

# GSJ

地球をよく知り、地球と共生する

# 地質ニュース



# 8月号

- 
- 199 **令和元年(2019年)6月18日山形県沖の地震と日本海東縁ひずみ集中帯** 岡村 行信・宮下 由香里・内出 崇彦
- 
- 204 **首都圏における地震活動の多様性-フィリピン海プレートの沈み込みに及ぼす伊豆島弧の影響** 石田 瑞穂・木村 武志
- 
- 212 **膨大な量の有機炭素が巨大地震によって超深海底に供給されていた —日本海溝を例とした地球表層での炭素輸送における巨大地震の役割の理解—**  
池原 研・喜岡 新・Tobias Schwestermann・金松 敏也・Michael Strasser
- 
- 217 **「地質情報展 2019 北海道—明治からつなぐ地質の知恵—」開催報告**  
野々垣 進・斎藤 眞・宮地 良典・藤原 治・伊尾木 圭衣・内野 隆之・  
昆 慶明・藤井 孝志・角井 朝昭・森田 啓子・阪口 圭一
- 
- 220 **砂金・鉱物探し体験実施報告 —2018年産総研つくばセンター一般公開・地質情報展 2019 北海道—**  
昆 慶明・綱澤 有輝・実松 健造・荒岡 大輔
- 
- 223 **地質情報展 2019 北海道「燃える氷 メタンハイドレート」出展報告**  
神 裕介・米田 純・大島 基
- 
- 224 新人紹介 梅澤 良介・山下 幹也
- 
- 225 書籍紹介「微地形学 人と自然をつなぐ鍵」

# 令和元年(2019年)6月18日山形県沖の地震と 日本海東縁ひずみ集中帯

岡村 行信<sup>1)</sup>・宮下 由香里<sup>1)</sup>・内出 崇彦<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

令和元年(2019年)6月18日22時22分に山形県沖の深さ約14 kmでマグニチュード6.7の地震が発生し、新潟県村上市で最大震度6強を観測した。この地震が発生した日本海東縁と呼ばれる領域の地質学的な特徴及び地震と地質構造との関係を概説する。

## 2. 日本海東縁

北海道から新潟県にかけての沿岸域は日本海東縁と呼ばれ、今までも規模の大きな地震が繰り返し発生し、また、地質学的にも活断層が多く発達する場所として知られている。かつては、この領域にユーラシアプレートと北米プレートとの間のプレート沈み込み境界が形成されつつあると考えられたこともある(中村, 1983)。現在では、明瞭なプレートの沈み込み境界は存在せず、幅広い領域に多くの逆断層が形成されていることが明らかになっている(第1図)。広域的に見ると、西側のユーラシアプレートと東側の北米プレートとがぶつかり合っている領域と考えることができる。

日本海は、今から2,000～1,500万年前に、日本列島がユーラシア大陸から分離し、南東に移動したことによって形成された。その分離の際に、日本海から日本列島に引っ張る力が作用し、多くの正断層が形成された。それらの過去の断層が構造的に弱い古傷として、日本海東縁域に数多く残っている。そこに現在のように東西方向の押す力が加わると、断層が再活動しやすい。日本海が形成された時に引っ張る力で形成された正断層が、現在の押す力によってズレの方向が逆転し、逆断層として再活動している。断層の運動方向が反転することから、反転テクトニクスと呼ばれる。古傷が多いことと、過去の応力とちょうど逆方向の強い応力が作用していることが、日本海東縁に多くの活断層が発達し、地震が発生する主な原因である。

## 3. ひずみ集中帯

ひずみとは、物体に力がかかることによって発生する変形を意味する。東北日本には東西方向に押す力がかかり、それによって東西方向に縮み(ひずみ)が生じているが、その縮み方は一様ではない。大きく縮んでいる領域とあまり縮んでいない領域があり、前者をひずみ集中帯と呼んでいる。実は、そのひずみ集中帯をどのようにして認定するかによって、以下のような3つの異なるひずみ集中帯が定義されてきた(大竹ほか, 2002)。

### 3.1 地質構造から見たひずみ集中帯

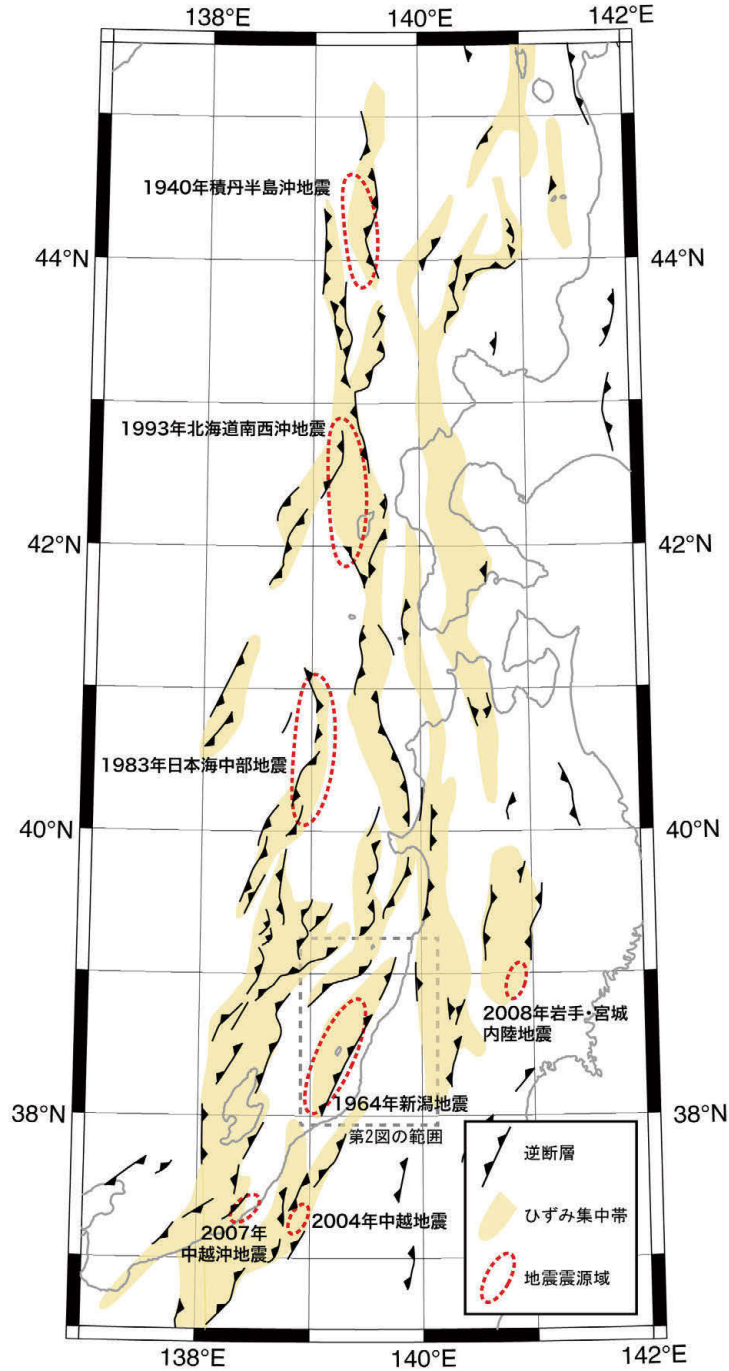
このひずみ集中帯は、活断層のズレに伴って褶曲が形成されている帯状の領域のことを指す(岡村, 2002)。日本海東縁域には堆積物が厚く、断層が堆積物に覆われて伏在していることがある。その場合でも断層の上には褶曲が形成されている。断層と褶曲の両方の分布を見ることによって地下の断層の分布を推定することができることから、地質学的なひずみ集中帯と呼んでいる(第1図)。それらの断層は、約350万年前以降に活動しているので、その間のひずみが集中してきた領域と言える。各ひずみ集中帯では断層のズレが数百m以上に達している。1回の地震によるズレが2-3mとすると、ひずみ集中帯は数百回の地震が繰り返してきた場所と考えられ、地質構造から、過去に地震が数多く繰り返してきた場所を推定することができる。20世紀以降に発生したマグニチュード7前後以上の大地震は、ほぼ地質学的ひずみ集中帯で発生している(第1図)。ただし、すべての地質学的ひずみ集中帯で、過去350万年間の活動が現在も継続しているとは限らないので、最近も活動しているかどうか検証が必要である。

### 3.2 地殻変動から見たひずみ集中帯

明治時代以降の三角測量や水準測量、そして最近約20年間程度の人工衛星を用いた測量データから、地殻変動を明らかにでき、ひずみが集中してきた場所も推定されてい

1) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門

キーワード：日本海東縁、ひずみ集中帯、粟島隆起帯、山形県沖地震、活断層、余震分布



第1図 地質構造に基づいたひずみ集中帯(岡村, 2002などを基に一部修正)  
断層と褶曲の分布からおおよその領域を示しているため、境界の位置は厳密ではない、過去約350万年間に形成された領域なので、すべてが活動的とは限らない。20世紀以降の主要な地震の震源域を赤の点線で示す。

る。地質構造に基づくよりは短い期間のひずみを観測できることが、大きな特徴である。この手法に基づいて、新潟県から秋田県の沿岸に沿ってひずみが集中していることが推定されている(鷲谷, 2002)。最近の地殻変動を見ていることから、近い将来に地震が起こりやすい場所を示している可能性がある。一方で、観測期間が短いため短期的な変動の影響を受けやすいことや、観測点がない海域ではひ

ずみ集中帯の分布を推定できないという弱点がある。

### 3.3 地震活動から見たひずみ集中帯

地震は断層のすべりによって発生するので、その分布はひずみが生じた場所を示している(石川, 2002)。地震が起こったことが知られている限られた場所の情報しか得られないという弱点がある。今回の地震の周辺では、



第2図 山形・新潟県境周辺の地質と活断層及び山形県沖の地震  
陸域の基図は、地理院地図の上に「20万分の1日本シームレス地質図V2」を重ねた。海域の基図は、岡村ほか(1996a)「栗島周辺海底地質図」および岡村ほか(1996b)「秋田西方海底地質図」を使用。

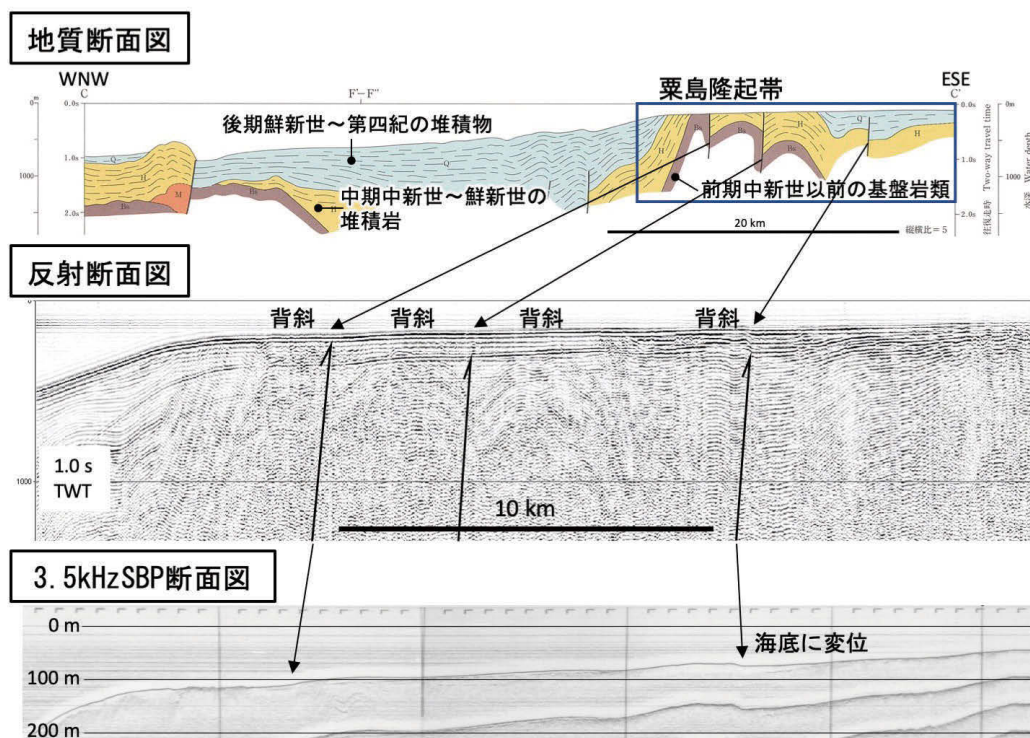
1804年象潟地震<sup>きさかた</sup>、1833年庄内沖地震、1894年庄内地震、1964年新潟地震などのマグニチュード7を越える地震が発生してきた。19世紀の地震については、正確な震源位置が不明であるが、地質学的ひずみ集中帯に沿って発生したと考えられる。1964年の新潟地震は、栗島隆起帯と呼ばれる地質構造が示すひずみ集中帯で発生した。1983年日本海中部地震や1993年北海道南西沖地震も地質学的ひずみ集中帯に沿って発生している(第1図)。

このように、異なるデータに基づいて、異なるひずみ集

中帯が定義できる。いずれも地震が発生しやすい場所を示していると考えられることができるが、海陸を含めて広域的にひずみ集中帯の分布を示すことができるのは、地質学的ひずみ集中帯だけである。

#### 4. 震源周辺の地質

今回の地震発生域周辺の地質図を第2図に示す。震源域は栗島隆起帯と呼ばれる海域のひずみ集中帯に接する領



第3図 震源域付近の地質断面図(位置は第2図に示す)と反射断面図, 3.5kHzSBP(サブトムプロファイラ)断面図  
この海域には、西北西傾斜で西側隆起を示す逆断層が複数条分布し、断層上盤側では活背斜が認められる。地質断面図(岡村ほか, 1996a)の位置は第2図に示す。反射断面図は産総研データを基に作成。縦軸は往復走時で、1秒は水中音速で750mに相当する。3.5kHzSBP断面図は、産総研「高分解能音波探査断面データベース: [https://gbank.gsj.jp/sbp\\_db/pages/cover.html](https://gbank.gsj.jp/sbp_db/pages/cover.html) (2019/06/20 確認)」による。各断面の縦方向の拡大率は、地質断面が5倍、反射断面も約5倍、3.5kHzSBP断面は約11倍。

域にあたる。この隆起帯は新第三紀の厚い地層の中に北北東—南南西走向で西北西傾斜の逆断層が成長して形成されたもので、上盤に顕著な活背斜を伴う(第3図)。粟島隆起帯の北方延長には酒田沖隆起帯と呼ばれる、同じく活背斜を伴う逆断層帯が形成されている。震源の東側陸域には朝日山地が広がり、基盤岩としてジュラ紀付加体、白亜紀の花崗岩・はんれい岩類が分布し、その上位に中新世の火山岩・堆積岩類が分布する(第2図)。直近に顕著な活断層は知られていない。山地の北側に広がる庄内平野の東縁には庄内平野東縁断層帯が、山地南側の新潟平野北部には櫛形山脈断層帯が発達する。これらは、いずれも東傾斜の逆断層である。

## 5. 粟島隆起帯との関係

粟島隆起帯はその東縁に発達する西北西傾斜の逆断層が活動し、隆起してきた顕著なひずみ集中帯で、1964年新潟地震の震源域と考えられる。一方今回の地震の余震は、粟島隆起帯の東縁に沿って分布し(第2図)、東南東傾斜のように見える(第4図)。余震のならばを海底まで伸ば

すと、粟島隆起帯の西傾斜の逆断層と交差してしまうが、余震分布は地下10km付近より深い場所に限られ、粟島隆起帯を形成した西傾斜の逆断層とは交差しないように見える。今後の詳しい調査結果に基づいて、粟島隆起帯との関係を解明する必要があるが、新潟地震の震源断層とは直接結びつかない断層が地震を起こした可能性が高い。

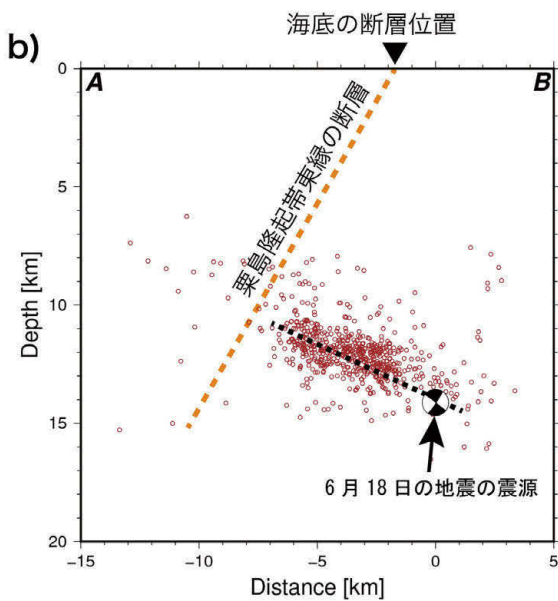
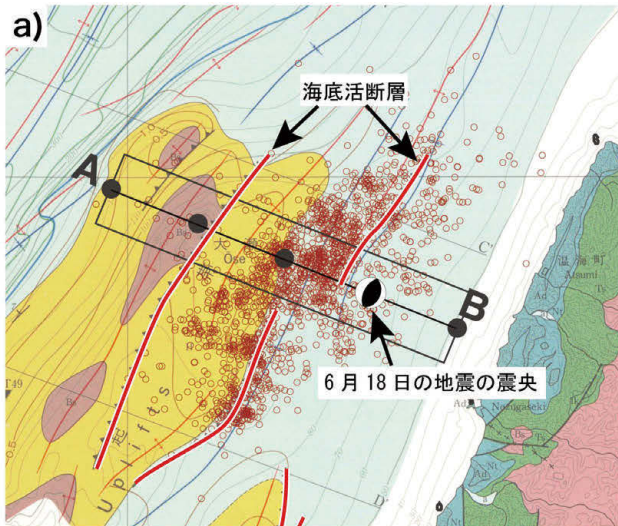
今回の地震を発生させた断層は海底には露出していない。また、その断層に関係した褶曲構造も確認することはできないので、この場所で地震が起こりうることを事前に予測するのは困難である。

## 6. 終わりに

海域の活断層は過去の活動履歴がほとんどわかっていないので、将来の地震発生確率を推定することは困難である。日本海東縁の海底には活断層が数多く分布することを理解し、地震への対策を準備しておく必要がある。

**謝辞:** 本稿では気象庁一元化処理震源及び検測値とhypoDDプログラム(Waldhauser, 2001)を使用した。

文 献



第4図 6月18日山形県沖の地震と地質との関係  
 a) 海底地質図(岡村ほか, 1996a)の拡大図と2002年6月18日から2019年6月23日24:00までの震源分布。b) 西北西方向の断面に投影した地震の分布。栗島隆起帯東縁の逆断層(オレンジ破線)は海底の位置から傾斜 $60^\circ$ と仮定した。黒破線は震源と余震分布から推定される震源断層。余震分布は気象庁一元化処理震源・検測値に基づいて、ダブルディファレンス法(Waldhauser and Ellsworth, 2000)により再決定したものである。

石川有三(2002)日本海東縁の地震活動から見たひずみ集中帯。大竹政和・平朝彦・太田陽子編, 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, 151-165.

中村一明(1983)日本海東縁新生海溝の可能性。地震研彙報, 58, 711-722.

岡村行信(2002)新第三紀以降のひずみ集中帯。大竹政和・平朝彦・太田陽子編, 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, 111-121.

岡村行信・森尻理恵・土谷信之・佐藤幹夫・宮崎純一・山崎俊嗣・上嶋正人・木川栄一・石原丈実(1996a)栗島周辺海底地質図。海洋地質図47, 地質調査所。

岡村行信・森尻理恵・佐藤幹夫・山崎俊嗣・上嶋正人・木川栄一・石原丈実・宮崎純一(1996b)秋田西方海底地質図。海洋地質図48, 地質調査所。

大竹政和・平朝彦・太田陽子編(2002)日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, 東京, 201p.

鷺谷威(2002)明治期以降のひずみ集中帯。大竹政和・平朝彦・太田陽子編, 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, 133-150.

Waldhauser, F. (2001) HypoDD: A computer program to compute double-difference earthquake locations. USGS Open File Rep., 01-113.

Waldhauser, F. and Ellsworth, W. L. (2000) A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the northern Hayward fault, California. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 90, 1353-1368.

OKAMURA Yukinobu, MIYASHITA Yukari and UCHIDE Takahiko (2019) 2019 off Yamagata earthquake and contraction zones along the eastern margin of Japan Sea.

(受付: 2019年7月4日)

# 首都圏における地震活動の多様性－フィリピン海プレート プレートの沈み込みに及ぼす伊豆島弧の影響

石田 瑞穂<sup>1)</sup>・木村 武志<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震による東日本大震災を契機に、2012年5月内閣府中央防災会議の下に「首都直下地震モデル検討会」が設置された。この検討会の下で、従来の首都直下地震モデルによる震度分布・津波波高に加え、あらゆる可能性を考慮した相模トラフ沿いで発生する最大クラスの巨大地震モデルによる震度分布・津波波高の見直しが行われ、結果が公表された(首都直下地震モデル検討会, 2013; 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2014)。この首都直下地震モデル検討会(2013)に於いては、文部科学省首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(東京大学地震研究所ほか, 2012)や東京都防災会議(2012)等による首都圏直下地震及び相模トラフ沿いで発生する地震に係わるこれまでの成果等も踏まえて、想定される地震断層モデル及びその震度分布・津波波高等が検討されている。

執筆者の石田は、この間活断層・火山研究部門の客員研究員なども務めながら、上記の報告書等で述べられている、首都直下地震モデルが、最近の首都圏の地震活動や研究成果をどこまで反映できているかを調べてきた。ここでは、この過程で出てきた疑問と思われる点を整理したので報告しておきたい。

## 2. 首都圏のプレート構造

従来から、首都圏及びその周辺地域では、地震活動が極めて活発であり、過去にマグニチュード(M)7や8クラスの地震が発生していることは良く知られている。それらは、南方から伊豆半島を載せたフィリピン海(PHS)プレートが、伊豆半島の北部では首都圏を載せた陸域プレート(北米(NA)プレート)に衝突していることに加えて、伊豆半島より東の領域では相模トラフから首都圏(NAプレート)の下方に沈み込んでいて、さらにこれらのプレートの



第1図 関東周辺のプレート境界(首都直下地震モデル検討会, 2013)。

下方には東から太平洋(PAC)プレートが沈み込んでいることによると説明されている(第1図)。そのため、首都圏で発生する地震の様相は極めて複雑かつ多様で、そうした地震の発生様式を中央防災会議(2004)では以下のように分類してきた(第2図(A))。

- ① 地殻内(NAプレートまたはPHSプレート)の浅い地震
- ② PHSプレートとNAプレートとの境界の地震
- ③ PHSプレート内の地震
- ④ PHSプレートとPACプレートとの境界の地震
- ⑤ PACプレート内の地震
- ⑥ PHSプレート及びNAプレートとPACプレートの境界の地震

このように地震の発生様式の分類の基本となるのはプレートの形状とその活動様式であり、M8級の地震の発生は②及び⑥のようなプレート上面境界であると考えられている。こうしたプレートの形状は、主に震源分布に基づき求められているため、実際に首都圏直下で地震がどのように分布しプレートの形状と結び付けられてきたかを理解することは、首都圏での地震の発生様式を知るための基本で

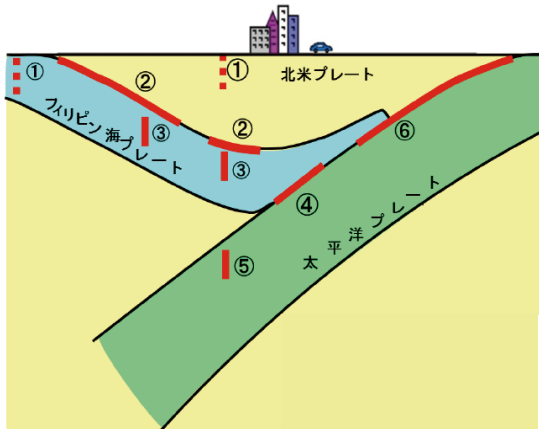
1) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門 元客員研究員

2) (国)防災科学技術研究所 地震津波火山ネットワークセンター

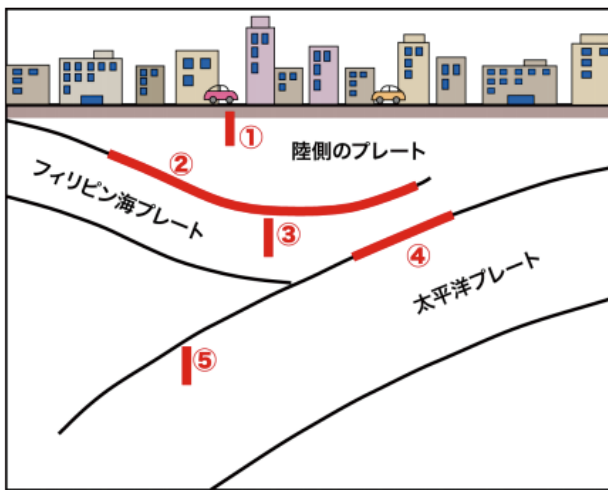
〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1

キーワード：想定地震，首都圏，海洋プレートの沈み込み，震源分布，プレート構造





(A)



(B)

第2図 (A) 南関東地域で発生する地震のタイプ(首都直下地震モデル検討会, 2013). ①地殻内 (NA プレートまたは PHS プレート) の浅い地震. ② PHS プレートと NA プレートとの境界の地震. ③ PHS プレート内の地震. ④ PHS プレートと PAC プレートとの境界の地震. ⑤ PAC プレート内の地震. ⑥ PHS プレート及び NA プレートと PAC プレートとの境界の地震. (B) 関東地方で発生する地震の模式図(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2014). 地震の発生する場所と大きさを模式的に示す. また, 深さの目安も示す. ①活断層等で発生する浅い地震(深さ 0 ~ 20 km). ②陸のプレートと PHS プレートとの境界で発生する地震(深さ 20 ~ 50 km). ③ PHS プレートの内部で発生する地震(深さ 20 ~ 50 km). ④ PHS プレートと PAC プレートとの境界で発生する地震(深さ 50 ~ 100 km). ⑤ PAC プレートの内部で発生する地震(深さ 50 ~ 100 km).

あり, ひいては被害軽減のための基本と考えられている.

従って, 本稿では, まず 1980 年代から現在まで, どのような地震活動に基づきプレートの形状が提案されてきたか紹介し, 最近の成果と比較するが, 議論の基本となる震源データは, 2003 年頃を境に大きく変化した. それは 1995 年以降に開始された Hi-net (防災科学技術研究所

(防災科研) 高感度地震観測網) の整備が 2003 年に終わり, それ以前に比べ震源決定精度と観測数が大きく向上した結果である. 従って, Hi-net のデータ整備 (2003 年頃) 以前と以後に分けてプレートの形状の解釈の変遷を, それぞれが用いた震源分布と比較しながら検討するが, 第 2 図 (A) に示された地震の発生様式 (中央防災会議, 2004) は, 第 2 図 (B) に示されている地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2014) の地震発生様式においても, 基本的には現在も踏襲されていることに留意する.

### 3. フィリピン海プレートの沈み込みの形状 (Hi-net 以前)

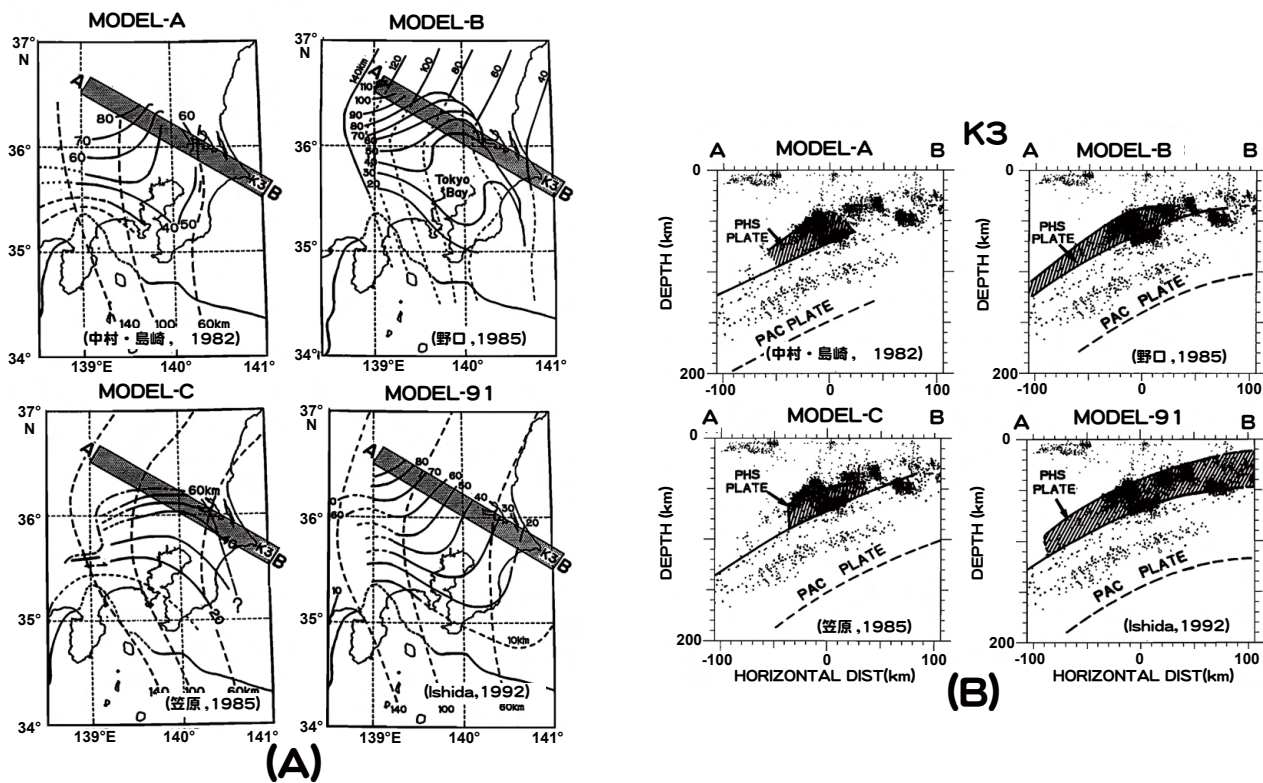
首都圏の下方に沈み込む PHS プレートの形状のモデルは, 1980 年代初めから多くの研究者がそれぞれに取り組み, モデルの提案をしている. 第 3 図 (A) は, 2000 年以前に, 主に震源分布に基づいて求められた PHS 及び PAC プレート上面の等深線を示しているが, 研究者によりそれぞれ示されているような違いが認められる. 特に, 第 3 図 (B) に示されている首都圏の北東端 (第 3 図 (A) の影で示した位置) での PHS 及び PAC プレートの垂直断面上に投影された形状は, モデル毎にかなり異なっている. これは, 震源分布に基づきプレートの形状を一意的に求めることが難しい事を示している.

第 4 図 (A) の首都圏における PHS プレート等深線分布図 (Ishida, 1992) も, 震源分布に基づいて求められている. 使われた震源データは, 防災科研関東東海地域地震観測網のデータを用いて三次元速度構造を求め, 再決定した結果に基づいている. 第 4 図 (A) に示されている測線の垂直断面の形状 (同図 (B)) が前節で述べた第 2 図の首都圏のプレートの形状に反映されてきたと考えられる.

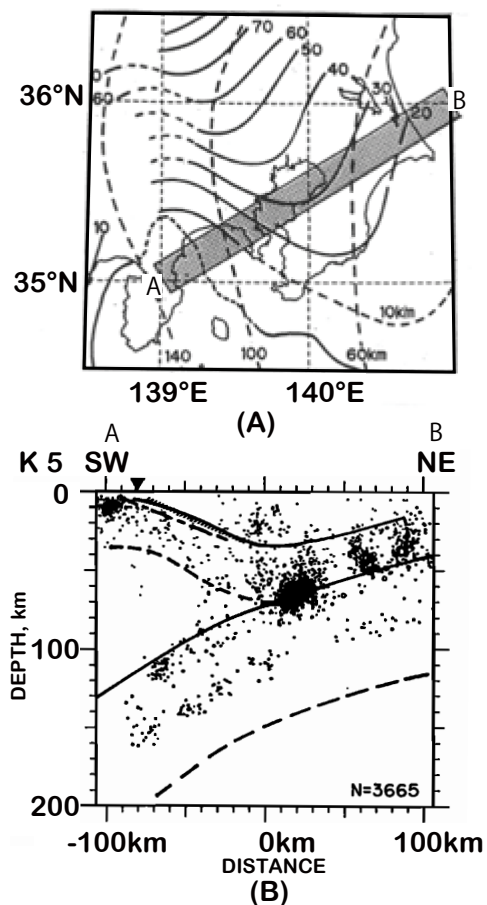
しかし, 首都圏の地震観測網は, 2003 年以降格段に改善され, 震源決定精度も向上した. 一般に, 沈み込む海洋プレートの形状は震源分布を基準に求められているため, 現在用いられている第 2 図 (B) の PHS プレートの形状が最近の地震観測網で観測された結果を反映しているかどうかを調べてみた.

### 4. Hi-net のデータを用いたプレートの形状

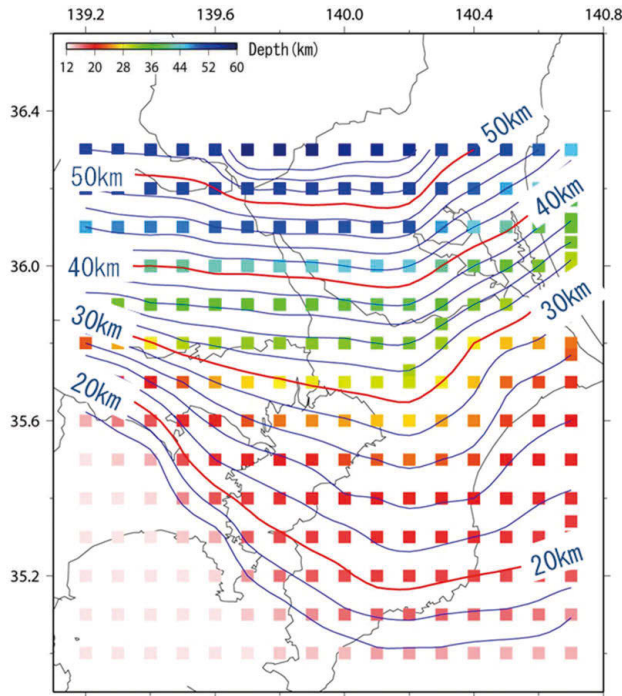
首都圏に於いて, 2011 年の東日本大震災を契機に, 2004 年当時の検討では想定対象とされていなかった関東大地震クラスの地震も想定対象として検討すべきであるということが指摘された. その結果, 最新の科学的知見を踏まえて首都直下で想定される地震の規模・揺れ・津波等に



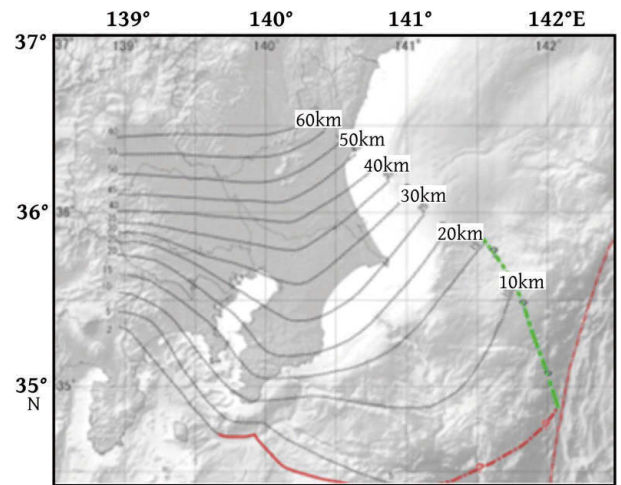
第3図 1980～2000年に求められたPHSプレートとPACプレート上面の等深線分布モデルの比較。(A) PHSプレート(実線)とPACプレート(破線)の等深線分布。(B)図(A)の測線A-Bに沿う垂直断面上に投影された震源とPHSプレート(影を施した部分)とPACプレートの形状。震源は、Ishida(1992)により再決定された結果を示す。MODEL-Aは中村・島崎(1981)、MODEL-Bは野口(1985)、MODEL-Cは笠原(1985)。MODEL-91はIshida(1992)。



第4図 首都圏のPHS & PACプレートの形状(Ishida, 1992)。(A)首都圏のPHSプレートとPACプレートの等深線分布。(B)図(A)の測線ABに沿う垂直断面上に投影された震源分布とPHS及びPACプレートの形状。



(A)



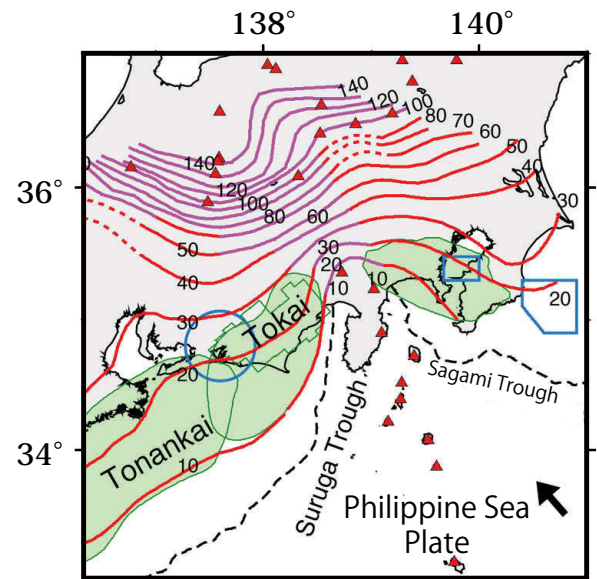
(B)

第5図 PHSプレート上面の深さ分布。(A) 東京大学地震研究所ほか(2012), 酒井(2012)。(B) 首都直下地震モデル検討会(2013)に加筆。第4図(A)の等深線に対して, 約10km浅く求められている。

ついて点検し見直すために, 内閣府に首都直下地震モデル検討会が設置された(首都直下地震モデル検討会, 2013)。

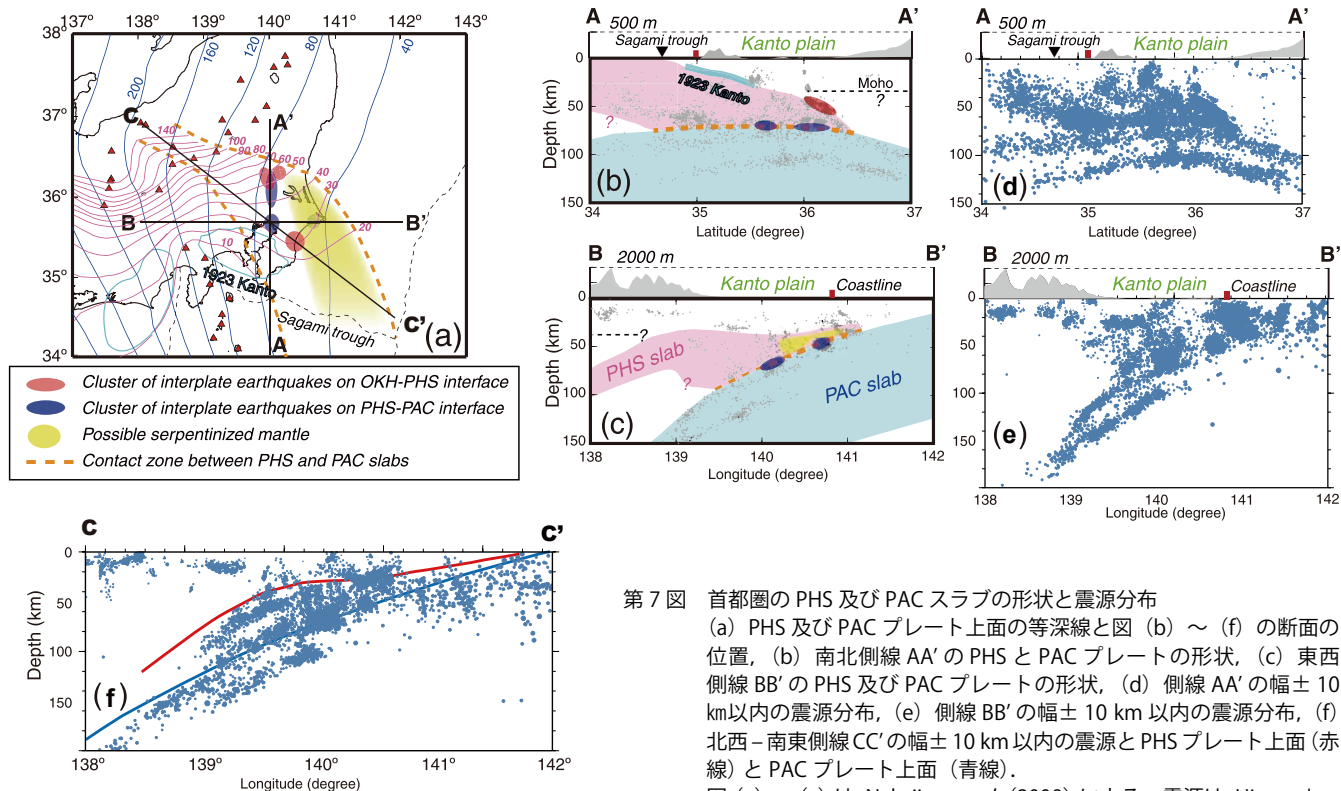
2003年以降の地震観測網の充実により, 最近では三次元速度構造の改定や反射波などを用いた研究も進められ, PHSプレートの形状も見直され, 新たなモデルが提案され用いられるようになった。それらのモデルが第5図に示されている。第5図(A)は, 首都直下地震防災減災特別プロジェクト(東京大学地震研究所ほか, 2012)により求められたPHSプレート上面の深さ分布を示している(酒井, 2012)。これに対して第5図(B)は首都直下地震モデル検討会(2013)の結果で, 佐藤(2012)に海洋研究開発機構, 東京大学地震研究所, 海上保安庁による海域での構造探査資料を加えて作成されたPHSプレート上面の形状である。第5図(B)のモデルは相模トラフ沿いの地震活動の長期評価(第二版)(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2014)などにも用いられているが, 中央防災会議(2004)で用いた形状(第4図(A))に比べて, 等深線が10km程度浅くなっていると報告されている。

一方, 最近多くの研究者が用いているプレート上面の形状は, 弘瀬ほか(2008)によるPHSプレート上面の形状(第6図)である。これは, Double-Difference Tomography法(Zhang and Thurber, 2003)により求められた速度構造



第6図 PHSプレート上面の等深線分布(Hirose, Fuyuki Hirose's HPの図の一部に加筆, <http://www.mri-jma.go.jp/Dep/sv/2ken/fhirose/en/en.PHShtml> 2019年2月28日確認)

を用いて気象庁一元化震源カタログの震源データを再決定した結果に基づいている。Nakajima *et al.* (2009)はこの弘瀬ほか(2008)によるプレートの等深線分布に基づいて, 首都圏下へのPHSおよびPACプレートの沈み込みの特徴を以下のように説明している(第7図(a) - (c))。



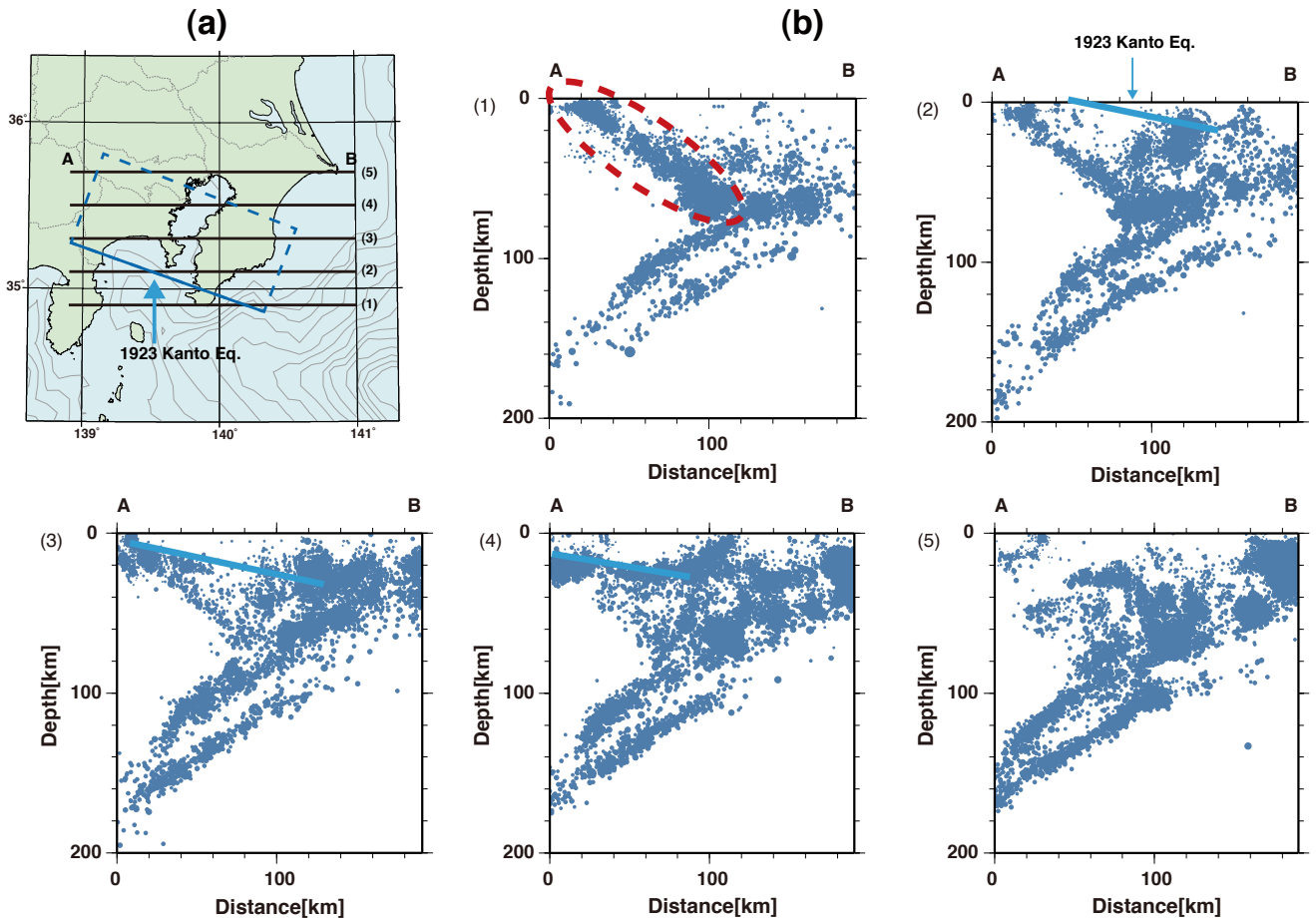
第7図 首都圏の PHS 及び PAC スラブの形状と震源分布  
 (a) PHS 及び PAC プレート上面の等深線と図 (b) ~ (f) の断面の位置, (b) 南北側線 AA' の PHS と PAC プレートの形状, (c) 東西側線 BB' の PHS 及び PAC プレートの形状, (d) 側線 AA' の幅±10 km 以内の震源分布, (e) 側線 BB' の幅±10 km 以内の震源分布, (f) 北西-南東側線 CC' の幅±10 km 以内の震源と PHS プレート上面 (赤線) と PAC プレート上面 (青線).  
 図 (a) ~ (c) は, Nakajima *et al.* (2009) による. 震源は, Hi-net ルーチン震源 (2003 年 1 月 ~ 2019 年 1 月).

第7図は, (a) に南北断面 A-A', 東西断面 B-B' の位置が, (b), (c) にそれぞれの断面に投影された震源と PHS・PAC プレートの形状が示されている. 第7図 (b), (c) では, PHS プレートと NA プレートの境界で発生していると説明される震源域が赤色で, PHS プレートと PAC プレートの境界で発生していると説明される震源域が濃紺で示されている. また, 1923 年関東地震の断層面は断面 (b) に, 青線で示されている. これら南北断面 A-A', 東西断面 B-B' と両断面の間の北西-南東断面 C-C' (第7図 (a)) の各断面から ±10 km 以内に発生した地震の震源を, 第7図 (d), (e), (f) に示した. 第7図 (f) には, 第7図 (a) に示されている PHS プレートと PAC プレートの等深線を示した. 第7図 (d), (e), (f) の震源分布をみると, 第7図 (b), (c) でプレートの形状を特徴づけているとして説明されている NA・PHS・PAC プレート間境界の地震活動というだけでは説明できない活発な地震活動がみられる.

一般に, 沈み込む PHS・PAC プレートの形状は, 震源分布や巨大地震の断層面の位置で求められているが, 第7図で示したように, 震源分布は多様であり, 現在提唱されているプレートの形状と一意的に結び付けた統合的説明は難しい. 特に, 大地震の発生が危惧されている首都圏へのプレートの沈み込みに関しての疑問を以下に整理する.

### 5. 考察

伊豆半島から房総半島を横断する測線 (第8図 (a)) に沿って投影された震源と 1923 年関東地震の断層面 (青実線) を第8図 (b) に示す. 第8図 (b) の垂直断面 (1) ~ (5) には, 断面から ±10 km 以内に発生した地震の震源と, 関東地震の断層面 (Kanamori, 1972) が示されている. 従来プレート上面は, 連続する活発な地震活動や巨大地震の断層面で特徴づけられてきた. しかし第8図 (b) (1) ~ (5) の震源分布では, PHS プレート上面 (第2図 (B) ②) を示唆する活発な地震活動や 1923 年関東地震の断層面に一致する地震活動は明瞭では無い. 一方, 伊豆半島東部から東に傾き下がる顕著な地震活動 (第8図 (b), (1) 赤破線で囲った地震活動で, (2), (3) にも同様な活動がみられるが, (5) 辺りでは不明瞭になる) がみられる. この活動が, 相模トラフから沈み込んでいると説明されている PHS プレート上面の地震活動とは考えられない. 第2図 (B) で示されている地震の活動に照らし合わせると, 東西断面で下方に凹状の膨らみをもったプレートを仮定するだけでは説明することが難しい. 第7図 (c) に首都圏に沈み込む PHS プレートの東西断面の模式図が, (e) に震源分布が示されているが, 同断面は第8図 (b) (5) と同位置の断面であり, この断面の南方から PHS プレート



第8図 首都圏を東西に横断する垂直断面上の震源分布。(a) 測線の位置と1923年関東地震の断層面(Kanamori, 1972)。(b) 垂直断面上に投影された震源と関東地震の断層面。震源はHi-netデータ(2003年1月~2019年1月)。青実線:1923年関東地震(M7.9)の断層面(Kanamori, 1972)。赤破線:伊豆半島東部から傾き下がる明瞭な地震活動域。

が沈み込んでいると考えられている。さらに、その南側の東西断面が第8図(b)(1)~(4)である。これらの震源分布を見る限り、第2図(b)の模式図で示されているような、PHSプレートの沈み込みを示唆する地震活動を表しているとは言えない。首都圏下方へのPHSプレートの沈み込みに関しては、1980年代から伊豆半島の存在が、PHSプレートの首都圏(NAプレート)下方への単純な沈み込みを阻んでいるとして、様々な議論がなされてきた(例えば、伊藤・千葉, 1983)。第7図(d)~(f)や第8図(b)で見られるような複雑な地震活動を、伊豆島弧の衝突とPHSプレートの沈み込みに於けるテクトニックな位置付け(これまでと今後予測される巨大地震との関係を含めた影響)から再検討する必要があるのではないか。

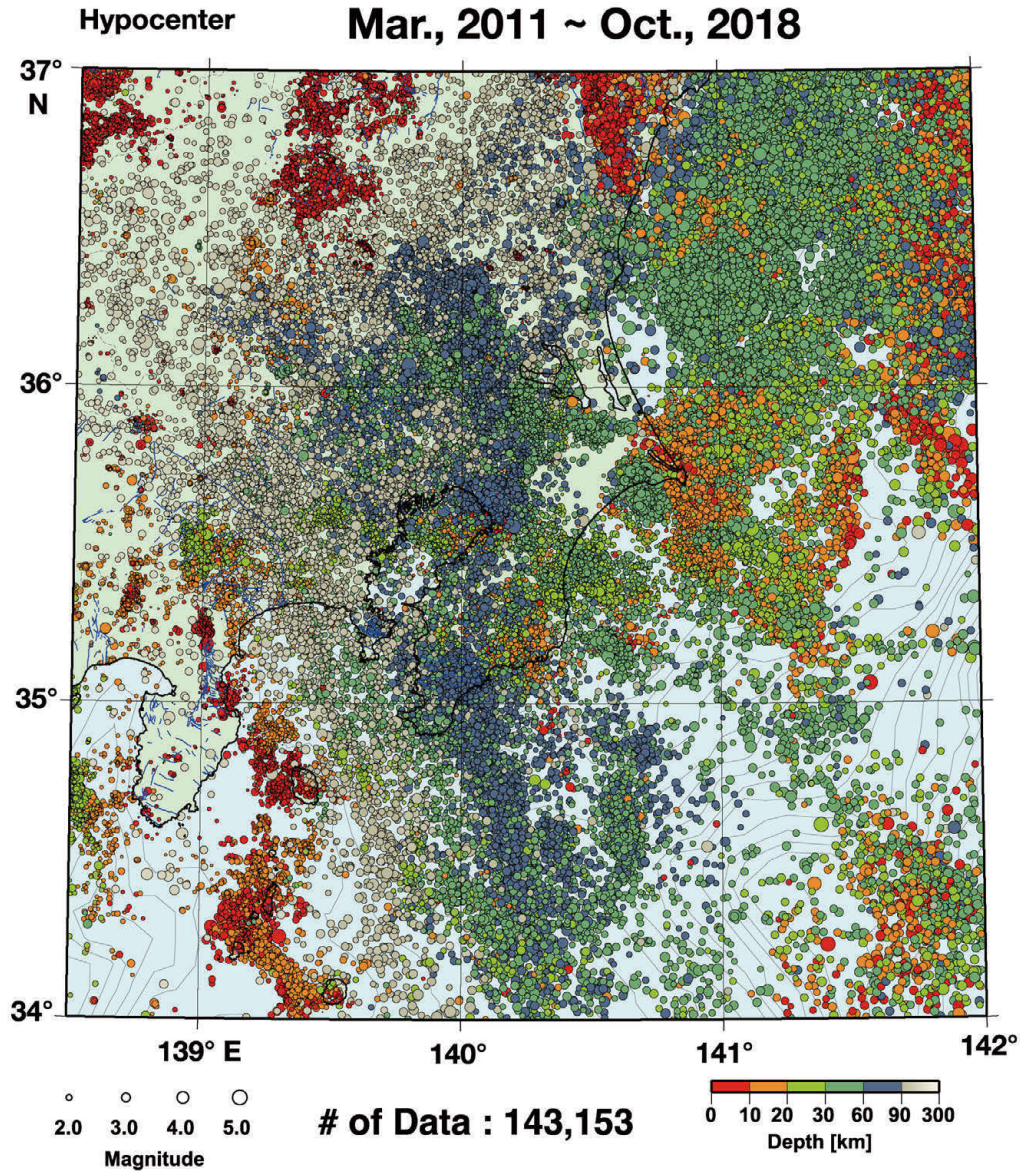
一方、第9図には、2011年3月から2018年10月までに発生した深さ200kmまでの地震の震源分布(Hi-netによる)を示す。特徴的な分布として、東経140.5度付近で、ほぼ南北に沿って深さ0~200kmまで殆ど地震が発生していない地域がある。この範囲は、長谷川ほか

(2013)で示されているPHSプレートの蛇紋岩化域内に位置するが、さらに下方に沈み込んでいるPACプレートまでも含めて地震が発生していない。こうした非地震域が何を意味しているかも、今後の課題であろう。

以上、本報告では首都圏における地震活動について、問題点の整理に留まっているが、今後このような問題も整理しつつ、さらなる研究の進展を望みたい。

## 文献

- 中央防災会議(2004)地震ワーキンググループ報告書, 中央防災会議首都直下地震対策専門調査会(第12回), 1-26.
- 長谷川昭・中島淳一・内田直希・海野徳仁(2013)東京直下に沈み込む2枚のプレートと首都直下の特異な地震活動, 地学雑誌, 122, 398-417.
- 弘瀬冬樹・中島淳一・長谷川昭(2008) Double-Difference Tomography法による関東地方の3次元地震波速度



第9図 首都圏の震源分布 (Hi-net ルーチン震源). 深さ 0 ~ 200 km (2011 年 3 月 ~ 2018 年 10 月)

構造およびフィリピン海プレートの形状の推定. 地震  
2, 60, 123-138.

Ishida, M. (1992) Geometry and relative motion of the  
Philippine Sea Plate and Pacific Plate beneath the  
Kanto-Tokai District, Japan. *J. Geophys. Res.*, **97**, 489-  
513.

伊藤谷生・千葉達朗 (1983) 関東地方周辺のプレートシス  
テム, URBAN KUBOTA, no. 21, 52-55.

地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2014) 相模トラ  
フ沿いの地震活動の長期評価 (第二版) について, 地  
震調査研究推進本部報告書, 81p.

Kanamori, H. (1972) Faulting of the great Kanto earthquake  
of 1923 as revealed by seismological data. *Bull. Earthq.*

*Res. Inst.*, **49**, 13-18.

笠原敬司 (1985) プレートが三重会合する関東・東海地  
方の地殻活動様式, 国立防災科学技術センター研究報  
告, **35**, 33-137.

Nakajima, J., Hirose, F. and Hasegawa, A. (2009)  
Seismotectonics beneath the Tokyo metropolitan  
area, Japan: Effect of slab-slab contact and overlap  
on seismicity. *J. Geophys. Res.*, **114**, B08309,  
doi:10.1029/2008JB006101.

中村一明・島崎邦彦 (1981) 相模・駿河トラフとプレ  
ートの沈み込み. 科学, **51**, 490-498.

野口伸一 (1985) フィリピン海プレートの形状と茨城地  
震活動の特徴. 月刊地球, **7**, 97-104.

- 酒井慎一 (2012) 首都直下における最新のプレート構造モデル. 地震予知連絡会の会報, **88**, 516-520.
- 佐藤比呂志 (2012) 相模トラフ・伊豆衝突帯のプレート境界断層, 首都直下地震モデル検討会(第10回)説明資料.
- 首都直下地震モデル検討会 (2013) 首都直下の M7 クラスの地震及び相模トラフ沿いの M8 クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書(図表集), 内閣府中央防災会議報告書, 138p.
- 東京大学地震研究所・(独) 防災科学技術研究所・京都大学防災研究所 (2012) 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト総括成果報告書, 142p.
- 東京都防災会議 (2012) 首都直下地震による東京の被害想定報告書資料編, 30p.
- Zhang, H. and Thurber, C. H. (2003) Double-Difference Tomography: The method and its application to the Hayward Fault, California. *Bull. Seism. Soc. Am.*, **93**, 1875-1889.
- 
- ISHIDA Mizuho and KIMURA Takeshi (2019) Complexity of the seismic activity in the Tokyo metropolitan area -Influence of the Izu Peninsula to give it to the subduction of the Philippine Sea plate.
- 

(受付: 2019年3月6日)

# 膨大な量の有機炭素が巨大地震によって超深海底に供給されていた — 日本海溝を例とした地球表層での炭素輸送における巨大地震の役割の理解 —

池原 研<sup>1)</sup>・喜岡 新<sup>2)</sup>・Tobias Schwestermann<sup>2)</sup>・金松 敏也<sup>3)</sup>・Michael Strasser<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

日本海溝は、太平洋プレートがオホーツク海プレートに沈み込むプレート境界です。日本海溝沿いではプレート境界型地震が繰り返し発生し、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震(以下、2011年東北沖地震と呼ぶ)では地震動と津波により多くの人命が失われ、東日本全体に甚大な被害を引き起こしました。巨大地震や津波によっては海底も大きな擾乱を受け、海底堆積物の再懸濁や再堆積が起きていたこともわかってきています(例えば、池原・宇佐見, 2018)。しかし、水深7 kmを超える日本海溝底でどのくらいの量の堆積物が再堆積して地層を形成したかはわかっていませんでした。なぜなら水深6 kmを超える深海域である超深海は地球上で全海域のわずか2%の面積しか占めていない上、調査が困難で、月や火星よりも探査機会が少ない未知の場所だからです。このため、地球表層での炭素循環やその気候変動や生命圏における役割の理解

は進んできていましたが、有機炭素がどのように、そしてどれだけ超深海に運ばれるかの理解は非常に限られていました。今回、東北海洋生態系調査研究船「新青丸」とドイツの研究調査船「ゾンネ」号(第1図)により2012～2016年に実施された調査結果から、2011年東北沖地震により日本海溝に再堆積した堆積物の体積を計算することが初めてできました。さらに日本海溝から採取された海底堆積物コアの分析結果を合わせると、2011年東北沖地震の際に少なくとも100万トンの有機炭素が海溝底に供給されていたことが明らかになりました。これは、水深が深く、調査が困難な超深海である海溝底で有機炭素の埋没量を計算した初めての報告で、2011年東北沖地震が日本海溝での炭素循環や短期的な底生生物活動に大きな影響を与えたことを示しました。

ここでは、Kioka *et al.* (2019)で報告した内容を中心に、2011年東北沖地震によって日本海溝で起こったことをご紹介します。



第1図 日本海溝の調査に使われた日本の東北海洋生態系調査研究船「新青丸」(左)とドイツの研究調査船「ゾンネ」号(右)

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

2) インスブルック大学

3) 海洋研究開発機構 地震発生帯研究センター

キーワード：地震、有機炭素、日本海溝、サブボトムプロファイラー記録



## 2. 2011年東北沖地震後の日本海溝底の調査とその結果

2011年東北沖地震とその津波の後、様々な機関による海底調査が実施されました。そのうち、日本海溝底とその周辺の調査の中で重要な発見が四つあったと思います。まず最初は地震の前と後の海底地形データを詳細に比較することにより、地震による海底地形の変化を定量的に把握したことです(Fujiwara *et al.*, 2011)。海洋研究開発機構(JAMSTEC)の富士原さんらによって行われたこの検討により、日本海溝の陸側斜面が海溝軸の近くで沖(東南東)向きに50 m、上方に7~10 m程度動いたことがわかりました。次は同じくJAMSTECの小平さんらによって行われた地震の前と後にとられた反射法地震探査記録の比較です(Kodaira *et al.*, 2012)。これにより地震時の滑りが海溝軸近くまで達し、富士原さんたちが見つけた海底地形変化もこのような地震時の地殻変動が引き起こしたと考えられました。その後、この斜面域での海底堆積物採取の結果を踏まえて、海溝軸近くまで達した滑りによって、その先端の斜面が円弧滑りを起こしたこと(Strasser *et al.*, 2013)もわかってきました。三つ目はJAMSTECの小栗さんらによるもので、地震の4ヶ月後に海溝底に採泥器付きの観測装置を下ろして海底を観察したところ、海溝底の底層水が濁っていることを観測し、さらに採取された表層堆積物の最表層に2011年の地震によって形成された堆積層を発見したこと(Oguri *et al.*, 2013)です。さらに四つ目として、2011年東北沖地震の破壊領域近傍の日本海溝底のピストンコアの解析から、コア中に3枚の厚い泥質タービダイト層と十和田山起源の十和田a火山灰層が確認され、仙台平野や石巻平野の津波堆積物層序(例えば、Sawai *et al.*, 2012)と同様なイベント堆積物の層序が日本海溝底に存在することがわかりました(Ikehara *et al.*, 2016)。このことは日本海溝底の堆積物が過去の巨大地震を記録している可能性があることを教えてくれました。これらをまとめると、2011年東北沖地震では海溝付近まで断層滑りが到達し、これによって海底地すべりや海底堆積物の再堆積現象が発生し、海溝底に地震イベント堆積物を形成したこと、そして同様な地震は過去にも起こっていて、それらは日本海溝底の堆積物に記録されていることが分かったと言えます。

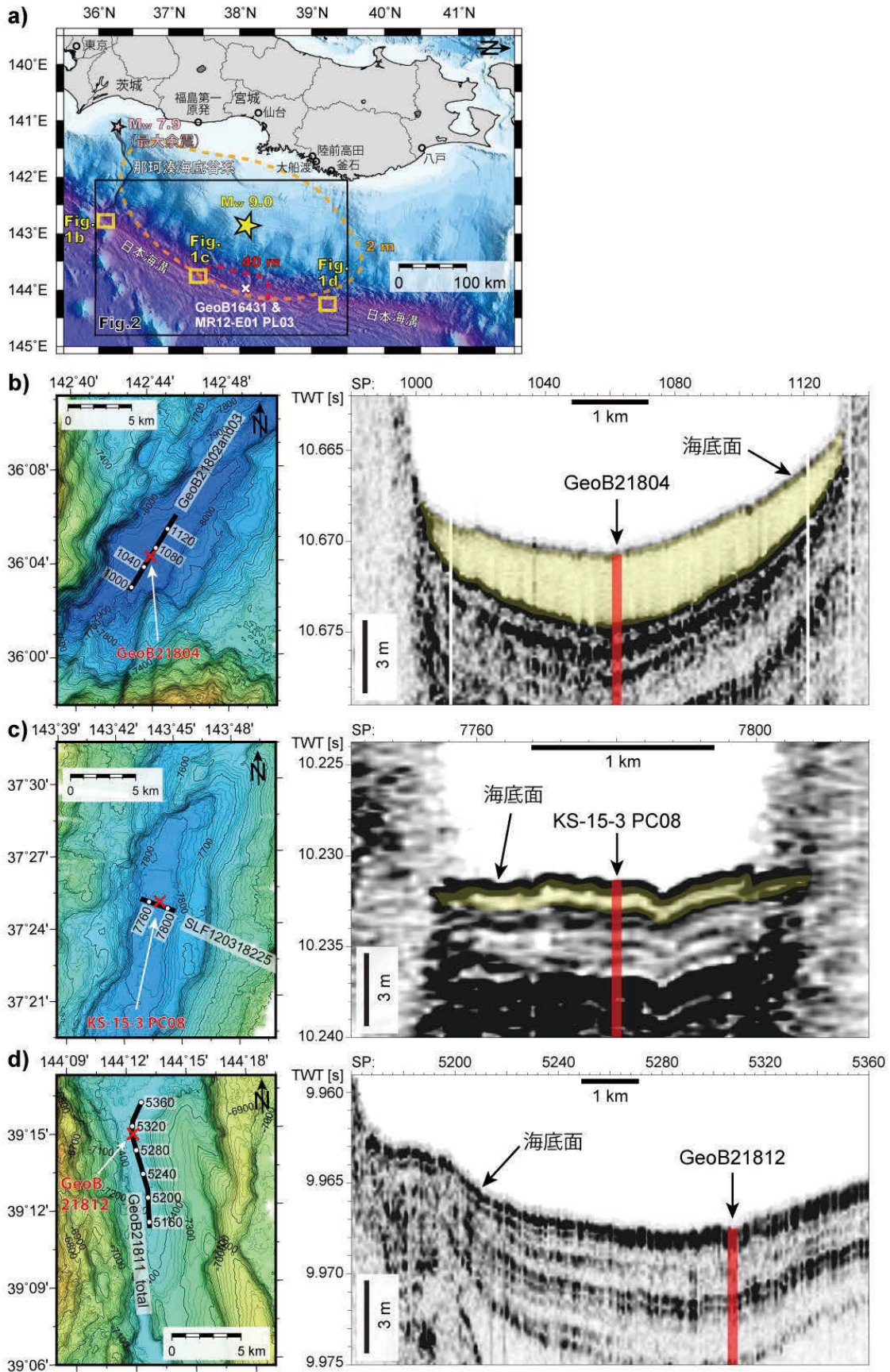
## 3. 日本海溝の地形と堆積物

以上の発見はいずれも震央近傍の日本海溝底で起こったことでした。2011年東北沖地震によって日本海溝のより広い範囲で起こったことの解明はまず、日本海溝の海底地

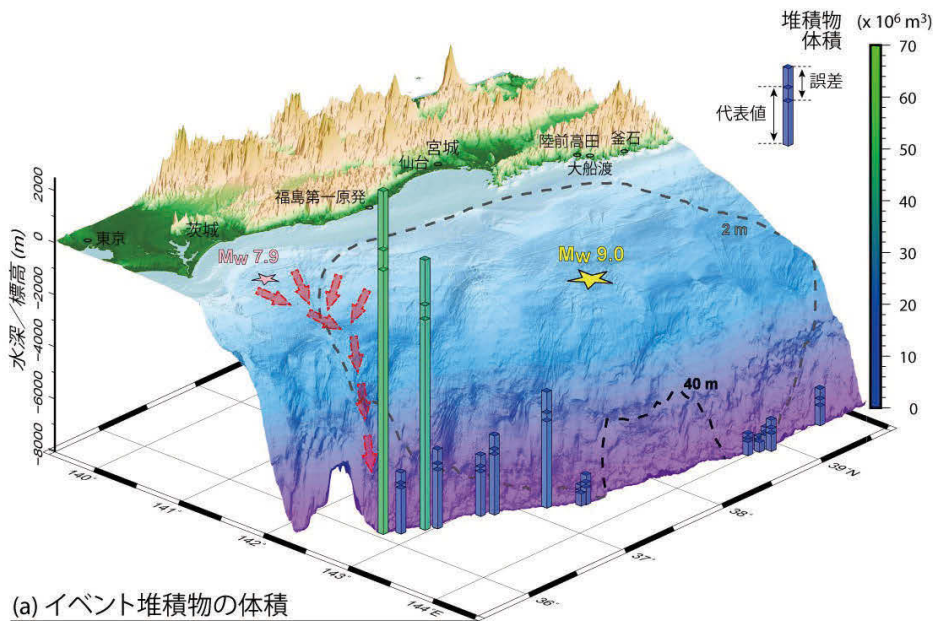
形を詳細に明らかにすることから始まりました。海底の深さは調査船の船底から音波を放射し、音波が海底にぶつかってはね返ってくるまでの時間を測ることで水深を計算します。海底地形の把握は、船底に取り付けられたマルチナロービーム音響測深機により扇形に複数の音波を放射しながら航行し、調査船の真下からある幅で多数の水深値を得ることで行われます。日本海溝において得られた海底地形データを解析すると、日本海溝の海溝軸付近は閉鎖的な小さな海盆の連続であることがわかりました。このような小さな海盆の連続は、日本海溝に沈み込む太平洋プレートの表面構造に影響されたものです。海溝に沈み込む太平洋プレートは沈み込み始め、プレートが折れ曲がるところで少し盛り上がります(アウターライズ)。これより海溝側の太平洋プレートの表面には、正断層で断ち切られたホルスト・グラベン(地塁・地溝)構造が発達しています。太平洋プレートは日本海溝に少し斜交して沈み込んでいるので、低まりのグラベンが沈み込む場所では海盆に、高まりのホルストが沈み込む場所では海盆間の高まりとなります。まず私たちは海底地形からこれら海盆の空間的広がりを明らかにしました。

次に行ったのは、サブボトムプロファイラー記録(第2図)の解析です。サブボトムプロファイラーでは、海底下数十~百m程度までの堆積層の構造がわかります。日本海溝底の小海盆のサブボトムプロファイラーの記録を解析すると、海底面直下の堆積層の最上部に音響的に透明な層が確認されました。いくつかの小海盆から採取された海底堆積物コアと比較すると、サブボトムプロファイラーで確認された最上部の音響的透明層は2011年東北沖地震によって形成されたイベント堆積物に相当することが明らかとなりました。

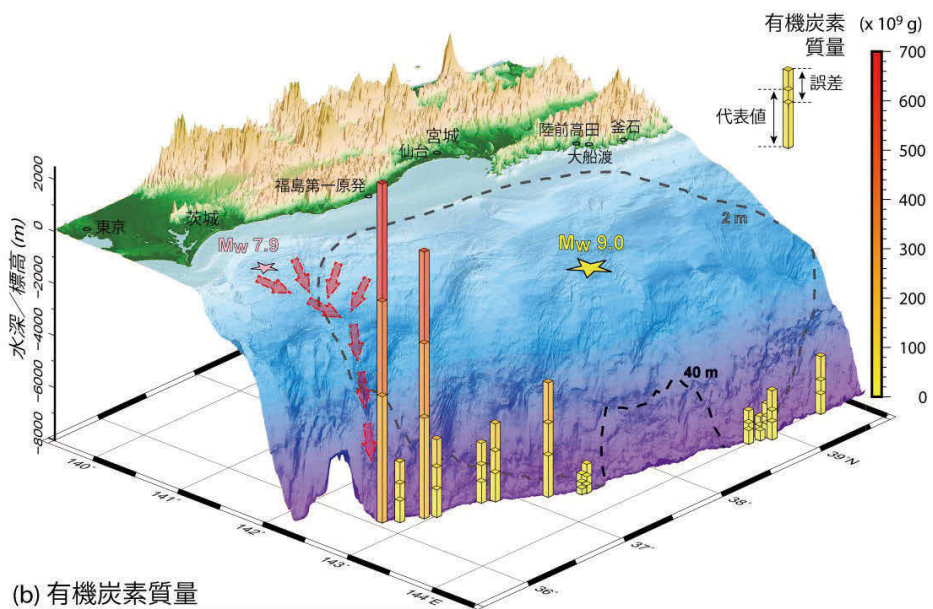
海底地形解析から得られた小海盆の面積とサブボトムプロファイラー記録から得られた音響的透明層(2011年東北沖地震のイベント堆積物)の小海盆内での分布状況から各小海盆を覆ったイベント堆積物の広がりがわかり、さらに音響的透明層の厚さの分布から各小海盆に堆積したイベント堆積物の体積がわかります(第3図)。例えば、日本海溝茨城県沖の小海盆では29 km<sup>2</sup>もの面積にわたってイベント堆積物が覆っており、その体積は0.054 km<sup>3</sup>にもなることが計算できました。そして、日本海溝の全ての小海盆に堆積した2011年のイベント堆積物の体積は、少なくとも0.19 km<sup>3</sup>と計算されました。これは、東京ドーム約150個分に相当する量になります。一方で、小海盆毎に再堆積したイベント堆積物の体積は、2011年東北沖地震の本震のすべり量が大きかった日本海溝中部の小海盆よ



第2図 (a) 日本海溝と調査海域。星印は2011年東北沖地震の本震と茨城沖の最大余震の震央。(b)～(d) 日本海溝に見られる小海盆(海底地形図)と小海盆のサブボトムプロファイラー断面記録の例。断面は地形図の黒線に沿っている。赤の×は海底堆積物コアの採取地点で断面記録では赤線で示している。海底面直下の最上部に音響的透明層(黄色で塗色)が見られる。Kioka et al. (2019)のFigure 1を日本語に改変。



(a) イベント堆積物の体積



(b) 有機炭素質量

第3図

(a) 2011年東北沖地震によって各小海盆に再堆積したイベント堆積物の体積. (b) 2011年東北沖地震によって各小海盆に再堆積したイベント堆積物として固定された有機炭素の質量. なお、面積が1 km<sup>2</sup>未満の小海盆については、体積、有機炭素質量ともプロットされていない。図中の赤矢印は海底谷を通じた粒子の輸送を示す。Kioka et al. (2019)のFigure 4を日本語に改変。

りも、すべり量の小さかった南部(茨城県沖)の小海盆の方が大きいことが明らかとなりました。これは、日本海溝中部には大きな小海盆がないことが原因と考えています。また、茨城県沖の日本海溝陸側斜面には那珂湊海底谷が存在し、この海底谷の陸側の始点付近では本震の約30分後に最大余震が発生しています。この余震による強振動も茨城県沖の日本海溝底への堆積物の供給に寄与した可能性も考えられます。

#### 4. 2011年東北沖地震で日本海溝底にもたらされた有機炭素の量

海底堆積物コアを用いて測定した有機炭素含有量を用い

て、各小海盆に再堆積した2011年東北沖地震のイベント堆積物中の有機炭素量を計算できます(第3図)。計算の結果、少なくとも1 Tg(テラグラム=100万トン)の有機炭素が2011年東北沖地震で海溝底に供給されたことがわかりました。この値は、世界有数の陸源堆積物の供給量を誇るガンジス・ブラマプトラ川のシステムから海洋に供給される有機炭素量の1/4以上に相当します。このことは、たった一回の巨大地震イベントが、高い炭素フラックスで知られる他の地球表層プロセスに匹敵する規模の炭素輸送を行ったことを示します。したがって、巨大地震が超深海における中～長期的な炭素循環や短期的な生物活動に与える影響は、私たちのこれまでの想像以上に大きいことが示唆されます。

## 5. おわりに

以上のように、2012～2016年に取得された海底地形、サブボトムプロファイラー記録の解析と海底堆積物コアの分析結果から、2011年東北沖地震によって少なくとも100万トンの有機炭素が海溝底に供給されていたことが明らかになりました。大量の堆積物が急激に堆積すると、堆積後の有機物と海水との接触が阻害されるので、有機炭素が分解されにくくなり、堆積物中に効率的に保存されるようになります。したがって、2011年東北沖地震のような巨大地震が堆積物中への有機炭素の固定にも大きな役割を担っていることがわかりました。また、急激かつ大量の堆積物の堆積は、海溝底に生息する底生生物には非常に大きなインパクトとなったと考えられます。

日本海溝底の堆積物には2011年東北沖地震と同様な巨大地震がイベント堆積物として残されていることがわかってきています(Ikehara *et al.*, 2016)。現在は、採取可能な海底堆積物コアの長さの制約から過去1,500年間の記録が解読されたに過ぎませんが、国際深海科学掘削計画(International Ocean Discovery Program: IODP)の枠組みの中で2020年により長いコアを採取して、過去の地震記録を読み取ろうという研究航海「Expedition 386 Japan Trench Paleoseismology」が予定されています。この研究航海はオーストリア・インスブルック大学のMichael Strasser教授と日本の研究チーム(産総研やJAMSTECなど)を中心とした国際チームによって立案され、実施される予定です。この研究航海によって、日本海溝沿いの数千年以上にわたる過去の巨大地震の時空間分布が解明されることが期待されます。そして合わせて、より長い時間スケールでの巨大地震に関係した炭素固定量や超深海での地球表層プロセス、生命圏の理解が進展すると考えられます。これらは日本海溝のみならず、世界の超深海の研究を加速させるかもしれません。

## 文 献

Fujiwara, T., Kodaira, S., No, T., Kaiho, Y., Takahashi, N. and Kaneda, Y. (2011) The 2011 Tohoku-Oki earthquake: Displacement reaching the trench axis. *Science*, **334**, 1240, doi:10.1126/science.1211554.

Ikehara, K., Kanamatsu, T., Nagahashi, Y., Strasser, M., Fink, H., Usami, K., Irino, T. and Wefer, G. (2016) Documenting large earthquakes similar to the 2011 Tohoku-oki earthquake from sediments deposited in

the Japan Trench over the past 1500 years. *Earth and Planetary Science Letters*, **445**, 48–56.

池原 研・宇佐見和子 (2018) 海底の地震・津波堆積物：巨大地震・津波による海底の擾乱と擾乱記録を用いた巨大地震・津波履歴の解明. シンセシオロジー, **11**, 12–22.

Kioka, A., Schwestermann, T., Moernaut, J., Ikehara, K., Kanamatsu, T., McHugh, C.M., Ferreira, C. dos Santos, Wiemer, G., Haghypour, N., Kopf, A. J., Eglinton, T. I. and Strasser, M. (2019) Megathrust earthquake drives drastic organic carbon supply to the hadal trench. *Scientific Reports*, **9**, 1553, doi:10.1038/s41598-019-38834-x.

Kodaira, S., No, T., Nakamura, Y., Fujiwara, T., Kaiho, Y., Miura, S., Takahashi, N., Kaneda, Y., and Taira, A. (2012) Coseismic fault rupture at the trench axis during the 2011 Tohoku-oki earthquake. *Nature Geoscience*, **5**, 646–650, doi:10.1038/ngeo1547.

Oguri, K., Kawamura, K., Sakaguchi, A., Toyofuku, T., Kasaya, T., Murayama, M., Fujikura, K., Glud, Ronnie N. and Kitazato, H. (2013) Hadal disturbance in the Japan Trench induced by the 2011 Tohoku-Oki Earthquake. *Scientific Reports*, **3**, 1–6, doi:10.1038/srep01915.

Sawai, Y., Namegaya, Y., Okamura, Y., Satake, K. and Shishikura, M. (2012) Challenges of anticipating the 2011 Tohoku earthquake and tsunami using coastal geology. *Geophysical Research Letters*, **39**, L21309, doi:10.1029/2012GL053692.

Strasser, M., Kölling, M., Ferreira, C. dos Santos, Fink, H.G., Fujiwara, T., Henkel, S., Ikehara, K., Kanamatsu, T., Kawamura, K., Kodaira, S., Römer, M., Wefer, G. and the R/V Sonne Cruise SO219A and JAMSTEC Cruise MR12-E01 scientists (2013) A slump in the trench: Tracking the impact of the 2011 Tohoku-Oki earthquake. *Geology*, **41**, 935–938, doi:10.1130/G34477.1.

---

IKEHARA Ken, KIOKA Arata, SCHWESTERMANN Tobias, KANAMATSU Toshiya and STRASSER Michael (2019) Megathrust earthquake drives drastic organic carbon supply to the hadal trench -a Japan Trench example.

---

(受付：2019年5月13日)

# 「地質情報展 2019 北海道 —明治からつなぐ地質の知恵—」 開催報告

野々垣 進<sup>1)</sup>・斎藤 眞<sup>2)</sup>・宮地 良典<sup>3)</sup>・藤原 治<sup>4)</sup>・伊尾木 圭衣<sup>4)</sup>・内野 隆之<sup>1)</sup>・  
昆 慶明<sup>5)</sup>・藤井 孝志<sup>5)</sup>・角井 朝昭<sup>3)</sup>・森田 啓子<sup>2)</sup>・阪口 圭一<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

2019年3月29日(金)～31日(日)の3日間、北海道札幌市の北海道立道民活動センター「かでの2・7」において、「地質情報展 2019 北海道—明治からつなぐ地質の知恵—」(主催:産業技術総合研究所 地質調査総合センター・日本地質学会, 共催:北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部 地質研究所(以下,それぞれGSJ, 地質学会, 道総研地質研究所))が開催されました。イベント名の「明治から〜」は、北海道が1876年(明治9年)に日本の広域地質図が初めて刊行された地であり、明治時代から現在まで日本の地質学の中心地のひとつとなってきたこと由来します。

地質情報展は、毎年9月に日本地質学会学術大会の開催地と同じ都市で、地質について国民に広く知ってもらうために催すイベントです。本イベントでは、開催地の地質に関する解説パネルや岩石・化石標本の展示,各種体験コーナーなどが設けられ、子供からシニアまで楽しみながら“地質”について学べます。第22回目となる今回は、当初2018年9月7日(金)～9日(日)に開催予定でしたが、9月6日(木)未明に発生した平成30年北海道胆振東部地震(以下,胆振地震)の影響により一度は中止となりました。しかし、再開を期待する地元からの声や、今こそ地質の研究が社会に役立つ時だと言うGSJの強い意志もあって2019年3月に改めて開催するに至りました。開催に必要な資金の一部はクラウドファンディング(academist, 2018)によって多くの方から支援を頂きました。開催期間中は厳しい寒さにもかかわらず、29日(金)が200名、30日(土)が555名、31日(日)が477名と、3日間を通して1,232名の方にご来場いただけました。ここでは、企画運営委員会が代表して、本イベントについて簡単に報告したいと思います。



写真1 開会式のテープカットの様子。左から高橋哲哉所長(道総研地質研究所), 松田博貴会長(地質学会), 矢野雄策代表(GSJ), 金子哲俊部長(HTB北海道放送株式会社), 渡辺彰彦副理事長(北海道地質調査業協会)。

## 2. 開会式

地質情報展の開始時間は各日10時からでしたが、初日の3月29日(土)には、これに先立って開会式が催されました。開会式では、GSJの矢野雄策代表, 地質学会の松田博貴会長, および, 道総研地質研究所の高橋徹哉所長の御三方から挨拶があり, その後テープカットが行われました。テープカットには, ご列席いただいた北海道地質調査業協会の渡辺彰彦副理事長とHTB北海道テレビ放送株式会社の金子哲俊部長にも加わっていただきました(写真1)。

## 3. 展示コーナー

展示コーナーでは、北海道の地質やその成り立ちをはじめ、火山、活断層、地震、津波、鉱物資源、地熱・地中熱、ジオパーク等に関する解説パネルを展示したほか、地質ジ

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門  
2) 産総研 地質調査総合センター 研究戦略部  
3) 産総研 地質調査総合センター 地質情報基盤センター  
4) 産総研 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門  
5) 産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

キーワード: 地質情報展, 北海道, 明治

オラマ模型や断層模型、地中熱模型等、各種模型も展示しました。さらに、北海道で産出したさまざまな種類の岩石・鉱物・化石標本を展示しました。これらの標本展示はどれも好評でしたが、その中でも大型アンモナイト化石は、実際に触って観察できるということもあり、子ども達の興味を特に惹いていました。

開催地にちなむ展示では、地質情報展で恒例になっている巨大床貼り地質図(写真2)に加え、札幌市で発掘された大型セミクジラ科化石のレプリカ(写真3)と、9月に発生した胆振地震に関する解説パネルを展示しました(写真4)。クジラのレプリカは、展示した頭部付近の骨格(幅約2 m、長さ約1 m)のみでも迫力あるものでしたが、実際のクジラの大きさ(全長約15 m)を体感していただけるように床にテープで推定されるクジラの外形を示しました。会場の2階、3階の廊下から見下ろすとクジラの全景が分かるという工夫です。胆振地震については、道総研地質研究所の연구원の方々のご協力を得て、現地調査で撮影された写真を多数掲載したパネルを展示するとともに、実際に調査を行った연구원の方々に解説をしていただきました。



写真2 特別展示「北海道の巨大床貼り地質図」。



写真3 特別展示「大型セミクジラ科化石のレプリカ」。

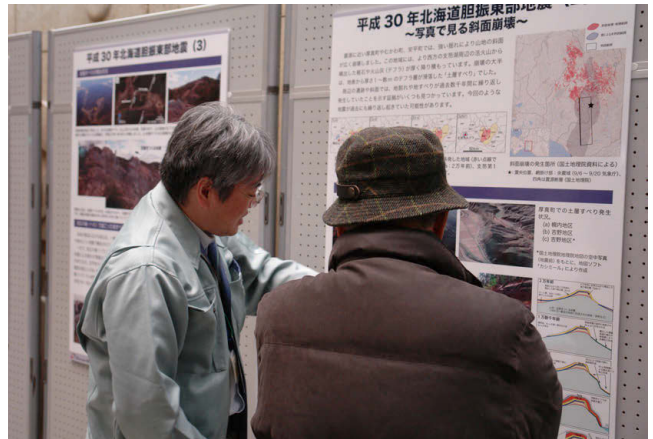


写真4 特別展示「平成30年北海道胆振東部地震」。

胆振地方では本イベントを開催する約1ヶ月前の2019年2月にも比較的規模の大きい地震があったためか、このパネル展示への関心は高かったように思われます。なお、今回展示した解説パネルのうち、一部については、GSJウェブサイト上で閲覧可能となっています(清水ほか, 2019)。

#### 4. 体験コーナー

例年同様、展示コーナーと並行して、多数の体験コーナーを設けました。今回設けた体験コーナーは次の通りです。

- ・化石レプリカ作製
- ・メタンハイドレート燃焼実演
- ・火山噴火実験
- ・岩石破壊実験
- ・水路堆積実験
- ・地盤の揺れ実験
- ・マンガン団塊採取体験
- ・鉱物採取体験
- ・紙コップ偏光顕微鏡作製
- ・地質ぬり絵

このうち、鉱物採取体験は地質情報展には初登場、メタンハイドレート燃焼実演は約10年ぶりの登場となります(本号で紹介)。メタンハイドレート燃焼実演では、日常生活では出会うことのない“燃える氷”を見られるとあって、毎回実演時間になると大きな人だかりができていました。また化石レプリカ作製では、毎日開場前に多数の親子が整理券を求めて並ぶ盛況ぶりでした。その他の体験コーナーについても、実際に自分の手で実験を行えるものが多いこともあり、子どもから大人まで幅広い世代に楽しんでいたように思います(写真5, 写真6)。



写真5 体験コーナー「メタンハイドレート燃焼実演」の様子。



写真6 体験コーナー「鉱物採取体験」の様子。

## 5. スタンプラリー

地質情報展では恒例となっているスタンプラリーも実施しました。会場に設置した「ちしつず」や「かざん」など7種類のスタンプを集めると完成です。スタンプラリー達成者への今回の景品は、次の通りです。

- ・北海道産の岩石3種(釧路の石炭, 幌満のかんらん岩, 白滝の黒曜岩)
- ・洞爺湖有珠山ジオパークの缶バッジ(4色)
- ・白滝ジオパークのジオカード
- ・北海道の立体地質図(赤色青色メガネ版)
- ・立体視カード(赤色青色メガネ版, プリズムメガネ版)

岩石3種のうち、特にかんらん岩と黒曜岩については大人にも人気が高く、各日とも準備していた岩石があっという間になくなってしまいました。スタンプラリー交換所では、スタンプを押し終えた台紙を抱えて、真剣な目で景品を選ぶ子ども達の様子がとても印象的でした。

## 6. おわりに

今回の地質情報展は、地質学会学術大会と同時開催ではないことや、時期が年度末であること等から、来場者数が伸びないのではないかとこの心配がありました。しかし、蓋を開けてみると、複数のメディアで取り上げられたこともあり、上述のように盛況のうちに終わることができました。さらに、来場者の皆様からは「とても楽しかった」、「説明がわかりやすかった」、「是非また開催して欲しい」等、ありがたいコメントを多数いただきました。このような結果を得られたのは、周到な準備と丁寧な当日対応をしていただいた関係者の皆様、またご来場いただいた皆様のおかげだと思います。これからも、このような楽しみながら地質に触れ合うイベントを継続していくことで、地質の研究をより知っていただき、社会の中で生かしていくことを期待します。これからも皆様からの変わらぬご協力のほど、宜しくお願い申し上げます。

次回の地質情報展は、2019年9月21日(土)～23日(月・祝)に山口大学吉田キャンパスでの開催を予定しています。皆様のご来場を心よりお待ちしております。

**謝辞：**本イベントの開催にあたり、経済産業省北海道経済産業局、北海道大学、北海道教育委員会、札幌市、札幌市教育委員会、NHK札幌放送局、HBC北海道放送、STV札幌テレビ放送、HTB北海道テレビ、UHB北海道文化放送、TVhテレビ北海道、STVラジオ、北海道新聞社、全国地質調査業協会連合会、北海道地質調査業協会、日本ジオパークネットワークには、ご後援いただきました。また、大型セミクジラ科化石のレプリカの展示では、札幌市博物館活動センターにご協力いただきました。記して感謝の意を表します。

## 文 献

academist (2018) 北海道地震で中止となった「地質情報展」を実現したい！. <https://academist-cf.com/projects/89> (平成31年4月10日確認)

清水 恵・川畑 晶・野々垣進・斎藤 眞・森田啓子 (2019) 地質情報展 北海道—明治からつなぐ地質の知恵—. 地質調査総合センター 研究関連普及出版物, no.141.

NONOGAKI Susumu, SAITO Makoto, MIYACHI Yoshinori, FUJIWARA Osamu, IOKI Kei, UCHINO Takayuki, KON Yoshiaki, FUJII Takashi, SUMII Tomoaki, MORITA Keiko and SAKAGUCHI Keichi (2019) Report on Geoscience Exhibition in Hokkaido 2019.

(受付:2019年4月11日)

# 砂金・鉱物探し体験実施報告 —2018 年産総研 つくばセンター—一般公開・地質情報展 2019 北海道—

昆慶明<sup>1)</sup>・綱澤有輝<sup>1)</sup>・実松健造<sup>1)</sup>・荒岡大輔<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

鉱物資源研究のアウトリーチ活動の一環として、2018年7月21日に開催された産総研つくばセンター一般公開(野々垣・斎藤, 2018)では、「リアル砂金探し」と題し体験型のブースを出展しました。未就学児～小学校高学年程度の参加者を想定した、天然の川砂に各種鉱物を添加した「初級編」(第1図a)と、小学校高学年～社会人を対象とした、砂金の採れる川から実際に採取した砂そのものを用いた「上級編」(第1図b)の2種を用意しました。概算ですが初級編で500名、上級編で100名以上の方々にご参加頂きました。また、2019年3月29日より3日間、札幌市かでの2・7にて開催された地質情報展2019北

海道(野々垣ほか, 2019)では、「鉱物あつめ」(第1図c)と題し一般公開初級編と同一の内容で出展しました。こちらは3日間でのべ400名以上の方にご参加頂きました。以下に、出展内容の詳細をご紹介します。

## 2. 初級編

初級編では、身近な道具(お玉)でパンニングを行い、簡単に珍しい鉱物を集める体験をしてもらうことを目的としました。その為、天然の川砂に黄鉄鉱、ざくろ石、かんらん石、金雲母、砂金を添加し、小さい子でも楽しめるよう難易度を調整しました(第2図a)。

ベースとなる砂は、茨城県北部の久慈川上流より採取し

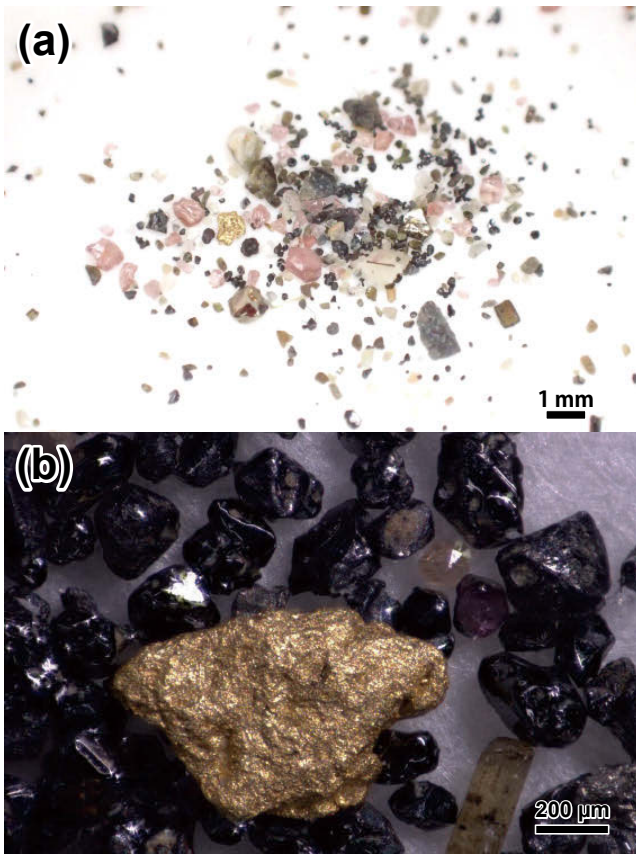


第1図 体験コーナーの様子。(a)産総研つくばセンター一般公開「初級編」, (b)同「上級編」, (c)地質情報展2019北海道。

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード：砂金、鉱物集め、パンニング、アウトリーチ、鉱物資源





第2図 実際に採取された重鉱物。(a)「初級編」ではざくろ石や砂鉄、黄鉄鉱、かんらん石等が含まれる。(b)「上級編」では沢山の磁鉄鉱の中に砂金が含まれていることが確認できる。写真は実際に久慈川上流で採取された砂金粒子。

た川砂とホームセンターで購入した川砂(桜川産)を用い、懸濁粒子及び2 mm以上の粒子を除去しました。そこにかんらん石と黄鉄鉱、ざくろ石、久慈川上流で採取した金雲母を添加しました。かんらん石と黄鉄鉱は、さざれ状のものを購入し2 mm以下に破碎したのち添加し、ざくろ石は、市販のアクアリウム用ガーネットサンドを水洗したのち添加しました。また、つくばセンター一般公開では、初回という事もあり特別にカリフォルニア産砂金を少量加えました。1 cm～2 cm程度の厚さになるよう、プラスチックバット(85 cm × 50 cm × 20 cm)に砂を敷き、水を張りました。

初めに実験の流れを説明し、参加者にお玉を選んでもらいます。黒いお玉は金色の鉱物を見つけやすい一方、銀色のお玉は緑色のかんらん石を見つけやすい特徴があります。次にお玉でバットの底から砂を掬ってもらい、水の中でお玉を回転させることで簡易的なパンニングを行い、軽い粒子(岩片や石英、長石等)を除去します。黒いお玉ではざくろ石が、銀色のお玉では砂鉄の割合が高くなってくると、上手くパンニングできた目安となります。繰り返し参加しているうち、お玉の形状に拘りを持ち始める子供も現れ始

めました。集めた鉱物は2 mLのプラスチック容器に詰め、対応するカード(第3図)を添えてお土産として持ち帰り頂きました。

### 3. 上級編

小学校高学年～社会人を対象とした上級編では、久慈川上流より採取した天然の砂金入り川砂を用いて本格的な砂金採り体験をしてもらうことを目的としました。参加者のうち1割～2割の人が砂金を採ることができるくらいの、文字通り上級編にふさわしい難易度です。

パンニング皿(Estwing社製、直径10インチ)に川砂を適量入れて、水を張ったバット(40 cm × 60 cm × 15 cm)の中で実際の砂金採りと同じ難易度でのパンニングを体験してもらいました(第1図b)。パンニングは日本語では椀掛けと言い、お椀状の皿と水を用いて砂や礫を取り除き、砂金等の重鉱物を集める作業のことです。水の流れの中では砂や礫はバラバラに動いていますが、流れが弱くなると重たい粒子(金や磁鉄鉱等)と大きな粒子ほどすぐに沈むため、パンニング皿の下にたまります。パンニング皿の中で水の流れを上手に作ると、すぐには沈まない軽い粒子(石英や長石等)と小さな粒子(粘土等)を浮かせることができるので、そのまま取り除くことができます。大きな礫なども沈みやすいですが、コツをつかむと取り除くことができます。

1回15分の時間制限の中で、決して多くはない久慈川の川砂の中から砂金を見つけるのは難しく、見事に砂金を見つけることができた人は大喜びでした。ちなみに、この川砂中の平均金濃度は約0.3 ppm(1 tの中にたったの0.3 g!)だったのですが、上手くパンニングをするときちゃんと金が見つかります。ルーペを使わずに肉眼でも確認できる1 mm弱の砂金も珍しくはありません(第2図b)。

用意した川砂が約20回分しかなかったため、お昼前には砂金の大部分が採取されてしまったようでした。その後は、カリフォルニア産の砂金を川砂に添加して引き続き楽しんでいただきました。カリフォルニア産の砂金を添加してからは砂金が採りやすくなったようでした。一日を通して5割以上の方が砂金を見つけることができたので、中級編の難易度であったと言えるでしょう。上手い人(または運が良かった人)は一人で5粒以上見つけることもできました。川砂に炎天下の中、子供から大人まで必死にパンニング皿と格闘して砂金採りに熱中していました。見つけた砂金は、初級編同様プラスチック容器に詰めて持ち帰って頂きました。



第3図 採取した試料に同封した鉱物カード。黄鉄鉱(GSJ M16629)、かんらん石(GSJ M15179)、石英(GSJ M18033)、長石(GSJ M9990)は、それぞれ地質標本鑑賞会 (<https://www.gsj.jp/Muse/hyohon/> 2018年7月19日確認) 掲載の写真を使用。鉱物のおおよその比重をカード右下にそれぞれ示す。ざくろ石の比重は、添加したガーネットサンドの実測値。

#### 4. おわりに

本出展は鉱物資源研究のアウトリーチを目的としていましたが、初年度ということもありイベント運営自体に重きが置かれ、肝心の鉱物資源研究へ結びつける部分がおろそかになってしまいました。また、初回となった一般公開では運営の面でも整理券の配布等でノウハウが不足していた感が否めず、15名で対応したにもかかわらず想定よりも待ち時間が多くなってしまったことが、反省点として挙げられます。一方で、子供から大人まで予想以上に大勢の方にブースに足を運んでいただいたという意味で盛況だったと思います。上級編は少し難しかったかもしれませんが、金という貴重で高価な鉱物を、古典的な手法と簡単な道具を使って集めることができるということを体感してもらえたと思います。そのいくつかの反省を踏まえた地質情報展での出展ですが、3名での対応が追いつかず、他ブースの方にご協力頂きながらなんとか回しきることができました。合算すると1年で1,000名以上の方にご参加頂きましたが、本出展が鉱物資源への興味を持つきっかけになれば幸いです。

謝辞：一般公開当日には、朝比奈健太氏、大野哲二氏、

児玉信介氏、相馬宣和氏、高橋幸士氏、遠山知亜紀氏、星野美保子氏、宮川歩夢氏、向井広樹氏、森本和也氏、横山隆臣氏にご協力頂きました。一般公開・地質情報展とも、事前準備・後片づけには、生田目千鶴氏、徳本明子氏、ブエナベンチュラダカラビア氏、宮腰久美子氏、松永いづみ氏にご協力頂きました。深く感謝の意を表します。

#### 文献

- 野々垣進・斎藤 眞 (2018) 2018 年産総研つくばセンター一般公開における地質調査総合センターの活動報告. GSJ 地質ニュース. 7, 315-317.
- 野々垣進・斎藤 眞・宮地良典・藤原 治・伊尾木圭衣・内野隆之・昆 慶明・藤井孝志・角井朝昭・森田啓子・阪口圭一 (2019) 「地質情報展 2019 北海道一明治からつなぐ地質の知恵一」開催報告. GSJ 地質ニュース. 8, 217-219.

KON Yoshiaki, TSUNAZAWA Yuki, SANEMATSU Kenzo and ARAOKA Daisuke (2019) Exhibition of gold and heavy mineral panning in AIST Tsukuba open house 2018 and Geoscience Exhibition in Hokkaido 2019.

(受付：2019年4月22日)

# 地質情報展 2019 北海道

## 「燃える氷 メタンハイドレート」 出展報告

神 裕介<sup>1)</sup>・米田 純<sup>1)</sup>・大島 基<sup>1)</sup>

我々はエネルギー・環境領域創エネルギー部門北海道センターにてメタンハイドレート堆積層からメタンガスを産出する資源化研究を行なっています。メタンハイドレートという東部南海トラフ域や日本海側に存在するというイメージが強いですが、しかしながら、メタンハイドレートは北海道の周りでもその存在が確認されており、地質情報展に参加された皆様にメタンハイドレートとはどんなものなのか体験して頂くとともに、北海道の周りにも存在する身近なものであることを知って頂きたいとの思いで、今回地質情報展 2019 北海道に参加させて頂きました。

メタンハイドレートは、低温状態(大気圧ではマイナス80℃)もしくは高圧状態(常温では200気圧程度)でないと分解してしまいます。その不安定さを上手く利用し、参加者の皆様にメタンハイドレートを実際に体験してもらいました。なお、今回用意したメタンハイドレートは水とメタンガスを用いて人工的に合成したものです。

### 見る！

上述のようにメタンハイドレートは温度・圧力条件に敏感な化合物です。そのため液体窒素温度で保管しているメタンハイドレートをシャーレに広げることで実物をまず見て頂きました。シャーレにメタンハイドレートを広げると周囲の温度で分解が進むため、メタンハイドレートが激しく弾けシャーレ周囲に飛び散ります。今回準備した試料は活きが良かったため、氷に似ているが似ていないということを見ていただけたと思います。

### 触る！

視覚で体感して頂いた後は、シャーレに広げたメタンハイドレートをつまんでもらい(小さいお子さんには手のひらに乗せてあげて)、メタンハイドレートに実際に触れて頂きました。手の温度で分解が進み、メタンハイドレートのまわりで動いている不思議な感覚を楽しんでもらえたと思います。

### 聴く！

次に手に取って頂いたメタンハイドレートを耳に近づけてもらいました。耳を近づけることで、メタンハイドレートが分解してメタンが飛び出していき「シュワ〜」という音を聴いて頂きました。

### (また) 見る！

見て触って聴いてもらった後は、メインイベントとなる「燃える氷」の登場となります。着火ライターの火をシャーレに近づけると、うっすらと青白い火がついた後に大きく赤い炎が上がり、参加者の皆様から「おお〜」「燃えてる!」「すごい」との声が上がると共に携帯電話のシャッター音も聞こえてきます。実は見て触って聴いて体感してもらう間に、シャーレ上のメタンハイドレートの分解は程よく進行し、火がつきやすい良い塩梅となっています。シャーレから出してすぐ燃やそうとすると分解が進んでいないため、火がつくまで時間が掛かる/すぐ消えてしまうといったトラブルが起こります。

ある程度燃えると火が消えます。火が消えるとシャーレ上には氷が残り、参加者の皆様は「さっきまで火がついていたのに…」と驚かれます。メタンハイドレートの分解は吸熱反応のため分解中は温度が0℃以下となり、分解で発生した水がメタンハイドレート表面で氷の膜を形成し「自己保存効果」といった分解抑制現象が発生します。産業利用も期待されるメタンハイドレート特有の現象も知ることができました。

以上のように視覚・聴覚・触覚を使ってメタンハイドレートを知っていただきました。今回多くの方々に燃焼デモをお見せすることができました。

個人的にはありますが2007年に開催された地質情報展 2007 北海道にもメタンハイドレートの燃焼デモの実施で参加しておりました。次に北海道で開催される地質情報展にも参加・ご協力できればと思っておりますので、よろしく願いいたします。

1) 産総研 エネルギー・環境領域 創エネルギー研究部門  
キーワード：メタンハイドレート、燃焼、体験、エネルギー

JIN Yusuke, YONEDA Jun and OSHIMA Motoi (2019)  
Geoscience Exhibition in Hokkaido 2019 -Fiery Ice:  
Methane Hydrate -.

(受付：2019年4月22日)

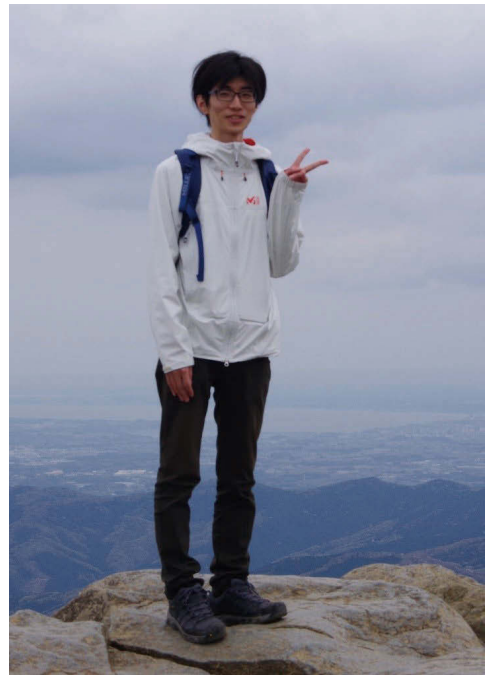


## 梅澤 良介 (うめざわ りょうすけ)

地圏資源環境研究部門 物理探査研究グループ

地圏資源環境研究部門 物理探査研究グループの梅澤良介です。姫路出身で、大学から大阪で過ごし、今年の3月に大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻の博士課程を修了して、初の関東 つくばへとやってまいりました。

大学では、岩石コアや多孔質ガラスを用いて水飽和率を変化させた試料の電気伝導測定を行うことで、表面伝導メカニズムの解明、多孔質物質の電気伝導モデルの構築を目標に研究を行ってきました。今後は、これまでの研究を活かし不飽和帯をはじめ比抵抗構造の定量的解釈の高精度化につなげていきたいと思っています。これまで室内実験を中心に研究を行ってきましたが、これからはフィールドにたくさん出ていくことになるので、研究の視野が広がると思うと大変楽しみです。初めてのことばかりで、わからないことが多く戸惑いもあると思いますが、いろいろなことに挑戦し、経験を積んでいきたいと思っています。そして、積み上げた技術や経験を伝えていけたらいいなと思っています。どうぞよろしくお願いたします。



## 山下 幹也 (やました みきや)

地質情報研究門 資源テクトニクス研究グループ

平成31(2019)年4月1日より、地質情報研究門資源テクトニクス研究グループに配属になりました、山下幹也と申します。石川県羽咋市出身で秋田大学鉱山学部において物理探査を学び、総合研究大学院大学にて南極観測に参加し、大陸氷床で取得した地震探査データを元に学位を取得しました。その後はフィールドを海域に移し地震研、海洋研究開発機構でポスドク、技術研究員、研究員とマルチチャンネル反射法探査を用いた構造研究を14年間行ってきました。

海洋研究開発機構での主な研究としてはIODP掘削の事前調査データを用いた稠密な構造解析を伊豆小笠原で実施し、海底カルデラ火山の詳細な速度構造や断層分布を明らかにしました。一昨年はハワイ沖でマントル掘削に向けた初めての調査を行いました。また地震発生帯研究としては南海トラフ軸における高分解能イメージングによるプロトスラストの検出、その他として海洋中の微細構造イメージングに取り組んだSeismic Oceanographyなどがあります。

今後も構造研究を通して海底資源に関する新しい研究テーマの創出と構造研究者の養成に取り組んでいきたいと思っています。よろしくお願致します。



## 微地形学

人と自然をつなぐ鍵

藤本 潔・宮城豊彦・西城 潔・竹内裕希子 [編著]

古今書院  
発売日：2016年4月16日  
定価：本体5,800円＋税  
ISBN-13: 978-4772271417  
22 x 11.4 x 1.8 cm 並製  
358 ページ

微地形 (micro-landform) は地形学の専門用語であり、地形の階層構造のうち最も小さなスケールのものでされる。地形学辞典によれば、“5 万分の 1 ～ 2.5 万分の 1 の地形図には表現されないような地表面の微細な凹凸”と記述されている。この微地形という語を本邦で初めて論じられたのは東京帝国大学の東木龍七教授であり、1920 年代後半であったとされる。東木先生の時代には、既に米国地理学の父と称される William Morris Davis 教授により既に地形輪廻 (geographical cycle) の河川地形モデルが提唱されていたが、東木先生の記載された微地形と呼ばれるものは、地形輪廻で論じられている河川の小地形よりも一回りスケールが細かいものであった。よって、当初の微地形は、沖積平野上の自然堤防、後背湿地、旧河道、浜堤列のみに対して使用されていた。しかし、その後、丘陵地の谷頭凹地、頂部斜面、上部谷壁斜面、下部谷壁斜面などにも微地形が認識されている。現在では、1998 年に貝塚爽平先生が著書である発達史地形学で論じているように、空間スケールとしては  $10^1$  m オーダー、時間スケールとしては  $10^3 \sim 10^1$  年オーダーで形成された地形を微地形として捉えることが一般的になってきている。

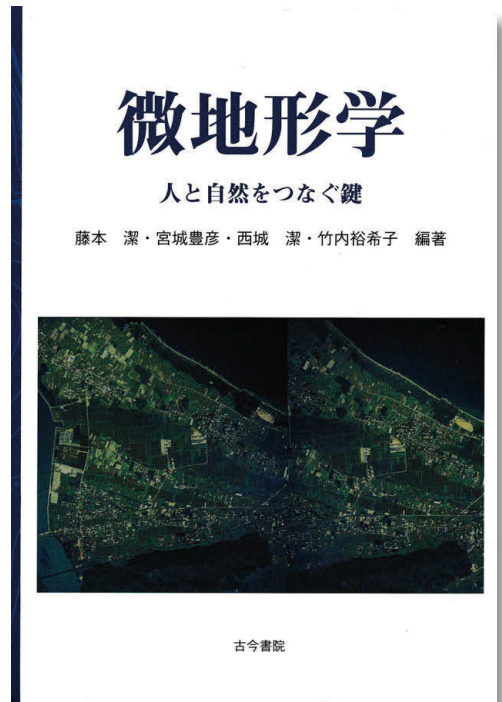
このような沖積低地や丘陵の微地形の形成メカニズムを研究する分野は、自然地理学や地形学の世界ではプロセス地形学 (process geomorphology) と呼ばれているが、我々のような土砂の運搬や堆積を生業とするセディメントロジストの視点からすると、これらの微地形の形成プロセスは現行堆積過程を見ていることに他ならない。微地形はこの

他にも地表付近での様々な自然環境、例えば、植生や土壌などと密接な関わりがある。その自然環境に左右され、あるいはこれを逆に利用してきたのが人間活動の本質と言える。そのため、微地形を区分し、その分布や地形プロセスを理解すること、さらにはこれらと人間活動の関わりを深く理解することは、自然地理学もしくは地形学分野における長年にわたる重要な研究テーマの一つとされてきた。

微地形について、国内ではこれまでどのように研究され、その結果がどのように利用されてきたかをきちんと振り返って検討し、今後のさらなる研究展開を議論することを目的として、日本地理学会 2014 年度春季学術大会 (国士舘大学) において、微地形に関する学術シンポジウムが開催された。このシンポジウムにおいては、(1) 微地形研究の重要性を再確認すること、(2) 微地形スケールで環境を捉えること、(3) 微地形分類の技術を教育・普及させるための方策、の 3 点について議論することを目標として開催された。

本書はこの学術シンポジウムのプロシーディングスとして、藤本 潔氏ら 4 名の編集者によって編纂され、2 年後の 2016 年 3 月に発刊された。本書の内容はシンポジウムの発表内容に準拠した 4 部構成になっており、その中には総説が 7 編、論説が 9 編、トピック記事が 4 編含まれ、総計 26 名の著者が執筆を分担されている。

冒頭の序論では、この年に立正大学を退職された田村俊和先生が“日本の地形学とその関連分野における微地形の認識”と題して、30 ページにおよぶ微地形に関する研究





レビューを寄稿されている。この文章では、微地形という地形学用語の初出とその後の定義や、微地形研究の発展について整理して示されているので、微地形を始めて学ぶ人達は、まず序論を精読されることをお勧めしたい。

第I部、微地形と自然環境の章においては、植生や土壌などの自然環境の多様性が微地形との関係によって説明されることが具体的に示されている。ここで述べられている微地形は単なる地表の凹凸ではなく、例えば丘陵地では田村先生たちによって示された遷急線や遷緩線によって区切られる微地形単位、マングローブ林などの湿地植生が成立する低地では、河川プロセスや海岸プロセスによって形成された自然堤防、後背湿地、浜堤列や堤間湿地などのほか、生物プロセスによって形成された泥炭による堆積地形やアナジャコの塚なども微地形単位となると論じられている。

- 総説 1 若松伸彦, 植生研究における微地形の重要性
- 総説 2 大貫靖浩, 微地形分類に基づいた森林土壌の物理特性の推定と類型化
- 総説 3 藤本 潔・宮城豊彦, マングローブ林の植生配列と微地形との関係およびその応用可能性
- 論説 1 藤本 潔・小南陽亮, 中部日本太平洋岸の里山植生の現状と微地形 —ナラ枯れ被害を受けた愛知県「海上の森」の事例—
- 論説 2 松林 武, 仙台近郊の丘陵地における谷壁斜面スケールでみた里山植生と微地形
- 論説 3 瀬戸真之, 階段状微地形の成因 —奥羽山脈南部御霊櫃峠の事例—
- トピック 1 数値標高モデルを用いた地形解析と景観生態学研究への応用
- トピック 2 地形分類の手法による屏風ヶ浦海食崖の景観分析とその見せ方

第II部、微地形と自然災害の章においては、例えば地すべりはそこにみられる微地形から再活動リスクを評価することが可能であること、沖積低地では、洪水や津波・高潮などの様々な災害に伴って海岸地形がドラスティックに変化することが詳しく論じられている。しかし近年では、そのような災害が多発する低地にさえ、無秩序に人々の生活の場が拡大していることもあわせて報告されている。

- 総説 4 宮城豊彦・濱崎英作, 地すべり地形の危険度評価と微地形—地すべり地形判読を通して斜面をみる技術を創る工夫を振り返る—

- 総説 5 小野映介, 考古遺跡からみた平野・盆地の微地形と自然災害
- 総説 6 海津正倫, 海岸平野の微地形と自然災害
- 論説 4 黒木貴一, 堤内外の微地形に基づく自然災害分析
- 論説 5 小岩直人・高橋未央・杉澤修平・伊藤晶文, 微地形分布から考察する津波で消滅した砂嘴の再生過程—タイ南西部パカラン岬の事例—
- 論説 6 北村 繁, 中米・エルサルバドル共和国南部海岸低地における砂州の形成時期と巨大噴火の影響
- トピック 3 防災・減災まち歩き —微細な高低差を認識するために—

第III部、微地形と人間活動の章では、微地形を認識してそれらの自然環境を利用してきた事例が具体的に論じられている。すなわち、微地形を見る目は、自然環境の空間分布を理解するため、また将来起こりうる災害から身を守るため、さらには限られた自然環境を持続的に利用するため、重要なのである。

- 総説 7 池谷和信, 世界の様々な気候帯における人間活動と微地形利用—狩猟, 採集, 農耕, 家畜飼育からみた枠組み—
- 論説 7 大月義徳, 乾燥—半乾燥地域の地形変化と農業的土地利用
- 論説 8 西城 潔, 微地形と里山利用 —伝統的炭焼きを例に—
- 論説 9 吉木岳哉, 岩手県久慈地域にみられる近世の砂鉄鉱層採掘に伴う人工改変地形
- トピック 4 マングローブ生態系における人間活動と微地形利用—ベトナム南部カンザー地区の事例—

本書の巻頭には8ページのカラーグラビアが付けられており、本文の各章の論述とリンクされている。巻末には9ページの索引が付けられており、微地形に関する辞書としても十分活用できる。また、各論の冒頭に邦文の要旨が4～6行で示されているので、これを最初に読めば、大まかな内容を予測しながら読み進めることができる。微地形と関わる分野は植生学、土壌学、環境保全学、防災科学、水文学、海岸工学・河川工学、農業や土地利用研究、考古学・文化人類学など、多岐多様にわたることが理解出来るし、本書を完読することによって、微地形研究が我々の生活に密接に関わっていることが十分に理解できると思う。

(産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門 七山 太)

#### GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 宮地良典  
副委員長 名和一成  
委員 井川怜欧  
児玉信介  
竹田幹郎  
落唯史  
小松原純子  
伏島祐一郎  
森尻理恵

#### 事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
地質調査総合センター  
地質情報基盤センター 出版室  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

---

GSJ 地質ニュース 第8巻 第8号  
令和元年 8月 15日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
地質調査総合センター

〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第7

印刷所

#### GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor : Yoshinori Miyachi  
Deputy Chief Editor : Kazunari Nawa  
Editors : Reo Ikawa  
Shinsuke Kodama  
Mikio Takeda  
Tadafumi Ochi  
Junko Komatsubara  
Yuichiro Fusejima  
Rie Morijiri

#### Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology  
Geological Survey of Japan  
Geoinformation Service Center Publication Office  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

---

GSJ Chishitsu News Vol. 8 No. 8  
August 15, 2019

**Geological Survey of Japan, AIST**

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi, Tsukuba,  
Ibaraki 305-8567, Japan



地質学は、人々の生活や文化、産業、災害などに深く関係する学問である。地質情報展は、実験や観察、製作などの体験を通して、地質学を身近に感じてもらうことを目的とした体験学習型イベントである。北海道を舞台とした2018年度の地質情報展は、平成30年北海道胆振東部地震による中止、クラウドファンディングによる資金援助を経て、2019年3月29日～31日に開催された。当日は、巨大床張り地質図(写真中央)や大型クジラ化石のレプリカ(写真右下)などの展示のほか、多数の体験コーナーが設けられた。開催概要については、本号を参照されたい。

(写真：産総研地質調査総合センター地質情報基盤センター 川畑 晶  
文：産総研地質調査総合センター地質情報研究部門 野々垣進)

Geoscience Exhibition in Hokkaido 2019. Photo by Sho KAWABATA, Caption by Susumu NONOGAKI