

GSJ 地質ニュース

GSJ CHISHITSU NEWS

— 地球をよく知り、地球と共生する —

2016

12

Vol. 5 No.12



12月号

口絵 371-373

平成28年(2016年)鳥取県の中部に発生した地震に関する情報

「第一報」 地質調査総合センター

「第二報」2016年10月26~27日の現地調査概要報告

吾妻 崇・丸山 正

374-376

全く新しい生物的メタン生成反応とコールベッドメタン

眞弓大介

377-381

地質標本館来館者アンケート結果概報(2015年度)

森尻理恵ほか

382-388

地質科学情報コンソーシアム

Geoscience Information Consortium 2016 参加報告

岩男弘毅

389-398

2016年産総研一般公開サイエンスコーナー

「アナログ模型で地質を学ぼう！」

小松原純子ほか

399-401

2016年産総研一般公開チャレンジコーナー

「地面の動くようすを目の前で！」

武田直人ほか

402 新刊紹介「オーストラリアの荒野によみがえる原始生命」

ニュースレター

405 女子大学院生・ポスドクと産総研女性研究者との懇談会
開催報告

Cover Page



Aerial view of Cape Nosappu at the point of Nemuro Peninsular, eastern Hokkaido using an UAV.

(Photograph and caption by Hiroaki TAKEDA, Shigeto INOKUMA and Futoshi NANAYAMA)

UAVによって撮影された根室半島先端の納沙布岬

根室半島は根室層群ノッカマップ層と呼ばれる道東地域では最も古い白亜紀末期の地層からなり、枕状溶岩や貫入岩を頻りに伴うことから、火山に隣接した浅海域の堆積物と考えられている。納沙布岬の灯台付近にはアルカリドレライト質マグマの層状分化岩床が併入し、ここでは多彩な岩石や鉱物が観察できる。現在根室半島は1cm/年の速度で急激に沈降しているが、その一方で中期更新世以降に生じた3面の明瞭な海成段丘が認められ、将来のこの地への巨大地震の襲来を暗示している。写真は無人航空機(UAV:通称ドローン)により撮影。

(写真・文:竹田浩章・猪熊樹人¹, 七山 太^{2/1} 根室市,²産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門)

平成 28 年 (2016 年) 鳥取県の中部に発生した地震に関する情報

「第二報」2016 年 10 月 26～27 日の現地調査概要報告 (2016 年 11 月 1 日)

吾妻 崇¹⁾・丸山 正¹⁾

<https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/tottori2016/tottori20161031.html> より転載

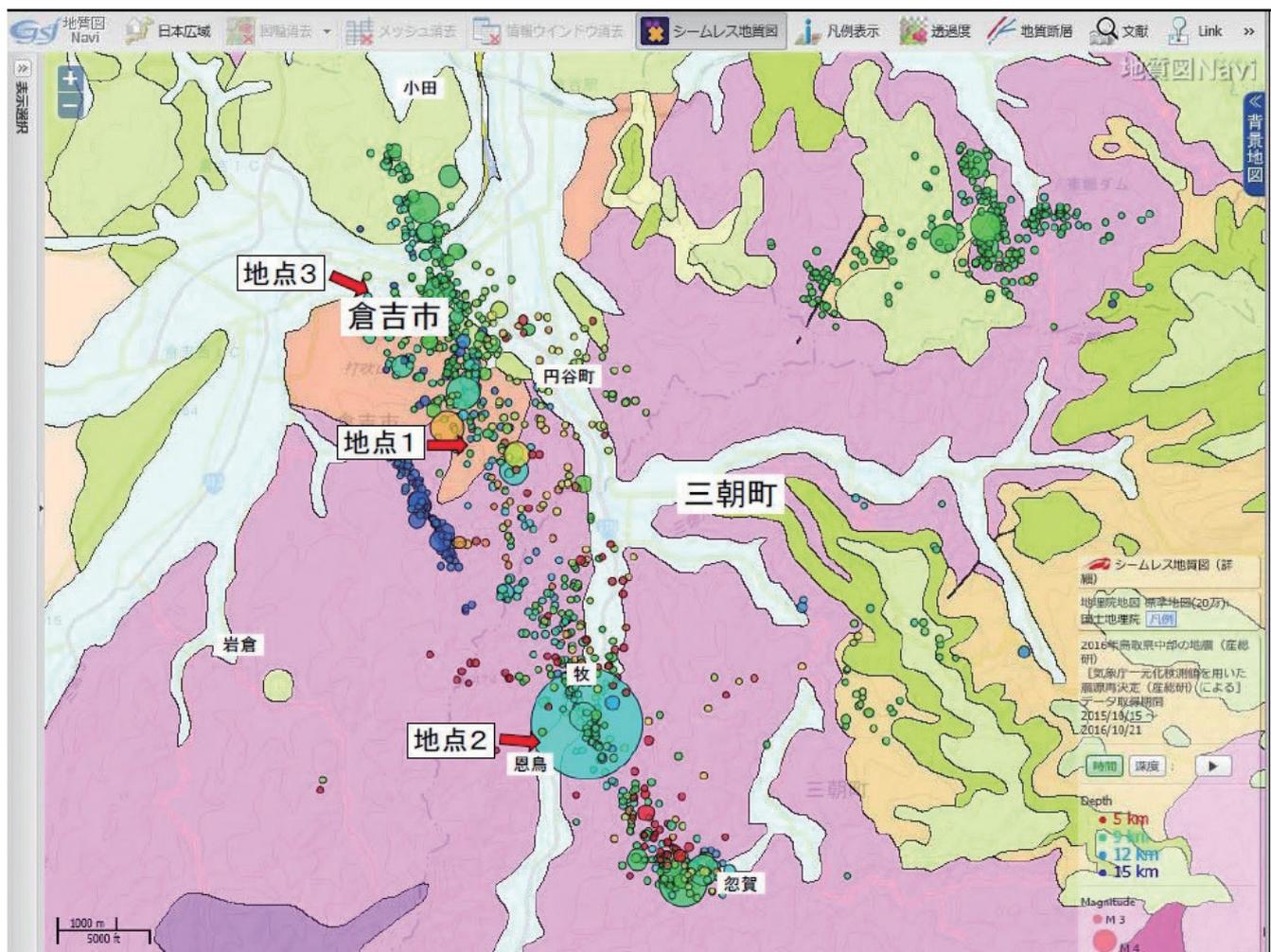
第二報 2016 年 10 月 26～27 日の現地調査概要報告

鳥取県の震源域周辺を中心に現地調査を行いました。現地では明瞭な地表地震断層は確認されませんでした。

2016 年 10 月 21 日の 14 時 07 分に鳥取県中部において、深さ 11 km を震源とするマグニチュード 6.6 の地震

が発生しました。震源メカニズム解と余震の分布状況に基づき、北北西 - 南南東走向の断層面で左横ずれの断層運動が生じたと考えられています。本震の震央は、東伯郡三朝町付近に位置しており、余震分布は倉吉市市街地付近から北北西へ約 2 km、南南東へ約 10 km の範囲に広がっています (第 1 図)。

産業技術総合研究所では、この地震による地表地震断



第 1 図 2016 年鳥取県中部の地震の本震及び余震分布と緊急調査の実施地点位置図。
産総研「地質図 Navi」の画像に調査地点等を加筆。震源分布のデータは、気象庁一元化処理検測値を用いて産総研で再決定したものの。

1) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門

層の出現の有無と被害状況の確認のため、吾妻と丸山の2名が、2016年10月26日と27日の2日間に緊急調査を実施しました。地表地震断層の出現の有無に関しては、余震分布の帯及び国土地理院から公開されているInSAR画像で地殻変動境界にあたるような地域を横切る道路や、それらの直上に位置する集落を対象としました。今回の調査では、地表地震断層の出現は認められませんでした。M6.5～M7.2の地震では、地表地震断層が出現する場合と出

現しない場合がありますが、今回は明瞭な活断層が分布しない地域で発生したM6.6の地震で、地表地震断層が出現しなかったケースであると考えられます。

今回の緊急調査にあたり、鳥取大学の香川敬生教授、広島大学の後藤秀昭准教授、株式会社パスコの小俣雅志氏には、地震発生直後に現地に入られたときの情報を教えて頂きました。以上の方々に御礼を申し上げます。



写真1 余震分布域を横切る測線上(地点1:円谷町-岩倉間の舗装道路)で観察された開口亀裂。斜面下方側が落ちる重力性の亀裂と解釈した。



写真3 本震の震央付近(地点2:恩鳥)で観察された縁石の破壊。左横ずれを伴わず、周辺への延長も認められないため、地表地震断層を示すものではないと判断した。



写真2 本震の震央付近(地点2:恩鳥)で観察された左横ずれもしくは回転による移動を示すコンクリート道路接合部の開口。周辺への延長が認められないため、地表地震断層を示すものではないと判断した。



写真4 倉吉市内の白壁土蔵(地点3)にみられた壁材の崩落。調査範囲内のその他の土蔵では、これほどの被害は認められなかった。

参考情報

- 鳥取県中部の地質情報と震央分布(地質図 Navi) (https://gbank.gsj.jp/geonavi/geonavi.php?lat=35.44570&lon=133.87937&z=12&basemap=Google_Terrain&&layers=&ol=GsjTottoriQuake)
- 鳥取県中部の地震の3次元震源分布(3D PDF) (https://www.gsj.jp/hazards/docs/AIST_Tottori20161031.pdf)
2015年1月から2016年10月までに鳥取県中部地方で発生した地震の震源分布を3D PDFファイルで示します。※ダウンロードしてお使いください。

※いずれのURLも2016年11月18日確認

全く新しい生物的メタン生成反応と コールベッドメタン

眞弓大介¹⁾

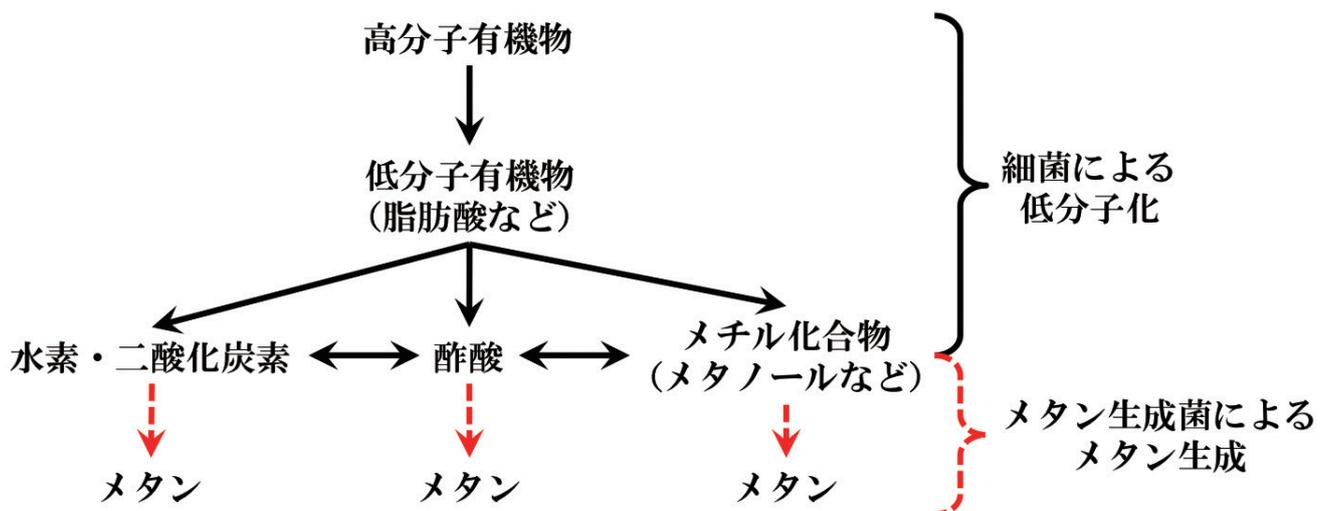
1. はじめに

本誌の読者層を想像するにメタン生成菌という微生物をご存知の方はさほど多くないものと思われる。一方で炭層ガス(コールベッドメタン)は近年、シェールガスと並ぶ非在来型天然ガス資源としての注目度が高いため、本誌の読者層としてはその単語に精通する方のほうが多いだろう。しかし実のところ、コールベッドメタンとメタン生成菌の間には切っても切れない深い関係があり、それはエネルギー資源開発における産業面と地球の物質循環における学術面において今まさに世界的脚光を浴びている。それを象徴する研究成果として、ごく最近、“Science”で取り上げられた研究(Mayumi *et al.*, 2016)をここでご紹介する。

2. 生物的メタン生成

天然ガスの主成分であるメタンの生成起源は、深部地下圏に埋没した堆積有機物の熱分解にともなう生成(熱分解起源)と、堆積有機物および熱分解生成有機物の微生物に

よる生物的分解にともなう生成(微生物起源)に分けられる。コールベッドメタンにも熱分解起源と微生物起源の両方のメタンが存在し、賦存する場所によっては微生物起源のメタンが大部分を占めることがある(Strapoc *et al.*, 2011)。メタンが微生物起源であるならば、メタン生成菌の存在なくしてその生成・蓄積はあり得ない。それがコールベッドメタンとメタン生成菌の切っても切れない関係である。では、微生物起源のコールベッドメタンはメタン生成菌単独によって作られるのかということ、そうではない。一般的認識として、石炭中の有機物がまず様々な複数種の細菌(バクテリア)によって分解・低分子化されたのち、それによって生成した水素・二酸化炭素や酢酸、メタノールがメタン生成菌によってメタンに変換される(第1図)。このような生物的メタン生成機構は水田や湖沼などの地上環境、油田やガス田などの地下環境、牛や人などの生体内環境においてさえも当てはまる普遍的共通事項である。すなわち、メタン生成菌はこれらの3大主要基質の供給を有機物分解を担う細菌に依存しているため、基本的には環境中で独立して生育することはできない。



第1図 生物的メタン生成機構。黒実線は複数種の細菌による有機物の分解・低分子化反応を示す。赤点線は各種メタン生成菌による3大主要基質からのメタン生成反応を示す。これらの細菌とメタン生成菌の間には熱力学的に制約された共生関係が成立している。

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：石炭・コールベッドメタン・メタン生成菌

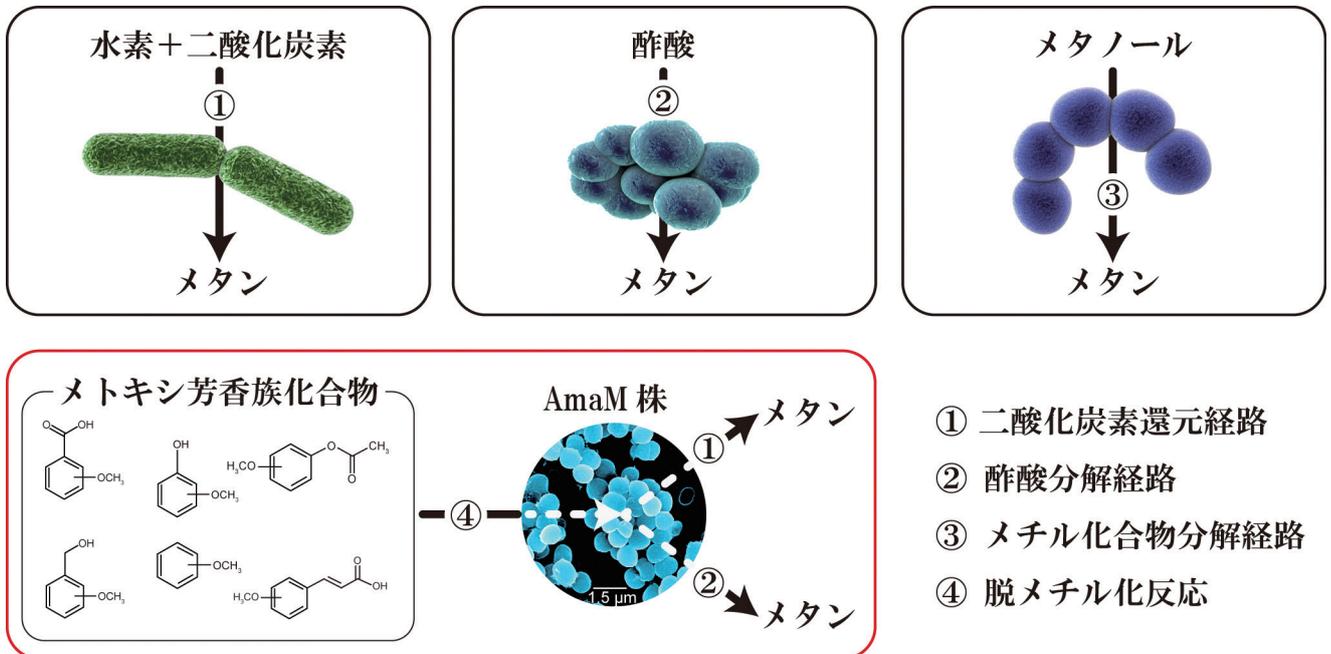
3. 第4のメタン生成基質

上記のように、これまでに発見された150種以上のメタン生成菌の全ては、水素・二酸化炭素や酢酸、メタノールなどのメチル化合物といった極めてシンプルな化合物からしかメタンを作ることはできない(第2図)。それがメタン生成菌の研究が始まって以来の半世紀以上の間、認識され続けてきた常識である。しかし、筆者らは地下環境から獲得したある種のメタン生成菌が比較的炭素数の多いメトキシ芳香族化合物をメタン生成の基質として利用し、そのメトキシ基(-OCH₃)から直接メタンを生成できることを発見した(Mayumi *et al.*, 2016)(第2図)。これまでにメトキシ芳香族化合物を利用する微生物としては、メトキシ基から酢酸を生成する酢酸生成菌が知られている(Ragsdale and Pierce, 2008)。したがって、メトキシ芳香族化合物を出発物質としたメタン生成機構は、酢酸生成菌によるメトキシ基からの酢酸生成とメタン生成菌による酢酸からのメタン生成といった2種類以上の微生物が関与する連鎖反応であると考えられていた。しかし、筆者らが発見したメタン生成菌は少なくとも30種類を超えるメトキシ芳香族化合物を酢酸生成菌の存在なしで利用し、単独でメトキシ基から酢酸を介して(推定)、メタンを生成す

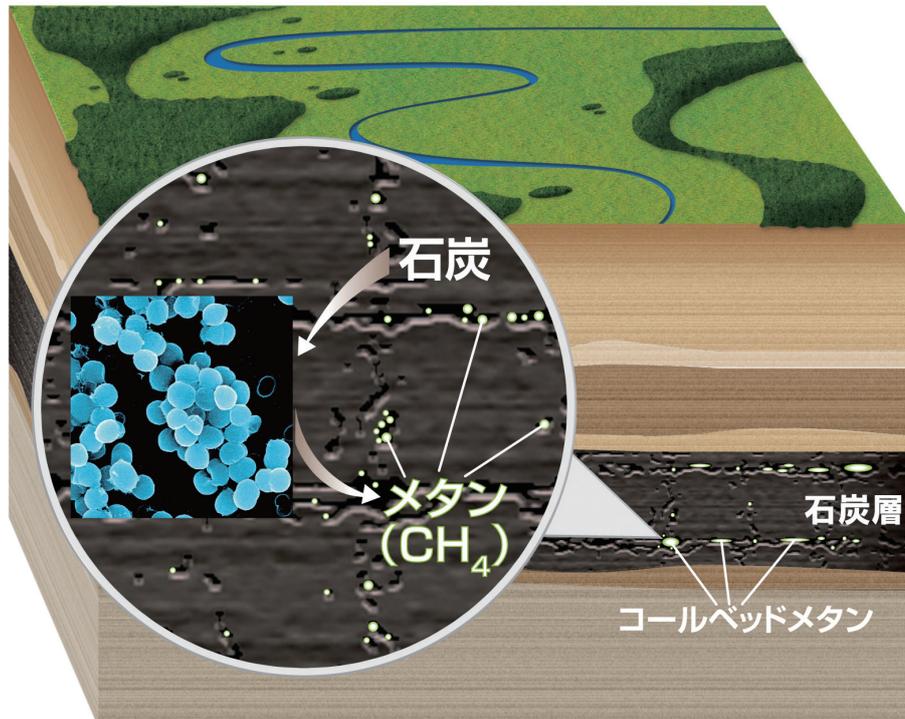
る。極度に限られた基質しか利用できずその供給も他生物に依存するしかない、生物としてあまりに脆弱なメタン生成菌が系統的に大きく離れた酢酸生成菌と同様の代謝機能(推定)を用いて、多様なメトキシ芳香族化合物を基質として独立的に生育できることは、これまで長期にわたって広く認識されてきたメタン生成菌の生化学的・生態学的常識を根底から覆す発見である。

4. メトキシ芳香族化合物とコールベッドメタン

今回発見したメトキシ芳香族化合物を利用するメタン生成菌はコールベッドメタンの形成メカニズムを理解する上で極めて重要な知見となるだろう。これまで、コールベッドメタンの中に微生物起源のメタンが存在することは同位体分析に基づいた地球化学的な研究によって明らかになっていたが、石炭中のどのような有機物が、どのような微生物によって最終的にメタンに変換されるかは全く不明であった。石炭は元々高等植物の木質部に含まれるリグニンが地下に埋没していく過程で地熱作用により熱化学的変性(熟成)を受けて形成される超巨大分子有機物である。したがって、石炭中にはその熟成度に応じてリグニンを構成するメトキシ芳香族化合物が含まれている



第2図 既知のメタン生成反応(上段)とメトキシ芳香族化合物からのメタン生成反応(下段)。それぞれの数字はメタン生成の基質に対応するメタン生成代謝経路を示す。今回発見したメタン生成菌(AmaM株)はメトキシ芳香族化合物のメトキシ基を脱メチル化して酢酸(正確にはアセチルCoA)を生成し、二酸化炭素還元経路と酢酸分解経路の2種類のメタン生成経路を介してメタンを生成する。このようなメタン生成機構はこれまで酢酸生成菌とメタン生成菌の共生条件でのみ起こると考えられていた。



第3図 石炭層におけるコールベッドメタンの形成メカニズム。

今回発見したメタン生成菌は、植物遺体中のリグニンが熟成されて石炭化する過程で、堆積有機物中に含まれるメトキシ芳香族化合物からメタンを生成することでコールベッドメタンの形成に寄与していることが示唆された。

(Vandenbroucke and Largeau, 2007). すなわち、石炭中のメトキシ芳香族化合物は今回発見されたメタン生成菌によってメタンに変換され得る有機物であり、コールベッドメタンの重要なソースであると推定される。実際に筆者らは、今回発見したメタン生成菌を熟成度の異なる石炭と共に培養することで、石炭中に含まれるメトキシ芳香族化合物からのメタン生成反応を観察した (Mayumi *et al.*, 2016). そしてそのメタン生成量は熟成度が低い褐炭で最も多く、このことは特に熟成初期段階において石炭中のメトキシ芳香族化合物から生成されるメタンがコールベッドメタンとして炭層に内包されることを示唆している (第3図).

5. 今後の研究展開

メトキシ芳香族化合物は植物遺体中のリグニン構成分子として陸域由来の堆積有機物中に広く存在するため、そのメタン生成反応はコールベッドメタンのみならず様々な微生物起源の天然ガス資源の形成に寄与している可能性がある。その分布や量的貢献度はいまだ未知数ではあるが、今回の発見を契機にこれまで見落とされてきたメトキシ芳香族化合物のメタン生成に関連する地下圏のメタン生成微生物

物生態研究の飛躍的な発展が期待される。

文 献

- Mayumi, D., Mochimaru, H., Tamaki, H., Yamamoto, K., Yoshioka, H., Suzuki, Y., Kamagata, Y. and Sakata, S. (2016) Methane production from coal by a single methanogen. *Science*, 354, 222–225.
- Ragsdale, S. W. and Pierce, E. (2008) Acetogenesis and the Wood-Ljungdahl pathway of CO₂ fixation. *Biochim. Biophys. Acta.*, 1784, 1873–1898.
- Strapoc, D., Mastalerz, M., Dawson, K., Macalady, J., Callaghan, A. V., Wawrik, B., Turich, C. and Ashby, M. (2011) Biogeochemistry of microbial coal-bed methane. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 39, 617–656.
- Vandenbroucke, M. and Largeau, C. (2007) Kerogen origin, evolution and structure, *Organic Geochemistry*, 38, 719–833.

MAYUMI Daisuke (2016) A novel process of biogenic methane production involved in the formation of coal-bed methane.

(受付:2016年11月21日)

地質標本館来館者アンケート結果概報 (2015 年度)

森尻理恵¹⁾・朝川暢子¹⁾・下川浩一¹⁾・奥山康子²⁾・佐藤隆司¹⁾・
高橋 誠¹⁾・酒井 彰¹⁾・須藤 茂³⁾・利光誠一¹⁾・菅家亜希子¹⁾・
吉田清香⁴⁾・中山 淳¹⁾・常木俊宏¹⁾・小賀野功⁵⁾

1. はじめに

地質標本館では、個人のお客様に、また、団体のお客様の場合にはその代表の方に記帳していただき、来館者数を数えています。この際に、来館者の声をお聞きするために、2005年4月からアンケートへのご回答をお願いしています(吉田, 2006)。アンケートは匿名で、いくつかの質問にお答えいただく部分と自由にお書きいただく部分があります。このアンケートを通じて多くの貴重なご意見をお寄せいただいたことに厚くお礼申し上げます。

アンケートは朝川によって整理されており、2015年夏展までの分はGSJ技術資料集 No.5 (https://www.gsj.jp/data/comprep/GSJ_ComRep_05_2016.pdf; 2016年4月19日確認)として公表されました。また、一般向けの資料として、2007年から2014年までのデータを、森尻ほか(2015)が報告しました。本稿では森尻ほか(2015)に引き続き、2015年度分のデータとご意見・ご要望への対応について報告します。

2. アンケートの回答より

2015年度のアンケートは展示ごとに5期に分けて分析しました(第1表)。まず、来館者数の月別変化を第1図

～第3図に示します。第1図は個人/団体別、第2図は地域別、第3図は職域別になっています。来館者は7月8月の夏休み期間が多く、しかもこの期間の来館者はつくば市内からが多くなっています。職域別では家族連れ、小学生が多くなっています。

アンケートの回収数や回答者の年齢構成に偏りがあるのは、団体のお客様の場合は代表の方にアンケートをお渡ししていますので、例えば、小学生の団体でもお答えいただくのは引率の先生です。つまり回答者として、先生の世代がカウントされることになっています。

2.1. 問1 あなたの年齢・性別は?

世代別の回答者数(第4図)を見ると、特にジオパーク展で40代の回答者数が多くなっています。これについては、夏休み期間でもあり、小さい子供を連れて来館した際に、アンケートに答えてくださった保護者の方に40代が多かったのだろうと考えています。

2.2. 問2 どこから来ましたか?

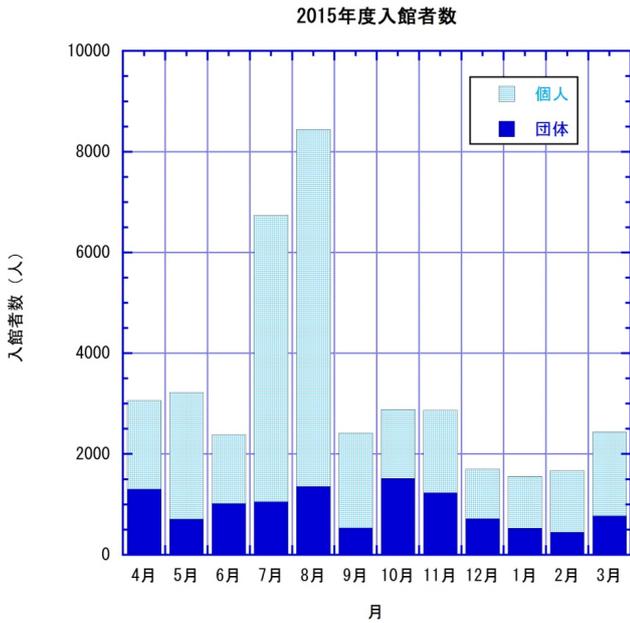
つくば市内、茨城県内つくば市外、茨城県外、無回答の4つに分類しています。来館者全体については第2図に示すとおりですが、アンケートの回答者も似たような傾向になります(第5図)。ジオパーク展につくば市内の方が多

第1表 2015年度の特別展一覧

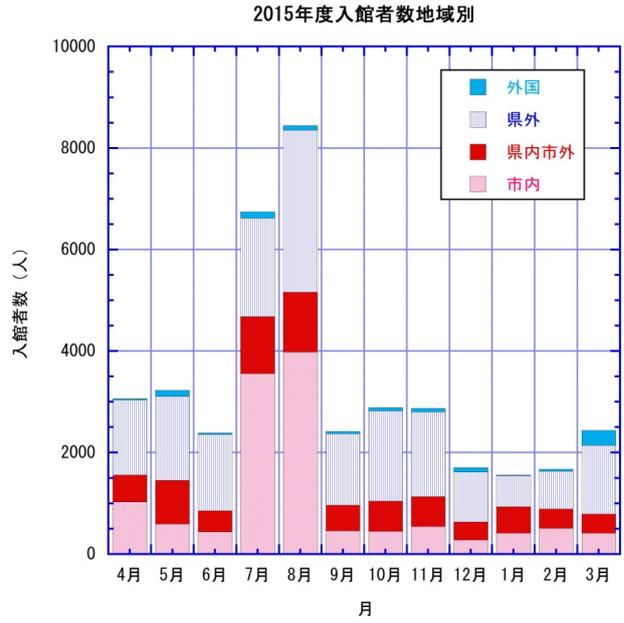
展示時期	特別展タイトル
4月14日～7月12日	火山巡回展 伊豆大島
7月14日～9月27日	ジオパークで見る日本の地質
9月29日～10月15日	常設展
10月15日～11月30日	臨時展示 地質模型
12月1日～3月21日	地質情報展ながの 再展示

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報基盤センター
2) 産総研 地質調査総合センター地圏資源環境研究部門(元 地質情報基盤センター)
3) 元 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 第三事業所研究業務推進室(元 地質調査総合センター地質情報基盤センター)
5) 産総研 中部センター研究業務推進部(元 地質調査総合センター地質情報基盤センター)

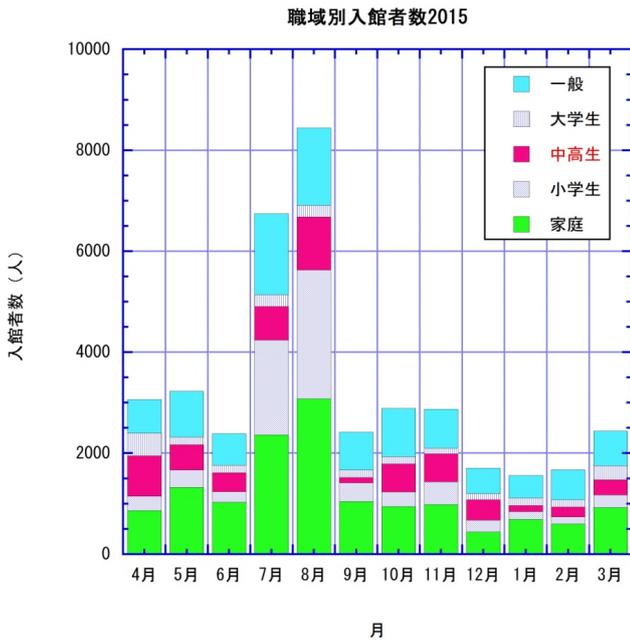
キーワード: 地質標本館, 来館者アンケート, 2015年度結果



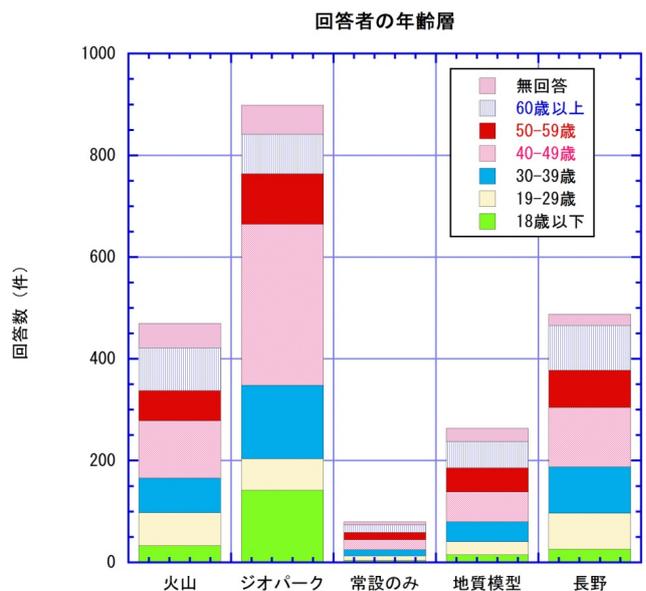
第1図 2015年度の来館者総数（受付調査）



第2図 2015年度の来館者数地域別（受付調査）



第3図 2015年度の来館者数職域別（受付調査）



第4図 2015年度のアンケート回答数（世代別）

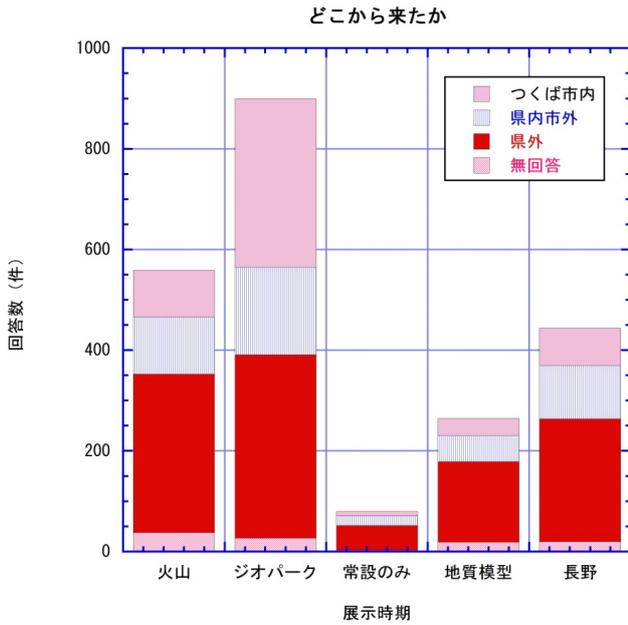
く来てくださったのは「つくばちびっ子博士」のスタンプラリーと時期が重なったからでしょう。

2.3. 問3 地質標本館に来た目的は？

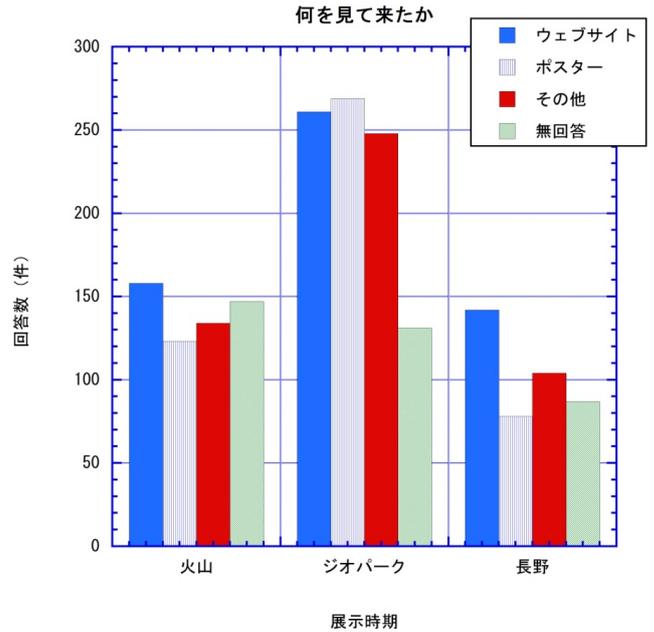
これは常設展示、特別展示、その他でお聞きしています（第6図）。夏休みなど季節によっても違います。「つくばちびっ子博士のスタンプを押しに来た」という回答は夏休みに多くなります。「ツアーの一環」という回答も多いです。

2.4. 問4 特別展示は何で知りましたか？

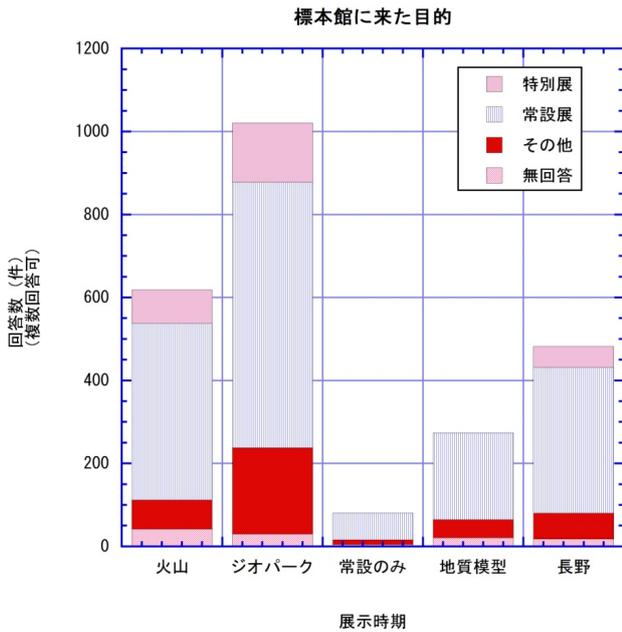
特別展の広告は、主として地質標本館ウェブサイトで行っています。ポスターは地質標本館の大型プリンターでプリントして、つくばエキスポセンターなどに掲示していただいただけとなっています。学校などにはチラシをお配りしています。回答を見ると、ポスターや掲示を見て地質標本館へ来てくださる方々の割合は高いと言えます（第7図）。



第5図 2015年度のアンケート回答数（地域別）



第7図 2015年度のアンケート回答数（特別展は何で知ったか）



第6図 2015年度のアンケート回答数（地質標本館に来た目的）

2.5. 問5 特別展をご覧になってどのように思いましたか？

これは単純に、面白かったか面白くなかったかでお聞きしています。概ね、面白かったと答えていただきました。

2.6. 問6 今後どのような特別展を見たいですか？

こちらは自由回答となっています。複数回答をいただいている場合もあります。キーワードで集約した結果を第8

図に示します。技術資料集になって分類をしていますが、鉱物と岩石、化石と恐竜は混同しているものも見られます。そこで、大体の傾向を見ると、最も希望が多かったものは、2015年度も化石・恐竜と宝石・鉱物でした。しかし地震・活断層・津波・火山・防災にあてはまるものも増えています。アンケートに大人の方の回答が増えたこともあるかと思いますが、地震や火山の噴火など大きな自然災害があると人々の関心が集まるのでしょう。

2.7. 問7 ご意見、ご要望

展示についていろいろな御要望をお寄せいただきありがとうございます。地質標本館に課せられた役割と照らし合わせて今後の参考にさせていただきます。その中で、子供向けの展示を増やしてほしいというご意見を多く頂戴しています。「子供向け」の子供がどのくらいの年齢をターゲットにすれば良いのかは、多くの博物館が頭を悩ましているところだと思います。

地質標本館は研究成果の普及も大きな目的の一つにしておりますので専門家の来館者も多く、アミューズメント施設を目指しているわけではありません。このため今のところ、小学校高学年以上であれば一通り楽しめるレベルを心がけています。それより小さなお子さんは保護者の方のサポートをぜひお願いしたいと思います。また、体験型展示を希望する声もありました。原則として展示標本は触ってはいけないものですが、中には触れても良いものもあります。そこで触れられる化石には「さわっていいよ」という



第8図 今後どのような特別展が見たいですか（キーワードで集約，複数回答あり）縦軸はキーワード，横軸は回答数。

札をつけています(第9図)。この札のある標本にはぜひ触れてみてください。

また，駐車場が少ない，交通が不便，休憩場所がほしい，ミュージアムショップを充実させてほしい，といったご要望も数多くありました。これらは，地質標本館だけではどうにもならない部分もありますが，関係部署とも連携して少しずつ改善されていくよう努力しているところです。例えばアンケートの声を受けて，産総研の制約の範囲内で新しいオリジナルグッズを考案し，有料頒布を行っています(第10図)。実物の標本を売ってほしいという声もアンケートに書かれることがありますが，地質標本館では標本の販売はしておりません。



第9図 触れる標本であることを知らせるマーク（キャラクターデザイン河村幸男，レイアウト菅家亜希子）



第10図 新しいミュージアムグッズを紹介したポスター（デザイン都井美穂）

3. 最後に

地質調査総合センターでは「地球をよく知り，地球と共生する」を理念として研究活動を行っています。その中で地質標本館は，一般への窓口として，広報・普及活動の一端を担っています。なお，地質標本館の膨大な数にのぼる標本は地質情報基盤センターのアーカイブ室が管理しています。標本は研究試料でもあり，地質標本館は，一般の方々がイメージされている展示館とは性格が異なる組織と

なっています。ただ、本物を見ていただきたい、地球のことを知っていただきたい、という地質調査総合センターからのメッセージを込めた展示を目指しているつもりです。

ごくごく一部ですが標本や模型、解説を通じて地球科学に触れる場として地質標本館が機能していけるよう、限られた環境の中でとなりますが、今後とも努力してまいります。つくばは多くの研究所が集まっている都市ですから、いろいろな場所を見学できる利点を生かして、ぜひ地質にも興味を持っていただき、地質標本館に足を運んでいただきたく思います。

アンケートは引き続き行ってまいりますので、御来館の折にはどうぞ協力お願いいたします。

謝辞：アンケートの集計には地質情報基盤センターの佐脇次長にもご協力いただきました。謝意を表します。

文 献

- 森尻理恵・吉田清香・朝川暢子・下川浩一・奥山康子・佐藤隆司・高橋 誠・酒井 彰・須藤 茂・利光誠一（2015）地質標本館来館者アンケート結果概報（2007-2014）。GSJ地質ニュース, 4, 346-352.
- 吉田朋弘（2006）平成17年度地質標本館来館者アンケート報告。地質ニュース, no. 620, 61-63.

参照ウェブサイト

- 産総研地質調査総合センター, GSJ技術資料集 No.5, AIST15-G00002-5 <https://www.gsj.jp/publications/compreg/index.html>（2016年4月19日確認）

MORIJIRI Rie, ASAKAWA Nobuko, SHIMOKAWA Koichi, OKUYAMA Yasuko, SATOH Takashi, TAKAHASHI Makoto, SAKAI Akira, SUTO Shigeru, TOSHIMITSU Seiichi, KANKE Akiko, YOSHIDA Sayaka, NAKAYAMA Atsushi, TSUNEKI Toshihiro and OGANO Isao (2016) Results of the questionnaires for the visitors of the Geological Museum in FY 2015.

（受付：2016年5月12日）

地質科学情報コンソーシアム Geoscience Information Consortium 2016 参加報告

岩男弘毅¹⁾

1. Geoscience Information Consortium

地質科学情報コンソーシアム (Geoscience Information Consortium : GIC) は、各国の地質調査機関のうち、特に地質科学情報の発信や管理の担当者が情報交換を行うための組織です。現在欧州を中心に 29 か国 30 の地質科学関連機関 (ドイツから 2 機関) が加盟しています⁽¹⁾。GIC の主要な活動の一つが、年に一度、関係者が一堂に会し情報交換を行う会議です。地質科学情報に係る国際標準といった技術的なテーマだけでなく、データポリシーの在り方、データ配信センターとしての戦略の在り方といった政策的な取り組みについて情報共有を行います。第一回は 1986 年にアメリカで開催され、地質調査総合センター (GSJ : Geological Survey of Japan) も 2009 年につくばで第 24 回大会を主催しています⁽²⁾。今回は第 31 回で、アイルランド地質調査所 (GSI : Geological Survey of Ireland) の主催で 2016 年 5 月 23 日から 27 日にかけて開催されました。昨年度のドイツ BGR での第 30 回記念会合に引き続き、今回も GIC の年會合に参加する機会がありましたのでその報告を行います (第 1 図)。なお、この会議は、現在、デンマーク及びグリーンランド地質調査所の Jørgen Tulstrup 氏が議長を務めています (第 2 図)。

2. シリコン・ドックスとアイルランド (アイルランド地質調査所近辺)

今回の会議はアイルランド地質調査所近くのホテルで開催されました。首都ダブリンの中心部から郊外行の鉄道で 10 分程度、海沿いの「グランド・カナル・ドック」と呼ばれる地区です。この場所は一昔前まで失業者が多く集まるやや危険な場所だったそうです。しかし、今では別名「シリコン・ドックス」と呼ばれるしゃれた港湾地区になっています (第 3 図)。名前の由来は、Google 社や Facebook 社をはじめとする IT 企業の欧州本部が多数集結していることにちなんでいるそうです。アイルランドは法人税を安く抑えることで、これら IT 企業の誘致に成功しました⁽³⁾。英語が公用語の一つだったことも誘致成功の一因のようですが、IT 系企業が集積することで若者の人口も増え、IT 技術の進んだ地域として良い意味で変貌を遂げることができたようです。今回、市内を散策する機会はほとんどありませんでしたが、到着した日曜の夕方、付近を一回りしてみたところ、企業ごとに建物の感じが違う印象を受けました。歩いて 2-3 分のところに Google 社がありました (第 4 図)。写真の通り一見して「Google」とわかるような入り口です。その一方で、Facebook 社の方は表に会社名



第 1 図 会議風景。

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：地質情報、国際会議、報告、3D、クラウド、オープンソース



第 2 図 Tulstrup 議長.



第 5 図 Facebook 社玄関前.



第 3 図 グランド・カナル・ドック.



第 4 図 Google 欧州本部玄関前.

を見つけることができませんでした(第 5 図). 唯一, 正面玄関受付の後ろに Facebook と小さく記載されたプレートがありました. 日曜の夕方はどちらも閑散としていましたが, 平日には IT 企業のスタッフと思われるような, ID バッジを首から提げた比較的若い人が多くいたように感じます. このような最先端 IT 企業が高層ビルであるのに対し, すぐそばのアイルランド地質調査所は古い塙に囲まれた労働関係委員会や労働者歴史博物館などと同じ敷地にあります(第 6 図). GSI の建物そのものは歴史建造物というより普通のビルのようなでしたが(第 7 図), 歴史ある組織, 企業文化の異なる最新の IT 企業が一家所に集まることで多様性が生まれ, 街の活性化につながっているように感じました.

現在, 欧州はイギリスの EU 離脱の是非で揺れています(この報告は 6 月 21 日に作成). 会議では直接その話題に触れることはありませんでしたが, アイルランドは不思議な国で GSI の方が曰く“イギリス同様に EU 加盟国であり, 「英語」を公用語(の一つ)とする国なのだけれど, シェンゲン協定(ヨーロッパの国家間において国境検査なしで国境を越えることを許可する協定)には加盟していない. 電源ソケットは, イギリスと同じで BF タイプを採用している(第 8 図)が EU 圏で採用しているのはイギリスとアイルランドだけ. それなのに電圧は微妙に異なる(イギリスは 240V, アイルランドは 220V). アイルランドはユーロを通貨として採用しているがイギリスはポンドのまま.”このような地域だからこそ, 多様性を受け入れ, 受け入れるための相互互換性(Interoperability)技術の進歩があったのかもしれない.



第6図 GSIを取り囲む塀と正門.



第7図 GSI 正面玄関入り口.



第8図 BF タイプ変換プラグ.

3. 会議概要

閑話休題. 今回は, 5大陸から約30名のGSJの地質情報基盤センター長に相当するクラスの方と技術担当が主なメンバーとして参加しました. 主要議論になったのは, 世界の潮流としてのオープンデータへの対応, 3次元データの取り扱い, 標準化, データ管理のためのクラウドの利用といった, 政策面, 技術面の両面です. 特に欧州では INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) 指令に基づき, データの整備, 公開が義務付けられているため, 各機関その対応に追われています.

3.1 会議初日 アイルランド地質調査所の活動報告

初日は, 主催であるアイルランド地質調査所の活動紹介で, 主に3つの活動の報告がありました. 1点目は海洋地質調査に関するもので INFOMAR⁽⁴⁾: Integrated Mapping for the Sustainable Development of Ireland's Marine Resource プロジェクトについてです. 第1期が終了し, 現在は2016-2026年を目標期間にした第2期を進行中とのこと. 島国であるアイルランドは, 海洋で他の欧州各国と面しているので, 大陸棚延伸に相当するような海底地質調査の取り組みを重要課題の一つと位置づけ取り組んでいる旨の紹介がありました. 海底地質だけでなく, 航空機グリーンレーザや小型船舶などを用いた海底地形整備も行っているようです. さらに, 利用分野として, 洋上風力発電や, 漁場, マリンツーリズムといった利用に向けた取り組みの紹介もありました. 2点目が, Tellus⁽⁵⁾というプログラムの紹介です. このプロジェクト名は, 古代ローマ時代の「母なる地球の神 Tellus」の名を由来としています. 先ほどの話が海洋であったのに対し, こちらは陸域を主な対象としたプロジェクトで, 基盤岩, 土壌, 堆積物, 水, あるいは地球物理, 地球化学を対象としたGSIの活動の総称のようです. 単なるデータ整備にとどまらず, 健康リスク(ラドン)のマッピング等の利用研究の紹介がありました. 詳細は Tellus⁽⁵⁾のウェブサイトをご確認ください. 3点目がGSIにおける空間データの管理・配信に関する取り組みについてです. 基盤岩(100k, 500k, 1M, 3D), 第四紀(地形情報を含む), 鉱物, 地下水, 地質災害, ボーリングデータ等の地盤工学, 地球物理/化学(Tellusと連動), 地質学的遺跡, ジオツーリズム, 海洋(INFOMARと連動), 地熱を対象とするデータタイプとしています.

GSI 所内では, ESRI ArcGIS online を採用しつつ, プロジェクトビューアーとして Adobe Flex, 一般向けにはイ

インターネット経由でのデータビューアーも提供しています⁽⁶⁾。彼らは、一般向けにできるだけ統一したインターフェースで公開するという方針とのことで、タブを切り替える程度で、様々なデータを類似のインターフェースで可視化可能としています。インターフェースの共通化という試みは、今後配信サービスを強化していく上での参考になると思われます。

3.2 会議二日目 各国からの報告

事前に提出したナショナルレポートと、報告用のパワーポイントのフォーマットを基に、各国からの報告を国名のアルファベット順で行います。今年は久しぶりにオーストラリア (Australia) からの参加があったので、オーストリア (Austria) が 2 番目の発表となりました。パワーポイントでは 1. この一年で何を達成したか、2. 現在どのような問題に直面しているか、3. 今後の計画の 3 点を要点として 29 か国の報告とリージョナル活動報告がありました。日本からは、熊本地震などへの対応と SNS 解析を用いた反響のモニタリング、シームレス地質図のアクセスが 100 万回を突破、あるいは市場調査実施⁽⁷⁾、地質情報の探し方⁽⁸⁾ (データベースブローチャーの発行) を主な成果として紹介しました (ASTER-VA データの無償公開⁽⁹⁾ は最終日に個別トピックとして紹介)。課題としては国のオープンデータ政策の転換への対応がさらに必要であること、多言語化 (ブローチャーを含め日本語のみの情報が多いこと)、商用サービス依存問題といった課題、将来 (進行中の) 計画として LOD : Linked Open Data への対応、データ管理システム (カタログサービス) の導入などを紹介しました (第 9 図)。SNS 解析に関する取り組みは、高く評価され非常に評判が良かったです。他国の発表を聞いて興味深かったのは、ウェブサービスの数の数え方で、GSJ のシームレス地質図のように、一か所から一度に来るアクセスを 1 つとしてカウントするところは皆無で、どの国も 1 タイルへのアクセスを 1 カウントとして報告していました。数は大きく見せようというのが主流なのかもしれません。いずれにせよ、同じ指標で継続してみていく必要はあると思います。

多くの国が課題として挙げていたのが、商用ソフトからの脱却をどうするか、INSPIRE 等のルールへの対応、各国のオープンデータへの対応といった政策的な話、データ配信の標準化への対応といった技術的な課題についてです。Windows10 へのアップデートも問題にはなっていましたが、それ以上に GSJ ではあまり聞かない Silverlight (Microsoft 社が開発・提供している Web ブラウザの拡張



第 9 図 ナショナルレポート報告中の筆者。

機能) のサポート廃止が配信にもたらす影響 (乗換をどうするか) への懸念が多数ありました。INSPIRE については、オープンソース活用を推進する方針のようで、商用サポートが得られないことへの不安もあがっていました。商用サービス、OS に依存した開発を行っている場合に、自分たちの予算面といった内部要因だけでなく、商用サービスの廃止といった予測不能な外部要因でサービス維持が困難になる恐れが生じることを改めて認識しました。このような背景もあり、オープンソース GIS を利用することに対して積極的な国がある一方で、ネガティブにとらえる国もまだ多くありました。アイルランドも含め、そういった国は、大手 GIS 企業から派遣されたスタッフが所内システムの構築に携わっている国です。商用ソフトウェアは専門スタッフがセキュリティ対応を行っているのに対し、オープンソースはボランティアが対応するので迅速な対応が期待できない、あるいは、オープンソースを使うことで何らかの問題が生じた場合にだれが責任を取るのかというのが彼らの主張でした。個人的見解としては、技術的にはより多くの人の目にさらされるオープンソースのほうがバグ修正も早いだろうし、責任という点でも、派遣職員が責任を取るわけでもないとは感じます。そういった主張をしている国の技術者自身も、商用ソフトを脱却したいのだけど基幹システムに組み込まれているのでなかなか抜け出せないのが実態だとは話していました。このほか、多くの国が関

心を持っていたのが、スイス地質調査所がまとめたデータ戦略についての報告です。市場調査に基づくSWOT分析、今後の戦略を纏めたものであり、是非共有したいとの各国の要望により、別途その資料を後日展開していただきました。ただし、ドイツ語で纏めたものしかないとのことで（多言語化未対応は日本だけの問題ではなく、欧州各国でも指摘されていました）、現在内容を確認中です。別の機会に紹介できればと思います。

3.3 会議三日目 各国の特段の取り組みの紹介

この日は、各国の特段の取り組みについて紹介がありました。特にこの中で驚いたのが、スロバキアのデジタルアーカイブについての紹介です。欧州におけるサイエンスデータポリシーの転換に伴い、全著作物をデジタルスキャンし、インターネット経由でアクセス（登録制）できるように整備中とのこと。たしかに、後日調べてみたところ、「All European scientific articles to be freely accessible by 2020」という記事を見つけました⁽¹⁰⁾。図書館に来れば登録者は本を特定の期間借りることができる。図書館に物理的に来ると、図書館のウェブサイトインターネット経由でアクセスして、必要な資料を申請して入手することは基本的には同じであるとの説明でした。このような取り組みが欧州で加速すると、いずれ世界中にも波及してくるかもしれません。

3.4 最終日 その1 地質図の3次元化

この日の主要議題の一つが地質図の3次元化への対応についての各国の取り組みの紹介です。プログラムを決めるにあたり、各国から特段の取り組みを募集したところ5か国から3次元をキーワードにしたエントリーがあったとのことで、最終日に集中して3次元化に関するプレゼンがありました。

最初はTulstrup議長が行っている統一モデリング言語(UML: Unified Modeling Language)を用いた地質図の3次元モデリングに関する取り組みです。まずは、3次元地質をどう統一言語で記述するかというところからスタートしました。デンマークでは概念モデルの構築だけでなく、GeoScene3Dというモデル・可視化ツールの開発も進んでいるようです⁽¹¹⁾。2件目はスウェーデンからで“National framework for 3D geodata in Sweden”というタイトルからもわかるように、国の施策として、地質データを含む3Dデータ整備に取り組んでいます。テストサイトを設け、Swedish Land Survey, Swedish Maritime Administration, Geological Survey of Sweden, Swedish Transport

Administration, Linköping Municipalityが協力して3次元データの一元的な整備に取り組んでいる旨の紹介がありました。最新の写真測量やレーザ測位技術を用いた3次元データの整備が計画されているようです。3件目のオーストラリアからの取り組みの紹介では、Cesium (Apache 2.0 ライセンスの下、オープンソースとして作成された3D地図作成ライブラリ)ベースでの3D visualization tool構築の紹介がありました。これは、発表機関であるGeoscience Australiaの直接的な取り組みではなく、NICTA (National ICT Australia)、国立ICTオーストラリアが、国の3次元データを整備する一環で地理空間情報の3次元可視化に関する開発を行っているそうです。一方で、組織内ではEsri社の3D Web Scenes and ArcGIS Pro、さらにはSeismic ExplorerというArcGIS Proのアドオン機能を一部利用しているとの紹介もありました。そのほかWebGLベースの可視化についての開発状況、EarthSciの紹介がありました。EarthSciは、地球科学データの可視化のためのアプリケーションを作成するためのEclipse RCP (Rich Client Platform)プラットフォームです。NASAの提供するWorld WindのJava SDKをベースに改良を加えたものようです⁽¹²⁾。4件目はイギリス地質調査所の取り組みの紹介です。もともとイギリスは3次元データ整備とウェブベースの3D可視化に積極的に取り組んでいます。例えばロンドン及びテムズ渓谷をターゲット（対象面積約4,800km²）としたデータ整備の紹介では地質図、地形データ、ボーリングデータを基にクロスセクション解析、フェンスダイアグラム(Fence Diagram)、単位分布(Unit Distribution)、最終的に地質ブロックモデル(Geological Block model)を整備しています。Groundhog⁽¹³⁾というビューアーで公開しているので確認してみてください（有償サービスのようです）。有償サービスの整備の一方で、Geological Britain Viewer⁽¹⁴⁾というウェブサイトを通じてフリー&オープンデータへの対応もしています。BGSはOneGeologyの幹事機関でもあり、次世代のOneGeologyについても3次元地質に活路を見出そうとしているようです。このセッション最後の発表は、スイスです。今年6月1日に世界最長のゴツタルドベーストンネルが開通したばかりということもあり、この国も3次元地質に関する整備は進んでいます。地下については、500m未満（縮尺1:10,000-1:25,000）、500m以上（縮尺1:200k（整備済）、計画1:50k）と分けて整備を進めているようです。500m未満については、表層地質、ボーリングデータ、地質断面情報に基づき、500m以上については、地震波のデータ、40の井戸、200の大深度ドリ

ルの情報を基に整備を進めています。3次元データの可視化等についてはウェブサイト⁽¹⁵⁾をご確認ください。特別セッションとしての発表は上記5件ですが、これ以外にもフランス BRGM の取り組みやポーランドの取り組みなどの紹介もありました。特にポーランドについては BIM (Building Information Modeling) を用いたデータ整備の検討が進んでいるようです。センチメートルオーダーのデータを扱う BIM と地質 3D をどうつなげるか課題とのことでした。全体を通じ、各国とも 3次元データの整備とその可視化を重要な課題と位置付けているようです。ただし、オーストラリアに見られるように、何か一つに絞り切れていないのも事実です。

3.5 最終日 その2 クラウドの利用

実は、会議に先立ち、30問ほどのウェブベースの質問に各国が回答することとなっています。この質問の最初がクラウドコンピューティングの利用に関する調査です。4年前から同じ質問が続いており、クラウド利用(配信サービスのアウトソース)については各国強い関心を寄せています。会議中にはいくつかのテーマについてグループ別に議論を行うのですが、最終日のグループセッションのテーマの一つがクラウド利用でした。私もこのグループに入り、議論に参加しました。会議参加国中、実際にクラウドサービスを用いた地質情報の配信サービスを行っているのは日本とオーストラリアの2か国だけで、各国から多くの質問を受けることになりました。オーストラリアは国の政策として、配信サービスをクラウドに強制的に移行することになったとのことでした。クラウドを用いたオブジェクトストレージの利点として、簡単に他社のサービスに乗り換えていくことができるようになり、それがサービス間のコスト競争、サービス向上につながる事が期待されていますが、現状では、やや現在利用中の商用クラウドサービスに依存し、必ずしも容易に移行ができないかもしれないといった点の指摘がありました。また、扱うデータの多くが「オープンデータ」であるものの、オーストラリアにおいては、国のルールとしてクラウドサービスの物理的なノードは同一リージョン内に限定され、世界的には利用可能となっている一部のサービスが、オーストラリアが含まれるリージョンではまだ利用できないといった運用面での課題の紹介もありました。オープンデータとクラウドの親和性は高いと思われる一方で、このような技術面ではない課題もあがったことは、今後のGSJにおけるクラウド利用の参考にもなるかと思えます。

4. まとめ

会議参加者は、各国の配信を代表するメンバーが多数を占め、身分的にはかなり上の方たちではあったものの、技術的な情報交換には非常に熱心で、かつ紳士的な方が多い印象を受けました。特に、昨年に引き続き2回目の参加となったことで気軽に声もかけていただきました。最終日には ASTER-VA データの無償公開について紹介する機会もいただき、知らなかった、ぜひ使いたいといった肯定的なコメントをいただいたことも励みになりました。リモートセンシングを研究している地質調査機関はいくつかあるようですが、自分たちの衛星データを処理・配信しているのは USGS と GSJ くらいということもあり、特に関心も持っていただけたようです。帰国後も、例えばオーストラリアの参加者とはクラウドの利用について更なる情報交換を続けており、このほかにも多くの参加者と継続的な連絡が続いています。各国の情報を共有する上で貴重な機会でした。来年はオーストラリア地質調査所主催、ウィーンで開催予定ですので、この会議は数年に一度ヨーロッパ以外で開催することになっているので、その先はオーストラリア、若しくはカナダが候補となっています。

5. 謝辞

今回の会議の主催であるアイルランド地質調査所、特に Mary Carter 女史 (Head of Information)、及び GSI のスタッフの歓待に謝意を示します。

参考情報

- (1) GIC加盟機関リスト：<http://www.geology.cz/gic/members> (2016年6月21日確認)
- (2) GIC年会合リスト：<http://www.geology.cz/gic/conferences> (2016年6月21日確認)
- (3) アイルランドの魅力は法人税率だけではない (東洋経済 ONLINE)：<http://toyokeizai.net/articles/-/25873> (2016年6月21日確認)
- (4) INFOMAR：<http://www.infomar.ie/> (2016年6月21日確認)
- (5) Tellus：<http://www.tellus.ie/> (2016年6月21日確認)
- (6) GSI Spatial Resources Viewer：<http://www.gsi.ie/mapping/> (2016年6月21日確認)
- (7) GSJ 技術資料集：<https://www.gsj.jp/publications/compreg/index.html> (2016年6月21日確認)

- (8) 地質情報の探し方 (地質調査総合センター地質情報データベースの紹介 2016 冬) : https://www.gsj.jp/data/gbank_brochure/GSJ_GBANK_BROCHURE_2016_WINTER.pdf (2016 年 6 月 21 日確認)
- (9) 産総研プレス発表: 衛星観測データに付加価値を付けた「ASTER-VA」を無償提供 : http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2016/pr20160401_3/pr20160401_3.html (2016 年 6 月 21 日確認)
- (10) All European scientific articles to be freely accessible by 2020 : <http://english.eu2016.nl/latest/news/2016/05/27/all-european-scientific-articles-to-be-freely-accessible-by-2020>(2016 年 6 月 21 日確認)
- (11) GeoScene3D : <http://www.geoscene3d.com/> (2016 年 6 月 21 日確認)
- (12) EarthSci : http://www.tectonique.net/tectask/3DIGi/presentations/gb2de_mgn_EarthSci.pdf (2016 年 6 月 21 日確認)
- (13) Groundhog : <https://shop.bgs.ac.uk/Groundhog/> (2016 年 6 月 21 日確認)
- (14) Geology of Britain Viewer : <http://mapapps.bgs.ac.uk/geologyofbritain/home.html> (2016 年 6 月 21 日確認)
- (15) スイス地質調査所提供のデータビューアー : <https://viewer.geomol.ch> (2016 年 6 月 21 日確認)

IWAO Koki (2016) Report of Geoscience Information Consortium 2016.

(受付: 2016 年 6 月 27 日)

2016年産総研一般公開サイエンスコーナー 「アナログ模型で地質を学ぼう！」

小松原純子¹⁾・野田 篤¹⁾・田辺 晋¹⁾・佐藤善輝¹⁾・宮川歩夢¹⁾・細井 淳¹⁾・
木下佐和子¹⁾・斎藤 眞¹⁾・高橋須葉(須美子)²⁾・宮地良典³⁾・高橋雅紀¹⁾

1. はじめに

毎年、学校が夏休みに入った最初の土曜日に、産総研つくばセンター一般公開が開催されます。2016年は、梅雨明け前の7月23日に開催されました。前日まで続いた雨もやみ、晴れ間がのぞくこの時期としては涼しいさわやかな日に恵まれ、多くの方が会場に足を運んでくれました(第1図)。

産総研一般公開は、所内の研究者が中心となって、個人ないし数人規模で研究成果の展示をする企画です。地質情報研究部門からは毎年数件の展示が行われていますが、今年に関連する6つのテーマをひとつくりにし、広いオープンスペースを確保して展示・説明を行いました。

子供達の理科離れが叫ばれる昨今、一般の方にはなかなか難しい地質図や地質の研究を如何に理解していただくか、アウトリーチはときに研究そのもの以上に難しい課題です。地質情報研究部門では地質に関するアナログ模型を毎年製作し、地学の普及やアウトリーチ活動に活用してきましたが、今年の一般公開ではこれまでに製作した大型模型のほとんどを展示しました。各展示内容の紹介と合わせて、今回の新しい試みと、今後のアウトリーチ活動における課題や工夫を思いつくままとめてみました。

2. ジオラマでのぞく地質の世界

一般の方に対して、地質図とはどのようなものかということ、図面だけで伝えることはほとんど不可能です。このコーナーでは、架空の地形と地質を再現した「地質ジオラマ模型」と、その模型に対応する地質図および断面図を使って地質学の基本を解説しました(第2図)。

模型はNゲージと呼ばれる鉄道模型のストラクチャー(建物や車、人形など)を利用したため、縮尺は150分の

1です。模型にリアリティーがあると、まず子供達が近寄ってきます。子供が模型に夢中になっている合間に、親御さんに地質のことをお話します。アウトリーチにおいては、まず展示に興味を持っていただくことが肝要で、あらゆる世代の方を飽きさせない工夫が重要です。

さて、「地質ジオラマ模型」の側面には、基盤の花崗岩を不整合に覆う東に30°傾斜した地層が描かれており、地層は西傾斜の正断層でずれています。また、南東側にはマグマが貫入して、地表には小さな火山が形成されています。地質ジオラマは、地質学の基本である、“不整合”と“正断層”，そして“火山”の3つだけを再現した、最も基本的な架空の地質模型です。

ところが、地表を見ると、露頭は河川や沢底、採石場や林道工事の切り割りくらいしかなく、地層のほとんどは表土に覆われて露出していません。また、露頭でも地層が大きくうねっているように見え、この模型の中の地層面が平面であるなど誰も思わないでしょう。もちろん、地層の境界線が湾曲しているのは、曲面である地形の効果によるものです。「平面と曲面の交線は曲線である」と説明すれば頭では理解できるでしょうが、実際の湾曲した地層境界線を見て、地層面が平面であると即座に理解できる人は少ないでしょう。頭の理解と感覚的理解は、似て非なるものかもしれません。

実際の展示では、子供達だけでなく大人の方も、模型のあちこちにあるさまざまな情景に釘付けでした。模型の谷筋や石切場には1cmほどの大きさの地質学者(の人形)が配置されていて、崖の露頭をスケッチしたり、ドリルで岩石を採取しようとしています。小学生ぐらいまでの子供にはあまり難しい話はせず、それらの人形の位置を教えてあげたり、「どこにいるか探してごらん」とうながしたりして興味を持ってもらいました。また、模型の中の温泉旅館や商店街などには、人々の日々の営みが再現されていま

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地質情報基盤センター

3) 産総研 企画本部

キーワード：地質図、アウトリーチ、普及活動、地学教育、アナログ模型、産総研一般公開、サイエンスコーナー



第1図 当日の様子。

す。それらを接写した写真を使ったクイズを二種類用意しておいたので、子供達だけでなく大人の方も楽しんでいました。

子供に対しては、説明するというよりも、鉄塔や人形をつかんで壊さないように目を離さないことも必要です。そして、子供が模型に夢中になっている間に、親御さんには地層が川筋や崖でどのように見えるか、植生や開発で地層が見えなくなっているところでは、地質の調査はどのようにするのか、といった説明をすることが多かったです。中学生や高校生には、「理科(地学)の授業でやったあれだよ」と言って思い出してもらいました。

意外な発見だったのが、“地層”と“断層”を同じものだと誤解している方が結構おられたことです。この模型には非常にわかりやすい断層が1本引かれており、そういう

方には模型の周囲を歩いて両者の違いを説明しました。実際の展示では、このように少し踏み込んだ地質の話題まで会話が進展することが少ないのは残念でした。模型に描かれている地層や断層などを使ったクイズを用意するなど、地質の魅力に引き込む工夫が必要だと思いました。

3. 堆積平野の地下の巨大な凹み

典型的な内陸地震である新潟県中越地震が発生したのは、2004年の10月でした。その際、遠く離れた関東平野も大きく揺れました。周期の長い揺れを初めて体験した方もおられるのではないのでしょうか。地震による地面の揺れを地震動と言います。地震動には、さまざまな周期の揺れが重なっています。一般家屋に影響を与える周期は



第2図 「地質ジオラマ模型」の展示の様子。今回は模型の電車は走らせず、子供達にはじっくり模型を観察してもらいました。

1秒以下の短周期地震動ですが、固有周期が長い石油タンクや超高層ビルは、長周期地震動に共振して損壊を被ります。実際、長周期地震動が発生しやすい関東平野では、新潟県中越地震の際に都心の超高層ビルが大きく揺れて、エレベータの故障が相次ぎました。このコーナーでは、長周期地震動の原因である平野の地下の巨大な凹みを再現した模型を展示しました(第3図)。

模型の縮尺は20万分の1で、深さ方向は4倍に強調してあります。そして、深さ500m(模型では1cm)ごとに色分けしてあります。模型は「関東平野の基盤模型」、「南部フォッサマグナの基盤模型」、「濃尾平野の基盤模型」、そして「大阪平野の基盤模型」からなり、すべてを並べると幅が3mを超える巨大な模型です。

模型で再現した基盤とは専門的には先新第三系基盤で、およそ1,700万年前よりも古い地層や岩石を指します。実は、日本列島が現在の弧状列島になったのは、1,500万年前で、少なくとも2,500万年前には日本海は存在していませんでした。それまでは、日本列島はユーラシア大陸

の東の縁に位置していて大陸の一部だったのです。そのような状況が、数億年以上も続いていました。ところが、日本列島はおおよそ2,500万年前に大陸から離れ始め、2,000万年前頃から南東方に移動し、1,500万年前に現在の位置に落ち着きました。これが日本海の拡大です。

日本海の拡大に伴って、日本列島は大陸の時代から弧状列島の時代に移行しました。弧状列島の時代の大半は、西南日本では浅い海や陸地でしたが、東北日本の広い範囲は深い海の底で、固い基盤岩の上に泥や砂が堆積し続けました。その後、数百万年前から日本列島は隆起を始め、東北日本にも陸地が広がっていきました。現在、山奥から海の貝の化石が見つかるのは、その当時は海の底であったことを物語っています。

さて、このように日本列島の成り立ちを振り返ると、日本の地質は大陸の時代の固い基盤岩と、弧状列島の時代に堆積した比較的軟らかい地層に大別することができます。地震波速度の違いは地層や岩石の固さに起因するので、地震動には地下の地層や岩石の固さが影響します。平野の表



第3図 堆積平野の地下の基盤の凹み模型の展示の様子。20万分の1の縮尺の模型を4つ並べて、関東平野から大阪平野までの基盤の凹みを再現しました。広い平野ほど基盤の凹みが深いことが分かります。

面は平らですが、実はその地下には軟らかい地層が厚く堆積しています。これらの軟らかい地層は、弧状列島の時代に堆積した地層です。その地層を剥ぎ取ると、その下に器である固い基盤岩が現れてきます。

ところで、お茶碗にゼリーを入れて揺すった場合と、洗面器にゼリーを入れて揺すった場合では、揺れ方が異なります。洗面器の方が、ユッサユッサと大きく長く揺れ続けます。同じように、平野の地下の基盤の凹みが大きいほど、そして深いほど、大地震の際にユッサユッサと大きく長く揺れてしまいます。そのため、大阪平野に比べて基盤の凹みが広く深い関東平野の方が、長周期で長時間揺れてしまうのです。このような長周期地震動は一般家屋にはそれほど大きな影響を与えませんが、都心の超高層ビルやレインボーブリッジなどの長大な橋梁、そして湾岸部の石油タンクなどの大きな構造物が、大きく影響を受けます。船に乗っているような揺れのため、酔いのような症状が出る人もいます。

一般公開の当日は、通路側(手前側)に地質ジオラマや

動く断層模型を、その後ろ側(壁側)に基盤の凹みや埋没谷の模型を配置したため、お子さんを連れた方は手前側で立ち止まります。そして、軟弱地盤や地震防災などにある程度興味を持った大人の方(達)が、壁側まで基盤や埋没谷模型を見に来てくださることになりました。そのせいか、積極的に質問して下さる方も多く、こちらも説明のしがいがあると感じました。基盤の凹みの成因や地面の揺れ方の話以外にも様々な質問がありました。「最近、茨城県で地震が多いが、大地震が来るのではないか?」という不安を述べる方や、地質図にたくさん描かれている断層を指して、「どのようにできたのか?このような凹みはどういう調査でわかるものなのか?」という質問をされる方などがおられました。

4. 関東平野の地下に潜む埋没谷!

今からおよそ2万年前、日本列島は氷期のまっただ中でした。大陸に降った雪は氷(大陸氷河)となって陸上に

留まったため、海水が減少して海面は大きく低下しました。現在に比べて、120 mほど低下したと考えられています。海面が低下すると、それまで海岸平野をゆったりと流れていた河川は相対的に標高が高くなるので、下刻作用（地面を削る作用）が強まります。その結果、関東平野では、現在の中川や荒川に沿って深い谷が形成されました。

氷期が終わり、地球が徐々に温暖になっていくと、大陸氷河が解けて海面は上昇していきます。中川や荒川に沿って深く削られた谷は、海面の上昇に伴って砂や泥、礫によって埋められていきました。およそ6,000年前のいわゆる縄文海進の時期には、海面が現在よりも2～3 m高かったと考えられています。現在の川沿いに広がる低地（沖積低地）は、地質学的には非常に新しい軟弱な地層（沖積層）によって埋め立てられた平坦面なのです。

さて、ここで2万年前以降に堆積した関東平野の沖積層を取り除いてみると、2万年前の氷期に形成された深い谷が復元されます。今回は、5万分の1の縮尺で製作した「中川低地帯の埋没谷模型」と、1万分の1の縮尺で製作した「都心部（およそ山手線の範囲）の埋没谷模型」を展示

しました（第4図）。

先ほど、平野の地下の基盤の凹みによって長周期地震動が増幅されると説明しましたが、沖積層に埋められた埋没谷は、一般家屋の固有周期に近い、比較的短周期の地震動に影響を与えると考えられています。埋没谷が深いところほど軟弱な沖積層が厚く堆積しています。とくに、埋没谷の縁の部分は沖積層の厚さが急激に変化するので、大地震の際に地震動が増幅される可能性があります。ところで、先日、横浜のマンションの杭が支持層（台地を構成する地層）に届いていなかった問題が世間を騒がせました。埋没谷の縁の付近では、台地を構成する地層（支持層）が急に深くなるので、このような問題が起こったのでしょうか。

実際の展示では、やはりお子さんよりも大人の方の関心を集めました。とくに、首都圏の詳しいところも見る事ができる模型なので、まず勤め先や自分の住んでいるところなどを確認され、「確かに、地震の時に変な揺れ方をするが、それはこの谷のせいだったのか」と感心される方などもおられました。説明する側としても、具体的な地名と埋没谷地形を結びつけて話すことができ、興味を持って



第4図 関東平野の埋没谷模型の展示の様子。一般家屋の地震災害に直結する構造なので、一般市民の方の関心が高い模型です。

らえたように思います。例えば、東京駅をはさんで八重洲側と丸の内側では埋没谷の深さがまるで違うことも、この模型を見るとよくわかります。

説明する際に気づいたことですが、東京タワーやスカイツリー、六本木ヒルズなどのランドマークが配置してあったら、位置関係について実感を持ってもらいやすくなると感じました。また、これらの模型は、埋没谷の形に注目してもらうために台地部分は平坦なままですが、埋没谷と同じスケールで台地の起伏も表現できれば、最終氷期の地形が再現され、より事実に近い模型となるはずで、すでに、3Dプリンタで作製されている方もいらっしゃるかもしれません。

5. 断層ってなあに？

ジオラマのところでも述べましたが、地質学の普及やアウトリーチ活動を行っている中、“断層”と“地層”を混同している一般の方が少なくないことに驚きます。そこで、断層運動の基本を理解してもらうために、手で動かすことができる「正・逆断層運動模型」と「横ずれ断層運動模型」を展示しました(第5図)。これらの模型を使って、南北方向の逆断層が発達する東北日本の地形学的特徴や、横ず

れ断層が卓越する西南日本の地殻変動を解説しました。

断層は、大きく正断層と逆断層、そして横ずれ断層に区分されます。そして、横ずれ断層は、右横ずれ断層と左横ずれ断層に細分されます。いずれの断層も、対称的な2つの断層面からなる組み合わせによって、挟まれた範囲(ブロック)が移動します。とくに、「正・逆断層運動模型」は、断層面のセットを二組連動させています。すると、逆断層運動では、2つの隆起ブロックとそれらの間の凹みが形成されます。実は、それぞれが東北日本に発達する隆起山地と山間盆地に対応します。

一方、「横ずれ断層運動模型」では、北東-南西方向の右横ずれ断層運動と、北西-南東方向の左横ずれ断層運動が同時に再現されます。右横ずれ断層は1995年に発生した兵庫県南部地震や今年の4月に発生した熊本地震の起震断層に、一方、左横ずれ断層は2005年の福岡県西方沖地震の起震断層に対応します。岡山県東部から兵庫県南東部にかけて分布する山崎断層帯も、典型的な左横ずれ断層です。

実際に模型をゆっくり動かすと、見ている人は、最初は何が起こっているのか分からないような反応でした。「正・逆断層運動模型」を横から観察していると、側面の縞模様(地層)が断層に沿ってずれていくので、断層運動と地殻



第5図 断層運動模型の展示の様子。正断層、逆断層、そして横ずれ断層運動を再現した動く模型です。熊本の地震の影響で、横ずれ断層運動模型に関心が集まりました。

変動を理解することは容易です。断層運動の結果、2つの隆起山地と間の山間盆地というわかりやすい地形が現れるため、東北日本の大地形の形成過程を理解しやすかったようです。ただし、模型だけでなく、東北日本の実際の地形図と併せて説明すれば、より説得力があったでしょう。ところが、「横ずれ断層運動模型」はリアルな町並みが水平方向にずれていくので、断層というより不思議なからくり模型と思われたかもしれません。子供達の関心を惹くためにあえて模型をリアルにしたのですが、こちらの意図に反して、一般の方には即座には理解しにくい模型だったようです。もっとシンプルな模型でもよかったかもしれません。「地質ジオラマ模型」と同じように、二種類の断層運動模型にも、いくつかのクイズを用意しました。模型の中に隠れている犬や牛を探すクイズですが、そのようなことでも子供達は夢中で模型を観察します。地質に関係しない些細な話題(ネタ)を模型に仕込んでおくことは、多様な方が来られるアウトリーチでは重要なポイントだと思いました。

6. 科学からくり

「科学からくり」は、地質に関するアナログ模型の製作の様子を実演するコーナーです。製作途中の模型をときどき作動させると「わぁー」と歓声が上がりますが、その後はまた黙々と工作を続けます。子供達は「自分も作ってみたい」と小さな声で親御さんに話していました。実は、それがこのコーナーの狙いです。自分もそのようなことをやってみたいと思うことが、内発的動機の第一歩です。子供達にはちょっと可哀想でしたが、模型の製作に熱中している様子を見せることによって、自らの動機づけの背中を押してあげる。夢中に楽しんでいる様子を見れば見るほど、子供達も体験したい気持ちが強くなります。

今年は製作途中の「逆断層+横ずれ断層模型」を机の上に置き、スチロール製のパーツの色塗りを行いました。完成品は、「断層ってなあに？」のコーナーで展示してあります。完成品(結果)だけでなく途中経過(過程)も示すことによって、関心をもってもらうことができます。完成品では見ることができないアナログ模型の動作の“からくり”も、このコーナーで紹介しました。

今回は、新たに塗り絵を用意しました(第6図)。塗り絵は「アンモナイトと三葉虫」と「水晶」の二種類。実は5月のつくばフェスティバルで塗り絵を用意したところ、子供達に好評だったのです。ひとりが塗り絵を始めると、後から後から子供達が競うように塗り絵を始めます。15

分から20分くらい、子供達は好きな色鉛筆を選んで、黙々と色を塗っていました。

その間、親御さんは子供の様子を眺めたり、塗り絵に熱中している子供の写真を携帯電話で撮影したり、椅子に座って休んだりされていました。大人にとっても難しい地質の説明は、子供にとっては退屈でしかありません。子供達が夢中に塗り絵を楽しんでいる間に、関心を持っていただいた親御さんにゆっくり地質の説明をしました。塗り絵コーナーは、アウトリーチ活動にはとても効果的です。

塗り絵は、担当者がひとりでも、同時に10人以上の子供の相手が可能です。次の機会には、「岩石薄片」や「ピカリア」、あるいは専門的な「地質図」の塗り絵も用意しようと考えています。一日の後半には、小さなお子さんを連れた親御さんの休憩所として立ち寄る方も多く、急遽椅子を追加しました。

7. 地質図を使おう ウチの地面の下を知ろう

本年は20万分の1日本シームレス地質図を、本部棟1Fのロビーの床面に設置しました(第7図)。この地質図床貼りは「地質情報展2015ながの」(川邊ほか, 2016)で用いたもので、東北地方の南部から関西までの範囲を200%(縮尺10万分の1)に拡大した5m×5mのもので、地質情報展2015ながのの後、地質標本館で2ヶ月以上展示していたのですが、地質図の表面は透明フィルムで加工しているため充分使えました。

地質図の色が鮮やかなため、「そのままどうぞ」と書いてあっても、大人は踏んで良いのかどうかとためらいますが、子供達は勢いよく乗ってくるので、子供達には「どこから来たの?」と言って自分の家の場所を親御さんと一緒に探してもらいました。また、大人の方の多くは「一体何の地図だろう?」と思われたので、大「地」の性「質」を示した地「図」ということを説明しました。

しかし、一般の方は、それではまず興味を持ちません。一般の方が地質(地盤)に興味を持つのは、ほとんどが家を買う場合です。「家を買うときに、おおよその場所に当たりをつけるときに、役に立つのですよ」と言って、液状化しやすい地層の話に話題をつなげると、とたんに話を聞いていただけます。その時に、「でも、『どこどこを買ってはいけませんよ』とは言いませんよ!」と言うと更に関心を持ってくださる方もいます。「リスクの低いところは値段が高かったり、リスクの高いところでも通勤にたいへん便利だったり、また日本人の好きな山の風景は火山をはじめとしてリスクがありますので、どう選択するかはその人



第6図 「科学からくり」のコーナーの様子。「科学からくり」とは、地質アナログ模型の製作過程の実演コーナーです。今年は二種類の塗り絵を用意したところ、子供達は競うように夢中で塗り絵に挑戦していました。

の人生観ですね。リスクの高いところは、それなりに対策を取っておくと良いですね」などと話すと、地質図をずっと身近に感じてもらえるようです。

さらに、美味しい水が採れるところは、天然水ブランドとしてなじみがあるので、「この地層から採っているのですよ」、などと説明すると興味を持っていただけます。

地質図の床貼りでは、人目を惹く地質に関連したものを併せて展示すると話題も広がります。これまでその地域に関連のある岩石標本などを展示してきました。今回は、実際の岩石と書作品のコラボレーションを、床貼りと併せて行いました。岩石だけでなく、なにか惹きつける物が他にもあると、来場者はますます楽しくなるようです。“地質図+(プラス)何か”，で来年も開催できたらと思っています。

8. 地質と書のコラボレーション

今回の一般公開では、新しい試みとして、サイエンス(地質学)とアート(書道)のコラボレーションを行いました(第8図)。岩石や鉱物など地質に関係する専門用語や地質に関する文学作品や句などの素材を、産総研書道サークルの協力で書作品に仕上げ、実際の岩石と一緒に会場に展示しました。例えば、「玄武岩」と書かれた作品の下に実際の玄武岩溶岩を展示したり、^{かんらん}橄欖岩から「橄欖」の二文字を抜き出して作品とし、北海道の^{ほろまん}幌満橄欖岩と一緒に展示したりして、地質学をより身近に感じていただきました。

ところで、橄欖岩はマントル上部を構成する主要な岩石で、主に橄欖石という鉱物の集合体です。和名である橄欖石の英語名 olivine(オリビン)は、鉱物がオリーブ色(濃緑色)をしていることから命名されたとされています。東



第7図 巨大な地質図を床面に貼り付けて、その上に乗って地質図を観察するコーナーです。



第8図 地質と書のコラボレーション。宮澤賢治の文学作品「樺山大学士の野宿」の中の鉱物同士の会話や、尾崎放哉の自由律俳句などの書作品と地質を組み合わせました。



第9図 左から、地質標本館で展示されているアンモナイト(標本登録番号GSJ F07663), 三葉虫(同GSJ F07703), および水晶(同GSJ M16638)。「もの(本物)が語る」とは、牧野雅彦地質情報研究部門長の言。

南アジア一帯で栽培されている植物の橄欖(カンラン科)とオリーブは別科の植物ですが、江戸時代に実だけを見て誤認し、オリーブの訳にこの字があてられたようです(地学団体研究会, 1996)。実際の展示では、このような話題を組み合わせると、一般の方にとって難解な地質に対する敷居をちょっと下げることができます。

また、尾崎放哉の句「^{ほうさい}柘榴が口あけた^{ざくろ}たはけた恋だ」は、放哉が兵庫県の須磨寺大師堂の堂守であった大正13年の作品で、柘榴石(garnet: ガーネット)つながりで、四国の三波川帯に産するエクロジヤイト(ガーネットの結晶を含む)と一緒に展示しました。書作品だけ、あるいは岩石試料だけの展示では、一般の方の興味を惹くことは簡単ではありませんが、この程度の遊び心があるだけでも会話が弾みます。このような素材をいくつ見いだせるか、次回の展示までの宿題です。

9. アウトリーチ活動における今後の戦略

産総研一般公開における地質情報研究部門として、今までで最も広いスペースを使い、ひとまとまりの展示を行いました。展示にあたっては、いくつかの戦略を考えてきました。例えば、展示はオープンスペースとし、スペースの前面(通路側)には子供の関心を惹くアナログ模型を、一方、壁側(奥側)には地震防災や軟弱地盤に係る基盤模型や埋没谷模型など、大人の方が関心を持ち研究者の説明をゆっくり聴くことができるように工夫しました。地質の説明をじっくり聞きたい方もおられますが、長時間の大人の会話にお子さんが飽きてしまうことも多々あり、今回塗り絵コーナーを併設したのは効果的だったと思います。とくに、イベントの後半(午後)には、お子さん連れの親

御さんにとってはちょうど良い休憩場所になったようです。

その他、次回の展示に向けた課題も見えました。例えば、平野の地下の基盤模型や埋没谷模型では、すぐ横に対応する地質図の床貼りを併設すれば、よりわかりやすく多様な解説ができると期待されます。また、長周期地震動を増幅する平野の地下の基盤構造模型と、短周期地震動に影響を与える埋没谷模型の展示に、振動の周期によって揺れ方が異なる低層・高層建築模型を組み合わせれば、地震は震度だけでなく周期にも留意する必要があることを理解していただけるでしょう。あるいは、塗り絵コーナーに、本物のアンモナイトや三葉虫の化石、水晶を展示(第9図)すれば、地質の魅力が子供達の記憶にもう少し残るかもしれません。そのような思いつきを少しずつ具体化して、次回の展示イベントにおいて試行していきたいと考えています。

文献

- 地学団体研究会(1996) 新版地学事典. 平凡社, 1443p.
川邊禎久・斎藤 眞・吉田清香・川畑 晶・清水 恵(2016) 「地質情報展2015ながの」開催報告. GSJ地質ニュース, 5, 193-196.

KOMATSUBARA Junko, NODA Atsushi, TANABE Susumu, SATO Yoshiki, MIYAKAWA Ayumu, HOSOI Jun, KINOSHITA Sawako, SAITO Makoto, TAKAHASHI Suyo(Sumiko), MIYACHI Yoshinori and TAKAHASHI Masaki (2016) Exhibition of geological analog models in the science corner of the AIST Tsukuba open house 2016.

(受付: 2016年8月9日)

2016年産総研一般公開チャレンジコーナー 「地面の動くようすを目の前で！」

武田直人¹⁾・今西和俊¹⁾・長 郁夫²⁾・木口 努¹⁾・板場智史¹⁾・落 唯史¹⁾

2016年7月23日に開催された産総研つくばセンター一般公開にて「地面の動くようすを目の前で！」と題し、2種類の実験をチャレンジコーナーとして出展しました(写真1)。

まずは、地震が起きた時に地盤の固さによる揺れ方の違いを観察する実験です。写真2のように家を模した地震計が柔らかい地盤(スポンジ)と固い地盤(木の板)の上に置いてあります。実験装置の手前にあるハンドルを回すと装置全体が揺れますが2つの家の動きが違ってくるのが分かります。この実験は2007年頃から少しずつ改良を加えながら、毎年のように一般公開や地質情報展等に出品しており、好評を博しています(例えば行谷ほか、2007；内出ほか、2015)。当初は装置を台車や机に載せそれらを揺ら



写真1 「地面の動くようすを目の前で！」展示風景。



写真2 地盤の固さによって揺れる様子が異なる。

1) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門

2) 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：一般公開、地震計、地盤、振動、ひずみ計



写真3 硬い岩が変形する?!

すことで実験を行っていましたが、その方法ではなかなか同じ状況の揺れを継続することが難しく、また小さな子供には揺らすこと自体が大変でした。2015年からはハンドルを回すだけで装置全体を揺らすことができる振動台を作り、安定した実験ができるようになりました。子供たちが自分の手でハンドルを回すと、家がピョコピョコ左右に揺れ、その動き方が違うのを見て「面白い。」と言うのを聞くと、我々も楽しくなります。また、実際に実験装置の家が置いてある所を触ってみて、固さの違いを確かめ、うなずいている子供たちもいました。気になることはすぐに確かめる姿勢に感心するばかりです。この動き方の違いは地盤だけでなく元になる揺れの特性的にも依存しますが、だいたいは固い地盤よりも柔らかい地盤の方が大きく揺れます。その違いを地震計で捉え、波形がモニタに表示されています。モニタ波形の揺れ幅が3倍違うと概算で震度が1つ変わります。地震の時にテレビ等で発表される自分の地域の震度と、実際に感じた震度が違うことがあるのは、この実験のように地盤の違いが一因との解説に皆納得していました。

もう一つの実験は、今回が初めての試みで、地中深くの岩盤のわずかな変形を測るひずみ計のデモンストレーションです。写真3の机の上にある立方体の形をした岩石の真ん中を円筒型にくりぬいて、ひずみ計が設置されています。岩石を左右から手で押すと、その力で岩石がほんのわ

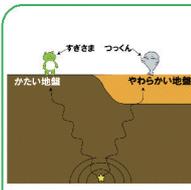
ずかに変形します。実験では、その微小な変形をひずみ計で測り、その様子をモニタに表示しています。この展示用のひずみ計は1つの方向だけを測っています。岩石を測定方向に押しと長さが縮んでいく様子がモニタに表れます。また、押す方向を90度変えると伸びていきます。この違いはペットボトルを指で掴んで、その変形の様子を見せながら説明すると子供たちもよく分かったようでした。大人はこのひずみ計の精度が100ピコメートル(1メートルの100億分の1)と聞き、一様に驚いていました。そしてパネルで、『このひずみ計を使って深さ30kmの地中で起きるゆっくりすべり(通常の地震に比べはるかに遅い速度の断層のずれ運動)を検知し、東南海・南海地震との関係を調べている』と研究内容を紹介すると、多くの人が興味を抱いていました。

また昨年に引き続き、第1図のようなクイズ形式のプリントを配りました。これは、2014年まで長く続いていたジオドクトルの企画(宮川ほか, 2014)にならっています。今年は天気が良かったせいか最初に用意した部数は瞬く間に無くなり、幾度か増刷して200枚程度を配りました。プリントをもらった子供たちは、そのまま鞆にしまったり、一緒に来ている親に渡したりしますが、中にはさっそくクイズに挑戦する子もいます。クイズを読んで、「お母さん、この答って何?」「今、そこでやってみたでしょ。」「えっ?」「もう一度やってみる?」「うん。」我々の解説を

2016年度 産総研つくばセンター一般公開

6 地面の動くようすを目の前で！

活断層・火山研究部門



じばん ちか ちそう
地盤(地下の地層)によって
じしん ゆかた ちが
地震の揺れ方は違います。
なまずの「つつくん」とかえる
の「すぎさま」、大きな揺れ
を感じるのは 。

ひずみけい やじるしほうこう の
この歪計は矢印方向の伸
ちぢ
びや縮みをはかることが
でき 出来る。矢印の方向に
りようがわ いわ お
両側から岩を押すと、
ました。矢印がない方向に
りようがわ いわ お
両側から岩を押すと、
ました。「(「のび」か「ちぢみ」
い
を入れてください。)





高度0
0F



高度1
1F



高度2
2F



高度3
3F



高度4
4F



高度5階
5F



高度6階
6F



高度7階
7F

国立研究開発法人
産業技術総合研究所

第1図 実験の結果をクイズで復習。

聞くだけでなく、こうやって親子で一緒に考えている様子を見ると、少しは科学に親しんでもらえたかなと嬉しくなります。

最後に、一般公開に参加していると、毎年のように子供たちの豊かな発想や好奇心に驚かされます。今回展示で使ったひずみ計はほんのわずかな変形も検知します。そのため、岩石を手のひらで長く押すと、体温で岩石が温まり膨張して、押しているのに縮むのではなく伸びが観測される場合があります。その解説を聞き、岩石のいろいろな場所に手を付けて、ひずみ計の変化を観察している子がいました。また、温度と言う言葉を聞き、「正確に温度が測れると、何か良いことがありますか？」と質問してくる子がいました。「もし、地震が起きるような深い所の温度が正確に測れたら、地震のことが今よりもっと詳しく分かるかな。大きくなったらそういう研究をしてみる？」と答えると、目を輝かせてうなずいていました。このような子供たちが、将来地震やその他の分野の研究に関わり、科学が進歩していくことを願っています。

文献

- 宮川歩夢・堀口桂香・朝比奈大輔・住田達哉・勝部亜矢・高橋美江・竹内圭史・古川竜太・佐藤隆司・今西和俊・大坪 誠・内田洋平・西来邦章 (2014) 産総研一般公開・チャレンジコーナー「ジオドクトル 2014」実施報告. GSJ 地質ニュース, 3, 381-383.
- 行谷佑一・堀川晴央・加瀬祐子・吉見雅行・吉田邦一・杉山雄一・國府田真奈美・藤野滋弘 (2007) 2007年7月21日 産総研一般公開「地盤による地震の揺れ方の違いを見てみよう」の報告. 活断層センターニュース, No.70, 11-12. https://unit.aist.go.jp/ievg/katsudo/ievg_news/afrc_news/no.70.pdf (2016年9月5日確認)
- 内出崇彦・武田直人・長 郁夫・松原正樹・今西和俊・白濱吉起・落 唯史・木口 努 (2016) 2015年産総研一般公開チャレンジコーナー「地盤の揺れるようすを目の前で見てみよう!」. GSJ 地質ニュース, 5, 27-30.

TAKEDA Naoto, IMANISHI Kazutoshi, CHO Ikuo, KIGUCHI Tsutomu, ITABA Satoshi and OCHI Tadafumi (2016) AIST Tsukuba open house 2016, Challenge corner "Let's take a firsthand look at an appearance of ground shaking and movement!".

(受付: 2016年9月26日)

オーストラリアの 荒野によみがえる原始生命

杉谷健一郎 [著]

共立出版, 共立スマートセレクション5
発売日: 2016年1月26日
定価: 1,800円 + 税
ISBN: 978-4-320009059
18.2 × 12.8 × 1.4cm
228ページ, ソフトカバー



本書は、フィールドジオロジストの目をもって見た原始生命圏の研究紹介である。ややもすれば、この分野の解説書は、有機地球化学や分子生物学、さらには天文学の目をもって書かれるが、本書は地質学者が露頭を歩き、薄片を見、そこにベースを置いた解説である。と、言っても分子生物学や有機地球化学がなおざりにされてはいない。なぜそう考えられるか？根拠となる同位体分別や化学反応も丁寧にわかりやすく解説されている。

もう一つ、本書のすぐれた点は、著者が地質学をベースにし、世界の原始地塊を踏査しながら研究を進めたため、世界の先行論文が、しっかりと読み込まれ、批判の目を持って紹介されていることである。参照された論文リストを完備し、2015年刊行の最新論文まで多数の成果が論評されていることは、これからこの分野に乗り込もうと考えている初学者にとっても好都合である。

まず本書を手にとって目に飛び込んでくるのは、8ページ16葉に上る露頭と薄片の精緻なカラー写真である。著者が踏査した、色彩豊かなチャートの露頭、縞状鉄鉱層、蒸発岩層とそれぞれの薄片写真、多くの写真と模式図は、以下に続く本文の理解をととても容易にする。

全体は14章から構成される。第1章から第9章までは、世界の原始生命の研究とその研究史がドラマのように語られる。その中には、学術的論拠とそれに対する批判と印刷論文の盛衰も盛り込まれる。第10章から第14章には、本書のタイトルでもあり、著者自身が「オーストラリアの

荒野によみがえらせた原始生命」を得たオーストラリアだけでなく、調査に歩いた南アフリカについても語られる。それぞれの章末には、引用文献が明記され、論拠をたどることができる。

第1章「太古代」とは、においては、地球史のなかで、太古代の位置づけがなされる。ついで、地球上の主要な太古代地塊すなわち、南アフリカのカープバル地塊、インドのダルワール地塊、グリーンランドのイヌア緑色岩帯、カナダのスレーヴ地塊、オーストラリアのビルバラ地塊の岩相が対比され、なぜビルバラ地塊なのか！について岩相や変成相を基礎とする地質学的な導入がなされる。

第2章、3章、4章は、太古代の生命痕跡 — その1、— その2、— その3、として、各地に太古代の生命痕跡が見いだされてきた研究史がのべられる。出発点となった北米のガンフrintチャートと著者が所有する薄片写真からは、薄片観察の妙味が伝わる。これにつづくオーストラリアのエイペクス・チャートに含まれるシアノバクテリア様化石にまつわるネイチャー誌の扱いも、さもありなん、とおもしろい。日本国内では、〇〇雑誌として発行される学術誌には、無難で時流に乗っただけの論文が多々見られるが、学問の面白さを「アジる」ことができるのも力ある学術誌の見せ場であろう。— その2、では誰もが知るストロマトライト研究の展開が紹介される。太古代のストロマトライトの持つ構造は生物起源か、無機起源か？長年にわたる論争に決着をつけたのは、スティルリー・プール



での数 km にわたる精密な露頭観察により、ストロマトライトの多様な形態が明らかにされたこと (Allwood ほか, 2006) に依っていることが紹介される。著者は、さらに近隣の露頭から、炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) の軽い有機物を残したストロマトライトを報告した。— その 3, では定説のように引用されるチャート深海起源説の矛盾とストロマトライトの生育環境が論じられ、ついで、ノースポールのメタン細菌、硫酸還元菌をふくむバイオマットが生成した浅海性堆積環境が紹介される。

第 5 章「生命」は、いつ、どこで、どのように? では、生命の材料と元素の由来についての解説がなされ、それらからどのようにして生体分子の形成がなされたのか? その化学進化の妙が紹介される。まず、誰もが知る、ミラーの火花放電に始まり、紫外線や陽子線による反応、さらには粘土鉱物によるポリマー生成説が紹介されている。ユニークなのは、プラハの国際会議で GJ 賞を獲得した菅原春菜らによる、隕石衝突実験によるペプチドの生成説であろう。

第 6 章「現生生物に見る多様性と生態系—太古代生命理解のために、では、生態系の形成と、その間に存在する階層構造の役割が、生態学の立場から解説される。生態系を支えるのは微生物で、それらが担う窒素の循環や、硫黄の循環プロセスも、化学反応とわかりやすい模式図によって解説され、最後は堆積岩に残る生命がその生成に関与した鉱物相の解説へと展開する。

第 7 章「原核生物と真核生物、それらをつなぐシアノバクテリア」では、原核生物と真核生物の持つメカニズムの違いと両者を繋ぐ光合成機能を持つに至ったシアノバクテリアがいつ出現したか? の展開が示される。著者がピルバラで見いだした $150\mu\text{m}$ の巨大な謎の球状微化石の写真も見事である。つづいてより進化した真核生物の化石記録が紹介される。mm から cm サイズの化石とそれらの特徴の記載は、あたかもこの本の中で生物が進化しているような、生々しさを与える。

第 8 章「先カンブリア時代の地球表層環境」では大気と海洋の起源について、いくつかの説と相互の矛盾点が概観され、ついで生命の発生に影響を持つ、地表の温度変遷についての諸説が紹介される。縞状鉄鉱層の形成が現在の地球表層環境における鉄の元素サイクルと比較される。ポイントとなるのは、硫黄の質量非依存性同位体分別の発見である。

第 9 章「太古代表層環境に関する新発見—酸素を巡って」では、モリブデンとクロムとセリウムの 3 つの元素が取

り上げられる。岩石・鉱物から溶出したモリブデンは酸化環境においては、モリブデン酸 (MoO_4^{2-}) として水中に安定に存在するが、還元環境になると、海中から除去され、堆積物に濃集する。クロムも同様な酸化還元指標となる。自然界でクロムは、3 価と 6 価の原子価を持ち、6 価になると溶解性が高まる。自然界における元素の状態変化に伴う同位体分別 ($^{53}\text{Cr}/^{52}\text{Cr}$) が、どれほどの変化を被っているかが、その指標となるのである。希土類元素の多くは、自然界で 3 価を取るが、セリウムは 4 価になることもあり、溶解度が激減する。滑らかな希土類元素存在度パターンの中に見られるセリウム異常は、酸化環境を物語る。著者は、頁岩にみられるこれらの元素を指標とした太古代表層環境を紹介している。

第 10 章からは、「謎の太古代大型微化石—その 1, —その 2, —その 3, —その 4 と続く。ここには、著者が研究してきた太古代の微化石群が、その発見や学術論文として発表するまでのドキドキする道のりも含めて紹介されている。著者がはじめてピルバラ地塊を訪れたのは 1989 年、フィールドにも慣れてきたように見える 2001 年の調査から本題がはじまる。車の立ち往生、税関による化石の検査、この章には、野外調査のハプニングが満載されている。それらを経て持ち帰られた黒色チャートの薄片中に続々と現れたフィルム状、紡錘状、木いちごの実状、大型球状、様々な炭質物体... それらの微化石としての信憑性を追い求めたのが、次の第 12 章である。

第 12 章「謎の太古代大型微化石—その 3」では、鏡下で見いだされた、炭質物のより詳細な形状記載とその炭素同位体、ラマンスペクトルを通しての解説が続く。これらのデータをオーストラリアの共同研究者に送った時、「著者が採集した、あの明瞭な化石組織が残るチャートは、本当に太古代のものなのか? 再度フィールドに行って確かめよう」という話になった。疑問点は、もっとも基礎となるフィールドにある。フィールド再調査中に遭難しかかった話は、地質調査総合センターのフィールドジオロジストにも共感が得られる部分ではないだろうか。

第 13 章「謎の太古代大型微化石—その 4」は、いよいよ印刷公表のドラマである。どのような点に査読者のコメントが付くか? 多くの読者が、腹立たしい思いをした経験があるに違いない。逆に言えば、出版されてもされなくても査読者の研究の進展に影響がない論文には、大したコメントが付かないのではなからうか? 査読者にとってはその手間をかける時間も惜しい。著者が得た、十数枚に達する大御所からのコメントは、大御所のたいなる焦りの反映であ



ったに違いない。

最終章、第 14 章には、著者が見いだしたレンズ状微化石を通して見た原始生命ワールドが描かれる。ここは著者が、これから血道を上げるであろう、原始生命研究の夢である。夢の行き着く先は、火星からの生命体かもしれない。

本書は、これから地質学を志す研究者、いやすべての若者に勧めたい。これからの仕事と人生がもっともっとエキサイティングなものになること、請け合いである。

最後に、これは評者からの疑問であるが、地質年代は、生命を基準としてわかりやすく区分されていた。新生代、中生代、古生代、原生代、そして生命活動が始まったであろう、始生代。ところが、それ以前は冥王代と称される。冥王代は西欧の「Hadean」を機械的に和訳したのだろうか、従来からの習を尊重するなら「冥生代(生命に暗かった時代)」とすべきではなかったろうか？ノを付けると日本語が整って見える。

(名古屋大学 田中 剛)

女子大学院生・ポスドクと産総研女性研究者との懇談会開催報告

竹内美緒（産総研 地質調査総合センター研究戦略部），産総研 ダイバーシティー推進室

2016年11月21日(月)，産総研ダイバーシティー推進室の主催で「女子大学院生・ポスドクと産総研女性研究者との懇談会」が，下記のプログラムで開催されました。

09:15～09:55 サイエンス・スクエア見学

10:00～11:15 サイエンストーク 「地層から過去の巨大地震を復元する」

11:30～12:00 地質標本館見学

13:30～14:20 産総研紹介

14:20～14:30 移動・領域等ポスター紹介

14:30～15:45 少人数に分かれての在職女性研究者との懇談会

15:45～17:00 ラボ見学

今回は，サイエンストーク，地質標本館見学など地質調査総合センター(GSJ)に関連するイベントも含まれておりましたので，ここでは主にGSJからの開催報告をさせていただきます。

午前中は希望者対象のプレイベントで，広報サービス室主催のサイエンス・スクエア見学とサイエンストーク，そして地質標本館の見学が行われました。サイエンストークは，活断層・火山研究部門海溝型地震履歴研究グループの澤井祐紀氏による地震研究における津波堆積物調査の話題でしたが，津波堆積物のはぎとり標本の解説はもちろん，同氏が現在の研究をはじめたきっかけや，研究成果の社会還元への難しさなどにも話がおよび，参加者(16名)の

興味を引きつけました(写真1)。その後の地質標本館見学には18名が，館内展示施設の見学(写真2)と，薄片試料の作成を行っている地質試料調整グループの見学(写真3)に分かれて参加しました。普段なかなか見ることができない薄片試料作成の話には多くの参加者が興味深く聞き入っていました。また，実際に試料を観察したり触ったりしてもらいました。



写真2 地質標本館の見学。



写真1 澤井氏によるサイエンストーク。



写真3 地質試料調整グループでの薄片試料観察。



午後に開催された懇談会の参加者は全体で65名でした。まず第1部では産総研初の女性理事であり、GSJのOGでもある、富樫茂子理事による挨拶がありました(写真4)。産総研では現在の研究職の女性比率が10%であり、第三期(2010-2014年)の研究職新規採用者の女性比率が16.7%だったのを、第四期(2015-2019年)では18%以上を目指していると説明がありました。その後、人事室、イノベーションスクール、産学官・国際連携推進部連携企画室、ダイバーシティ推進室から産総研の様々な制度について紹介がありました。第2部では領域毎に分かれて懇談会が行われました。GSJからは、活断層・火山研究部門活断層評価研究グループの宮下由香里グループ長が、プライベートな事から研究内容、研究者としての歩みまで、参



写真4 富樫理事による挨拶。

加された学生のみなさんの様々な質問にお答えしました(写真5)。学生のみなさんも、明確な研究興味がある方から、いろいろやってみたい方、まずはポストドクで来たい、という方など様々でしたが、それぞれに有益な情報を得ていただけたと思います。

最後第3部に行われたラボツアーでは、地質情報研究部門地球化学研究グループの久保田蘭氏、地質情報研究部門平野地質研究グループの小松原純子氏、地圏資源環境研究部門鉱物資源研究グループの星野美保子氏の3名の女性研究者が、研究内容や施設の紹介をしました。今回の参加者の中からGSJに入所してくれる方が出るのを期待するとともに、また次の機会にはより多くのリケジョの皆さんに参加していただきたいと思います。



写真5 懇談会風景。

GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 岡井貴司
副委員長 中島礼
委員 中嶋健
星野美保子
竹田幹郎
山崎誠子
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5巻第12号
平成28年12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 前田印刷株式会社

GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor : Takashi Okai
Deputy Chief Editor : Rei Nakashima
Editors : Takeshi Nakajima
Mihoko Hoshino
Mikio Takeda
Seiko Yamasaki
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. 5 No. 12
December 15, 2016

Geological Survey of Japan, AIST

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

Maeda Printing Co., Ltd

