

GSJ

地球をよく知り、地球と共生する

地質ニュース

2024

8

Vol.13 No.8



8月号

-
- 185 蛍石の「履歴書」(その2) 佐脇貴幸
-
- 194 阿蘇3火砕流堆積物分布図
—隠れた巨大噴火の全体像が明らかに—
星住英夫・宝田晋治・宮縁育夫・宮城磯治・山崎 雅・金田泰明・下司信夫
-
- 199 たった一つのサンゴポリプで代謝物解析が可能に
—サンゴを調べる新たな評価手法の確立に成功—
井口 亮・飯島真理子・水澤奈々美・大野良和・安元 剛・
鈴木 淳・菅 駿一・田中 健・財津 桂
-
- 203 CCOP- GSJ Groundwater and GSi Projects Joint Workshop 開催
報告 内田洋平・シュレスタ ガウラブ・宝田晋治・バンディバス ジョエル
-
- 211 書籍紹介 「大量絶滅はなぜ起きるのか 生命を脅かす地球の異変 (ブ
ルーボックス B2241)」
-
- 214 新人紹介 藪田桜子・片桐星来・喜瀬浩輝・阿部彩歌
-
- 216 受賞・表彰 「令和5年度地質調査総合センター研究奨励賞について
星住英夫氏, 宝田晋治氏, 宮縁育夫氏, 宮城磯治氏, 山崎 雅氏,
金田泰明氏, 下司信夫氏による『わが国最大の巨大噴火の全体像が
明らかに』が受賞」

蛍石の「履歴書」(その2)

佐脇 貴幸¹⁾

1. はじめに

佐脇ほか(2021)、佐脇(2021)では、蛍石という鉱物名が名付けられた経緯について、江戸時代以前の各種資料、明治時代の金石学・鉱物学の教科書、中国の鉱物学関係の資料を調査した結果を記しました。それらを踏まえて、小論では、さらなる追加文献調査から新たに判明したことに関して記します。

2. 木内石亭から小藤文次郎まで

第1表に、佐脇ほか(2021)、佐脇(2021)の報告分に加えて、追加調査で見出された文献の一覧を示します。今回は、木内石亭の〈雲根誌〉(1779年)から始まって、小藤文次郎の〈金石学 一名鑛物学〉(1884年)出版までの、約100年間に絞って情報を集めました。これは、木内石亭に代表される岩石・鉱物・化石収集の趣味「弄石」(斎藤, 2020)から、和田維四郎による「金石学」を経て、小藤文次郎による「鉱物学」という学問分野が確立するまでを、蛍石を題材にして辿った、ということを用意しています。

佐脇(2021)以降、国立国会図書館デジタルコレクションでの公開情報が増えたのか、あるいはその検索能力が向上したのか、はっきりした理由はわかりませんが、「蛍石」、「螢石」をキーワードにして検索したところ、佐脇(2021)の執筆時点では見つからなかった文献が、新たに多数見つかりました。特に、1880年代に入ってからはその検索結果数がかなり増えたため、例えばモースの硬度計の基準の一つ(硬度4)として書かれているだけのような、呼称・語源に関して特段の最新情報がないものは第1表には入れていません。また、明治初期に出版された書籍類に関しては、初版もしくはそれに準ずる最も古い再版のみを採り上げました。なお、江戸時代の文献については、新たなものは見つけれませんでした。

さて、改めて第1表を見渡したとき、蛍石の呼び方には、以下のような傾向が見られます。すなわち、物産紹介の文献では「螢石」が前面に出ている(例えば通番18, 19, 27など)ように思われますが、化学の教科書では「弗」から

始まる表記の訳語(例えば通番11, 23, 25など)が優先的に示されており、さらに英和辞典では「石英」を入れた訳語(例えば通番16, 20, 53など)が優先的に示されているように思えます。そのような違いがある理由としては、物産紹介の文献には木内石亭の〈雲根誌〉ほか(通番1~5)の影響、化学の教科書には宇田川榕庵の〈舎密開宗〉(通番8)の影響、英和辞典には本草学の影響が表れているのではないかと推測されます。佐脇ほか(2021)、佐脇(2021)では、「螢石」の存在は、江戸時代に〈雲根志〉を介して人口に膾炙していった可能性を述べていますが、その一方で本草学に関連した「紫石英」、「五色石英」といった呼び名も、世間では根強く存在していたのでしょう。また、今回の検索で初めて見つけたのが「鎔鑛」、「鎔石」などの表記です(通番37, 48)。これはまさに金属製錬時の融剤としての利用法から訳されたものと考えられます。これらのような鉱物名の和訳の苦勞の末に、1880年代半ばには、現在の鉱物名の「螢石」へと収束していったであろうことが、第1表から読み取ることができます。

ところで、佐脇ほか(2021)で不思議に思っていた、フッ素を意味する漢字としての「行がまえ」に「黄」という漢字がどこに由来するかが、ようやくわかりました。いろいろとキーワードを変えて検索していく中で、株式会社高純度化学研究所のブログ(<https://www.kojundo.blog/kanji/3227/>; 2024年1月17日確認)が検索され、ここに「ロブシャイドの『英華字典』での造字によるものであったが、体系的ではない漢字は、結局は廃れていってしまった」という趣旨のことが記されていました。これを糸口に、改めて国立国会図書館デジタルコレクションで検索したところ、増訂版の〈英華字典〉(羅布存徳・井上, 1883; 通番67)の中に、“fluorine”に「行がまえ」に「黄(正しくは『黃』らしい)」という漢字が充てられ、併せて“fluor spar”に「石名」という訳が付けられているを見つけました。ももとの〈英華字典〉は、1866~1869年に中国で出版されたとのこと(陳・倉島, 2006)なので、通番16の荒井(1872)が「行がまえ」に「黄」という漢字を使ったのはまさにこの辞書の影響を受けたのだと思われます。通番20の宮里(1874)は、おそらく荒井(1872)を下敷きにして編集されていま

1) 産総研 企画本部国際部(元地質調査総合センター)

キーワード: 螢石, 金石学, 鉱物学, フッ素, 和訳

第1表 「蛍石」の記載：木内石亭から小藤文次郎まで(1779年～1884年)^{注1}
既報 A：佐脇ほか(2021)に記載、既報 B：佐脇(2021)に記載。

通番	著者・編者・訳者	書名・文献題名	出版時期	向き(西暦年)	執筆時期	蛍石の表記	蛍光(及び蛍光)に関する記述内容	国立国会図書館デジタルコレクション(URL)	備考	既報
1	木内石亭	雲根志 後編 巻之二 生動類	安永6年	1779		蛍石 <small>【ほたるすな】</small>	<p>(現代語訳) 伊勢国治田山に蛍石というものあり。色薄白く常体の産物に て、大なるは豆粒のごとく、小なるは胡椒のごとし、一貫すれば 更に産するものにあらず。或いは口中に入れて試むるに、味も なく香気もなし。但火中に投ぐれば青く燃え、飛揚す。その空を なすの形も光りたる事なし。予一白粉りを焼たり、はなはた奇品 なり。里情叢書といふ。</p> <p>(現代語訳2) 伊勢国治田山(はたさき山)三重県伊勢郡勢野治田山に「蛍 石」と呼ばれるものがあります。うす白い色で豆粒ほどの大きな ものもあれば、ごま位の小さなものもあり、一貫しただけは何 の重さもない砂です。試しに口の中へ入れて噛んでみても味も 香りもありません。ところが火の中へ投げ入れてみても青く燃 えて飛び散ります。その様子はまるで蠟が飛び交つかの如き風 景でもあります。私も一念はかりを所蔵しています。まことに自 慢しても恥ずかしくない奇妙な砂と書っても大げさではありません ん、その地方の呼び名は「蛍石」と書つておきます。</p>	https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/41	雲根志 前編：安永2年(1779年)。 雲根志 後編：安永6年(1801年)。 出版年は木内(今井訳)(1969)による。 現代語訳1：木内(今井訳)(1969) 現代語訳2：木内(横江訳)(2010)。	A
2	木内石亭	奇石産誌	寛政6年以前	1794年以前		<p>蛍石</p> <p>伊勢 雲根 治田山ニアリ 蛍石 同上 火中二投スレハ火ノ如ク飛散</p> <p>備中 蛍石 窪屋郡三子岩之淵水中ニ在里人 青紫石云形紫石英也火 二投スレハ青クモユル</p>		所収：中川(1936)。 出版年は木内(今井訳)(1969)による。 木内石亭80歳前後の著作物(益富, 1989)。	A	
3	木内石亭	諸國産石誌(全2巻)	(年代不詳)			<p>蛍石</p> <p>巻一 伊勢国 蛍石 真部郡石巻いしぐれ(南村の山にあり) 蛍石 治田山にあり</p> <p>巻一 陸奥国 蛍石 野実内浦類にあり、火に投すれば火ノ飛ぶ、伝る (注：▲は認め取れなかつた文字)</p> <p>巻二 備前 蛍石(?) た(或 友?) 質村にあり</p> <p>巻二 備中 蛍石 窪屋郡三子岩にあり 酒津[さいつ]村、又黒田村</p> <p>伊勢 蛍石 治田[ハツタ]山 火二投スレハ火ノ如ク飛散</p>	https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/42 https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/43 https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/43 https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/43	1806年出版の『雲根志』巻末広告(「諸國産石誌」が「近 刻」という広告がある(益富, 1989)。 本書の冒頭 (https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/45)に「石巻」 の表記あり。 〈奇石産誌〉の別名が(後掲, 1979)。	A	
4	木内石亭	諸州石品産所記	(年代不詳)			<p>蛍石</p> <p>伊勢 蛍石 治田[ハツタ]山 火二投スレハ火ノ如ク飛散</p>	https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/45 https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/45	〈奇石産誌〉の別名が(後掲, 1979)。	A	
5	木内石亭	石巻	(年代不詳)			<p>蛍石</p> <p>伊勢 蛍石 治田山ニアリ常體ノ白砂ナリ、火二投スレハ火ノ如ク 飛ツ火ノ色青シ。</p>		所収：中川(1936)。 出版年は木内(今井訳)(1969)による。 木内石亭80歳前後の著作物(益富, 1989)。	A	
6	岡林清遷・水谷豊文	物品識名	文化6年	1809		「紫石英」の項目があるのみ		https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/46	A	
7	水谷豊文	物品識名拾遺	文政6年	1825		ホタル石	<p>クダキ火二投スレハ光リテ飛ツモノナリ 勢州石巻 備中黒田産 文濃紫石英モ火二投スレハ光リ飛ツモノナリ</p>	https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/47 https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/47	著者、出版年代は国立国会図書館デジタルコレクション の書誌情報による。	A
8	宇田川榕庵	倉密閉宗 三 巻八	天保8年～弘化4年	1837～1847		<p>弗耳乙酸加爾基[フリュエス、カルキス、フルーイ シユレー、カルキ]</p> <p>漢羅ノ紫石英 邦産ノ紫石、螢砂、此二層ス ニシユレー、カルキ</p> <p>徳蘭加爾基[リバーランド]及地他二産ス 弗耳乙▼ 弗多[フリスバール]此二部分は▼に属ス(の魚)「末」が左石 と入れ替わつた字を当てている。</p>	https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/48	「紫石」の名称欄にて呼ぶ場合もあったとのこと。例、 亞細亞多[アメラスト]。 出版年号は国立国会図書館デジタルコレクションの書誌 情報による。	A	
9	群田翠山(群田健存)	熊野物産初志 五巻	安政3年以前	1856年以前		<p>蛍石</p> <p>尾呂志雄坂本山中二生ス……勢州産ノ螢砂ノ如シ……火二投 スレハ青光アリ</p>	https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/49	国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報は安政3 年(1856年)となっているが、写本のため正確な出版年は 不明。群田(2002)は1848年の出版としている。 「尾呂志雄坂本」は現在の三重県津市要部御茶町。	B	
10	岡 安定	物品名彙	安政6年	1859		<p>ホタル石 舶来紫石英</p>	https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/50	著者、出版年代は国立国会図書館デジタルコレクション の書誌情報による。	B	
11	ガラン・Gibelin, J. P. L. (著)・桂川節英・石川八郎 (編註)	化学入門 後編第二巻	慶応3年～明治6年	1867～1873		<p>弗耳乙斯巴多[フルーイ(スパー)]</p>	https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/51	著者、出版年代は国立国会図書館デジタルコレクション の書誌情報による。 「弗耳乙スパー」の最初と聞かれる(初編) (https://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2575438/49)の巻末には、「慶応 三年」に出版されたことが書かれている。	A	

通番	著者・編者・訳者	書名・文庫題名	出版時期	両立(西暦年)	執筆時期	蛭石の表記	燐光(及び蛍光)に関する記述内容	国立国会図書館デジタルコレクション(URL)	備考	既報
12	ガラジン(Giraldin, J. P. L.) 化学入門 後編第三巻 赤熊(訳)	化学入門 後編第三巻	慶応3年~明治6年	1867~1873	明治6年	螢石 螢石	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/830085/1/23	著者 出版年代は国立国会図書館デジタルコレクションの書籍情報による。出版時期は国立国会図書館デジタルコレクションの書籍情報による。赤熊(訳)による。記述あり。赤熊(訳)による。記述あり。螢石、螢石、トマス、トマス、トマス	
13	坂本之助(編)・堀越龜之助(改)	改訂増補 英和辞書 珍録	明治2年	1869	明治2年	Fluor. 流レリ。石ノ冬 (注:「」は合字で、「こと」と読む)	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/8270101/1/154	螢石という名称はないが、「石ノ冬」という訳が付けられている。また、本編には「螢石三年江戸軍師」と書かれているが、奥付には「明治二己巳年 官許」と記されている。	
14	高橋新吉・前田敏吉・前田正名(編)	改正増補 和譯英辭書	明治2年	1869	明治2年	Fluor. 流レリ。石ノ冬 (注:「」は合字で、「こと」と読む)	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/8171455/1/113	螢石という名称はないが、「石ノ冬」という訳が付けられている。	
15	リッパレル(Helman, R. 述)	理七日記 初編巻之十一	明治3年	1870	明治3年	フルオリスハル	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/828155/1/29	この記述を基に、明治7年以降には、編纂版に相当する以下のようなか出題された書籍。 https://dndi.eolip.jp/3463984 https://dndi.eolip.jp/3463986 https://dndi.eolip.jp/830065 https://dndi.eolip.jp/830067	
16	荒井邦之助	精元名訳及耳要録 英和語辞書(開拓使)	明治5年9月	1872	明治5年9月	Fluor spar 五石石英(即 螢石灰) (注:「」は合字で、「こと」と読む)	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/8171480/1/245	この辞書の目録版(https://dndi.eolip.jp/8171480/1/245)と目録版(左記)とで見出し順列に違いがある(徳源、1979)。	
17	代郡(編)・環彦温(口訳)・華南芳(筆削)	金石譜別 一		1872		夫羅而所龍 夫羅而所龍	夫羅而所龍之爲粉 置熱鏡上 則生光 其光或綠色 或青紫色 或淡藍色	https://dndi.eolip.jp/887755/1/42	代郡とはJames Dwight Danaのことであり、その著書を漢文に訳したのも、また、環彦温とは、Daniel Jerome Meegowanのこと。出版年 著者は国立国会図書館デジタルコレクションの書籍情報による。	A
18	前田 應	石品産所考 上	明治6年11月	1873	明治6年11月	螢石	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/832071/1/13	「伊勢」の章。「石念所」では、治田山のこと。	
19	伊藤圭介	石品産所考 下	明治6年11月	1873	明治6年11月	螢石	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/832072/1/12	「伊勢」の章。 「伊勢」の章。	
20	宮里正静	日本産物志 近江部	明治6年	1873	明治6年	ホタル石	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/801577/1/3	英語 <> 日本語辞書。 荒井邦之助の辞書と取組は一致しており、見出し語はこちらでは「行がまえ」に「黄」ではなく、「螢」を使っている。	A
21	文部省	化学新辭書(Chemical and Mineralogical Dictionary)	明治7年11月	1874	明治7年11月	Fluor spar 五石石英(即 螢石灰)	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/830538/1/54	11ページ、フツ素(弗利阿林)の説明中に出てくる。 フツ素(弗利阿●母)の局明文中有り。 (注:●は「んべん」に「留」)	
22	小西松三	百科全書 化学部下 啓蒙院知事之海 五	明治8年2月	1875	明治8年2月	フリュオリスハル(紫石英) 螢石	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/830102/1/12		
23	物爾斯(Wallis, D. A. 著)・土岐頼徳(訳)	化学概要 七	明治8年11月	1875	明治8年11月	弗羅林加爾聖母 弗羅林加爾聖母 (紫石英 又 螢石ト云)	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/830826/1/12		
24	香崎柳泉	西洋百工新書 外編 二	明治8年2月	1876	明治8年2月	弗羅林加爾聖母(フロウルスハル) 螢石	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/845481/1/24	「弗羅林加爾聖母」ハ 漢譯の紫石英 新産の螢石 等なりとの記述有り。	
25	ロスコー(Roscoe, H. E. 著)・茂木善次(訳)・平岡盛三郎(脚)	羅斯柯氏化学 卷一~五	明治9年	1876	明治9年	弗化カルシウム(即螢石 CaF ₂)	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/830507/1/188	左記以外に、3か所に記述有り。 巻1 72~10(付録)ページ。 巻2 81ページ。 巻3 65ページ。 巻4 85ページ。 巻5 87ページ。	
26	鈴木長輔	百科全書 礦物篇	明治9年	1876	明治9年	フリュオリスハル ■ 螢化加爾聖母(フリュオライド、フオカルシウム) (注:「」は合字で、「こと」と読む)	(記述なし)		146~147ページ。螢石は紫石英(今という方解石)の項で述べられている。また、これとは別に紫水晶についての記述もある。	B
27	伊藤圭介	日本産物志 美濃部	明治9年	1876	明治9年	ホタルズナ	此砂灰色ニシテ火ニ投入シバ、燃工碧色ノ炭ヲ發ス	https://dndi.eolip.jp/801579/1/3	赤坂金山に産するとしている。伊勢(治田山)のものとは対比。 高木(2019a)も「漢譯の産物大略(明治5年)」に螢石産出の記述があることと報告。「第二次内閣勸業博覧會報告付録」(https://dndi.eolip.jp/801879/1/92)にも、これを引用したと思われる記述がある。また、高木(2019b)によれば、現在の金山から螢石の産出は確認されていないとのこと。	B
28	勝手縣(?)	勝手縣 布達全書 第一巻 自明治四年至明治五年	明治10年10月	1877	明治10年10月	螢石	(記述なし)	https://dndi.eolip.jp/2938473/1/93	オーストラリアのウイーブンでの万博の出展物として出されたことが記されている。	

選書	著者・編者・訳者	書名・文庫題名	出版時期	向元(西暦年)	執筆時期	鉱石の表記	燐光(及び蛍光)に関する記述内容	国立国会図書館デジタルコレクション(URL)	備考	既報
29	志賀桑山	化学最新一	明治10年11月	1877	明治10年10月	フルスバート又螢石	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/330569/1/44	「化学最新」はこの後も数冊続発があり、それらにもたびたび燐光のことが記されている。	
30	伊藤圭介	日本産物志 権濶部	明治10年	1877	明治10年10月	ホタル石	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/301592/1/3	陸刺としての燐石の利用について記述。	B
31	米岡博覧會事務局	米岡博覧會報告書 列品部 第四	明治10年	1877	明治10年10月	螢石	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/301837/1/99		
32	和田維四郎	金石識別表	明治10年	1877		螢石 Fluorite	之ヲ燐光ニ照スレハ各色ノ燐光ヲ發シ往々飛動スルアリ 小量ノ水ヲ發ス	https://dl.ndl.go.jp/id/331988/1/91	所収、日本鉱業史料集刊行委員会(1990a)本書の冒頭に、フライベルグ鉱山大学校フリスバハ教授採らの金石識別表を基礎に、同校の他の教習種の内容を取り入れて編集したことが記されている。	A
33	杉野次郎	金石學必携 内編上	明治11年3月	1878	明治11年3月	燐石[フリュオールス(バール)即 フリュエール燐石灰]	フリュエール、スバルハ熱ニ照シ玉燐光ヲ發シ、其ノ碎屑ト爲シ、熱燐上ニ置ケバ、則チ光ヲ生シ、其色ハ或ハ緑色、或ハ紫色、或ハ球珠色、或ハ橙色	https://dl.ndl.go.jp/id/331994/1/29	本書の冒頭で、Daneの“Manual of Mineralogy”、“System of Mineralogy”を基に編集したことが記されている。また、本記述以外にも数冊のページにあり、また燐光の(内編下冊)にも数カ所出てくる。	A
34	和田維四郎	金石學	明治11年4月	1878	明治9年12月	燐石 [ポタル石] 和名 ■ 燐石 漢語 即チ ■ 燐石 Fluorspath Fluorite (注: ■は「行かまえ」に「黄」)	之ヲ熱燐上ニ置ケハ燐光アリ、其火光ハ或ハ緑線、或ハ紫、藍、紅、黄ノ數色アリ 和漢之ヲ燐石ト唱スルモノハ其火中ニ投スレハ黄赤ノ燐光アリ 之ヲ熱燐上ニ置ケ加シ、故ニ以テ名トス	https://dl.ndl.go.jp/id/331994/1/91	「巻之五 燐金類ヲ論ス」での記述。	A
35	内閣勸業博覧會事務局	明治十年内閣勸業博覧會出品解説(業治金)	明治11年10月	1878		燐石	(記述なし)		「巻之五 燐金類ヲ論ス」での記述。	A
36	和田維四郎	本邦金石學誌	明治11年10月	1878	明治11年4月	燐石(ポタル石) 和名 ■ 燐石 漢語 即チ ■ 燐石 Fluorspath Fluorite (注: ■は「行かまえ」に「黄」)	之ヲ熱燐上ニ置ケハ燐光アリ、其火光ハ或ハ緑線、或ハ紫、藍、紅、黄ノ數色アリ 和漢之ヲ燐石ト唱スルモノハ其火中ニ投スレハ黄赤ノ燐光アリ 之ヲ熱燐上ニ置ケ加シ、故ニ以テ名トス	https://dl.ndl.go.jp/id/331994/1/91	初版は明治9年、白亜書房版(日本鉱業史料集刊行委員会 1990c)及び国立国会図書館デジタルコレクション(左記URL)に収録されているのは、第5刷(明治19年)であるが、その一つ前の再刷(明治15年; 和田, 1882)と、内容に差がならないようである。	A
37	松野見(Seigneur, A. 著)ノ丹波敬三(訳)	無機化学第二巻(金属)	明治11年10月	1878		燐石	(記述なし)		所収、日本鉱業史料集刊行委員会(1990c)104ページ、石川県能登半島の宝達山産のものについて記述。	A
38	大友道恒・戸崎 兼・米山 俊徳・北原雅長	明治十年内閣勸業博覧會報告書	明治11年12月	1878	明治11年10月	弗灰石 Fluorite 又 螢石 即 弗化カルシウム	弗灰石ハ往時ノ所謂燐石ニテ弗灰石ノ小塊ヲモリ或ハ砂ヲ斯ク稱セリ 燐石ノ名號ハ其火中ニ投スレハ燐光ヲ發スニ因リ	https://dl.ndl.go.jp/id/332100/1/17	所収、日本鉱業史料集刊行委員会(1990c)。	A
39	京都府	明治十一年京都府布告書	明治12年2月	1878		燐石一名燐燐	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/330300/1/66	弗律阿尼加爾斐母の項に有り、その他、122ページ、251ページにも出てくる。	
40	和田維四郎	晶形學	明治12年2月	1879		燐石 [ケイセキ]	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/3301892/1/24	秋田県令宛の報告書。	
41	藤澤 壽	日本燐石産地	明治12年2月	1879	明治12年2月	燐石 Fluorite	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/332092/1/28	師範学校での教育用資料として集めることを目的とした府知事の布達書集。	
42	白野己郎	金石小叢	明治12年4月	1879	明治12年2月	燐石 [ポタル石]	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/332098/1/67	〈金石學〉の附録扱いであることが、裏紙に明記されている。	A
43	シールド(Sheldon, E. A. 著)永田慶郎(訳)	澤田敏氏 庶物指教 下冊	明治12年4月	1879		弗灰石 FLUOR SPAR フリュエールスパー	熱燐上ニ置ケハ燐光ヲ發ス (注:「トモ」は合字)	https://dl.ndl.go.jp/id/331989/1/27	所収、日本鉱業史料集刊行委員会(1991)上記文庫の解説文によれば、本書はDanaの“Manual of Mineralogy”(1872年)の抄訳とのこと。	A
44	ローランド(Raullin, V. 著)佐治文彦(訳)	弗氏地質學上	明治12年10月	1879		紫石英 [フロウリスバ(？)アル]	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/331284/1/68	〈金石小叢〉の別版の明治15年(1882年)版(社説)、明治17年(1884年)版(改正版)も記載は同一。	B
45	大分県	明治十一年 大分縣第二回年報	明治12年2月	1879	明治12年4月	燐石、衝灰石、衝酸石灰、フルコライト	火中ニ投スレハ燐ノ如キ光ヲ發ス	https://dl.ndl.go.jp/id/302167/1/96	鉱物の程度に關して、「第四編實ニ因テ燐燐石ル能ハサルモノトシテ例示しているが、燐石を紫石英と混同して記している。	
46	田直満・栗・國陣幸一・島田主善	明治十年内閣勸業博覧會出品記名	明治12年12月	1879	明治12年12月	燐石 Fluor-spar	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/301894/1/22	「五色石」にはふり仮名が付けられているが、つづられてしまっており正確に読めない。「勇」氏は、フランス・ポルドー大学の教習であったローランドのこと(日本地質史編纂委員会 東京地質学協会 1993)。	A
47									〈金石學〉の記述を引用。	
48									博覧會展示物の英訳表。	

順番	著者・編者・訳者	書名・文献題名	出版時期	向五(西暦年)	執筆時期	蛭石の表記	蛭石に関する記述内容	国立国会図書館デジタルコレクション(URL)	備考	既報
47	津田 仙・柳澤 大・大井 47 繁吉(訳)・中村 敏幸(校正)	英華和辞書 英華和辞書 英華和辞書 英華和辞書	明治12年	1879	明治9年9月	Fluor spar 石名	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/394983/1/023	恐らく、Lobscheidほかの英華辞書(1866-1869年)をベースに編集されている。「乾」は「第一巻」の字を意味していると思われる。	
48	吉井 亨	純美要説 初篇(鉱学)	明治13年7月	1880	明治13年2月	蛭石[フリウアル] 又 蛭石(長石[フリウアル]ハル)	其火燐光ハ緑、紫、藍、紅、黄 此蛭石ニテ燐光キテ生ズルモノヲ燐光石[フロウアーン](燐石)ト云フ 其燐光ノ方言ニ因テ名ヲ分テタルモノアリ	https://dl.ndl.go.jp/id/347318/1/47	所収、日本鉱業史料集刊行委員会(1984) 融劑として用いるという特徴から「蛭」の字を充てている。	
49	内務省博物館	博物館陳列目録	明治13年	1880	明治13年6月	ホタル石 螢石 Fluorite	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/397397/1/25		B
50	榊井 松石	三重管内博物館誌 巻	明治13年	1880	明治13年5月	螢石 方俗 ホタル石ナ	此石碎キ火中ニ投スレバ青火ヲ發シ飛散ス	https://dl.ndl.go.jp/id/398034/1/61		A
51	村上 英子	礦物学彙	明治13年11月	1880	明治13年10月	紫石英 ホタル石	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/332046/1/10	別添独立に「紫石英 ムラサキイセウ」「紫石英 シンイセウ」ムラサキイセウなどの項目も有り。	
52	雷快思(Lyell, C. 著)・瑞 雲漢(口訳)・華英辞 彙(著)・久松 乙之・保田 久成(点)	地学淺譯	明治14年2月	1881	明治14年2月	夫麗而前龍[フリュウアルスバフ]	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/331275/1/449	雷快思Charles Lyell. 瑞雲漢はDaniel Jerome Lyellの訳者。上述で1873年に出版されたもので、これに副点を付けたものが、明治14年に日本で発売された。(生井 1978)。国立国会図書館デジタルコレクションに載っているのは、この副点付きのものである。	
53	矢田 堀 潤	英華學藝叢書	明治14年7月	1881	明治14年7月	Fluor spar 紫石英(五色石英)	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/380196/1/51	1884年版でも同じ表記。	A
54	松本 栄三郎	礦物小學	明治14年9月	1881	明治14年9月	螢石[ホタル石][フリウアルスバール] 弗裏 及ヒ カルシウム	試ニ一ト片ノ螢石[ホタル石]ヲ取リ之ヲ熱シテ燐光ニ置ケハ青 白光ヲ發スルヲ見ルヘン 是即チ燐光ナリ	https://dl.ndl.go.jp/id/332047/1/14	本書の冒頭で、Nicolの“Elements of Mineralogy”を基として、Danaherの著作を参考しに編集したことを述べているが、それらの書籍情報(版、出版年等)は不明。	A
55	龜川 明和	小學博物館小解 金石之部	明治14年10月	1881	明治14年10月	弗律阿林[フルウアラニス]	之ヲ熱スレバ燐光ヲ發シ亦頗ル美麗ナリ	https://dl.ndl.go.jp/id/332047/1/23	弗律阿はフッ素、加爾望母はカルシウムのこと。	A
56	教育博物館	教育博物館案内	明治14年10月	1881	明治14年10月	■ 灰石、螢石 (註: ■は「行がまえ」に「廣」)	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/332047/1/45	項目名としては「■ 灰石」の方を挙げている。	
57	三宅 少太郎	能登地誌略 改訂	明治15年9月	1882	明治15年9月	螢石 (註: ●は「にんべん」に「留」)	其火中ニ投スレバ黄青色ノ燐光ヲ發シ、螢火ノ如クナルヨリ螢石ノ名アルナリ	https://dl.ndl.go.jp/id/764700/1/13	この改訂版の新書と思われる(能登地誌略)(https://dl.ndl.go.jp/id/764719/1/1)。(能登地誌略講法)(https://dl.ndl.go.jp/id/764723/1/1)には、宝蓮山の産物として記述されている。	
58	榊木 實則	金石初歩	明治15年7月	1882	明治15年7月	弗律阿林[フルウアラニス] 又 五色石英	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/332049/1/19		A
59	柴田 昌吉・子安 峻	英和字典 增補訂正 第二版	明治15年9月	1882	明治15年9月	Fluor-spar 五色石英、螢石	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/370057/1/201		
60	志賀 雷山	土學編 第一冊	明治15年	1882	明治15年9月	螢石	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/339996/1/16	「花燐炭ハ三種ノ燐物即水燐・螢石……及ヒ雲母ヨリ生成シ……」と書いてあることから、螢石と螢石を混同しているものと思われる。	A
61	藍盛 桂造	物理學 中篇(第四版) 礦物論	明治15年11月	1882	明治15年12月	螢石[フルオールスバート]	螢石光[フルオレスセンツ] 或ル一定量ノ螢石[フルオールスバート]ハ黄青色ヲ現ハスベシ 螢石ノアル名稱ハ蓋シ此螢石ヨリ之ヲ取レリ	https://dl.ndl.go.jp/id/1083868/1/142	第一版は明治13年発行。	A
62	山崎 忠興	小學中等科博物館學 礦物論	明治16年1月	1883	明治15年12月	螢石	此燐ヲ火中ニ投スレバ燐火ヲ發スルヲ以テ螢石ノ名アリ	https://dl.ndl.go.jp/id/332049/1/40		A
63	榊 桂 藏	試金要略	明治16年2月	1883	明治15年11月	弗灰石即螢石	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/347383/1/25	ページ番号無し。	
64	大坪 源造	金石一覽圖解 上	明治16年3月	1883	明治15年11月	螢石[ホタル石][フロースバー]	之ヲ熱スレバ則チ燐光ヲ發シ頗ル美麗ナリ	https://dl.ndl.go.jp/id/331986/1/29		A
65	鳥居 正敏	普通小學博物館書 金石之部	明治16年5月	1883	明治16年5月	螢石	火ニ燐ケハ、小片飛散シ、流煙ノ如シ。	https://dl.ndl.go.jp/id/332049/1/11		A
66	原島 孝次郎	博物館叢書 卷之三 金石	明治16年6月	1883	明治16年6月	螢石	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/332049/1/11		A
67	羅布 存徳(Lobscheid, W. 著)・井上 哲次郎(訂譯)	鑛物學 鑛物學 鑛物學 鑛物學	明治16年11月	1883	明治16年9月	Fluor spar 石名	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/394614/1/264	中国での出版は、1866-1869年の間(陳・倉島, 2006)。	
68	羅士谷 孝雄(著)・原田 豊 吾(備)	地学要略 卷之一	明治16年11月	1883	明治16年10月	螢石	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/331285/1/13	和田龍四郎氏の巻頭書有り(明治6年10月)。	A
69	ネットー(Netto, C. 著)・河野 純雄(渡辺謙訳)	理化学金庫 上册	明治17年6月	1884	明治17年9月	螢石即チ弗化石灰	(記述なし)	https://dl.ndl.go.jp/id/347489/1/32	融劑としての利用に関する記述。	
70	大槻 如電(修二)	金石學教授法	明治17年7月	1884	明治17年2月	螢石[クエイセキ] リハライト	此石碎キ火中ニ投スレバ燐光ヲ發スルヲ以テ螢石ト云フ 螢石ノ名稱ハ蓋シ此螢石ヨリ之ヲ取レリ (註: 「」は合字で、「こと」と讀む)	https://dl.ndl.go.jp/id/331993/1/17	螢石と螢石の期底の記述有り「此ノ石ハ、現今普通ニ於テ紫石英ト呼ビ使フ」蓋シ燐光ヲ生ズルヲ以テ「螢石」トシ、音讀カ「クエイセキ」、訓讀カ「ホタル石」ノ方ヲ併記。	B
71	小藤 文次郎	金石學 一名 礦物學	明治17年9月	1884	明治17年7月	螢石 Fluor spar Fluorit	礦物中螢石[フルアライト]ナルモノアリ、熱ニ遇スレバ燐光ヲ發シ、之ヲ碎キ粉屑ト爲シ、熱鉄上ニ投スレバ其光、鮮明ナリ、其色或ハ翠綠或ハ紫或ハ玫瑰色ナリ、故ニ此燐ニ螢石ノ名アリ	https://dl.ndl.go.jp/id/331989/1/25		A

すが、こちらでは「衡」の字を使っています。このような違いが生まれたのは、宮里氏が、造字されていることに気が付かなかったためだと思われます。ただし、そもそもなぜこういう造字が必要だったのか、また音訳だったのか意識だったのかは、今のところ全く分かりません。

また、通番 13 の堀・堀越(1869)で“Fluor”に「石ノ名」というやや不思議な訳を付けたのは、〈英華字典〉の行替の部分を見落として読み違えたことによるものであり、通番 14 の高橋ほか(1869)はその間違いに気付かずにそれをそのまま引用したのだと思われます。さらに言えば、このことは、当時の中国には、夜明珠と名付けられた光る石のことは知られていた(巒^{Luan}, 1989, p. 15, p. 76)ものの、それが“Fluor spar”に対応することまではわかっておらず、また「蛍石」という言葉もまだなかったことを意味しており、「蛍石」が日本生まれの鉱物名であったことを改めて示唆しています。

なお、本題からは外れますが、第 1 表の文献を見ていく中で改めて気が付いたのは、明治 10 年の内国勸業博覧会が、国としていかに重要視されていたか、ということです。例えば通番 35, 46 のような物品解説や、通番 38 のような報告書にもそれが表れており、これらの資料を簡単にみただけでも、蛍石に限らず各地の様々な物品が一堂に集められ、殖産興業のための物品調査と産業奨励の場として、この博覧会がいかに重要視されていたかがはっきりと窺えました。このことは、例えば国立国会図書館のウェブサイトにある博覧会の解説ページ(<https://www.ndl.go.jp/exposition/s1/naikoku1.html>; 2024 年 1 月 17 日確認)やそのリンク先のページを読むとよく理解できます。

3. 古代の蛍石

プリニウスの〈博物誌〉では、蛍石が、極めて高額な鉢や酒盃等の容器として珍重されていることがかなり詳しく記されています(例えば第 37 巻第 18 ~ 22 節)。ただし、融剤としての利用は書かれていません。佐脇ほか(2021)では、この蛍石のラテン語表記(原語)がわからないと書きましたが、プリニウス[中野ほか訳](1986)の索引に示されているの見落としていました。この索引では、原語を“murrina”としていますが、正確には“murra”とすべきのようです。

Sicree(2008)によれば、現存しているローマ時代の蛍石の容器(vasa murrina)は大英博物館にある 2 点だけのようで、それぞれ Barber Cup, Crawford Cup と呼ばれています。詳細は、大英博物館のウェブサイト(https://www.britishmuseum.org/collection/object/G_2003-1202-1; https://www.britishmuseum.org/collection/object/G_1971-0419-1; 2024 年 1 月 24 日確認)をご覧ください。現在の英語では“murra”は“murrha”とつづられ、“murrhine glass”で、色ガラスで表現された花やりボンなどの飾りが入っている容器のことを指すようです。さすがに本当の蛍石を使った容器は非常に希少で、なかなか家庭内で普通に使うことは難しいでしょうから、ガラス製品に置き換わっているのは妥当と言えそうです。

また、Tressaud(2019)によれば、蛍石の美しさは古代の人々も魅了したようで、彫刻、装飾品などに使われるとともに、顔料や薬(鎮痛剤など)としても使われてきたことを述べています。薬として使ったという点では、本草学において、「紫石英(蛍石)」に咳止めの効能がある(菊地, 2014)と言われていたのと、よく似ています。あの蛍石の美しさには、そういう効能を感じさせるような、不思議な魅力があったのですね。

また、Tressaud(2019)によれば、蛍石の美しさは古代の人々も魅了したようで、彫刻、装飾品などに使われるとともに、顔料や薬(鎮痛剤など)としても使われてきたことを述べています。薬として使ったという点では、本草学において、「紫石英(蛍石)」に咳止めの効能がある(菊地, 2014)と言われていたのと、よく似ています。あの蛍石の美しさには、そういう効能を感じさせるような、不思議な魅力があったのですね。

4. おわりに

今回の追加文献調査で、佐脇ほか(2021)で、蛍石にまつわり不明だったことがほぼ解決できました。同じように、ほかの鉱物あるいは岩石でも、その名の由来や古今東西での社会的な位置付けなどについて調べてみると、また面白いことがわかるかもしれません。

例えば、鉱物と言えばこれ、とも言える石英(水晶)に関しては関心が高く、よく調査が進んでいるようです(例えば、堀, 2010; 吉野, 2018)。岩石名についての研究がどのくらいされているかは、歌代ほか(1978)以外定かではありませんが、例えば地球上で最も代表的な岩石である「玄武岩(basalt)」であれば、堀・堀越(1869)、高橋ほか(1869)では「Basalt: 石ノ名(未詳)」、荒井(1872)、宮里(1874)では「Basalt: 柱^{ハシライシ、タルキョウシ}石」、柴田(1876, p. 8)及び關藤(1877, p. 12)では「鎔化石^{パソルト}」及び「鎔化石^{パサルト}」、柴田(1876, p. 39)では「熔化石^{パルリト}(ルビの付け間違い?)」など、また同じく「片麻岩(gneiss)」については、荒井(1872)、宮里(1874)では「Gneiss: 片麻石」、錦織(1876, p. 44)では「鎔化石^{ナイス}」、柴田(1876, p. 37)では「片麻石^{チ(ネ)ース}」、關藤(1877, p. 13)では「紋石^{ナイス}」などの表記があります。いずれも、小藤(1884)で現在の名前に整理されていますが、興味を持たれた方は、これらを含めていろいろな鉱物や岩石の表記の変遷を辿ってみてください。

最後に、また本題とは離れますが、明治時代の書籍の奥付には、今とは違った趣があります。奥付の歴史に関して

は、例えば千代田区立図書館の解説(https://www.library.chiyoda.tokyo.jp/uploads/findbook/collection/naimusho/kikakutenji/naimushou_archive1.pdf;2024年1月26日確認)が詳しいですが、明治8年と明治20年の出版条例の改正、及び明治26年の出版法の公布等により、書誌情報が明確にされるようになったとのこと。それに加えて、例えば杉邨(1876, <https://dl.ndl.go.jp/pid/831994/1/186>;2024年1月25日確認)や松本(1881, <https://dl.ndl.go.jp/pid/832047/1/41>;2024年1月25日確認)の奥付には、著者、発行人に「士族」、「平民」といった身分(肩書)が付記されています。これはおそらく、明治8年の太政官布告第44号(<https://dl.ndl.go.jp/pid/787955/1/96>;2024年1月26日確認)の「署名には肩書として『士族』、『平民』を明記せよ」という指示に従ったものと思われる。この肩書の記載をいつまで行っていたか、その終わりの時期までは追跡できていませんが、佐脇ほか(2021)に挙げた文献をいくつか見てみたところ、どうも明治20年代には廃れたような感じがあります。このあたりのことも、また古い文献を見る上での楽しみになるかもしれません。

文 献

- 荒井郁之助(1872) 諸元素名稱及其畧稱表譯. 英和對譯辭書(開拓使), 小林新兵衛, 東京, 534-541 及び 533-546. ^{注2}
- 米國博覽會事務局(1877) 米國博覽會報告書 列品部 第四. 米國博覽會事務局, 東京, 198p.
- 陳 力衛・倉島節尚(2006) 19世紀英華字典5種 解題. 或問, no. 11, 119-126.
- 代那(Dana, J. D., 撰)・瑪高温(Macgowan, D. J., 口訳)・華蘅芳(筆術)(1872) 金石識別 一. 江南機器製造局, 上海, 98p. ^{注3}
- 土井正民(1978) わが国の19世紀における近代地学思想の伝播とその萌芽. 廣島大学地学研究报告, no. 21, 170p.
- 富士谷孝雄(著)・原田豊吉(関)(1883) 地学要略 卷之一. 富士谷孝雄, 東京, 110p.
- ガラジン(Giraldin, J. P. L., 著)・桂川甫策(関)・石橋八郎(譯)(1867~1873) 化学入門 後編第二卷. 一貫堂, 東京, 50p. ^{注4}
- ガラジン(Giraldin, J. P. L., 著)・桂川甫策(関)・加藤宗甫(譯)(1867~1873) 化学入門 後編第三卷. 一貫堂, 東京, 31p. ^{注4}
- 後関文之助(1979) 日本の古代より近世に至る地質学と関連学の発達史. 地学雑誌, 88, 1-25.
- 原島準次郎(1883) 金石. 博物訓蒙 卷之三, 原島準次郎, 東京, 19p.
- 堀 秀道(2010) 堀秀道の水晶の本. 草思社, 東京, 190p.
- 堀 達之助(編)・堀越亀之助(改訂)(1869) 改訂増補英和對譯袖珍辭書(慶應三年江戸再版). 蔵田屋清右衛門, 江戸(東京), 499p. ^{注5}
- 飯盛挺造(1882) 物理学 中篇(第四版). 丹波敬三・柴田承桂, 東京, 580p.
- 磯部 克(2002) 人生を豊かにする鉱物の博物誌. 文芸社, 東京, 199p.
- 伊藤圭介(1873) 日本産物志 近江部. 文部省, 東京, 33p.
- 伊藤圭介(1876) 日本産物志 美濃部. 文部省, 東京, 27p.
- 伊藤圭介(1877) 日本産物志 信濃部. 文部省, 東京, 41p.
- 岩佐 巖(1883) 試金要略. 東京大学, 東京, 168p.
- 岩手県(?) (1877) 巖手縣 布達全書 第一卷 自明治四年至明治五年. 川越千次郎・堀内政業, 盛岡(?), 180p.
- 鎌井松石(1880) 三重管内博物誌 壹. 鎌井松石, 36p.
- 龜川明和(1881) 小學博物小解 金石之部. 正元堂, 東京, 21p.
- 榎木寛則(1882) 金石初歩. 錦森堂, 東京, 26p.
- 菊池 賢(2014) 感染症四方山話(7): Geomedical science - その2. *The Chemical Times*, 2014 No.1(通巻231号), 3-6.
- 木内石亭(今井 功 訳注解説)(1969) 雲根志. 築地書館, 東京, 607p.
- 木内石亭(横江孚彦 訳)(2010) 口語訳 雲根志. 雄山閣, 東京, 503p.
- 小西松三(1875) 啓蒙窮理知恵之海 五. 書籍會社, 大阪, 42p.
- 小藤文次郎(1884) 金石學 一名 鑛物學. 小藤文次郎, 東京, 163p.
- 教育博物館(1881) 教育博物館案内. 教育博物館, 東京, 73p.
- 京都府(1878) 明治十一年 京都府布令書. 京都府. ^{注6}
- 敏涅兒(Langgaard, A., 著)・丹波敬三(訳)(1878) 無機化学 第二卷(金属之部). 丹波敬三, 東京, 338p.
- 羅布存德(Lobscheid, W., 著)・井上哲次郎(訂増)(1883) 増訂 英華字典. 藤本, 東京, 1357p.

- 欒 乘璈 (1989) 中國寶石和玉石. 新疆人民出版社, 烏魯木齊市, 233p.
- 雷俠兒 (Lyell, C., 著)・瑪高温 (Macgowan, D. J., 口訳)・華蘅芳 (筆)・乙骨太郎乙・保田久成 (点) (1881) 地學淺釋. 丸屋善七等, 東京, 892p.
- 前部 愿 (1873) 石品産所考 上・下. 津枝正信, 東京, 66p.
- 曲直瀬 愛・圓城寺權一・島田主善 (1879) 明治十年内國勸業博覽會列品記名. 内國勸業博覽會事務局, 東京, 338p.
- 益富寿之助 (1989) 雲根志 昔と今, 日本地学研究会館, 京都, 55p.
- 松本栄三郎 (1881) 礦物小學. 錦森閣, 東京, 35p.
- 宮崎柳条 (1876) 西洋百工新書 外編 二. 牧野善兵衛, 東京, 37p.
- 宮里正静 (1874) 化學對譯辭書 (*Chemical and Mineralogical Dictionary*). 小林, 東京, 215p.
- 三宅少太郎 (1882) 能登地誌略 改訂. 益智館, 石川, 55p.
- 文部省 (1876) 百科全書 化學篇下. 青史社, 東京, 39p (1984年復刻版).
- 村上瑛子 (1880) 鑛物字彙. 有隣堂, 東京, 18p.
- 武藤 壽 (1879) 日本金石産地. 宮内省博物館, 東京, 160p.
- 内務省博物局 (1880) 博物館陳列目錄. 内務省博物局, 東京, 152p (本文のみ).
- 中川泉三 (1936) 木内石亭全集 石之長者 (全六卷) 卷二. 下郷共済会, 長浜町 (滋賀県), 104p.
- ネットー (Netto, C., 著)・河野鯨雄・渡辺 渡 (訳) (1884) 冶金学 (涅氏) 上冊. 文部省編輯局, 東京, 804p.
- 日本地学史編纂委員会 東京地学協会 (1993) 西洋地学の導入 (明治元年~明治24年) <その2>—「日本地学史」稿抄—. 地学雑誌, 102, 878-889.
- 日本鉱業史料集刊行委員会 (1983) 「明治十年内國勸業博覽會出品解説 (鑛業冶金)」, 日本鉱業史料集 第3期 明治篇 上巻. 白亜書房, 東京, 185p.
- 日本鉱業史料集刊行委員会 (1984) 「吉井亨 坑業要説 初篇 (砒学)」, 日本鉱業史料集 第5期 明治篇 上巻. 白亜書房, 東京, 141p.
- 日本鉱業史料集刊行委員会 (1990a) 「和田維四郎編 金石識別表 完」, 日本鉱業史料集 第12期 明治篇 上巻. 白亜書房, 東京, 116p.
- 日本鉱業史料集刊行委員会 (1990b) 「和田維四郎編 本邦金石畧誌 全」, 日本鉱業史料集 第12期 明治 中巻. 白亜書房, 東京, 74p.
- 日本鉱業史料集刊行委員会編 (1990c) 「和田維四郎訳 金石學 全」, 日本鉱業史料集 第12期 明治篇 下巻. 白亜書房, 東京, 162p.
- 日本鉱業史料集刊行委員会 (1991) 「白野己巳郎 金石小解 全」, 「井上久太郎 金石一覽圖解 (小學博物金石學附)」. 日本鉱業史料集 第14期 明治篇 中巻. 白亜書房, 東京, 121p.
- 錦織精之進 (1876) 百科全書 金類及鍊金術. (明治九年文部省印行). 青史社, 東京, 138p (1984年復刻版).
- 大分県 (1879) 明治十一年 大分縣第二回年報. 大分県, 283p.
- 大友道恒・戸嶋 巽・米山俊信・北原雅長 (1878) 明治十年内國勸業博覽會報告書. 秋田県 (?), 80p.^{注7}
- 大槻如電(修二) (1884) 金石學教授法. 岡島宝玉堂, 大阪, 24p.
- 大坪源造 (1883) 金石一覽圖解 上. 文光堂. 名古屋.^{注8}
- プリニウス (Plinius, G. S., 著)・中野定雄・中野里美・中野美代 (訳) (1986) プリニウスの博物誌 第III巻. 雄山閣. 1092-1560.^{注9}
- ローラン (Raulin, V., 著)・佐治太郎 (訳) (1879) 勞氏地質學 上, 文部省, 東京, 409p.
- リッテル (Ritter, H., 述) (1870) 理化日記 初編卷之11. 開成学校, 大阪, 43p.
- ロスコー (Roscoe, H. E., 著)・茂木春太 (訳)・平岡盛三郎 (関) (1876) 羅斯珂氏化学 卷一~五. 文部省編輯局, 東京, 400p.^{注10}
- 斎藤 忠 (2020) 木内石亭 (きのうちせきてい) 人物叢書 新装版 (オンデマンド版). 吉川弘文館, 東京, 265p.
- 佐脇貴幸 (2021) 螢石の「履歴書」(補遺). 地質調査総合センター研究資料集, no. 727, 2p.
- 佐脇貴幸・兼子尚知・中村由美・朝川暢子 (2021) 螢石の「履歴書」. GSJ 地質ニュース, 10, 118-134.
- 關藤成緒 (訳) (1877) 百科全書 地文學 (明治十年文部省印行). 青史社, 東京, 113p (1983年復刻版).
- シェルドン (Sheldon, E. A., 著)・永田健助 (訳) (1879) 塞兒敦氏 庶物指教 下冊. 文部省, 東京, 230p.
- 柴田承桂 (訳) (1876) 百科全書 地質學 (明治九年文部省印行). 青史社, 東京, 119p. (1983年復刻版)
- 柴田昌吉・子安 峻 (1882) 英和字彙 増補訂正 第二版. 日就社, 東京, 1317p.
- 志賀雷山 (1882) 土壤編 第一冊. 有隣堂, 東京, 31p.
- 志賀泰山 (1877) 化學最新一. 龍章堂, 大阪, 38p.
- Sicree, A. A. (2008) Fluorite in the Ancient World. *Popular*

- Mineralogy*, no. 8, 1-4. (<https://worcesterminealclub.org/wp-content/uploads/2015/03/PopMin-08a.pdf>; 2024年1月24日確認)
- 惣郷正明 (1979) 開拓使版英和辞書. 英学史研究, no. 12, 13-18.
- 杉邨次郎 (1878) 金石學必携 内編上 (卷之一～卷之六). 丸屋善七・丸屋善藏, 安清村 (愛知県), 355p.
- 鈴木良輔 (1876) 百科全書 鉱物篇 (明治九年文部省編・刊行). 青史社, 東京, 148p. (1984年復刻版)
- 高橋新吉・前田献吉・前田正名 (編) (1869) 改正増補 和譯英辭書. *American presbyterian mission press*, 上海, 700p.
- 高木洋一 (2019a) 古文書に見る金生山の鉱物. 大垣市金生山化石館 化石館だより, no. 98. (<https://www.city.ogaki.lg.jp/cmsfiles/contents/0000000/664/98gou.pdf>; 2024年1月23日確認)
- 高木洋一 (2019b) 金生山の蛍石. 大垣市金生山化石館 化石館だより, no. 99. (<https://www.city.ogaki.lg.jp/cmsfiles/contents/0000000/664/099kinnsyouzannn ohotaruisi.pdf>; 2024年1月23日確認)
- 鳥居正敏 (1883) 普通小學博物書. 金石之部. 二西楼, 京都, 22p.
- Tressaud, A. (2019) Chapter 1. History and milestones of fluorine and fluorinated products through the centuries, in *Fluorine: A Paradoxical Element*, Progress in Fluorine Science Volume 5, Elsevier eBook, 1-75.
- 津田 仙・柳澤信大・大井鎌吉 (訳)・中村敬宇 (校正) (1879) 英華和譯字典 乾. 山内輓, 東京, 1541p.
- 歌代 勤・清水大吉郎・高橋正夫 (1978) 地学の語源をさぐる. 東京書籍, 東京, 195p.
- 和田維四郎 (1879) 晶形學. 文部省, 東京, 143p.
- 和田維四郎 (1882) 金石學 (明治十五年十二月再刷). 博物局, 東京, 278p.
- 沕爾斯 (Wells, D. A., 著)・土岐頼徳 (訳) (1875) 化学闡要 七. 島村利助, 東京, 33p.
- 山崎忠興 (1883) 小學中等科博物學 鑛物論. 丸善, 東京, 42p.
- 矢田堀 鴻 (1881) 英華學藝辭書. 片山平三郎, 東京, 216p.
- 吉野政治 (2018) 日本鉱物文化語彙攷. 和泉書院, 大阪, 452p.

注1 江戸時代以前の文献(第1表 通番1～10)については, 出版・発行の形式が明治時代以降と大きく異なるため, 上記の文献一覧には掲載していない。

注2 惣郷(1979)によれば, 荒井(1872)の「諸元素名稱及其畧稱表譯」には早い版と遅い版とで差があり, 早い版では“Chemical Appendix”(見出し語は341語), 遅い版では“Chemical and Mineralogical Appendix”(同559語)となっている。また, それらに合わせて早い版と遅い版のページ数を表記。

注3 代那ほか(1872)には総ページ数表記はないので, 各巻本文の合計ページ数を表記。

注4 ガラジン・桂川・石橋及びガラジン・桂川・加藤の〈化学入門〉の出版年に幅があるのは, 国立国会図書館デジタルコレクションの書誌情報によるため。

注5 堀・堀越(1869)の〈改訂増補 英和對譯袖珍辭書〉は, 堀が編集した洋書調所版〈英和對譯袖珍辭書〉(文久2年, 1862年)を, 堀越が慶応2年(1866年)に増補改訂したもの(惣郷, 1979)。小論で引用した国立国会図書館デジタルコレクション所蔵版の表紙には「慶應三年江戸再版」と書かれているが, その最終ページには「明治二己巳年官許」(出版条例の公布に対応)と記されていることから, 出版年を明治2年(1869年)として表記している。なお, 小論では基本的に国立国会図書館デジタルコレクションの所蔵版を引用しているが, 他のオンライン図書データベースでは, 「官許」が記されていない慶応2年版, 慶応3年版も見ることができる。

注6 京都府(1878)は, 京都府庁で出された公文書を取りまとめたもので, 一貫したページ数表示がない。

注7 大友ほか(1878)は, 秋田県庁の博覧会担当者から県令宛てへの県庁内の報告書らしい。

注8 大坪(1883)には, ページ数表示が無い。

注9 〈プリニウスの博物誌 第三卷〉のページ番号は, 第1巻からの通番を示している。

注10 ロスコーほか(1876)では, 巻1～巻5の合計ページ数を表示している。

SAWAKI Takayuki (2024) Curriculum vitae of “hotaru-ishi” (fluorite)-2.

(受付: 2024年1月29日)

阿蘇 3 火砕流堆積物分布図 —隠れた巨大噴火の全体像が明らかに—

星住 英夫¹⁾・宝田 晋治¹⁾・宮縁 育夫¹⁾²⁾・宮城 磯治¹⁾・
山崎 雅¹⁾⁴⁾・金田 泰明¹⁾³⁾⁴⁾・下司 信夫¹⁾⁵⁾

※本稿は、2024年3月に行ったプレス発表 (https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2024/pr20240318_3/pr20240318_3.html) に加筆し、再編したものです。

1. はじめに

産総研地質調査総合センター (GSJ) 活断層・火山研究部門大規模噴火研究グループでは、阿蘇3噴火により噴出した大規模火砕流堆積物の分布図を2024年3月に公表・出版しました(星住ほか, 2024)。従来の地質図では把握が困難であった阿蘇3火砕流堆積物の詳細な分布、層厚及び特徴、日本列島とその周辺の海域に堆積した阿蘇3火山灰の分布をデジタルデータで作成し、阿蘇4火砕流堆積物に隠されてその全貌がわかっていなかった巨大噴火である阿蘇3噴火の全体像とその影響の範囲を明らかにしました。ここではこの阿蘇3火砕流堆積物の分布図について紹介します。

2. 開発の社会的背景と大規模火砕流分布図

わたしたちは、低頻度大規模災害の要因となりえる巨大噴火について、国内の代表的な事例研究を進めています。巨大噴火による火砕流は広大な地域を壊滅させ、また国土のほぼ全域に及ぶ火山灰災害を引き起こすと予想されます。縄文時代早期にあたる約7千年前以降、日本国内ではこのような巨大噴火は発生していませんが、地質学的証拠からこのような巨大噴火は将来必ず発生すると考えられます。

大規模火砕流噴火の影響範囲を予測するための基礎資料として過去に発生した巨大噴火の噴出物の分布を把握することが必要です。しかし、噴火後の侵食作用により噴出物は失われ、また噴火後の新しい地層に覆われているため、既存の地質図では噴出物の正確な分布を把握することが困難です。そこで、巨大噴火による火砕流やそれに伴う降下テフラが到達した範囲を地図上に示すだけでなく、さまざま

な地質学的な解説も加えた「大規模火砕流分布図」シリーズを順次作成し公表しています。

この「大規模火砕流分布図」シリーズでは、過去約13万年間に国内で発生した巨大噴火に着目し、その火砕流堆積物や降下テフラの分布や層厚などの情報を統一的な基準や縮尺(25万分の1)で示しています。伝統的な地質図(20万分の1や5万分の1地質図、火山地質図など)では、基本的に表層に露出する地質体を表示し、伏在する地質体や、地質図に図示できないような狭い小規模分布についてはあまり示してきませんでした。そこで「大規模火砕流分布図」シリーズでは、火砕流堆積物の伏在確認地点や小規模な分布域を記号などで表示することにより、その広がりをはかりやすく示しています。これまでに「阿蘇カルデラ阿蘇4火砕流堆積物分布図」(星住ほか, 2023)、「始良カルデラ入戸火砕流堆積物分布図」(宝田ほか, 2022a)及び「支笏カルデラ支笏火砕流堆積物分布図」(宝田ほか, 2022b)を出版しています。

3. 阿蘇3火砕流分布図の内容

九州中部に位置する阿蘇火山は、約28万年前に先駆的な溶岩を出したあと、約27万年前以来4回の巨大噴火による大規模火砕流を噴出してきました。大規模火砕流の間には、テフラや溶岩を噴出するより小規模な噴火活動があります。現在は阿蘇カルデラ内の中央火口丘群で活発な噴火活動が続いています(第1図)。大規模火砕流のうち3回目の約13万年前の阿蘇3火砕流堆積物は、約9万年前に噴出した阿蘇4火砕流堆積物や平野の堆積物などにより広く覆われており、地表での露出は断片的で噴火の全貌は未解明でした。また火砕流堆積物の詳細な分布範囲やその構成物の特徴、小規模な分布地や地下の伏在地点の情報は散

1) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門

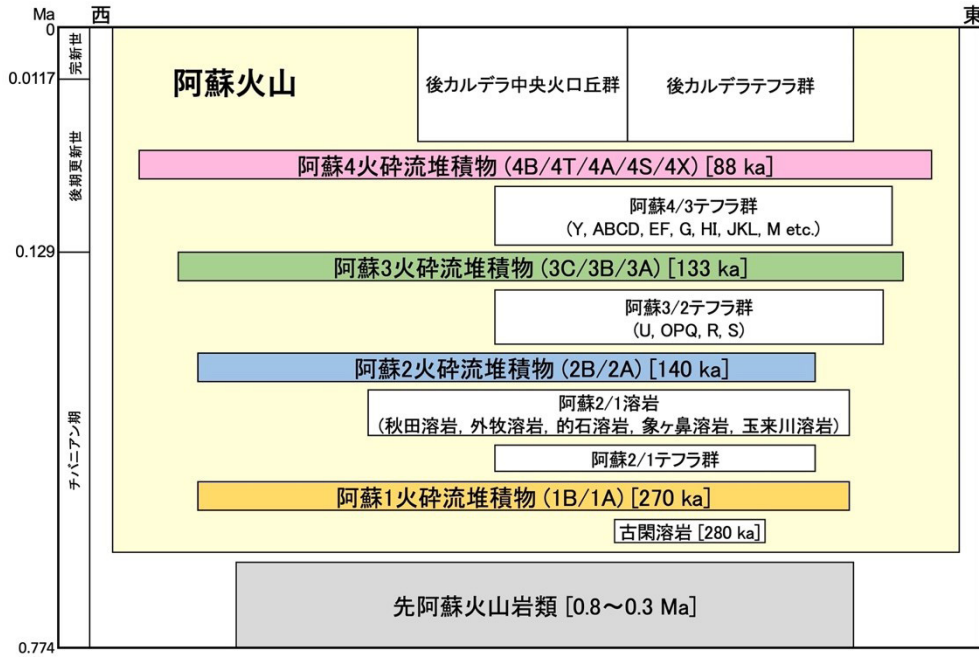
2) 熊本大学 くまもと水循環・減災研究教育センター 〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1

3) 茨城大学 理工学研究科 〒310-0056 茨城県水戸市文京 2-1-1

4) 現所属：原子力規制庁 〒106-8450 東京都港区六本木 1-9-9

5) 現所属：九州大学 理学研究院 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744

キーワード：阿蘇3火砕流、大規模火砕流、巨大噴火、カルデラ、広域火山灰



第1図 阿蘇火山の主要噴出物の層序及び年代(星住ほか, 2024)

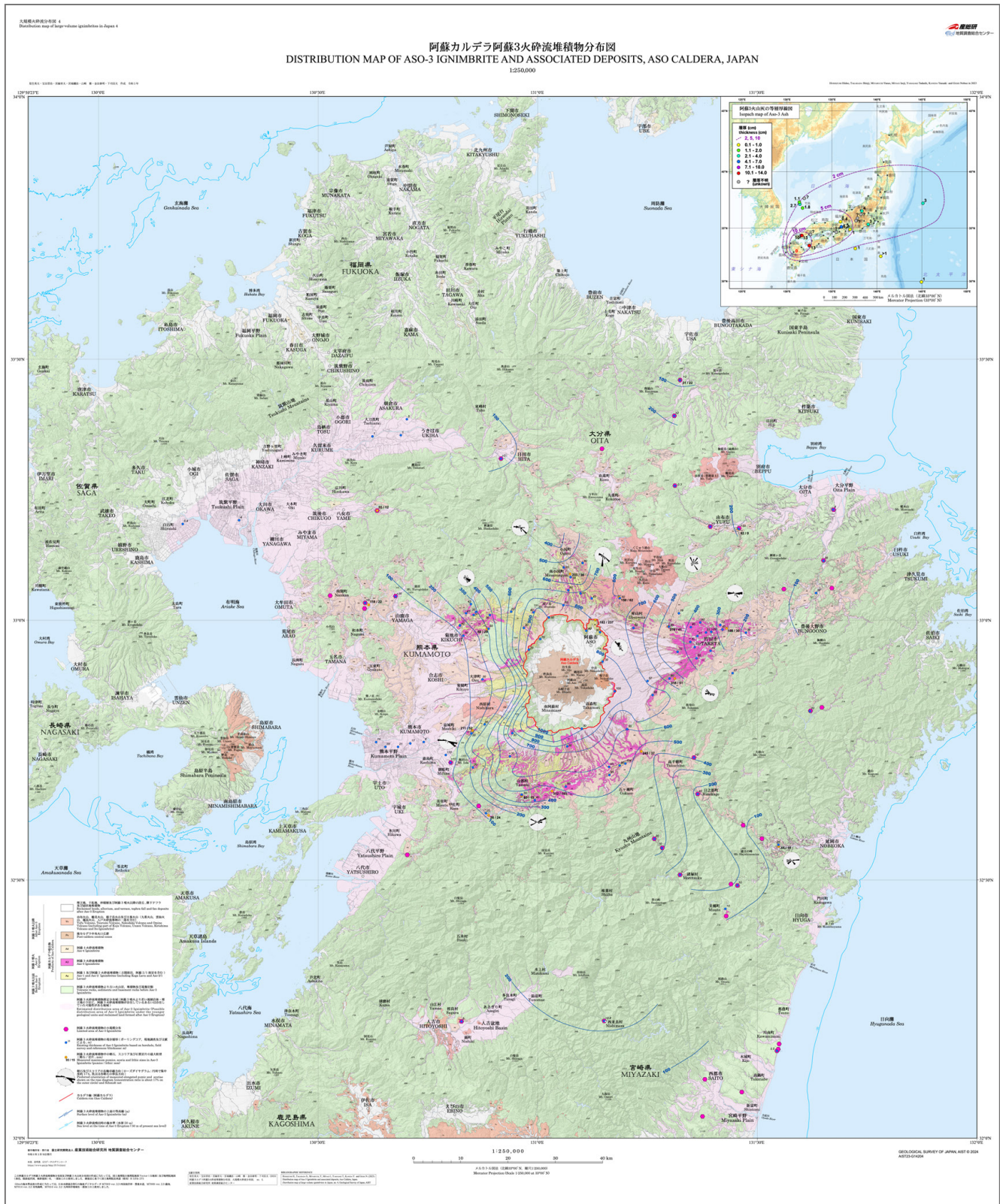
在してまとまっていませんでした。本研究では阿蘇3噴火の全体像を明らかにするため、既存の報告を取りまとめるとともに現地調査を行い、その分布範囲を「阿蘇カルデラ阿蘇3火砕流堆積物分布図」として取りまとめて公開しました(第2図)。

阿蘇3火砕流堆積物は、下位から軽石を含む阿蘇3A火砕流堆積物、スコリアを含む阿蘇3B火砕流堆積物、発泡の悪い多斑晶のスコリアを含む阿蘇3C火砕流堆積物に区分されます。阿蘇3火砕流堆積物の分布域は、阿蘇カルデラを中心とした広い範囲に及びます。南東方向では約110 km離れた宮崎平野中央部まで、北東方向では約70 km離れた大分県の別府湾岸付近まで、北西方向では約90 km離れた佐賀県の有明海沿岸まで、南西方向では約80 km離れた熊本県南部の人吉盆地まで阿蘇3火砕流堆積物が確認できます。本分布図では、火砕流堆積物の上面高度を分布図上にプロットし、上面高度の等高線を描画しています。また、地質調査で判明した地表における火砕流堆積物の分布に加え、地下に火砕流堆積物が埋没している、あるいは過去に存在していた可能性がある範囲についても、ボーリング資料などから推測して図示することで、実際に阿蘇3火砕流が覆った可能性がある地域を可視化しました(第3図)。これにより、九州中部の平野部の大部分に火砕流が到達したことがわかります。また、火砕流噴火に伴って遠方に降下した阿蘇3火山灰の主な確認地点も図示しました。阿蘇3噴火により、阿蘇カルデラから800 km以上離れた関東

地方や、さらに遠く1,300 km以上離れた太平洋の海底でも厚さ数cmの火山灰が確認されています(第4図)。

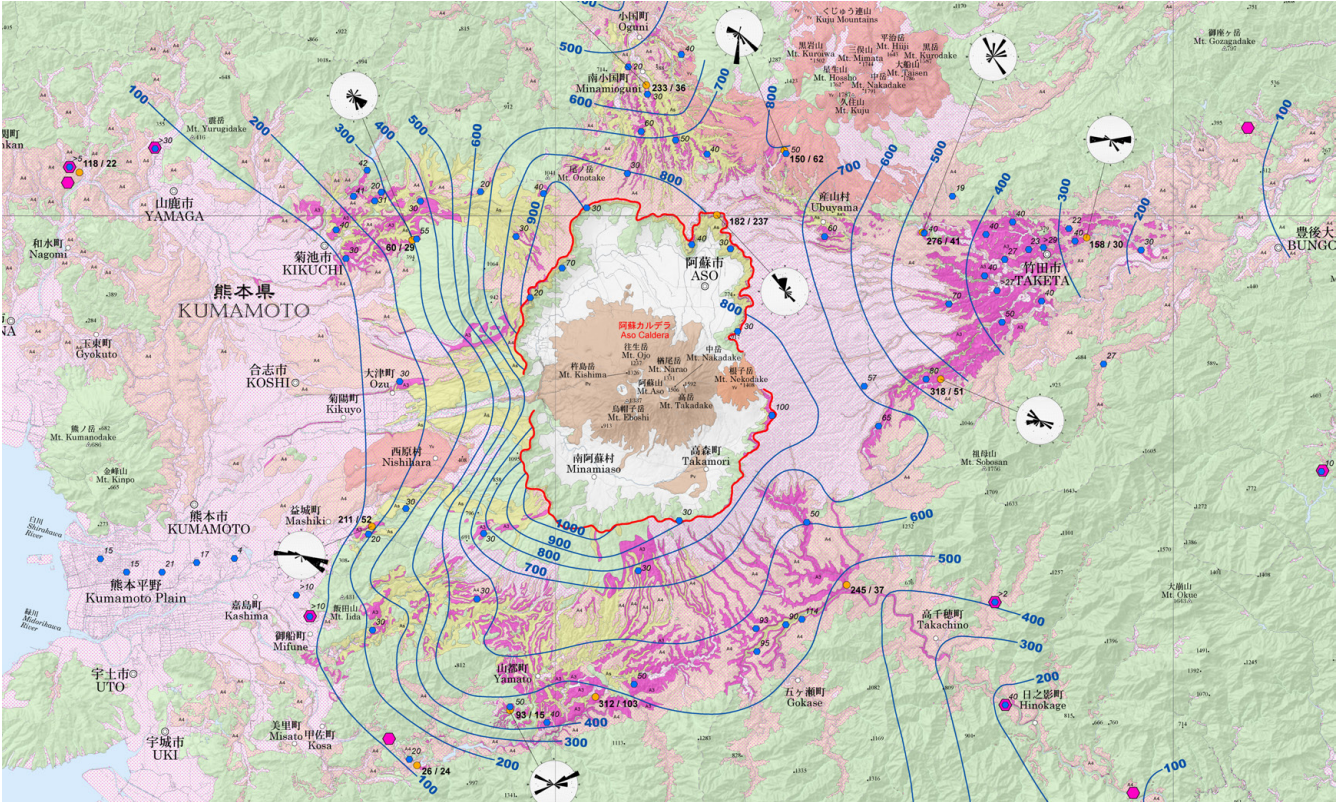
阿蘇3火砕流堆積物分布図で示された大規模火砕流の分布範囲とそれに基づく火砕流の分布復元結果は、阿蘇3火砕流によって壊滅的な影響を被った範囲を示しているため、将来同様の噴火が発生した場合に、どの程度の範囲にどのような影響が及ぶのかを推測する手がかりとなります。軟弱な火砕流堆積物は斜面災害の要因ともなりえるため、その分布情報は土砂災害リスクの評価にも有用です。また、熊本平野では阿蘇カルデラから噴出した火砕流堆積物が重要な帯水層となっています。

本分布図の解説書では、阿蘇3火砕流堆積物の地表や地下での分布のほか、阿蘇カルデラの長期的な活動や阿蘇3噴火の推移や火砕流堆積物の特徴を解説しています。また、火砕流堆積物の上面高度、層厚分布、軽石、スコリアや石質岩片の最大粒径、火砕流の流向を示すと考えられる軽石やスコリアの長軸配列方向を示した図などを掲載しています。さらに、各地の火砕流堆積物の露頭写真(第5図、第6図)も示しました。これらの阿蘇3火砕流堆積物分布図とその解説書は、PDFファイル及びGISデータとしてGSJのウェブサイトからダウンロードできます(<https://www.gsj.jp/Map/JP/lvi.html>)。電子媒体での特性を活かし、修正箇所が生じた場合、随時アップデートしていく予定です。

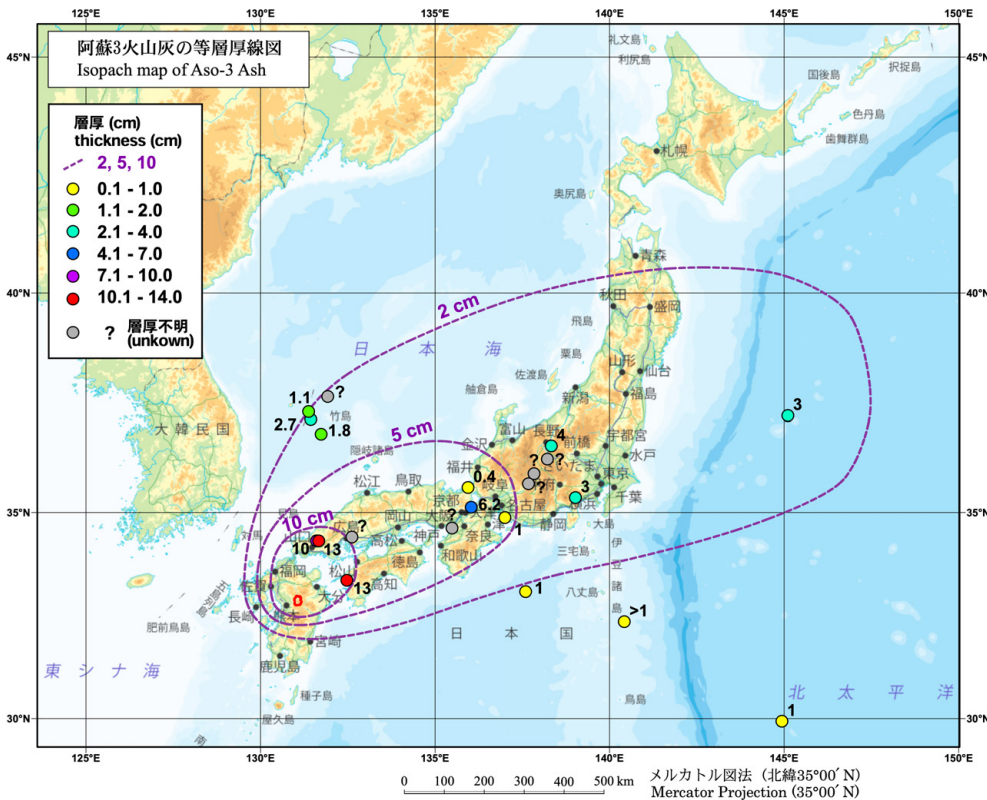


第2図 阿蘇カルデラ阿蘇3火砕流堆積物分布図(全体;星住ほか, 2024)
濃い桃色は阿蘇3火砕流堆積物の分布地域。薄い桃色は阿蘇3火砕流堆積物が地下に分布あるいは過去に分布していた可能性がある地域。

阿蘇 3 火砕流堆積物分布図



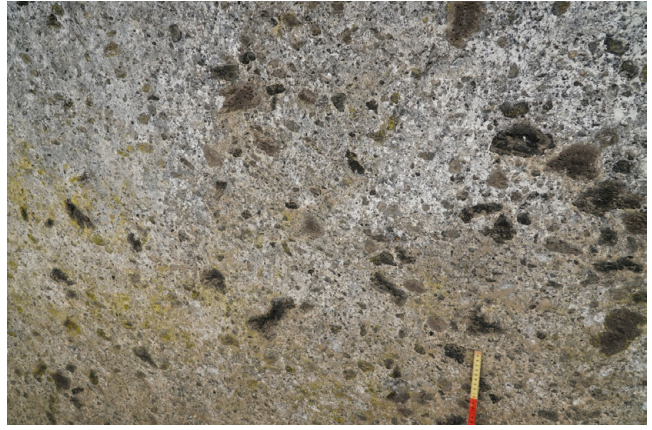
第 3 図 阿蘇カルデラ阿蘇 3 火砕流堆積物分布図(阿蘇カルデラ付近の拡大図; 星住ほか, 2024)
 濃い桃色は阿蘇 3 火砕流堆積物の分布地域。薄い桃色は阿蘇 3 火砕流堆積物が地下に分布あるいは過去に分布していた可能性がある地域。濃い桃色の六角形は小規模な分布地点。青い丸はボーリングで伏在が確認された地点(数字は層厚, m)。青線と数字は阿蘇 3 火砕流堆積物の上面高度の概略(標高, m)。



第 4 図 阿蘇 3 火砕流に伴う阿蘇 3 火山灰の分布図(星住ほか, 2024)



第5図 阿蘇3火砕流堆積物の溶結部(星住ほか, 2024)
阿蘇カルデラ南東方の宮崎県高千穂町での阿蘇3火砕流堆積物。柱状節理が発達。下部の水に浸かった太く規則的な部分はコロネード, 中～上部の節理が細かく不規則に見える部分はエンタブラチャーと呼ばれる。



第6図 阿蘇3火砕流堆積物の弱溶結部(星住ほか, 2024)
阿蘇カルデラ東方, 大分県豊後大野市での阿蘇3B火砕流堆積物。黒色のスコリアを多量に含む。

文 献

- 星住英夫・宝田晋治・宮縁育夫・宮城磯治・山崎 雅・金田泰明・下司信夫 (2023) 阿蘇カルデラ阿蘇4火砕流堆積物分布図。大規模火砕流分布図, no. 3, 産総研地質調査総合センター, 35p.
- 星住英夫・宝田晋治・宮縁育夫・宮城磯治・山崎 雅・金田泰明・下司信夫 (2024) 阿蘇カルデラ阿蘇3火砕流堆積物分布図。大規模火砕流分布図, no. 4, 産総研地質調査総合センター, 27p.

- 宝田晋治・西原 歩・星住英夫・山崎 雅・金田泰明・下司信夫 (2022a) 始良カルデラ入戸火砕流堆積物分布図。大規模火砕流分布図, no. 1, 産総研地質調査総合センター, 32p.
- 宝田晋治・中川光弘・宮坂瑞穂・山元孝広・山崎 雅・金田泰明・下司信夫 (2022b) 支笏カルデラ支笏火砕流堆積物分布図。大規模火砕流分布図, no. 2, 産総研地質調査総合センター, 34p.

HOSHIZUMI Hideo, TAKARADA Shinji, MIYABUCHI Yasuo, MIYAGI Isoji, YAMASAKI Tadashi, KANEDA Yasuaki and GESHI Nobuo (2024) Distribution map and geological information of the Aso-3 Ignimbrite from Aso Caldera - the full picture of the hidden giant eruption revealed.

(受付: 2024年4月30日)

たった一つのサンゴポリプで代謝物解析が可能に —サンゴを調べる新たな評価手法の確立に成功—

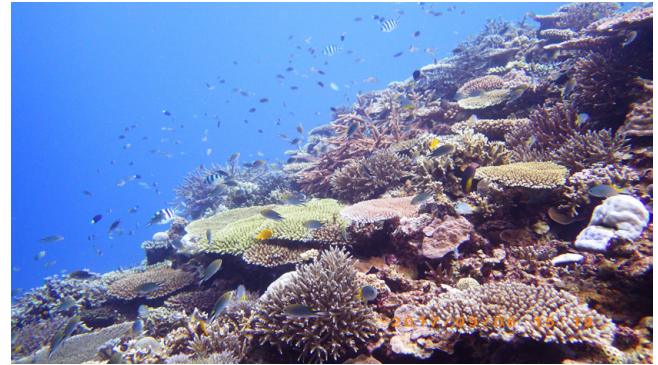
井口 亮^{1) 2)}・飯島 真理子³⁾・水澤 奈々美⁴⁾・大野 良和⁴⁾・
安元 剛⁴⁾・鈴木 淳^{1) 2)}・菅 駿一⁵⁾・田中 健⁵⁾・財津 桂⁶⁾

※本稿は、2024年3月5日に行ったプレス発表(https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2024/pr20240305_2/pr20240305_2.html)に加筆し、再編したものです。

1. はじめに

現在の社会において、人為由来の化学物質の自然界への流出や、栄養塩循環の崩壊による海洋生態系への悪影響が懸念されています。近年の地球の限界を示すプラネタリーバウンダリーの観点では、定義されている九つの境界のうち、化学物質の流出と栄養塩循環の崩壊を含む六つの境界は既に越境していることが報告されています(Richardson *et al.*, 2023)。そのため、マイクロプラスチックを始めとした、海洋における化学物質の規制への取り組みの意識が急速に高まっています。そうした流れの中で、企業の環境(Environment)・社会(Social)・ガバナンス(Governance)に対する取り組みを評価して行うESG投資にも大きな注目が集まっています。さらに、ESG投資を加速させるTNFD(自然関連財務情報開示タスクフォース)の最終提言も、2023年9月に発表されるなど、自然環境に配慮した企業活動が社会的にも強く求められ、社会・経済活動による自然生態系の損失を食い止めて、回復させていくことを目指すネイチャーポジティブの実現に向けた取り組みの重要性が高まっています。このような社会的背景から、化学物質が海洋生物にどのような影響を及ぼすのかを明らかにするための評価手法のニーズが高まっています。

熱帯・亜熱帯域の沿岸に見られる、美しい景観で知られるサンゴ礁生態系(第1図)は、沿岸保護、漁業、観光など、さまざまな分野で人間活動においても重要な役割を担っています。しかし、サンゴ礁生態系の基盤を支えている刺胞動物の仲間である造礁サンゴ類(以下、サンゴ)が、地球的規模や地域的規模の環境変化に鋭敏であるため、世界的に減少していることが危惧されています。サンゴは、海洋生態系を代表する象徴的な存在として認識されているため、サンゴに対する信頼性の高い環境影響評価手法の確立は



第1図 沖縄県瀬底島近傍で撮影したサンゴ礁生態系。

急務となっています。特に近年、一部の日焼け止め成分がサンゴに悪影響を及ぼすとの報告がなされており、場所によってはその使用が禁止されています。一方で、法制化された根拠となる論文データには議論の余地が多分に残されているとの見方もあり、規制が先行している状態にあります。このような規制面の先行は、過度な紫外線から肌を守る重要な役割を持つ日焼け止めの可能性を制限することにも繋がりがかねません。こうした背景から、実際に日焼け止め成分がサンゴにどのような影響を及ぼすのかを迅速かつ簡便に評価する必要があります。

2. 成果の概要

今回の研究では、サンゴ礁生態系の中でも多く見られ、代表的グループとして知られているミドリイシ属サンゴの一斉産卵時(第2図)に得られたサンゴ幼生を変態ペプチドで着底させ、人為的に共生褐虫藻を添加することで、褐虫藻有無の条件に分けたサンゴポリプを育成して暴露実験に用いました。これまでのサンゴの化学物質影響評価に関する

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 環境調和型産業技術研究ラボ

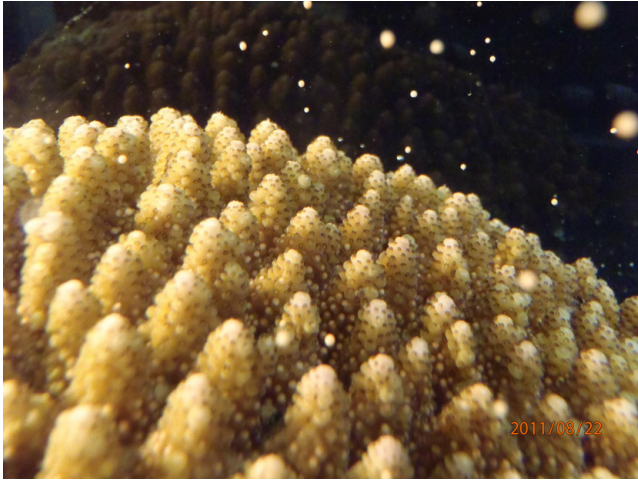
3) 産総研 地質調査総合センター地圏資源環境研究部門

4) 北里大学 海洋生命科学部 〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1

5) 株式会社コーセー 研究所 〒114-0005 東京都北区柴町48-18

6) 近畿大学 生物理工学部 〒649-6493 和歌山県紀の川市西三谷930

キーワード：サンゴ、代謝物、環境影響評価、ネイチャーポジティブ



第2図 ミドリイシ属サンゴの一斉産卵の様子。

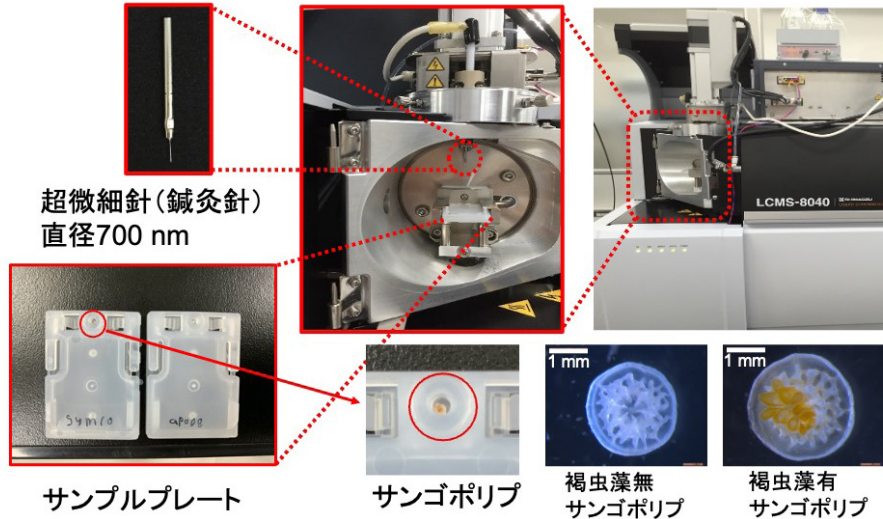
研究では、群体性の親サンゴ片を用いた実験が主流ですが、親サンゴ片は流水水系を用いないと飼育が難しく、止水条件では健全な状態に維持するのが困難です。飼育スペースの問題や、枝片及び飼育水槽の十分な反復数の確保も難しいという欠点があります。一斉産卵時に得られるサンゴ初期ポリプは、サンゴ群体片と比べるとスケールが小さいため、シャーレの上でも飼育ができ、反復数確保も容易で、止水下での化学物質暴露も容易です。そのため、サンゴポリプを用いることで、信頼性の高い暴露実験が可能になります。また、サンゴ初期ポリプが健全に生育できることは、サンゴ幼生の加入が成立する上で欠かせないステップであり、サンゴ個体群維持の観点からもサンゴ初期ポリプ段階での影響評価は極めて重要です。また、生活史の初期段階であるサンゴポリプは親サンゴよりも環境変化に鋭敏であるとされているため、感度の高い影響評価系としても優れています。仮にある化学物質暴露で親サンゴに影響がなかったとしても、サンゴ初期ポリプで影響があるならば、自然界におけるサンゴの個体群存続自体が困難になる可能性があります。また、今回研究対象としたミドリイシ属サンゴのポリプは幼生が共生褐虫藻を持っていないため、人為的に褐虫藻を添加することで、褐虫藻有無での応答評価を実施できることも長所です。サンゴポリプを用いることの大きな欠点は、その元となる配偶子の取得が限られていることですが、研究グループのこれまでのさまざまな工夫により、産卵の機会を複数回確保したり、飼育状況を改善することで、得られた幼生を比較的長く維持したりするなど、実験の機会を増やすことに成功しています。先行研究では、このサンゴポリプ実験系を用いることで、海水中のリン酸塩の負荷が増えると、サンゴの骨格成長が阻害され

ることを突き止めています (Iijima *et al.*, 2021 ; 2021 年 3 月 17 日にプレスリリースを実施)。

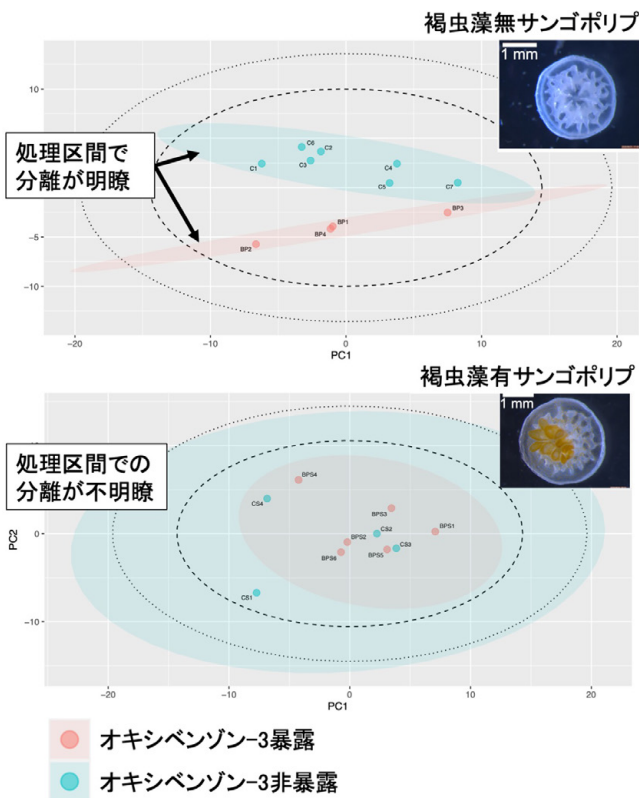
サンゴの飼育実験におけるサンゴの健全状態を評価するものとして、生残率や成長率(石灰化率)、触手運動の活発さなどの生物学的パラメーターが用いられていますが、外部からの観察ベースでの健全評価には限界があります。医学分野などでよく用いられているメタボローム解析(代謝産物(メタボライト)の総体であるメタボロームの増減を、網羅的に解析する手法)では、さまざまな代謝産物を同時に定量化できるため、対象とする生命現象に合わせて注目したい代謝産物の抽出が可能です。また、メタボローム解析は、表現型解析とも解釈できるため、既存の手法では分からない潜在的な影響の検出に優れており、環境影響やストレス評価にも適した手法です。

今回の研究では、ミドリイシ属サンゴの幼生から育成したサンゴポリプを用いて、日焼け止め成分の一つであるオキシベンゾン-3 と、サンゴ-褐虫藻共生体の環境感受性に影響を及ぼす栄養塩(アンモニウムと硝酸塩)暴露サンプルを用意しました。しかし、サンゴポリプの直径はわずか 2 mm 程度と非常に小さく、従来のメタボローム解析を適用しようとする、試料量を確保するために複数のサンゴポリプを混合し、抽出操作などの前処理を行う必要が生じてしまいます。この場合、大量のサンゴポリプを育成する必要があることに加え、得られた結果も平均化されてしまうという欠点が考えられます。そこで本研究では、微細試料の分析が可能な PESI/MS/MS(第3図)を用いた新たな代謝解析プラットフォーム: PiTMaP (Zaitzu *et al.*, 2020 ; 2020 年 5 月 25 日にプレスリリースを実施)をサンゴポリプに適用しました。その結果、たった一つのサンゴポリプからでも、代謝プロファイルを取得することに成功しました。本研究では、サンゴポリプ一つごとに解糖系、クエン酸回路、尿素回路、ペントースリン酸経路、グルタチオン代謝、メチオニン経路を構成する代謝物を観察することが可能となりました。

PESI/MS/MS を用いて得られたメタボロームデータは PiTMaP プラットフォームを応用することで、多変量解析も自動的に実行されます。多変量解析の一つである潜在構造投影判別分析 (Projections to latent structures-discriminant analysis, PLS-DA) を適用した結果、褐虫藻のないサンゴポリプでは、オキシベンゾン-3 によっていくつかのアミノ酸の減少など、顕著な代謝プロファイルの変化が見られました(第4図上)。その一方で、褐虫藻を持ったサンゴポリプでは、オキシベンゾン-3 暴露による代謝プロファイルの変化は見られませんでした(第4図



第3図 PESI/MS/MSによる分析の概要図。※原論文の図を引用・改変したものを使用している。クリエイティブ・コモンズ・ライセンス (表示 4.0 国際)。



第4図 オキシベンゾン-3 暴露サンプルを用いた PLS-DA スコアプロット。横軸は第一主成分、縦軸は第二主成分を示す。上図は褐虫藻を持たないサンゴポリプ、下図は褐虫藻を持つサンゴポリプの結果を示す。各点は1サンゴポリプに相当する。破線、点線はそれぞれ全データの95%、99%信頼区間を示す。赤色及び水色の楕円は各群の95%信頼区間を示す。※原論文の図を引用・改変したものを使用している。クリエイティブ・コモンズ・ライセンス (表示 4.0 国際)。

下)。同様の傾向は、アンモニウム暴露サンプルでも確認されました。これは、共生褐虫藻が暴露物質によるサンゴ本体への悪影響を除去している可能性を示しています。今回確立した評価手法は、従来のメタボローム解析が必要であった煩雑な前処理操作が一切不要です。既存のメタボローム解析の前処理操作には1日から2日程度の時間を要していましたが、今回の手法を用いると、わずか3分程度でたった一つのサンゴポリプから内因性代謝物を解析することが可能となりました。

3. 今後の展望

今回確立された新たな評価手法は、ニーズが高まっているサンゴの環境影響評価に広く活用されることが期待されます。人為由来の化学物質による生物への悪影響は、近年大きな注目を集めており (Tian *et al.*, 2021; Vuckovic *et al.*, 2022), そうした影響を回避・あるいは緩和するための工夫が求められます。今回適用した手法は、人為起源物質の影響軽減に向けた代替物質探索のための迅速な手法としても活用可能です。また、化学物質などのリスク評価だけでなく、成長増加・代謝促進のようなポジティブな影響評価に活用されることも期待されます。共同研究先のひとつである株式会社コーセーは、サンゴ養殖の専門家と共同で日焼け止めやその成分が成体サンゴに与える影響の外観評価などを行ってきましたが、今回の評価手法も活用することで、サンゴポリプの微小な変化を捉えることにより、海の環境に最大限配慮した製品開発に今後も取り組んでいくと

しています。産総研では、今後他の研究機関とも協力して、今回の手法をサンゴ以外の魚類や端脚類等の海洋生物にも適用していくことも検討しており、既に遺伝子解析による評価は先行して進めています (Iguchi *et al.*, 2024; 2024年2月1日にプレスリリースを実施)。サンゴ自体は、世界中で数百種以上生息するとされており、すべての種で環境影響評価を実施するのは、途方もない時間と労力がかかります。また、既に自然界に流出している化学物質も無数に存在すると考えられ、そうした物質の潜在的な生態系への影響は未知な部分が多いのが現状です。そのため、遺伝子解析や今回用いたような手法で、生体内の代謝産物や遺伝子発現の挙動の詳細を把握し、環境への応答に対する種間の共通性や異質性を理解することで、ネイチャーポジティブの実現に資するための迅速かつ精度の高い環境影響評価の高度化を進めていきたいと思っております。

謝辞：本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業挑戦的研究（萌芽）「サンゴエクスポソーム研究への挑戦」（代表研究者：井口 亮；2019～2020年度）及び環境調和型産業技術研究ラボの支援を受けて実施しました。

論文情報

掲載誌：Scientific Reports

論文タイトル：Single-polyp metabolomics for coral health assessment

著者：Akira Iguchi, Mariko Iijima, Nanami Mizusawa, Yoshikazu Ohno, Ko Yasumoto, Atsushi Suzuki, Shunichi Suga, Ken Tanaka, Kei Zaitzu

doi：10.1038/s41598-024-53294-8

文 献

Iguchi, A., Hayashi, M., Yorifuji, M., Nishijima, M., Gibu, K., Kunishima, T., Bell, T., Suzuki, A. and Ono, T. (2024) Whole transcriptome analysis of demersal fish eggs reveals complex responses to ocean deoxygenation and acidification. *Science of the Total Environment*, **917**, 169484. ※プレスリリースのリンクは以下：
https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2024/pr20240201/pr20240201.html

Iijima, M., Yasumoto, J., Iguchi, A., Koiso, K., Ushigome, S., Nakajima, N., Kunieda, Y., Nakamura, T., Sakai, K., Yasumoto-Hirose, M., Mori-Yasumoto K., Mizusawa, N., Amano, H., Suzuki, A., Jimbo, M., Watabe, S. and

Yasumoto, K. (2021) Phosphates bound to calcareous sediments hamper skeletal development of juvenile coral. *Royal Society Open Science*, **8**, 201214. ※プレスリリースのリンクは以下：
https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2021/pr20210317/pr20210317.html

Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., Petri, S., Porkka, M., Rahmstorf, S., Schaphoff, S., Thonicke, K., Tobian, A., Virkki, V., Wang-Erlandsson, L., Weber, L. and Rockström, J. (2023) Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, **9**, eadh2458.

Tian, Z., Zhao, H., Peter, K. T., Gonzalez, M., Wetzel, J., Wu, C., Hu, X., Prat, J., Mudrock, E., Hettlinger, R., Cortina, A. E., Ghosh Biswas, R., Kock, F. V. C., Soong, R., Jenne, A., Du, B., Hou, F., He, H., Lundeen, R., Gilbreath, A., Sutton, R., Scholz, N. L., Davis, J. W., Dodd, M. C., Simpson, A., McIntyre, J. K. and Kolodziej, E. P. (2021) A ubiquitous tire rubber-derived chemical induces acute mortality in coho salmon. *Science*, **371**, 185–189.

Vuckovic, D., Tinoco, A. I., Ling, L., Renicke, C., Pringle, J. R. and Mitch, W. A. (2022) Conversion of oxybenzone sunscreen to phototoxic glucoside conjugates by sea anemones and corals. *Science*, **376**, 644–648.

Zaitzu, K., Eguchi, S., Ohara, T., Kondo, K., Ishii, A., Tsuchihashi, H., Kawamata, T. and Iguchi, A. (2020) PiTMAP: A new analytical platform for high-throughput direct metabolome analysis by probe electrospray ionization/tandem mass spectrometry using an R software-based data pipeline. *Analytical Chemistry*, **92**, 8514–8522. ※プレスリリースのリンクは以下：
https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2020/pr20200525/pr20200525.html

IGUCHI Akira, IIJIMA Mariko, MIZUSAWA Nanami, OHNO Yoshikazu, YASUMOTO Ko, SUZUKI Atsushi, SUGA Shunichi, TANAKA Ken and ZAITSU Kei (2024) Metabolite analysis is now possible with just coral single-polyp — a new assessment method for studying corals has been successfully established.

(受付：2024年4月30日)

CCOP- GSJ Groundwater and GSi Projects Joint Workshop 開催報告

内田 洋平^{1) 2)}・シュレスタ ガウラブ²⁾・宝田 晋治^{1) 3)}・バンディバス ジョエル³⁾

1. 会議概要

CCOP(Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia, 東・東南アジア地球科学計画調整委員会)は、東・東南アジア地域の経済発展と生活レベル向上を目指し、地球科学分野の研究プロジェクトやワークショップの推進・調整を行う政府間機関です。現在、16の加盟国、14の協力国および17の協力機関で構成されています。2024年3月12日(火)～14日(木)に、ベトナム・ニャチャンでCCOP- GSJ Groundwater and GSi Projects Joint Workshopが開催されました。これまで、CCOP 地下水プロジェクトとGSi プロジェクトは個別にワークショップを開催していましたが、今回は初めての試みとして合同ワークショップの形式で実施しました(写真1)。

参加者は以下の通りです。

参加者：39名(地下水：23名, GSi：12名)

地下水：ブルネイ・ダルサラーム1, カンボジア1, 中国2, インドネシア1, 日本4(内田, シュレスタ, 松本, 飯島), 韓国1, ラオス1, モンゴル1, マレーシア2, ミ

ャンマー1, パプアニューギニア2, フィリピン1, タイ2, ベトナム3

GSi：ブルネイ・ダルサラーム1, 日本2(宝田, バンディバス), 韓国1, ラオス1, マレーシア2, モンゴル1, ミャンマー1, パプアニューギニア1, フィリピン1, タイ1

CCOP 事務局：4名

2. ワークショップの内容

(1) 開会挨拶 (写真2, 写真3)

- Young Joo Lee 氏 (Director, CCOP Technical Secretariat)
- 内田洋平 (GSJ 国際連携グループ長)
- Le Quoc Hung 氏 (Permanent Representative of Vietnam to CCOP, Deputy Director General of Vietnam Geological Department)

(2) 地下水プロジェクト (A会場)

シュレスタより、CCOP-GSJ 地下水プロジェクトの歴史・成果、フェーズIVの目的・これまでの成果について以下の



写真1 合同ワークショップ参加者の集合写真

1) 産総研 地質調査総合センター連携推進室

2) 産総研 地質調査総合センター地圏資源環境研究部門

3) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門

キーワード：CCOP, 年次総会, 管理理事会, タイ・カオラック

報告・説明を行いました。

- 地下水プロジェクトフェーズ IV は、2019 年インドネシア・バリ島でキックオフ会議が開催されプロジェクトが開始。

- キックオフ会議の内容については、Report of the CCOP-GSJ-GAI(Geological Agency Indonesia) Groundwater Project Phase IV Kick-off Meeting (GW-10)として公開されており、電子版については以下のサイトより入手可能。

GSJ ウェブサイト：<https://www.gsj.jp/en/publications/ccop-gsj/index.html>

CCOP ウェブサイト：<https://ccop.asia/e-library>

- CCOP 地下水データベースの構築は、CCOP 地質情報総合共有 (GSi) プロジェクトとリンク。

- フェーズ IV では、これまで GSi システム中の地下水ポータルにデータを登録していなかった国（ブルネイ・ダルサラーム、カンボジア、ミャンマー、パプアニューギ

ニア）に関して、地下水データのコンパイルを実施。

- 前回のカンントリーレポートについては、“Report of the CCOP-GSJ Groundwater Project Phase IV Meeting (GW-12)”として2024年2月に出版。

今回のカンントリーレポートのテーマは、“Hydrogeological information of the representative area/city with active water usage (ground or surface water or both) in one’s country and water utilization ways”でした。各加盟国での水利用（地下水または地表水、あるいはその両方）が活発な代表的な地域における水文地質情報、および水利用方法について、発表が行われました。プロジェクトメンバーは、既に顔なじみの状況であるため、非常に活発な質疑応答がなされ、大幅に時間を超過して議論を行いました。

フェーズ IV は今年度で終了するため、プロジェクトメンバーは、次期プロジェクト（フェーズ V）に関するテーマ・課題についての議論も行いました。次期プロジェクトに関するキーワードとしては、CCOP 地下水データベース標準化、地表水を含む地下水情報、塩水化、水質汚染、地下水データベースを用いたモデリング、気候変動などが挙げられました。なお、今回の各国によるカンントリーレポートは、“Report of the CCOP-GSJ Groundwater Project (GW-13)”としてGSJから出版する予定です。

(3) GSi プロジェクト (B 会場, 写真 4)

宝田より、CCOP 地質情報総合共有プロジェクトの進捗や今後の予定について紹介がされました(第1図)。現在2,300の地質図やハザードマップ等、181のマップカタログ、24のポータルサイトが公開されています(第1図、第2図)。

バンディバスは、CCOP地質情報総合共有システムの開発状況について紹介を行いました。特に、降下テフラの体



写真2 オープニングセレモニーのスピーチ



写真3 プロジェクト代表者とホスト国への記念品贈呈



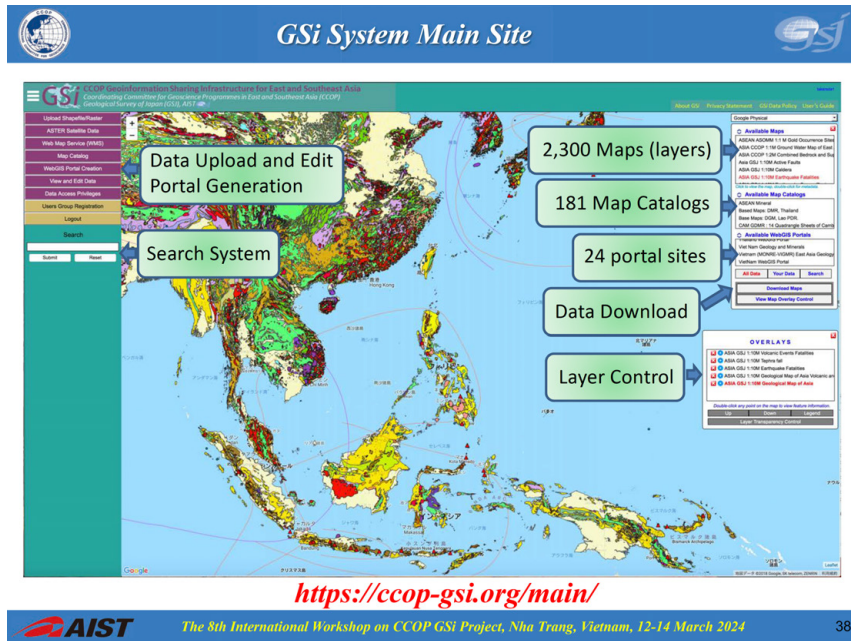
写真4 B会場の GSi プロジェクトの会合の様子

積推定システムや、そのモバイル版、衛星画像を使った機械学習による災害領域検出システムについて詳細を紹介しました。

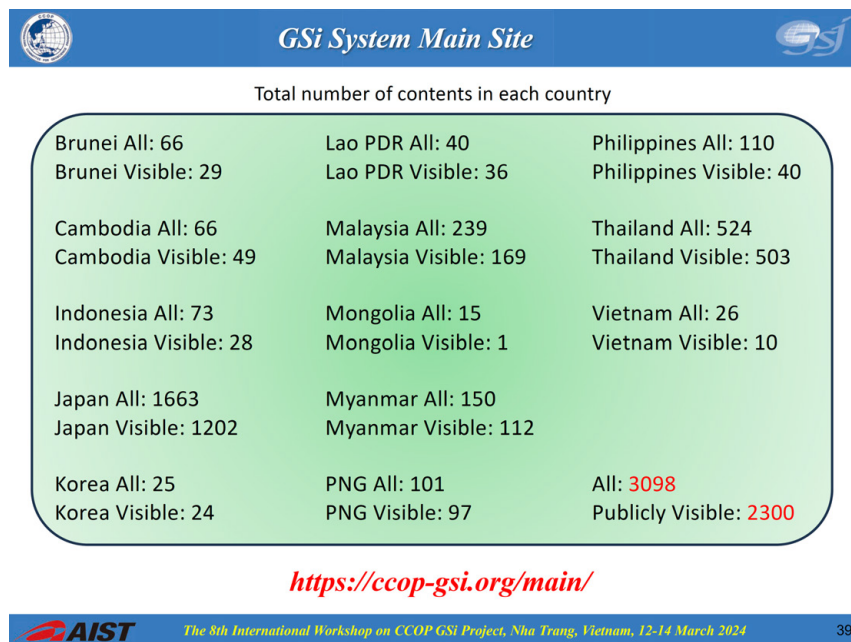
その後、Haji Hadanan 氏(ブルネイ, 第3図), 宝田(日本, 第4図), Saro Lee 氏(韓国, 第5図), Kuangnuvong Thepvongsa 氏(ラオス), Suzannah Akmal 氏(マレーシア), Munkhbileg Namsrai 氏(モンゴル), Zaw Win Lwin 氏(ミャンマー), Wilfred Conrad Moi 氏(パプアニュー

ギニア), Carleen Gatdula 氏(フィリピン), Nutjaree Charoenbunwanon 氏(タイ)から各国のカントリーレポートが行われました。

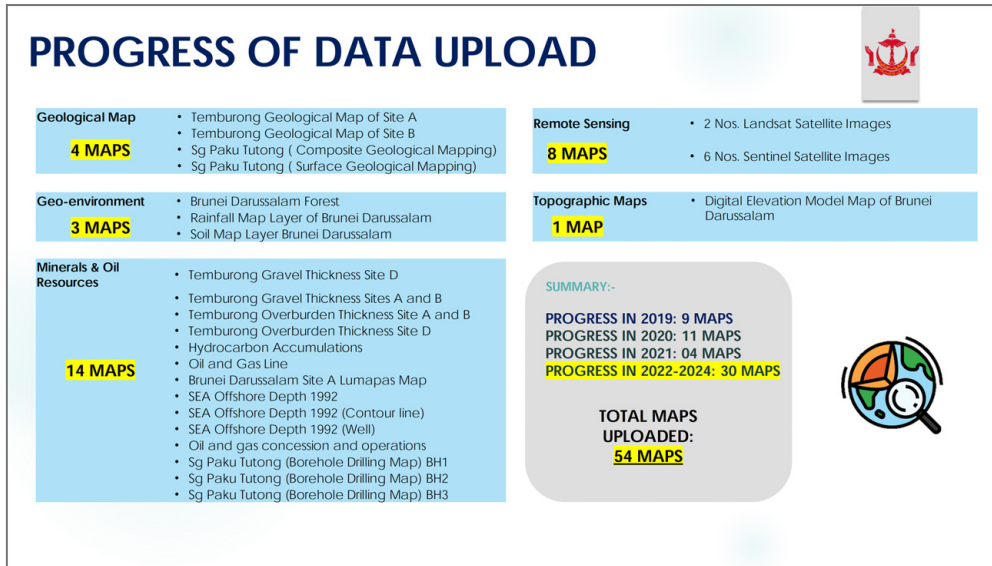
ブルネイは、2022～2024年に30のコンテンツを追加し、合計54のマップが掲載されています(第3図)。日本は、現在地質図類など1,200以上のコンテンツが掲載されています(第4図)。また、DXプロジェクトの進捗について紹介を行いました。韓国は、2024年に掲載予定の73



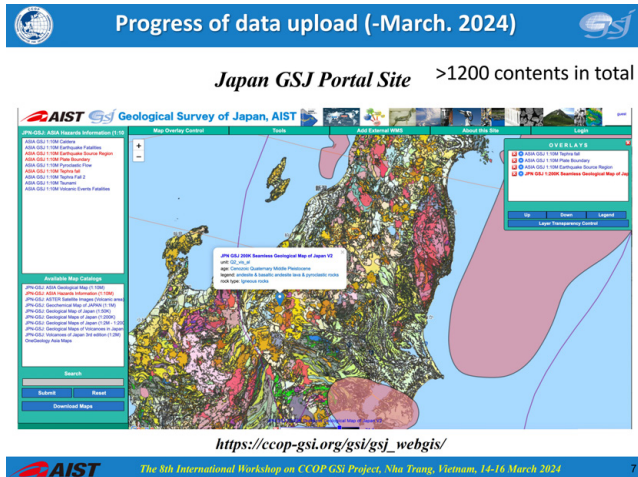
第1図 CCOP 地質情報総合共有システム



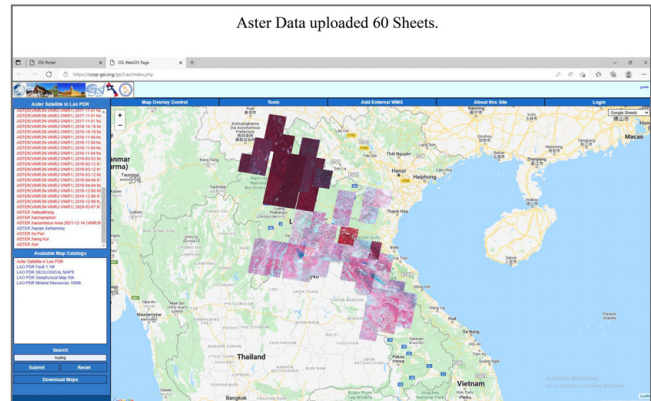
第2図 CCOP 地質情報総合共有システムで公開中の各国のコンテンツ数



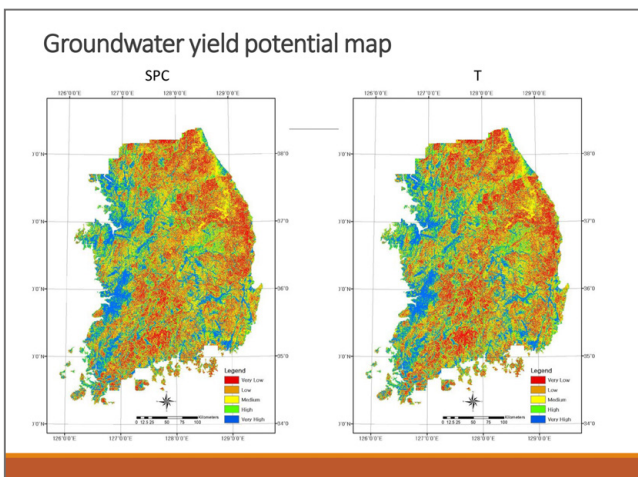
第 3 図 ブルネイ PWD (公共事業局) の地質図等のデータ掲載状況



第 4 図 日本の GSJ ポータルサイト 1,200 以上のデータを掲載

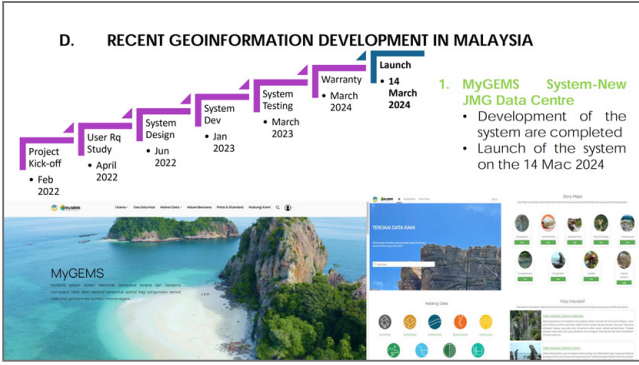


第 6 図 ラオス DGM (地質鉱物局) による ASTER 衛星データ

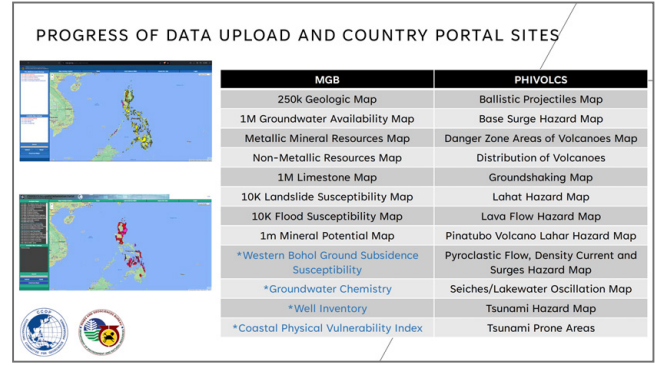


第 5 図 韓国 KIGAM による地下水ポテンシャルマップ

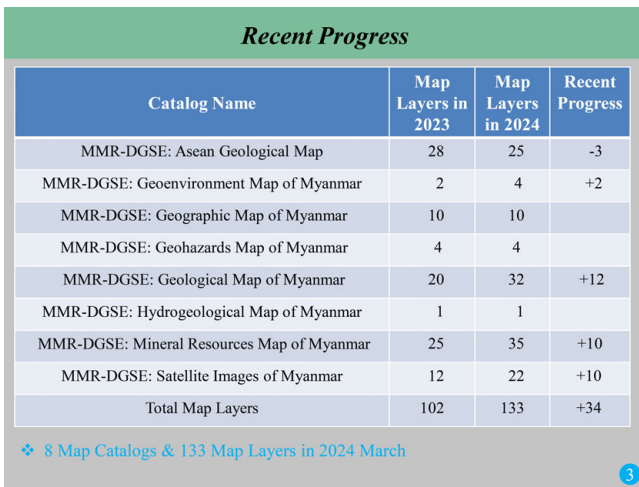
のコンテンツについて紹介を行いました(第5図)。ラオスは、地質図に加えて、2024年までにASTER衛星画像データを60掲載したことを示しました(第6図)。マレーシアは、2023年～2024年に掲載した鉱床図や石灰岩地域の地質災害図のほか、2024年3月に公開したJMG(マレーシア鉱物地球科学局)データセンターのMyGEMSという新システムについて紹介を行いました(第7図)。モンゴルは、今後公開予定のコンテンツについて紹介を行いました。ミャンマーは、2023年～2024年に新たに34のコンテンツを追加し、合計133のマップ類が掲載されたことを紹介しました(第8図)。パプアニューギニアは、掲載中の111のコンテンツについて、紹介を行いました(第9図)。フィリピンは、MGB(鉱物地球科学局)とPHIVOLCS(フィリピン火山・地震研究所)で掲載中のコンテンツの一覧(第10図)を示すと同時に、開発中のIntegrated Geospatial Database



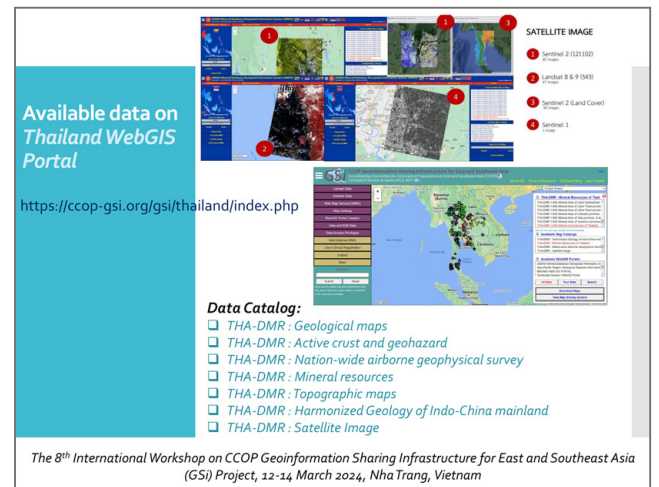
第7図 マレーシア JMG が 2024 年 3 月に公開した MyGEMS 新システム



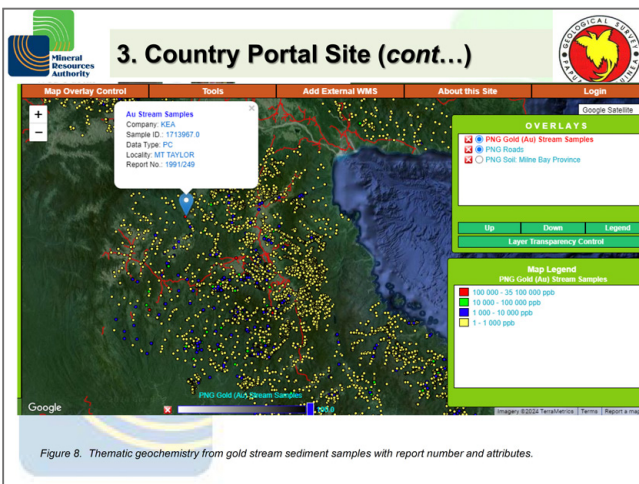
第10図 フィリピン MGB と PHIVOLCS による掲載データ一覧



第8図 ミャンマー MMR-DGSE (地質調査・鉱物探査局)による掲載データ一覧



第11図 タイ DMR が掲載中のデータ



第9図 パプアニューギニア MRA (鉱物資源局)による流域の金の分布状況

Systemについて紹介を行いました。タイのDMR(鉱物資源局)は、2023年中に、追加したデータを紹介し、現在431のコンテンツが掲載されていることを紹介しました(第11図)。

カントリーレポートの後は、バンディバスが新たに開発した降下テフラの体積推定システム、機械学習によるASTERやSentinelの衛星画像データを使った災害領域検出システムの演習を実施しました。特にニューラルネットワークによる機械学習は、各国の災害等に実際に活用ができることと、熱心に取り組んでいました。

(4) GSi ウェブシステムを使用した地下水データベースのコンパイルに関するワークショップ・トレーニング(A会場)

2021年度のプロジェクト会議から、各加盟国の参加者が地下水データベースの更新および編集作業を自前で行えるようにするため、GSiウェブシステムを使用した地下

水データベースのコンパイルに関するワークショップ・トレーニングを実施しています。今回も会議の2日目にCCOP地下水データベースへのデータコンパイル等について、GSiプロジェクトメンバーとの共同でトレーニングを実施しました(写真5)。また、GSiプロジェクトメンバーは、降下テフラ体積推定や機械学習による災害領域検出システムの演習を継続しました(写真6)。

GSiシステムの開発者であるバンディバスより、GSiシステムの更新状況と新機能について説明がありました。その後、GSiシステムについて基本的な解説、新規機能と操作方法について講義を行いました。その後、各加盟国が用意した地下水データを用いてCCOP地下水ポータルへのアップロード方法や編集作業に関する演習を行いました(写真7)。これまで地下水ポータルにデータを掲載していなかった国についても、本トレーニングで地下水データのコンパイル方法について習得しました。本ワークショップの成果として、これまで地下水ポータルにデータの掲載が少なかった国(ブルネイ・ダルサラーム、カンボジア、中国、

ミャンマー、モンゴル、パプアニューギニア)の地下水データも併せて11か国のデータをコンパイルすることができました。CCOP地下水ポータルへアップロードしたデータの合計数は5,630となっています。本会議の成果として、今後のCCOP地下水データベースのさらなる拡充が期待されます。

その後、GSiプロジェクトリーダーの宝田より、GSiプロジェクトの進捗状況について報告を行いました(写真8)。現在、GSiシステムでは合計3,098枚の地図レイヤーが利用可能で、そのうち2,300枚は一般公開されておりすべてのユーザーが閲覧できる状態です。ワークショップの最後に、宝田より2024年～2026年のGSiプロジェクトの計画について提案がありました。具体的な目標は以下の通りです。

- GSiシステムに2,500以上のデータを掲載
- GSiシステムでダウンロード可能なベクターデータを増やす(150以上)
- 地盤災害評価機能(データ解析)を追加



写真5 2日目のバンディバスによる講義



写真7 地下水データの掲載演習中の様子



写真6 参加者の様子



写真8 GSiプロジェクトの総合討論の様子

- ・テーマ別ポータルの開発（地理災害、地理資源など）
- ・他の主要プロジェクト（OneGeology、CCOP GDR（地球科学データリポジトリプロジェクト）、ASEAN AMIS（鉱物情報システム））との連携

(5) 地中熱ミニワークショップ

GSiワークショップ後、CCOP 地下水サブプロジェクトとして実施していた地中熱プロジェクトの成果の一環として、CCOP 地域における地中熱ヒートポンプシステムに関するミニワークショップを開催しました。内田より、地中熱プロジェクトの概要と成果(写真9)、志賀 剛氏(アサノ大成基礎エンジニアリング)より、ベトナムの食品加工

工場におけるタンク式熱交換器を用いたシステムの適用事例(写真10)、高杉慎司氏(ジオシステム)より、タンク式熱交換器を用いた日本の農業における地中熱システムの適用事例が紹介されました。

(6) 巡検

会議の3日目は DGV（ベトナム地質局）の主催で Phu Yen Province における地質・水文地質に関する巡検が行われました。ニャチャン北部の Phu Yen Province の地形・地質には、過去の火山活動の履歴が残されており、大規模な柱状節理を観察できます。その一つが、Ganh Da Dia です(写真11)。この

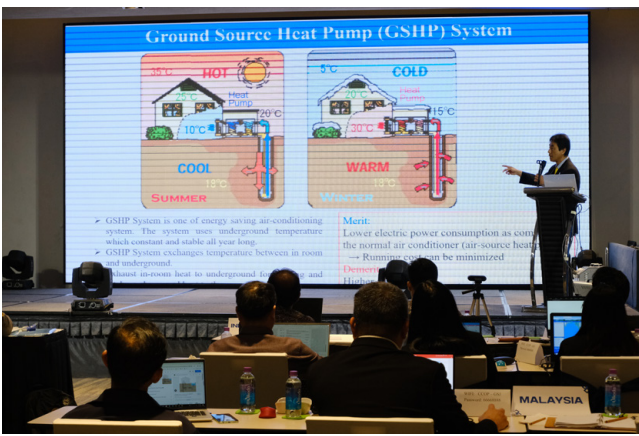


写真9 地中熱ミニワークショップの講演

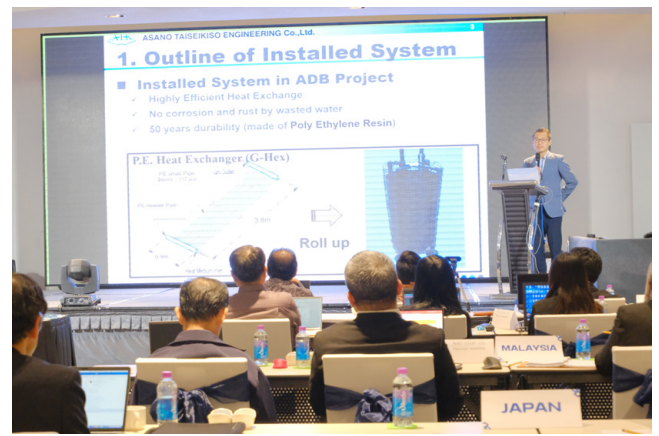


写真10 ベトナムでの地中熱適用事例の紹介(志賀氏)



写真11 Ganh Da Dia の柱状節理での集合写真



写真 12 河川水取水口付近での集合写真

海岸では、溶岩の大規模な柱状節理地形を多く見ることができました。

また、ニャチャンでは地下水の帯水層となる第四紀層が薄いため、河川の近傍に比較的浅い井戸を多数掘削し、揚水を行っています。これは「地下水」というよりも、河川水を地層という天然のフィルターで濾過して使用方法です(写真 12)。

3. おわりに

今回は、初めての地下水プロジェクトと GSi プロジェクトの合同ワークショップでした。合同で実施することによ

り、地下水プロジェクト側としては、GSi プロジェクトの具体的な目標や、プロジェクトメンバー間の人的ネットワークを構築できたことは、大きな成果の一つと言えます。また、GSi プロジェクト側としては、構築中の GSi システムは、CCOP メンバー国内の地下水資源管理や地中熱など多様な用途に利用可能であり、参加国のプロジェクトやアイデア次第で今後さらに発展していくことが可能であることが再認識できました。

UCHIDA Youhei, SHRESTHA Gaurav, TAKARADA Shinji and BANDIBAS Joel (2024) Report on CCOP- GSi Groundwater and GSi Projects Joint Workshop.

(受付：2024 年 5 月 1 日)

大量絶滅はなぜ起きるのか 生命を脅かす地球の異変 (ブルーバックス B2241)

尾上哲治 [著]

講談社
発売日：2023年9月20日
定価：1000円（税別）
ISBN：978-4-06-53395-2
11.2 cm x 17.2 cm x 1.2 cm
並製
254ページ



先日、ネット検索中に九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門の尾上哲治さんたちの研究グループが、令和5年度文部科学大臣表彰「科学技術賞（研究部門）」を受賞したことを知った。私は尾上さんとの直接の面識はないが、九大での学振PD時代にお世話になった佐野弘好先生の薫陶を受けたたいへん優秀な研究者との噂は存じ上げていた。今回の受賞理由は、国内の深海底堆積物を対象とした、地質時代における宇宙物質流入量の時間変化を復元するための年代決定手法の開発と化学分析技術の確立であり、過去3億年間の深海底堆積物からそれまで未知であった天体衝突イベントと宇宙塵の大量流入イベントを明確にし、宇宙物質流入量の変動が地球生命史に与えてきた影響を具体的に示した功績であった。

大量絶滅とは、地球上に生息する多種多様の生物が同時期に短時間で消滅する自然現象のことである。これは、先カンブリア時代末期（約6億年前）に多細胞生物であるエディアカラ生物群が出現して以降に起こった自然現象であり、この間に大量絶滅は5回も繰り返し発生してきたことが判明している。即ち、約4億4400万年前のオルドビス紀末（O/S境界）、約3億7400万年前のデボン紀末（F/F境界）、約2億5100万年前のペルム紀末（P/T境界）、約2億150万年前の三畳紀末（T/J境界）、そして約6600万年前の白亜紀末（K/Pg境界）であり、地

質学の世界では、これらをまとめてビッグファイブ（“Big Five” mass extinctions）と呼んでいる。

大量絶滅の原因については、最も新しいK/Pg境界のように、天体衝突説が確実視され、該当するクレーターなどの痕跡が明確になっているイベントがよく知られている。その一方で、地球史上最大の大量絶滅といわれるP/T境界については、超大陸パンゲアの形成と分裂に伴う大規模火山活動による環境変化が有力視されている。ビッグファイブのうち、K/Pg境界を除いた大量絶滅事件の原因については、現時点でもさまざまな仮説が乱立している。しかし、デボン紀末のF/F境界を除いた3つのイベントの原因として最近有力視されているのが、大規模火山噴火説である。

大量絶滅の後には、絶滅した先代の生物の生態的地位を埋めるべく、生き残った生物による熾烈な適応競争が起きる。例えばK/Pg境界では、恐竜が大量絶滅したことにより、白亜紀には小型動物が中心であった哺乳類が急速に進化して、生態系の頂点を極めることになる。この新書のテーマとして取り上げられている三畳紀末の大量絶滅（T/J境界）は、地球上の大陸が一堂に会し超大陸パンゲアとして存在していた約2億1500万年前の出来事である。このイベントでは、約76%もの生物が絶滅したことが知られている。例えば、三畳紀に繁栄していたアンモナイト、当時の陸域

を支配していたワニの先祖（主竜類）であった大型爬虫類が絶滅した。その一方で、三畳紀まで小型であった恐竜は、このイベント後に急速に多様化かつ大型化し、ジュラ紀以降に繁栄を極めるのである。また、鳥類もこの頃に台頭し始めたと言われている。

約2億1500万年前の地球上では、いったい何が起こっていたのか？この新書の内容は、尾上さんと彼の共同研究者が、世界のフィールドを股にかけ、新たな大量絶滅の仮説を発想するまでの研究過程を解りやすく綴った研究記録もしくはドキュメンタリーと言える。本書の目次は、以下の通りである。

プロローグ 大地

第1章 異変 ニューカレドニア—2017年2月／コンビ結成／ビッグファイブ／縮みゆく生物／岐阜県坂祝町—2017年3月／謎の動物コノドント／パドヴァ—2017年4月／メガロドン／絶滅現場のメモ

第2章 混沌 ブラックベアリッジ—2012年6月／生息域の消失—死因は海退か／海洋酸性化—石灰岩を作れない世界／海洋酸性化の原因と副作用／黒の由来—無酸素化／有機物分解の停止—炭素同位体比からわかること／無酸素の理由—成層化した海洋／オリエント急行

第3章 犯人 キャンプの父／史上最大級の火成活動／引き金／ある古生物学者の視点／天体衝突説／イリジウムとシダ孢子／異質なクレーター／巨大地震の痕跡／調査の行方／状況証拠／正確な時刻

第4章 指紋 消えたサンゴ礁とT/J境界／最低のGSSP／炭素同位体比の目盛り／絶滅の時期／環境変動の時期／噴火の時期／事件の整理と今後の捜査方針

第5章 連鎖 二酸化炭素を手に入れる方法／海洋酸性化と絶滅／植物の葉と気孔／大地の変化／地層の源流／地上で最もありふれた鉱物／二酸化炭素の行方／赤潮と青潮／大地と海のつながり／連鎖モデル

第6章 疑惑 違和感／タトラ山脈—2013年8月／豊かな海／突発的絶滅／大地の異変／スランプ堆積物ふたたび／シダ孢子もふたたび／事件の再考

第7章 消失 世界の変化／体サイズの変化／三畳期末の気温／森林消失と土壌流出／荒れ果てた大地／孤立する海／消えた森の謎／これから先で語ることにについて

第8章 限界 熱中症／温暖化と日陰／湿球温度計／生命の限界温度／スモールワールドの熱帯／植物と飽差／樹木の限界／壊れる熱帯／連鎖モデルの欠点／超高温世界と大量絶滅／大地と生命のつながり／もう一つのシナリオ

第9章 境界 過去へのこだわり／第六の大量絶滅／100万種あたりの絶滅数／プラネタリー・バウンダリー／ティッピングポイント／大量絶滅のサイン／森林消失のホットスポット／守るべき土地

エピローグ 深海

各章末には、関連する9つのテーマのコラムが付記されており、読者の理解をサポートしている。巻末には、図版出典一覧(4ページ)、引用文献リスト(20ページ)、索引(4ページ)が丁寧に整理され、尾上さんの丁寧な仕事ぶりが窺える。

第3章に詳しく記述されているように、当初T/J境界の大量絶滅の原因としては、カナダケベック州にあるマニクアガン・クレーターやフランス南部のロシュアール・クレーターを形成した天体衝突を原因とする天体衝突説が数多く論じられていた(例えば、Olsen *et al.*, 2003)。国内においても、尾上さんたちの研究グループが、岐阜県坂祝町取組および大分県津久見市江ノ浦のジュラ紀付加体に伴われる深海底堆積物のT/J境界の層準にイジェクタ層を発見した旨を報告している(Sato *et al.*, 2013; Onoue *et al.*, 2016)。この層からは、隕石に豊富に含まれるオスミウム等の白金族元素が通常の20倍から5000倍も濃集して検出されたのである。おそらく彼らも2016年ごろまでは、T/J境界の大量絶滅の原因を天体衝突説の立場で考えていたと思われる。

ところが、2017年頃に行われた上記2か所のクレーターの年代測定の結果、これらの発生時期はT/J境界との間に有意なズレがあり、大量絶滅とは無関係であることが明確となった。その後は、超大陸パンゲアの分裂を引き起こした大規模火山活動であるCAMP(Central Atlantic Magmatic Province)火成活動が原因であるとする火山活動説が有力視され、現在に至っている。特に、現在の南北アメリカ大陸とアフリカ大陸の接点(現在のアマゾン川流域地域)あたりで、地球史上最大級のCAMP火成活動が起こったことが推定されている。

しかし、このCAMP火成活動と大量絶滅の関係、特に、“地球上にどのような環境変化を引き起こしたか？”については依然不明なままであった。そこで、尾上さんは世界の共同研究者と共に、新たな大量絶滅説の確立のために思考を重ね躍動するのである。この研究展開が本書の読みどころであり、研究者が自分の信念に基づいて研究活動に没頭する姿を、熱く語っている。

私がこの新書を完読して率直に思ったことが2点ある。



まず、尾上さんの文章の書き方が、エッセイ風もしくは謎解きをテーマとしたミステリー小説風であり、たいへん読みやすい点である。そして、研究課題の整理とその解決のための手段の選択などの論理展開が明確に示されており、おそらく中高生が読んで理解しやすい内容と思う。

T/J境界における大量絶滅ミステリーは、未だ不明な点が残されている。尾上さんは、第7章末で“ここから先で語ることに”と一度読者に断った上で、彼らが発想した超高温世界での大量絶滅仮説について第8章に詳しく論じている。折しも観測史上最高の猛暑であったとされた昨夏、我々を苦しめ続けた高い温度と湿度が、この大量絶滅に直接関与していたとの仮説である。

一方、CAMP火成活動による地球環境のドラスティックな変化に関して、最近、東北大学大学院理学研究科の海保邦夫名誉教授らの研究グループは、堆積岩の加熱実験を行い、二酸化硫黄は比較的低い温度で、二酸化炭素は高い温度でより多く放出されることを突き止めた。そしてこの実験結果に基づいて、大規模火山活動による堆積岩への加熱が、当時の気候変動に大きく影響したことを論じた(Kaiho *et al.*, 2022)。即ち、まず、大規模火山活動による堆積岩への加熱した結果、大量の二酸化硫黄が生成された。次に、二酸化硫黄が成層圏に入り、硫酸エアロゾルを形成した。そして、硫酸エアロゾルが太陽光を反射し、寒冷化を引き起こし、これが大量絶滅の引き金となったと考えたのである。

第三者の私から見て、現時点でどちらの仮説が信頼できるかについては解らないが、今後も様々な議論が続く重要な研究テーマだと思う。そもそも歴史科学である地質学の研究は、研究者どうしが不完全ながらも仮説(たたき台)を出し合い、これを相互に検証しながら少しずつ説得力を持つ学説へと発展していくものであり、この新書の第8章の執筆についても、私的には特に違和感を感じない。また、歴史科学である以上、2億年前に起こった自然現象は、最後まで誰にも解らないのである。今後の尾上さんたちの研究進展を応援しつつ、この書評の締めくくりとしたい。

文 献

- Kaiho, K., Tanaka, D., Richoz, S., Jones, D. S., Saito, R., Kameyama, D., Ikeda, M., Takahashi, S., Aftabuzzaman, Md. and Fujibayashi, M. (2022) Volcanic temperature changes modulated volatile release and climate fluctuations at the end-Triassic mass extinction. *Earth and Planetary Science Letters*, **579**, 117364.
- Olsen, P. E., Kent, D. V., Sues, H.-D., Koeberl, C., Huber, H., Montanari, A., Rainforth, E. C., Fowell, S. J., Szajna, M. J. and Hartline, B. W. (2003) Ascent of dinosaurs linked to an iridium anomaly at Triassic–Jurassic boundary. *Science*, **296**, 1305–1307.
- Onoue, T., Sato, H., Yamashita, D., Ikehara, M., Yasukawa, K., Fujinaga, K., Kato, Y. and Matsuoka, A. (2016) Bolide impact triggered the Late Triassic extinction event in equatorial Panthalassa. *Scientific Reports*, **6**, 29609. doi:10.1038/srep29609
- Sato, H., Onoue, T., Nozaki, T. and Suzuki, K. (2013) Osmium isotope evidence for a large Late Triassic impact event. *Nature Communications*, **4**, 2455. doi:10.1038/ncomms3455

(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)



藪田 桜子 (やぶた さくらこ)

地質情報研究部門 情報地質研究グループ

地質情報研究部門情報地質研究グループの藪田桜子です。2022年3月に名古屋大学大学院にて修士（環境学）を取得後、2年ほど民間企業で働き、今年の4月に産総研に入所しました。

日本列島の中部では、本州弧に伊豆-小笠原弧が衝突し、衝突帯の地質が形成されています。この衝突は、数千万年前から始まり、今後も衝突し続けると言われています。修士課程までは、この衝突メカニズムや衝突による本州弧への影響を解明することをモチベーションとして、衝突が開始した時期に本州弧で形成された地層の層序・地質構造・碎屑物の供給源の変化を研究してきました。

今後は情報地質研究グループで、都市域の地下の3次元地質モデリングに関する研究を行います。地震防災やインフラ整備を実施する上では、都市の地下の地層の3次元分布を解明することが重要です。そこで、ボーリングデータから都市地下の層序・地質構造を調べ、地層分布を3次元モデル化し、わかりやすい形で地層の3次元分布を公開したいと考えております。

また、これらの研究を通じて、災害に強いまちづくりや都市のインフラ整備に貢献していきます。これからどうぞよろしくお願い致します。



片桐 星来 (かたぎり せいら)

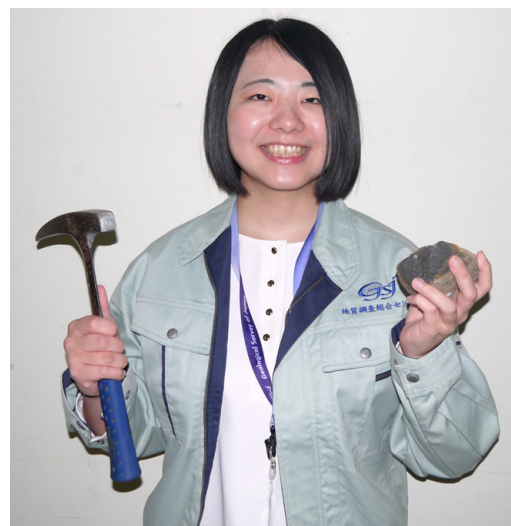
地質情報研究部門 シームレス地質情報研究グループ

本年度より修士型研究員として地質情報研究部門シームレス地質情報研究グループに配属となりました。片桐星来と申します。日本大学を卒業後、名古屋大学大学院環境学研究科で修士課程を修了しました。

修士課程では中部地方の三波川変成帯・御荷鉾帯を対象に、炭質物ラマン温度計を用いて超苦鉄質岩体周囲に分布する泥質片岩の変成温度解析を行ってきました。変成温度解析はその地域で起こった構造運動を解明するヒントとなります。本研究では、中部地域の三波川変成帯全体を通してほぼ平坦な温度構造を示しているのに対し、超苦鉄質岩体に囲まれて分布する部分は超苦鉄質岩体外側よりも変成温度が低いことが明らかになりました。この結果は、岩体内側の泥質片岩が周囲より沈み込み帯浅部で変成作用を被った後、構造的な下位への移動が起こったことを示唆します。

今後産総研では、蛇紋岩に注目して斜面災害プロジェクトに取り組むと共に、博士号取得を目指して精進してまいります。地質学を社会に還元するプロジェ

クトに携われる喜びと緊張を忘れず、新しいことにどんどん挑戦していきたいと思っております。拙い点多々あるかと思いますが、何卒よろしくお願い致します。





喜瀬 浩輝 (きせ ひろき)

地質情報研究部門 海洋環境地質研究グループ

地質情報研究部門海洋環境地質研究グループに研究員として配属されました，喜瀬浩輝と申します。2021年に琉球大学にて学位を取得後，地質情報研究部門海洋環境地質研究グループ，環境創生研究部門環境生理生態研究グループで3年間のポスドクを経て今に至ります。学部～博士課程では，形態学，分子系統学，集団遺伝学の3つのアプローチから，海洋の生物多様性や進化に関する研究を実施してきました。サンゴ礁～深海帯を中心に研究をしており，これまで20種以上の新種を記載し，生物の遺伝的連結性の評価や生物群集構造の変動を時空間的に明らかにしてきました。海洋環境地質研究グループでは，海洋エネルギー・鉱物資源開発に係る環境影響評価を主な研究課題として，研究手法の高度化を進めていきたいと考えています。産総研には異なる分野の研究者が在籍されているので，そういった方々と交流を深め，分野横断型の新しい研究テーマにも挑戦していきたいと思っております。今後ともどうぞよろしくお願いいたします。



阿部 彩歌 (あべ あやか)

地圏資源環境研究部門 地圏メカニクス研究グループ

地圏資源環境研究部門地圏メカニクス研究グループに配属となりました，阿部彩歌と申します。博士課程では地熱増産システム（EGS）と呼ばれる，高温の岩体に貯留層を造成して水を循環させることによって熱エネルギーを取り出し，地熱発電を目指す研究を行ってまいりました。貯留層水圧刺激によって水の流路となるき裂ネットワークがどのように形成されるかを，数値シミュレーションとコア実験を通して検討してまいりました。

貯留層工学を中心に貢献していきたいと考えております。特に流体・熱の移動による貯留層挙動の理解，誘発地震のリスク評価や低減に向けた注水条件の最適化に取り組んでまいりたいと考えておりますので，どうぞ今後ともご指導ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。

私は修士課程修了後，石油天然ガス開発関連の企業でソフトウェアエンジニアとして検層機器の開発に取り組んでまいりましたが，業務の中で地熱開発に興味を持ち，地熱の研究をするために博士課程へ進学いたしました。博士の学位を取得後は地熱発電に関する技術開発に携わってまいりました。

産総研では低炭素社会の実現に向けて，地熱開発に加えてCCSなど幅広い分野でジオメカニクス・



令和5年度地質調査総合センター研究奨励賞について

星住英夫氏、宝田晋治氏、宮縁育夫氏、宮城磯治氏、
山崎 雅氏、金田泰明氏、下司信夫氏による
『わが国最大の巨大噴火の全体像が明らかに』が受賞



地質調査総合センター（GSJ）では、研究者が推進する先端的研究成果の社会発信を加速するため、令和2（2020）年度に地質調査総合センター研究奨励賞（GSJ研究奨励賞）を設置し、プレスリリース等の成果発信を奨励している。第4回の実施となる令和5（2023）年度は、2023年1月～12月にGSJの研究者が発表した合計20件の“プレスリリース”および“主な研究成果”を対象に、「社会課題の解決や当該学術分野に大きな影響を及ぼすことが期待される研究」を選考した。選考にあたっては、地質調査総合センター研究企画室と連携推進室の9名のメンバーから構成される選考委員会を組織した。

選考の結果、令和5年度のGSJ研究奨励賞として、活断層・火山研究部門の星住英夫氏、宝田晋治氏、宮縁育夫氏、宮城磯治氏、山崎 雅氏、金田泰明氏、下司信夫氏による『わが国最大の巨大噴火の全体像が明らかに—阿蘇4火砕流の詳細な分布図と地質情報を公開—』（令和5年4月12日プレスリリース）が決定された。受賞理由は「約9万年前に阿蘇カルデラで発生した巨大噴火による火砕流分布について、地下の分布も含め詳細を明らかにし、従来の地質図では把握が困難であった火砕流の詳細な分布、堆積物の層厚および特徴、日本列島全域に堆積した火山灰の分布をデジタルデータで整備したものである。過去の巨大噴火の発生履歴・影響の情報は、地域の防災や国土利用計画への活用が期待される。また、本研究成果は、プレスリリース後から新聞やWebメディアなどで多数報じられており、社会からの反響も大きい。」である。

今回の研究奨励賞の選考にあたり、その他の“プレスリリース”や“主な研究成果”についても、学術的に重要な成果や、社会課題解決および地質情報DXに資する成果など極めて幅広い成果が多く見られ、GSJの研究者が生み出す研究成果の質の高さや、社会のニーズに沿った研究が進められていることを実感した。今後もプレスリリース等による研究成果の発信が促進されるとともに、GSJや産総研全体でのインターナルコミュニケーションの向上につながることを期待する。

なお、本賞の授与式は令和6年4月26日に執り行われ、中尾地質調査総合センター長から賞状と盾が贈呈された。また、受賞者と地質調査総合センター幹部との談話では、本研究に着手するに至った経緯、成果の反響、今後の展開などについて語られた。

（GSJ研究企画室 網澤有輝）



受賞者とGSJ幹部。

GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 中島 礼
副委員長 戸崎 裕貴
委員 竹原 孝
児玉 信介
草野 有紀
宇都宮 正志
山岡 香子
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 13 巻 第 8 号
令和 6 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
中央事業所 7 群

印刷所

GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor : NAKASHIMA Rei
Deputy Chief Editor : TOSAKI Yuki
Editors : TAKEHARA Takashi
KODAMA Shinsuke
KUSANO Yuki
UTSUNOMIYA Masayuki
YAMAOKA Kyoko
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

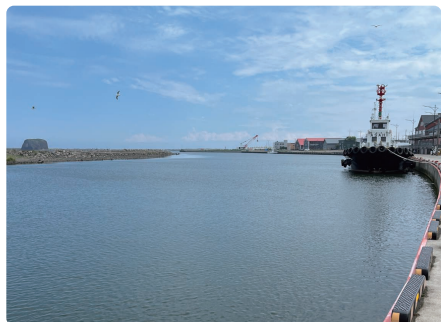
GSJ Chishitsu News Vol. 13 No. 8
August 15, 2024

Geological Survey of Japan, AIST

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

オホーツク沿岸，網走川河口と網走港のランドマークの帽子岩

[cover photo](#)



北海道網走市は、オホーツク海に面したこの地域最大の港湾都市であり、元々は網走川河口に開けた河口港に由来する。2～3月の厳寒期には、北方から海流によって流氷が来襲し、沿岸が埋め尽くされてしまう。市内には4つの海跡湖が存在し、このうち網走湖は、市内を蛇行して流れる網走川を経由して、潮汐による海水遡上が1日2回発生している。港の周辺には、中～後期中新世の網走層堆積時に貫入した安山岩岩脈の大露頭が複数存在する。帽子岩もその一つであり、シルクハットのような独特の形状から、網走港のランドマークになっている。

(写真・文：七山 太 産総研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)

The coast of Okhotsk, the mouth of the Abashiri River leading to Lake Abashiri, and Boshiiwa rock as a landmark of Abashiri Port. Photo and caption by NANAYAMA Futoshi