

GSJ

地球をよく知り、地球と共生する

地質ニュース

2020

8

Vol.9 No.8



8月号

-
- 205 **FREA 再生可能エネルギー研究センター 地熱チームの
2020 年度研究戦略** 浅沼 宏
-
- 207 **FREA 再生可能エネルギー研究センター 地中熱チーム
の 2020 年度研究戦略** 内田洋平
-
- 209 **地質情報基盤センターの 2020 年度研究戦略** 佐脇貴幸
-
- 213 **深海底に眠る塊状メタンハイドレートの力学特性
—メタンハイドレート回収技術開発に関わる物性の取得に成功—**
米田 純・木田真人・今野義浩・神 裕介・森田澄人・天満則夫
-
- 219 **マンホールからのぞく地質の世界 6 —富士山(山梨県)—**
長森英明
-
- 229 **新人紹介** 宮嶋佑典・石井祐次・有元 純・羽田裕貴
-
- 231 **新刊紹介** 「地磁気逆転と『チバニアン』
地球の磁場は、なぜ逆転するのか」

FREA 再生可能エネルギー研究センター 地熱チームの 2020 年度研究戦略

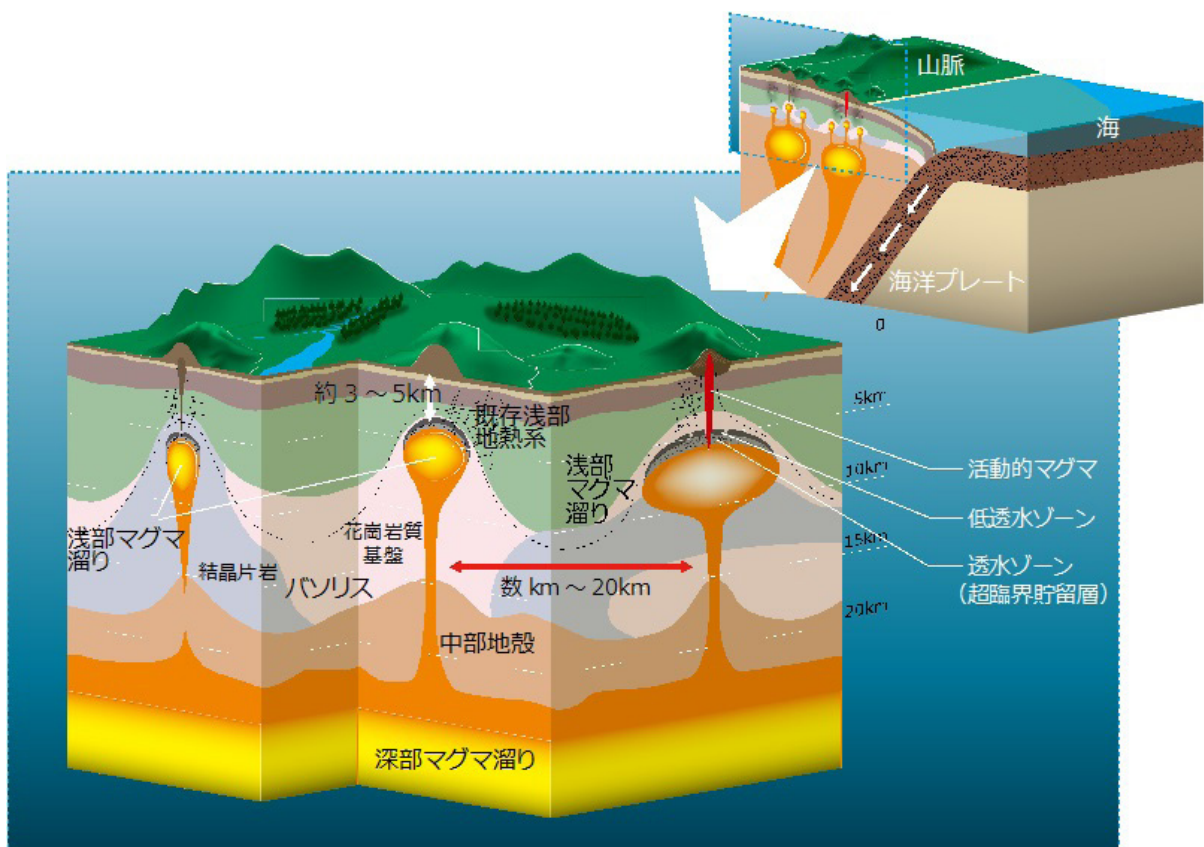
浅沼 宏¹⁾

1. 地熱チームの研究開発戦略

東日本大震災以降、我が国での地熱発電が再び脚光を浴びるようになり、政府支援の下、数多くの開発プロジェクトがスタートしました。2019 年以降、2つの地熱発電所が運転を開始し、現在、国内の総発電容量は約 57 万 kW に達しています（経済産業省資源エネルギー庁、2020）。しかしながら、様々な阻害要因の存在により、2030 年に国内総発電容量を 140 万 kW にするという政府目標の達成は容易ではありません。

再生可能エネルギー研究センター地熱チームでは「地熱の適正利用」をキーワードに、地下や社会の状態に合わせて地熱を安定かつ低環境負荷に利用するための研究開発を行っています。ここでは 2025 年頃までの短期的目標とし

て、①天然熱水系を利用した地熱発電量の増大、持続性の維持、不確定性低減への直接的寄与、②地熱発電導入促進・合意形成のための技術開発、③被災地域における地熱関連産業の振興への寄与（地域連携）を実施する計画です。また 2040 年から 2050 年頃の実現を目指す中長期的目標として、④超臨界地熱資源を利用した国内総容量数 10 GW 以上の発電（超臨界地熱発電）の実現、⑤様々な形態の地熱開発に適合した地熱資源のマッピング、⑥マントルから地表までの熱・物質移動の理解と「地球熱シミュレータ」の開発、⑦地熱発電の社会実装法の構築（Overall System Design：OSD）を掲げています。これらにより、地球科学と社会科学を融合させたアプローチを通じて地熱発電の促進に寄与したいと考えています。



第1図 東北地方における超臨界地熱システムのモデル図

1) 産総研 エネルギー・環境領域 再生可能エネルギー研究センター

2. 令和2年度の主な研究活動

(1) 温泉と共生した地熱発電実現のための研究

NEDO (新エネルギー・産業技術総合開発機構) からの委託(2018年度～2020年度)を受け、温泉遠隔モニタリング装置(地熱チームが中心となってNEDOプロジェクトを通じて開発)により取得した温泉データの処理に関する研究を行っています。最終年度である本年度は温泉データをAIにより処理し、温泉変動要因を可能にすることを目標としています。

(2) 微小地震による地熱貯留層構造の推定に関する研究

JOGMEC (石油天然ガス・金属鉱物資源機構) からの委託(2014年度～)を受け、地熱地帯で発生する微小地震を用いて、貯留層の構造や挙動を把握するための研究を実施しています。今年度は国内の複数地域で微小地震モニタリングを実施し、注水に対する貯留層のレスポンスの推定や坑井近傍の高透水性亀裂検出を可能とする手法の導出を目指します。

(3) 超臨界地熱発電に関連した研究

NEDO からの委託(2018年度～2020年度)を受け、国内3地域で超臨界地熱システム(第1図)のモデル化と抽熱可能量の推定を行っています。最終年度である本年は、これまでに収集した探査データ、坑井データ等をもとに各地域の超臨界地熱システムモデルの精緻化を行うとともに、シミュレーションにより最適抽熱法、最大抽熱量等を提示します。また、2020年度NEDOプロジェクトとして、地下の亜臨界・超臨界遷移域で発生する様々な現象を模擬可能にする THMC (熱・水・力学・化学) 連成シミュレータのコア部分を開発します。さらに、NEDO プロジェクト(2020年度～2023年度)として、アイスランド IDDP-2

サイト付近をモデルフィールドとした資機材や発電システムの評価および資源量評価技術の研究開発も実施予定です。

(4) 基礎研究

地熱環境下での亀裂のせん断滑りとそれにともなう透水性、地震現象に関する研究や地熱地域での地表水の化学的特性に関する研究等を実施する計画です。

(5) 被災地企業のシーズ支援事業

FREA のミッションの一つである、再生可能エネルギー関連産業の振興による東日本大震災被災地域の復興支援を目的に、本年度は以下の活動を行います。

- (a) 地熱井および温泉井用ボアホールスキャナおよび付帯システムの開発
- (b) 地熱発電所操業データを用いた坑内・貯留層内異常検出システムの開発
- (c) 温泉地域での小型温泉発電装置長期実証試験

参照 Web サイト

経済産業省資源エネルギー庁 (2020) 地熱エネルギーの宝庫・東北エリアで見る、地熱発電の現場 (前編). https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/chinetsuhatsuden_yuzawa01.html (閲覧日: 2020年8月3日)

ASANUMA Hiroshi (2020) Research strategies of Geothermal Energy Team of Renewable Energy Research Center in FY 2020.

(受付: 2020年8月3日)

FREA 再生可能エネルギー研究センター 地中熱チームの2020年度研究戦略

内田 洋平¹⁾

1. 地中熱チームの研究開発戦略

地中熱システムは、太陽光や風力、地熱発電とは異なり、発電を行う技術ではなくエネルギーを賢く使う省エネ技術です。全体の消費電力量を削減することはもちろん、エネルギーの最大需要量を削減することにより、ピークカットや発電設備の最大出力低減にも貢献できるものとされています。

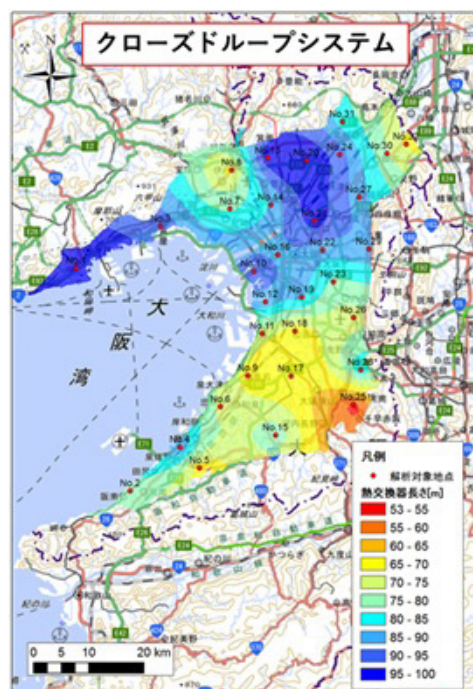
地中熱チームでは、研究のポリシーとして「地域の地質環境・地下水環境を活用した地中熱システムの開発」を掲げています。その中で「地中熱ポテンシャル評価」と「地中熱システムの最適化技術開発」を主要な研究テーマとして取り組み、海外以上に効率の良い「地中熱システム」をFREAのある福島県から広めていくことを目指しています。

2. 2020年度の研究活動

(1) 地中熱ポテンシャル評価

地中熱システムにおける熱交換方式は大別して、地下で熱交換を行うクローズドループと、地下水を汲み上げて熱交換を行うオープンループがあります。前者は、地域の地質や地下水流動の影響を受けることにより場所毎に採熱量が異なり、後者は浅い地下水の利用可否や地下水流動状況が導入条件となります。地中熱チームでは、2019年度までに暖房運転主体の東北地方の主要地域や、冷房運転主体の大阪平野における地中熱ポテンシャルマップを公開しました(第1図)。

2020年度からは、新たな地中熱プロジェクトを立ち上げ、これまでの開発可能性を示すポテンシャルマップの次



クローズドループのポテンシャルマップの例。必要な熱交換器の長さが短い地域を暖色系の色で、長い地域を寒色系の色で示している。



オープンループの適地を示した地中熱と適地マップ。適地をピンク色で示してある。

第1図 大阪平野におけるクローズドとオープンループシステムのポテンシャルマップ (内田ほか, 2019)

1) 産総研 エネルギー・環境領域 再生可能エネルギー研究センター

のステップとして、地中熱システムの設計時に利用できる新規マップの開発に着手します。具体的には、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)からの委託(2020年度～2023年度)を受け、地下水流動の効果を含む「見かけ熱伝導率」を地形や地質情報から予測する技術を開発します。この技術が確立することにより、適切な地中熱システムの設計が可能となり、初期コストの削減やシステムの高効率化への貢献が期待されます。最終的には、NEDO委託事業の中で、「統合型設計ツールの開発・規格化」を実施し、統合型設計ツールとして、わが国で主に導入されてきたクローズドループシステムの設計を可能にするとともに、オープンループシステムの設計も可能とする設計ツールを開発します。また、クローズドループとオープンループシステム双方を比較し、その地域において最適なシステムを選択、あるいは、それらを組み合わせることを可能とする世界初の統合型ツールの開発を目指します。

(2) 東南アジア地域における地中熱研究

地中熱チームでは、産総研中長期計画の第4期よりCCOP(東・東南アジア地球科学計画調整委員会)の枠組みの中で、CCOP-GSJ地下水プロジェクトと地中熱サブプロジェクトを実施しています。これまでに、タイやベトナムにおける地中熱冷房システム実証試験を実施しており、我が国の民間企業がこれらの地域で地中熱事業を展開するためのサポートやコンサルタントも行ってきました。第5期からは、現地の大学や研究所との地中熱に関する共同研究やワークショップの開催を計画しています。加えて、民間企業の東南アジアにおける事業展開の橋渡しを行い、東南アジアにおける地中熱システムの社会実装を目指します。

(3) 被災地企業のシーズ支援事業

地中熱チームは、2013年度より「被災地企業のシーズ支援事業」を実施しており、福島県内の民間企業との共同研究を通して、地中熱システムの最適化技術開発を行っています。2018年度～2020年度は、「簡易熱応答試験の標準化」を実施しています。地中熱システムの(特に大型施設への)導入時には、熱応答試験による見かけ熱伝導率(λ)の値が求められます。従来の熱応答試験方法では、1カ所の測定につき400万円程度必要とされており、事前調査の高コストも地中熱システムの普及を阻害する要因の一つでした。そこで、建築現場における地盤の堅さを調べるための地質調査孔を用いて実施する「簡易熱応答試験法」を確立することにより、事前調査に関わる高コストの問題を解決します。また、第5期中に本手法の国内標準化を目指し、「福島発」の地中熱技術を全国へ展開したいと考えています。

文 献

内田洋平・吉岡真弓・シュレスタ ガウラブ・富樫 聡・石原武志(2019)大阪平野における地中熱ポテンシャルマップ。地質調査総合センター速報, No.78, 36p.

UCHIDA Youhei (2020) Research strategies of Shallow Geothermal and Hydrogeology Team of Renewable Energy Research Center in FY 2020.

(受付：2020年8月3日)

地質情報基盤センターの 2020 年度研究戦略

佐脇 貴幸¹⁾

1. 地質情報基盤センターのミッション

産総研第5期中長期計画において、地質調査総合センターは、社会課題の解決に向けた環境評価等技術の開発、強靱な国土と社会の構築に資する地質情報整備と地質の評価、産業競争力強化に向けた産業利用に資する地圏の評価と並んで、知的基盤整備計画に基づく地質情報の整備、地質情報の管理と社会への活用促進を図ることとしています。

地質情報基盤センターでは、このうちの「地質情報の管理と社会への活用促進」を推進することをミッションとしています。産総研2号業務「地質の調査」の実施によって得られた研究成果の総体である地質情報が、社会的に広く理解・共有され、安全・安心で質の高い社会生活の実現に資することがアウトカムとして重要です。そのために、地質情報及び地質資試料の管理、公開、提供及び展示等による普及活動を実施することを、当センターのミッションと位置付けています。

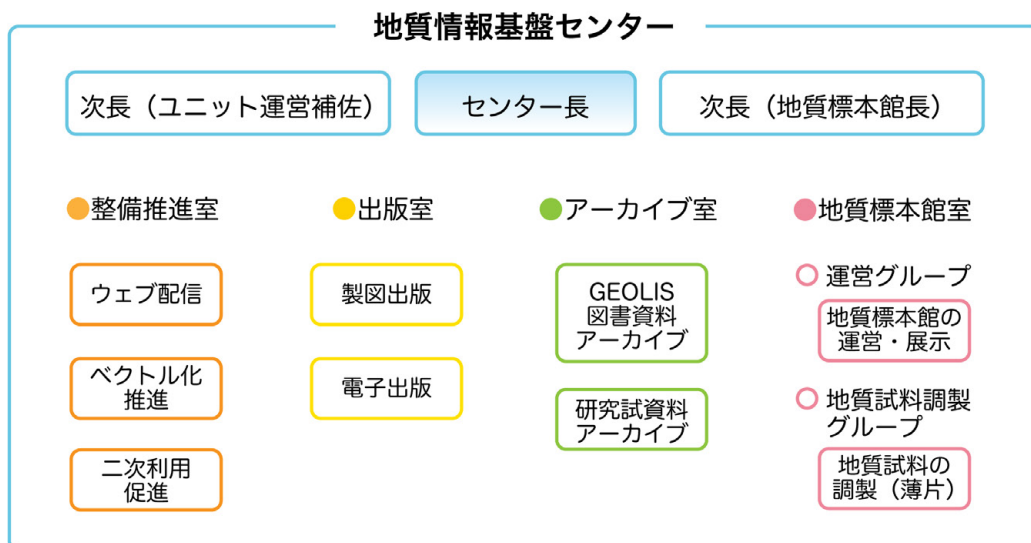
2. 地質情報基盤センターの業務計画

上述の「地質情報の管理と社会への活用促進」のために、

地質情報基盤センターでは以下の方針に沿って業務を進めます。

- 研究部門により整備された地質情報の着実な出版と、地質情報デジタルデータの発信を強化する。
- 公表された地質情報の一次データをアーカイブ管理することにより、当該成果の科学的根拠を保証する。
- 地質標本館の継続的な運営と展示等の新規企画により、一般への地質情報の普及を促進する。また、博物館実習の実施により、外部人材育成に貢献する。
- 地質試料調製業務により、地質調査総合センターの地質情報の高度化を担う。また、薄片技術研修の実施により、外部人材育成に貢献する。
- 以上により、国の知的基盤整備計画を着実に実施するとともに、産業利用・新ビジネス醸成等へつながる地質情報の二次利用促進を支援する。

上記の方針に沿って、2020年度には、以下の業務を重点的に実施することとしています。なお、地質情報基盤センターは、整備推進室、出版室、アーカイブ室、地質標本館室(運営グループ及び地質試料調製グループ)の4室から構成されています(第1図)が、各業務の主対応室名を各文末に付記しています。また、第2～5図には、各室



第1図 地質情報基盤センターの組織と業務概要

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報基盤センター

が実施する業務の事例を示しています。

- 地質情報の発信について、利活用性の高い情報提供システムの維持・改善を行うとともに、標準データ形式でのデータ整備を進める。【整備推進室】
- 発信中の地質情報について、利用しやすさと見つけやすさを向上するためのリポジトリ及びカタログ機能の整備を検討する。【整備推進室、アーカイブ室】
- GSJ 公式ウェブサイト及び地質情報データベース群を安定して運営するためのシステム管理を継続するとともに、データベースの新規公開・改修・データ更新等を支援する。【整備推進室】
- 研究部門により整備された地質情報を、高精度で信頼性の高い地球科学図類、研究・調査報告書等として編集・出版する。【出版室】
- 機関アーカイブを定常的に運用し、研究基礎データの組織的な管理を行う。【アーカイブ室】
- 新・旧の地質関連文献の収集を継続し、重要な記録の保存・活用を進める。地質文献のデータベースを整備することで、地質調査総合センターが所蔵する書誌情報の一般への提供を行う。【アーカイブ室】
- 地質標本(化石、岩石、鉱物等)の新規登録と整理を進める。登録標本のデータベース化を推進し、管理機能を強化することで、所内外での地質標本の更なる利用促進普及を支援する。【アーカイブ室】
- 地質標本館で、GSJの最新の研究成果や、地質の情報

を常設展や特別展で紹介する。また、所内外でのイベント開催及び出展に協力する。【地質標本館室】

- 地質試料調製技術に関して、研究実施を支えるための滞りない業務実施、及び高い技術を必要とする試料に対しての処理技術の向上を図る。【地質標本館室】
- 大学や地質関連企業等から実習生を募集し、博物館実習及び薄片技術研修を実施する。【地質標本館室】

以上が基本的な定常業務の内容ですが、社会的環境の変化(例えばデータ配信技術の進化や新型コロナウイルスの蔓延など)に対応し、発生した課題や問題点に積極的に取り組んで対処していくこととしています。ご承知の通り、特に今年度は、新型コロナウイルスの蔓延が大きな社会問題となっています。地質情報基盤センターとしては、特に産総研外の方との接点が最も注意を払うべきところと認識し、ウィズコロナの時代であることを念頭に置いた上で、安全衛生に十二分に配慮した地質標本館の運営と成果普及活動、技術研修等を実施し、継続的に地質情報の普及促進に努めていく所存です。

謝辞: 第1図は地質情報基盤センターの都井美穂氏に作成していただいています。第3図の報告書の写真は地質情報基盤センターの中島和敏氏により撮影、及び清水恵氏に画像処理していただいたものです。ここに記し御礼申し上げます。



▲ GSJウェブサイトの運用
(www.gsj.jp 閲覧日:2020年7月31日)



▲ 地質情報データベースの管理
(www.gsj.jp/researches/geodb/category/ 閲覧日:2020年7月31日)

第2図 整備推進室の業務例: GSJウェブサイトの運用及び地質情報データベースの管理



▲ 5万分の1地質図幅

▲ 20万分の1地質図幅

▲ 火山地質図

▲ 各種地球科学
成果報告書類

第3図 出版室の業務例：「地質の調査」にかかわる研究成果物の出版

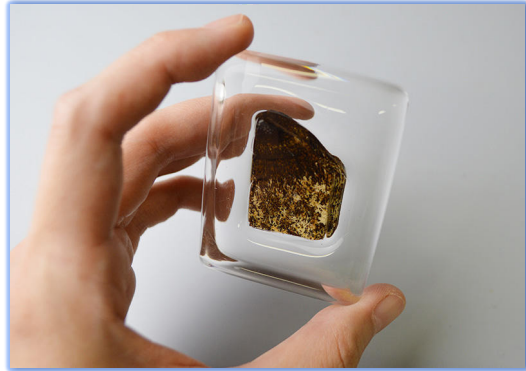


▲ 地質文献の収集・管理・提供



▲ 地質標本(登録標本)の管理

第4図 アーカイブ室の業務例：地質文献の収集・管理・提供及び地質標本の管理



▲ 所内外における研究成果普及活動

▲ 薄片作製技術の高度化及び技術研修
(www.gsj.jp/geoinfo-center/mus-gsp/ 閲覧日: 2020年7月31日)

第5図 地質標本館室の業務例：所内外での成果普及活動及び薄片技術の向上・研修

SAWAKI Takayuki (2020) Working plan of the Geoinformation Service Center in FY 2020.

(受付: 2020年8月3日)

深海底に眠る塊状メタンハイドレートの力学特性 —メタンハイドレート回収技術開発に関わる物性の取得に成功—

米田 純¹⁾・木田 真人^{1),2)}・今野 義浩^{1),3)}・神 裕介¹⁾・森田 澄人⁴⁾・天満 則夫¹⁾

* 本稿は 2019 年 11 月 28 日に、産業技術総合研究所が行ったプレス発表(世界初、深海底に眠る塊状のメタンハイドレートの強さや硬さを測定 —海底表層のメタンハイドレート回収技術開発に関わる重要な物性の取得に成功— https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2019/pr20191128/pr20191128.html)を修正、加筆したものです。

1. はじめに

このたび、日本海上越沖にて採取された塊状メタンハイドレートの力学特性の把握に初めて成功し、研究成果を論文発表する機会がありましたので(Yoneda *et al.*, 2019), その紹介を致します。メタンハイドレートは、水分子が作る“籠”の中にメタン分子が入った構造をしており、温度・圧力の関係から、永久凍土域や深海底の地盤内に存在することがわかっています。天然のメタンハイドレートには、海底下数百 m の砂の隙間に存在している砂層型メタンハイドレートと、海底の表層部分に塊(塊状)として、または泥の中にノジュール状(粒状)、レンズ状、板状、脈状に存在している表層型メタンハイドレートがあります。いずれも、分解後に発生するメタンガスは天然ガスの主成分であり、1990 年代から次世代エネルギー源としての利活用が期待されました。また、メタンハイドレートは地球規模での炭素循環に大きく関わっているとされており、地球温暖化等の気候変動への影響を把握するために今も盛んに研究が行われています。本紙の前身である地質ニュースにおいても、1997 年 2 月号に特集されました。2000 年代に入り、各国でプロジェクトが発足し、原始資源量把握のための物理探査やフィールド産出試験による実証、室内試験等によるメタンハイドレート及びその胚胎堆積物の物性評価とシミュレーションによる生産予測が行われてきました。メタンハイドレートを資源化するためには、まず原始資源量とその分布を把握することが重要です。例えば、砂層型メタンハイドレートは、日本の排他的経済水域に相当量の原始資源量が試算されており、国産資源としての期待が膨らんでいます。フィールド産出試験については、これまでアメリカ、カナダ、日本、中国で実施されています(Hancock *et al.*, 2005a, b; Anderson *et al.*, 2011; Boswell *et al.*, 2017; Yamamoto *et al.*, 2017, 2019; Li

et al., 2018)。当初、日産数十～数百立方メートルであったガス生産量も、最近の試験では数千～1 万立方メートルを超える生産量が報告されています。商業化へ向けては更に 10 倍程度の長期安定的な産出が必要とされており、研究開発は今も続けられています(メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム, 2019)。具体的なメタンハイドレートの生産技術を検討するためには、メタンハイドレートと海底地盤の力学的性質(強度や剛性)を調べ、開発する海底地盤の安定性を評価する必要があります。しかし、メタンハイドレートは常温大気圧下ではメタンガスと水に分解してしまうため、天然サンプルの力学的性質を測定することは極めて困難でした。そこで、深海底の温度圧力を保持して、実験室までサンプルを持ち帰ることができる圧力コアリング技術と圧力コア解析技術が確立されました(Yoneda *et al.*, 2015; Jin *et al.*, 2016)。本研究結果は、この“圧力コア解析技術”を用いて、力学試験を実施したものです。

2. プロジェクトの概要

日本では、2001 年度に経済産業省が発表した「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」を機に研究開発が本格化しました。上記の開発計画では、砂層型メタンハイドレートを主に対象としていましたが、2013 年 4 月に閣議決定された「海洋基本計画」では、表層型メタンハイドレートに対して、資源量調査目標が初めて設定されています。産総研では、それまでも海底表層のメタンハイドレートの調査研究に携わっていましたが(地圏資源環境研究部門, 2006; 産総研研究成果, 2007)、2013～2015 年度に経済産業省から受託した「国内石油天然ガスに係る地質調査・メタンハイドレートの研究開発等事業(メタンハイドレートの研究開発)」の一環として、表層型メタン

1) 産総研 エネルギー・環境領域 創エネルギー部門

2) 北見工業大学 工学部地球環境工学科

3) 東京大学大学院 新領域創成科学研究科

4) 産総研 地質調査総合センター 地質情報基盤センター

キーワード: メタンハイドレート, 強度, 剛性, 圧力コア, 表層

ハイドレートの広域的な分布調査等を実施しました。産総研から委託された明治大学は、2015年に資源量調査の一環として圧力コアを取得し、つづいて、産総研が圧力コアの分析を実施しました。第1図は圧力コアの回収から室内試験までの代表的な様子を示しています。第1図aは掘削船上のドリルフロアでサンプルが入ったコアラーが回収される様子です。下端にはボールバルブがあり、海底下で閉じることで水圧を保持しています。次に第1図bでは、回収されたコアラー内部の温度圧力をチェックしています。ここで、良好なサンプルはX線画像及びP波速度、 γ 線密度が取得され、さらに重要なサンプルは圧力容器に入れて陸へ運搬されます。第1図c及びdは圧力容器運搬の様子です。今回、砂層型メタンハイドレートの資源化に向けた研究開発として産総研が培ってきた圧力コア解析技術の内、サンプルの強度や剛性を取得する技術を新たに表層型メタンハイドレートに適用し、力学的性質を含む基

礎物理特性を評価しました。第1図eは圧力容器を圧力コア解析装置に接続した様子を示しており、第1図fは装置の観察窓から天然の塊状メタンハイドレートが視認された様子です。

3. 論文の概要

研究で用いた天然メタンハイドレートは、2015年8～11月に日本海上越沖の水深約900mの地点(第2図：採取地点の広域図及び周辺海底地形図中の赤点)において採取された圧力コアのサンプルです。圧力コアは、約10MPaの水圧を保持した状態で船上へ引き揚げられ、一度も減圧することなく専用の圧力容器に移された後、産総研北海道センターへと輸送されました。このすべての行程において、温度・圧力がメタンハイドレートの安定条件を満たすよう、管理されています。



a: コアラー回収



b: 温度圧力チェック



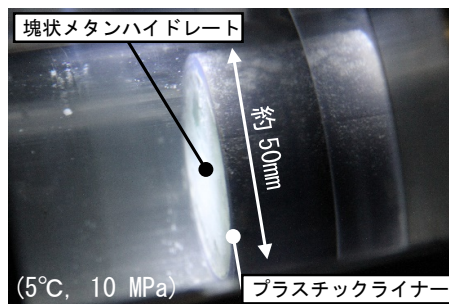
c: 冷蔵トラックからの搬出



d: 圧力容器の運搬

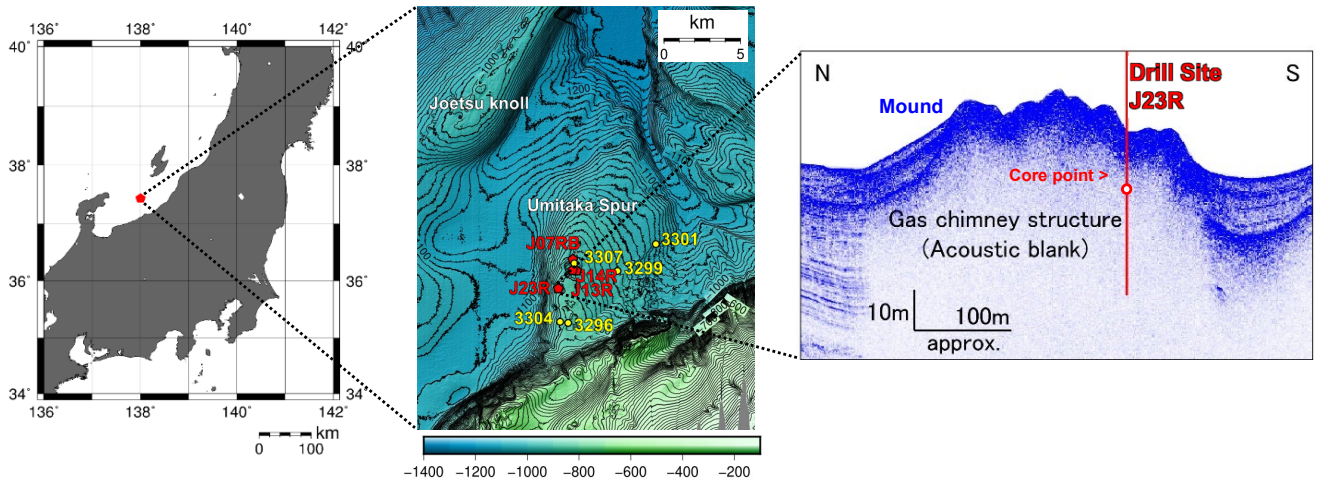


e: 圧力コア解析装置への接続

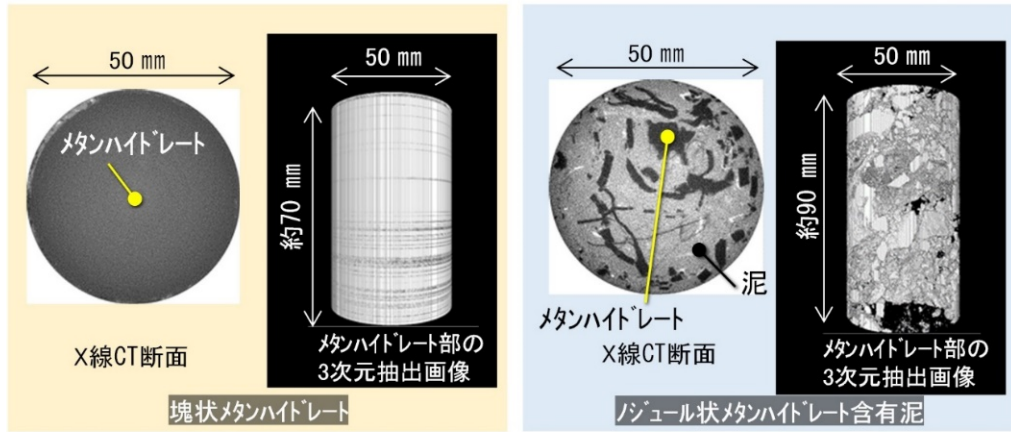


f: 圧力コアの断面(観察窓より)

第1図 圧力コアの回収・輸送から解析装置への接続の様子



第2図 本研究で使用了した圧力コアの採取地点 (赤点：掘削地点，黄点：MD179 による掘削地点 [Kataoka and Matsumoto, 2012]) (Yoneda et al., 2019 による)

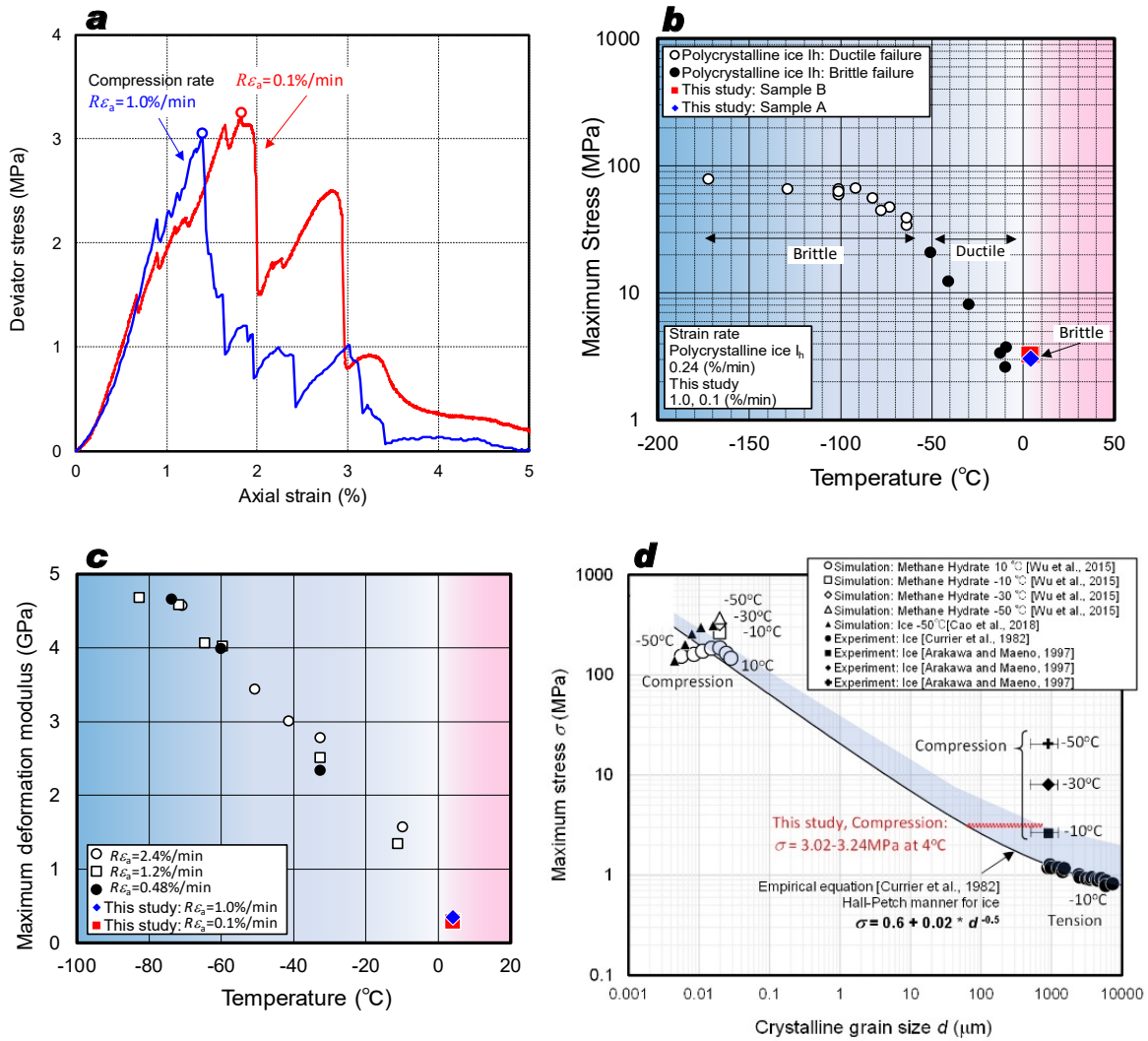


第3図 表層型メタンハイドレートサンプルのX線CT断面画像とメタンハイドレート部の3次元抽出画像 (Yoneda et al., 2019 に加筆)

実験室では、直径約 50 mm の円筒形サンプルを X 線 CT 装置で撮影し、メタンハイドレートの性状観察を行いました。第3図は、代表的なサンプルの X 線 CT 断面画像、及び、CT 画像からメタンハイドレートのみを抽出した 3 次元観察画像です。塊状メタンハイドレート (第3図左) の内部は、一様にメタンハイドレートが存在しており、泥などの混在はほぼ確認できません。CT 画像や後述する実験の後に分解して排出されたガス量から算出したメタンハイドレートの体積含有率は 92 ~ 100 % でした。ノジュール状メタンハイドレート含有泥 (第3図右) は、内部に数 mm から数 cm の板状あるいは塊状のメタンハイドレート片を含有しており、個々のメタンハイドレート片の内部には泥などの混在は確認できません。メタンハイドレート部の 3 次元抽出画像では、メタンハイドレート片の配置に規則性や偏りは見られず、本サンプル中にランダムにメタンハイドレートが析出しているものと考えられます。本サ

ンプルのメタンハイドレート片の体積含有率は約 20 % でした。

X 線 CT 撮影後、サンプルを海底圧力下において試験片長さ 8 ~ 10 cm にカットし、圧縮試験装置にセットしました。塊状メタンハイドレートは 2 サンプル、ノジュール状メタンハイドレート含有泥は 3 サンプルの圧縮試験を実施しています (第4図及び第5図)。塊状メタンハイドレートサンプルは、水圧 10 MPa、温度 4℃の下で一軸圧縮試験を実施し、強度 3 MPa (第4図のピーク値)、剛性 300 MPa (第4図の軸ひずみ 1 % 程度までの直線の傾き) という結果が得られました。これは、天然メタンハイドレートの強度や剛性として、世界で初めて計測された値となります。2 サンプルは異なるひずみ速度で圧縮されましたが、強度と剛性に大きな差は見られませんでした。ここで、比較的容易に手に入る氷と比較してみます。第4図 b 及び c に強度及び剛性と温度の関係を示しました。

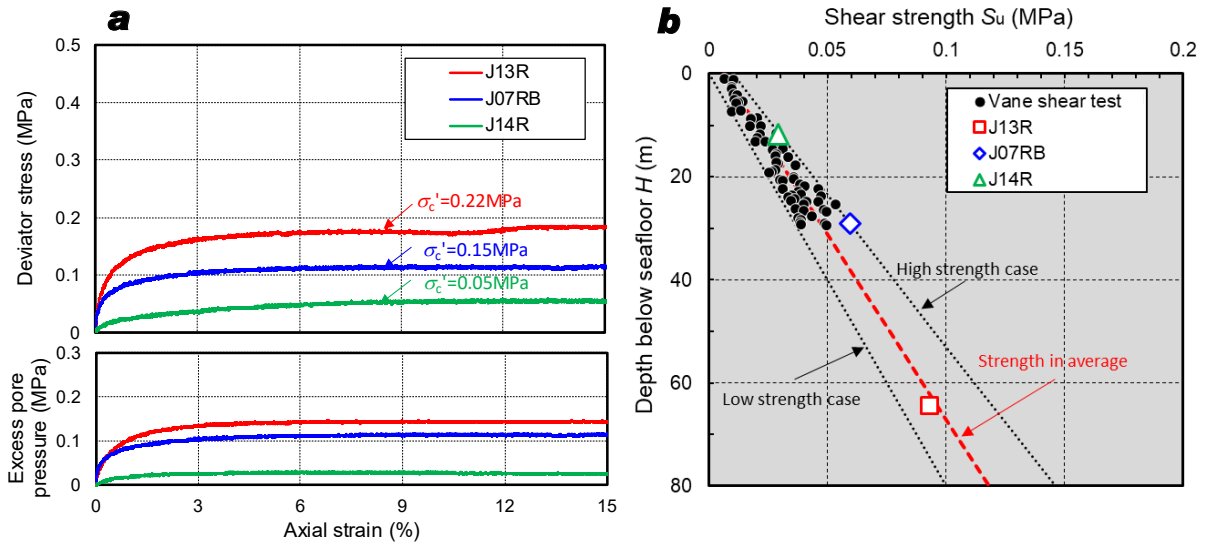


第4図 塊状メタンハイドレートの一軸圧縮試験の結果 (a: 主応力差と主ひずみの関係, (強度=ピーク値, 変形係数(剛性)=軸ひずみ1%程度までの直線の傾き) b: 強度と温度の関係 [Arakawa and Maeno, 1997], c: 変形係数(剛性)と温度の関係 [Arakawa and Maeno, 1997], d: 強度と結晶粒径の関係 (Yoneda et al., 2019 による))

例えばマイナス10°C環境下の多結晶氷と比べると、強度は近いが、剛性は小さいことが分かります。これにより、同程度の強度を持つ氷は破壊に至るまでの変形が大きい“粘り強い”挙動になるのに対し、メタンハイドレートは比較的小さな変形で破壊をする“脆い”挙動になることが明らかになりました。材料の強度は、結晶粒の大きさに依存することが知られています。これまでに報告されている数値解析の結果や氷の強度を参考に、今回の天然サンプルの結晶粒の大きさを推定すると、数十～数百 μm となります(第4図d)。

次に、ノジュール状メタンハイドレート含有泥に対しては、水圧10MPa、温度4°Cの下で採取深度に応じた地層の圧力状態を再現し、三軸圧縮試験を行いました(第5図a)。その結果、深度の増加に伴う強度増加が確認されました。塊状メタンハイドレートの強度と単純に比較すると

1/10程度以下となります。この結果は、メタンハイドレートを含まない周辺地盤の強度とほぼ等しいものでした(第5図b)。すなわち、体積含有率20%程度のメタンハイドレート片は、残りの80%程度を占める泥の力学的性質に影響を及ぼさないことが明らかになりました。以上の結果から、表層型メタンハイドレートの濃集域内部の塊状メタンハイドレート部は、周囲の泥地盤と比べて強度が高く、力学的に安定していることが予想されます。一方で、塊状メタンハイドレートからノジュール状メタンハイドレート含有泥、さらには周辺の泥地盤へと遷移する領域においては、周辺地盤の力学的性質が支配的であることが示唆されました。これらの結果は、表層型メタンハイドレートの具体的な回収技術の検討や、開発時における海底地盤の安定性評価のために、非常に重要な知見であると考えます。



第5図 ノジュール状メタンハイドレート含有泥の三軸圧縮試験の結果 (a: 主応力差及び過剰間隙水圧と主ひずみの関係, b: 深度と非排水せん断強度の関係 [黒点は Kataoka and Matsumoto(2012) によるメタンハイドレートを含まない周辺地盤の掘削サンプル (第1図の黄点) のベーンせん断強度からの値]) (Yoneda et al., 2019 による)

4. おわりに

メタンハイドレートを開発するには、その性状を理解することが重要です。加えて、自然界におけるメタンハイドレートの集積・散逸メカニズムを解明することは、グローバルな炭素循環の理解を深め、地球温暖化のメカニズム解明の糸口となる可能性も秘めています。メタンハイドレートが存在する地層の物性は場所ごとに特有であることが多く、一義的に決められないため、技術的検討を簡単に進めることができません。資源開発の場合には、対象領域における海底地盤の強度や剛性の把握が今後も重要となるでしょう。産総研の有する圧力コア解析技術を今後も活用して、将来の開発対象となるような有望な深海底地盤の物性を明らかにし、安全で効率的な資源回収方法の提案につながる研究を進めていきたいと考えています。

謝辞: 本研究は、経済産業省の委託により実施しているメタンハイドレート研究開発事業において得られた成果に基づいています。研究開発コンソーシアムメンバー及びサンプリング業務を実施した明治大学、並びに地元関係者他、研究にご協力いただいた皆様に深甚の謝意を表します。

本研究の実施に当たり、明治大学の松本良教授、鳥取大学の海老沼孝郎教授、産総研北海道センターの長尾二郎所長代理、産総研つくばセンターの鈴木清史主任研究員には多大なる労を頂きました。ここに深く感謝致します。

文献

- Anderson, B., Hancock, S., Wilson, S., Enger, C., Collett, T., Boswell, R. and Hunter, R. (2011) Formation pressure testing at the Mount Elbert Gas Hydrate Stratigraphic Test Well, Alaska North Slope: Operational summary, history matching, and interpretations. *Marine and Petroleum Geology*, **28**, 478–492.
- Arakawa, M. and Maeno, N. (1997) Mechanical strength of polycrystalline ice under uniaxial compression. *Cold Regions Science and Technology*, **26**, 215–229.
- Boswell, R., Schoderbek, D., Collett, T. S., Ohtsuki, S., White, M. and Anderson, B. J. (2017) The Ignik Sikumi Field Experiment, Alaska North Slope: Design, operations, and implications for CO₂ – CH₄ exchange in gas hydrate reservoirs. *Energy Fuels*, **31**, 140–153.
- Cao, P., Wu, J., Zang, Z., Fang, B., Peng, L. and Li, T. (2018) Mechanical properties of bi- and poly-crystalline ice. *AIP Advances*, **8**, 125108.
- Currier, J. H. and Schulson, E. M. (1982) The tensile strength of ice as a function of grain size. *Acta metal.*, **30**, 1511–1514.
- 地圏資源環境研究部門 (2006) 新潟県上越市沖の日本海海底で、海底に露出するメタンハイドレートの確認・採取に成功。産総研 TODAY, **6**, 40–41.
- Hancock, S. H., Collett, T. S., Dallimore, S. R., Satoh, T.,

- Inoue, T. and Huenges, E. (2005a) Overview of thermal stimulation production - test results for the JAPEX/JNOC/GSC *et al.* Mallik 5L - 38 gas hydrate production research well. Scientific Results from the Mallik 2002 Gas Hydrate Production Research Well Program, Mackenzie Delta, Northwest Territories, Canada. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, **585**, 1-15.
- Hancock, S. H., Dallimore, S. R., Collett, T. S., Carle, D., Weatherill, B., Satoh, T. and Inoue, T. (2005b) Overview of pressure - drawdown production - test results for the JAPEX/JNOC/GSC *et al.* Mallik 5L - 38 gas hydrate production research well. Scientific Results from the Mallik 2002 Gas Hydrate Production Research Well Program, Mackenzie Delta, Northwest Territories, Canada. *Geological Survey of Canada, Bulletin*, **585**, 1-16.
- Jin, Y., Konno, Y., Yoneda, J., Kida, M. and Nagao, J. (2016) In situ Methane hydrate morphology investigation: Natural gas hydrate - bearing sediment recovered from the eastern Nankai trough area. *Energy Fuels*, **30**, 5547-5554.
- Kataoka, S. and Matsumoto, R. (2012) The physical and mechanical properties of sea - bottom sediments in the Eastern Margin of Japan Sea by MD179. *Journal of the Japanese Association for Petroleum Technology*, **77**, 274-279.
- Li, J.-F., Ye, J.-L., Qin, X.-W., Qiu, H.-J., Wu, N.-Y., Lu, H.-L., Xie, W.-W., Lu, J.-A., Peng, F., Xu, Z.-Q., Lu, C., Kuang, Z.-G., Wei, J.-G., Liang, Q.-Y., Lu, H.-F. and Kou, B.-B. (2018) The first offshore natural gas hydrate production test in South China Sea, *China Geology*, **1**, 5-16. doi: 10.31035/cg2018003.
- メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム (2019) 「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」フェーズ2及びフェーズ3総括成果報告書, 2019年2月. <https://www.mh21japan.gr.jp/archives05/> 閲覧日: 2020年4月2日
- 産総研研究成果 (2007) 新潟県上越市沖の海底にメタンハイドレートの気泡を発見, https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2007/pr20070302/pr20070302.html 閲覧日: 2020年4月21日
- Wu, J., Ning, F., Trinh, T. T., Kjelstrup, S., Vlugt, T. J. H., He, J., Skallerud, B. H. and Zhang, Z. (2015) Mechanical instability of monocrystalline and polycrystalline methane hydrates, *Nature Communications*, **6**, 8743. doi: 10.1038/ncomms9743
- Yamamoto, K., Kanno, T., Wang, X.-X., Tamaki, M., Fujii, T., Chee, S.-S., Wang, X.-W., Pimenov, V. and Shakod, V. (2017) Thermal responses of a gas hydrate - bearing sediment to a depressurization operation. *RSC Advances*, **7**, 5554-5577.
- Yamamoto, K., Wang, X.-X., Tamaki, M. and Suzuki, K. (2019) The second offshore production of methane hydrate in the Nankai Trough and gas production behavior from a heterogeneous methane hydrate reservoir. *RSC Advances*, **9**, 25987 .
- Yoneda, J., Masui, A., Konno, Y., Jin, Y., Egawa, K., Kida, M., Ito, T., Nagao, J. and Tenma, N. (2015) Mechanical behavior of hydrate - bearing pressure core sediments visualized under tri - axial compression. *Marine and Petroleum Geology*, **66**, 451-459.
- Yoneda, J., Kida, M., Konno, Y., Jin, Y., Morita, S. and Tenma, N. (2019) In situ mechanical properties of shallow gas hydrate deposits in the deep seabed. *Geophysical Research Letters*, **46**, 14,459-14,468, doi:10.1029/2019GL084668

YONEDA Jun, KIDA Masato, KONNO Yoshihiro, JIN Yusuke, MORITA Sumito and TENMA Norio (2020) Mechanical properties of massive methane hydrates in deep-sea. - The information crucial for developing and evaluating their recovery techniques -.

(受付: 2020年4月2日)

マンホールからのぞく地質の世界 6

— 富士山 (山梨県) —

長森 英明¹⁾

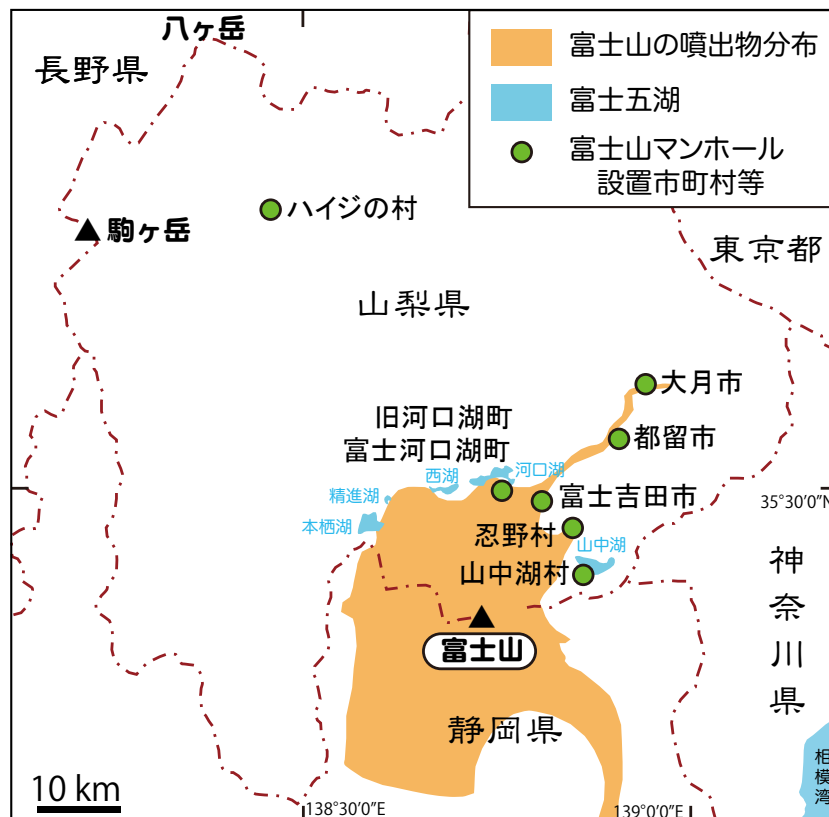
1. はじめに

本稿は、デザインマンホールの蓋を題材にして郷土に関わる地質について紹介するシリーズ(長森, 2017a, b, 2018, 2019, 2020)の第6回目となります。今回は第5回目(長森, 2020)の静岡県の富士山をモチーフとしたデザインマンホール(以下富士山マンホール)に引き続き、山梨県の富士山マンホールについて紹介します。なお、本稿ではマンホール以外の路上に設置された水道などのメンテナンス用の蓋も含めて解説します。

富士山は、北側を山梨県、南側を静岡県と2つの県をまたがる広大な場所にある独立峰で、豊かな自然や景観を生み出しています。前回紹介した静岡県から見る富士山は駿河湾に広がる海とのコントラストが相まって優美で風情の

ある景色を醸し出しています。一方の山梨県から見る富士山は趣が変わり、富士五湖(本栖湖・精進湖・西湖・河口湖・山中湖)の北側からは変化に富む雄大な景観が望めます。その見事な眺望の例として、日本の2種類の紙幣に印刷された富士山があります。新渡戸稲造の旧5千円札と野口英世の千円札の裏に印刷されている逆さ富士は、本栖湖の北岸からみた景色です。まさしく日本を代表する風景といえます。

富士山をとりまく景観はどのようにできたのでしょうか? 富士山マンホールから地質の世界をのぞいてみましょう。なお、本稿では、文献の他に各種ホームページ(HP)を参考にしています。参照したHPのアドレスは、末尾の「参照 web サイト」にまとめました。



第1図 山梨県の富士山マンホール分布
河口湖町は2003年の合併により富士河口湖町となっています。

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: デザイン, マンホール, 郷土, 地質, 富士山, 火山, 山梨県

2. 山梨県のデザインマンホールに見る富士山

第1図に山梨県のマンホールの分布図を示します。本章では、山梨県の富士山マンホールを、富士山に近い南から北に向かって紹介し、デザインの意匠について解説します。なお、マンホールは様々な大きさがあるため、写真は相対的な大きさを示します。

南都留郡山中湖村 1, 2 (第2図) 富士山を背景に、5羽のハクチョウが浮かぶ山中湖がデザインされています。鳥は鋳物の凸部で表現されているため、一見して黒鳥のように見えますが、村の鳥の「ハクチョウ」です。山中湖には移入されたコブハクチョウ (*Cygnus olor*) が定着して、一年を通して棲んでいます。そのほかに、渡り鳥のオオハクチョウ (*Cygnus cygnus*) も飛来するようです。山中湖は、相模湾に注ぐ相模川の源流となっています。相模川は上流の山梨県では桂川と呼ばれています。

山中湖は、湖の西側に分布する鷹丸尾溶岩流^{たかまるび}によって桂川がせき止められて誕生しました(田場ほか, 1990; 小杉ほか, 1992, 1993; 遠藤ほか, 1992)。鷹丸尾溶岩流は、延暦19~21年(西暦800-802年)に富士山が噴火してできました(上杉, 1990など)。

南都留郡忍野村 (第2図) 富士山の伏流水がわき出る湧水で有名な「忍野八海」の風景がデザインされています。茅葺きの水車小屋脇から富士山を望み、左奥にはハリモミ (*Picea torano*) 純林らしい林、上をみればモミジ (*Acer* 属) が垂れています。忍野八海には湧水による池が点在しています。

忍野村は盆地状の平地を中心に、山々に囲まれています。その平地は元々、湖であったと考えられています。かつて存在した湖は、おおよそ8,000~7,000年前に富士山が噴火して、猿橋溶岩流の分流した溶岩流が川を堰き止めたことによって形成されました(藤山, 1982)。その後、湖水は干上がり、湿地が点在する盆地になったようです。

富士吉田市 1 (第2図) 水道の制水弁の丸形蓋です。市の花「フジザクラ (マメザクラ: *Cerasus incisa*)」の花吹雪、市の木「シラカバ (*Betula platyphylla*)」、市の鳥「アカゲラ (*Dendrocopos major hondoensis*)」が配置されたカラフルなデザインです。

富士吉田市 2 (第2図) 富士吉田市 1 とデザインの絵柄は同じですが、こちらは角形の水道の制水弁の蓋です。

元々のデザインはこの角形で、丸くトリミングしたものが1つ目のマンホールのようなようです。

富士吉田市 3 (第2図) 小型のデザインマンホール蓋です。富士山を背景にして、楽しそうに笑う2人の子供、そしてフジザクラの花びらがデザインされています。子供達は横倒しの姿勢となっていますが、体の一部が雲に隠れているので、空を飛んでいる様子と推察されます。同じデザインの蓋で、凹凸が逆転したものや、プラスチック製のものもあります。丸で囲った「お」の字が左下にあるので、汚水用の蓋とわかります。

富士吉田市 4 (第3図) 富士吉田市の一般的な汚水用マンホールのデザインです。2羽のアカゲラがとまるフジザクラの木、その後には雄大な縦長の富士山がそびえています。富士山と空に描かれている横の破線は春霞を表現しているのでしょうか。

富士吉田市 5 (第3図) 擬人化された木や低い山、背の高い富士山、そして太陽が楽しげに笑っているデザインです。このデザインは、公募によって選ばれました。

南都留郡河口湖町 (現富士河口湖町) (第3図) 河口湖大橋が架かる河口湖の後ろに富士山がそびえています。「ラベンダー (*Lavandula* 属)」と町の花「ツキミソウ (*Oenothera tetraptera*)」が周りを縁取っています。富士山マンホールの背景はほとんどが水色で表現されていますが、このデザインはピンク色です。左上に「河口湖町」と書いてありますが、富士河口湖町のバージョンもあります。富士河口湖町は、2003年に河口湖町と近隣の村が合併して誕生した町です。

河口湖の成因は溶岩による堰き止めと考えられています。堰き止めた溶岩流ははっきりと分かっていません。河口湖の湖底で掘られたボーリングの解析によると、おおよそ1万年前に湖が誕生したようです(吉澤ほか, 2001; 興水ほか, 2007など)。

南都留郡富士河口湖町 (第3図) 富士山を背景に、魚が跳ねる湖のデザインです。写真のマンホールは西湖の湖畔に設置されているので、デザイン中の湖は河口湖ではなく、西湖と推察されます。中央には富士山の意匠が取り入れられた町章が配置されています。魚は、2010年に再発見されたクニマス (*Oncorhynchus kawamurae*) ではなく、外国から移入されたヒメマス (*Oncorhynchus nerka*) のよ



第2図 山梨県の富士山マンホール 1

富士吉田市4



富士吉田市5



河口湖町



富士河口湖町



都留市1



都留市2



第3図 山梨県の富士山マンホール2

うです。現在別々の湖として存在している西湖とその西にある精進湖は、もともとは「剱の海」と呼ばれる連続した1つの湖でした。かつて存在したこの大きな湖、剱の海は、貞観6年（西暦864年）に富士山北麓の山腹から流れ出した膨大な量の溶岩によって分断されたのです（高橋ほか、2007など）。貞観の一連の噴火によって、幾つもの溶岩流が噴出され、貞観溶岩流（青木ヶ原溶岩流）が形成されています。この膨大な量の溶岩からなる溶岩原の上には針葉樹が繁茂して、「青木ヶ原樹海」が広がっています。

都留市1（第3図） 小型の汚水用デザインマンホールです。毎年9月1日に行われている生出神社の八朔祭りで繰り広げられる大名行列に従う、はんでんを着た奴がモチーフとなっています。富士山マンホールとして紹介しましたが、山頂付近の稜線が描かれていないため、富士山ではないかもしれません。生出神社の南にある、かつて神社の奥宮が祀られていた生出山である可能性もあります。

都留市2（第3図） プラスチック製の小型のデザインマンホールです。富士山を後ろに、市の鳥「ウグイス（*Horomis diphone*）」、市の花「ウメ（*Prunus mume*）」が配置された春めいたデザインです。

大月市（第4図） 桂川に架かる日本三奇橋の1つである「猿橋」、その背後には雲海の上にそびえる富士山が鎮座しています。猿橋は、橋脚を持たない笮橋とよばれる特殊な構造で造られています。市の木「ヤエザクラ」と市

の花「ヤマユリ（*Lilium auratum*）」が彩を添えています。桂川には、清流を印象付けるアユ（*Plecoglossus altivelis*）が泳いでいます。富士山が約8,500年前に噴火した時の猿橋溶岩流（遠藤・村井、1978）は、桂川沿いに流れて、30 km以上離れた猿橋付近まで到達しています。この猿橋溶岩流は、富士火山の数ある溶岩流の中で最も遠くまで流れた溶岩です。猿橋溶岩流は長い距離を流れていますが、さらに遠くへ流下したものもあります。例えば、およそ15,000年前に富士山の北東斜面が崩壊した時に発生した富士相模川泥流（第5図の地質図では省略されています）は、桂川・相模川に沿って70 kmもの距離を流れて、相模湾まで到達したと考えられています（武原ほか、2017など）。

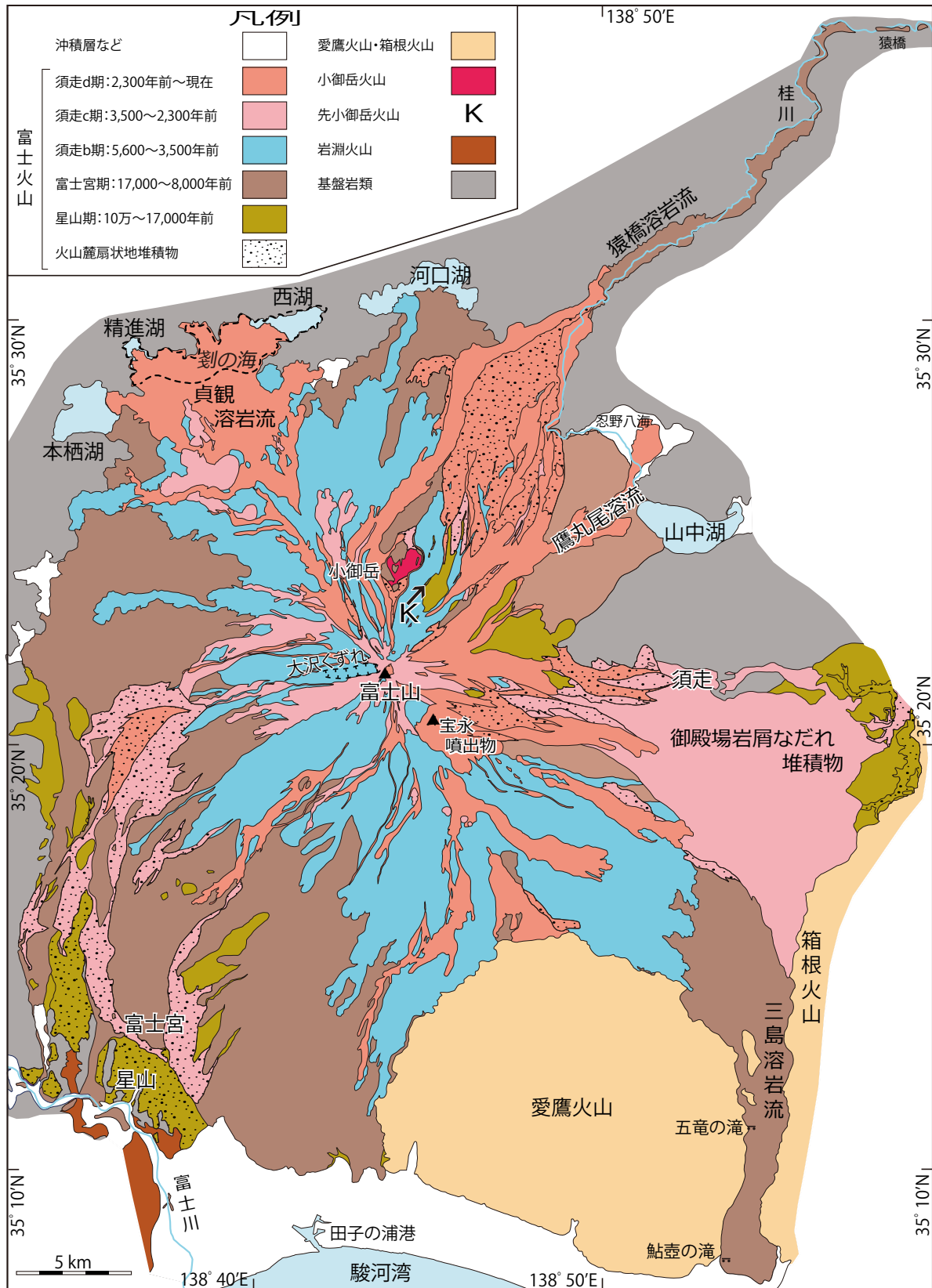
山梨県（第4図） 山梨県の設置するデザインマンホールです。満開のフジザクラの背後に低山を従えた富士山がそびえています。低山の手前は波立つ湖、下端は県木の「カエデ（*Acer* 属）」の葉が添えられています。このマンホールは北杜市にある「ハイジの村」の1箇所ではしか確認していませんが、山梨県のものであることから県下に分散していると考えられます。

3. 富士山マンホールの分布とデザイン

13種類の山梨県の富士山マンホールを紹介しましたが、その多くは富士五湖の周辺や桂川沿いの市町村に集中して設置されています（第1図）。富士山マンホールと富士山



第4図 山梨県の富士山マンホール3



第5図 富士山の地質概略図
 高田ほか (2016) の地質図を元に、富士山の火山噴出物をそれぞれの時代でまとめて作成しました。破線で示した劃の海の位置は千葉ほか (2007) を参照しています。富士山は多くの火山噴出物が分布していますが、長森 (2020) と本稿のマンホールの説明に登場する溶岩等の名称を図中に示しました。先小御岳火山は、分布が狭いため図中のKの矢印の先で示してあります。

の噴出物の分布と重ねてみると、かなり一致していることがわかります。

デザインの傾向を見ると、県の花となっているフジザクラと富士山の組み合わせ、富士五湖と富士山の組み合わせが多い傾向にあります。静岡県の富士山マンホール(長森, 2020)と同じく、全ての富士山は冠雪し、浮雲が伴われている例が多い特徴があります。山梨県側から見る富士山は、眺望する角度によっては地形の起伏をみることができますが、宝永火口や大沢崩れなどの目立つ特徴がないため、いずれも左右対称なシンプルなデザインとなっています。

4. 富士山の地質

数々のマンホールのデザインに登場することから、富士山は周辺地域において郷土の山として不動の位置にあることが読み取れます。それでは、富士山は地質的にどのような山なのでしょうか？その成り立ちを探ってみましょう。

富士山は、日本に111座ある活火山(気象庁HP参照)のうちの1つです。富士山を特徴付ける末広りの綺麗な円錐形は、頻繁に噴火を繰り返したことによって、侵食が進んでいないことを示しています。歴史時代に富士山は噴火を繰り返し、江戸時代の宝永4年(西暦1707年)に最後の噴火がおこりましたが、その後に噴火はありません。そのため、活火山としての認識は低いかもしれません。

富士山は、様々な種類の噴火を繰り返しながら火山体を形作っていますが、時代ごとに噴火の傾向が異なっています。火山の噴火様式は様々な種類があるため、あらかじめ富士山においてよく見られる噴火の様式について、簡単に説明します。まず溶岩流ですが、溶けたマグマが火口からあふれ出して流れる現象です。山頂の火口からだけではなく、山腹の割れ目から溶岩を噴出することがあります。富士山は粘性の低い玄武岩質のマグマが噴出するため、遠距離を流れることもあります。次に、火砕流です。高温の火山ガス、火山灰、岩塊が高速で斜面を流れ下る現象です。爆発的な噴火が起きた時には、降下火山灰などが空中に吹き上げられ、周囲に降り積もります。噴火の規模や風向きによって、遠方に運ばれることがあります。ちなみに、関東の地表を覆っている「関東ローム層」は、富士火山や箱根火山が噴きあげた火山灰が積もってできた地層です。大規模なものとして山体崩壊があります。火山の一部が崩壊する現象で、崩れたものは「岩屑なだれ堆積物」と呼ばれます。噴火の時以外には、雨や融雪によって火山噴出物が流されて、土石流や火山泥流が起こります。

富士山の地下には2つの古い火山体があり、3つの火山

が重なっています(Yoshimoto *et al.*, 2010など)。下からみると、先小御岳火山、小御岳火山、富士火山の順に重なっています。富士火山の火山活動は高田ほか(2016)の区分によると、大きく3つの時期に分けられています。古い方から、星山期、富士宮期、須走期すばしりとなっています。富士火山の噴出物の分け方は研究者によって異なっていますが、ここでは高田ほか(2016)に従っています。第5図は富士山の地質概略図です。実際には、たくさんの噴出物が区別されていますが、この図では時代別に富士火山の火山噴出物をまとめて色分けをしてあります。では、富士山と近接する火山の地質の概略について、古い方から説明します。

4.1 10万年前以前の火山

富士山が誕生する前には、一帯に次のような火山がありました。富士山の位置に先小御岳火山こみたけと小御岳火山あしたかが、南に愛鷹火山あしたかが、そして南東に箱根火山が火山活動をしていました。このほか、南西に岩淵火山いわぶち噴出物が少しだけ分布しています。おおよそ10万年前には、富士火山、愛鷹火山そして箱根火山の3つの火山が同時に噴火していました。

これらの火山は更新世前期から中期の時代に噴火活動が始まっています。ちなみに、更新世中期は約78万年～12万年前ですが、最近この時代には千葉県千葉県の地層を模式地とする「チバニアン(Chibanian)」という名前が与えられました(ICSのHP参照)。

岩淵火山噴出物 110万～60万年前に陸上で噴出した安山岩～玄武岩質溶岩です(杉山ほか, 2010など)。富士山の南西の小さな範囲に分布しています。

愛鷹火山 富士山の南にある、古い火山です。火山活動の時期は約18万年前から8万年前とされています(石塚・及川, 2008)。富士山の火山活動が始まった頃まで噴火していました。火山活動を停止してから侵食され続けているため、元々の火山体の原型はとどめていません。玄武岩から流紋岩質の火山岩からなります(由比・藤井, 1989)。

箱根火山 富士山の南東にある火山で、約40万年前から現在まで火山活動が続いています。玄武岩から流紋岩の火山岩から構成されています(高橋ほか, 1999など)。

先小御岳火山 富士山の北東斜面をボーリングで掘削したところ、小御岳火山の下に組成の異なる安山岩とデイサイトからなる火山岩が発見され、「先小御岳火山」と名付

けられました(吉本ほか, 2004). 約 26 万～16 万年前の火山とされています(Yoshimoto *et al.*, 2010). 北東斜面の地表にも小規模に分布しています(第 5 図の K: 高田ほか, 2016).

小御岳火山 16 万～10 万年前の浸食された安山岩あるいは玄武岩質安山岩の古い火山です(Yoshimoto *et al.*, 2010), 富士山の噴出物によってほとんどの部分が覆われています. 富士山の北東側にある小御岳付近に, 小御岳火山の山頂部付近とされる溶岩などが露出しています.

4. 2 富士火山

富士山の噴火について, 高田ほか(2016)が区分した 6 つの時代に分けて古いほうから概要をまとめます. なお, 津屋(1968)などは富士火山を「古富士」と「新富士」の 2 つに分けていますが, 星山期が古富士, 富士宮期以降が新富士に相当しています.

約 10 万年～17,000 年前: 星山期 富士山の最初期の火山活動は, 玄武岩マグマの爆発的な噴火を中心とする大量の噴出物を放出しました. その活動によって周辺に大量の降下スコリア層が積もっています. 噴出源付近には, 溶岩流がまとまって確認されています. この時期の火山体は, 現在の富士山に匹敵するような大きさであったと推定されていますが, 複数回の山体崩壊が発生していることと, 新しい噴出物に覆われているため全容はまだ分かっていません.

この時期は最終氷期であることから山頂には万年雪が存在したと推定されており, 噴出物が雪を溶かして発生する融雪型火山泥流が多発したと考えられています.

約 17,000～8,000 年前: 富士宮期 この時期の富士山は, 山頂と山腹の火口から断続的に爆発的な噴火をしながら, たくさんの玄武岩質の溶岩流を流下させました. 大量の溶岩流が繰り返し噴出しています. 特に南西山麓にはこの時期の溶岩流が広く分布しています. この時期の玄武岩質の溶岩流は遠くまで流れ下り, 北は大月市の猿橋付近, 南は駿河湾まで達しています.

約 8,000～5,600 年前: 須走 a 期 この時期の火山活動は低下し, 厚さが 1 m 程度の富士黒土層と呼ばれる土壌が形成されました. この時期の火山噴出物は, 火山活動が低迷していたことからほとんどないので, 第 5 図の地質概略図には示されていません.

約 5,600～3,500 年前: 須走 b 期 山頂や山腹の火口から比較的規模の大きい爆発的な噴火や玄武岩質マグマの溶岩流が頻繁に流れ, 古い火山体を覆って, 現在の富士山の円錐型の山が形作られました.

約 3,500～2,300 年前: 須走 c 期 山頂の火口と山腹にできた火口からの玄武岩質マグマの爆発的な噴火が繰り返し発生しました. 約 2,900 年前に富士山の東側で山体崩壊が発生して, 崩れて堆積したものは御殿場岩屑なだれ堆積物と呼ばれています. この山体崩壊によって発生した岩屑流れは, 駿河湾や相模湾まで到達しています(宮地ほか, 2004 など).

約 2,300 年前～現在: 須走 d 期 この時期は, 頂上の火口からではなく, ほとんどが山腹に生じた割れ目からの噴火が起きました. 降下火山灰, 溶岩流, 火砕流が噴出し, それらの一部は古文書に噴火の記録が残されています. 宝永 4 年(西暦 1707 年)に発生した宝永噴火が最後の噴火です. 宝永噴火で吹き上げられた火山灰は江戸まで到達しています.

河口湖町のマンホールの解説で説明した西湖と精進湖を分断した貞観溶岩流(青木ヶ原溶岩流)はこの時期の溶岩流で, その噴火の様子は古文書に記録されています(小山, 1998 など).

4. 3 富士山の未来

富士山が鎮座している場所は, フィリピン海プレートがユーラシアプレートに沈み込む境界にあり, 伊豆—小笠原弧の北端の伊豆半島が本州に衝突している特異的な位置にあります. しかし, なぜ富士山を形作るために必要な大量の玄武岩質マグマが比較的短い間に噴出したのかは, まだよく分かっていないようです.

富士火山は陸上の成層火山としては日本で一番体積が大きく, 突出した噴出量を誇っています. 1707 年の宝永噴火以降, 噴火は起こっていません. しかし, 電気探査や地震波の解析, 岩石の分析などによって, 富士山の 20 km 以上深い場所にマグマの存在が推定されています(Aizawa *et al.*, 2004, 中道, 2007, Kaneko *et al.*, 2010 など). このため, いつかは噴火する恐れがある火山として認識する必要があります. もし噴火が起きない状態が長期間続くと, 富士山の西側にある「大沢崩れ」で起きているような侵食があちこちで進み, 現在の形は維持できないと考えられます.

2000～2001 年にかけてマグマの活動に伴って発生し

たとえられる深部低周波地震が多発したことを契機に、内閣府に「富士山火山ハザードマップ検討委員会」が設置され、富士火山の噴火に備えた情報整備が進められています。

5. 最後に

今回紹介した地域には、富士山マンホール以外のデザインマンホールが数多く存在します。なお、「かわぐちこまち」, 「kampo」と書かれた、逆さ富士のデザインマンホールが存在することをインターネット情報で確認しています。しかし、実物は探し出せず、残念ながら紹介できませんでした。なお、紹介したマンホールをすべて巡り歩くと、2日程度の時間がかかります。

唐の詩人杜甫は「春望」の一節で、国破山河在(国は破れても山河は変わらずに存在している)と詠んでいます。しかし、紹介したように富士山は10万年の歴史の中で刻々と姿を変えています。また、歴史時代には川や湖の様相を一変させるような噴火がたびたび発生していました。現在の綺麗な山容がなるべく続くことを祈りつつ、来たるべき噴火に備える必要があります。

今回は富士山から遠い県にある遠隔地の富士山マンホールを紹介します。

(その7に続きます)

文 献

- Aizawa, K., Yoshimura, R. and Oshiman, N. (2004) Splitting of the Philippine Sea Plate and a magma chamber beneath Mt. Fuji. *Geophysical Research Letters*, **31**, L09603.
- 千葉達郎・富田陽子・鈴木雄介・荒井健一・藤井紀綱・宮地直道・小泉一郎・中島 幸 (2007) 航空レーザ計測にもとづく青木ヶ原溶岩の微地形解析. 藤井敏嗣・中田節也・宮地直道編集, 富士火山, 山梨県環境科学研究所, 349-363.
- 遠藤邦彦・村井公一 (1978) 山梨県大月市における猿橋溶岩直下の腐植土の ^{14}C 年代—日本の第四紀層の ^{14}C 年代 (122) —. *地球科学*, **32**, 107-108.
- 遠藤邦彦・田場 穰・宮地直道・中井信之・篠原智子・宮原智哉・小杉正人 (1992) 山中湖の地形とその成因. 日本大学文学部自然科学研究所研究紀要, **27**, 3-36.
- 藤山家徳 (1982) 富士山北東麓古忍野湖の地質と化石.
- 富士・箱根・伊豆の自然史科学的総合研究 (2), 国立科学博物館専報, no. 15, 37-48.
- 石塚 治・及川輝樹 (2008) 伊豆半島及び周辺地域の火成活動史. 日本火山学会 2008 年秋季大会要旨, 22.
- Kaneko, T., Yasuda, A., Fujii, T. and Yoshimoto, M. (2010) Crypto-magma chambers beneath Mt. Fuji. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **193**, 161-170.
- 興水達司・内山 高・山本玄珠 (2007) 富士五湖湖底ボーリングコアに記録された富士火山活動史. 藤井敏嗣・中田節也・宮地直道編集, 富士火山, 山梨県環境科学研究所, 365-374.
- 小杉正人・池田光理・江口誠一 (1992) 山中湖の形成史— (2) 微化石群集に基づく過去 2500 年間の環境変遷史—. 日本大学文理自然科学研究紀要, **27**, 37-44.
- 小杉正人・池田光理・遠藤邦彦 (1993) 山中湖湖底堆積物に記録された過去 2500 年間の環境変遷史—花粉の運搬・堆積仮定の基礎的研究とその応用—. *地質学論集*, no. 39, 41-52.
- 小山真人 (1998) 噴火堆積物と古記録からみた延暦十九～二十一年 (800～802) 富士噴火—古代東海道は富士山の北麓を通過していたか?—. *火山*, **43**, 349-371.
- 宮地直道・富樫茂子・千葉達朗 (2004) 富士火山東斜面で 2900 年前に発生した山体崩壊. *火山*, **29**, 237-248.
- 長森英明 (2017a) マンホールからのぞく地質の世界 1—筑波山—. *GSJ 地質ニュース*, **6**, 93-99.
- 長森英明 (2017b) マンホールからのぞく地質の世界 2—ナウマンゾウ—. *GSJ 地質ニュース*, **6**, 370-372.
- 長森英明 (2018) マンホールからのぞく地質の世界 3—モアイ—. *GSJ 地質ニュース*, **7**, 165-170.
- 長森英明 (2019) マンホールからのぞく地質の世界 4—アキシマクジラ—. *GSJ 地質ニュース*, **8**, 86-91.
- 長森英明 (2020) マンホールからのぞく地質の世界 5—富士山 (静岡県) —. *GSJ 地質ニュース*, **9**, 29-41.
- 中道治久 (2007) 富士山と南部フォッサマグナの地震活動と速度構造. 藤井敏嗣・中田節也・宮地直道編集, 富士火山, 山梨県環境科学研究所, 151-159.
- 杉山雄一・水野清秀・狩野謙一・村松 武・松田時彦・石塚 治・及川輝樹・高田 亮・荒井晃作・村岡行信・実松健造・高橋正明・尾山洋一・駒沢正夫 (2010) 20 万分の 1 地質図幅「静岡及び御前崎」(第 2 版).

- 産総研地質調査総合センター。
- 田場 穰・小杉正人・遠藤邦彦・宮地直道（1990）山中湖の形成史—（1）湖底ボーリングによる層序と古環境の概要—。日本大学文理自然科学研究紀要, **25**, 39-44.
- 高田 亮・山元孝広・石塚吉浩・中野 俊（2016）富士火山地質図（第2版）。特殊地質図, no. 12, 産総研地質調査総合センター, 56p.
- 高橋正樹・長井雅史・内藤昌平・中村直子（1999）箱根火山の形成史と広域テクトニクス場。月刊地球, **21**, 437-446.
- 高橋正樹・松田文彦・安井真也・千葉達朗・宮地直道（2007）富士火山貞観噴火と青木ヶ原溶岩。藤井敏嗣・中田節也・宮地直道編集, 富士火山, 山梨県環境科学研究所, 303-338.
- 武原未佳・白井正明・宇津川喬子・河尻清和（2017）富士相模川泥流の堆積学的特徴とその流下機構に関する考察。相模原市立博物館研究報告, no. 25, 60-73.
- 津屋弘達（1968）富士火山地質図（5万分の1）。特殊地質図, no. 12, 地質調査所, 24p.
- 上杉 陽（1990）富士火山東方地域のテフラ標準柱状図—S-25～Y-114—。関東の四紀, no. 16, 3-28.
- 吉本充宏・金子隆之・嶋野岳人・安田 敦・中田節也・藤井敏嗣（2004）掘削試料から見た富士山の火山形成史。月刊地球, 号外, **48**, 89-94.
- Yoshimoto, M., Fujii, T., Kaneko, T., Yasuda, A., Nakada, S. and Matsumoto, A. (2010) Evolution of Mount Fuji, Japan: Inference from drilling into the subaerial oldest volcano, pre Komitake. *Island Arc*, **19**, 470-488.
- 吉澤一家・内山 高・輿水達司（2001）河口湖湖底ボーリングコア試料中の珪藻群集。日本珪藻学会第22回大会要旨, 166.
- 由比将雄・藤井敏嗣（1989）愛鷹火山の地質。地震研究所彙報, **64**, 347-389.

参照 Web サイト

- ICS (International Commission on Stratigraphy) の HP
<https://stratigraphy.org/chart> (閲覧日: 2020年7月14日)
- 気象庁 HP (活火山とは) https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/katsukazan_toha/katsukazan_toha.html (閲覧日: 2020年6月8日)

NAGAMORI Hideaki (2020) The geological world from the view of designed manholes 6, -Mt. Fuji in Yamanashi Prefecture-.

(受付: 2020年6月9日)



宮嶋 佑典 (みやじま ゆうすけ)

地圏資源環境研究部門 地圏微生物研究グループ

今年度より博士型研究員として採用されました。宮嶋佑典と申します。京都生まれ、長野県安曇野市出身です。松本深志高校卒業後、学部から学位取得までを京都大学地質学鉱物学教室で過ごし、東京大学地殻化学実験施設でのポスドクを経て、現在に至ります。

海底を循環する流体は、地圏微生物の活動と天然ガスなどの燃料資源生成、地震活動を相互に関連付ける重要な役割を担っています。海底から湧出する水を調べることで、それらの海底プロセスを明らかにする手がかりが得られます。私はこれまで、海底から湧出するメタン冷湧水から沈殿した炭酸塩岩を研究してきました。炭酸塩岩に含まれる動物化石の研究にはじまり、次第に微生物の分子化石や元素・同位体組成といった岩石の地球化学的な特徴をもとに、過去のメタン生成プロセス、湧出流体の起源を探ることができるのではないかとという方向性に興味がシフトしていきました。幼少期からの化石好きが転じて、フィールドで化石や岩石を発見し、それを材料に多角的な分析を行い、解釈していくプロセスにやりがいを感じています。

地圏資源環境研究部門地圏微生物研究グループに配属されたことで、実際に現在の海底メタン冷湧水にアクセスし、炭酸塩岩だけでなく堆積物間隙水や生きた微生物も扱うことができるようになりました。私が特に興味があるのは、海底下地殻内のダイナミクスや水・物質循環が、メタン生成菌のような地圏微生物の活動、そして燃料資源の生成・集積にどのような影響を与えているのかを明らかにすることです。今後は皆様のご指導を賜りながら、分野の垣根を超えた新しい手法を積極的に取り入れ、学際的な研究を展開していければと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

写真はサハリン州にて。



石井 祐次 (いしい ゆうじ)

活断層・火山研究部門 地質変動研究グループ

活断層・火山研究部門地質変動研究グループの石井祐次です。2018年3月に名古屋大学環境学研究科で学位を取得し、同年4月から地質情報研究部門海洋環境地質研究グループに学振PDとして在籍しておりましたが、今年の4月から研究員として働くことになりました。

私の研究の主な関心は河成地形で、特に完新世の氾濫原の発達過程に着目してきました。氾濫原の堆積物は河川活動の記録であり、それを読み解くことで海水準変動や気候変動に対する河川の応答を明らかにすることができます。学生時には放射性炭素年代測定を用いて国内のフィールドにおいて研究をおこなってきましたが、学振PDの2年間ではOSL年代測定を習得し、カンボジアのメコン川の氾濫原の発達過程の解明に取り組みました。

今後の数年間は、更新世の河成段丘を用いた隆起速度の推定におけるOSL年代測定の適用に関する研究

を主におこなう予定です。将来的には、数万年～数十万年といった長い時間スケールでの河成地形の変化を解明していきたいと考えています。





有元 純 (ありもと じゅん)

地質情報研究部門 海洋地質研究グループ

はじめまして、有元 純と申します。今年3月に東北大学大学院理学研究科地学専攻で学位を取得し、4月から働いています。専門は過去1億年の層序・古生物学(浮遊性有孔虫)ですが、堆積学、構造地質学、年代学、地球化学、生態学などの関連分野に興味をもちています。東北大学在学中は、野外調査や堆積物コア試料分析に基づいて、白亜紀～古第三紀温暖期に形成された地層の層序・年代、および古海洋環境の復元に関する研究を行ってきました。安定炭素同位体比層序や化石層序に基づく層序対比に、凝灰岩中のジルコン U-Pb 放射年代分析を組み合わせることで、恐竜化石を産する岩手県の上白亜系や、天草炭田地域の始新統の地質年代解像度の向上に取り組んできました。また、微化石群集組成や化学組成から、気候・海洋環境変動と生物応答についても研究してきました。これからは、沿岸域の地質・活断層調査プロジェクトにおいて、反射法音波(地震)探査による海域地下地

質構造の調査、および紀伊水道の沿岸域地質図作成を担当します。また、微化石をツールとした層序・年代・環境論に加え、地質構造探査による物性・空間論を統合解釈して、地質現象の総合的理解を目指します。人類活動から気候変動、地殻変動まで幅広い時空間スケールで、日本列島を中心に世界へ展開する地史の研究と社会貢献を、みなさまと協力して推進していきたいと思っています。どうぞよろしくお願い致します。



羽田 裕貴 (はねだ ゆうき)

地質情報研究部門 平野地質研究グループ

地質情報研究部門平野地質研究グループの羽田裕貴と申します。2019年3月に茨城大学大学院複雑系システム科学専攻で博士の学位を取得し、2020年4月から特別研究員として産総研に所属させていただくことになりました。

明治初期に日本へ地質学が導入されてから、千葉県地層では数多くの先駆者たちがその分布や重なり、年代を明らかにしており、日本で最も研究されている地域の一つと言えます。私は、これまでに千葉県の地層を対象に、過去300万年間の北太平洋の古海洋と古地磁気変動の復元をテーマに研究を行ってきました。地層から産出する有孔虫化石の安定同位体比分析や堆積岩の残留磁化測定を非常に細かい時間分解能で行うことで、百数十年～数千年スケールでの海洋環境・地磁気変動を捉えることに成功しました。また、千葉の地層を77万年前の地質時代境界の国際模式地層に申請する活動にも参



加させていただき、そのポテンシャルの高さを世界に示すことができました。

GSJでは、主に徳島平野・和歌山平野での地質調査や層序の解明に取り組みます。新天地での研究でどのような成果を出せるのかワクワクしています。皆様、どうぞよろしくお願い申し上げます。

地磁気逆転と「チバニアン」 地球の磁場は、なぜ逆転するのか

菅沼悠介 [著]

講談社 (ブルーバックス)
発売日：2020年3月20日
定価：本体1,100円＋税
ISBN: 978-4-06-519243-6
17.4 cm x 11.2 cm x 1.3 cm
ソフトカバー
258ページ

読者の皆様が最もよく知っている地質時代の名称もしくは地名は、映画「ジュラシック・パーク」で知られるフランスとスイスの国境に分布するジュラ山脈と私は想像する。この他にもヨーロッパの地層の模式地に由来する地質時代の名称は多数存在する。2020年1月17日、韓国において開催された国際地質科学連合 (IUGS) の理事会において国際境界模式層断面とポイント (GSSP) の審議が行われ、千葉県市原市の千葉セクションの GSSP 提案が承認された。これにより千葉セクションは、46億年間の地球史のうち前期—中期更新世境界の GSSP として世界に周知され、マンモスやネアンデルタール人が生息していた中期更新世 (約77万4千年前～約12万9千年前の間) が、チバニアン期 (Chibanian) と呼ばれることとなった。

これまで日本国内に GSSP が認定されることはなかった。この理由は、学術的に伝統と実績があるヨーロッパの勢力に圧倒されてきたことに他ならない。今回、千葉セクションが日本初の GSSP として認定されたことにより、初めて日本の地名に由来する地質時代の名称が使用されることとなった。これは日本ならびにこの国の地質学関係者にとって、たいへん名誉かつ歴史的な偉業と言って憚らない。GSSP と認定された千葉県市原市の養老川河岸には、上総層群と呼ばれる鮮新更新統のうち国本層こくもとと呼ばれる海成層が露出している。私は過去に、養老川の東方に位置する茂原図幅 (5万分の1) の調査に携わったことがあり、国本層の地質についても詳しく調べた経緯がある (七山ほか, 2016)。国本層は水深1,000 mほどの深海底でたまった泥質な地層からなり、その特徴としては、有孔虫等の微化石が多産すること、ならびに多数の火山灰層を挟在する

こと、の2点があげられる。また、国本層中に地球史における最後の地磁気逆転 (B-M 境界: Brunhes–Matuyama reversal) が存在することについては、研究者の間でよく知られた事実であった。

地球史の46億年の間においては、地磁気反転が何度も起こってきた。その影響は地球全体に及ぶため、地磁気逆転を目印にして古地磁気層序が確立され、これらを元に地層の広域対比や年代決定に活用されている。しかし現在に至っても、地球の地磁気逆転のメカニズムは、十分解明されているとは言いがたいのが現状なのである。

実は、地磁気逆転という現象が発見されたのは戦前のことであり、しかも日本人の地球物理学者である京都帝国大学教授の松山基範もとりのりによってであった。彼は兵庫県の玄武洞の玄武岩の古地磁気を測定し、1929年に地球磁場の逆転説を世界で初めて唱えた。その功績もあって、最後の逆磁極期 (258万～77万4千年前) は、現在も松山逆磁極期 (Matuyama Chron) と呼ばれている。

本書の筆者である菅沼悠介准教授やプロジェクトリーダーである岡田 誠教授 (茨城大理学部) たちの GSSP 申請タスクチームは、総計57 mの区間にわたって地磁気が逆転する様子を詳細に解析した。さらに、地磁気逆転の境界部分付近に位置する白尾火山灰に着目し、これに含まれるジルコン粒子を用いて U-Pb 年代を測定し、77万4千年前が時代の境界にあたることを明らかにし、国際誌に公表したのが、GSSP 審査の決めてとなったのであった。

このような研究の経緯について、この度、国立極地研究所の菅沼さんが“地磁気逆転と「チバニアン」地球の磁場は、なぜ逆転するのか”という魅力的なタイトルを冠して、





新書として発表された。著者の菅沼氏は茨城大学理学部出身で、東京大学大学院理学系研究科博士課程を修了して学位を得た。その後、山崎俊嗣さん（現、東京大学大気海洋研究所教授）の元で産総研 PD 研究員、東京大学助教を経て2016年より現職に着任した。専門分野は地質学、古地磁気学であり、海や湖の地層や氷河地形などから過去の地球環境の変動メカニズムを解明することを目指して、アクティブに研究を進めている。

本書の目次は、以下の通りである。

- 第1章 磁石が指す先には —— 磁石と地磁気の発見
- 第2章 地磁気の起源 —— なぜ地球には磁場が存在するのか
- 第3章 地磁気逆転の発見 —— 世界の常識を覆した学説
- 第4章 変動する地磁気 —— 逆転の「前兆」はつかめるか
- 第5章 宇宙からの手紙 —— それぞれ、謎を解くヒントだった
- 第6章 地磁気逆転の謎は解けるのか —— なぜ起きるのか、次はいつか
- 第7章 地磁気逆転とチバニアン —— その地層が、地球史に名を刻むまで

ところで、第7章にも少し触れられているが、千葉セクションの GSSP が認定に到る過程においても、学問とはかけ離れたトラブルが何度も繰り返し起きていたことがマスコミ等を通じて報じられている。それについて、ここでは詳しく論評しないが、結果として最終段階で日本人研究者が一致団結して申請できなかった点は、たいへん悔やまれる。

今回の千葉セクションの GSSP 認定にあたって、日本の地質学の研究レベルが国際的に認知されたと言える。何より地磁気逆転を世界に先駆けて提唱した松山基範の出身国であることもあり、この国に模式地を設定することは、当然の結果であったと思う。そもそも欧米の陸域は最終氷期に氷河に広く覆われ、それによって削りとられてしまったため、第四紀層の分布は限られているのである。第四紀層の研究に関して言えば、高度のテフクロロジーが確立されている日本側に有意性があることは明確であろう。前

期—中期更新世境界の GSSP と認められた養老川河岸の露頭には、後日、ここが模式地であることを示すゴールデン・スパイクが打ち込まれることになる。その露頭を観察し、さらに B-M 境界に関する研究を加速させるために、世界中の地質研究者が訪れることになる。今後、この分野の日本の研究が、世界をリードして行くことを、心から願う次第である。

この紹介文の末尾として、本書に関する寸評を書き添えておくことにしたい。本書に使用されている図面は全て解りやすく製図されており、写真も白黒ではあるが鮮明なものばかりである。また巻頭には2ページ分のカラーグラビアが、巻末には専門用語の索引が付記されており、読者の理解に役立つ配慮がなされている。これらからも菅沼さんたちの本研究に対する熱意や思いが存分に感じ取れる。しかしその一方で、本稿には一般人には理解不能な専門用語が多用され、その内容はやや難しめとも感じとられる。おそらく、学部生を対象とした電磁気学や古地磁気学の講義内容のレベルであろうか。このため、地球科学分野のプロ、中高の理科分野の先生方や理系の学部から修士の学生のみなさんが、じっくり時間をかけてお読みになるのに適していると私には見える。もちろん、菅沼さんたちにより画期的な研究成果の社会への発信という視点では、この新書の内容でも十分よいかとも思う。但しアウトリーチ側からの視点としては、近い将来、小中学生でも読めるような、もしくは小中学校の理科の教科書に掲載されるような、もう少しかみ砕いた内容の普及書が出されることも期待したい。

文 献

七山 太・中里裕臣・大井信三・中島 礼 (2016) 茂原地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)、産総研地質調査総合センター、101p.

(産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門 七山 太)

地質標本館企画展



化石の日
10月15日



40th
GEOLOGICAL
MUSEUM
地質標本館

海で暮らした? デスモスチルス

2020年

9月15日 火曜日 入場無料

~11月1日 日曜日

開催場所：地質標本館 1階ホール
開館時間：9時30分～16時30分
休館日：毎週月曜日（休日の場合は翌平日）、9月26日（臨時休館）
※ご見学には事前予約が必要です

謎の絶滅生物デスモスチルス。
海岸近くで暮らしていたとい
われていますが、最近の研究
では“海の中をスイスイ泳い
でいた”そうです。

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



GEOLOGICAL MUSEUM
地質標本館



〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1
TEL: 029-861-3750, 3754 <https://www.gsj.jp/Muse/>

地質標本館 特別展

深海の新しい

資源にせまる

—SIPプロジェクトによる革新的な地質調査—



日本に近い深海で、たくさんのレアアースを含む地層が発見されました。レアアースは、これからの産業を支えるとても貴重な資源です。その分布と状態を調べ、効率のよい回収技術を確認するため、国のプロジェクト・SIP「革新的深海資源調査技術」ではさまざまな技術開発を進めています。本特別展では主に地層の様子を調べるための地質学的なアプローチについてご紹介します。

開催場所：地質標本館 1階ホール
開館時間：9時30分～16時30分
休館日：毎週月曜日（休日の場合は翌平日）、
12月12日（臨時休館）

入場
無料

※ご見学には事前予約が必要です

協力：SIP 革新的深海資源調査技術
© SIP/JAMSTEC

2020年

10月6日 火

～12月27日 日

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
TEL : 029-861-3750, 3754 <https://www.gsj.jp/Muse/>

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 杉田創
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9巻 第8号
令和2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 : MIYACHI Yoshinori
Deputy Chief Editor : NAWA Kazunari
Editors : SUGITA Hajime
KODAMA Shinsuke
TAKEDA Mikio
OCHI Tadafumi
KOMATSUBARA Junko
FUSEJIMA Yuichiro
MORIJI Rie

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. 9 No. 8
August 15, 2020

Geological Survey of Japan, AIST

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



東京都八王子市に位置する高尾山（標高 599 m）は、世界有数の登山者数を誇るハイキングエリアである。元来この山は修験道の霊場であり、1000 年以上の歴史を持つ高尾山薬王院有喜寺の寺域となっている。高尾山の地質は四万十帯に属する上部白亜系小仏層群からなり、登山道脇やケーブルカーの眼下には、多数のタービダイト層の露頭を見ることができる。山頂にある大見晴台からは、鮮新世に本州に付加しその後の伊豆・小笠原弧の衝突によって隆起した丹沢山地を、さらには富士火山を、時空を越えて一望できる。

（写真・文：七山 太 産総研地質調査総合センター地質情報研究部門）

Tanzawa Mountains and Fuji Volcano seen from Mt. Takao as the holy mountain, western Tokyo, Japan. Photo and Caption by NANAYAMA Futoshi