

GSJ 地球をよく知り、地球と共生する

地質ニュース

2023

8

Vol.12 No.8



8月号

-
- 223 海底地形にゴジラの名前！？ —フィリピン海プレート上の巨大メガマリオンの掘削の実現に向けて前進—
道林克禎・小原泰彦・針金由美子・小野重明
-
- 226 付加体学事始め：黎明期における私的回想 第二部 付加体学の肉付け
小川勇二郎
-
- 237 第37回GSJシンポジウム 地圏資源環境研究部門研究成果報告会 地圏資源環境研究部門の最新研究～新たなチャレンジと展望～
地圏資源環境研究部門広報委員会
-
- 240 2022年度産総研一般公開「体感せよ！！研究の日常～リアルラボツアー～」での岩石保管庫説明を担当して
柳澤教雄・角井朝昭・中村由美・古澤みどり
-
-
- 246 新人紹介 湊 翔平・山岡 健・島田佑太郎・小村悠人
-
- 248 書籍紹介 「人類の起源
古代DNAが語るホモ・サピエンスの『大いなる旅』」

海底地形にゴジラの名前！？

—フィリピン海プレート上の巨大メガマリオンの掘削の実現に向けて前進—

道林 克禎¹⁾²⁾・小原 泰彦¹⁾²⁾³⁾・針金 由美子⁴⁾・小野 重明²⁾

※本稿は、2023年2月28日に行ったプレス発表 (https://www.aist.go.jp/aist_j/news/au20230228_2.html) を転載したものです。

ポイント

- ・フィリピン海プレート上の海底地形である巨大メガマリオンにゴジラの名前が付けられた
- ・ゴジラメガマリオンは、海底拡大時に形成された地球上最大の深海底のドーム状地形
- ・国際深海科学掘削計画 (IODP) でゴジラメガマリオンの掘削提案が科学評価委員会を通過し、掘削の実現に向けて一歩前進した

概要

国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科の道林克禎教授、小原泰彦客員教授らの研究グループは、国立研究開発法人産業技術総合研究所・国立研究開発法人海洋研究開発機構などと共同で、東京から約2,000 km南のフィリピン海プレート上の深海底にある、地球上最大のメガマリオンであるゴジラメガマリオン(海上保安庁、2022, 2023)の掘削提案書を国際深海科学掘削計画 (IODP) に提案していましたが (Ohara *et al.*, 2020), 今般, IODP の科学評価委員会において同提案書の学術的価値が高く評価され、掘削船運用委員会に提出されることになりました。これにより将来的なゴジラメガマリオンの科学掘削の実現に向けて一歩前進しました。

ゴジラメガマリオンの掘削計画では、バックボーン海膨と北テール海膨において、掘削によるはんれい岩やかんらん岩などの深成岩の回収を目的とし、フィリピン海プレートの形成過程への理解が進むことが期待されます。

開発の社会的背景

メガマリオンとは、海底拡大に伴う大規模な正断層に

よって、海底面にマントル物質などが露出したドーム状の地形の高まりで、その表面に畝状の構造を持つことが特徴です。ゴジラメガマリオン地形区は、東京から約2,000 km南のフィリピン海プレート上にあり、2001年、日本政府による大陸棚画定調査の際、沖ノ島島南東方で発見されました。その大きさは、東京都の面積の約3倍、他のメガマリオンの約10倍もあり、現在見つかったメガマリオンの中では地球上最大のもです。そのため、その巨大さから、東宝の映画の怪獣「ゴジラ」の名が引用され、命名されました。

ゴジラメガマリオンは、この地形区内の特徴的な海底地形を対象に、同地形区をゴジラの身体に見立て、腕(アーム)、脚(レグ)、尾(テール)等、ゴジラの身体の部位の名称が付与されています。これらの名称は、世界の海底地形名を標準化するための海底地形名小委員会においてゴジラメガマリオン地形区として承認されました。

ゴジラメガマリオン地形区は、海洋科学において非常に重要な研究対象です。道林克禎教授と小原泰彦客員教授は、これまでに産業技術総合研究所や海洋研究開発機構をはじめとした国内外の研究機関と共同研究を進めており、フィリピン海プレートの組成・構造に関する重要な研究成果を得てきました。それらの成果をふまえて、2018年にゴジラメガマリオンを掘削する科学提案書を国際深海科学掘削計画に提出し、科学評価委員会による審査が継続してまいりました。今般、2023年1月に開催された科学評価委員会において本提案の学術的価値が認められ、高い評価で受理されて掘削船運用委員会へ提出されることになりました。ゴジラメガマリオンの掘削提案では、バックボーン海膨(図のGM-02A)において720 mまで、北テール海膨(図のGM-05A)において250 mまで掘削して、フィリピン海プレートの深部物質の回収を目指しています。これによりフィリピン海プレートの形成過程の理解が進むことが期待されます。

1) 国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科 〒464-8601 名古屋市千種区不老町

2) 国立研究開発法人海洋研究開発機構 海域地震火山部門 〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

3) 海上保安庁海洋情報部 〒100-8932 東京都千代田区霞が関3丁目1番1号 中央合同庁舎4号館

4) 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：メガマリオン、ドーム状地形、ゴジラメガマリオン、背弧海盆、フィリピン海プレート、大陸棚画定調査、海底地形名称委員会、掘削計画提案、J-DESC、IODP

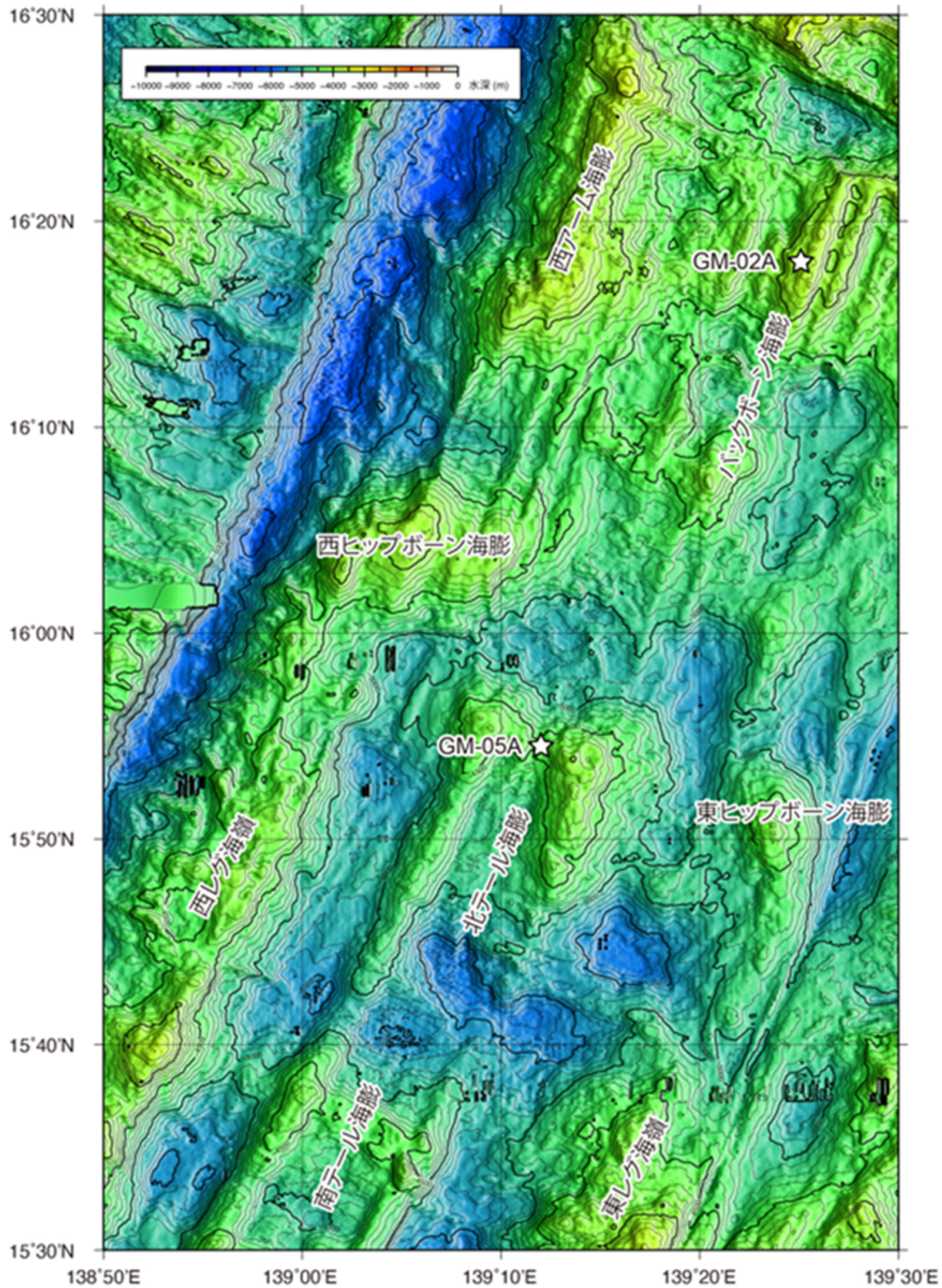
用語説明

◆国際深海科学掘削計画 (IODP : International Ocean Discovery Program)

平成 25 年 (2013 年) 10 月から開始された多国間科学研究共同プログラム。日本 (地球深部探査船「ちきゅう」), 米国 (ジョイデス・レゾリューション号), ヨーロッパ (特定任務掘削船) がそれぞれ提供する掘削船を用いて深海底を

掘削することにより, 地球環境変動, 地球内部構造, 地殻内生命圏等の解明を目的とした研究を推進している。国内の窓口として, 大学と国立研究機関が中心となって設立された日本地球掘削科学コンソーシアム (J-DESC) が, 地球掘削科学の推進や各組織・研究者の連携強化を目的として活動している。

◆科学評価委員会 (Science Evaluation Panel)



第 1 図 ゴジラメガムリオン地形区掘削候補地点

国際深海科学掘削計画の下に設置された、科学掘削の提案書の学術的価値を評価するための委員会。ここで受理された提案書は、上位委員会である掘削船運用委員会へ提出され、実行可能な掘削提案が選抜され、運航計画に組み込まれる仕組みとなっている。

◆海膨

周囲の海底から緩やかにかつ全体としてなだらかに隆起している幅広い高まり。地形の規模や成因に関係なく形態で名付けられる。

◆海底地形名小委員会

国際水路機関とユネスコ政府間海洋学委員会によって共同で設置された、世界の海底地形名を標準化するための学術的な委員会。世界の海洋底に分布するメガムリオンの中で、その名称が本委員会からの承認を受けて国際的に登録されたのは、このゴジラメガムリオン地形区が初めて（海上保安庁、2022、2023）。

謝辞：本研究は、日本学術振興会、産業技術総合研究所、海洋研究開発機構、東京大学大気海洋研究所の支援のもと、名古屋大学の主導により行われたものです。

文 献

海上保安庁（2022）日本提案の海底地形名が国際会議で承認。 <https://www.kaiho.mlit.go.jp/info/kouhou/r4/k220106/k220106.pdf>（閲覧日：2023年6月2日）。

海上保安庁（2023）海底にゴジラ再び！？日本提案の海底地形名が国際会議で承認。 https://www.kaiho.mlit.go.jp/info/kouhou/r4/k230214_1/k230214_1.pdf（閲覧日：2023年6月2日）。

Ohara, Y., Michibayashi K., Dick, H. J. B., Snow, J. E., Harigane, Y., Sanfilippo, A., Ono, S., Okino, K., Akizawa, N., Basch, V., Fujii, M., Ishizuka, O., Loocke, M. P., Morishita, T., Morono, Y., Nelson, W., Sato, H., Tani, K. and Yamashita, H. (2020) IODP Proposal 941-Full2: The nature of the back-arc basin lower crust and upper mantle at the Godzilla Megamullion. International Ocean Discovery Program. <https://www.iodp.org/docs/proposals/725-941-full2-ohara-cover/file>（閲覧日：2023年6月2日）（Web公開されているのは2020年時点の提案書の表紙のみ）。

MICHIBAYASHI Katsuyoshi, OHARA Yasuhiko, HARIGANE Yumiko and ONO Shigeaki (2023) 'Godzilla' on seafloor!?-Progress toward the realization of drilling a giant megamullion on the Philippine Sea Plate-.

（受付：2023年5月16日）

付加体学事始め：黎明期における私的回想

第二部 付加体学の肉付け

小川 勇二郎¹⁾

1. 九州大学層序学講座での新しいテクトニクス

1978年秋、九州大学(以下、九大)に赴任してみると、そこでは新しい地質学の風が吹いていた。付加体学の創始者の一人である勘米良亀齢教授のもと、それまでの私が知っていたのとは異なる層序学・堆積学や構造地質学が行われていた。堆積岩の産状を露頭でつぶさに観察し、生層序学、特に微化石による地層の対比、堆積学、特に堆積相解析、堆積プロセスと堆積環境を考察し、構造地質学、特に変形のジオメトリーと変形相などのデータをすべて記載し総合的に議論するという、いわば総合的産状地質学であった。学生たちはタービダイトやメランジュ、オリストストロームなどの用語を日常的に使っていた。さらに微化石のうち1970年代までに日本ではルーティン化されていたコノドント化石のチャートや頁岩からの産出に基づく西日本での地史の再編の議論が進んでいた。いくつかの大学では放散虫化石の単体を固結した岩石から取り出し、ある場合にはプレパラートに埋め込むか走査顕微鏡で写真撮影し同定し、年代を決め生層序的な対比を試みることが始められていた。従来はチャートがあると角岩あるいは珪岩とされ古生層に対比されていたが、微化石を抽出してみると大半は中生代の三畳紀ないしジュラ紀であることが分かってきた。そのため放散虫を用いた生層序学、地層の年代対比は全国的なブームとなった。それまでもチャートで薄片を用いた顕微鏡観察でも、関東山地の三波川ないし御荷鉾地域のチャートがジュラ系ではないか、それらと秩父帯の地層が、ほぼ水平のナップ構造を取っているのではないかと、などと東京教育大学の藤本治義教授によって議論されていた(今井, 2005)。その考えが正しかったかのように、秩父古生層と呼ばれたものはジュラ紀までを含むものであると変わったのである。その後大部分はジュラ紀の付加体であり、それを覆ってペルム紀の付加体がナップ構造で載っているとされた(松岡ほか, 1998)。こうして微化石の単体抽出による組織的な生層序学的な研究が一斉に始まったことにより、研究手法は完全に一変した。これはその後

「放散虫革命」と言われ、日本のお家芸と考えられていることは周知の通りである(佐藤, 1989; 松岡, 2000)。

1980年ころからも、九大の層序学講座では老若男女ほとんどの人が微化石層序学に取り組むようになった。ある学生はなんと露頭の前でルーペで年代までわかるとの神通力も備えていた。こうしてコーヒーレントの地層(整然相)や礫岩の礫からはもとより、複雑な産状を呈する岩体(混在相、カオティックな岩体、いわゆるメランジュ; つまり雑然とした混在岩または混雑岩(中国での使用法)と呼ばれる岩体)では、ブロックとマトリックスとの両方から同じ年代の放散虫が検出されることもあり、また異なる年代のこともあり、さらに同一の層序がスラストスタックによって何度も繰り返すことも各地から知られるようになり(Matsuda and Isozaki, 1991; Kimura, K. and Hori, 1992)、ある場合には、外側へ向かって若い層序が規則的に配列することもわかってきて(Nishi, H., 1988; Nishi, T., 1994)、それらの発達史的解釈が焦点ともなった。九大ではそうした放散虫チャートは大陸から離れた海洋プレート上のいわゆる遠洋性堆積物であろう、との予想を立てていた。そうではなく大陸縁や陸棚でもチャートは堆積する、と考える研究者も多かった。しかし、チャートは大規模な玄武岩の上に載っている場合も多く、その上位へ珪質頁岩、砂質タービダイトへと続くシークエンスを示すこともあり、産状や意義が興味の焦点となった。今ではそれらは海洋プレート層序(Ocean plate stratigraphy; OPS)と位置付けられているが(Matsuda and Isozaki, 1991; 脇田, 2000; Wakita, 2014)、当時は、チャートと砂岩が互層するように見えることの方が重要視されていた。

私は大学院生が見つけた三畳紀のコノドントを含むチャートの地層の周辺に、砂岩が複雑に入り込んでいる露頭について、砂とチャートの互層ではなく、一部ジュラ紀におよぶチャートの上に珪質頁岩が載り、さらにその上に砂岩が重なった地層が、後の変形で逆断層で積み重なったり、砂が液状化して岩脈ないしシルでチャート層に注入したものであると解釈した(Ogawa et al., 1983)。また四国

1) 筑波大学名誉教授 〒300-2358 茨城県つくばみらい市陽光台

キーワード：九州大学, 新しい研究方法, 最初の付加体シンポジウム, trenchers, 海外での研究, 海溝タービダイト, 海陸の同時研究, サザンアプランス付加体, 玄武岩のテクトニックセッティング

秩父帯の北帯にジュラ紀の地層が分布することを示した。類似のことは関東山地の秩父帯(広義)にも見られると予想した。後日、砂岩が遠洋性堆積物や玄武岩などの海洋性の岩石と見かけ上互層したり注入状に交わったり、混在化している場合の大半は、サザンアプランズでも、フランシスカンの一部でも、逆断層で接するか、堆積性のいわゆるオリストストロームと考えられるほかに、砂の液状化あるいはカタラスティックな変形(破碎変形)をして流動化あるいは液状化して砂岩の粒子が構造的に注入したものでだろうと議論した(Ogawa and Nishi, T., 1996; Ogawa, Mori, R. *et al.*, 2015; Ogawa, 2019)。

もう一つ重要なことは、九大では大学院生の宮田雄一郎氏と辻 隆司氏を中心として実験的な堆積学や流動化の室内実験が行われていたことであり、彼らは日南層群などでよく観察されるタービダイトの種々の堆積構造や堆積直後の二次的な構造の再現を目指して、自作の装置で日夜取り組んでいた。その成果の一部が世界初の dish structure の流動化による再現実験であった(辻・宮田, 1987)。これは日本語で書かれた論文ではあったが、この分野の第一人者のイギリスのレディング大学の John Allen 教授の目に止まり、大いに評価された。こうして私は大学院時代から温めていた堆積物や岩石の野外で見られる変形様式と変形特性の地質学的な解明には、野外観察と室内実験の両面から検討し、そのプロセス、メカニズム、テクトニックな意義を総合的に議論する必要があるとの重要性を痛感した。

2. Trenchers の登場

1979年に地質学雑誌に、ロンドンで1980年7月に付加体シンポジウムありとの案内が出た。これはオックスフォード大学の院生の新鋭 Jeremy Leggett 氏からの提案であった。これは、彼が静岡大学新妻信明博士も乗船研究者として参加したメキシコ沖中米海溝での DSDP-IPOD Leg 66 船上で研究者たちと語り合い、帰国途上コーネル大学の Dan Karig 教授を訪ねて発想した、世界初の付加体シンポジウムであった。私は数名の若手を誘って参加することにした。日本からは東大(東京大学)地震研究所の上田誠也教授と中村一明助教授、同海洋研究所の藤岡換太郎氏ら計9名が参加した。このレゲットシンポジウムには、ヨーロッパ以外からもアメリカ、オーストラリアなどの著名な地質・地球物理の研究者が集まった。特にカリフォルニアを拠点として活躍し始めたアメリカの若手(多くは私と同年配かより若い)研究者が活躍した。Dan Karig, James Casey Moore, Greg Moore, Tom Shipley,

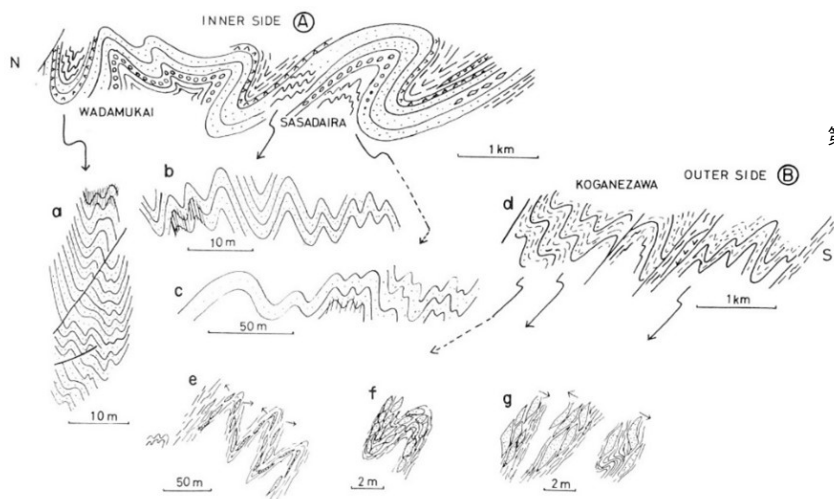
Neil Lundberg, Darrel Cowan, Ken Aalto, Ralf Moberly, Roland von Huene, Don Seely, Keith Crook, Juan Zuffa, Lavern Kulm, Allan Smith, Harold Reading, Xavier Le Pichon らの「そうそうたる」人々だった。

シンポジウムでは、当時パリ大学の Le Pichon 教授のエーゲ海南方での蒸発岩のクレタ島への沈み込みが正断層のプレート境界をつくるという驚くべき地質の紹介もあった。それは潜水船による観察によって、岩塩ドームの上昇の重力テクトニクスが勝つ沈み込み帯の発見であった。過去の付加体については、コンビナーのロンドン大学インペリアルコレッジの講師に就任したばかりの Leggett 博士のサザンアプランズ付加体(オルドビス・シルル紀)の筆石(graptolite)の生層序学に基づいて外側へ若くなるスラストシートの配列が認定され、そのスタックによる付加体形成の基本モデルの紹介があった。現在の付加体では James Casey Moore や Tom Shipley, Mike Underwood, Neil Lundberg らのメキシコ沖中米海溝の海溝堆積体(主として海溝タービダイト)のオフスクレイピング(かきあげ)、アンダープレイティング(底付け)、サブダクション(沈み込み)の三分割による再配列の Leg 66 の成果がハイライトとなった(Moore, J. C., Watkins *et al.*, 1982b; Underwood and Bachman, 1982)。日本からも3つの話題が提供され、特に高知大学に赴任したばかりの平 朝彦博士らの四国と紀伊半島の四万十層群での新しい調査を中心とした海溝付加体のモデル(Taira *et al.*, 1982)が注目を集めた(講演はレスター大学の Md. Whitaker 博士)。このシンポジウム特集号はロンドン地質学会特別号 10 号(Leggett, 1982)として発刊された。

シンポジウム参加者の多くが、直後のスコットランドのサザンアプランズへのポスト集会巡検(1週間)に参加した(第1図)。このサザンアプランズへの巡検では、玄武岩・チャートを含むメランジュ相の上位の厚い粗粒タービダイトが随所に発達し、10枚ものスラストシートの大半を占めるのを一堂確かめた。その概略やその後の集大成の研究は先の小川・久田の「付加体地質学」やロンドン地質学会特別号 10 号、それにエディンバラロイヤルソサイエティ彙報 2000 年号(Clarkson *et al.*, 2001)などに紹介されている。最大の議論となったのは、スラスト帯を構成する厚いタービダイトがどこでたまったのか、それを示す積極的な証拠はあるのか、それがどのようにして付加体へ持ち込まれたのか、であった。そのころには堆積相から堆積環境や堆積条件を推測することは付加体以外の堆積盆地でも普通に議論されるようになっていた。また海底扇状地やチャネル(流路)での堆積作用の議論も行われていた。このシ



第1図 サザンアンプラズでの巡検の参加者。Dan Karig (中列左から2人目), James Casey Moore (その右の横向き), Jeremy K. Leggett (前列右から3人目)。そのほか今でも活躍する人々の若き姿(最前列, Greg Moore; 後列, Tim Byrne, 藤岡換太郎, Roland von Huene, Darrel Cowan, Mark Brandon など; 敬称略)を見ることができる。背後の露頭はシルル紀のスレート (Karig 夫人撮影)。Karig 氏の右後ろが筆者。



第2図 関東山地の小仏層群(白亜紀の四万十層群に対比)の褶曲構造断面 (Ogawa, 1982a)。変形シリーズから見ると、陸側(図の左の島弧側)で剪断褶曲(スレート劈開), 海溝側(図の右側)でレンズ褶曲が卓越する。赤石山地でも同様である (Ogawa and Horiuchi, 1978)。小仏層群の大小の褶曲構造はいくつかのスラストシートを構成しているのかもしれない。この部分には海洋性岩石は含まれないので、デコルマンゾーンの上位を見ていると思われる。この変形シリーズや変形様式の並びは、第1部の第3図の木村(1971)や、Uemura(1981)、植村(2000)と類似している。

シンポジウムと巡検での議論はその最後のホテルのバブでの一大討論会で最高潮に達した。Leggett 博士は、オックスフォード大学の Stuart McKerrow 博士から学位をもらったばかり、ロンドン大学インペリアルコレッジの講師に就任したばかりの弱冠25歳の新進気鋭であったが、その延々と続く最後の討論会を乗り切った。多くの人々が賛同し納得したのは、この付加体は海溝タービダイトを主とするもので、筆石頁岩の層準でかきあげられて、次々と付加されていくということだった。彼はそのシンポジウム特集号のタイトルを、“Trench fore-arc geology”とし、参加者の総称をなんと“trenchers”と呼んだのだ。こうした議論はシンポジウムと巡検を通して止揚され、一同の共通理解となった。

ロンドンの地質学会講堂での私の講演の内容は、日本大学在職時から始めていた関東山地の小仏層群(四万十層群相当層)と三浦・房総半島の新第三系の大小構造の成果に基づいて、ともにある種の付加体やその上の前弧盆地堆積物であり、かつシステムティックな褶曲とスラストで特徴づけ

られるとしたものだった (Ogawa, 1982a)。その前に赤石山地の四万十層群相当層の大小構造も記載・議論していた (Ogawa and Horiuchi, 1978)。それらは、大学院時代までの考えと、九大の勘米良研究室の双方の考えを取り入れたものだった。四万十層群のうち、いわゆるメランジュを主とする部分は付加体と考えたが、その上のタービダイトは前弧盆地堆積物と当時は考えていた。実際は、そのようなものもあるが、多くのタービダイトは、前弧盆地をバイパスし、海溝堆積物であると認められるようになった (Moore, J. C., Watkins, *et al.*, 1982b; Underwood and Bachman, 1982)。砂泥互層は中深度(数 km 程度の深度)からシストへの変形様式が、深さとともに変化する二つのシリーズを持つものであるとするものであった(第2図)。さらに、三浦・房総半島の新第三系の褶曲・スラスト帯は斜め沈み込みプレート境界での浅い変形であるが、どちらもある種の付加体で、四万十層群は深く、三浦・房総のものは浅いとの議論であった (Ogawa, 1982b)。四万十層群の変形シリー

ズの地域的な分布は、第一部(小川, 2023)に述べたように木村敏雄教授の提唱にもあったが、私はこれが対変成帯の分布の仕方に似ていると気が付いた。独自にほとんど同じことを考えていたことになる。

私は、付加体と言えども海溝域から島弧の温度構造や歪様式に関係しているということ、すなわち側方からの均一歪が勝つとスレート劈開で特徴づけられる剪断褶曲のシリーズができ、深部では千枚岩からシストに至る。一方不均一なシア(剪断)歪が勝つとレンズ褶曲のシリーズができ、深部は同じようにシストに至ると考えた。しかも、それにはもしかしたら温度勾配も影響するかもしれない、と考えた(後述)。徳山 明博士はレンズ褶曲のシリーズは環太平洋地域での特徴的な構造であると、すでにシドニーの1976年のIGC(International Geological Congress, 万国地質学会議)での発表で看破していた。後日このレンズ褶曲は一種のトランスポーズド構造(転位構造)であることが分かった。このような変形特性の露頭での識別を変形様式の変化あるいは変形相としてとらえる研究は、東大の木村敏雄教授と徳山 明博士のほか、新潟大学の植村 武教授によっても唱えられており、一般には、深さに対応する封圧と coaxial か non-coaxial かの歪の様式と歪量によって異なると考えられていた。それらは、破断をせずに変形する歪の限界としての延性度(ductility)が重要な要素であると知られていた(Donath and Parker, 1964)。Uemura(1981)、植村(2000)は、もう一つの指標として岩相の違いを ductility contrast(延性較差)ととらえて、この二つ(つまり延性度と延性較差)を両軸にとったダイアグラムを提唱した。この考え方は主として三軸変形破壊実験による実験岩石力学を露頭での特に砂泥互層を主とする地層の変形に応用し、それによりテクトニクス上の意義付けを行ったということで大いに意義がある。付加体は海溝タービダイトを主としたそれは大半が砂泥互層であることから、この植村ダイアグラムは付加体研究にとっても画期的であった。また木村教授の二つのシリーズの違いは歪の様式によっている、しかもそれは歪の様式や均一性、さらに温度勾配にも関連しているかもしれないと考えられるので、露頭での変形様式と変形相シリーズの考え方は新たなテーマとして登場した。なお、後日、私はこの砂泥互層の延性較差は、歪の周期によって逆転することがある、つまり地震動などの短い周期の歪が加わると、むしろ砂のほうが泥よりも延性が高くなる(流動しやすい)ことを、堆積直後の砂泥互層の変形様式の特徴として説明した(Ogawa, 2019)。

なお1980年代になってJames Casey Moore教授らのグループのアラスカコディアク島での研究が知られるように

なった。彼らのごく初期のうちから、付加体は大規模な脱水システムであると見抜いていた(Moore, J. C. and Byrne, 1987; Moore, J. C., Taira and Moore, G., 1991; Tarney *et al.* eds., 1991)。私は上に述べたように、1982年のロンドン地質学会の付加体特集号論文で、変形シリーズのテクトニクス上の意義は対変成帯の概念に類似の温度勾配の高低と歪の均一性か否かにあるように議論した。つまり付加体でも島弧火山に近い部分には前者が、海溝に近い部分には後者が発達しやすいということに関東山地でも赤石山地でも見つけていた。世界の褶曲スラスト帯では環太平洋地域ではスレート劈開はまれであるが、それ以外の地域ではスレートベルトと言われるように普通にかつ広域に発達している。また大構造としては小仏層群は陸側で陸方フェルゲンツ、海側で海方フェルゲンツの相反褶曲スラスト構造を示すことを地層の上下判定の結果から議論した(第2図)。そこで、会議やシンポジウムでしばしば会う Moore 教授に上に述べたようなスレート劈開の発達する地域的な傾向を聞いてみたところ、確かにコディアクでは海溝側ではなく島弧側に多いと答えていた。

今でこそ思うと、小仏層群は主として海溝タービダイトからなり、それらは大きなデコルマンゾーンより上位の浅い部分の構造を見ており、また赤石山地では海洋の岩石を含む白根層群とタービダイトからなる赤石層群とが、デコルマンゾーンを含んでほぼ水平なナップ構造をとっているのだということである。これらの全体像は、四万十帯(広義)の全域を通じて、ほぼ当てはまるのが今では知られていて、その一部は、三波川結晶片岩類となって上昇していることも明らかにされている。ただ、全体の年代論などについては、秩父帯との関係で、依然として課題がある(加藤ほか編, 2022)。また過去の地層の堆積域や集積域が海溝かどうかを直接的に決める方法はあまりない。もし、海洋性の岩石(中央海嶺玄武岩や層状チャートなど)が取り込まれていればそうと確かめられるかもしれない(Darrel Cowan氏との1980年代でのディスカッションによる)。テクトニクスの全体像を知るには、付加体に取り込まれている玄武岩のテクトニックセッティングの認定が最重要であることが分かった。これらの複数の課題は、その後私のスコットランドサザンアプランスでの研究で明らかにされることになった(後述)。

以上述べたように、この1980年7月のレゲットシンポジウムとサザンアプランス付加体巡検およびそれらを集めたロンドン地質学会特集号のLeggett(1982)は、まさに付加体地質学の幕開けにふさわしいものとなった。陸上は過去の地質を現し、海洋は現在を現す、と私も感慨深いも

のがあった。私は地球史を研究するには陸上だけではなく海底も同時に研究すべきだと強く思った。すなわちプレートテクトニクスのセッティングの中のどこでそのような作用が行われたのかを知るには、露頭での観察や多くの研究手法を用いて、「現在は過去の鍵である」との地質学の基本原理と関連する実験結果などを総動員して、できるだけ露頭の前で、帰納的、総合的に議論する必要があるということである。さらに、第三部で述べるように、潜水船からの目視観察や測定は、まさに陸上地質と同じことを、海底でもできることを示すことになるということである。

3. 海洋地質学への招待（淡青丸とグローマー・チャレンジャー号航海）

これらの九大での研究活動と前後して、1981年、東大海洋研究所の藤岡換太郎氏から初代淡青丸での鹿児島湾航海への誘いがあった。これは私にとって最初の研究航海であった。油津漁港への嵐の中での帰還にも懲りずに次のチャンスを待っていたところ、望外にも同研究所の奈須紀幸教授から、DSDP-IPODのLeg 84、グアテマラ沖の中米海溝での掘削航海への招待をいただいた。渡りに船とばかりにロスアンゼルス経由でパナマからグローマー・チャレンジャー号に乗り込んだ。1982年正月であった。グローマーの航海はLeg 96までであったから、全体から見ると後期の方の航海であったが、初めてのアメリカ西海岸訪問も付録としてあり、私としてはまさにおまけつきの籤に当たったようなものだった。航海そのものはグアテマラ沖の中米海溝の陸側斜面(Dickinson教授とSeely博士らは付加体と考えていた)は付加体ではなく、そこには大量の蛇紋岩と玄武岩などがつまっていることが判明した(小川, 1982b)。さらに丁度研究していた脈状構造(vein structure)の良質なサンプルも中新世の斜面堆積物から採れた。コーチフ(共同主任研究者)の一人の米国地質調査所のRoland von Huene博士は、私に両方の岩石試料の優先的なサンプリングを認めてくれ、まさにgenerousなコーチフとしての度量を示してくれた。偶然にもそのころ私は房総半島の嶺岡帯で蛇紋岩と玄武岩からなる類似のオフィオリティックな岩石(海洋底の苦鉄質岩, 超苦鉄質岩に類似する岩石)の調査を始めていた。これら二つの研究成果は、DSDPのイニシャルレポートの84巻に収められることになった(Ogawa and Miyata, 1985; Ogawa *et al.*, 1985)。後日2012年にvon Huene博士がEGU(European Geosciences Union)からアーサー・ホームズメダルを授与された時の記念講演にも参加でき、しかも質問もさせてい



第3図 Roland von Huene 博士(左)と, David Scholl 博士. von Huene 博士がアーサー・ホームズメダルを受けた2012年 EGU (ウィーン)にて。

ただいた。恩師の一人でもある(第3図)。

1982年のグローマーの航海後の付録は日本地質学会からの補助もあり盛沢山だった。まずスタンフォード大学に当時富山大学の丸山茂徳博士を訪ねた。また同時に近隣のメンロパークの米国地質調査所にカリフォルニアの地質研究者、テレインアナリシス(付加した外来の地質体の意義を議論する研究手法)提唱者の一人の、のちにカリフォルニア大学バークリー校の教授となるDavid Jones博士を訪ねた。Jones博士は丸山博士と私をDiablo RangeのフランスカンメランジュとGreat Valley方面への巡検に誘ってくれた。前者ではブルーシストが頁岩のマトリックスにブロックとして含まれる露頭、また後者では前弧盆と考えられている白亜紀層の基底のあたかも整合的に接するCoast Range Ophioliteの超苦鉄質岩を紹介してくれた。後日Jones博士が勘米良亀齡教授の招きで九大を訪問し講座を挙げての球磨川沿いの巡検をした時には、博士は広がって分布する蛇紋岩体を堆積的な広がりを示すももとの層序単位ではないかと解釈したのには一堂驚愕した。丸山博士は日夜高圧実験装置をスタンフォード大学のJ. G. Liou教授の下で動かしていて忙しそうであったが、同時に同大学には当時国立建築研究所の瀬野徹三博士と東京大学院生の川勝均氏が留学しており、大学院生であり後にペリంగాムのワシントン州立大学教授になるDavid Engebretson氏のプレート絶対運動からプレート同士の相対運動を理論的に求める研究のセミナーに出たり、丁度来訪した東大地震研究所の中村一明教授とともにサンアンドレアス断層の巡検をしたりした。さらにスタンフォード大学のJim Ingle教授とともにカリフォルニア大学サンタクルズ校の

Bob Garrison 教授と James Casey Moore 教授を訪問した。Moore 教授はグアテマラ沖のすぐ北のメキシコ沖中米海溝での掘削で典型的な付加体の形成プロセスとメカニズムを明らかにしたばかりであったが(前述)、それとは全く別のタイプの海溝陸側斜面の蛇紋岩を主とするグアテマラ沖での成果を聞いて大いに興味を持ってくれた。同一の沈み込みでも、途中にリッジが突入して海溝タービダイトがせき止められると、それが堆積しないグアテマラ沖では、海溝に沈み込む正断層地形の奥部に、陸側斜面から堆積物が崩壊してそのまま沈み込み、それゆえ海溝は陸側に後退するという沈み込み侵食が典型的に発達することが、グアテマラ沖中米海溝で示されたのであった(Aubouin *et al.*, 1982; 小川, 1982b)。それは日本海溝で Hilde (1983) や Ogawa (2011) で示されたものと同じ、沈み込み侵食型の海溝陸側斜面の典型例であった。

続いてシアトルのワシントン大学に Darrel Cowan 教授を訪ねた。Moore 氏、Cowan 氏と私の3人はともに、全くの同年生まれであり、その前のサザンアプランス巡検で親しくなっていたので、これも望外のことであったが大いに交流を深めることができた。Cowan 教授は調査が佳境に入っていたベリンガム沖合のサンホアンアイランズの巡検を企画してくれた(Brandon *et al.*, 1988)。ワシントン大学の研究施設に宿泊しボートで移動しながら海岸沿いを見学した。岩体の多くが私が大学院時代に調べていた四国秩父帯の中の黒瀬川構造帯の岩石や地層と驚くべき一致を示していた。種類も年代も、さらに1976年にシドニーのIGCの会議中のキャンベラ近郊への巡検に参加した際に、同行した浜田隆士教授から聞いていたシルル・デヴォン紀のサンゴ化石とも種類が一致していた。それらは後日テイリアナリシスの研究者たちがテキサス—パンサラッサ海の Wrangellia terrane のものであると議論することになった上に(Cowan *et al.*, 1997), Nur and Ben-Abraham (1977) のパシフィカ大陸の再配分説にも関連するかもしれないことであった。驚くべきことが Leg 84 と続く計約3か月の間に私の周辺で起きていた。こうして1982年の初頭は中米と北米の西海岸の沖合と合衆国本土で過ぎていった。これらは単に楽しく思い出される以上に、私の研究人生にとって決定的なことでもあった。

4. イギリス留学：サザンアプランス付加体の野外調査

その1982年春、私は British Council のスカラーの奨学金試験を受けた。試験は過酷で困難なものだったが、運よく合格し、1982年10月から1983年9月までロンドン

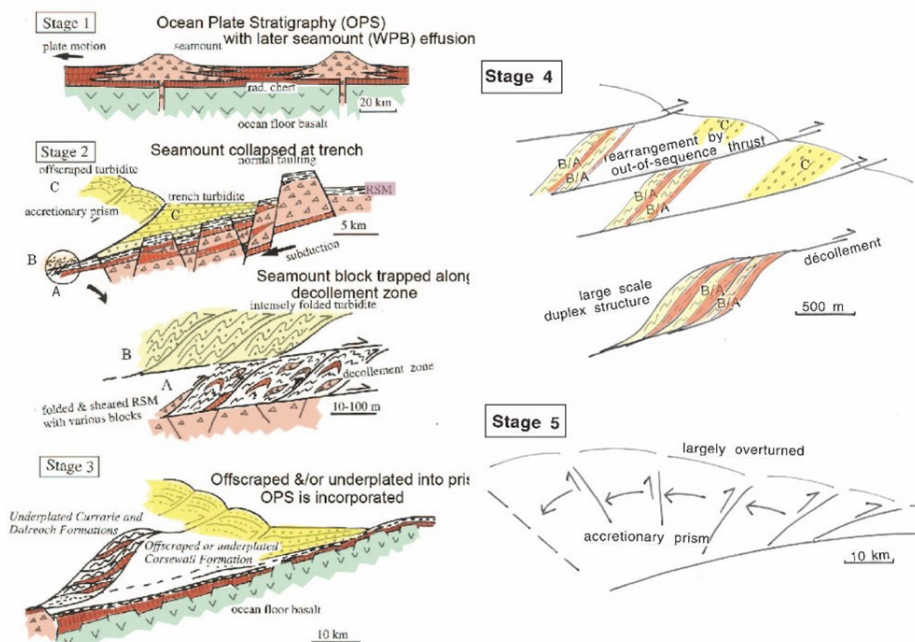
大学インペリアルコレッジの Leggett 博士のもとに留学した。もはや学生気分でもなかったが、Leg 84 のグアテマラ沖からの試料をなんとか研究レベルまで上げないといけない。出発までに協力者とともにおおよそのデータをそろえておいたのだが、それを満足のいく形にしなければならない。Leggett 博士は、サザンアプランスと南海付加体との比較研究のために訪日が決まっていたので彼が不在の時は一人で、また時として Andy Thickpenney 氏(サブロペルの研究)、Ernie Rutter 博士(岩石の変形挙動の研究)、および当時ロンドン地質学会会長の Janet Watson 教授などと議論するなどして、インペリアルコレッジでの研究を続けた。ここは大英帝国の威光を色濃く残す都市型のキャンパスであった。ロンドン地質学会のあるピカディリーサーカスも近く、近隣にはアルバートホールなどの文化施設だけでなくダーウィンの博物館として知られる自然史博物館や地質博物館などもあり、また、ヒースロー空港を利用する多くの外国の研究者が来訪する便利な大学であった。近隣の地質古生物学者は100名近くに達し、彼らでケンジントン・ジオロジカル・ソサイエティーを作っているとのことだった。この間さまざまな地方へ出かけた。ある場合は小規模な研究集会、ある場合は家族との旅行であったが、最も重要なものは1983年4月下旬から7月まで、スコットランドのグラスゴウ南方のバラントレ村にシャーレ(山小屋風の簡単な宿泊施設)を借りてのサザンアプランス付加体最北西部のオルドヴィス紀部分の詳細なマッピングプロジェクトであった。

1983年春から、私は Leggett 博士やエディンバラ大学の Alastair Robertson 教授とは1週間ほど一緒に調査をしたが、その後約2か月半の間、私は一人で海岸沿いの全面露頭の急崖を上り降りして、バラントレ以南 Glen App と呼ばれる溪谷までをくまなく歩いた。その間人には全く会わなかった。特に詳細に観察したのは、玄武岩やチャートから珪質頁岩を経てタービダイトに覆われる後に海洋プレート層序(OPS)と呼ばれるようになる岩体を含むメランジュ的な部分とその周辺であった。このオルドヴィス紀の付加体の地層や岩石は私が九大に赴任して以降、九大の方々の案内で歩いた宮崎県の四万十北帯の一部と驚くほど類似した堆積相、構造相を呈していた。放散虫やコノドントもわずかに産出したが、放散虫の代わりに筆石(graptolite)を用いた黒色頁岩の年代からスラストシートがシルル紀部分を含めて10枚ほど、次第に南方へ若くなるように配置していた。とくに最北西部には、海洋性プレート層序のブロックやスラブが、泥質のマトリックスに含まれるいわゆるメランジュ岩体が規則的にデュプレックス構造をとっ

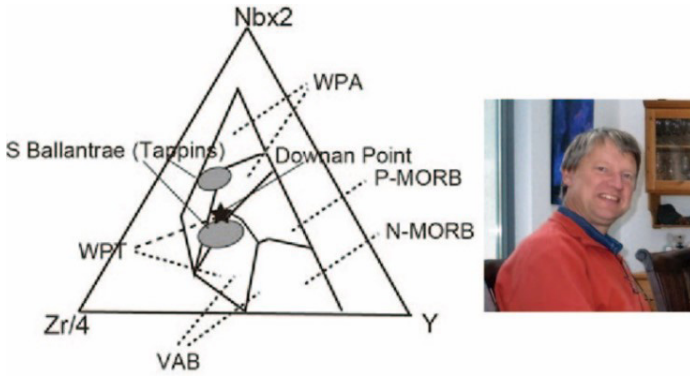
て分布していた。

サザンアプランズ付加体は第一部で述べたように、McKerrow 博士や Leggett 博士らによって、おおよその大構造と付加体形成モデルは提出されていたが、決定的な大小構造の解明や詳細な構造解析までには至っていなかった。また厚い砂岩も発達しておりそれがどのような堆積盆のものかについてもさまざまな議論があり、縁海説から海溝説まで議論百出であった。それらの議論は後に McKerrow 博士による特集がロンドン地質学会誌 (McKerrow, 1987) に組まれている。1980 年のレゲットシンポジウムと巡検に参加した“trenchers”たちはほとんどの砂泥互層は海溝タービダイトであり、それがメランジュ岩体とともにスラストスタックを構成している、と確信していたのだが、その後 1999 年に、Peach and Horne の記念碑的な論文“The Silurian in Scotland”を祝うサザンアプランズ地質学 100 年記念シンポジウムがエディンバラで開かれてみると (Clarkson *et al.* eds., 2001), シルル紀では海洋プレートと思われる堆積盆地は閉じてきて縁海的になったとの意見もだされてはいたが、すでに多くの研究者は全体が構造的にも発達史的にも付加体であろうとの一致した見解に達していた (Leggett, 1987; Floyd, 2001; Ogawa, 1998, 2001)。

私は、その後の Alastair Robertson 教授のもとでの玄武岩の化学分析なども踏まえて、以下のような議論を行った (第 4, 5, 6 図)。すなわち、1) 海洋プレート層序 (OPS) の最下底の玄武岩のすべてがホットスポットの海山起源を示すこと、2) それらを含む複雑な岩体はある種のメランジュであり、配列は海山とその上の OPS および海溝タービダイトからなる数 10 m 厚さのいくつものホースによるスラストデュープレックスを形成すること、3) そのようなメランジュの取り込みはデコルマンゾーン周辺で行われたこと、4) 全体はその OPS からなるメランジュ的な岩体、タービダイトが激しく褶曲を繰り返す部分、および厚いタービダイトが同斜構造の様な傾斜をなす部分の三つ組みの岩体のセットとなって繰り返していること、などである (Ogawa, 1998, 2001)。このような三つ組みはその後世界の多くの付加体でも認められるようになった。こうした議論を具体的なテクトニクスに結び付けるには、堆積から構造変形、変成作用などの一連の解明と、とりわけ含まれる玄武岩のテクトニックセッティングの特定が重要であることを再認識した (第 4, 5, 7 図)。こうして 1970 年代後半から各国で急速に進展していた付加体研究は、また新しい手法や概念を見つけて次の段階に入るのである。



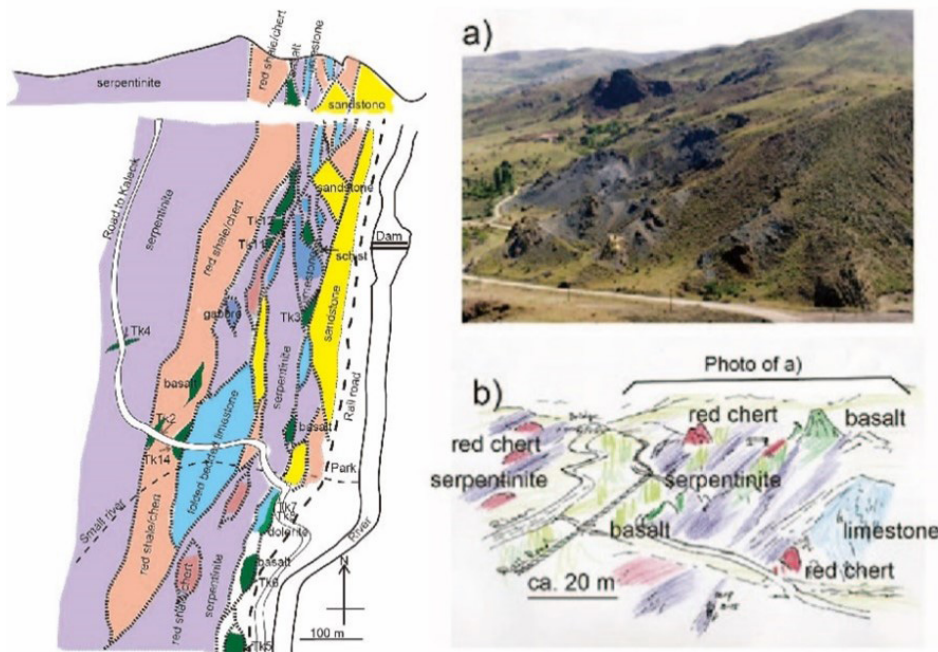
第 4 図 サザンアプランズ付加体の最北西部バラントレ南方のオールドヴィス紀の付加体先端発達モデル (Ogawa, 1998 を改変) (塗色は小川)。海山の突入とデコルマンゾーン上でのオフスクレイピングとアンダープレイティング (A)、さらに海溝タービダイトの褶曲層 (B) とのデュープレックス形成、および同斜構造の厚いタービダイト (C) との、三つ組みが低角のスラスト (序列外スラスト (out-of-sequence thrust; OOST) と予想) によって重なる。海洋プレート層序を伴ういわゆるメランジュは、海山の海溝における崩壊とデコルマンゾーンでの混交の二つによるとの解釈。このような発達プロセスがサザンアプランズ付加体ばかりでなく日本でも多くの付加体の基本モデルであることが、構造解析と玄武岩の化学分析で確かめられた (Ogawa and Taniguchi, 1989)。



第5図 サザンアブラムズのオールドヴィス紀付加体に含まれる玄武岩ブロックのメシェーデ・ダイアグラムへのプロット (Ogawa, 1998 を改変) (左) と、ドイツ、グライフスヴァルト大学の Martin Meschede 教授 (右)。このプロットの提唱はチュービンゲンの大学院生時代であったという。Meschede 教授は美しい図満載の Plate tectonics という教科書を、Frisch, Blakey 教授らと共著で Springer 社から出版したことで知られている (Frisch et al., 2011)。なおこのオールドヴィス紀の付加体中の玄武岩ブロックのうち、小規模なものはおそらく WPA (ホットスポット的なアルカリ玄武岩)、大規模なものは、Downan Point Lava と呼ばれる巨大スラブと同等の WPT (ホットスポット的なソレイライト玄武岩) と解釈される。



第6図 バラントレオフィオライトを巡検中一休みするエディンバラ大学の Alastair Robertson 教授 (左) と、ロンドン大学チェルシー・コレッジから同大学の新統合されたロイヤルホロウェイ・コレッジに移った Tony Barber 博士 (1993年7月)。このオフィオライトはサザンアブラムズ付加体の直北に位置し、オックスフォード大学の John Dewey 教授によってプレートテクトニクスによって最初に説明されたオールドヴィス紀のもので、さまざまな種類の玄武岩のほか蛇紋岩、変成岩などを伴うが、最近ではデュプレックス構造をとる島弧の産物であると Sawaki et al. (2010) は述べている。ロバートソン教授はサイプラスアンバーの研究で有名であるが、それはなんとレスター大学の大学院生の時であるとのことである。またバーバー博士はインドネシアなどでのメランジュや泥火山の研究で知られる。



第7図 トルコ、アンカラ東方の Kalecik (カレジック) におけるアンカラメランジュの地質図・断面図 (左；紫色は蛇紋岩、青は石灰岩、緑は玄武岩、黄色はタービダイト) および景色写真とスケッチ (右；南を向いて；筆者未発表資料)。蛇紋岩にはマッシブなハルツバージャイトが卓越し、シアは断層周辺に限られる。玄武岩にはソレイライトとアルカリ岩の両方が含まれる。チャートは白亜紀、石灰岩は三畳紀。そのほかに変成岩の小ブロックが断層に沿って含まれる。全体は断層帯であると解釈される。これらは嶺岡帯と年代こそ異なるが、産状はすべて共通である。嶺岡帯がもし全面露頭であったならこのようではないかと思わせるものであった。2000年当時はこのような露頭であったが、現在は全域がブドウ園 (ヴィンヤード) となっている。

5. 世界の付加体と断層帯中の玄武岩のテクトニックセッティング

玄武岩や海洋層序、蛇紋岩などがタービダイトとともに断層帯に含まれる地質体は世界中に多く、それらがオフィオライトの一部が出ているものなのか、それともたとえば大陸間の衝突を意味するシューチャー（縫合帯）なのか、また付加体にも同じような岩体の組み合わせがあることがあるがその意義は何なのか、などの疑問が世界中から出されていた。1980年代から今日に至る諸論文、シンポジウムの報告書や特集号、出版物などを見ると、このテーマは長年にわたって世界の地質研究の耳目となっていたことがわかる。北米西岸やサザンアプランズ巡検後、私がサイプラスやオマーンのいわばオフィオライトのタイプロカリティー（模式地）を3回にわたって見、さらにフランスカンやトルコ中部のアンカラメランジュと呼ばれる地質体、および房総半島の嶺岡帯の発達史を調査研究するに及んで、世界共通の大きなテーマであることが分かった（Dilek and Newcomb eds., 2002; Dilek and Robinson eds., 2003; Wakabayashi and Dilek eds., 2021）。そして、付加体における玄武岩については、どの地質体にも一様に認められる共通性があることも分かった。すでにサザンアプランズ付加体は四万十付加体と瓜二つであることがわかっていたが、アンカラメランジュは、嶺岡帯とその周辺での諸岩石の起源や分布状況（Mori *et al.*, 2011）とほとんど同じであることも分かった（第7図）。一言でいうと衝突帯やシューチャーは必然的に最後のステージの直前には沈み込み帯のテクトニクスを受けるということであり、海溝域にタービダイトがもたらされるとそこには付加体が形成されやすい、ある場合にはオフィオライト様の岩石やOPSや、ホットスポット起源の岩石の組み合わせもその内部や近隣に取り込まれるということである。日本ではOgawa and Taniguchi (1989)の西南日本のいくつかの例に続いて、坂本ほか(1993)は瀬戸川帯の例で、またMori *et al.* (2011)は嶺岡帯の例で示したとおりである。

文 献

Aubouin, J., von Huene, R., Baltuck, M., Arnott, R., Bourgeois, J., Filewicz, M., Kvenvolden, K., Leinert, B., McDonald, T., McDougall, K., Ogawa, Y., Taylor, E. and Winsborough, B. (1982) Leg 84 of the Deep Sea Drilling Project: subduction without accretion; Middle America Trench off Guatemala. *Nature*, **297**, 458-

460.

- Brandon, M. T., Cowan, D. S. and Vance, J. A. (1988) The Late Cretaceous San Juan thrust system, San Juan Islands, Washington. *Geological Society of America Special Paper*, no. 221, 81p.
- Clarkson, E. N. K., Floyd, J. D. and Stone, P. eds. (2001) The Southern Uplands Terrane: Tectonics and biostratigraphy within the Caledonian Orogen. Proceedings of a conference held at Our Dynamic Earth, Edinburgh 23-24 September, 1999. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences*, **91** for 2001, 323-566.
- Cowan, D. S., Brandon, M. T. and Garver, J. I. (1997) Geological tests of hypotheses for large coastwise displacements; a critique illustrated by the Baja British Columbia controversy. *American Journal of Science*, **297**, 117-173.
- Dilek, Y. and Newcomb, S., (eds.) (2002) Ophiolite concept and the evolution of geological thought. *Geological Society of America Special Paper*, no. 373, 504p.
- Dilek, Y. and Robinson, P. T. eds. (2003) Ophiolites in Earth History. *Geological Society, London, Special Publication*, no. 218, 43-68.
- Donath, F. A. and Parker, R. B. (1964) Folds and folding. *Geological Society of America Bulletin*, **75**, 45-62.
- Floyd, J. D. (2001) The Southern Uplands Terrane: a stratigraphical review: *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, **57** for 2000, 998-1013.
- Frisch, W., Meschede, M. and Blakey, R. (2011) *Plate Tectonics: Continental Drift and Mountain Building*. Springer-Verlag, Berlin. 212p.
- Hilde, T. W. C. (1983) sediment subduction vs. accretion around the Pacific. *Tectonophysics*, **99**, 381-397.
- 今井 功 (2005) 藤本治義—関東山地の地質および日本の地学教育. *地球科学*, **59**, 145-147.
- 加藤碩一・脇田浩二・斎藤 眞・高木哲一・水野清秀・宮崎一博 編 (2022) 日本列島地質総覧—地史・地質環境・資源・災害—. 朝倉書店, 460p.
- 木村敏雄 (1971) “破断”と“褶曲”, *地質学雑誌*, **77**, 335-340.
- Kimura, K. and Hori, R. (1992) Offscraping accretion of Jurassic chert-clastic complexes in the Mino-Tamba, central Japan. *Journal of Structural Geology*, **15**, 145-

161.

- Leggett, J. K. ed. (1982) Trench-forearc geology. *Geological Society of London Special Publication*, no. 10, 576p.
- Leggett, J. K. (1987) The Southern Uplands as an accretionary prism: the importance of analogues in reconstructing palaeogeography. *Journal of the Geological Society London*, **144**, 737-752.
- Matsuda, T. and Isozaki, Y. (1991) Well-documented travel history of Mesozoic pelagic chert in Japan: from remote ocean to subduction. *Tectonics*, **10**, 475-499.
- 松岡 篤 (2000) 付加体研究のツールとしての放散虫. 地質学論集, no. 55, 17-26.
- 松岡 篤・山北 聡・榊原正幸・久田健一郎 (1998) 付加体地質の観点に立った秩父累帯のユニット区分と四国西部の地質. 地質学雑誌, **104**, 634-653.
- McKerrow, W. S. (1987) The Southern Uplands Controversy. *Journal of the Geological Society, London*, **144**, 735-736.
- Moore, J. C. and Byrne, T. (1987) Thickening of fault zones: A mechanism of mélangé formation in accreting sediments. *Geology*, **15**, 1040-1043.
- Moore, J. C., Watkins, J. S. McMillen, K. J., Bachman, S. B., Leggett, J. K., Lundberg, N., Shipley, T. H., Stephan, J.-F., Beghtel, F. W., Butt, A., Didyk, B. M., Niitsuma, N., Shephard, L. E. and Stradner, H. (1982) Facies belts of the Middle America Trench and forearc region, southern Mexico: results from Leg 66 DSDP. In: Leggett, J.K. ed., Trench-forearc geology, *Geological Society of London, Special Publication*, no. 10, 77-94.
- Moore, J. C., Taira, A. and Moore, G. F. (1991) Ocean Drilling and accretionary processes: *GSA Today*, **1**, 265-268.
- Mori, R., Ogawa, Y., Hirano, N., Tsunogae, T., Kurosawa, M. and Chiba, T. (2011) Role of plutonic and metamorphic block exhumation in a forearc ophiolite mélangé belt: An example from the Mineoka belt, Japan. in Wakabayashi, J. and Dilek, Y. eds. Mélanges: Processes of formation and societal significance. *Geological Society of America Special Paper*, no. 480, 95-115. doi:10.1130/2011.2480(04)
- Nishi, H. (1988) Structural analysis of part of the Shimanto accretionary complex, Kyushu, Japan, based on planktonic foraminiferal zonation. In: Taira, A. and Ogawa, Y. eds., The Shimanto belt, southwest Japan - Studies on the evolution of an accretionary prism. *Modern Geology*, **12**, 47-69.
- Nishi, T. (1994) Geology and tectonics of the Sambosan Terrane in eastern Kyushu, Southwest Japan - Stratigraphy, sedimentological features and depositional setting of the Shakumasan Group. *Journal of Geological Society of Japan*, **100**, 199-215.
- Nur, A. and Ben-Abraham, Z. (1977) Lost Pacifica continent. *Nature*, **279**, 41-43.
- Ogawa, Y. (1982a) Tectonics of some forearc fold belts in and around the arc-arc crossing area in central Japan. in J. K. Leggett ed., *Trench-forearc geology, Geological Society of London Special Publication*, no.10, 49-61.
- 小川勇二郎 (1982b) 中米海溝域のテクトニクス. 科学, **53**, 467-476.
- Ogawa, Y. (1998) Tectono-stratigraphy of the Glen App area, Southern Uplands, Scotland: anatomy of an Ordovician accretionary complex. *Journal of the Geological Society, London*, **155**, 651-662.
- Ogawa, Y. (2001) Duplex structures and their tectonic implication for the Southern Uplands accretionary complex. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, **91**, for 2000, 515-519.
- Ogawa, Y. (2011) Erosional subduction zone in the northern Japan trench: Review of submersible dive reports. in Ogawa, Y., Anma, R., and Dilek, Y. (eds.) Accretionary prisms and convergent margin tectonics in the Northwest Pacific Basin. in the Series: *Modern approaches in solid earth sciences*: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, no. 8, 39-52.
- Ogawa, Y. (2019) Conceptual consideration and outcrop interpretation on early stage deformation of sand and mud in accretionary prisms for chaotic deposit formation. *Gondwana Research*, **74**, 31-50.
- 小川勇二郎 (2023) 付加体学事始め：黎明期における私的回想第一部 地質学の道へ. GSJ 地質ニュース, **12**, 177-185.
- Ogawa, Y. and Horiuchi, K. (1978) Two types of accretionary fold belts in central Japan. *Journal of Physics of Earth*, **26**, Suppl., S321-336.
- Ogawa, Y. and Miyata, Y. (1985) Vein structure and its deformational history in the sedimentary rocks of the Middle America Trench slope off Guatemala, Deep Sea Drilling Project Leg 84. *DSDP Initial Report*, **84**,

- 811-829. http://www.deepseadrilling.org/84/dsdp_toc.htm (閲覧日：2023年8月26日)
- Ogawa, Y. and Taniguchi, H. (1989) Origin and emplacement of basaltic rocks in the accretionary complexes in SW Japan. *Ophiolite*, **14**, 177-193.
- Ogawa, Y. and Nishi, T. (1996) Chaotic injection bodies in a Jurassic accretionary complex - Examples from the Sambosan Belt, eastern Kyushu. *In*: Noda, H. and Sashida, K. (eds.) *Commemoration Volume of Professor Hisayoshi Igo*. 43-54.
- Ogawa, Y., Nakashima, K. and Sunouchi, H. (1983) Mesozoic accretion of siliceous deposits in southwest Japan. *In*: A. Iijima, J. R. Hein & R. Siever eds., *Siliceous Deposits in the Pacific Region*, Elsevier, 413-426.
- Ogawa, Y., Fujioka, K., Nishiyama, T., Uehara, S. and Nakagawa, M. (1985) Ophiolitic rocks of the Middle America Trench Landward slope off Guatemala: Deformational characteristics and tectonic significance. *DSDP Initial Report*, **84**, 791-809. http://www.deepseadrilling.org/84/dsdp_toc.htm (閲覧日：2023年8月26日)
- Ogawa, Y., Mori, R., Tsunogae, T., Dilek, Y. and Harris, R. (2015) New interpretation of the Franciscan Melange at San Simeon coast, California: Tectonic intrusion into an accretionary prism. *International Geology Review*, **57**, 824-842.
- 坂本隆之・小川勇二郎・中田節也 (1993) 瀬戸川付加体中の緑色岩類の起源とそのテクトニクス上の意義. 地質学雑誌, **99**, 9-28.
- 佐藤 正 (1989) 日本中・古生界研究の放散虫革命. 応用地質, **30**, 33-42.
- Sawaki, Y., Shibuya, S., Kawai, T., Komiya, T., Omori, S., Iizuka, T., Hirata, T., Windley, B. F. and Maruyama, S. (2010) Imbricated ocean plate stratigraphy and U-Pb zircon ages from tuff beds in cherts in the Ballantrae Complex, SW Scotland. *GSA Bulletin*, **122**, 454-464.
- Taira, A., Okada, H., Whitaker, J. H. McD. and Smith, A. J. (1982) The Shimanto Belt of Japan: Cretaceous-lower Miocene active-margin sedimentation. *In*: J. K. Leggett, (ed.), *Trench-forearc geology. Geological Society London Special Publication*, no. 10, 5-26.
- Tarney, J., Pickering, K. T., Knipe, R. J. and Dewey, J. F. eds. (1991) The behaviour and influence of fluids in subduction zones. *Philosophical Transaction of Royal Society, London, Series A*, **335**, 225-418.
- 辻 隆司・宮田雄一郎 (1987) 砂岩層中にみられる流動化・液状化による変形構造：宮崎県日南層群の例と実験的研究. 地質学雑誌, **93**, 791-808.
- Uemura, T. (1981) Deformation facies, series and grands. *Journal of Geological Society of Japan*, **87**, 297-305.
- 植村 武 (2000) 構造地質学要論—地質体の変形—. 愛智出版, 東京都, 324p.
- Underwood, M. B. and Bachman, S. B. (1982) Sedimentary facies associations within subduction complexes. *In*: Leggett, J. K. ed., *Trench-forearc geology, Geological Society of London, Special Publication*, no. 10, 537-550.
- Wakabayashi, J. and Dilek, Y. eds. (2021) Plate tectonics and ophiolites, and societal significance of geology: A celebration of the career of Eldridge Moores. *Geological Society of America Special Paper*, no. 552, 197-232.
- 脇田浩二 (2000) 美濃帯のメランジュ. 地質学論集, no. 55, 145-163.
- Wakita, K. (2014) OPS mélangé: a new term for mélanges of convergent margins of the world. *International Geology Review*, **57**, 529-539. doi:10.1080/00206814.2014.949312

OGAWA Yujiro (2023) The Early History of Accretionary Prism Research: A Reminiscence (Part2: Development of Accretionary Prism Research).

(受付：2023年3月6日)

第 37 回 GSJ シンポジウム 地圏資源環境研究部門研究成果報告会

地圏資源環境研究部門の最新研究 ～新たなチャレンジと展望～

地圏資源環境研究部門広報委員会¹⁾

※ GREEN News 79 号を一部修正の上転載

令和 4 年 12 月 7 日(水)にステーションコンファレンス万世橋(東京都千代田区神田須田町)にて、第 37 回 GSJ シンポジウム「地圏資源環境研究部門研究成果報告会」を開催しました。今回のテーマは「地圏資源環境研究部門の最新研究～新たなチャレンジと展望～」とし、令和元年以来 3 年ぶりの対面開催となりました(事後に動画配信も行いました)。当研究部門からの 6 件の講演と研究成果に関するポスター発表を行いました。当日の参加者は 82 名とコロナ禍にもかかわらず多くの方にご参加いただきました。

はじめに、今泉博之研究部門長(当時)から、第 5 期中長期計画に臨んで「持続可能な地圏の利用と保全のための調査と研究」をミッションに、重点研究課題として定めている、1) 地圏資源の調査・研究および活用、2) 地圏環境の利用と保全のための調査・研究、3) 地圏の調査および分析技術の開発と展開の 3 つの課題とその重要性について説明しました。また、当部門の最新の研究トピックスを SDGs の目標と絡めながら、9 テーマを紹介しました。さらに当部門が中心になって実施している融合領域プロジェクトである環境調和型産業技術研究ラボ(E-code)の紹介を行い、同

じ課題を抱えている方と連携して研究に取り組みたいと話しました。

地圏微生物研究グループの片山泰樹氏は、「微生物を培養して社会実装につなげるー深海底堆積物と休廃止鉱山での取り組みー」という演題で、微生物の培養が社会課題の解決の一端を担う研究の例として、深海底堆積物および休廃止鉱山の微生物学的研究について、微生物培養の難しさや重要性も絡めて研究内容を紹介しました。微生物の培養は目的とする微生物の性質を理解するうえで重要である一方で、選択的な微生物培養には高度な技術が必要であり、培養方法の確立していない微生物も多く存在します。深海底堆積物の研究では、微生物由来のメタン生成モデルの確立に必要な、メタン生成速度に影響を与える環境因子が温度であることを、メタン生成菌を分離・培養することで明らかにしました。また、休廃止鉱山の研究では、マンガン(Mn)濃度の高い休廃止鉱山にて Mn 処理実験を実施し、Mn 処理に寄与している Mn 酸化菌の分離培養に成功しました。今後は分離された Mn 酸化菌について研究を進めることで、Mn 処理の効率化を目指します。



今泉博之研究部門長(当時)による講演



片山泰樹・地圏微生物研究グループ主任研究員による講演

1) 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：地圏微生物、深海底堆積物、休廃止鉱山、メタンハイドレート、安定同位体比分析、レアアース鉱床、地熱井掘削、PDC ビット、微生物自然浄化能、メタン生成菌

地圏微生物研究グループの宮嶋佑典氏は、「メタンハイドレート形成に關与した流体の起源推定：炭酸塩岩のリチウムに着目して」という演題で、メタンハイドレートの胚胎する海底から湧出する冷湧水とかつてそれから沈殿した炭酸塩岩の化学分析によって、海底下を流れる流体の起源等を明らかにする試みについて紹介しました。水試料及び炭酸塩岩に微量に含まれるリチウム(Li)の安定同位体比の關係については温度依存性があり、流体の経験した温度の指標として用いることができます。水試料として酒田沖の堆積物間隙水、炭酸塩岩試料として同海域のメタンハイドレート賦存域で採取されたものを用い、炭酸塩岩からの処理プロセスを工夫することによって極微量なLiを分離精製し、その同位体比を分析することに成功しました。得られたデータからは炭酸塩を沈殿させた流体の起源が海底下200m以深と評価され、流路となり得る逆断層の存在が推定されている現場海域の地質条件とも整合的です。またデータの分布条件を考慮すると、その移流速度は現在のものよりも速かったことも推定できました。本研究の成果は、炭酸塩岩のLi同位体比が、過去から現在に湧出した流体の起源を推定する有用な指標であることを初めて示すものであり、メタンハイドレート発達過程の総合的な理解に寄与するものと考えられます。

鉱物資源研究グループの荒岡大輔氏は、「金属元素の安定同位体比分析手法の開発と資源・環境への応用」という演題で、金属元素の安定同位体比という新しい環境解析ツールの効率的な分析手法開発と、資源・環境・地質・生物などの実試料への応用に取り組んできた例について紹介しました。分析手法の開発では、利用・普及のネックとなっている分析の煩雑さ、特に、分析のために必要な前処理である固体試料の溶液化と、溶液化した試料からの目的元素の分

離を容易にするための多元素同時前処理手法を確立しました。本手法はほぼ自動化されており、従来法のように目的元素や構成鉱物によらずほぼ全ての試料に適用可能です。また装置は全て広く使われている市販品で構成されていることから、金属元素の安定同位体比分析の普及も期待されます。研究例として、食品の産地推定を目的とした玉ネギのストロンチウム同位体比の分析や昔の人の食性解析にも使えるいくつかの金属元素の同位体比の分析等があげられ、さらに応用として、レアアース鉱床の成因解明を目的とした鉱化作用を受けたドロマイト中のマグネシウム同位体比の分析、一つ前の講演で述べられたメタンハイドレートの成因解明を目的としたリチウム同位体比の分析等について紹介しました。

地圏メカニクス研究グループの宮崎晋行氏からは、「地熱井掘削用PDCビットの開発」として、JOGMEC((独)エネルギー・金属鉱物資源機構)からの地熱発電技術に関する委託



荒岡大輔・鉱物資源研究グループ主任研究員による講演



宮嶋佑典・地圏微生物研究グループ研究員による講演



宮崎晋行・地圏メカニクス研究グループ主任研究員による講演



川辺能成・地圏環境リスク研究グループ長(当時)による講演

研究で得られた成果を中心に、PDC ビットの開発および掘削性能評価の取り組み内容の紹介がありました。三菱マテリアル株式会社と株式会社クリステンセン・マイカイと共に、直進安定性と耐衝撃性を高める工夫を施したビットを開発し、室内試験によって掘削性能を評価したところ、掘削速度 120 m/日以上、掘削後のビット外形変化(ゲージ落ち)1/16 インチ以下およびビット寿命 750 m 以上の3つ

の数値目標を達成した結果が示されました。さらに、PDC ビットに関する今後の研究課題として、ビットの摩耗とそれによる掘進速度の低下に関する知見が報告されました。

地圏環境リスク研究グループ長(当時)の川辺能成氏からは、「微生物自然浄化能を活用した地圏環境汚染の修復」として、地圏環境の汚染状況およびその浄化の取り組み内容の紹介がありました。土壌・地下水汚染には、物理・化学的手法による浄化が適用されることが多いが、微生物を用いた手法が着目されていることを指摘しました。微生物による環境修復として、揮発性有機塩素化合物の汚染浄化にメタン生成菌を用いた研究事例が紹介されました。地下の環境によって分解挙動が異なるものの、メタン生成菌の活動や二価鉄の存在により、テトラクロロエチレンがエチレンやエタンまで無害化される結果が示されました。さらに、汚染の浄化に最適な条件を見出すことが今後の課題であることが指摘されました。

ポスターセッションでは27件のポスターを発表し、研究成果について幅広い意見交換を行いました。また、本シンポジウムの講演要旨が収録された「GREEN Report 2022」は当研究部門のwebサイトで公開しています。ご興味のある研究・技術については、是非個別にコンタクトいただければ幸いです。



ポスターセッションの様子

Public Relations Committee, Research Institute for Geo-Resources and Environment (2023) Report of the 37th GSI Symposium Latest research of the Research Institute for Geo-Resources and Environment "New challenges and prospects".

(受付：2023年6月27日)

2022 年度産総研一般公開 「体感せよ！！研究の日常～リアルラボツアー～」 での岩石保管庫説明を担当して

柳澤 教雄・角井 朝昭・中村 由美・古澤 みどり¹⁾

1. はじめに

2022年11月3日に産総研一般公開「体感せよ！！研究の日常～リアルラボツアー～」が開催された。2019年までの産総研一般公開は、つくば地区では7月下旬(学校の夏休みが始まる時期)に情報棟や共用講堂、第7事業所前などを会場として、研究紹介や体験イベント、また講演会などを実施する形式で、来場者は6,000名程度であった(例えば、野々垣・斎藤, 2018)。しかし、コロナ禍の影響で2020年、2021年と一般公開は実施されなかった。2022年に産総研一般公開を再開するにあたって、従来の形式での実施は困難なことから、人数を限定した上でのラボツアーを所内で数件行う形式をとることになった。

その一方で、研究業務の概略を1分間のショートムービーで紹介するアイデアが提案され、2022年4月の科学技術週間の企画としてTwitterでの日替わり配信が行われた。

このような流れをうけて、筆者の一人の柳澤は、地質情報基盤センターのアーカイブ室が管理している「岩石保管庫」の案内者として参加することになった。

一般公開の本番は11月3日だが、関連したショートムービーやバーチャルツアーの撮影などもあったため8月くらいから長期間の対応であった。本稿では、この一般公開開催までの各種撮影の対応や当日の様子などを紹介したい。

2. 一般公開以前の収蔵庫公開事例とショートムービーの事例

広報部より、GSIの企画室や連携推進室経由で、産総研の一般公開のラボツアーの候補としてGSIのボーリングコア保管庫や岩石保管庫が候補にあがっていることを知らされたのは2022年6月上旬であった。

標本収蔵庫は通常担当職員限りのエリアであるが、普及・教育やメディア対応で公開した事例があった。まず2020年度から地質標本館で行われた標本館実習において、実習生に岩石保管庫やボーリングコア保管庫での収納の状況を説明した。さらに、ボーリングコア保管庫では、2021年10月23日のNHK「ブラタモリ」で、産総研敷地内のつくば観測井の地下コア(最深750m)をタモリさんが見学する様子がすでに放送されていた。そのロケは2021年9月に実施され、その時の説明者は連携推進室の宮下室長であったが、柳澤もロケの現場には立ち合い、不測の事態に対応できるように待機していた。

これらの経験から、一般への公開および説明は可能と判断し、広報部の依頼に対応することにし、まず1回目の打ち合わせ、現地の下見を6月17日に実施した。その段階では岩石庫とコア庫を20分ずつ見学のプランであった。

その打ち合わせの際に、一般公開の前振りとして「研究者の日常は、非日常だ」のショートムービーの撮影を広報部として行いたいとの話になった。このショートムービーの第1弾は、2022年の科学技術週間のイベントとして企画され、4月18～21日にTwitterで順次公開された(第1表)。

そのうち、地質情報基盤センターの平林さんの動画は薄片作り自体が面白いこと、彼女が2021年10月23日放送の「ブラタモリ」に出演していたことから特に反響が大きく、5,600件以上の「いいね」、1,500件以上の「リツイート」が記録された。

3. ショートムービーの収録

柳澤のショートムービー撮影の事前打ち合わせは7月19日に行われた。広報部担当者の提案したシナリオは、1)未分類の岩石を運ぶ、2)それぞれの岩石を掃除する、3)マーカーペンで岩石に登録番号を書き込む、4)岩石を

1) 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：地質標本、岩石標本、地質図、岩石保管

第1表 2022年科学技術週間に紹介されたショートムービー

公開日	題名	所属	氏名(敬称略)
4/18	0.03 mm まで[岩石]をみがく.	地質情報基盤センター	平林恵理
4/19	超高精度な[時計]を起動する.	物理計測標準研究部門	小林拓実
4/20	[アリの背中]にバーコードを貼る.	生物プロセス研究部門	古藤日子
4/21	[ゴミの灰]から資源をつくる.	触媒化学融合研究センター	深谷訓久

収納する、ということであった。この流れは実際の標本登録作業で実施している。

そして、撮影のための登録番号記入作業を行う試料は、黒くて修正液がのりやすいサヌカイト(香川県産の無斑晶質安山岩)を使用することにした。そのときは意識していなかったがサヌカイトを選択したことにより一般公開の展示説明に広がりを持てるようになった。

そして、8月25日に撮影の本番となった。4月のショートムービー対応の経験者である平林さんに事前に聞いたところ1分の作品の収録に3時間くらいかかるとのことであり、その日は午後いっぱい撮影に専念できるようにした。撮影は、まず電動式可動棚から標本用定型コンテナ(以下「標本コンテナ」と記す。サイズは40 cm × 60 cm, 高さ12 cm)を取り出し、リフトで運搬するところから行われた。また、岩石からの視点で作業の動きをとるために、標本コンテナの中にカメラを設置しての撮影も行った。

次に、標本に登録番号を記入する撮影を行った。まず、標本のなるべく平らな部分を選び、また将来展示されることになった場合に目立たないような場所を選んで、白色修正液を番号記入場所に塗離し、修正液の乾燥後、マーカーペンで登録番号を記入する。この方法は、登録番号R1(「R」は「岩石」の識別文字で、鉱物や化石には別の文字を使用している)のときから行われている。なお、修正液がうまくのらない標本(軽石や火山灰など)は、袋ないしは容器に入れて、そこにマーカーペンで登録番号を記入する。次に、標本のラベルに標本名、産地を記入する様子を撮影した。

動画では、標本番号記入後、ラベルを書いていたが、実際には標本のラベルは、登録申請する研究者が記入している。そして、岩石には研究者が標本採取した際の日付などの情報がマーカーペン記入されていることが多い。そして、登録番号を記入する作業は、アーカイブ室の標本チームで、岩石名などの情報を確認の上実施している。

次に回転式標本棚の撮影となった。回転式標本棚は、車の立体駐車場のように入庫コンテナを収納し、制御盤で指定の標本コンテナを取り出し口に呼び出すものである。標

本コンテナをリフトに積んで昇降するなどの作業を伴わないため作業の安全性は高い。そのため、登録作業中の標本や、頻りにイベントに使用する標本(例えば「県の石」)などの収納に使用している。現在、所内で回転式標本棚は6台あり、標本コンテナ750個分の収納が可能である。

回転式標本棚の動きは動画には最適であるので、1分動画の中でも長めになっている。また、回転式標本棚内部にカメラを設置し、中からの視点での撮影を行い、より迫力のある動画となっている。

そして、撮影終了後1時間くらいインタビューに応じた。そこでのいくつかの発言が動画のモノログとなっている。その中の「再度研究等に使用されるのを前提で…」というところでは、具体例として入所数年の若手職員が、地方での火山に関するイベントで火山噴出物の標本を展示・説明した事例や、火山灰の登録標本を再度観察し、そのデータを火山データベース(地質調査総合センターWeb)に使用した事例などを紹介した。登録標本の使用事例はその他にも、分析技術の進展に伴って岩石の年代測定や化学分析を再度実施したものがある。また、今回、撮影にサヌカイトを使用したのが、その特徴として、たたくといい音がすることを紹介したら、それが動画の締めに使われた。

4. 告知ポスター撮影について

今回の一般公開では、Twitterだけでなくつくばエクスプレス(以下「TX」と記す)のつくば駅に告知ポスターを掲示することになったので、その撮影も2回行った。最初は、8月30日にサイエンス・スクエアつくば内の仮設スタジオで研究者カード用の撮影を行い、また9月1日には、岩石庫の可動式電動棚で再度撮影を行った。動画撮影の際には標本清掃用のブラシを持っていたが、やはり岩石標本のほうがいいということでの再撮影となった(写真1)。

さて、これらの撮影の際には登録番号1番の岩石標本を持つことにした。インタビューの際に広報部より、登録番号1番の標本は何かとの質問があった。その岩石標本は、



写真1 ポスターの撮影風景

愛知県豊田市松平町牧方産の白雲母黒雲母花崗岩である。標本は採取時から登録完了時までに作成された複数のラベルと一緒に保管しており、その複数枚のラベルはTwitterでも紹介されたが、一番古いラベルは地質調査所が商工省（1949年に通商産業省に改組）に所属していた時のものである。登録制度がいつ頃確立したかについてははっきりした記載はないが、おそらく地質調査所が戦災から復興し、展示室などが確立したところに、戦前の資料も含めて整理するところから開始されたのではないかと考えられる。

また、ポスターに合わせて一般公開当日に参加者に配布する研究者カード（産総研公式Twitter）の撮影も併せて行った。カードには、現在管理している標本の数や業務への取り組みなどが記載されているが岩石収蔵庫の写真をバックにし、赤と黒の渋いカードになっていた。



写真2 登録番号R1の岩石と標本ラベルの変遷

5. 産総研公式 Twitter における 1 分動画の配信

広報部では、ポスターをTXつくば駅に10月上旬から開催日まで掲示するとともに、10月7日からTwitterでの動画配信を行った。順番は下記（第2表）の通りである。

第2表 2022年一般公開用に紹介されたショートムービー

公開日	題名	所属	氏名（敬称略）
10/7	未来の研究者のために、岩石標本を整理する。	地質情報基盤センター	柳澤教雄
10/11	振って遠心分離、振って遠心分離する。	ナノ材料研究部門	高橋 顕
10/14	全長310mのトンネルで距離を測る。	工学計測標準研究部門	寺田聡一
10/18	「ゴハン」を与えて自律神経をそだてる。	細胞分子工学研究部門	赤木祐香

6. バーチャルラボツアー動画の撮影

この一般公開にリアルで参加できるのは、1箇所につき50名程度であるため、当日参加できなかった人向けに、10分程度のバーチャルラボツアーを収録することになり、10月12日に撮影を行った。このツアー動画は、「体感せよ！！研究の日常」オンラインラボツアーで上記の4箇所すべて回るため全体で40分程度になっている。株式会社ケーズファクトリー所属のレポーター滝水 瞳さんが4箇所それぞれ研究者にインタビューしながら作業をみってもらう構成になっている（現在、YouTubeの産総研チャンネルで視聴可能である）。このツアーの順番は、第2表の4人のうち高橋さん→寺田さん→赤木さん→柳澤となっており、実際撮影は夕方になった。また取材の時間は1時間くらいであった。



写真3 電動式可動棚内での岩石説明の動画収録

柳澤は、この段階で11月3日の本番の予行演習の形で説明対応を行った。事前に広報部とも撮影の流れを確認していたのでスムーズに撮影対応できた。

実際に配信された動画では、1)電動式可動棚を開けて収納棚の状況(写真3)と、収納されている岩石及び登録番号記入作業の紹介、2)リフトを用いた岩石の標本コンテナの収納作業、3)地質図の紹介と登録標本の事例、地質図の役割(この際、5万分の1「観音寺」図幅(野田ほか、2017)と岩石を用いた)(写真4)、4)薄片作成と岩石の記載、5)登録・保管の意義(将来の再分析など)、6)サヌカイトでの演奏実演、7)「研究とは」の回答という流れであった。ほぼ収録順になっているが、2)の収納作業は、最後に作業した内容が途中に入るように編集された。また、回転式標本棚も撮影はされたが、10月7日配信の動画でも紹介されたことと時間の関係で省略された。



写真4 地質図の解説書と登録標本の説明(動画収録)

7. 当日までの準備

10月12日の撮影対応で、一般公開での案内の骨格はできたが、15名程度への説明に対応できるように総括的な説明パネルを作成することにした。このパネルは、他の来客対応や標本館実習、新人研修でも利用している。また、鉱物などの実物を見たり触れたりした方がいいと判断し、関東および四国地方の県の石(岩石、鉱物、化石)の展示およびブラタモリでも紹介(2021年10月23日放送)されたつくば観測井(産総研の敷地内)のボーリングコアの展示も行うことにした。

また、来場者へのお土産として、広報部の要望で研究者

カードを渡すことになっていたが、さらにGSJのパンフレットや絵はがき、またサヌカイトの岩片もあわせて渡すことにした。その上で、来場者の動線、時間配分などを検討した。

8. 11月3日 産総研一般公開のラボツアー当日

このように準備を進め、ラボツアーは当日を迎えた。案内者は、柳澤のほか、角井、中村が担当した。また最初の回は地質標本館の森田館長も同席した。さらに、広報部の案内係も同席した。

当日のツアーは下記のように4回行われた。

10:15～10:45 子供向け(親同伴)12名, NHK取材あり

11:35～12:00 一般向け 12名

13:15～13:45 子供向け(親同伴)12名

14:35～15:00 一般向け 12名

このうち、子供向けのツアーは、情報棟に集合し、当日実施された6箇所のうち1箇所のみを見学するものであった。一方、一般向けのツアーは、動画配信された4つのラボをバスで巡回するものであり、当標本庫が最終見学地点であった。また、午後のツアーでは聴覚障害のある方も参加されたが、広報部担当者がタブレットに手書きで聞き取った説明を逐次示すことで対応した。さらに1回目のツアーでNHK水戸放送局の撮影が入ることになった。

見学対応は、全ツアー共通で下記の内容で行った。

- 1) 収蔵庫の概要説明(写真5)
- 2) 電動式可動棚作動、中に入れてもらい、標本コンテナを取り出して、中の標本の見学を体験してもらう
- 3) 地質図と登録標本の関係の説明(観音寺図幅)
- 4) 関東及び四国の県の石(地質標本館 Web)の紹介(写真6)、サヌカイト演奏体験(写真7)
- 5) 回転式標本棚作動、説明(写真8)



写真5 収蔵庫の概要説明



写真6 県の石を見学する参加者



写真8 回転式標本棚の見学



写真7 サヌカイトの石琴演奏をする参加者



写真9 つくば観測井ボーリングコアの見学

6) つくば観測井のボーリングコア説明(写真9)

7) お土産セット(花崗岩や火山の絵葉書5枚, GSJ および地質標本館のパンフレット, サヌカイトの岩片)配布

8) 研究者カードなど配布, 挨拶

4回説明を行ったが, 参加者からの質問も結構多く, 関心の高さを実感した。内容を多めにしたため, 最初の回は時間が押した。あとの回も30分でちょうど良いくらいであった。主な感想は下記の通りである。

- ・NHKの取材対応は説明者が十分に慣れていない1回目であったため, 時間が押し気味になったが, 先方が必要とする場面の撮影には対応できたと思う。また, 参加者のインタビューも好意的なものであった(この様子はNHK水戸放送局のニュースで紹介された)。
- ・地質図との関連を説明するときに, 岩石標本にマジックで記載されていた数字や記号に注目した参加者がいた。数字は採取日時や番号で, 採取地点を確認するためのメモであり, 記号は地層の走向・傾斜を示すことがある。このようなところに注目するほど熱心であった。
- ・地質図や岩石標本, 薄片についての質問が多く, 特に子供からの質問が多かった。ただし, 子供たちは岩石より化石に興味を持っていた。また, 標本の保管環境(温度,

湿度)に関する質問も複数回あった。

- ・岩石標本を保管する理由の質問も複数回あった。その際, 岩石の年代や化学組成などの再解析が必要となる場合や標本館での展示への対応の例を紹介した。さらに, 当該岩石を採取した地点に, 2度と採取のためにアクセスできない事例, 例えば, 新規の土地利用や露頭がコンクリートでおおわれる事例などを示した。また, 火山噴出物のように, 噴出した時期の特定が必要な標本もあることを示した。このような説明にうなづく方が多かった。
- ・平林さんの薄片作成の動画を事前に見た方が結構いた。
- ・回転式標本棚を動作させたときは, 参加者は立体駐車場のようだと声をあげたり, 動きをじっくり見たり, 驚く方が多かった。
- ・標本の鑑定をしてもらえろと思ひ, 鉱物標本を持参してきたお子さんもいた。
- ・ボーリングコアの標本をプラタモリでみたという声は各回で必ず上がっていた
- ・高いところの標本コンテナの取り出し方法は, 11月3日の夕方のバーチャルラボツアーの動画配信を見るように案内し, 薄片の作り方, 一般的な岩石, 地質図に関しては標本館の展示を見るように案内した。

- ・最後の回は聴覚障害のある方が参加したが、質問(東日本大震災の影響など)も積極的であった。
- ・お土産の絵はがきは 32 種類のサンプルから 5 枚を選んでもらう方式にしたが、参加者は選ぶことも楽しんでいった。
- ・サヌカイトは木琴のようにたたきやすいものを用意したところ、たたいてみる参加者は多かった(写真 7)。

9. おわりに

産総研の一般公開として、今回バックヤードとしての岩石庫を紹介できたことは、参加者の興味を引くとともに、GSJ での調査・研究成果としての岩石などの地質標本の保管・アーカイブの価値およびその状況を説明でき、とても有意義であったと考えている。今後も一般公開等において収蔵庫の案内・説明を行い、地質標本の保管の重要性を多くの方々に知っていただくように取り組んでいく所存である。

謝辞：一般公開におけるラボツアーの開催にあたっては、広報部(現ブランディング・広報部)、GSJ の企画室や連携推進室および地質情報基盤センターの方々にお世話になった。特に、広報部の富田陽子さん、長谷川恵子さん、萩原直祐さんには、動画およびポスター撮影などで大変お世話になり、また本稿の写真を提供していただいた。

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.
- 野田 篤・植木岳雪・川畑 博・松浦浩久・青矢睦月(2017) 5 万分の 1 地質図幅「観音寺」及び説明書. 産総研地質調査総合センター, 96p.

参考 URL

地質標本館 Web「県の石」

<https://www.gsj.jp/Muse/prefrock/index.html>

地質調査総合センター Web「火山灰データベース」

https://gbank.gsj.jp/volcano/volcanic_ash/

Youtube 産総研チャンネル

<https://www.youtube.com/user/aistchannel>

産総研公式 Twitter

https://twitter.com/AIST_JP/status/1580756597995098113

(いずれも閲覧日：2023 年 6 月 21 日)

YANAGISAWA Norio, SUMII Tomoaki, NAKAMURA Yumi and FURUSAWA Midori (2023) Report of exhibition of rock sample backyard in 2022 AIST open house.

(受付：2023 年 6 月 26 日)



湊 翔平 (みなと しょうへい)

地圏資源環境研究部門 物理探査研究グループ

本年度4月から地圏資源環境研究部門物理探査研究グループに着任した湊 翔平です。京都大学で学位を取得後、オランダのデルフト工科大学を拠点に10年ほど研究活動を続けてきました。

物理現象を利用して地球内部の情報を可視化する物理探査学は、資源環境・気候変動など近年の重要課題に取り組む上で必要



不可欠です。このうち力学的な振動を利用する地震探査法は地盤の硬さや柔らかさの情報を可視化しますが、地震波伝播の原理は小さな岩石サンプルから地球規模の大きなスケールの物質まで成立します。このため、岩石内部の亀裂の可視化、観測坑による地下数百メートルの地盤の可視化、中央構造線の反射法探査、微動観測による本州の地盤速度モニタリングなど、これまで様々なスケールにおいて新しい地震探査法の開発を行ってきました。

産総研ではさらに、堤防決壊・地すべり・降雨や地下水など、人間活動と地盤リスクが密接に関連する浅い地盤を対象にした研究にも取り組みたいと考えています。物理探査技術の高度化を通じて、私たちの子供や孫の世代が安心して暮らす社会を築くことに少しでも貢献できればと考えています。これからご指導ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。

山岡 健 (やまおか けん)

地質情報研究部門 地殻岩石研究グループ

地質情報研究部門地殻岩石研究グループの山岡 健と申します。2023年3月に東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻にて博士の学位を取得し、4月から産総研で働くこととなりました。

私は西南日本に分布する変成岩や深成岩の野外観察をベースとして、岩石の示す変形構造や熱構造に着目した地質学研究を行ってきました。変成岩や深成岩の岩石学的な解析を通じて、地殻の熱構造が過去にどのように広がっていたか、またそれが時間と共にどのように変化したかを詳細に知ることができます。博士課程では、深成岩の周囲に発達する接触変成帯の熱構造を決定し、熱モデル計算を組み合わせることでマグマの定置過程の評価を行ないました。

産総研では、関東山地の付加体・深成岩体の分布域にて5万分の1地質図幅の整備に携わることになります。これまでの経験に産総研での新しい挑戦を足し合わせ、分野を横断した面白みのある研究を進めていきたいと思っております。皆様どうぞよろしくお願いいたします。





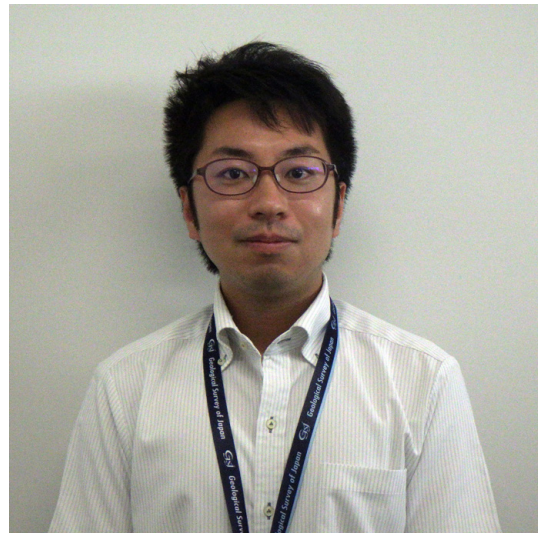
島田 佑太郎 (しまだ ゆうたろう)

再生可能エネルギー研究センター 地中熱チーム

2023年度より再生可能エネルギー研究センター地中熱チームに配属されました。島田佑太郎と申します。芝浦工業大学にて機械工学系の学科を卒業後、大学院は東京工業大学の融合理工学系に進学し、2022年9月に学位を取得しました。

大学院時代は熱帯地域にて地中熱利用システムの導入適度を検討すべく、東南アジアを舞台に地中熱ヒートポンプの省エネ性能評価・ライフサイクルアセスメント(LCA)に取り組みました。評価では長期運用による地中熱交換器近傍の温度変化がシステム効率に与える影響を考慮し、運用・設計条件を提案したことが特色です。

今後は舞台を日本に移し、地中熱のユーザー・関連企業が抱える課題に寄り添い、同技術の普及促進に資する研究・開発を通して「エネルギー・環境制約への対応」という社会課題の解決に貢献していく所存です。地球科学を背景に持たない自分にできることは技術を通して営まれる人々の生活・社会に向き合うことと捉えております。地中熱という窓を通してより良い社会の実現に向けて精進してまいります。これからどうぞよろしくお願いいたします。



小村 悠人 (こむら ゆうと)

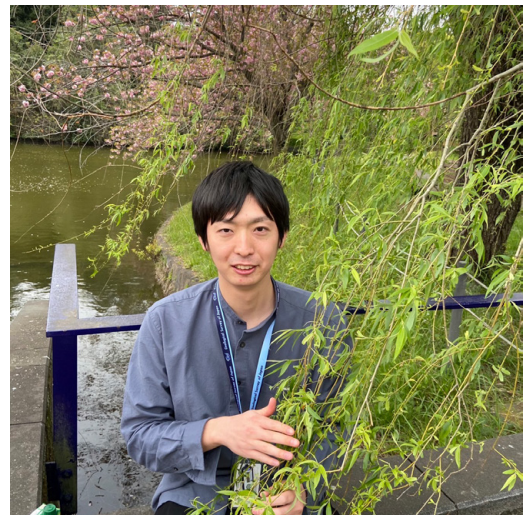
地圏資源環境研究部門 地圏環境評価研究グループ

本年度4月より、修士型研究員として地圏資源環境研究部門の地圏環境評価研究グループに配属されました。小村悠人と申します。高校卒業までつくば市で過ごし、京都大学工学部で学部、修士課程を修了しました。

修士課程では、化石海水という地下水について研究を行ってまいりました。化石海水は、海底で地層が堆積する際に取り込まれた海水を起源とした地下水です。化石海水は、起源である海水から水質や物性が変化している場合が多く、地層中での長期的な圧密や水-岩石反応が影響したのではないかと考えられています。私は、地層の形成過程をモデル化することで、化石海水が海水から性質を変化させた過程の解明について取り組んでまいりました。

今後、産総研では、大学までの研究対象に留まらず、地圏資源環境に関する研究を進めるとともに、生き物などへの興味を活かし、新しい分野の研究にも挑戦したいと思っております。そして、将来的には異分野が融合し

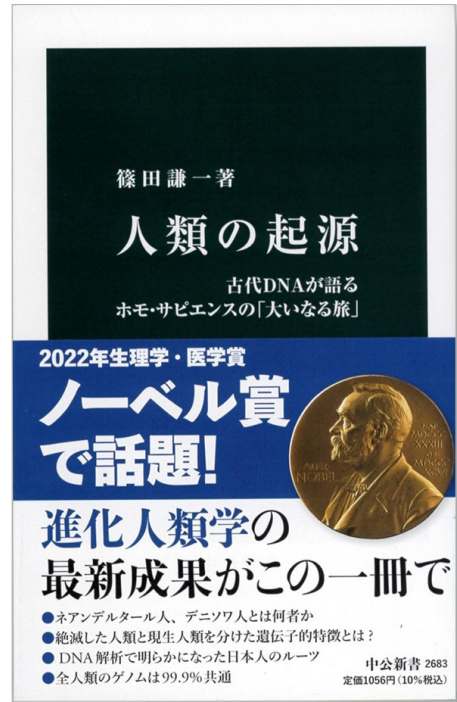
た複雑な社会課題の解決に貢献できればと考えています。至らぬ点多々あると思いますが、皆様どうぞ宜しくお願い致します。



人類の起源 古代DNAが語るホモ・サピエンスの 「大いなる旅」

篠田謙一 [著]

中央公論新社
発売日：2022年2月21日（初版発行）
定価：1056円（税込み）
ISBN：978-4-12-102683-5
11.2 cm x 17.3 cm x 1.4 cm, 並製 294
ページ



読者の多くの方は、高校時代の世界史や地学の授業で人類進化について少しだけ学ばれたと思う。今から約700万年前にチンパンジーとヒト（生物としての人類）が分岐し、現在のホモ・サピエンス（Homo sapiens）へと進化する過程で、アウストラロピテクスなどの化石人類やジャワ原人、北京原人、ネアンデルタール人などのホモ属のイラストが世界地図とあわせて示された人類系統図のことである。特に、現代人へと直接繋がるホモ・サピエンスの誕生については、これまでも諸説があったし、20世紀終盤までは、“地域ごとに生息していた原人がホモ・サピエンスに進化した。”と考える多元地域進化説が広く支持されていた。この当時の人類学（特に形質人類学）分野の研究手法は、遺跡や地層からの古人骨を発掘（発見）し、古人骨の形態の記載と類似性の検討を行い、遺跡や地層から年代の推定を行う等であり、必然的に定性的な議論が多くなりがちであった。そこで当時の人類学者は、霊長類学、考古学、言語学、古生物学、地質学、地理学など多岐にわたる学際分野の知識をフル活用して人類進化の謎に迫ろうと長年にわたって努力して来たのだが、そのゴールは遠かった。

21世紀に入り突如として登場した分子人類学では、古代DNA研究（古代ゲノム解析）の手法を古人骨研究に応用し、これによって生物としてのヒトの進化研究がドラスティックに進展したのである。その背景として、5つの技術革新があげられる。①まず、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の陽性判定で広く知られるようになったPCR（ポリメラーゼ連鎖反応）法が確立し、断片的ではあるが

微量なDNAを増幅して検出できるようになったこと、②その後、DNAシーケンサーの開発が行われたことにより、ミトコンドリアDNAから正確なゲノム（遺伝情報）を迅速に読み取ることが出来るように改善されたこと、③2010年以降の次世代DNAシーケンサーの実用化によって、よりヒトの生物進化の核心に迫れる核DNAデータを読み取ることが出来るようになったこと、④この分野において最も危惧されてきた、現代人のDNAによるコンタミネーションを防ぐ技術が、確立されたこと、⑤2021年には、古人骨が得られない洞窟（遺跡）の土壌や堆積物から、ヒトのDNAが間接的に検出できるようになったこと、などである。但し、この研究手法が確立されてから僅かな時間しか経過していないため、未だ研究途上にあるが、それでも毎週のように世界各地の一流雑誌に従来の定説を覆す研究成果が次々と発表され、我々を驚嘆させ続けている。

この新書は、我が国における分子人類学の第一人者である著者が、近年めざましい発展を遂げている分子人類学の成果に基づいて、おもにホモ・サピエンスの拡散と集団の成立について、日本を加えた世界の地域ごとに丁寧な解説を加えた一般普及書である。本書に網羅されている研究成果は世界規模であり、総ページ数も294ページに達し、このまま大学の教養課程の教科書として使えるほどの充実した内容と思う。著者の篠田謙一さんは博士（医学）であり、佐賀医科大学（現在の佐賀大学医学部）を経て、国立科学博物館に転職され、現在館長の要職を務められておられる。目次は以下の通りである。

はじめに

第1章 人類の登場—ホモ・サピエンス前史

第2章 私たちの「隠れた祖先」—ネアンデルタール人と
デニソワ人

第3章 「人類揺籃の地」アフリカ—初期サピエンス集団
の形成と拡散

第4章 ヨーロッパへの進出—「ユーラシア基層集団」の
東西分岐

第5章 アジア集団の成立—極東への「グレート・ジャー
ニー」

第6章 日本列島集団の起源—本土・琉球列島・北海道

第7章 「新大陸」アメリカへ—人類最後の旅

終章 我々はどこから来たのか、我々は何者か、我々は
どこへ行くのか—古代ゲノム研究の意義

おわりに

参考文献

本書のタイトルは“人類の起源”，サブタイトルは“古代DNAが語るホモ・サピエンスの「大いなる旅」”であり、後者の方が、この新書の内容を明確に示している。本文は全8章からなり、各章の末には関連するテーマに焦点を当てた5つのコラムが付記されている。特に本書の読解に不可欠なDNA・遺伝子・ゲノムなどの専門用語についてはコラム2に丁寧な解説があるので、本文を読む前に一通り読んでおくことをお勧めする。さらに巻末には20ページにおよぶ詳細な参考文献リストが付記されており、読者の関心に応じて原著論文や書籍にアクセスできるように配慮されている。

21世紀に入って、上述した多元地域進化説に代わりアフリカ起源説が主流となった。この学説によれば、ホモ・サピエンスは20万年前に誕生し、6万年前に人類揺籃の地であるアフリカを旅立ち(出アフリカ)、4万5000年前にユーラシア大陸に進出し、その途中で東西に分岐し、さらに枝分かれしつつ拡散した。3万年前にはシベリアに到達、1万5000年前にはベーリング陸橋をわたって北アメリカ大陸に到達し、1万年ほど前に、最後に南アメリカ大陸南端のバタゴニアにたどり着いた、とされる。最新の古代DNA研究の成果はこの学説を大枠で支持するとともに、さらに新しい知見を多数もたらした。即ち、その経路は不可逆的なシンプルなものでは無く、何度も行き来を繰り返す極めて重層的かつ複雑なものであったのである。

第2章に詳しく述べられているように、現在の地球上にはホモ・サピエンスの1属1種のみが生息するが、6～

5万年前の出アフリカ時には、先にアフリカを旅立ち既にユーラシア大陸各地に生息していたネアンデルタール人やデニソワ人などの旧人とは、数10万年にわたって同じ地域に共存していたのである。彼ら3種のホモ属は相互に文化的な交流を行っていたらしく、さらには種を越えて交雑を重ねていたという。その証拠として、我々現代人にはネアンデルタール人やデニソワ人に由来する遺伝子が数%程度も残されているし、彼らから受け継いだ遺伝子の働きによってホモ・サピエンスが寒冷気候や高地へ適応できるようになったと言われている。即ち、ホモ・サピエンスが世界展開する過程において、環境に適応し子孫繁栄に有利に働く他の旧人の遺伝子を取り込み、自らの不利となる遺伝子を排除しながら順次進化を遂げて来たと考えられるのである。

第6章で述べられている日本人(日本列島集団)の起源に関しては、多くの読者が関心を持たれることであろう。これまで我が国では、約4万年前の最終氷期(後期旧石器時代)に東～北東アジア大陸から流入し、その後均一な基層集団を形成していた縄文人に対して、今から約2000年前(弥生時代開始期)に稲作技術を持って渡来した弥生人が流入することで成立したとする二重構造モデルが広く支持されてきた。最近の古代DNA研究の成果によれば、縄文人、弥生人ともに、流入したルートによって異なる遺伝子を持った集団が複数存在していたらしく、日本人のルーツはより多元的であることが解ってきている。また縄文人と弥生人の関係にしても、後者が前者を駆逐したという悲劇的な状況ではなく、むしろ交雑して共存共栄をはかっていたという点が、これまでにはない歴史観であるように思う。

一方、私に縁のある北海道に関しては、これまで長らく、現世のアイヌ人が直系の縄文人の子孫と考えられてきた。北海道の場合、紀元5～10世紀にかけて北部や東部の海岸地域にはオホーツク文化人と呼ばれる北方系の人々が南下して定住していたことが考古学的には知られていた。しかし、突然彼らは北海道の歴史から姿を消してしまったのである。ところが、アイヌ人のDNAを調べてやると、縄文人以外にもオホーツク文化人の遺伝子も確実に受け継いでいることが判明し、彼らもアイヌ人の祖先となっていたのである。北海道のアイヌ人の事例が示すように、狭い日本列島においても地域ごとに異なる集団形成プロセスが複数存在したと考える方がより合理的なようだ。

本書を読んで特に私が感銘を受けたのは、“ヒトの人種や民族での区切りは恣意的なものであり、少なくともゲノ



ム解析の結果から見ると漸移的であり、科学的根拠があまりない。”という最終章にある一節である。世界中各地の現代人は99.9%同じDNAを共有しており、ゲノム解析の視点からは人種や民族ごとの肌、眼、髪の毛の色などの見かけほどの差異は無く、残りの0.1%の違いは、そのヒトの育った環境・地理的要因や歴史的経緯の結果であるという。コラム3の記述にあるように、欧州人の瞳が青く、髪が明るく、肌が白くなったのは、たかだか5,000年ほど前からの話であり、700万年のヒトの進化の歴史から見るとつい最近のことなのだ。

分子人類学もしくは古代DNA研究の成果に関しては、これまでも英語で書かれた普及書は存在していたらしいが、本書のように邦文で本格的に書かれたものは初めてだそうである。もちろん本書が執筆された2021年以降にも様々な事実や新説が続々と発表されてきており、著者も巻末に述べているように、今後も本書の内容を大きく覆してしまうような大発見があるのかもしれないのだ。

ちなみに、本書は、2022年2月の初版12,000部の販

売を皮切りに、9刷の時点で既に69,000部に達していた。その後、2022年10月に、古代DNA研究の創始者であり、ドイツのマックス・プランク進化人類学研究所(Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology)教授で沖縄科学技術大学院大学の客員教授のSvante Pääbo博士が、ノーベル医学・生理学賞を受賞したことによって売れ行きが増え、急遽40,000部を増刷したそうである。

人類進化に関わる古代DNA研究は、夢や浪漫が溢れる研究分野であり、これからも学際を越えてますます発展していくのであろう。ぜひGSJ地質ニュースの読者の皆さまにもこの新書をご購読頂き、分子人類学や古代DNA研究の進展状況を感じ取って頂きたいと思う。なお、私的には、5~10年後くらいにもう一度本書を読み返してみても、2021年以降の研究の新知見を俯瞰できることを楽しみにしている。

(産総研 地質調査総合センター 地質情報基盤センター
／ふじのくに地球環境史ミュージアム 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 小松原純子
委員 竹原孝
児玉信介
戸崎裕貴
草野有紀
宇都宮正志
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 12 巻 第 8 号
令和 5 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 : KOMATSUBARA Junko
Editors : TAKEHARA Takashi
KODAMA Shinsuke
TOSAKI Yuki
KUSANO Yuki
UTSUNOMIYA Masayuki
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. 12 No. 8
August 15, 2023

Geological Survey of Japan, AIST

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

オホーツクスカイタワーから望む紋別市街地，紋別港とオホーツク海

[cover photo](#)



紋別市は、オホーツク海に面した港湾と水産業の街である。2～3月には、北方からの海流に乗って流氷が押し寄せ、一面が白銀の世界に変貌する。また、毎冬流氷が運び入れる栄養塩によって、豊穡な漁場が維持されている。現在の市街地は海岸低地のみならず、MIS5e 海成段丘（標高 15-20 m）上にも立地している。一方、オホーツクスカイタワーを戴く紋別山（標高 334 m）は後期中新世に噴出した玄武岩からなり、その南側には、金銀銅を多産した複数の鉱床が戦前まで稼働していた。当時の街は、ゴールドラッシュで賑わったという。

（写真・文：七山 太 産総研地質調査総合センター 地質情報基盤センター / ふじのくに地球環境史ミュージアム）

Monbetsu City, Monbetsu Port and the Sea of Okhotsk as seen from the Okhotsk Sky Tower, northeastern Hokkaido, Japan. Photo and caption by NANAYAMA Futoshi