the deep mantle. Pacific-type orogens keep records of the evolution of paleo-oceans, formation and transformation of continental crust at their active margins, and generation of hydrous-carbonated plumes in the mantle transition zone (MTZ) and its related intra-plate magmatism. An approach linking paleo-oceans, active margins and plume magmatism stands on three "whales": the model of Ocean Plate Stratigraphy (OPS), the parameters of active convergent margins and the model of hydrous-carbonated plumes. The OPS model was created by many detailed studies of western Pacific, in particular Japanese, accretionary complexes; it allows recognizing different oceanic plates within one paleo-ocean and evaluating their sizes and ages. Pacific-type convergent margins are places of major continental growth by island-arc juvenile magmatism and accretion, but they are also places of strong plate interactions and crust destruction. There are two contrast types of those margins: accreting ones accompanied by the formation of accretionary complexes, and eroding ones accompanied by the tectonic and subduction erosion of accretionary wedge, fore-arc prism and volcanic arc. The materials of oceanic and continental crust, which are eroded at Pacific-type convergent margins, can accumulate in the MTZ and affect mantle conditions. All those processes, the subduction of hydrated and carbonated oceanic crust, the destruction of continental crust at eroding margins, and the accumulation of mafic and silic materials in the MTZ can synergistically trigger the generation of hydrous-carbonated mantle plumes in the MTZ, mantle melting and upwelling, and intra-plate continental magmatism. We welcome papers on results from Pacific-type orogenic belts worldwide and from Archean to Cenozoic ages.

セッション	U-03
タイトル	Cryoseismology – a new proxy for detecting surface environmental variations of the Earth –
開催日時・会場	24日 10:45-12:15 / Room 103
コンビナー	豊国 源知, 金尾 政紀, 坪井 誠司
セッション紹介	<p>最近の地球温暖化により、特にグリーンランド氷床では氷体積の減少速度が顕著に加速している。これに伴い氷床縁辺の流動・崩壊・流出に関連した振動現象「氷河地震」が多数観測され、その発生様式と時空間分布の解明は温暖化に伴う氷床変動と増幅作用を知る上で重要である。氷河地震は、氷河・棚氷の流出、氷崖の崩落、氷床底面流動による基盤岩摩擦、氷床表面の融解、氷床下湖からの流出等で励起されるが、メカニズムは未解明な部分が多い。さらに海洋変動や氷床後退に伴う固体地球応答との関連等、氷河地震は極域表層環境変動の検知の新指標となる。最近南極の地震計データから西南極氷床下に新たな火山が発見され、また南米の巨大深発地震表面波で南極氷床下に氷震が多数励起された。このように雪氷変動と固体地球振動とを繋ぐ「雪氷圏地震学」の新たな学際的研究フロンティアである。</p> <p>本セッションでは、氷河地震を中心に「雪氷圏地震学」に関連した話題:温暖化に伴う地震発生、活動様式、氷床氷河変動との関連、海氷海洋変動との相関、波動伝搬特性、共鳴的微動、極域の地殻マントル構造とダイナミクス、等を募る。</p>

セッション	U-04
タイトル	国際的・分野横断的な視点からみた地球科学分野の女性研究者の雇用とワークライフバランス
開催日時・会場	21日 15:30-17:00 / Room 103
コンビナー	原田 尚美, 堀 利栄, 小口 千明, 宋 苑瑞
セッション紹介	<p>男女雇用機会均等法の採択にもかかわらず、日本の科学技術分野における女性の就業率は低い状態が続いている。その理由として、1) ワーク・ライフ・バランスの軽視、2) アンコンシャス・バイアス (EPMEWSE / 男女共同参画学協会連絡会 により実施された大規模アンケート解析報告) などが挙げられる。これらの問題について考えるために、ロールモデルや、研究機関および大学の優れた取り組みなどの有益な情報の共有を目的として、本セッションを提案しました。日本人研究者・学生のみならず、日本で働いている外国人研究者や研究留学生の発表を歓迎します。発表内容に基づき、本課題について国際的・学際的な観点から比較し、より良い方策を考えたいと思います。なお、本セッションは、EGU2018の男女共同参画関連セッション EOS7 と協力し、EGU コミュニティとの現状情報の共有・交流も図ります。</p>

セッション	U-05
タイトル	地球惑星科学における学術出版の将来
開催日時・会場	22日 9:00-10:30, 10:45-12:15 / Room 1C 22日 15:15-17:30, 17:15-18:30 / ポスター会場
コンビナー	川幡 穂高, 小田 啓邦,
セッション紹介	<p>研究成果公開促進費 (科研費) では「国際情報発信強化」として学術誌のオープンアクセス化を最重点項目として日本の学術誌の国際情報発信力の強化を求めている。日本地球惑星科学連合においても「Progress in Earth and Planetary Science」を2014年初に創刊した。また、関連学協会の欧文誌も科研費の支援を受けて国際情報発信力を強化しつつある。オープンアクセス電子ジャーナルは新しい出版形態で、欧米で急速にその整備が進行している。本セッションでは、地球惑星科学における学術出版の将来、特にオープンアクセス電子ジャーナルの今後の展開、データ出版と著者IDなどについて、外部から招待講演者を招いて講演および議論を行う。</p>

セッション	U-06
タイトル	連合は環境・災害にどう向き合っていくのか?
開催日時・会場	23日 13:45-15:15, 15:30-17:00 / Room CH-A
コンビナー	奥村 晃史, 川畑 大作, 青木 賢人
セッション紹介	<p>日本地球惑星科学連合は環境災害対応委員会を設置して、地球惑星科学と社会の接点にあって現在最も重要な課題である、環境や災害に関する研究の推進と調整や相次いで発生する自然災害への対応を進めてきた。2011年東北日本太平洋沖地震と津波災害は、空前の規模と広域かつ激甚な被害が</p>

	ら、多数の学術団体が共同で調査研究を進めて災害の全貌を明らかにできた。2017年九州北部水害、2016年熊本地震、をはじめとする近年多発する大規模な災害に対しても学術団体個別の対応には限界があり、日本地球惑星科学連合のような学際的な連合体の取り組みが不可欠である。本セッションでは、最近の大規模自然災害に対する加盟学協会の取り組みについて情報共有をはかり、複数の学協会にまたがる問題に対して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を検討する。
--	---

セッション	U-07
タイトル	FutureEarth-GRPsによる地球環境変化研究の統合
開催日時・会場	20日 13:45-15:15, 15:30-17:00 Room 103 20日 17:15-18:30 / ポスター会場
コンビナー	石井 励一郎, 安成 哲三, 谷口 真人, Hein Mallee
セッション紹介	2015年のFE発足以降、国際FutureEarth(FE)と、実質的な研究主体であるコミュニティ: Global Research Projects (GRP)に属する各地域分野の研究者の間の相互有効活用が不十分であり、地域・分野ごとの研究主体のもつ問題意識、科学的知見、課題が国際FE全体方針に活かされず、また各研究主体側も国際FEネットワークに属するメリット(他分野・地域との共同研究機会、国際社会の要請など)を十分に共有できていない。日本国内発で、この連携・協力を促進することができれば、国内FEの研究活動の活性化と、国際FEに対する主導的な提案が可能になり、我々の統合的な環境研究の活性化が期待できる。そこで本企画では、JpGU年次大会を、日本国内FE・GRP及びWCRPなど関連研究コミュニティが一同に会する場とし、研究主体が情報共有、地球環境問題研究の活性化、国際FEへの発信について建設的な議論を行うセッションを開催することを提案する。今回は日本国内で組織的な研究活動が活発な12のGRPコミュニティと国際FEの代表者から話題提供を受け、日本・アジアからの研究アジェンダの議論を行う。

セッション	U-08
タイトル	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
開催日時・会場	21日 9:00-10:30, 10:45-12:15 / Room CH-A 21日 15:30-17:00, 17:15-18:30 / ポスター会場
コンビナー	藤井 良一, 春山 成子, 田近 英一, 川幡 穂高
セッション紹介	<p>本セッションは、2020年に改訂される「学術の大型研究計画に関するマスタープラン」の策定等を視野に入れつつ、地球惑星科学分野の発展に必要な将来計画を広く議論し、「理学・工学分野における科学・夢ロードマップ」の具体化、改善に資することを目的とする。</p> <p>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が、地球惑星科学を含む多くの分野における学術の進展にとり極めて重要である。この策定の一環として、日本学術会議は夢ロードマップの策定とマスタープランの策定を行なってきた。本ユニオンセッションでは2020年のマスタープランの本格的改定を見越して、地球惑星科学分野の各領域での夢ロードマップ2014からの変更点を点検し、領域で検討されている大規模な研究計画、さらに領域を超えて実施が検討されている計画を持ち寄り、より具体的な夢ロードマップ策定に向けたキックオフを行うことを目的としている。地球惑星科学5領域からの積極的な将来計画や夢ロードマップの提案、さらに分野間をまたぐ意欲的な提案と積極的な議論を期待する。</p>

各セッションの講演者、発表タイトルは、大会ウェブアプリからご確認ください

<https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2018/top>

パブリックセッション

パブリックセッションは、アウトリーチ活動や、一般の市民参加者にも地球惑星科学の成果を広くお知らせすることを目的としたセッションです。パブリックセッションには、どなたでも無料でご参加（聴講）いただけます。

セッション	0-01
タイトル	これからの高校における地球惑星科学教育―「地理総合」と「地学基礎」―
開催日時・会場	20日 9:00-10:30, 10:45-12:15 / Room 103
コンビナー	秋本 弘章, 田口 康博, 小林 則彦, 尾方 隆幸
セッション紹介	「地理」と「地学」は高校における地球惑星科学教育の両輪であり、双方が効果的に行われることが重要です。新しい学習指導要領で必修科目となる「地理総合」の内容や予期される問題、「地学基礎」の現状と課題、「地理総合」「地学基礎」の連携を検討し、効果的な地球惑星科学教育が行われる方策を探ります。この2科目は、一般的教養を身に付けさせる科目と位置づけられます。このため、広く一般市民の参加を期待しています。

セッション	0-02
タイトル	高校生によるポスター発表
開催日時・会場	20日 11:30-12:30 / Room 1C 20日 13:45-15:15 / ポスター会場
コンビナー	原 辰彦, 道林 克禎, 久利 美和, 山田 耕
セッション紹介	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。

セッション	0-03
タイトル	地球・惑星科学トップセミナー
開催日時・会場	20日 10:15-11:25 / Room 1C
コンビナー	原 辰彦, 道林 克禎, 成瀬 元, 関根 康人
セッション紹介	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。2018年大会では、「チバニアン」と地質時代」岡田誠氏、「頻発する水蒸気噴火」及川輝樹氏の2名にお話いただきます。

セッション	0-04
タイトル	研究者のためのメンタルケアとコミュニケーション術
開催日時・会場	20日 15:30-17:00 / Room 304
コンビナー	宋 苑瑞, 吉川 知里, 鈴木 由希
セッション紹介	研究者は難しい課題の解決のために努力し続けています。この過程によって生じる精神的な不安や挫折、疲労による不調は、研究者自身の活動にも大きな妨げになっています。誰もがなる可能性のある精神的な不調をどう予防、改善していくことを学びます。また、婚活にも活かすことのできる効果的なコミュニケーション術を、言語的要素と非言語的要素を合わせたデモンストレーションを交えながら体験します。

セッション	0-05
タイトル	キッチン地球科学 -手を動かして頭脳を刺激する実験-
開催日時・会場	20日 9:00-10:30 / Room CH-A 20日 10:45-12:15, 17:15-18:30 / ポスター会場
コンビナー	熊谷 一郎, 久利 美和, 栗田 敬

セッション紹介	キッチン地球科学は、身の周りにある物や道具を用いたアイデア実験によって、火山や地震、そして気象などの様々な地球惑星科学現象を理解することを目的としています。本セッションでは、「手を動かすことの利点」に着目し、「不確定要素の詰まった」、「やってみないとわからない」、「失敗を糧とする」実験の重要性について考えたいと思います。「手を動かして頭脳を刺激する」キッチン地球科学へのご参加をお待ちしています。
---------	---

セッション	0-06
タイトル	ジオパークがつなぐ地球科学と社会 —10年の成果と課題—
開催日時・会場	20日 13:45-15:15, 15:30-17:00 / Room 1C 20日 10:45-12:15, 17:15-18:30 / ポスター会場
コンビナー	松原 典孝, 市橋 弥生, 小原 北士, 大野 希一
セッション紹介	日本にジオパークが誕生してから10年となり、地球科学と社会とを結ぶ一つのチャンネルとして成長してきている。これまでの活動や議論の蓄積を振り返り、日本のジオパークは、今後、何を目指していくのか様々な視点から議論する。

セッション	U-07
タイトル	地球科学とアートの協働・共創
開催日時・会場	20日 13:45-15:15, 15:30-17:00 / Room 201A 20日 10:45-12:15, 17:15-18:30 / ポスター会場
コンビナー	笹岡 美穂, 船引 彩子, 久保 貴志, 白石 智子
セッション紹介	このセッションでは、地球科学とアートが手を取りあう事でどのような効果が生まれるか？専門家はもちろん、一般の方が魅力的に感じるサイエンスの情報発信とは？多様な事例を通して一般の方も参加できる議論を行います。招待講演者として、地球科学とアートの両方から最前線で活躍されている方々をお招きしています。地球科学とアートという、学問の垣根を越えた「これまでになかった新しい価値や協働・共創」が生まれる場になるはず。このセッションで扱う「アート」という言葉には「あらゆるモノ・コトを表現する多様な方法」という幅広い意味があります。

各セッションの講演者、発表タイトルは、大会ウェブアプリからご確認ください

<https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2018/top>

一般セッション

※セッションタイトル前のアルファベットは言語記号です。

EE → 発表資料（スライド・ポスター）も発表言語も英語です。

EJ → 発表資料は英語です。発表言語は発表者が英語または日本語から選択します。

JJ → 発表資料も発表言語も発表者が英語または日本語から選択します。

※会場に「ポスター会場」とあるものは、ポスター発表です。

表示されているポスターの発表時間（コアタイム）には、発表者できる限りボードの前で説明を行いますが、滞在可能時間が限られている場合には、ボードに滞在時間票を掲示して対応しています。

※予稿本文は大会ウェブ上にて公開しています。

<https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2018/top>

※撮影・取材については、発表者本人に直接交渉してください。発表者の許可のない撮影はお断りしております。

※幕張メッセ国際会議場 1F, 103 会場横にプレスエリアを設けております。インターネット回線、プリンタ、作業用デスクをご用意しておりますので、ご自由にお使いください。

発表番号	PPS01-05
発表日時・会場	21日 10:05-10:20 / Room 304
セッションタイトル	P-PS01 [EE] Outer Solar System Exploration Today, and Tomorrow
発表者氏名	Michiko W Morooka
発表タイトル	The ring and ionosphere interaction of Saturn: the RPWS observations during the Grand Finale
発表概要	We will present the first in-situ measurements of Saturn's ionosphere obtained by the RPWS instrument onboard the Cassini spacecraft during the Grand Finale orbits. The observations provided new insights of Saturn's ionosphere: dusty ionosphere affected by the D ring particles.
学術的な意義 インパクト	The first in-situ measurements of a gas giant's ionosphere revealed a unique characteristic of Saturn's ionosphere: dusty ionosphere affected by the D ring particles.
社会的な意義 インパクト	The first in-situ measurements of a gas giant's ionosphere revealed a unique characteristic of Saturn's ionosphere: dusty ionosphere affected by the D ring particles.
論文発表の有無	

【予稿本文】

On 15th September 2017, the Cassini spacecraft ended mission with a spectacular dive into Saturn's atmosphere. During the Grand Finale orbits Cassini performed a set of 22 flybys that flew through the equator region at the altitudes between the inner most ring, the D ring, and the ionosphere, provided unique in-situ measurements. The electron and ion measurements by the Radio and Plasma Wave Science (RPWS) instruments revealed a cold, dense, and dynamic ionosphere that interacts with the rings.

In the first orbit of Grand Finale orbits, plasma densities reached up to 1000 /cc, and electron temperatures below 1,160 K near closest approach. From the average ion mass inferred by the Langmuir probe, the dominance of the H⁺ ion species at the upper ionosphere were confirmed. However, some other high-altitude observations showed the signature of a heavier ion species (> 18 amu) dominance near the equator and differences in the ion and electron densities, indicating the presence of negatively charged dust.

During the last low-altitude orbits and the final plunge, the electron densities up to $6 \cdot 10^3$ /cc had been observed near the closest approach at 1,500 km altitudes. On the other hand, the ion densities were in excess of the electron density up to $5 \cdot 10^4$ /cc below the altitudes of 3,000 km, where heavier ion mass were also inferred. By comparing the RPWS observed electron and ion densities with the ion densities of various species detected by the Ion and Neutral Mass Spectrometer (INMS), a dominance of the heavy positive ion species and the possible presence of the heavy negatively charged cluster ions are identified.

The ion and electron density variations observed in various altitudes range during the Grand Finale orbits indicates the dynamic interaction between the D ring and the ionosphere.

発表番号	PEM10-13
発表日時・会場	22日 9:35-9:50 / Room 304
セッションタイトル	P-EM10 [EE] Coupling Processes in the Atmosphere-Ionosphere System
発表者氏名	Liu Huixin
発表タイトル	GPS 通信障害の原因となるプラズマバブルの発生源に迫る
発表概要	欧州 ESA の「GOCE」衛星観測を用い、電離圏下部における中規模重力波の全球分布を初めて示した。特に赤道域では海の上空より陸の上空で活発になっていることがわかった。また、重力波が活発な地域ではプラズマバブルも多く、バブルの発生源が重力波である可能性を裏付けた。重力波は熱帯対流活動で励起され、砕波と 2 次波の再生により電離圏まで伝搬することで天気と宇宙現象のつながりを示唆している。
学術的な意義 インパクト	GPS システムは高度約 100km 以上の電離圏で発生するプラズマバブル (EPB) と呼ばれる現象に大きく影響される。EPB の発生源が電離圏 F 下部の大気重力波であるかどうかは長年議論されたが、この領域の中性大気観測が難しいため不明であった。本研究は世界初の電離圏 F 層下部その場観測を利用し、中規模重力波の全球分布と季節変動を明らかにしたことで、GPS に障害を与える EPB を予測するのに重要な意味がある。
社会的な意義 インパクト	超高層大気領域は、衛星や宇宙ステーションが飛んでいる領域である。超高層大気の状態は通信や空間測位システムを左右するので、宇宙天気重要な部分になっている。本研究で明らかになった大気重力波全球分布は、宇宙天気予報の精度向上に役立つと期待される。
論文発表の有無	Huixin Liu, N. Pedatella, K. Hocke, Medium-scale gravity wave activity in the bottomside F region in tropical regions, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 44, doi: 10.1002/2017GL073855, 2017. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2017GL073855/pdf 九州大学でプレスリリースされた

【予稿本文】

Thermospheric gravity waves (GWs) in the bottomside F region have been proposed to play a key role in the generation of equatorial plasma bubbles (EPBs). However, direct observations of such waves are scarce. This study provides a systematic survey of medium-scale (<620 km) neutral atmosphere perturbations at this critical altitude in the tropics, using 4 years of in situ Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer satellite measurements of thermospheric density and zonal wind. The analysis reveals pronounced features on their global distribution and seasonal variability: (1) A prominent three-peak longitudinal structure exists in all seasons, with stronger perturbations over continents than over oceans. (2) Their seasonal variation consists of a primary semiannual oscillations (SAO) and a secondary annual oscillation (AO). The SAO component maximizes around solstices and minimizes around equinoxes, while the AO component maximizes around June solstice. These GW features resemble those of EPBs in spatial distribution but show opposite trend in climatological variations. This may imply that stronger medium-scale GW activity does not always lead to more EPBs. Possible origins of the bottomside GWs are discussed, among which tropical deep convection appears to be most plausible.

発表番号	PCG21-15
発表日時・会場	21日 16:20-16:35 / Room A01
セッションタイトル	P-CG21 [EE] 宇宙・惑星探査の将来計画と関連する機器開発の展望
発表者氏名	植田 千秋
発表タイトル	The development of apparatus to separate and identify the volatile solids from its translation caused by a magnetic field gradient
発表概要	これまで磁気分離は、強い磁性を有する一部の物質のみで有効だった。本研究では、先行研究 [Sci. Rep 6 (2016) 38431] で実証された原理に基づき、氷、ドライアイスなどの低温固体の粒子を、物質の種類ごとに分離できることを、小型のネオジム永久磁石を用いて実証した。開発した装置は小型で堅牢であるため、や探査機やドローンに搭載することで、遠隔地域における物質分布の効率的な調査に有効である。
学術的な意義 インパクト	自然科学では、異種粒子の集団を分析することが多いが、その際、前処理として粒子の集団を物質の種類ごとに分離し、物質を識別する技術が望まれる。しかしこれを精度よく効率的に進める技術は、確立していなかった。即ち有機化学の分野でクロマトグラフィ技術の導入が分析に変革をもたらしたように、本研究は、将来、混合固体の精密分析に大きく寄与する可能性が高い。
社会的な意義 インパクト	磁気分離は、磁性鉱物を分離・抽出する技術として活用されてきたが、今後はレアアースや貴金属など、磁性が弱いあらゆる希少資源の抽出に適応できるようになる。即ち資源の原石を単物質の粒子に粉碎し、磁気分離にかける単純な工程で、抽出が可能となる。この技術は都市鉱山を対象としたリサイクルにも応用できる。また低エネルギー消費で磁場効果を引き出せる点で、省エネルギー化の推進という社会的要請にも合致する。
論文発表の有無	

【予稿本文】

自然界に存在する固体物質の大多数は反磁性体に属し、磁場中では物質ごとに異なる反磁性磁化を発生するが、その大きさは磁鉄鉱や金属鉄の磁化に比べ 5~6 桁も小さく、磁場による並進運動が検討されることはなかった。先行研究で私たちは、種類が異なる難揮発性粒子の集団を室温の微小重力空間に浮遊させた後、ネオジム永久磁石による磁場勾配によって磁場の外へ並進させた。その結果、粒子は物質固有の磁化率の差異によって、物質ごとの集団に分離することを初めて見出した [1][2]。さらにその並進速度から粒子ごとの磁化率が計測でき、その値から未同定の物質の種類を非破壊で識別できることを実証した。今回、これらの実験を T=200K 付近の低温空間で行う装置を開発し、これを用いて代表的な揮発性固体である氷 Ih およびドライアイスで、上記の 2 つの磁気的機能を実証した。外惑星領域に存在する固体の大多数は、氷、ドライアイス、エタン、窒素などの揮発性物質であり、今回の装置および測定結果は、その存在比を無人探査で計測する新たなシステムの基盤となりえる。

上記の分離・識別の原理を以下に示す。希薄な中性ガス媒体で満たされた μg 空間に、の一方方向に単調減少する磁場分布を、一方方向に単調減少する磁場を設定し、その中の一点で、質量 m の単一の反磁性粒子を静かに開放する。すると粒子内には磁場と逆方向に反磁性磁化が発生し、これが磁場勾配による磁気力を生む結果、粒子は磁場ゼロの方向に並進する。この時、磁場ゼロの空間での終端速度 v_T は得る終端速度、エネルギー保存則により、初期位置の磁場強度と物質固有の磁化率のみに依存し、 m に依存しない [3]。そこで、体の粒子粒子はで表されるをゼロ、磁場強度を B_0 とするからした常磁性粒子は $20 \chi^{1/2}$ 、弱磁性粒子をのみ今、上と同じ設定で単一粒子の代わりに、物質の種類が異なる複数の粒子を同一位置から開放すると、それらの粒子は、粒子質量の大小に関係なく、(磁化率の差異によって) 物質の種類ごとの集団に分かれて並進する。それらを回収することで、反磁性粒子集団の、磁気分離が実現する [1]。

太陽系内において固体物質の詳細な物質分布を知るには、広い空間領域で無人探査を実施し、各観測点での物質の存在頻度のデータを効率よく分析し蓄積する必要があるつつ、結果を地球に。このような目的の搭載装置には、1) 小型で力学的強度が強いこと、2) 大電力を必要としないこと 3) 動作原理が単純で、その科学的根拠が容易に検証できること、4) 可能であれば試料を非破壊で分析できること、などの条件が求められる。今回開発した装置は、上記の条件をほぼ満たしており、将来的には、既存の質量分析計や赤外分光計装置などの既存の装置をを補完する役割を果たせる可能性がある。

実験では、まず寒剤を充填した断熱二重ガラス容器内に、小型のネオジム永久磁石 (40 x 30 x 20mm) を固定して磁場勾配を発生させ、これを落下用の木製ボックス内 (400 x 400 x 300mm) に設置する。このボックスを 180cm の高さから自由落下させ、約 0.5 秒間の短い微小重力空間を作る。自由落下中に粒子が引き起こす並進運動を高速度カメラで観測し、得られた終端速度から磁化率を求める [3]。上記の実験で得た結果に基づき、粒子の磁化率定値を文献値と比較し、粒子の物質同定が原理通り実現するか確認する。以上の結果に基づき、無人探査機に装置を搭載する場合の問題点 (装置の小型・軽量化など) を検討する。また今後、100K 以下の固化温度を有するエタン、メタンおよび窒素の粒子に関する実験を実現するための課題について考察する。

References: [1] K. Hisayoshi, C. Uyeda, K. (2016) Terada, Sci. Reps 6 38431. [2] You tube 「現存する全物質を永久磁石で磁気分離する」. [3] Uyeda, Hisayoshi, Kanou, (2010) J. Phys. Soc. Jpn. 79, 064709,

発表番号	AAS07-02
発表日時・会場	23日 9:15-9:30 / Room A07
セッションタイトル	A-AS07 [JJ] 成層圏・対流圏過程とその気候への影響
発表者氏名	廣田 渚郎
発表タイトル	2016年 QBO 崩壊に対するエルニーニョと海氷の影響
発表概要	2016年2月に、成層圏準2年周期振動(QBO)が、1953年からの観測史上初めての特異な振る舞いをした。高度23kmで、下降する西風位相の中に予測されない東風が現れた(QBO崩壊)。観測/再解析データの重回帰分析、及び大気気候モデルによる大規模アンサンブルの数値実験を行い、QBO崩壊をもたらした大気波動の半分程度は、2016年の特に強いエルニーニョと温暖化に伴って減少した海氷偏差に起因するものである事が示された。
学術的な意義 インパクト	1953年からの観測で、初めて発生したQBO崩壊イベントの原因について、エルニーニョと海氷の役割を示した。特にそれらの相対的寄与について、大規模アンサンブル数値実験から定量的に示された。特異なQBO崩壊イベントの理解を通して、近年、研究が盛んな対流圏・成層圏の相互作用に関するプロセス理解にも貢献した。
社会的な意義 インパクト	QBOは、この数十年間、非常に規則的な振る舞いが観測されてきており、その周期性と対流圏気候への様々な影響から、その長期天気予報への重要性が知られている。しかし、エルニーニョの変調や、温暖化に伴う海氷減少によって、その規則性が損なわれる可能性が示された。温暖化の成層圏を介した気候影響の新たな一面も示された。
論文発表の有無	Hirota, N., H. Shioyama, H. Akiyoshi, T. Ogura, M. Takahashi, Yoshio Kawatani, M. Kimoto, and M. Mori, 2018: The El Nino and the Arctic sea-ice influence on the unexpected disruption of the QBO in February 2016. nature partner journal Climate and Atmosphere

【予稿本文】

The westerly phase of the quasi-biennial oscillation (QBO) was unexpectedly disrupted by an anomalous easterly near 40 hPa (~23 km) in February 2016. At the same time, a very strong El Nino and a very low Arctic sea-ice concentration in the Barents and Kara Sea were present. Previous studies have shown that the disruption of the QBO was primarily caused by the momentum transport of the atmospheric waves in the Northern Hemisphere. Our results indicate that the tropical waves evident over the Atlantic, Africa, and the western Pacific were associated with extratropical disturbances. Moreover, we suggest that the El Nino and sea-ice anomalies in 2016 account for approximately half of the disturbances and waves based on multiple regression analysis of the observational/reanalysis data and large-ensemble experiments using an atmospheric global climate model.

発表番号	ACG36-08
発表日時・会場	23日 15:45-16:00 / Room 104
セッションタイトル	A-CG36 [EE] 衛星による地球環境観測
発表者氏名	横山 千恵
発表タイトル	GPM DPR と CMIP5 データを用いた初夏の日本付近における降水特性の将来変化推定
発表概要	GPM 衛星搭載降水レーダ観測と CMIP5 気候モデルの大規模場予測とを組み合わせ、初夏の日本付近における降水特性の将来変化を推定した。重要な結果として、将来、組織化した雨の影響域が現在より北に広がるという予測が得られた。関東地方や東北地方、日本海側では現在は組織化した雨は少ないが、将来は顕著に増加する。組織化した雨の増加は強雨の危険性の高まりを意味しており、これらの地域では強雨に対する適切な対策が必要である。
学術的な意義 インパクト	現在の気候モデルは、降水の詳細な特性の予測は難しいが、大規模な環境場はある程度予測できる。本研究では、GPM 衛星搭載の降水レーダ観測と、CMIP5 気候モデルによる大規模環境場の予測とを組み合わせ、物理的関係に基づいて将来の気候変化に伴う降水特性変化を推定できた。衛星観測と気候モデルどちらか一方では得られない降水特性の将来変化に関する情報を、両者を組み合わせることにより得られたことは学術的インパクトが大きい。
社会的な意義 インパクト	多様な特性を持つ初夏の日本付近の雨の将来変化を推定できたことは社会的意義が大きい。特に、強雨を伴い甚大な災害をもたらす線状降水帯などの組織化降水に関する情報は、防災上の観点から社会的インパクトが大きい。組織化降水は日本の多くの地域で増加が予測された。特に、現在は組織化降水が少ない日本海側、関東・東北地方で、将来は顕著な増加が示された。これらの地域では強雨の危険度が高まるので適切な対策が必要である。
論文発表の有無	

【予稿本文】

Early-summer precipitation around Japan has a variety of characteristics, and it is an urgent issue to obtain information on its future change as accurately as possible. While current climate models have difficulties in predicting detailed precipitation characteristics, they have skills in predicting large-scale environments to some extent. In this study, we estimate future changes in precipitation characteristics by combining Global Precipitation Measurement (GPM) Dual-frequency Precipitation Radar (DPR) observation and Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) large-scale projections.

We first relate characteristics of rain events (REs) observed by the GPM DPR with large-scale environments. Rain events during May–July 2014–2017 are classified into “mid-latitude”, “organized”, and “small” types, which are identified by Yokoyama et al. (2017). These three types exist associated with different environments in terms of the subtropical jet and lower-tropospheric convective instability (Yokoyama et al. 2017). Based on this knowledge, we make look-up tables for three RE types with two indices: ascent at 500 hPa and sea surface temperature (SST). Using the look-up tables, we then reconstruct precipitation with CMIP5 large-scale environments, and predict its future change.

Twenty-four CMIP5 model ensembles of reconstructed early-summer precipitation are examined in the current (1980–2005) and future (2075–2100) climates. It is shown that patterns of precipitation change are significantly different among three types. Notably, organized precipitation will increase in Kanto-region around Tokyo, the northeastern part, and the Sea of Japan side of the Japanese archipelago, where the present amount is relatively small. Since maximum intensity of REs is significantly more intense in organized systems than other two types, we should take appropriate action for those regions where organized systems increase in future.

[Acknowledgment]: This study is supported by JSPS KAKENHI Grant 15H02132, the Environment Research and Technology Development Fund (2–1503) of Environmental Restoration and Conservation Agency, and the 8th RA of the Japan Aerospace Exploration Agency Precipitation Measuring Mission science.

発表番号	ACG40-06
発表日時・会場	24日 12:00-12:15 / Room 106
セッションタイトル	A-CG40 [JJ] 陸域生態系の物質循環
発表者氏名	伊勢 武史
発表タイトル	ディープラーニングでリモートセンシングを「再発明」する
発表概要	デジカメの顔認識など画像認識は発展いちじるしいが、それに用いられる機械学習は、人の顔など形の決まったものに適し、植物の群落のような不定形のは苦手であった。本研究では発想の転換によって、ディープラーニングを用いた植生の識別に成功した。従来の機械学習の概念では、植物の1個体や1枚の葉を教師画像としていたが、開発した「こま切れ写真法」では、植物の群落が写った画像を細かく分割し、その特徴を学習した。
学術的な意義 インパクト	リモートセンシングは、地球表面の観測に大きな貢献をしてきた。しかし、従来のリモートセンシングは、各観測点（ピクセル）単独の情報のみを用いたものが主流であった。これでは解析で得られるデータに限界があるため、高額なセンサーを開発し、人工衛星や航空機を多用し、人海戦術の目視で状態を判別するなど、コストが非常にかかっていた。本研究の技術は、無償だが低クオリティのデータを用いて高精度の判別を実現した。
社会的な意義 インパクト	本研究では、コケ植物・竹林・果樹園・人工林などを自動識別できるようになった。さらには、種多様性の高い温帯針広混交林での樹種識別までも可能になりつつある。この画期的な技術は海外メディアからの注目も集め、すでに特許出願している。Google Earth などから植物の自動識別が可能になるとしたら、それは革命ではないだろうか。このようにリモートセンシングを「再発明」することで、環境解析などで社会に貢献できると考えている。
論文発表の有無	Takeshi Ise, Mari Minagawa, Masanori Onishi, 2018, Open Journal of Ecology, DOI: 10.4236/oje.2018.83011

【予稿本文】

航空機・人工衛星・近年ではドローンなどの発達により、リモートセンシングは、地球表面の非破壊・非接触の観測に大きな貢献をしてきた。フィールド観測では到底観測しきれないエリアをカバーできるのがリモートセンシングの長所であり、また時間解像度が高いうえに、観測の同時性と均質性が保たれているのもメリットである。しかし、従来のリモートセンシングデータの解析は、各観測点（ピクセル）単独の情報のみを用いた、空間0次元のものが主流であった。これでは解析で得られるデータに限界があるため、可視光以外の放射を観測するためマルチスペクトル化を進めたり、人海戦術で航空写真から目視で状態を判別するなど、コストのかかる進歩や利用が多かった。

目視による判別は、コストはかかるが有効な方法である。人間は画像中のテクスチャ（空間2次元の情報）を認識し、それを分類することができる。従来のコンピュータ解析ではこのテクスチャ情報が捨てられていたので、目視による判別は、コストの問題・個人差の問題などが存在しても、依然としてリモートセンシングの分野で用いられ続けてきたのである。

コンピュータによる自動解析で、画像中のテクスチャを認識することができればすばらしい。これは当たり前の発想かもしれないが、その実現は進んでいなかった。デジタルカメラの顔認識など、コンピュータによる画像認識技術は発展いちじるしいが、それを可能にしている機械学習は、人の顔・自動車・イヌ・ネコといった、形のはっきりした対象物の識別に向いており、リモートセンシングで得られる植物の群落タイプの識別のような、不定形の対象物の識別は困難であると考えられてきたのである。

本研究では、画像認識技術として近年注目を集めているディープラーニングを用い、植物のテクスチャを自動識別する手法の開発を行った。これを実現するために必要なのは発想の転換であった。従来の機械学習における「教師画像」の概念では、植物の1個体、または1枚の葉の画像を教師画像とする必要があったが、開発した「chopped picture method」では、植物の群落が写った画像を細かく分割し、そのテクスチャの特徴量をディープラーニングで抽出するようにしたのである。

その結果、コケ植物・竹林・果樹園・人工林などをかなりの精度で自動的に識別できるようになった。さらには、種多様性の高い温帯針広混交林での樹種識別までも可能になりつつある。この画期的な技術は海外のメディアで紹介されるなどの注目を集め、日本国内でもすでに特許を出願している。Google Earth など無償のリモートセンシングデータから、植物タイプの自動識別が可能になるとしたら、それは革命ではないだろうか。このようにリモートセンシングを「再発明」することで、環境諸学や生態学などの発展に寄与できると考えている。

発表番号	AHW22-23
発表日時・会場	24日 16:45-17:00 / Room 104
セッションタイトル	A-HW22 [EJ] 水循環・水環境
発表者氏名	田代 悠人
発表タイトル	極東ロシアにおける永久凍土の季節的変動が溶存鉄の挙動に与える影響
発表概要	鉄はあらゆる生物にとって必須であり、海洋の生物生産に深く関与する。世界でも有数の豊かな海として知られるオホーツク海の海洋生態系を支える重要な物質の一つが、アムール川流域の湿原から溶け出した高濃度の鉄である。現在我々は、アムール川に溶け出る鉄の量は、永久凍土の融解によって変化するのではないかと考えている。本発表では、永久凍土の変動が与える土壌水及び河川の溶存鉄濃度への影響について報告する。
学術的な意義 インパクト	永久凍土の表層は夏季の融解と冬季の凍結を繰り返す活動層と呼ばれる。活動層での研究例は、その多くがメタン等の炭素に関わるものであった。一方で永久凍土と鉄に関する研究例は少なく、そのほとんどは夏季の一時的な測定例が多い。そこで我々は永久凍土の融解や凍結といった変動を考慮して経時的に土壌水及び河川の溶存鉄濃度を観測することで、永久凍土の変動と溶存鉄濃度の関係性の解明を目指している。
社会的な意義 インパクト	陸域からの鉄の溶出量が永久凍土の変動によって変化していることが分かれば、今後の地球温暖化によってオホーツク海への鉄供給量がどのように変化するか予測するための重要なデータとなる。海から程遠い永久凍土が海の生物生産に影響するという自然科学的な重要性のみならず、オホーツク海の水産資源や漁業といった我々の社会生活に関わる社会的意義を含む。
論文発表の有無	

【予稿本文】

The primary production of the sea of Okhotsk is supported by abundant iron (mostly organic connected iron) derived from wetlands and forests in Amur basin. Dissolved iron(dFe) concentration in Amur river, however, appears to be influenced by degradation of permafrost which widely exists under the ground of Amur basin. Towards a better understanding of iron transport mechanism in permafrost-affected surface environments, we regularly sampled soil waters and river waters in Far East Russia, as permafrost thaws seasonally during May and November 2017, and we analyzed the concentration of dFe($<0.45\mu\text{m}$) and as well as other basic parameters.

In 2017, during snow-melt season in May, dFe in river increased rapidly with the highest concentrations of 1.1 mg/L, and topsoil waters also had high dFe with the value of 3~5 mg/L. The permafrost table was located just under the ground at that time, hence melted water can not infiltrate and covered the topsoil. In that case, organic acids can be leached from vegetation litter and organic rich topsoil, so it would be easy to form organic connected iron in the pore water which can leach rapidly along the shallow permafrost table. From May till July, dFe in river went down to 0.15mg/L, and soil water kepted dFe around 1mg/L. In August and September: the period of most melted season of permafrost, dFe of some soil water indicated much increase. So June and July might be the time to develop the reductive condition to take place reducing of iron (Fe(III)). Addition to production of dFe, Fe (II) transport through diffusing from deep mineral soil layer can be the caution of increasing dFe concentration in late summer. Although the soil water had high dFe concentration in late summer, dFe in the river did not show increasing trend. Since dFe in the river had the positive significant relationship with DOC during all sampling periods ($R^2 = 0.51$, $p < 0.01$), most of dFe can be organic connected iron in the river. Therefore, dFe production and Fe (II) diffusing in late summer might be the important behavior to form run-out possible dFe (mostly organic-iron) in active layer especially peat soil. Furthermore, river dFe concentration could be influenced by seasonal hydrological events such as spring flood or summer precipitation rather than dFe concentration in active layer.

発表番号	AOS17-08
発表日時・会場	21日 15:45-16:00 / Room 106
セッションタイトル	A-OS17 [JJ] 沿岸域の海洋循環と物質循環
発表者氏名	林 美鶴
発表タイトル	津波による大阪湾の底泥巻き上げがもたらす海水の水質変化
発表概要	南海トラフ地震による津波の数値シミュレーションを行い、大阪湾東部の浅海域で海底堆積物が巻き上がる可能性を示した。また、堆積物に含まれる重金属や栄養塩類が同時に放出されるため、これらの海水中濃度が環境基準を上回り、大阪湾の生物生産環境に影響を与える可能性がある。さらに、巻き上げられた堆積物の津波後の拡散をシミュレーションし、数ヶ月間は大阪湾を漂い、一部は周辺海域へ流出する。
学術的な意義 インパクト	我々は、津波に起因して海で起こり得る危険事象を「津波マリンハザード」と定義した。3D 海洋数値シミュレーションモデル FVCOM を用いた津波の予測計算に世界で初めて成功し、地震と津波の発生から津波の終息以降まで、海水流動や海洋成層構造を連続的に解くことを可能にした。これにより、津波マリンハザードの一つである海洋環境の変化を、様々な時間スケールで定量的に予測する事が可能となった。
社会的な意義 インパクト	次に発生する南海トラフ地震による津波は、高度経済成長期以降初めて起こる津波であり、都市部を抱える大阪湾周辺では、被害の規模や質がこれまでとは異なる可能性がある。津波防災は人に対する直接的な被害が優先されており、津波による海洋環境の変化を数値シミュレーションにより予測した事例は過去にない。生活・経済基盤の一つである海洋環境の改変について予測する事は、大規模災害対策を考える上で重要な要素である。
論文発表の有無	# S. NAKADA, M. HAYASHI, S. KOSHIMURA, Y. TANIGUCHI and E. KOBAYASHI, 2017, Journal of Advanced Simulation Science Engineering # S. NAKADA, M. HAYASHI, S. KOSHIMURA, S. YONEDA and E. KOBAYASHI, 2016, International Journal of Offshore and Polar Engineering

【予稿本文】

Huge tsunami will be caused by the Nankai Trough Earthquake, will attack Osaka Bay. Nakada et al. (2015) simulated the tsunami caused by the Nankai Trough Earthquake. Osaka Bay was divided into a 50 m grid horizontally in the model with one vertical dimension. And the flow speed and height of the tsunami was calculated for every 0.5 seconds from the earthquake occurrence to 600 minutes. Then the non-dimensional bed shear stress was estimated (Hayashi et al., 2015). It means that the rolling up of the bottom sediment will not occur (negative) or happen (positive). The result shows that the bottom sediments are suspended in the inner part of Osaka Bay. It means that the various materials contained in the sediment are also released to the water column. Nakayama (2011) concluded that the nutrient supply from the sea floor cannot be omitted when evaluating the low trophic level ecosystem and natural environment of the Seto Inland Sea. The densities of cadmium and mercury in the marine sediment of Osaka Bay are higher about 2 times of it in Sendai Bay, and are the high level same as Tokyo Bay (Shimizu et al., 2008). Therefore, the possibility of quality changes in the seawater caused by the suspension of the bottom sediment in the inner part of Osaka Bay due to the tsunami caused by the Nankai Trough Earthquake is shown and discussed. The concentrations of materials in the water column after the suspension by tsunami were standardized by the environmental standard of seawater. The suspend sediments will remain in the eastern part of the Osaka Bay during the tsunami. The standardized concentrations in the water column of Zn, Pb, TP and TN are high in the wide area of the inner part of Osaka Bay. It is necessary to estimate the influence on the primary production considering both the nutrient and SS concentrations because the photoenvironment in the seawater will change according to SS. The correlations of the standardized concentrations in the water column and the concentrations in the sediment are linear.

発表番号	AAS06-P10
発表日時・会場	23日 13:45-15:15, 17:15-18:30 / ポスター会場
セッションタイトル	A-AS06 [EJ] 大気化学
発表者氏名	中澤 暦
発表タイトル	インドネシア・中央スラウェシ州パルにおける小規模金採掘に由来する水銀蒸気とそのヒトへの健康リスクの推定
発表概要	インドネシア中央スラウェシ州都で人口約30万人のパル市で、大気中の水銀を観測し、ヒトへの健康リスクの評価を行った。市中心部から約4km地点に小規模金採掘活動(ASGM)地点があり、ASGM地域で平均12,000(瞬時値の最大では1,200,000)ng/m ³ 程度、市域で1000~5000ng/m ³ の大気中水銀濃度(清浄地域では1.5ng/m ³ 程度)が観測されることがあった。地衡風の影響で年間を通して一帯が水銀蒸気に覆われていた。市域でもヒト健康リスクが懸念された。
学術的な意義 インパクト	水銀の大気への放出の最も多いのが、ASGMであり、その量は全球で727t/yearと推定される。2017年8月、水俣条約が発効され、水銀の規制は進むと考えられるが貧困問題と密接にかかわっているため規制が効力を発揮するには時間がかかると予想される。ASGMサイトで経口由来のリスク解析は研究例があるがその測定の高難しさから大気中水銀を測定例が少なく、さらに吸入暴露由来のリスクについて検討した例も少なく、学術的に意義のある論文である。
社会的な意義 インパクト	近年、家庭内でASGM操業し、わが子を失う(毒性による死亡と考えられる)事例も報告されている。本研究は、現場作業者が水銀の毒性を見聞きし、薄々は感じているであろう水銀蒸気由来のリスクを定量的に評価し、現行のASGM活動に警鐘を鳴らしたところに最大の特徴がある。本研究の結果、今後、政策意思決定者に科学的根拠をもってリスクについて考えさせたり、シナリオ解析などによるリスク削減策の検討を促すことが可能だろう。
論文発表の有無	Koyomi Nakazawa, Osamu Nagafuchi, Tomonori Kawakami, Takanobu Inoue, Kuriko Yokota, Yuka Serikawa, BasirCyio, Rosana Elvince 2016, Ecotoxicology and Environmental Safety

【予稿本文】

Emissions of elemental mercury, Hg(0), from artisanal small-scale gold mining activities accounted for 37% of total global Hg(0) emissions in 2010. People who live near gold-mining areas may be exposed to high concentrations of Hg(0). Here, we assessed the human health risk due to Hg(0) exposure among residents of Palu city (Central Sulawesi Province, Indonesia). The area around the city has more than 60 tons of gold reserves, and the nearby Poboya area is the most active gold-mining site in Indonesia. Owing to its geography, the city experiences alternating land and sea breezes.

Sampling was done over a period of 3 years (from 2010 Aug. to 2012 Dec.) intermittently with a passive sampler for Hg(0), a portable handheld mercury analyzer, and a mercury analyzer in four areas of the city and in the Poboya gold-processing area, as well as wind speeds and directions in one area of the city. The 24-h average concentration, wind speed, and wind direction data show that the ambient air in both the gold-processing area and the city was always covered by high concentration of mercury vapor. The Hg(0) concentration in the city was higher at night than in the daytime, owing to the effect of land breezes. These results indicate that the inhabitants of the city were always exposed to high concentrations of Hg(0).

The average daytime point-sample Hg(0) concentrations in the city, as measured with a handheld mercury analyzer over 3 days in July 2011, ranged from 2,096 to 3,299 ng m⁻³. In comparison, the average daytime Hg(0) concentration in the Poboya gold-processing area was 12,782 ng m⁻³. All of these concentrations are substantially higher than the World Health Organization air-quality guideline for annual average Hg exposure (1000 ng m⁻³). We used the point-sample concentrations to calculate hazard quotient ratios by means of a probabilistic risk assessment method. The results indicated that 93% of the sample population overall was at risk (hazard quotient ratio > 1 and cut off at the 95th percentile value of the sample population) of mercury toxicity, that is, damage to the central nervous system due to chronic exposure. The corresponding percentages for the northern, central, southern, and western areas of the city were 83%, 84%, 95%, and 95%, respectively. Our results indicate that the residents of Palu city are at serious risk from exposure to high concentrations of atmospheric Hg(0).

発表番号	HQR04-03
発表日時・会場	20日 9:45-10:00 / Room A08
セッションタイトル	H-QR04 [JJ] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス
発表者氏名	梶田 展人
発表タイトル	揚子江デルタを襲った4200年前の急激な気候寒冷化と世界最古の稲作文明の関係
発表概要	揚子江デルタでは、約7.5-4.2千年前にかけて世界で最古の稲作を中心とした新石器文明が栄えたが、4.2千年前に突然消滅し、300年間にわたり文明が途絶えたが、この原因は明らかになっていない。中国の東シナ海大陸棚に存在する陸源碎屑物堆積帯から採取された堆積物コアのアルケノン古水温分析(Uk37')から、約4.4-3.8年前に、複数回かつ急激な寒冷化が発生していたことが示された。この寒冷化は長江新石器文明崩壊の一因になったかもしれない。
学術的な意義 インパクト	これまで揚子江の新石器文明崩壊の原因についてはこれまで定説が無かったが、本研究から大規模な気候変動(寒冷化)が原因であった可能性が高まった。この気候変動は、全球規模の現象であったと考えられる4.2kaイベントに関連したものであると考えられ、東アジアでは、モンスーン、ENSO、黒潮の変調などの要因が関連し、揚子江に大寒冷期がもたらされたと考えた。この成果は、4.2kaイベントの詳細を解明する一助となるだろう。
社会的な意義 インパクト	近年、完新世の気候変動は人類文明の盛衰に強く関係していた可能性が多くの研究で指摘されている。地球温暖化による急激な気候変動が懸念されている現在、完新世の気候変動を定量的かつ高時間解像度で復元し、そのメカニズム及び人類への影響を明らかにすることは、将来の気候変動とその社会への影響を予測する上で重要である。本研究の結果は、気候変動が稲作を基盤とする社会に壊滅的な被害を与える可能性を示唆している。
論文発表の有無	

【予稿本文】

近年、完新世の気候変動は人類文明の盛衰に強く関係していた可能性が多くの研究で指摘されている。地球温暖化による急激な気候変動が懸念されている現在、完新世の気候変動を定量的かつ高時間解像度で復元し、そのメカニズム及び人類への影響を明らかにすることは、将来の気候変動とその社会への影響を予測する上で重要である。

東アジアの揚子江デルタでは、約7.5-4.2 cal. yr BPにかけて世界で最古の稲作を中心とした新石器文明が栄えたが、4.2 cal. yr BPに突然消滅し、300年間にわたり文明が途絶えたが、この原因は明らかになっていない。そこで、本研究では文明盛衰の背景にあった環境変動を解明すること目的とした。

中国の東シナ海大陸棚に存在する陸源碎屑物堆積帯 (Inner shelf mud belt) から採取された堆積物コア (MD06-3040) のアルケノン古水温分析 (Uk37') を行い、完新世の表層水温 (SST) 変動を高時間解像度で明らかにした。コア採取地は沿岸の浅海であるため、SST は気温 (AT) と良い相関がある ($[AT] = -10.8 + 1.35 \times [SST]$; $r^2 = 0.90$, $p < 0.001$)。よって、Uk37' -SST の復元記録から揚子江デルタの AT を定量的に推定することができる。Uk37' -SST のデータに基づくと、Little Ice Age (約 0.1-0.3 cal. kyr BP の寒冷期) など全球的な気候変動と整合的な温度変化が復元されたことから、この指標の信頼性は高いと言える。そして、約 4.4-3.8 cal. kyr BP には、複数回かつ急激な寒冷化 (3-4°C の水温低下、3-5°C の気温低下に相当) が発生していたことが示された。この寒冷化は 4.2 ka イベントに呼応し、顕著な全地球規模の気候変動と関連するものと考えられる。この時期に、東アジア及び北西太平洋では、偏西風ジェット の北限位置の南下、エルニーニョの発生頻度の増加、黒潮の変調 (Pulleniatina Minimum Event) などの大きな環境変動が先行研究より示唆されている。これらの要素が相互に関係し、急激な寒冷化およびアジアモンスーンの変調がもたらされた可能性が高い。本研究が明らかにした急激で大きな寒冷化イベントは、稲作にダメージを与え、揚子江デルタの社会や文明を崩壊させる一因となったかもしれない。

発表番号	HQR04-04
発表日時・会場	20日 10:00-10:15 / Room A08
セッションタイトル	H-QR04 [JJ] 第四紀：ヒトと環境系の時系列ダイナミクス
発表者氏名	川幡 穂高
発表タイトル	過去 3000 年間の日本人と日本社会が経験した気候・環境
発表概要	強い季節風の冬期を除くと、日本の湾では水温と気温が高相関を示すので、高精度のアルケノン水温より夏期気温を過去 3,000 年間にわたり西日本（広島）と北日本（噴火湾）において誤差 0.3°C 程度で復元した。日本社会の大変革期は、世紀以上の継続時間のある大寒冷期にタイミングが一致していた：縄文/弥生時代境界、弥生/古墳時代境界、古墳時代/貴族政治時代境界、貴族政治/武家時代境界、武家時代/近代境界。
学術的な意義 インパクト	日本人が経験した気温のデジタル復元、その背景となる気候変動プロセスの解明、さらに、日本社会への影響評価の結果を発表する。
社会的な意義 インパクト	日本社会の形成に気候も役割を果たした可能性が高いこと、将来の気候変化の背後にある気候変動プロセスの解明は学術的にも社会的にも重要と考える。
論文発表の有無	正確には、半分が発表済みで、半分が投稿済みです。 Kawahata, H., Ishizaki, Y., Kuroyanagi, A., Suzuki, A., and Ohkushi, K. (2017) Quantitative reconstruction of temperature at Jomon site in the Incipient Jomon period in northern Japan and its implication for the production of ear

【予稿本文】

高度に文明化された現代社会においても、気候変動は多大な影響を人間社会に与える。気温は最も重要な環境因子である。強い季節風が吹く冬の時期を除くと、海水の水温と大気平均気温が高い相関を示すことを利用し、アルケノン水温の精度が高いことに基づき、噴火湾と広島湾で水温より気温を復元した。過去 6,700 年間の北日本（噴火湾）における温度変化と人類活動については、2016 年の HQR15-07 で発表したの、今回は過去 3,000 年間の西日本（広島, Kawahata, et al., 2017, Quaternary International, 440, 102-117）と北日本（噴火湾）における推定気温の結果を報告する。噴火湾の場合、比較的高温だった期間は、500~300AD, 100BC~50AD, 670~900AD, 1900~2000AD であった。日本の南北の地域について概観すると、低温期は、1000~940BC, 800~700BC, 200BC 前後, 150~250AD, 560~620AD, 990~1150AD, 1750~1900AD であった。日本社会で認められる社会の大枠の変革期が世紀以上の継続時間のある大寒冷期にタイミングが一致していた：①縄文/弥生時代境界イベント、②弥生/古墳時代境界イベント、③古墳時代/貴族政治時代境界イベント、④貴族政治/武家時代境界イベント、⑤武家時代/近代境界イベント。現在のところ背後にあるプロセスは未解決である。

発表番号	HDS10-02
発表日時・会場	23日 15:45-16:00 / Room 105
セッションタイトル	H-DS10 [JJ] 津波とその予測
発表者氏名	三反畑 修
発表タイトル	火山性津波地震のメカニズム Part II: 津波解析
発表概要	鳥島近海地震は約10年間隔で発生し、地震規模(M5.6-5.7)の割に大きな津波を引き起こす津波地震の一種である。我々は、深海底水圧計の津波記録を解析し、数値計算に基づき地震に伴う海水面変動を推定した。結果、海底カルデラの直上に1m以上の大きな隆起が発生していたことを明らかにした。この結果は、鳥島津波地震が、海底カルデラ地下での水平クラック開口などの火山活動と密接に関係することを示唆する。
学術的な意義 インパクト	我々は、津波数値計算に基づき鳥島近海地震に伴う海水面変動の推定を行い、津波観測記録の高精度での再現に初めて成功したことで、地震に伴い大きな隆起が海底カルデラ内に集中して発生したことを明らかにした。この結果は、理解が不十分であった鳥島近海地震の地殻変動の情報を与えるもので、地震と海底カルデラの隆起現象との密接な関連を指摘した意義は大きく、未解明の火山性津波地震の発生機構の理解への貢献が期待される。
社会的な意義 インパクト	鳥島近海地震は、断層すべりに起因する一般的な地震とは異なり、中程度の地震規模でも効率的に津波を励起する(伊豆諸島で最大60cm)が、その発生機構の理解が十分でないため津波予測が難しい。本研究は、詳細な津波解析に基づき地震に伴う地殻変動を推定し、観測された津波波形の高精度な再現に成功した。この成果により、地震の発震機構のさらなる理解とともに、火山性の津波地震に対する津波予報の改良が大いに期待される。
論文発表の有無	1. Yoshio Fukao, Osamu Sandanbata, Hiroko Sugioka, Aki Ito, Hajime Shiobara, Shingo Watada, Kenji Satake, Mechanism of the 2015 volcanic tsunami earthquake near Torishima, Japan, 2018, Science Advances. 2. Osamu Sandanbata, Shingo Watada, Kenji Satake, Y

【予稿本文】

1. はじめに

鳥島近海地震(M5.6-5.7)は伊豆・小笠原島弧上の鳥島近海に位置する海底火山体の地下浅部で、ほぼ10年に一度観測されている、火山性の津波地震である。最新のイベントは2015年5月2日(JST)に発生した。本発表では、この地震により発生した津波の観測データに基づく、津波解析の詳細を報告する。なお、火山性津波地震の観測からメカニズム提唱までを含む本プロジェクトの概要は、深尾らによる別途発表に譲る。

2. 津波観測

2015年の鳥島地震に伴って発生した津波は、伊豆小笠原諸島沿いの島嶼部を中心に、潮位計等で数十cm程度の津波が観測され、特に八丈島八重根港では約60cmの最大振幅を記録した(JMA, 2015)。一方で、我々が震央距離約100kmの深海底に展開した計10点の水圧計アレーでも、高精度の津波記録の観測に成功した。アレーで観測された津波波形は、数mmの負の信号から始まり、2.0cm程度の正の信号が続き、同程度の振幅の後続波を伴っていた。そこで我々は、アレーで記録された津波波形を用いて解析を行い、鳥島地震に伴う地殻変動に伴う海水面擾乱、すなわち津波波源のモデル化を行った。

3. 津波の分散性を考慮した津波波線追跡

まず津波の分散性を考慮して、アレーの津波波形から低周波数成分から順に高周波数成分の位相走時を読み取り、平面波近似によってアレーへの入射方向を調べると、低周波位相ほど、震央と観測点位置を結ぶ大円方向から、入射方向が大きく外れることがわかった。我々は、分散性を含む線形重力波の位相速度式を用いて局所的津波位相速度場を再帰的に計算し、周波数ごとに津波波線追跡を行うことで、特に海溝沿いの深海部で位相速度が周波数によって大きく異なることが、これらの周波数特性の原因であることを明らかにした(Sandanbata et al., 2018, PAGEOPH)。

さらに、走時および入射方向の周波数依存性をもっともよく説明する点波源位置をグリッドサーチによって調べると、点波源は直径8km程度の円形をしたスミスカルデラのリム内に精度良く求まった。仮に点波源をカルデラ外にずらすと、走時と入射方向を同時に説明することはできなかった。一方、津波初動の入射方向も同様に調べ、それを初期値としてアレーから波線を射出し、初動の走時分だけ逆伝播させると、カルデラリム北端近傍に達した。これらの結果は、鳥島地震に伴う隆起現象はスミスカルデラの内部で主要な隆起が発生し、その広がりリムと同程度の広がりがあったことを示唆する。

4. 津波波形差分計算による津波波源モデリング

次に、津波伝播差分計算を行い、鳥島地震に伴う津波波源をより詳細に調べた(Fukao et al., 2018, Sci. Adv.)。上記の結果を踏まえて、スミスカルデラの中心を中心軸とする軸対象の津波波源とし、アレーでの波形記録を考慮して、ガウシアン型の中心隆起とそれを囲む微小な環状の海水面沈降から成る軸対象波源モデルを仮定した。この中心隆起の振幅Aおよび隆起域の半径Rのパラメータを変化させ、差分計算コードJAGURS(Baba et al., 2015, PAGEOPH)を用いて分散性を含む線形ブネスク方程式を解いた。

様々なパラメータを仮定した時のアレーでの計算波形と観測波形の規格化最小二乗和を計算し類似度を定量化すると、 $R=4.1\text{km}$ および $A=1.5\text{m}$ の時に最小値をとり、計算波形はアレーでの観測波形を非常によく再現した。この隆起域半径 $R=4.1\text{km}$ はカルデラ半径とよく一致し、鳥島地震に伴って、スミスカルデラ内で1mを超える大きな隆起現象が発生したことが明らかになった。

5. 八丈島八重根港での津波波形

続いて、アレー記録を用いて推定した波源モデルを与えた時に、約60cmの最大波高が記録された八丈島の八重根港での津波波形を説明できるかを調べた。この際、国土地理院の数値標高モデル(DEM)と、日本水路協会の海図を組み合わせて作成した複雑な湾口の地形データを用い、非線形効果も含めJAGURS(Baba et al., 2015)を用いて津波伝播計算を行った。その結果、計算波形は振幅・位相を含めて後続波まで、観測波形をよく再現した。

6. 津波解析のまとめ

以上の結果は、2015年鳥島地震に伴う地殻変動について重要な情報を与える。第一に、この地震に伴い1mを超える隆起現象がカルデラ内に集中していることが明らかになり、鳥島近海地震はカルデラ地形に関係する火山活動が発生したことを示唆する。第二に、少なくともカルデラ周囲の北東側には、無視できない規模の沈降を含むことが明らかになった。これはOLVD型の震源メカニズムとも調和的な結果である。深尾らの発表で、以上を踏まえ、火山性津波地震のメカニズム提唱を行う。

発表番号	HDS10-23
発表日時・会場	24日 15:00-15:15 / Room 105
セッションタイトル	H-DS10 [JJ] 津波とその予測
発表者氏名	宇野 花蓮
発表タイトル	津波観測波形から推定された1854年安政東海地震の大すべり域
発表概要	1854年安政東海地震により発生した津波は米国サンフランシスコの検潮所で観測されていた。その観測波形を津波数値計算により再現したところ、1854年安政東海地震の大すべり域は1944年昭和東南海地震の大すべり域よりも海溝側のプレート境界であることが明らかになった。これは、昭和東南海地震はいわゆる安政東海地震が破壊した東海地域を破壊しなかっただけでなく、紀伊半島沖でも大きく違っていたことを示す。
学術的な意義 インパクト	将来、南海トラフで発生する巨大地震の長期予測は非常に重要な課題である。今まで大局的には巨大地震は120年程度で繰り返し、ほぼ同じ場所で発生するとされてきた。本研究ではあまり良く知られていない1854年安政東海地震の大すべり域を推定し、1944年東南海地震の大すべり域と比較した。その結果1854年安政東海地震の大すべり域は1944年東南海地震のそれよりも海溝側に広がっていることが明らかになった。
社会的な意義 インパクト	将来発生する南海トラフの巨大地震の長期予測を高度化することは社会的に重要な研究課題である。昭和の東南海地震の震源過程は比較的良く研究されているが、その1つ前の安政東海地震の大すべり域の推定は将来の予測のために不可欠だ。今回、1854年安政東海地震の大すべり域を米国の津波観測記録を使って推定し、1944年とは大きく違うことを示したことは、将来の予測のために社会的インパクトの大きい成果だ。
論文発表の有無	

【予稿本文】

The great earthquakes have repeatedly occurred at the Nankai Trough subduction zone and caused severe disasters in southwest Japan. Previous studies indicated that the 1944 Tonankai earthquake re-ruptured the large slip area of the 1854 Ansei Tokai earthquake except the plate interface along the Sagami trough (Tokai area). The slip distribution of the 1944 Tonankai earthquake has been studied vigorously using the seismograms of regional strong ground motions and teleseismic waveforms, geodetic data derived from leveling surveys and tide gauge records of tsunami waveforms. However, those instrumental data were not available in 1854. The source process of the 1854 Ansei Tokai earthquake have been only studied from descriptions of earthquake phenomenon in ancient documents such as shaking felt by humans, damage to houses, visual measurements of tsunami inundation or tsunami runup height, and visual measurements of coseismic crustal deformation data. Therefore, the detailed slip distribution of the 1854 Ansei earthquake has not been estimated previously. Then, we have never known that the large slip area of the 1946 Tonankai earthquake is the same as that of the 1854 Ansei earthquake.

Fortunately, a large tsunami generated by the 1854 earthquake propagated through the Pacific Ocean, and was observed at the tide gauge station at San Francisco, USA. In this paper, we determined the source process of the 1854 event using the tsunami waveform data at San Francisco and answer a key question: was a main slip area of the 1854 Ansei Tokai earthquake re-ruptured by the 1944 Tonankai earthquake? If not, what are differences between the large slip area of the 1944 Tonankai earthquake and that of the 1854 Ansei Tokai earthquake?

The tsunami was numerically computed using the linear Boussinesq equations. The grid space was 1.5 minute. First, we fixed the fault model and the slip amount of 4m along the Sagami trough and the deeper part of the plate interface in Nankai trough as same as the previous study (Ishibashi, 1981). Because the previous study determined the fault model using the surveyed coseismic crustal deformation data, the down dip edge of the fault model should be well constrained. Then, the slip amount of the shallower part of the plate interface near the trough was estimated by comparing the observed tsunami waveform with computed one. The results indicate that the slip amount at the plate interface near the trough ranged from 5 to 7m, larger than the slip amount of 4 m at the deeper part of the fault model. The moment magnitude is calculated to be 8.5 assuming a rigidity of 5×10^{10} N/m². The plate interface near the Nankai trough where previous studies estimated the slip amount of 0-1m for the 1944 Tonankai earthquake was greatly ruptured by the 1854 Ansei Tokai earthquake. The result indicated that the plate interface near the trough ruptured by the 1854 Ansei Tokai earthquake was not ruptured by the 1944 Tonankai earthquake. The source process of the 1854 Ansei earthquake is different form that of the 1944 Tonankai earthquake. This indicates that the occurrence of great earthquakes along the Nankai trough is more complicated than that previously expected.

発表番号	HTT16-01
発表日時・会場	21日 10:45-11:00 / Room 202
セッションタイトル	H-TT16 [EJ] 環境リモートセンシング
発表者氏名	濱 侃
発表タイトル	UAV リモートセンシングに基づく米の食味の推定とグラフ化
発表概要	食味は米の品質に関わる重要な要素である。食味は主にアミロース含有率と玄米タンパク含有率に左右され、アミロース含有率は米粒の硬さ、玄米タンパク含有率は米粒の粘りに関わる。本研究では、ドローン (UAV) を用いた水稲モニタリングを2015・2016年、2地域で行い、玄米タンパク含有率推定モデルの導出と検証を行った。また、推定玄米タンパク含有率と登熟期の気温データを用い、米の味のグラフ化を行った。
学術的な意義 インパクト	リモートセンシングによる玄米タンパク含有率の推定は、国外での先行研究はなく国内での研究も少ない。日本の水稲栽培における食味の重要性の高さは世界的に見ても稀であり、この味へのこだわりは日本の水稲栽培の大きな特徴であるといえる。また、スマート農業・農業のICTの活用が進む中で、気象データとリモートセンシングで得られるデータの統合は作物管理における重要な課題である。
社会的な意義 インパクト	持続可能な農業は、農業従事者の高齢化と後継者不足が深刻な日本における喫緊の課題である。その中で、UAVいわゆるドローンを用いたリモートセンシングは、農作物の収量・品質の向上、環境負荷の軽減に貢献できる重要な技術である。玄米タンパク含有率は窒素条件の影響を強く受けるため、施肥量の調整が食味向上のためには必要となり、本研究の手法は食味向上のための営農支援に活用することができる。
論文発表の有無	濱侃・田中圭・望月篤・鶴岡康夫・近藤昭彦, UAV リモートセンシングおよび登熟期の気象データに基づく玄米タンパク含有率推定, 日本リモートセンシング学会誌, 38(1), pp35-43, 2018.

【予稿本文】

I はじめに

持続可能な農業は、農業従事者の高齢化と後継者不足が深刻な日本における喫緊の課題である。その中で、Unmanned Aerial Vehicle (UAV) いわゆるドローンを用いたリモートセンシングは、農作物の収量・品質の向上、環境負荷の軽減に貢献できる重要な課題であるとともに、植生・環境研究にも適用可能な技術である。

米の品質において、食味は重要な要素の一つである。食味は主にアミロース含有率（以降、アミロースとする）と玄米タンパク含有率（以降、タンパクとする）に左右され、一般に、デンプンの中のアミロースが低く、タンパクが低いと食味は良くなる。アミロースは、品種や登熟期の気温の影響を強く受けることが明らかにされている。一方で、タンパクは窒素条件の影響を強く受けるため、施肥などの栽培管理が食味向上のためには必要となる。

リモートセンシングによるタンパク推定は、日本以外での先行研究はない。日本の水稲栽培における食味の重要性の高さは、世界的に見ても稀であり、この味へのこだわりは日本の水稲栽培の大きな特徴であるといえる。

そこで、本研究では、UAV リモートセンシングによる水稲モニタリングを他年次、他地域で行い、タンパク推定モデルの導出と検証を行った。また、推定タンパクと気温データを用い、米の味のグラフ化を行った結果を報告する。

II 研究手法

解析には、2地域（千葉試験地、埼玉試験地）、3品種（コシヒカリ、ふさおとめ、ふさこがね）を対象としたUAV観測データと気温データを使用した。1kmメッシュ農業気象データの日単位の日平均気温を使用した。

UAVで撮影した画像からSfM/MVSソフトウェアPhotoScan Professional v1.2 (Agisoft社)を用いて、オルソモザイク画像、Digital Surface Model (DSM)を作成した。近赤外撮影用カメラで撮影した画像は専用ソフト(Yubaflex3.0)で放射輝度に変換後、オルソモザイクを作成し、NDVIをはじめとした植生指数の計算を行った。なお本研究のNDVIは、NDVIが0以上を植生として、土壌、水域を排除したものを解析に使用した。

III 結果・考察

出穂期NDVIと登熟期の平均気温を説明変数とし、実測のタンパクを目的変数とした重回帰分析から下記の重回帰式を品種ごとに導出した。

$$\begin{aligned}
 PC &= 15.663 \cdot NDVI - 0.085 \cdot T + 4.329 \quad (\text{コシヒカリ}) \\
 PC &= 14.506 \cdot NDVI - 0.192 \cdot T + 7.816 \quad (\text{ふさおとめ}) \quad (1) \\
 PC &= 11.944 \cdot NDVI - 0.071 \cdot T + 5.473 \quad (\text{ふさこがね})
 \end{aligned}$$

ここで、PC：タンパク(%), NDVI：出穂期NDVI, T：登熟期の平均気温である。なお、コシヒカリでは、出穂期から5~20日後、ふさおとめ・ふさこがねでは、出穂期から0~20日後の平均気温を用いた時、タンパクと最も相関が高くなった。

式(1)に示した重回帰式は、NDVIで出穂期の稲体窒素含有率を評価し、登熟期の気温で子実への同化産物の輸送効率を評価していると考えた。

重回帰分析で得られた登熟期の気温のP値(確率変数)は、コシヒカリ:0.302、ふさおとめ:0.060、ふさこがね:0.516に対して、出穂期のNDVIのP値は、コシヒカリ:0.008、ふさおとめ:0.0007、ふさこがね:0.0038となった。登熟期の気温が玄米タンパクに与える影響は、出穂期のNDVIがタンパクに与える影響よりも、小さいことを示し、窒素条件の影響を強く受けるとする既報と整合的である。

Fig.1に、推定タンパクと登熟期の平均気温の相関を示す。この図は相関関係を示すものではなく、米の味の相対評価を示すものと考えられる。タンパクは米の粘りに関わり、タンパクが高いほど、米の粘りがなくなる。アミロース含有率は米硬さに関わり、登熟期の気温が高くなるほど、アミロース含有率は低くなり、米が柔らかくなる。よって、Fig.1では、縦軸で、米の硬さ、横軸で米の粘りを評価していると解釈することができる。

発表番号	HCG26-02
発表日時・会場	22日 9:20-9:35 / Room 202
セッションタイトル	H-CG26 [EJ] 福島第一原子力発電事故後の地域復興で科学者が今後取り組むこと
発表者氏名	溝口 勝
発表タイトル	水田に埋設された汚染土壌から放射性セシウムは漏出するのか？
発表概要	2014年5月に放射性セシウムで汚染された土壌を50-80cm深さに埋設し、非汚染土で覆った水田で毎年イネの栽培実験をしている。この水田に設置した底付PVCパイプ井戸で半年間ごとに土壌放射線量を測定した結果、土壌放射線量は深さ70cm辺りでピークを持つガウス分布となり、そのピーク位置がこの3年間ほとんど変化していなかった。これは田面水が地中に浸透しても放射性セシウムが移動しないことを示している。
学術的な意義 インパクト	放射性セシウムは土壌中の風化した雲母などの粘土鉱物に固定されることが知られている。一方で土壌中の有機物に緩く吸着した場合には微生物による有機物分解によって再度遊離して作物の根から吸収されたり、あるいはコロイド状で土壌中を移動して地下水を汚染することが懸念されている。本研究では現地実験により汚染土壌を現地埋設しても放射性セシウムがイネに吸収されたり、地中深くに移動する可能性が低いことを実証した。
社会的な意義 インパクト	原発事故で汚染された地域には7年間にわたる除染工事により大量の汚染土壌が貯蔵されている。これらの汚染土壌は中間貯蔵に集められ後、放射性セシウムの分離や減容化の処理が必要である。しかし現状ではコストに見合う分離や減容化の技術はまだ存在しない。そのため、ある自治体では汚染土壌を埋設処理することが検討されている。本研究はこうした埋設処理の設計や埋設後の管理に関して技術的な指針を提供する成果である。
論文発表の有無	

【予稿本文】

2011年3月に福島第一原子力発電所から放出された放射性セシウムは表層に5cm以内の水田に集積していた。この放射性セシウムを除去するために、国は一斉に表層土を剥ぎ取る除染工事を実施した。そのため、福島県飯館村の水田には汚染土が詰め込まれた黒いレコンバックが山積みになっている。一方、国の方法とは別に、私は放射性セシウムが粘土粒子に固定される性質に着目し、農家自身が手軽にできる農地除染法をNPOや農家と協力して開発してきた。2012年12月、福島県飯館村の佐須地区の水田で汚染土壌の現場埋設実験を行った。我々は水田の汚染された表土(10m×30m)5cmを剥ぎ取り、水田の中心にトレンチ(幅2m、長さ30m、深さ1m)を掘って、深さ50~80cmに汚染土を入れ、厚さ50cmの非汚染土を被せた。この水田で、2013年から毎年米を育て、この除染法で安全な米を生産できることを確認した。さらにこの水田から放射性セシウムが漏出しないことを証明するために、2014年5月に水田に底付のPVCパイプ(内径10cm、長さ200cm)の井戸を設置し、2015年3月から半年間ごとに土壌放射線量を測定している。その結果、土壌放射線量は深さ70cm辺りでピークを持つガウス分布となることが観測されている。そのピークを持つ深さはこの3年間ほとんど変化していない。この結果は、田面水が地中に浸透していても放射性セシウムが移動しないことを示している。

発表番号	SSS14-09
発表日時・会場	21日 11:30-11:45 / Room A10
セッションタイトル	S-SS14 [JJ] 強震動・地震災害
発表者氏名	入倉 孝次郎
発表タイトル	2016年熊本地震の地表地震断層近傍の長周期地震動評価のための新しい特性化震源モデル
発表概要	強震動評価のための特性化震源モデルは震源断層面の中で応力降下の大きいアスペリティ(強震動生成域)と相対的に応力降下の小さい背景領域で定義される。2016年熊本地震の強震動も、地表断層極近傍を除くと、従来の強震動生成域をもつ特性化震源モデルを用いて再現できる。本研究では、地表断層極近傍の顕著な長周期地震動を含めた広帯域の強震動が再現可能な新しい特性化震源モデルを提案する。
学術的な意義 インパクト	2016年熊本地震(Mw 7.0)のとき、震源となった断層が地表に到達することにより、地表面に断層ずれが現れ、地表断層近傍にパルス状の長周期地震動が生成され、断層線の近傍に位置する構造物に特異な被害が引き起こされた。本研究は活断層に発生する地震に対して断層近傍に生じる長周期地震動パルスの生成メカニズムの解明を行うことにより、同様の活断層に将来発生する可能性のある地震の災害軽減対策のための予測法を提案する。
社会的な意義 インパクト	阪神淡路大震災の経験を受けて、内陸の活断層を対象とした強震動予測がなされ、被害軽減のための対策が検討されてきた。2016年熊本地震において、これまでの強震動予測のため開発された強震動予測レシビは断層極近傍を除いて有効なことが分かったが、地表地震断層近傍における長周期パルスの生成はこれまでの方法では予測できないことも明らかになった。本研究は地表断層極近傍の長周期パルスも含めた強震動予測手法を提案する。
論文発表の有無	

【予稿本文】

はじめに

被害地震の震源近傍での強震動は、震源インバージョンの研究から、全体の断層面積や地震モーメントよりもすべり分布の不均質性に関係していることが明らかになってきた(Irikura and Miyake, 2011)。強震動を評価するための特性化震源モデルは震源断層面の中に大きなすべりもつ領域(asperity)と相対的にすべりの小さい背景領域をもつと定義される(Miyake et al., 2003)。特に、内陸の活断層に発生する地殻地震からの加速度波形や速度波形はアスペリティとほぼ一致する強震動生成域(Strong Motion Generation Area: SMGA)からの地震動でほぼ再現可能であることが分かってきた。数秒以上の長周期も含めた地震動、特に変位地震動を評価するには背景領域からの地震動の評価が必要となる(Miyake et al. 2003; Irikura and Miyake, 2011)。2016年熊本地震の強震動も、地表震源断層の極近傍の観測点を除くと、従来の強震動生成域をもつ特性化震源モデルを用いて再現できることが分かっている(Irikura et al., 2017)。

2016年熊本地震では、地表地震断層の極近傍域の2つの自治体の震度観測点(地表地震断層から約1kmの西原村役場や2km以内に位置する益城町役場)で強震動記録が得られた。これらの観測点の記録は永久変位をもつ顕著な長周期地震動である。西原村役場では、加速度記録の積分により、最大速度約260 cm/s、最大変位は東に約2 m、下に約2 mの沈下が得られ、益城町役場でも、最大変位として、東に約120 cm、北に50 cm、下に70 cmが得られた(岩田, 2016)。これらの地表地震断層極近傍の顕著な長周期地震動は、従来の特性化震源モデルでは再現できない。

本研究では、断層極近傍の顕著な長周期地震動も含めて、広帯域の強震動が再現可能な新しい特性化震源モデルを提案する。

SMGAとLMGAをもつ特性化震源モデル

SMGAモデルについて、Irikura et al. (2017)は、吉田・他(2017)のインバージョン結果に基づいて3つのSMGAからなるモデルと久保・他(2016)に基づいて1つSMGAからなるモデルを構築し、SMGAの面積の総和とそこでの応力パラメータが等しいとき、震源断層の極近傍域を除いて、ほぼ同様の短周期地震動(周期3秒以下)が生成されることを示した。本研究は、震源断層の極近傍域も含む領域を対象として、地震動のシミュレーションを行うことを目的としている。

はじめに、Kubo et al. (2016)による3セグメントを設定したインバージョンによるすべり分布モデルを参考にSMGAモデルを再構築を試みた。日奈久断層沿いに1つのSMGA、布田川断層沿いに1つのSMGAを設定すると、地表断層から2km以内の観測点を除いて、加速度と速度について、合成波形と観測波形がよく一致するモデルが得られた。ここでSMGAは深さ3kmより深い強震動生成域に設定されている。

地表地震断層の極近傍域の観測点(西原村役場、益子町役場)における速度や変位の記録を再現するには、SMGAからの地震動からだけでは十分ではなく、地表面近くに長周期地震動生成域(LMGA)を設定する必要があることが分かった。ここで、LMGAからの地震動のシミュレーションには、Hisada and Bielak (2003)により開発された断層ずれによる平行層構造中の極近傍地震動の計算が可能な波数積分法を用いている。地表面と地震発生層の上端の間に長周期地震動生成域(LMGA)を設定すると、LMGA断層極近傍の3観測点[93048(西原村小森)、93051(益城町宮園)、KMMH16(KiK-net 益城)]の長周期地震動(速度および変位)が良く再現できる。

LMGAの震源パラメータを検証するためには、LMGAの面積(長さ×幅)と位置、そこでの最大すべり量を変えて、地表面の空間的変位分布を計算し、ALOS-2/PALSAR-2 dataによるすべり分布(Himematsu and Furuya, 2016)との比較を試みた。

発表番号	STT48-10
発表日時・会場	21日 16:15-16:30 / Room A08
セッションタイトル	S-TT48 [EJ] 合成開口レーダー
発表者氏名	渡邊 学
発表タイトル	JICA-JAXA 熱帯林早期警戒システム(JJ-FAST)のための、PALSAR-2/多偏波データによる初期伐採箇所の検出
発表概要	昼夜・天候に関係なく観測可能な、衛星搭載合成開口レーダ(PALSAR-2)データを使い、森林伐採を早期に検出するためのアルゴリズムを開発した。アルゴリズム検証のため、雨季中のブラジル・アマゾンで検出された伐採場所に、衛星観測10日以内に急行した。その結果、2か所で違法伐採が行われており、伐採者の取り締まりが行われた。本アルゴリズムはJICAとJAXAが行っている熱帯林早期伐採監視システム(JJ-FAST)に搭載予定となっている。
学術的な意義 インパクト	Lバンドの合成開口レーダで森林と非森林(伐採箇所含む)を分類する手法として、これまでHV偏波モードのデータを使う事が一般的であった。本研究では、HH偏波モードを使うことで、伐採直後の場所が検出できることを明らかにし、実際に違法森林者の取り締まりを行う事で、その有用性を明らかにした。
社会的な意義 インパクト	広域に森林伐採を監視する枠組みとして、光学衛星をベースとしたシステムがあるが、雨季の伐採検出はできない。JJ-FASTはレーダデータを用いていることから雨季の伐採検出が可能であるが、これまでHV偏波しか使われてこなかった。本研究で、HH偏波がより早期に伐採検出可能であることを実用的に示したことから、今後JJ-FASTシステムに組み入れる事で、特に熱帯林雨季の伐採検出抑制に大きな効果があると期待される。
論文発表の有無	著者: Manabu Watanabe, Christian Koyama, Masato Hayashi, Izumi Nagatani, Masanobu Shimada 発表年: 2018年 掲載雑誌名: IEEE JSTARS, 11(6), pp1-7

【予稿本文】

Global forest monitoring, including deforestation detection, is important to understand global climate change. Several global/country level deforestation monitoring systems based on the optical satellite data are working. Only one SAR-based deforestation detection system was developed by JICA and JAXA, called "JICA-JAXA Forest Early Warning System in the Tropics (JJ-FAST)". The JJ-FAST system started from November 2016 [1], and has a merit to work not only in dry season, but also in a rainy season. The current system uses decrease of γ_{OHV} for deforestation detection. Watanabe et al. [2] used time series of PALSAR-2/ScanSAR data, and examined difference of deforestation detection timing in the most active deforestation sites in Peru and Brazil. He clarified that increase of γ_{0_HH} was able to detect the early-stage deforestation stage, in which felled trees were left on the ground. On the other hand, γ_{0_HV} started to decrease 1-1.5 months after the deforestation detected by γ_{0_HH} . The HH polarization data plan to use the deforestation detection in the JJ-FAST system from April, 2018.

In this paper, several representative polarimetric parameters are examined to identify preferable parameters for detecting the early-stage deforestation. PALSAR-2/full polarimetric data observed on May 31, 2016 were analyzed to obtain σ_{0_4} -component decomposition, and entropy/alpha/anisotropy decomposition parameters. 15 early-stage deforestation sites, in which the deforestation happened within 1.5 month and the size ranges from 9.9 to 69.6 ha, were identified by using Sentinel-2 image observed on April 15 and June 20, 2016. Forest stand neighboring the early-stage deforestation stand was picked up for the representative of forest parameters. Larger parameter difference between the forest and the early-stage deforestation stand were observed for σ_{0_HH} , $\sigma_{0_surface}$, and alpha angle, and the difference were 0.7 dB, 1.6 dB, and 2.6 degree respectively. 0.1 times standard deviation were also estimated for each parameters, and show ~ 0.4 dB, ~ 0.5 dB, and ~ 0.7 degree, respectively. This indicates that alpha angle and $\sigma_{0_surface}$ have better performance than σ_{0_HH} to detect the early-stage deforestation stands. The entropy/alpha/anisotropy parameters estimated from dual polarization data will be examined for the availability for the JJ-FAST system.

[1] JJ-FAST, http://www.eorc.jaxa.jp/jjfast/jj_index.html, February 16, 2017

[2] Manabu Watanabe, et al., Early-stage deforestation detection in the tropics with L-band SAR, IEEE JSTARS, accepted.

発表番号	SCG59-12
発表日時・会場	22日 12:00-12:15 / Room A05
セッションタイトル	S-CG59 [EJ] 日本列島の構造と進化：島弧の形成から巨大地震サイクルまで
発表者氏名	橋間 昭徳
発表タイトル	地殻変動場に見られる西南日本-琉球弧の遷移テクトニクス
発表概要	2016年熊本地震のような内陸地震の活動メカニズムを解明するため、フィリピン海プレートの沈み込みによる上盤の応力載荷を有限要素法によりモデル化した。モデルはGPS観測網による地殻変動データにより拘束した。結果は九州の変動に対する琉球海溝後退の重要性を示した。このモデルを用い、周辺の震源断層におけるクーロン破壊関数を求めた結果、熊本地震を起こした日奈久、布田川断層は断層運動を促進的であった。
学術的な意義 インパクト	九州のテクトニクスに関して、南海トラフの巨大地震震源域の固着と琉球海溝のプレート境界過程の影響を定量的に見積り、とくに琉球弧の影響が支配的であることを示した初めての研究である。また、内陸地震の活動性評価に関して、これまでのせいぜい数度の活動履歴にもとづく統計的手法に代わり、稠密なGPS観測網による地殻変動データにより拘束できる力学モデリングに基づく新たな手法を提案する。
社会的な意義 インパクト	活断層評価は過去の活動履歴について行われており、力学的なモデルに基づくものではない。本研究は2016年熊本地震の発生を力学モデルに基づいて評価し、その有効性を明らかにした。プレートモデルと地殻変動データから、上盤プレートの応力状態を求め、震源断層に作用する応力蓄積速度と活断層の特性から評価する方法は、内陸地震の現実的な評価方法として有効であり、今後の展開が期待できる。
論文発表の有無	

【予稿本文】

2016年 Mw 7.1 熊本地震は、改めて九州のテクトニクスに対する関心を引き起こした。この地震の発生した別府-島原地溝帯は、西南日本弧の中央構造線と琉球弧の背弧海盆である沖縄トラフの延長上にあり、それらの活動との関連が指摘されている。また、九州の周辺では2015年にMj7.1 薩摩半島西方沖地震が発生し、朝鮮半島南部では2016年に韓国観測史上最大の慶州地震 (Mw5.4)、2017年にも同程度のマグニチュードの浦項地震の発生を記録した。これらのようなプレート内の地震の活動メカニズムを解明するためには、まず、フィリピン海プレートの沈み込みにもなうプレート境界プロセスによる上盤プレート内の震源断層における応力載荷過程をモデリングすることが必要である。モデルの拘束には、日本列島域で稠密に展開されている地殻変動観測網による地殻変動データが有用である。一方、これまでの地殻変動解析の研究においては、南海トラフの固着（すべり速度欠損）の影響が見積もられてきたが、琉球海溝における海溝後退の影響については論じられてこなかった。本研究では、南海トラフから琉球海溝までを含むフィリピン海プレート上面のプレート境界プロセスを解明し、九州を中心とした西南日本弧と琉球弧の境界領域における地殻活動を解明するために三次元有限要素モデル (FEM) を構築し、地殻変動解析により琉球海溝における海溝後退の影響を見積もった。

本研究で使用する日本列島域の有限要素モデルでは、モデル領域として3700 km × 4600 kmの領域をとっており、南海トラフ-琉球海溝周辺領域をも含んでいる。深さ方向には上部マントルに相当する700 kmまで考え、東北日本-伊豆小笠原弧、西南日本-琉球弧下に沈み込む太平洋、フィリピン海スラブの三次元的形状を既往研究による形状モデルにしたがって取り入れた。モデル領域は約100万個の四面体のメッシュに分割した。メッシュの大きさはすべり領域に近いところで5 kmとし、外部に行くにしたがって大きくなるように設定した。断層すべりは指定した断層面に変位の食い違い条件を与えることによりモデル化できる。本モデルでは、南海トラフ-琉球海溝にそってフィリピン海プレート上面の深さ80 km以浅をすべり領域としてモデル化する。このすべり領域を216枚の小断層に分割し、各小断層の単位すべりによる応答を求め、地殻変動データからインバージョンによってプレート境界面上のすべり分布を求める。地震間変動はアセノスフェアの粘弾性緩和も同時に進行しているので、応答関数として、粘性緩和後の応答を用いた。地殻変動データとしては、国土地理院の地殻変動観測網のF3解を用い、東経138度以西、北緯36.5度以南の453点のデータを用い、2011年東北沖地震の発生前の2001年から2010年までの10年間を用いた。

インバージョンで得られたすべり分布は南海トラフにおける4 cm/year から8 cm/year のすべり速度欠損と琉球海溝における~4 cm/year のすべり速度余剰を示す。南海トラフにおけるすべり速度欠損は既往研究と似たような分布が得られた一方、琉球海溝におけるすべり速度余剰の存在は沖縄トラフの背弧拡大運動を引き起こすスラブ後退運動と調和的である。九州地方に特徴的な反時計周りの変位速度場は南海トラフの固着のみでは説明できず、琉球海溝におけるすべり速度余剰も考慮する必要があることがわかった。このようなすべり分布を用いて地下の応力場を求めることができる。熊本地震の震源域での応力を計算したところ、熊本地震の震源メカニズムと調和的な結果が得られた。

また、我々は地震調査推進本部による震源断層モデルについても見直しを進めている。本発表では、改良した矩形断層モデルに本モデルにより得られた応力場を適用してクーロン応力を計算し、地震活動との関係を調べる。

発表番号	SCG65-01
発表日時・会場	23日 9:00-9:15 / Room A10
セッションタイトル	S-CG65 [JJ] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測
発表者氏名	木村 恒久
発表タイトル	海底光ファイバーケーブルと DAS テクノロジーを使った海底地震と波の同時観測
発表概要	“hDVS”と呼ばれる光ファイバーを用いた DAS 観測装置を 2017 年夏に初めて日本に輸入し、JAMSTEC 所有の海底光ファイバーケーブルに接続し、地震観測の実証試験を行った。波の動きを捉えつつ、9月25日に駿河湾で発生した海底地震を良好に記録することができた。そのデータを発表する。
学術的な意義 インパクト	今回発表する DAS 観測装置と海底光ファイバーケーブルを使った自然地震の記録は前例がなく、恐らく世界で初めての事例となる。DAS 装置を既存の海底光ファイバーケーブルにつなげることによって、莫大な費用をかけず、すぐに地震・津波の観測ネットワークを構成することができる可能性を示唆するものである。
社会的な意義 インパクト	近い将来、巨大な南海トラフ地震が起きると予想される中、東日本大震災時のような多大な犠牲者を出さないためには、地震と津波を同時に観測することができる観測網の充実が必要とされる。DAS 観測装置と既存の海底光ファイバーケーブルを使った観測システムは、短時間に費用をかけずに設置することができるので、国の機関だけでなく、地方自治体、大学、企業等がそのような観測網を所有することを可能にし、多くの人命を救うことができると考えられる。
論文発表の有無	

【予稿本文】

DAS テクノロジーは、2011 年頃から石油・ガス産業において、パイプラインのモニタリングや侵入者を感じ取る目的で導入されている。近年では“heterodyne Distributed Vibration Sensing”（以下、hDVS）と呼ばれる位相差データを用いる最新の光ファイバーセンシング技術の適用により、Vertical Seismic Profile（以下、VSP）を含むサイスミックデータ取得ができるようになった¹⁾。その hDVS 装置を使った自然地震に近い Cross-well VSP のデータ、および波を観測したデータを JpGU-AGU2017 にて紹介し、リアルタイムに地震と津波を同時に観測することができる可能性について述べた²⁾。

2017 年 9 月、海洋研究開発機構（以下、JAMSTEC）の協力の下、JAMSTEC 所有の海底光ファイバーケーブルを使った地震観測の実証実験を行った。豊橋沖に敷設してある海底光ファイバーケーブルのうち、光学長が約 17km のシングルモードファイバーを実験に選んだ。そのファイバーに第三世代の hDVS 取得装置をつなげ、バックグラウンドノイズを測定する目的で hDVS の連続測定を実施した。本稿では、その連続測定データを用い、自然地震波の観測が行えるか検証した結果を報告する。

豊橋沖に敷設してある JAMSTEC 所有の海底光ファイバーケーブルは、本来、通信用のケーブルとして使われていたものである。一般的な通信用光ファイバー仕様の FC/PC 型のコネクタが用いられていたが、このタイプのコネクタは、コネクタでの光パルスの反射が大きく、その反射がデータに影響を与える。それ故、ファイバーセンシングの分野では、その使用を極力避けるが、少なくとも 2 箇所に FC/PC が使われ、その一つを反射の少ない FC/APC 型に交換し改善を図った。

バックグラウンドノイズの連続測定は、9月25日夕方から26日朝にかけて、約14時間に渡り実施した。今回記録したデータを見ると海岸から水深の浅い 5km 近辺までのファイバーには、波の動きを示すデータが定期的に記録されていた。測定データを詳細に調べると、9月25日 11:54:55 UTC (9月25日 20:54:55 JST) に記録されたデータ、およびそれ以降のデータに自然地震波と思われる波形が確認できた。気象庁の震源リストのデータと参照したところ、駿河湾で発生した以下の地震記録と同一であると考えている。

(2017 年 9 月 25 日 20 時 54 分 49.7 秒 緯度 34° 53.3' N 経度 138° 31.8' E 深さ 215km M3.9 震央地名 駿河湾)

今回記録された自然地震波を図 1 に示す。8.1km より遠方のファイバーにノイズが目立つが、その原因は、FC/PC 型のコネクタにおける強い反射とファイバーの末端での反射が原因と考えられる。測定パラメータは、ゲージ長 40 m、空間サンプリング 10 m、および、サンプリング周期が 2 ms であり、1 ファイルのレコーディング時間を 30 秒とした。hDVS 第三世代の装置を使って記録できる最大のファイバー長は 16.5km で、17km 全てに渡っての記録はできなかった。

観測されたデータから解析した海岸近辺においての P 波の到達時刻は 9月25日 20:55:21 JST、S 波の到達時刻は 20:55:44 JST である。海底光ファイバーケーブルは、海岸線から真っ直ぐに太平洋を南に向かって敷設されているが、P 波と S 波の両者とも、16km 先の沖に比べて海岸部の方に P 波で 0.4 秒、S 波で 1.0 秒早く到達したので、地震は海底光ファイバーケーブル対し、東西方向から若干北寄りで起きたことがうかがえる。つまり、震央が駿河湾であったことを裏付けることになる。

防災科学技術研究所（以下、防災科研）が公開している Hi-net による連続波形画像との比較も行った。愛知県には 21 の観測点が存在し、豊橋にも観測点があるが、その連続波形記録を参照したところ、hDVS の測定データとほぼ一致することを確認した。今回、海底光ファイバーケーブルで観測された海底地震の記録は、筆者が認知する限りでは、DAS テクノロジーを使った世界で初めての事例である。

本観測結果より、hDVS を用いた測定手法は、海底光ファイバーケーブルにつなげることによって、波のモニタリングを行いながら自然地震波の観測システムとしても利用できる可能性が示された。

謝辞：リファレンスとなる地震情報は、気象庁、および防災科研のデータを用いました。これらの機関に対し感謝の意を表します。

引用文献：

- 1) Kimura, T., Lees, G., and Hartog, A. JpGU 2016 (RAEG 2016), Optical Fiber Vertical Seismic Profile using DAS Technology STT17-12, Extended Abstract.
- 2) Kimura, T, JpGU-AGU 2017, Progress of Seismic Monitoring System using Optical Fiber and DAS Technology STT59-04, Potential for Real-Time Earthquake Monitoring using Optical Fiber Network and DAS Technology SCG72-P03, Potential for Real-Time Tsunami Monitoring using DAS Technology HDS16-P01.

発表番号	MIS17-02
発表日時・会場	22日 14:00-14:15 / Room A11
セッションタイトル	M-IS17 [JJ] ガスハイドレートと地球環境・資源科学
発表者氏名	Ehsan Jamali Hondori
発表タイトル	Reverse Time Migration for Methane Hydrate Exploration Using Vertical Cable Seismic Survey
発表概要	(1) Review of the Methane hydrate system in Japan Sea (2) Introducing the Vertical Cable Seismic (VCS) Survey (3) Introducing the new data processing and depth imaging method using multiple acoustic reflections (4) Illustration of the results from Japan Sea and comparison with the old results (5) Conclusions and future work
学術的な意義 インパクト	We introduced a new method for seismic data processing to obtain high resolution depth images of sub-seafloor targets. We could improve the spatial illumination of the images by a factor of 5, compared to the old results using previous methods and the same data. It helped us to clarify the hydrate system in Japan Sea with much more details.
社会的な意義 インパクト	Methane hydrates have been detected in various spots of the deep-water basins around Japan. They could be considered either as potential energy resources or possible threats to the environment due to their greenhouse effects. It is necessary to raise the public attention to methane hydrate benefits as a future fuel supply for Japan and develop environmental-friendly ways to use these resources.
論文発表の有無	

【予稿本文】

Gas hydrates are ice-like solid materials in which gas molecules are trapped in lattices of water molecules and are stable only under low temperature and high pressure conditions. Arctic permafrost zones and deep water shallow basins are capable of bearing abundant amounts of gas hydrates. Seismic response of gas hydrate stability zone (GHSZ) is normally recognized with a high amplitude reflection. The impedance contrast between high velocity gas hydrate bearing zone above and low velocity free-gas zone below it makes a strong reflecting boundary which is known as bottom simulating reflector (BSR). The base of the gas hydrate stability zone is marked by BSR, which is indeed a physical phase alteration boundary rather than a geological one and may crosscut the reflections from sediments. Conventional marine seismic surveys using towed streamers can provide large scale subsurface images only and their resolution is not satisfactory for exploring these shallow targets. Alternative data acquisition methods like ocean bottom cable (OBC) or ocean bottom seismometer (OBS) surveys have been used for better understanding of gas hydrate resources (Dash et. al, 2009). Ocean bottom surveys can acquire high resolution data with an enhanced signal to noise ratio, but still with a costly and cumbersome deployment and maintenance process.

Vertical cable seismic (VCS) survey has been recently developed for efficient seismic imaging of shallow targets below seafloor. Vertical arrays of hydrophones are deployed near to the seafloor and seismic source is towed by a vessel. Asakawa et al. (2014) used VCS survey to explore submarine massive sulphide (SMS) deposits offshore Japan. Although VCS data acquisition technology has been developed, its data processing methods still require improvement for better depth imaging. Traditionally, only primary reflections in the VCS data are assumed to be the main source of information and multiple reflections from the sea surface are removed during data processing. On the other hand, these water column multiples have been used in the past for the migration of OBC and OBS data either in combination of primaries or separately. Considering the similarity between VCS and OBC/OBS data acquisition layouts, with deep receivers and shallow sources, the question is whether one could think about multiples in VCS data as signal rather than noise.

In order to solve this problem we developed a seismic reverse time migration (RTM) approach by using multiple reflections, which have a different travel path from the primaries and can cover a wider area of the target. The velocity model above sea level is filled with an imaginary water column and receiver points are mirrored into it. Downgoing multiples are separated and treated as primaries which could have been recorded by the mirrored receivers. Migrated image is obtained using the manipulated geometry and separated downgoing multiples. We could successfully identify BSR of the methane hydrate stability zone in Japan Sea using VCS data and the new mirror RTM approach.

References

Asakawa E., Murakami F., Tsukahara H., and Mizohata S., 2014, Vertical Cable Seismic (VCS) Survey for Seafloor Massive Sulphide (SMS) Exploration, 76th EAGE Conference & Exhibition.
Dash R., Spence G., Hyndman R., Grion S., Wang Y., and Ronen S., 2009, Wide-area imaging from OBS multiples: Geophysics, 74, P. Q41-Q47.

発表番号	BCG07-04
発表日時・会場	21日 14:35-14:55 / Room 101
セッションタイトル	B-CG07 [EE] 地球惑星科学 生命圏フロンティアセッション
発表者氏名	鈴木 志野
発表タイトル	地下深部の超極限的な環境に「常識外れな微生物群」を発見
発表概要	海洋研究開発機構（JAMSTEC）の鈴木志野特任主任研究員は、マントル由来の岩石域から湧き出る強アルカリ性の水環境に、極めて特異なゲノム構造を持つ常識外れな微生物が生息していることを発見しました。本講演では、その発見の現場、バックストーリーを詳しく解説して頂きます。
学術的な意義 インパクト	蛇紋岩化反応が起きている地下深部に由来する超好アルカリ性微生物の多くは、一細胞あたりのゲノムサイズが非常に小さく、生命機能の維持・存続に必須の遺伝子群が欠落しているなど、既知の微生物のゲノム構造とは大きく異なる、極めて特異なゲノムを有する生命体が多く存在することが分かりました。現地球における上部マントルと生命圏との関わりや、地球の初期環境における生命進化の謎を解き明かす上で非常に重要な発見となります。
社会的な意義 インパクト	「ザ・シダーズ」の深部流体に最も多く検出された微生物種は「Candidate Phyla Radiation (CPR)」という系統群に属する微生物でした。本蛇紋岩体の深部流体から検出された CPR 細菌群もこれらの特徴を有している一方で、他の環境由来の CPR 細菌と比較し、ゲノムサイズがさらに小さく、細胞内共生菌を除けば、既知の微生物の中では最も小さいゲノムを持つ生命であることが示されました。
論文発表の有無	Suzuki, S., Ishii, S. i., Hoshino, T., Rietze, A., Tenney, A., Morrill, P.L., Inagaki, F., Kuenen, J.G., Nealson, K.H., 2017. Unusual metabolic diversity of hyperalkaliphilic microbial communities associated with subterranean serpentinization at The Cedars

【予稿本文】

All life requires energy and nutrient, which must be extracted from the surrounding environment. Since microbes are capable of obtaining energy from the oxidation of inorganic or organic reduced compounds, an energetically-favorable setting for microbes exists where the reduced compounds generated in deep reductive subsurface in the Earth contact with the oxidized compounds presenting at the surface. Such environments are found around the areas of anoxic/oxic interfaces in the systems of hydrothermal vents, hot springs, cold seep, mud volcanos, and often harbor unique microbial communities.

Serpentinization is an aqueous alteration process in which low-silica ultramafic rocks (for example, olivines and pyroxenes) are hydrolyzed with water into serpentinite, brucite, magnetite and other minerals. During these reactions, abundant hydrogen gas is produced creating the conditions capable of the abiotic reduction of carbon to produce methane and hydrocarbons. Serpentinization also releases hydroxide ion which issues highly alkaline fluids (usually above pH 11). In the highly alkaline fluid, carbonate is the dominant form of inorganic carbon which can precipitate out of solution as carbonate minerals with the divalent cations, such as Ca²⁺ and Mg²⁺ in the serpentinite fluids. While reductants (fuel) are abundant in these systems, corresponding oxidants and available carbons are severely limited, which restrain the range of potential microbial metabolisms. Here I present the unique physiological and genomic features of microbes inhabiting at the oxic/anoxic interfaces in serpentinizing systems, where oxidants and carbon dioxide must be supplied from the air beside the reduced compounds from the deep. I further show the evidence of potential adaptive evolution to the local geochemistry of the various serpentinizing systems.

We isolated novel three-related microorganisms, named genus *Serpentinomonas*, from highly alkaline (pH 11.6) serpentinizing springs at The Cedars, California. All three strains are obligate alkaliphiles with an optimum for growth at pH 11 and are capable of autotrophic growth with hydrogen, calcium carbonate and oxygen. The features fit well to the alkaline and calcium-rich environments represented by the terrestrial serpentinizing ecosystems, thus the organisms are considered to be adapted to the geochemical setting.

Although the closely-related *Serpentinomonas* strains have been detected globally in all of the studied highly-alkaline serpentinized waters, the chemistry of water discharging from different serpentinizing sites are considerably different especially in the concentrations of methane, hydrogen and sulfate/sulfide. Since microbial community composition and metabolic activities rely on the geochemistry of the habitat, geochemical differences of respective serpentinization sites must affect to the selection of associated microbial taxa and the metabolic activities. Comparative physiological and genomic studies of the *Serpentinomonas* strains isolated from the two different serpentinization sites, The Cedars and the Cabeço de Vide in Central Portugal, illustrated the evidence of potential adaptive evolution to the geochemistry of the site. Namely, genomic constitution of the *Serpentinomonas* strains were changed toward having advantages in the respective geochemistry of the springs where the strains were isolated. I further discuss the roles of *Serpentinomonas* strains in the carbon and sulfur cycling in the respective serpentinizing systems.

1) Suzuki et al. (2014) Nature Commun. 5, 3900

発表番号	G03-05
発表日時・会場	20日 16:30-16:45 / Room 104
セッションタイトル	G-03 [JJ] 災害を乗り越えるための「総合的防災教育」
発表者氏名	林 信太郎
発表タイトル	ポップコーン爆発実験—突発的な水蒸気噴火のための防災教育用素材—
発表概要	2018年1月の草津白根山のように、水蒸気噴火は突然発生することがある。しかもその頻度は高い。そこで、水蒸気噴火用の防災教育素材としてポップコーン爆発実験を開発した。ポップコーンは、高圧の過熱水が減圧することで急激な沸騰が発生し、爆発が起こる。これは水蒸気噴火の際の爆発と本質的に同じである。本教材と合わせて噴石実験を行うことで、印象深く、本質に迫り、効果的な水蒸気噴火の防災教育が可能である。
学術的な意義 インパクト	本研究は、確率は低いが、突然発生する可能性のある水蒸気噴火に対応するための教材開発である。平穩時の防災教育のあり方を考える上でも、効果的で教育効果の高い防災教育について考える上で意義があり、防災教育の方法論を考える上で意義がある。
社会的な意義 インパクト	近年、御嶽山の2014年噴火、草津白根山の2018年噴火と2度の水蒸気噴火で、犠牲者が発生した。このような水蒸気噴火に遭遇した時のための防災教育が重要である。本研究では、ポップコーンを用いて、水蒸気噴火の本質が爆発であることを教育し、その上で爆発に伴い生じる噴石からの身の守り方を考えさせる。水蒸気噴火に関する防災教育を浸透させる材料として「ポップコーン爆発実験」は大きな社会的な意味がある。
論文発表の有無	

【予稿本文】

水蒸気噴火は、もっともよく発生する噴火である。2018年1月の草津白根山のように、水蒸気噴火は突然発生する。したがって、非噴火時の防災教育が重要である。水蒸気噴火は爆発をとまなうこと、噴石が飛んでくることを意識させ、緊急時に臨機応変に対応できるようにする必要がある。

水蒸気噴火のメカニズム：水蒸気噴火は地下浅所に存在する加圧された熱水だまりの急激な減圧によって、熱水が急激に水蒸気になることによって発生する噴火である（及川，2014）。加圧された熱水は100℃よりも高温の状態をとる。例えば、10気圧の条件では約180℃で、水と水蒸気が平衡共存する。浅所への移動や熱水のだまりの壁の破壊などによって、このような高温の熱水が減圧すると、熱水は加熱状態になり、急激に沸騰が起き、爆発に至る（谷口，1996，北川，1980）。

水蒸気噴火の災害としての特性：水蒸気噴火の爆発は火山体の浅所で起こるため、周辺の岩石が高速で放出され噴石となって飛来する。御嶽山2014年噴火の場合、噴石の放出速度は145から185 m/s、着地速度は83から85 m/sと推定されている（Tsunematsu et al., 2014）。このような高速の噴石により、御嶽山2014年噴火では63名の死者・行方不明者が、草津白根山の2018年噴火では1名の死者が発生した。また、水蒸気噴火を発生させるのは熱水であり、マグマよりもその移動を捉えにくいという特性がある。

水蒸気噴火と噴火警戒レベル：御嶽山2014年噴火と草津白根山2018年噴火では、気象庁の噴火警戒レベル1の状態で噴火が発生し、その後で噴火警戒レベルが上げられた。

水蒸気噴火からの緊急避難：水蒸気噴火についての気象庁のこの2回の噴火の見逃しの実績に鑑みて今後も水蒸気噴火の見逃しは生じうる。したがって、水蒸気噴火からの緊急避難の方法を教える防災教育カリキュラムを作る必要がある。

水蒸気噴火の爆発とポップコーン爆発の類似性：ポップコーンの爆発は水蒸気噴火のそれと同じメカニズムで発生する。コーンを加熱すると、コーン内部の水の一部が水蒸気となるが、ポップコーンの元のコーンの果皮は丈夫であり、内部の温度圧力は180℃、10bar（=およそ10気圧）にまであがる。この圧力で果皮はやぶれ、コーン内部は急激に減圧し、胚乳内の水が急激に気化しポップコーンができあがる（Virov & Ponomarenko, 2015）。圧力容器がやぶれ過熱水が爆発するという点では、ポップコーンと水蒸気噴火の爆発は一致している。しかも、ポップコーン一粒の中に含まれる水は、0.02gであり、この実験は安全である。また、ポップコーンは児童生徒にとって魅力的であり、実験材料の意外性との相乗効果で教育効果が上がる可能性が高い。

防災教育カリキュラムの流れ：爆発に伴う噴石が飛んでくることを意識させ、さらに噴石からの緊急避難の方法を学ぶための防災教育カリキュラムを開発した。第1にポップコーンをホットプレートでつくり、熱水の爆発のエネルギーを感じさせる。この時、実際の噴火よりもはるかにスケールが違う爆発（おそらく10億分の1かそれ以下）なので、「象とアリの体重」のちがいが約10億倍であることを利用して解説を行う。第2に弾道軌道を描いて飛んでくる噴石を理解させるために紙粘土を使った噴石実験を行う（林，2014）。その上で、第3に緊急避難の方法をアクティブ・ラーニングの手法を用いて考えさせる。

授業実践：2018年2月9日に男鹿半島・大湯ジオパーク内のH小学校で本カリキュラムを試行した。その結果については現在解析中であり、発表時に述べる。

発表番号	G04-02
発表日時・会場	20日 9:15-9:30 / Room 104
セッションタイトル	G-04 [JJ] 地球惑星科学のアウトリーチ
発表者氏名	REMY BOSSU
発表タイトル	A Multichannel Information System for Global Seismic Risk Reduction
発表概要	LastQuake, the multichannel rapid information system developed by EMSC comprising websites, a Twitter quakebot, and a smartphone app for global earthquake eyewitnesses. to offer timely, appropriate information in regions where an earthquake is felt and to collect high numbers of eyewitnesses' direct and indirect observations about the degree of shaking being felt and possible damage incurred.
学術的な意義 インパクト	EMSC monitors eyewitnesses' online reaction to detect widely felt quakes, i.e. traffic on its websites (one of the top global information website), launches of its app and publication on Twitter. These crowdsourced detections are independent of seismic data or magnitude and 15 to 90s of earthquake making it the fastest detection of global earthquakes. It merges citizen science & seismic monitoring
社会的な意義 インパクト	LastQuake reduce anxiety by offering timely information and services to eyewitnesses and contribute to immediate global seismic risk reduction by raising situation awareness and limiting potentially dangerous behaviors after violent ground shaking. Crowdsourced information improves situation awareness within min and timely geo-targeted safety tips on app limit inappropriate behavior after earthquake
論文発表の有無	Bossu, Remy, et al. "LastQuake: From rapid information to global seismic risk reduction." International Journal of Disaster Risk Reduction 28 (2018): 32-42. available online: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420918302097

【予稿本文】

Over the last 20 years, the Internet and more recently social media have revolutionized the way rapid earthquake information is broadcasted to the public. The European Mediterranean Seismological Centre (EMSC), one of the top global earthquake information centers, has been embracing these new technologies to develop a multicomponent information system for providing rapid information for eyewitnesses of global earthquakes. At the intersection between seismology, citizen science, and digital communication, its aim is twofold: to offer timely, appropriate information in regions where an earthquake is felt and to collect high numbers of eyewitnesses' direct and indirect observations about the degree of shaking being felt and possible damage incurred.

The information system comprises websites, a Twitter and a Telegram quakebot and a smartphone application. There are 3 key elements in the empirically developed strategy: relevance of provided information for potentially distressed eyewitnesses, rapidity and easiness to understand of key messages.

The relevance of the information is achieved by focusing on felt earthquakes, regardless their magnitude, the ones only detected by seismic monitoring networks being valuable uniquely to seismologists. Felt earthquakes are not identified through seismic data, but by the footprint left on Internet and social media by eyewitnesses looking for information immediately after the tremor. In practice, we independently monitor in real-time three variables: the number of tweets (i.e. messages published on Twitter) containing the keyword "earthquake" in various languages, the number of visitors on our websites, and the number of people launching our LastQuake app. Internet and social media act as the digital nervous system of our Planet and we detect the pulse generated by the online reaction to ground shaking.

These pulses of earthquake-related-activity lead to what is named crowdsourced detections which are typically within 15 to 90 s of earthquake occurrence and precede in the vast majority of cases traditional seismic locations. Crowdsourced detections are automatically published on the different component of the information system and eyewitnesses are invited to confirm them by sharing their felt experience. This proves to be an efficient engagement strategy working in all seismically active region of the world. Felt reports are collected through a set of cartoons depicting the different shaking level of the EMS 98 macroseismic scale rather than an online questionnaire. Visual communication is also exploited to provide timely geo-targeted safety tips to limit inappropriate behaviors in the minutes following an earthquake.

This talk presents the overall strategy and performances of the developed information system and illustrates how felt reports and eyewitnesses' digital footprints can improve rapid situation awareness of global earthquakes and rapid public information at little cost. In turn, we advocate that improved situation awareness and timely geo-targeted safety tips contribute to global seismic risk reduction. Finally, we will explore the automatic fusion of crowdsourced and seismic data to fasten seismic locations and magnitude estimates.