

# GSJ 地球をよく知り、地球と共生する

# 地質ニュース

2023

5

Vol.12 No.5



# 5月号

- 
- 127 **地質調査総合センターの令和 5（2023）年度運営体制紹介とご挨拶** 中尾信典
- 
- 129 **地質調査総合センターの 2023 年度研究展開** 今泉博之
- 
- 132 **地質情報研究部門の 2023 年度研究戦略** 荒井晃作
- 
- 138 **活断層・火山研究部門の 2023 年度研究戦略** 藤原 治
- 
- 142 **地圏資源環境研究部門の 2023 年度の研究戦略** 相馬宣和
- 
- 145 **再生可能エネルギー研究センター 地熱チーム・地中熱チームの 2023 年度研究戦略** 浅沼 宏
- 
- 148 **地質情報基盤センターの 2023 年度業務戦略** 吉川敏之
- 
- 150 **「日本地質誌」抄訳ー J. J. ライン著『日本の実地調査と研究』第 1 巻（1881）よりー（その 1）日本の地質概要および山地構成層** 山田直利・矢島道子

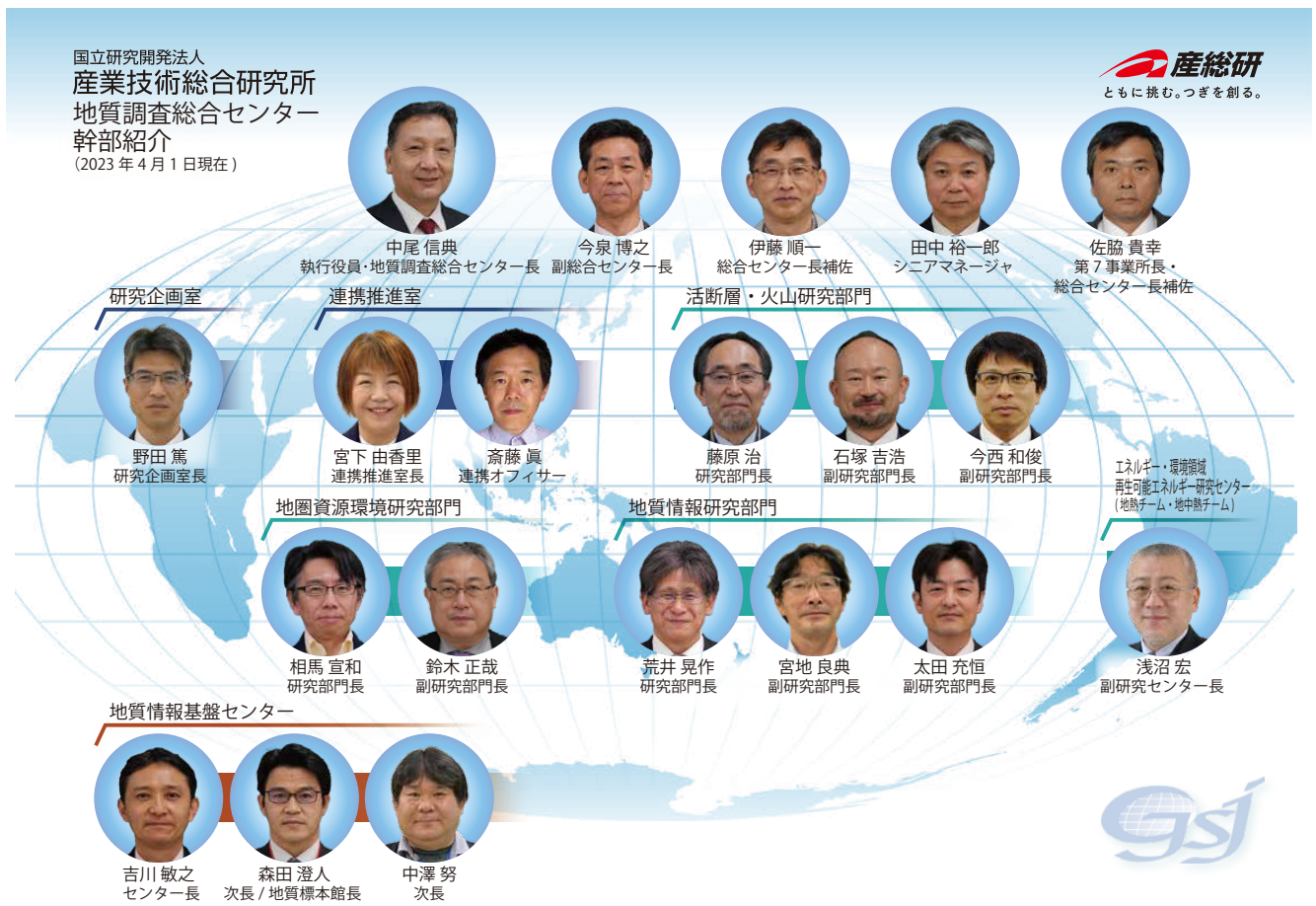
# 地質調査総合センターの 令和 5 (2023) 年度運営体制紹介とご挨拶

国立研究開発法人産業技術総合研究所 執行役員  
地質調査総合センター長  
中尾 信典

令和 5 (2023) 年度は、産総研第 5 期中長期計画 5 ケ年の 4 年目に当たります。産総研第 5 期の重点課題は、社会課題解決、産業競争力の強化、基盤整備 (知的基盤整備を含む) です。また、産総研は第 5 期以降、日本のなかに継続的にイノベーションを生み出す仕組み、「ナショナル・イノベーション・エコシステム」の中核となることを目指しています。この 4 月には、研究成果の社会実装に向けた取り組みを強化するため、株式会社 AIST Solutions (アイストソリューションズ) が設立されました。株式会社 AIST Solutions との協業により、産総研は産学官による新たな価値を創造する取り組みを加速し、研究成果の社会実装を通

じて、社会課題の解決と我が国の産業競争力強化に貢献していくこととしています。

地質調査総合センター (GSJ) はご承知のように、「地質の調査」に関する国内唯一のナショナルセンターです。基幹業務である地質情報の整備と利活用の促進を、地質情報整備にかかる国の知的基盤整備計画に沿って、今まで以上に推進していく所存です。また、GSJ も産総研の一員として、ナショナル・イノベーション・エコシステムの中核となるべく取り組んでいきます。この 2 つの取り組みは相反するものではありません。我々の研究成果である地質情報や技術等を社会実装し社会課題の解決に向けて取り組んで



2023 年度 GSJ 運営体制  
前副総合センター長の光畑裕司は、産総研企画本部 副本部長に就任しました。  
イノベーションコーディネータの高木哲一は、株式会社 AIST Solutions に転出しました。

いくことは、ナショナル・イノベーション・エコシステムの中核を目指すことと同じ方向性を持つミッションといえます。

地質情報の利活用の出口から考えると、社会課題の解決のうち「エネルギー・環境制約の問題解決」においては、洋上風力、CCSなどに、陸域のみならず、沿岸域や海域の地質情報を今後活用していくことが期待されます。そのためには、これまでの概念にとらわれることなく、新たな工夫や、チャレンジも必要です。また、地質情報の利活用促進に向けたチャレンジとして、地質情報に付加価値を付けていくことが考えられます。WEB上での地質情報提供が可能な現在、研究DX化もそれらを可能にする方法のひとつと期待します。例えば、東京都区部の地質地盤図で3次元可視化を実現したように、地質図幅類(2次元平面図)を準3次元的に可視化することや、地質図幅類に物性パラメータや必要な工学的情報を付加していくことなど、想像が広がります。地質情報を一元的に整備、管理しているGSJに

しかできないことに取り組んでいく、今が絶好のチャンスと捉えています。

新年度のGSJの運営体制を顔写真入りで示します。GSJが取り組む資源、環境、防災・減災への貢献という目的は人類社会の課題解決に向けたものです。GSJは、日々刻々と変化する時代の中で、創意工夫を重ね、地質の調査を通じて、我が国と世界の社会課題の解決に向けた研究を推進します。そして、質の高い研究成果と地質情報を社会に発信していきます。

今後とも皆様方からのご指導、ご鞭撻を重ねてお願い申し上げます。

---

NAKAO Shinsuke (2023) Greetings and introduction of the 2023 management system of the Geological Survey of Japan.

---

(受付：2023年5月9日)

# 地質調査総合センターの2023年度研究展開

地質調査総合センター  
副総合センター長  
今泉 博之

## 1. GSJを取り巻く情勢

2020年1月に国内で初めて確認された新型コロナウイルス感染症は我々の社会生活の根底から見直しを迫る多大なる影響を与えました。人の移動の停滞によって産業・生産活動や物流が止まり物資の不足が生じ、国際分業の進展によって構築された国境を越えるサプライチェーンの途絶も発生しました。一方、コロナ禍における需要の大幅な変動によって資源価格も著しい影響を受け、世界経済の動揺の一因となっています。このような状況下で勃発したロシアによるウクライナ侵攻もまた、各国の資源・エネルギー需給の脆弱性を浮き彫りにし、それらの安定的な確保に向けた戦略の再考を迫っていると言えます。また、2023年2月に発生したトルコ・シリア地震では5.6万人を超える死者や膨大な建物の倒壊等という甚大な被害を生じさせ、自然災害の脅威を再認識させました。このような不安定化した世界情勢の中でも地球温暖化問題は待たなしの社会課題として残っています。昨年11月に開催されたCOP27(国連気候変動枠組条約第27回締約国会議)では、これまでの議論に沿って温室効果ガスの排出量の削減目標の強化や再生可能エネルギーの利用拡大等が謳われています。

以上のように、昨今の世界動向及び情勢を鑑みると、地質調査総合センター(GSJ)が担う「地質の調査」およびそれに基づく研究開発に係る事象が多く、その重要性が益々増大していると考えられます。本稿では、2023年度に地質調査総合センター内で実施する主要な研究開発に関して概説するとともに、今後取り組むべき方向性について簡単に触れたいと思います。

## 2. GSJの果たすべき役割

前項に記した情勢を踏まえ、GSJの果たすべき役割に変更はありません。GSJは日本で唯一の「地質の調査」のナショナルセンターとして、我が国及び世界の社会課題の解決に向けた研究を実施します(中尾, 2020)。このため、知的基盤整備計画に基づく地質情報の整備、地質情報の管理と社会への活用促進及び国際連携・協力を中長期的視点に立って進めると共に、環境保全と開発・利用の調和を実現する環境評価等技術の開発及び強靱な国土と社会の構築に資する地質情報整備と地質の評価、産業競争力強化に向けた産業利用に資する地圏の評価に取り組み、得られた研究成果の社会実装を加速させることで持続可能で強靱な国土と社会の構築に貢献します(第1図)。



第1図 GSJの研究対象と目標

### 3. 2023 年度の研究展開

前記した GSJ の果たすべき役割を踏まえ、2023 年度に実施する大括りな研究展開は以下の通りです。

#### (1) 社会課題の解決に向けた研究開発

世界に先駆けて解決すべき社会課題「エネルギー・環境制約への対応」において、産業・人間活動を支える各種開発利用と環境保全とを調和させながら人間社会の質をも向上させるために、地圏環境において地方単位の自然由来重金属類のデータベース作成に向けた採取土壌の分析とリスク解析、休廃止鉱山の持続的な管理に必要な坑廃水の水質や坑道分布等の情報を統合・整理した 3D 可視化データベースの作成とその活用、除染土壌の最終処分に関連し自然放射線測定システムによる測定量と放射性元素を含有する地質の分布及び各地のモニタリングポストの放射線量との比較・評価による全国的な自然放射線分布の把握を実施します。沿岸・海洋環境では、衛星データから得られる沿岸海水温分布等の情報や地下水情報を統合した分子生態学的手法による環境影響評価手法の開発、海洋鉱物資源開発における懸濁ブルームや揚鉱水の影響評価、海水中微量金属分析、水中音・濁度観測手法等の高度化に係る技術開発と共に、環境と生物群集との情報を統合する複層ビッグデータ解析に基づく環境生態評価の基礎技術を確立します。さらに、福島第一原発事故に関連し除染土壌等の減容化に関する安全かつ効率的処理のための技術開発及び最終処分に関する社会経済性評価の研究を行う一方で、休廃止鉱山における超省電力遠隔モニタリングの現地実証等の社会実装を進めます。

社会課題「強靱な国土・防災への貢献」では、内陸地震に関して地震発生確率が不明な活断層の活動性の解明や長大活断層の連動性評価手法の研究、海溝型巨大地震に関して津波波源モデルや再来間隔を見直すための地形・地質調査及び巨大津波による浸水履歴に関する研究成果の公開、南海トラフ巨大地震に関してひずみ・傾斜データに全球測位衛星システム (GNSS) データを加えた短期的ゆっくりすべりの断層モデルの時空間分布推定手法の開発、ゆっくりすべりの解析結果の国への提供を行います。物理モデルに基づく地震の予測手法の開発では、全国応力マップを活用した地震発生シミュレーション及び AI 技術を導入した粗密のある震源分布からの断層面形状推定手法を開発します。火山地質図の整備では、秋田焼山火山地質図の出版、伊豆大島、雌阿寒岳、御嶽山火山地質図の調査結果の取りまとめを進め、阿蘇カルデラ形成に関する火砕流分布図の公

開、屈斜路・十和田火砕流等の分布図作成に向けた調査を実施します。また「火山灰データベース」、「噴火推移データベース」等のデータを更新し、カルデラ噴火に至る準備過程を解明します。断層の活動性解明のための物理探査及びボーリング調査等を行い、縮尺 5 万分の 1 での表示を実現する活断層データベース及び伊豆大島の噴火口図を公開します。海洋地質情報に関して 4 海域のデジタル化を進め、四国～九州東方沖の海洋地質図のシームレス化を実施します。九州北部の 20 万分の 1 斜面災害リスク評価図の作成、佐世保地域及び阿蘇地域の斜面災害リスク評価に必要な地質・衛星情報 (縮尺 5 万分の 1 程度) の公開のほか、5 万分の 1 地質図幅のベクトル化等を推進します。国の放射性廃棄物処分安全規制において必要とされる技術的知見として、特に亀裂密度と透水性の関係の評価を実施すると共に、長期的な隆起・浸食活動性評価手法の開発、海水準変動の地下水流動への影響解析・評価を行います。

また、喫緊の社会課題である新型コロナウイルス感染症対策では、「マスマスガザリングイベントにおける規制緩和と感染予防の両立」「個人の感染予防の判断に資するツール・エビデンス」のための換気や飛沫・飛沫核の挙動拡散の定量化・可視化技術の高度化・高精度化に加え、リスク評価と連携した安全・快適な室内環境の実現に資する評価研究を推進します。

#### (2) 産業競争力の強化に向けた研究開発

石油・天然ガスに係る研究開発では、日本周辺海域におけるメタンハイドレートの賦存状況及び成因解明等のための海洋調査並びに地圏微生物起源の燃料資源評価手法の開発を進めます。また、国内外における希土類を主対象に賦存量及びその開発可能性を評価するとともに、国の鉱物資源開発に資する川砂含有の微量元素組成に着目した新たな地化学探査等を開発します。

沿岸部での地層処分に係る技術開発では海底下の塩水・地下水流動の把握手法を開発するほか、安全な CCS 実施のための自然電位モニタリング及び水理・力学連成手法の適用性の精度向上、風化促進のための玄武岩等の性状データの整備・拡充を実施するとともに、有害化学物質等による土壌・地下水汚染の浄化及びリスク管理手法を開発します。

産業施設立地に資する地下地盤の物理特性等把握のための電磁気・弾性波等による新たな地質調査並びにモニタリング技術を開発し、地圏流体が関与する岩盤挙動の調査技術の開発を推進します。

再生可能エネルギー等による日本周辺の海洋利用促進のため、これまで海洋地質図作成に利用した基礎データの

アーカイブ化及びそれらを活用可能なデータとして集約・データベース化を進め、提供を開始します。

高スペクトル分解能衛星センサによる地質情報データ作成に向け、HISUIデータの輝度値プロダクト処理・アーカイブシステムの開発・運用を開始します。

### (3) 知的基盤の整備

第3期知的基盤整備計画に沿って、地質災害軽減、地域振興・地方創生、地質標準確立に資する重点化地域の5万分の1地質図幅の整備及び20万分の1地質図幅「富山」の改訂を進めます。新規20万分の1地質図幅を用いた20万分の1日本シームレス地質図V2の更新と、地球物理図の整備・公表を行います。

北部沖縄トラフ及び九州北西方海域の海洋地質情報、福岡県、佐賀県、長崎県の周辺海域の海洋地質調査を主に実施するとともに、未整備海域の海洋地質図3図幅を新たに整備します。

紀伊水道沿岸域の海陸シームレス地質情報の整備に向けた地下および地表の地質構造を評価するためのデータ解析、伊勢湾・三河湾沿岸域について地質図や地盤・活断層データの整備・公開、並びに海陸シームレス地質情報集の公開準備を進めます。

埼玉県南東部の3次元地質地盤図のための地層境界面モデルを作成するとともに、神奈川県東部のボーリングデータの収集及び調査を行い、構築された層序の妥当性を検討します。

### (4) イノベーション・エコシステムを支える基盤整備

重金属等を含む掘削土等に対する環境負荷の低い対策方法である吸着層工法に使用する材料等の試験方法について、JIS原案作成委員会において規格案の最終原案を取りまとめ、規格化を進めます。

## 4. おわりに

GSJは、昨年度末に「国民生活や産業活動が地質・地形の上に成り立ち、資源・エネルギー等の恵みを基盤として発展してきた」という認識に立脚し、新たな地質情報発信の戦略を再考・構築する機会として外部有識者によるアドバイザリーボードを開催しました。様々な観点から意見交換を行う中で、これまでGSJが整備を進めてきた地質情報は一般企業では整備ができない唯一無二のデータであること等が指摘されました。その一方で、地質情報の利活用促進のために他機関や他省庁のデータを重ね合わせられるような仕組みや、一般社会に利用方法までをセットで提示すること等の有用性について助言がありました。産総研内でも社会全体でもDXの動きが加速する中で、“重ね合わせ”や“セットで提示”は重要なキーワードになり得るもので、GSJにおける研究展開においてもこのような視点を持てるよう検討していきたいと考えています。そしてその先に、産総研が研究成果の社会実装に向けた体制と活動を強化するために設立した株式会社AIST Solutions(アイストソリューションズ)(産業技術総合研究所, 2023)を介して、「地質の調査」およびそれに基づく研究開発の成果を社会実装に近づけられるよう、努力したいと考えています。

## 文献

- 中尾信典(2020)産総研第5期中長期目標期間における地質調査総合センターの研究戦略. GSJ地質ニュース, 9, 175-176.
- 産業技術総合研究所(2023)株式会社AIST Solutionsの設立について. [https://www.aist.go.jp/aist\\_j/news/announce/pr20230401.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/news/announce/pr20230401.html) (閲覧日: 2023年5月8日).

---

IMAIZUMI Hiroyuki (2023) Research outlook of the Geological Survey of Japan in FY 2023.

---

(受付: 2023年5月8日)

# 地質情報研究部門の 2023 年度研究戦略

荒井 晃作<sup>1)</sup>

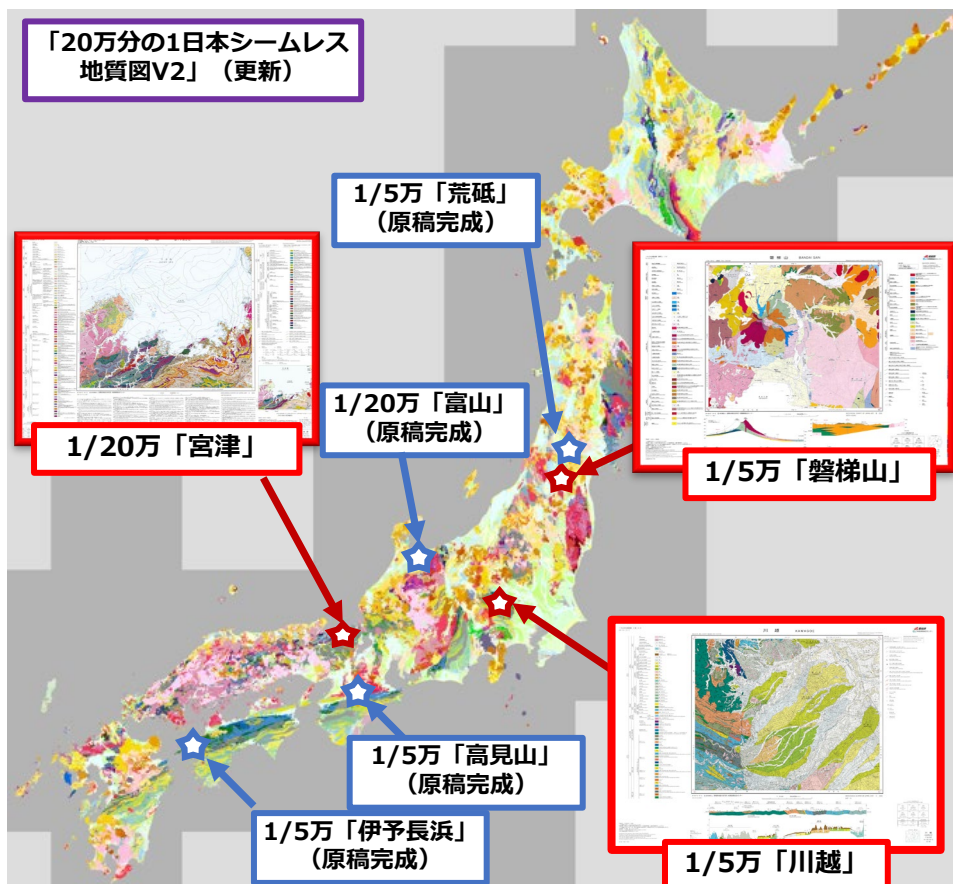
## 1. はじめに

地質情報研究部門は、産業技術総合研究所（以下産総研）の第5期中長期計画の達成に向けて、社会課題の解決に向けた研究開発・橋渡しの拡充・基盤整備に取り組めます。日本は、四方を海に囲まれ、大地震や火山噴火が頻発する活動的縁辺域に位置します。このような地質条件の中、防災・資源・環境に関わる社会的な課題を解決し、持続的に発展できる社会構造を支えるための地質情報が求められています。そこで、地質情報研究部門のミッションは、日本の国土および周辺海域を対象として地質学的な実態を明らかにし国の知的基盤として地質情報を整備することです。2021年度には新たな知的基盤整備計画（第3期知的基盤整備計画：2021年度～2030年度）が策定されました。そ

うちでは新たな社会課題解決へ向けた地質情報整備と利用促進をかねて地質図類の整備を進めることとなっています。我々はそれらの計画に沿って、陸域・海域ならびに沿岸域の地質図、地球科学基本図出版のための地質調査を系統的に実施し、特に以下の地質情報の整備と活用に取り組んでいきます。

## 2. 陸域地質情報の整備

陸域地質図は、主に5万分の1地質図幅と20万分の1地質図幅について、整備と出版を行っています。これまで、地質調査総合センターが出版してきたこれらの地質図幅は、公的機関や各種規制基準適合審査で利用され社会基盤の安全・安心に貢献しています。また、民間の地質調査会



第1図 2022年度に出版された（赤枠）地質図幅（5万分の1及び20万分の1）及び整備中の地質図幅（青枠）

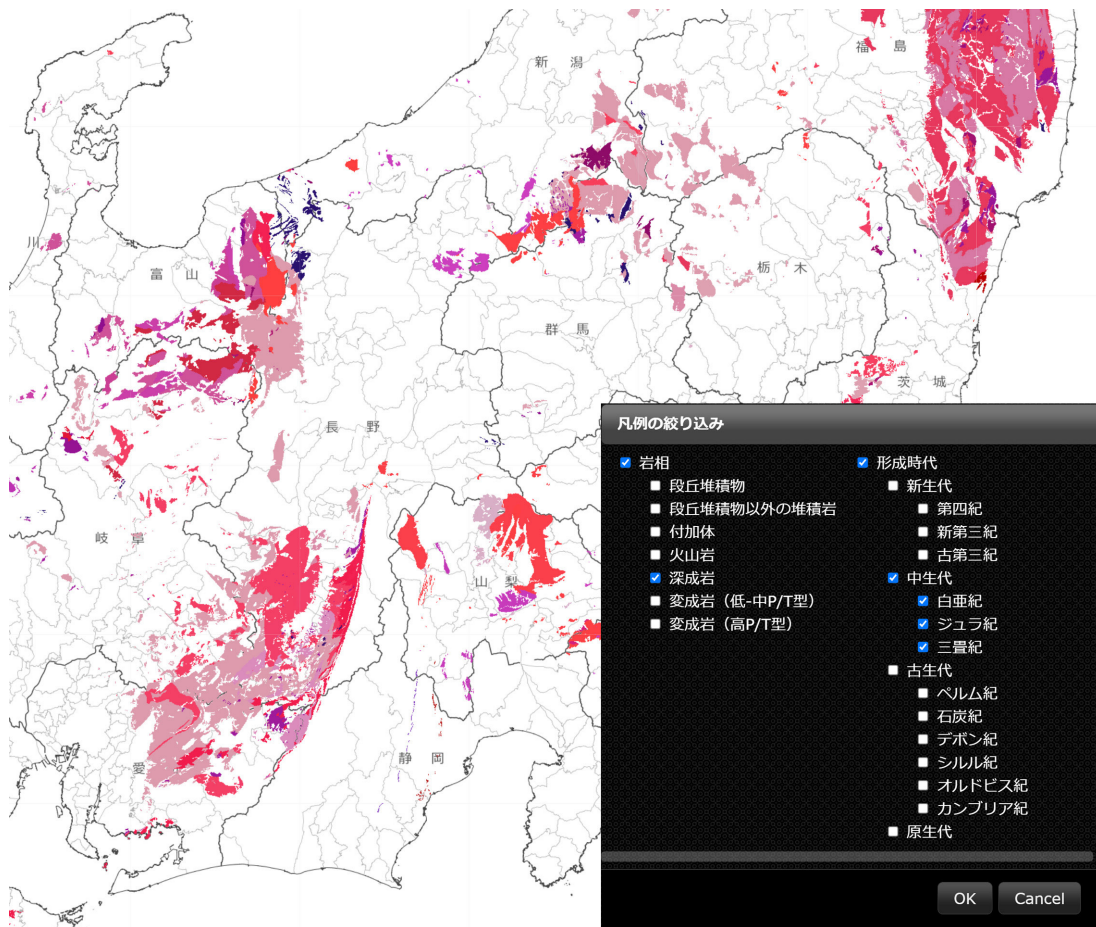
1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門



社が提出する地質調査の業務委託報告書等では、該当地域の5万分の1地質図幅及び20万分の1地質図幅が引用されており、社会基盤の整備に貢献しています。5万分の1地質図幅については、中長期的に取り組んでいる地質図幅未整備区画の解消をめざし、本邦全1,274区画中、これまでに全体の約61%にあたる775区画を整備し(旧来の7.5万分の1地質図幅を除く)、出版を行いました。特に、産総研の第5期中長期目標期間には、地質情報の標準化・体系化並びに都市基盤整備・防災等の観点から重要な地域を中心に地質図の整備に取り組んでいきます。2022年度には、「磐梯山」「川越」の2区画の図幅を整備しました(第1図)。2023年度には、3区画3図幅を整備し出版する予定です。また、20万分の1の地質図幅は、本邦全124区画の完備を2010年に達成しました。現在は、プレートテクトニクス導入以前の旧来の地質解釈に基づいて出版された1950年～1970年代出版の図幅を中心に改訂中で、2022年度には、「宮津」(第2版)を出版しました(第1図)。

20万分の1の地質図幅(全124区画)に関しては、図幅間の境界をスムーズにつなぎ合わせた「20万分の1日本

シームレス地質図」をWebで公開しています。2018年には、最新知見も含めより詳細な地質情報を反映させた改訂版(V2版)を公開し、凡例数は200弱から2,400に増加しました。新たに改訂された20万分の1の地質図幅データの埋め込みやその他の個別修正、また表示機能の改善も随時行っています。2022年度は、任意の地質体を表示させる「絞り込み検索機能」を高度化したほか、20万分の1区画ごとにベクトルデータ(shapeやkmlファイル)をダウンロードできるようにしました(第2図)。現在は、凡例数を400程度にした簡略版シームレス地質図の作成や自治体ごとに地質図を表示させる機能の開発を進めています。シームレス地質図は、近年、農業・食品産業技術総合研究機構の「土壌図インベントリ」や国土地理院の地理院地図などにも組み込まれ、他機関との連携も強化しています。このDX時代において、国土の基盤情報(ベース・レジストリ)を社会により広くまた容易に利活用いただけるように、迅速な更新、表示機能の更なる強化、各種データ提供など、今後も進化を続けて参ります。



第2図 任意の地質体を表示させる「絞り込み検索機能」を高度化

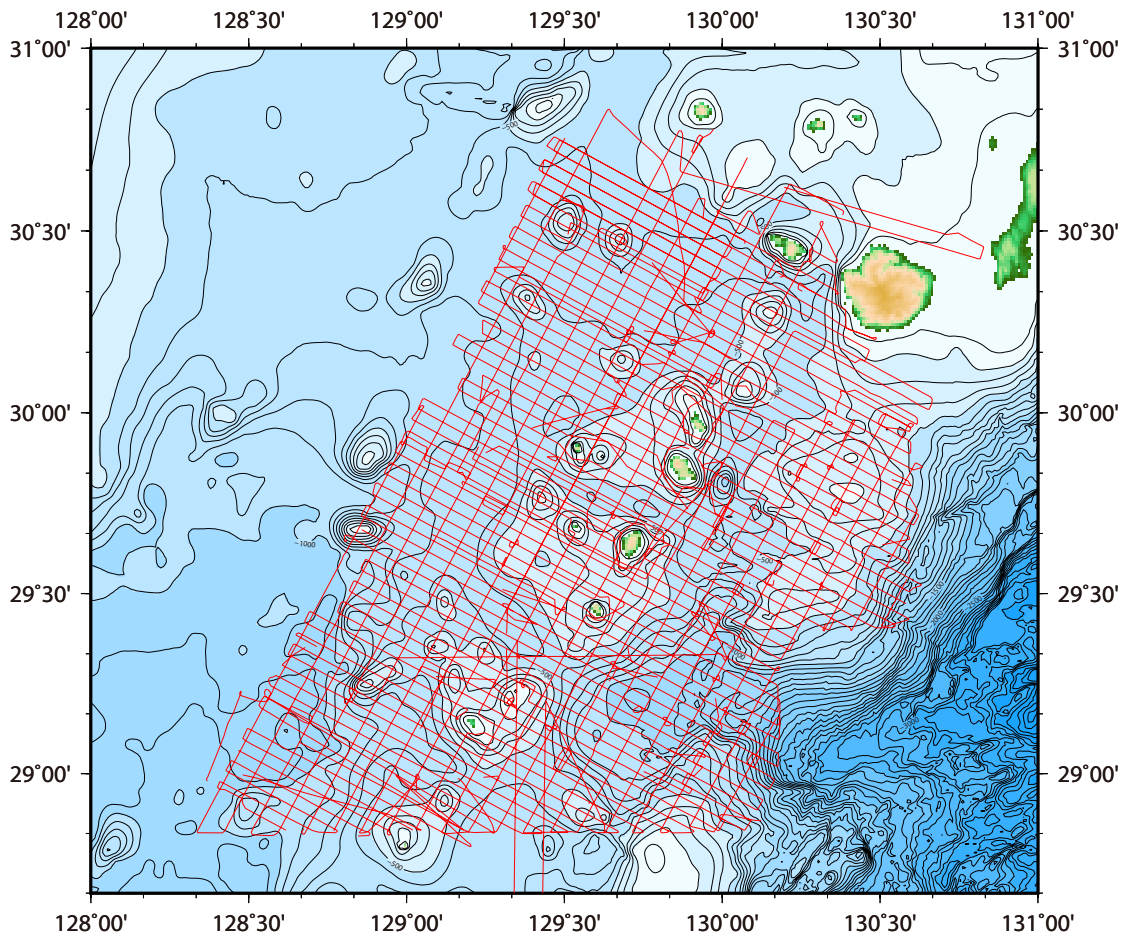
### 3. 海域地質情報の整備

地質調査総合センターは、地質調査所時代から海洋調査・海域地質図の整備を行っています。日本の周辺海域の地質情報整備は、1970年代から海洋地質調査を開始し、20万分の1海洋地質図として日本の主要四島（本州、北海道、九州、四国）の周辺海域の整備が行われました。2008年度からは、南西諸島周辺海域を対象として海洋地質調査（沖縄プロジェクト）を実施してきました。2019年度には、沖縄プロジェクトにおける20万分の1海洋地質図の作成・出版のための基礎データの取得が完了しました。2020年度には、さらに新たな調査計画としてトカラ列島を含む、沖縄トラフの調査を開始しました。2020年度から3年間の計画でトカラ列島の周辺海域の調査を完了し（第3図）、2023年度から九州北西方から沖縄トラフ北部の調査を開始します。この海域では、海底火山や地震・津波など防災・減災に資する研究調査、海底熱水鉱床などの海底資源調査研究、海洋環境研究や海洋古環境研究を行う予定です。これらの基礎データの取得とともに、日本周辺海域の海底鉱物資源

調査による鉱物資源の成因及び資源賦存ポテンシャルの情報整備、そのための技術開発も行います。また、今後進むであろう海洋利用に貢献する技術開発や、取得データの利活用の促進を目指します。

### 4. 沿岸域地質情報の整備

日本の都市の多くは沿岸域の平野に位置し、工業地帯、発電施設や空港、港湾など物流や人間活動に欠かせないインフラも沿岸域に集中しています。そのため、沿岸域の地質情報の整備が重要となりますが、これまで、都市・沿岸域の浅い海域では調査船舶や調査手法の制約から地質情報が未整備で地質情報の空白域となっていました。また、都市沿岸の陸域では露頭が限られていることから、海陸で連続的な地質情報の整備がなされていませんでした。地質・地域特性に応じた調査技術の開発や新たな調査手法の確立により、正確で精密な地質構造の解析を行い、海陸シームレス地質図の整備を行っています。2014年度からは、太平洋側の大都市・中核都市の三大都市圏の沿岸域の地質・活



第3図 2020年度から3年間で実施したトカラ列島周辺の測線図

断層調査を行い、地下地質に関する正確で精密な地質情報を整備し、都市・沿岸域の地質災害の軽減に資する調査・研究を行っています。2014～2016年度は関東平野南部沿岸域の調査を実施し、2018年度には、「房総半島東部沿岸域海陸シームレス地質情報集」をWeb出版しました。2020年度には、「相模湾沿岸域海陸シームレス地質情報集」としてWeb出版をしました。現在、伊勢湾・三河湾の成果を取りまとめています。2020年度からは、4カ年の計画で近畿地方の大阪湾・紀伊水道において調査を実施してきました。今後、取得データの解析を始め、地質情報として整備を進めます。

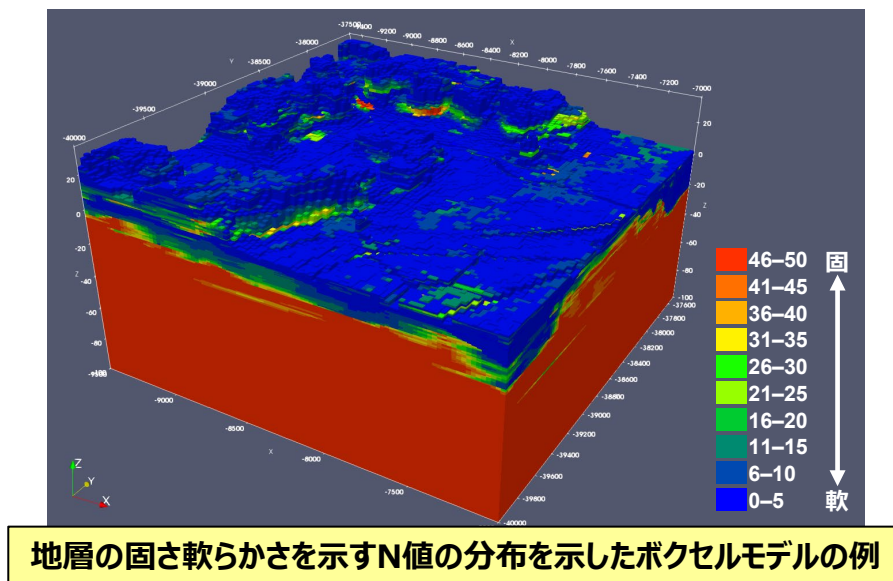
### 5. 都市域3次元地質情報の整備

東日本大震災以降、地盤リスクに対する国民の関心が高まっています。そこで、都市の地震災害予測や地盤リスク評価に資する地質情報整備のために、3次元地質地盤情報の整備を行っています。2013年度から千葉県北部地域の3次元地質地盤図のためのボーリング柱状図データ解析とその地域の地質の標準となる新規ボーリング調査及び野外地質調査を行い、2017年度に同地域の地下の地質構造を3次元で可視化できる国内初の3次元地質地盤図をWeb公開しました。また、2017年度からは東京都23区域における3次元地質地盤図作成に向けたボーリング柱状図データ解析と新規ボーリング調査を実施し、2021年度には東京23区の地下の地質構造を立体的に表現できる次世代地質図として発表しました。地質調査では、常時微動観測に

よる地下の地質構成と地盤震動特性との関係を解析し、一般に良好な地盤とされる台地の地下に軟らかい泥層が谷埋め状態に分布し、地盤震動特性に大きな影響を与えていることが明らかになりました。2022年度は、首都圏主要部の3次元地質地盤図作成に向けたボーリング調査を実施するとともに、東京都区部については、地層の分布形態をより分かりやすく表示でき、地盤の数値解析にも2次利用しやすいボクセルモデルの作成を行いました。また、公開済みの東京都区部の地層境界面モデルと自治体から提供を受けたボーリングデータを用いて、岩相及びN値の分布を示すボクセルモデルを作成しました。さらに、ボクセルモデルをウェブブラウザ上で表示するシステムを開発しました(第4図)。東京都が推進するデジタルツイン実現プロジェクトのコンテンツとして東京都区部の3次元地質地盤図の3次元地質モデル(複数の地層境界面から構成されるサーフェスマodel)が採用され、今後も、さまざまな都市データとの連携による防災等への活用が期待されます。

### 6. 地質情報としての衛星データの整備と活用

当部門では金属鉱物やエネルギー資源、地球環境などの調査に利用するための衛星リモートセンシングに関する研究を行っています。主に、日米共同運用中のASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) について、全一次データ(生データ)をNASAからアーカイブし、その一次データに対して、校正・検証に関する研究およびその大量データ効率的管理に関する研

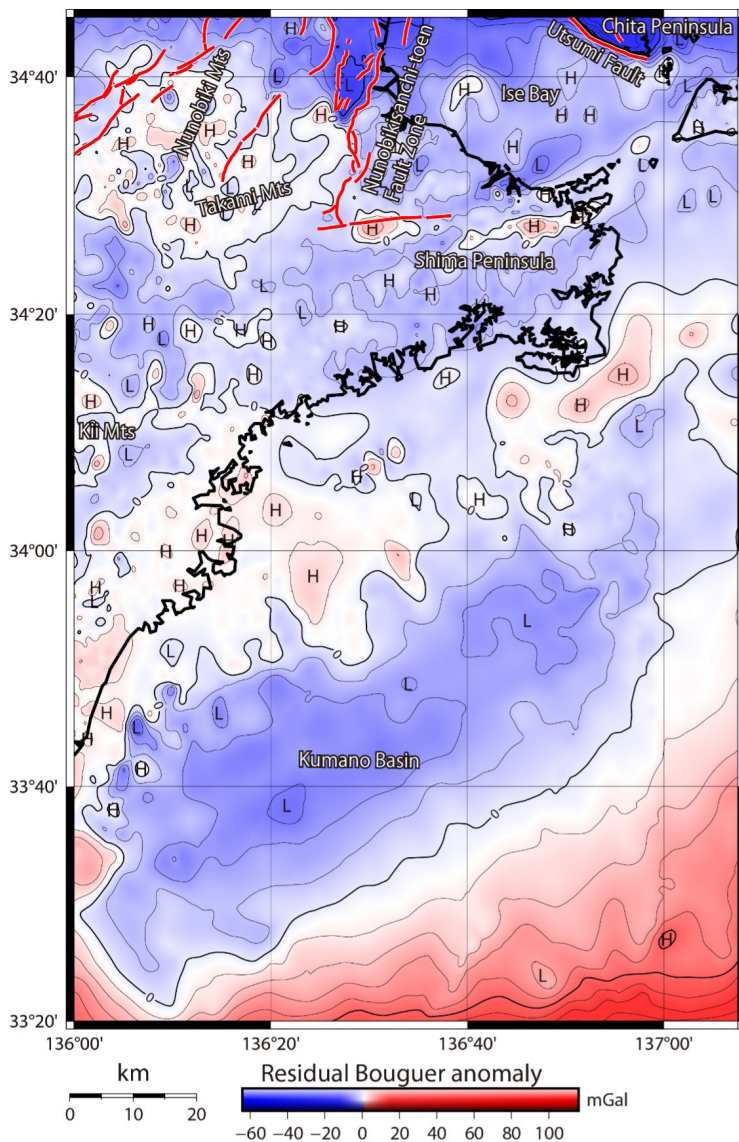


第4図 N値の分布を示すボクセルモデルを作成

究を実施，この成果に基づき品質管理を行い，その結果およびデータを NASA に提供しています。さらに，2016 年 4 月より地質情報データベース (Gbank) のサービスの一つとして全世界に向けて地球観測衛星データを処理した付加価値プロダクト「ASTER-VA」として，無償で一般ユーザにも提供し始めました。使いやすいシステムを構築したことで，日本国内だけでなく海外からのアクセスも増加しています。地球観測衛星の連続運用としては世界最長の 23 周年を迎えた ASTER の地球観測衛星データを 50 年，100 年先のユーザにも提供できる半永続的アーカイブの環境構築にも取り組んでいます。引き続き，NASA/USGS との国際協力を通じて ASTER センサを運用し，衛星情報の配信システムや提供サービスの強化に取り組みます。また，ASTER の後継となる次世代ハイパースペクトルセンサの研究にも取り組んでおり，ASTER で培った知見を活かし，データの品質管理に関する研究を実施しています。

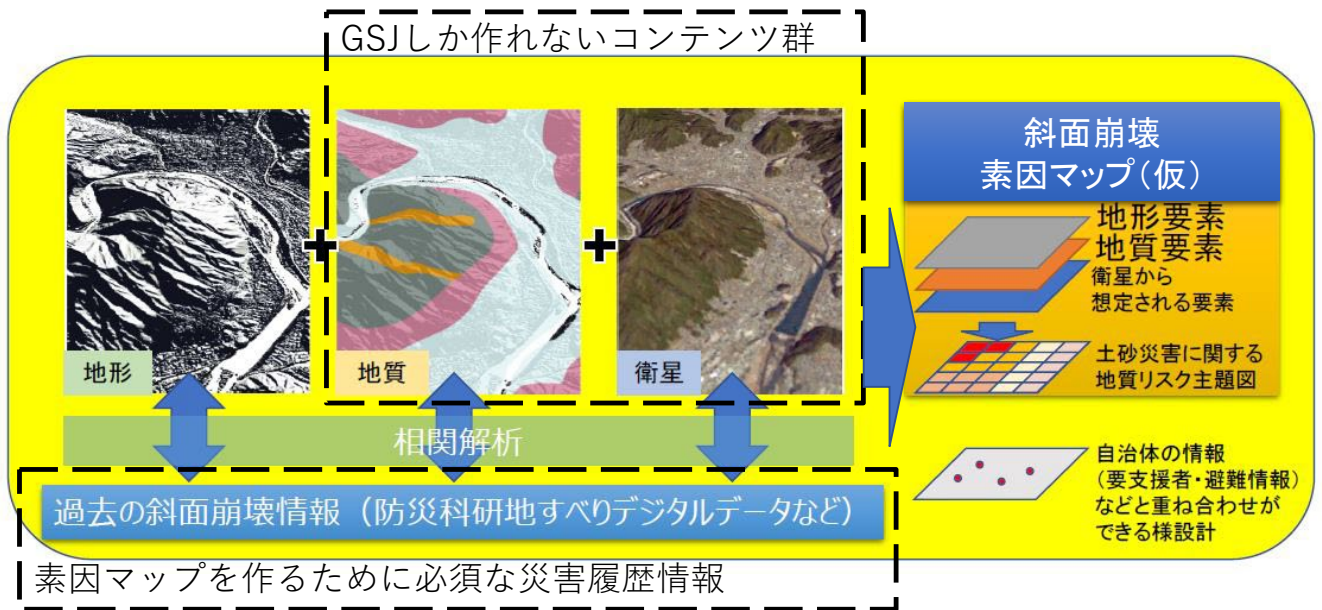
## 7. 地球科学図類の整備と国土強靱化に向けた地質情報の利活用

その他，地球物理情報に基づく地質情報の公開も行っています。2022 年度には重力図(ブーゲー異常図) 35「伊勢地域重力図」を公表しました(第 5 図)。重力異常は地下の地質構造を示しており，フィリピン海プレートに起因する広域的な重力異常傾向が認められます。大きな地質構造境界としての中央構造線に沿って，顕著な重力異常が見られないのは，三波川変成岩類と領家深成岩類及び変成岩類とに明瞭な密度差が無いためと考えられます。この様に，地球物理情報は，地質学的な理解とあわせて，地下の地質構造を知るための重要な手がかりとなります。また，陸から沿岸海域における元素の分布と移動・拡散過程の解明や，環境汚染・資源探査評価のために，自然由来の元素濃度(バックグラウンド値)の把握を目的として，日本全土における



第 5 図 伊勢地域の重力図(上方接続残差図) コンター間隔：2 mGal. 活断層・断層を赤実線で示す。

# 斜面災害リスク評価に資する地質情報整備と活用 テーマの全体構成



第6図 斜面災害リスク評価に資する地質情報のイメージ

有害元素を含む53元素の分布が一目でわかる「地球化学図(全国図)」を作成し、Web公開しています。さらに、大都市圏周辺域において、過去の環境汚染の解明にもつながる詳細な元素濃度分布図の作成を目的として、陸域の試料採取密度を全国図の10倍に増やした「精密地球化学図」の作成を進めています。Webサイトでの地球化学図の公開等を通して社会への成果普及にも取り組みます。また、2022年度より、新たな取り組みとして強靱で持続可能な国土利用に向け、斜面災害リスク評価のための地質情報を整備しています。特に、過去の斜面災害が多い、局地的な降雨が発生しやすい九州北部の衛星情報・地質情報のデータセット構築を行い、斜面災害防災や災害対策への活用を促進します(第6図)。安全で安心な社会作りに地質学的な観点で貢献したいと思います。

## 8. おわりに

地質情報研究部門では、これまで築いてきた研究実績、ポテンシャルと総合力を活かし、安全・安心な社会を築くための地質情報を積極的に社会に発信することを目指しています。特に第3期知的基盤整備計画では、地質情報の利用促進が求められています。社会ニーズにマッチした形

で地質情報の整備・発信を行うとともに、蓄積した情報に付加価値を与えたり、他の技術と組み合わせたりすることで、地質情報の新たな利用法を創出していく必要があります。今後も、陸域及びその周辺海域の地質図、地球科学基本図の整備や出版はもとより、地域性や利用者のニーズを意識し、分かりやすく使いやすい知的基盤の整備に努めます。地質情報の利用の拡大に加えて重要な役割は、地質の調査ができる人材を育てることです。大学や民間企業との共同研究や協力関係を支え、若手研究者の育成や教育においても、地質情報研究部門として取り組んでいきます。これは、一般社会に地質図を理解して頂くことから始まると思います。「そこに地質図がある」ことが当たり前になるように、地域に根ざした情報発信を積み重ねていきたいと思えます。

ARAI Kohsaku (2023) Research strategies of Research Institute of Geology and Geoinformation in FY 2023.

(受付：2023年5月1日)

# 活断層・火山研究部門の 2023 年度研究戦略

藤原 治<sup>1)</sup>

## 1. 背景と目的

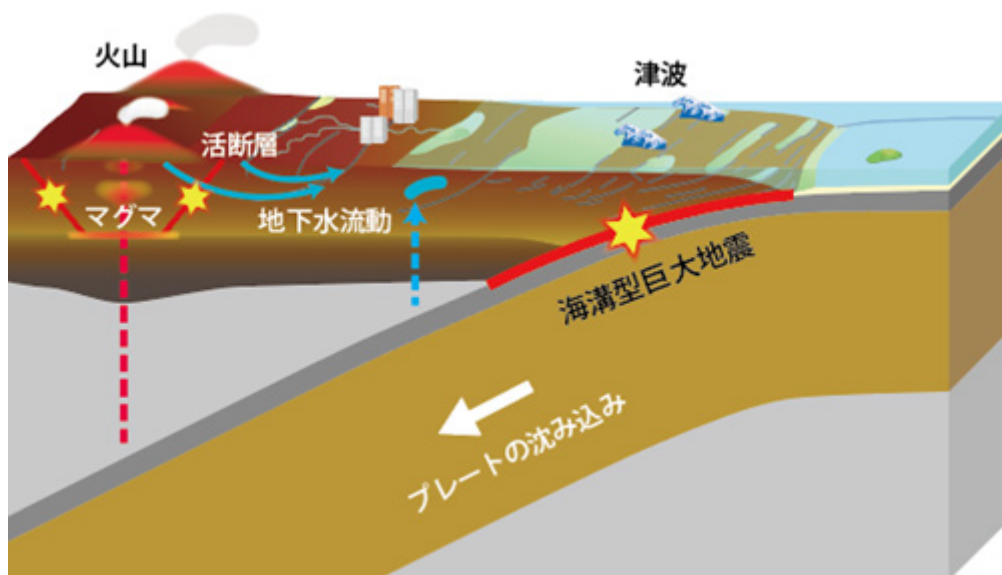
日本列島は地質学的な変動帯に位置するため、2011年東日本大震災や2014年御嶽山噴火に代表されるように地震・津波・火山による災害を受けやすい環境にあります(第1図)。このため、「国土強靱化基本計画」(平成30年12月)の基本理念には、大規模自然災害等から国民を保護し、国民生活および経済に及ぼす影響を最小化することがうたわれています。また、原子力規制委員会は放射性廃棄物の埋設処分の安全確保のために考慮すべき事項として、長期的将来にわたる断層活動や火山活動、侵食などを挙げており(<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=425M60080000030>; <https://www.nra.go.jp/data/000069192.pdf>; <https://www.nra.go.jp/data/000402076.pdf>, 閲覧日:2023年4月28日), これらを予測・評価する技術が必要です。これらの課題解決は、産総研が第5期中長期計画に掲げた「社会課題解決と産業競争力強化」においても重要となります。

## 2. 部門のミッション

活断層・火山研究部門は上記の課題を解決するため、次

の研究開発などに取り組みます。

- 1) 強靱な国土・防災に資するための活断層・津波・火山に関する地質情報の整備
  - 活断層について詳細な位置情報とともに、活動履歴を調査し、将来の地震発生の可能性や地震規模の評価に必要な情報を整備します。
  - 海溝型巨大地震と津波について、過去の発生履歴や津波の浸水範囲などを調査し、波源モデルの構築を進めます。
  - 南海トラフ巨大地震について、その短期予測に必要な「ゆっくり滑り」のモニタリングを、地下水等総合観測施設を整備することによって行います。
  - 火山について、噴火履歴の調査と火山地質図の整備等を進めます。
  - 活断層や火山に関するデータベースは、時間・空間解像度を現代のデジタル社会でのニーズに合ったものに引き上げていきます(第2図, 第3図)。
- 2) 原子力利用に関する安全規制に必要な地質変動の予測・評価技術の研究開発
  - 放射性廃棄物の埋設処分にに関する安全規制への支援として、数十万年単位の時間スケールで進行する地盤の隆起や侵食による地形変化などの地質現象と、それに伴う地



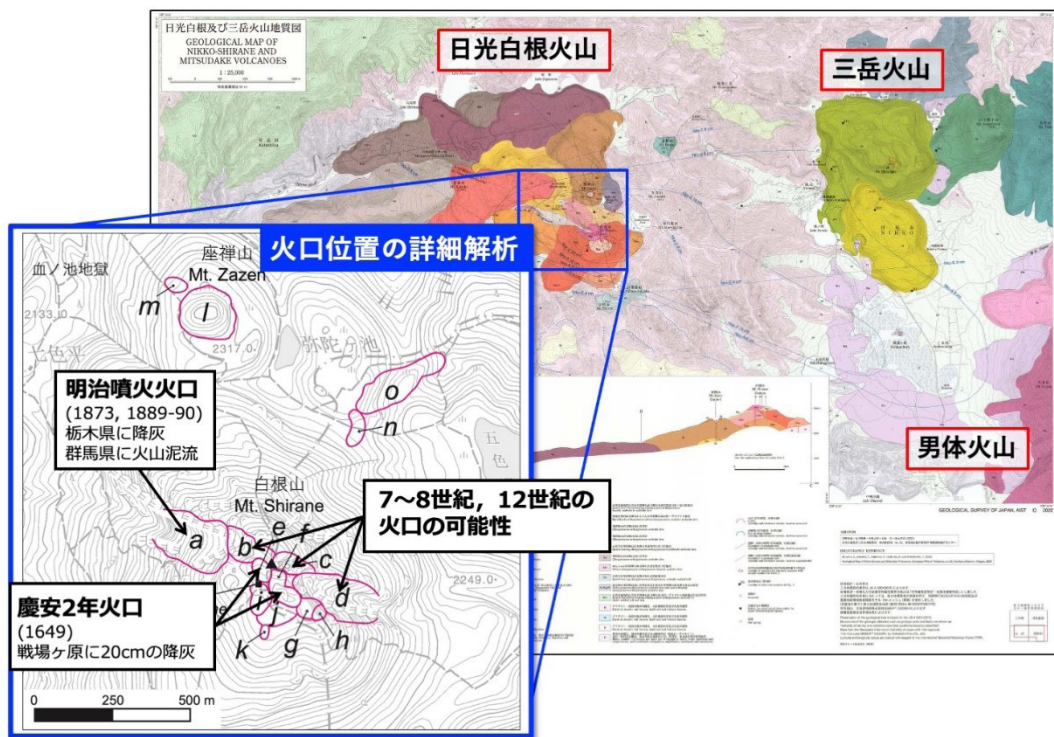
第1図 研究対象とする自然現象(伊藤, 2021による)。

1) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門

キーワード: 活断層・火山研究部門, 2023年度, 研究戦略



第2図 活断層 DB が目指す位置情報提供のイメージ  
 現状(左図)では、活断層線の位置精度は1/20万地形図レベル。これを右図の1/5万レベルに引き上げていく。また、どのような活断層なのか(地下での傾斜方向など)も表示できるようにする。基図は地理院地図。



第3図 詳細な火口位置解析結果を火山地質図に反映した例  
 「日光白根及び三岳火山地質図」(令和4(2022)年9月8日公開)に、空間分解能の高いデジタル標高モデルを用いた火口位置解析結果を反映。今回の解析で少なくとも15個の火口が確認された。

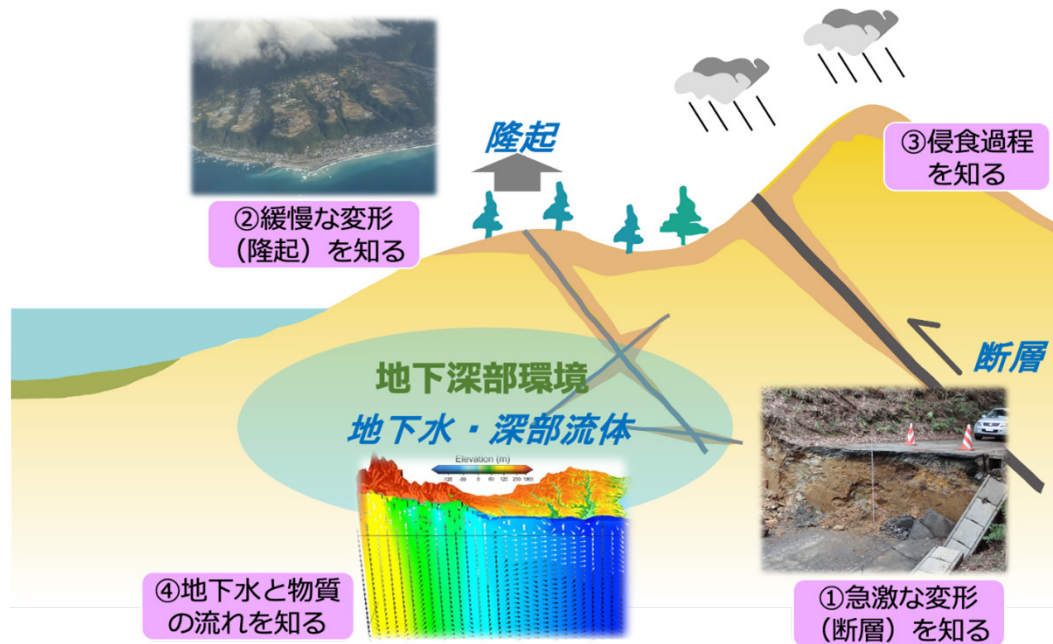
下水流動など地下深部環境の変化を予測・評価するために必要な技術開発を進めます(第4図)。

3) 研究成果の社会実装

- 企業等との協力関係の構築：産業界のニーズを理解し、共同研究や技術コンサルティングなどを通じて、研究成

果や知識・技術の実用化を図ります。また、研究者に特許出願やライセンス契約の締結、技術移転などの取り組みを推奨します。

- パブリック・リレーションズの強化：報道発表やウェブサイト上での成果紹介、地質情報展等のイベント、地質標本館での展示説明等を通じて、研究成果を社会に分か



第4図 長期的地質変動と地下深部環境の予測・評価のイメージ

りやすく伝えます。

- 政策への貢献：研究成果に基づいて国や自治体などが取るべき方針，方策の決定に役だつ情報を発信し，社会的な課題解決に貢献します。
- フィードバックの収集：ユーザーからのフィードバックを収集し，研究成果の改善や次の研究の指針とします。

これらの研究開発は，国の「知的基盤整備計画」や「国土強靱化年次計画」等に示された重要指標の達成や，ユーザーである国や自治体等のニーズとスケジュール等を考慮しつつ，ロードマップとマイルストーンを意識して進めます。

### 3. 2023 年度の研究開発方針

#### 1) 国土強靱化に資する研究開発

- 活断層の詳細な位置情報の整備と活動性の解明や，長大活断層系での連動型地震の可能性評価を進めます。政策予算では，熊本県内の立田山断層，水前寺断層の活動履歴調査，瀬戸内海西部の海底活断層の調査を実施します。
- 千島海溝などを対象に海溝型巨大地震による津波波源モデルの構築を継続するとともに，房総半島東方沖における巨大津波の浸水履歴情報を公開します。
- 活断層データベースは政策予算などを用いて既存の縮尺 1/20 万スケールから 1/5 万スケールへと解像度の更新を加速します(第2図)。

- 南海トラフ巨大地震の短期予測に向けた観測網の整備とモニタリングを継続し，気象庁を通じて観測成果を発信します。
- 火山地質図等の整備による噴火履歴の系統的解明などを行い，秋田焼山火山地質図を公開します。また，阿蘇カルデラを対象とした大規模火砕流分布図を公開します。
- 低頻度ではあるがリスクの大きい大規模な噴火活動に対する噴火推移およびマグマ活動評価手法の開発などを行います。
- ハザードマップ作成に重要な噴火口位置について，政策予算などを用いて縮尺 1/2.5 万スケールでのデータベース化を加速します(第3図)。
- 地震・火山噴火の発生・発災時には，整備してきた地質図等の地質情報と連携した緊急調査研究成果の迅速な発信により，引き続き発生しうる災害の軽減や復旧活動の迅速化に貢献します。

#### 2) 原子力利用の安全規制に資する研究開発

- 10 万年オーダーの地質変動や深層地下水流動等の長期的な予測・評価手法の開発を行います。特に，モデル地域を設定した現地観測とシミュレーションにより，長期的な広域地下水流動モデルの検証・更新を進めます。
- 放射性廃棄物の処分の対象となる深度に分布する地層の長期安定性や，処分深度を含む広域的な地下水流動と流出域の変遷等の評価手法をとりまとめ，原子力規制庁に提出します。



### 3) 研究成果の社会実装の加速

企業等との共同研究や技術コンサルティングに引き続き取り組みます。災害に強い街づくりの具体例として、山梨県(富士火山)や熊本市(活断層調査研究)との連携を進め、調査研究成果の社会実装に取り組みます。これらの連携により、市民への情報発信、防災教育の普及、利活用の拡大を促進し、災害時の支援体制の整備にも結び付けます。

### 4) 研究力の向上

上記の研究開発を促進するため、研究者個人および研究組織としての研究力を高めていきます。

- 課題設定：明確な課題設定とそれに基づく研究計画を策定し、組織全体で研究の方向性を共有します。
- 組織内のコミュニケーション：情報共有をスムーズにし、異なるスキルを持つ研究者が協力して研究を進めます。
- 研究者のスキルアップやキャリアアップ支援：国際誌への投稿やオープンアクセス化のための経費の援助、プレ

ス発表等を拡充します。また、必要な機器や設備の整備、研究に専念できる時間の確保を進めます。

- 外部との連携：国内外の多様な技術や知識を持つ他の研究機関や企業との連携を進めます。

### 文 献

伊藤順一(2021)活断層・火山研究部門の2021年度研究戦略. GSJ地質ニュース, 10, 82-83.

---

FUJIWARA Osamu (2023) Research strategies of Research Institute of Earthquake and Volcano Geology for FY 2023.

---

(受付：2023年5月6日)

# 地圏資源環境研究部門の 2023 年度研究戦略

相馬 宣和<sup>1)</sup>

## 1. 部門のミッション

当部門は 2001 年度に設置されて以来、地質調査総合センター (GSJ) の研究ユニットとして、「持続可能な地圏の開発利用と保全のための調査と研究」をミッションとして担当しています。国の資源エネルギー政策の立案や産業の持続的発展に貢献するために、地下資源の安定的確保や各種開発行為と環境保全を両立させるための地質の調査や評価を行います。地下環境の有するバリアや貯留機能を活用するための評価や技術開発を行います。さらに、これらを実現するための各種調査技術や分析技術の研究開発を進めます。第 5 期における当部門の重点研究課題は以下の 3 つです。

- ①地圏資源 (Geo-Resource) の調査・研究及び活用
- ②地圏環境 (Geo-Environment) の利用と保全のための調査・研究
- ③地圏の調査 (Geo-Exploration) 及び分析 (Geo-Analysis) 技術の開発と展開

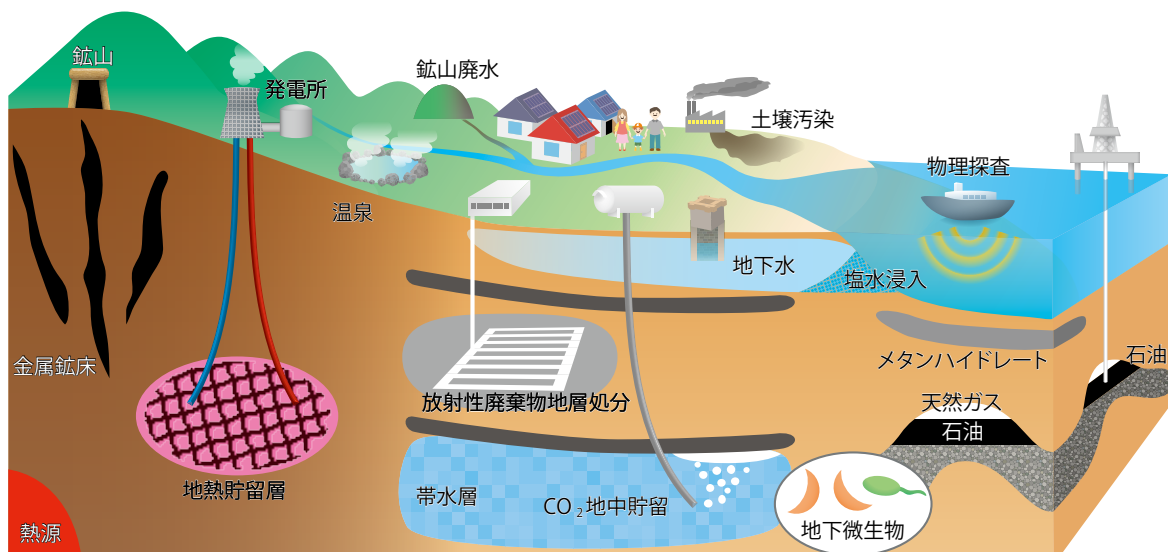
当部門では「資源・環境・技術開発」を 3 本柱に掲げ、様々な専門分野を有する研究者が連携しながら、各対象の社会的状況に相応しいテーマ設定と研究マネジメントを行い、上記ミッションのための諸活動を推進します。また、

これに関連して水文環境図等の知的基盤整備や地圏環境の保全に資する試験方法の標準化なども行います。

さらに、第 5 期の産総研では「社会課題の解決」が全体のミッションの一つとなり、その推進のために 8 つの融合研究センター/ラボが設置されています。当部門は 5 つのセンター/ラボに関係しており、そのうちの環境調和型産業技術研究ラボ (E-code) には②③の一環として多くの研究員が参画し、環境保全と開発・利用の調和を実現する環境評価・修復・管理技術の開発の推進に貢献しています。

## 2. 部門の体制

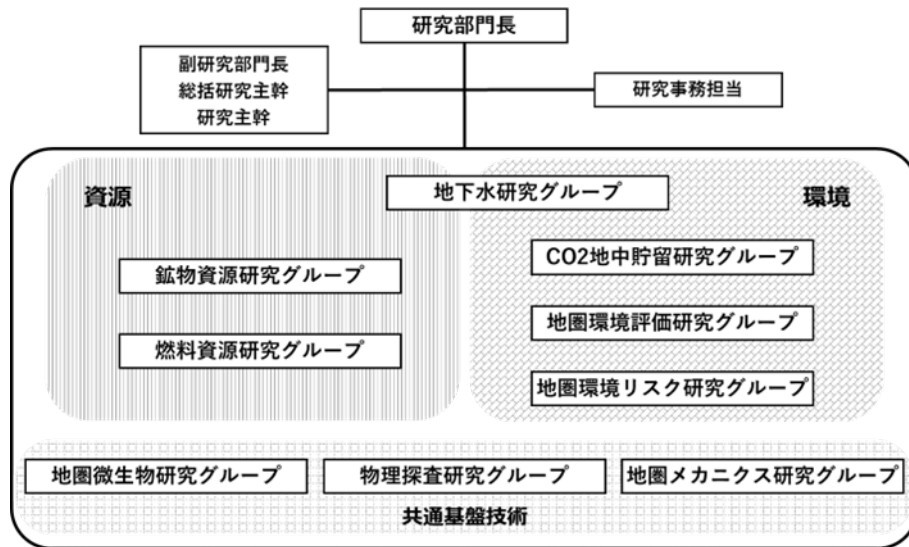
上記 3 重点研究課題に取り組むため、当部門は 9 研究グループ (以下 RG) 体制を敷いています。主に資源を対象とする①燃料資源地質 RG と②鉱物資源 RG、環境面を主軸とする③地下水 RG、④地圏環境評価 RG、⑤地圏環境リスク RG、⑥ CO<sub>2</sub> 地中貯留 RG、共通基盤的な技術開発を担う⑦地圏微生物 RG、⑧物理探査 RG、⑨地圏メカニクス RG です。実際の研究活動では複数 RG から横断的に研究員が参加するケースが多く、各 RG の立ち位置も社会情勢に応じて柔軟に変化させています。地下水 RG の活動は、地圏環境という見え方に加え、成果が飲料水の確保等にも繋がるた



第 1 図 地圏資源環境研究部門が取り組んでいる地下の資源・環境に関する課題

1) 産総研 地質調査総合センター地圏資源環境研究部門

キーワード：地圏資源環境研究部門、2023 年度、研究戦略



第2図 地圏資源環境研究部門の運営体制

め、最近では“水資源”という観点も極めて重要になっています。地圏環境評価 RG では、社会的受容性の問題を含む除染土壌に係る研究テーマなど、近年はより社会に踏み込んだ取り組みが増えてきたため、昨年度までの地圏化学 RG から名称変更をしました。

そのほか、研究部門長、副研部門長、総括研究主幹、研究主幹及び研究事務担当によって事務局・経営会議を組織し、9 研究グループと一体になって研究活動から社会に向けた成果の最大化を目指した部門運営を心がけています。

### 3. 研究開発方針

当部門では伝統的に、シーズ研究、政策ニーズ研究、産業ニーズ研究の3つを意識した研究展開を図っています。シーズ研究は、ユニークな目的基礎研究の開花を期待しつつ、学術的・技術的新規性の創造を重視して、産総研独自予算や比較的小規模な助成金等外部予算を利用して実施します。また、産総研の重要機能の一つである知的基盤整備もシーズ研究に位置付け、地下水や土壌に関する調査やデータ取り纏めを行います。シーズ研究では新規性の創造がポイントとなるため、成果としては学術論文発表が中心になりますが、それに先んじて行う知財の確保は、将来の社会実装のためのツールの一つともなるため重要視しています。また、政策／産業ニーズ研究に繋がるような、研究プロジェクトの大型化や分野融合的な発展の種を見出すことも大切だと考えています。

政策ニーズ研究は、伝統的な国研としての極めて重要な

責務です。ここでは、国の政策に則ったニーズに対応した研究や調査を国家プロジェクトとして担当し、国の政策の着実な推進と信頼性の高い成果の国への報告が求められます。通常、予算規模も比較的大きいことから、大規模な実験や現地調査、新たな機器開発等が実施可能であり、プロジェクトの報告書とは別に、それらに基づく学術論文や知財獲得が成果として期待できます。

産業ニーズ研究では、共同研究や技術コンサルティング制度を通じて、当部門の有する知見や技術の社会実装に取り組みます。当部門独自の研究成果報告会やニュース誌発刊等の広報活動も強化して、当部門オリジナルの研究成果や技術をアピールし、産業ニーズ研究の切っ掛けを増やす取り組みも行います。

これらのシーズ／ニーズ研究は各々独立して実施されるだけでなく、一研究者でも複数の研究分野に関与して、複数名の研究者が融合・協力して重層的・有機的に推進されるものです。シーズ研究は新たなニーズの発掘に繋がり、新たな産業創出に結びつく可能性があります。ニーズを知ることから新たなシーズ研究が生まれます。多くの研究員が様々なフェーズに関係し刺激を与えあうことで、真に学術的に面白い研究プロジェクトが生まれる可能性があるとともに、社会においても大きな価値が生まれる可能性があります。また、政策ニーズ研究では、国の政策履行という重責の他に、科学者、研究者として有する最新情報や将来予測を生かした新規提案という要素があり、“資源”を巡る国際情勢が極めて不透明な現在においては従来よりもその機能を強化したいと考えています。

#### 4. 2023 年度の取り組み

##### ・地圏資源に関して

ベースメタルや希土類等の鉱物資源に関する研究開発においては、国内外における賦存量及びその開発可能性を評価すると共に、鉱床探査や鉱物資源開発に資する技術開発として、河川堆積物に含有される微量元素組成に着目した新たな地化学探査法ならびに LA-ICP-MS による鉱物・元素の微小領域分析に係る手法等の開発を行います。石油・天然ガス等の燃料資源に関しては、日本周辺海域におけるメタンハイドレートの賦存状況及び成因解明等のための海洋調査並びに在来型及び地圏微生物の活性因子による地圏微生物起源の燃料資源の評価手法の取りまとめを行います。

##### ・地圏環境に関して

沿岸部での放射性廃棄物の地層処分に係る技術開発に関連して、陸域での深層地下水と海底湧出水の調査手法の高度化及びその組み合わせによる海底下の塩水・地下水流動の把握手法を開発します。安全な CCS 実施のために現場実験等を通じて自然電位モニタリング及び水理-力学連成手法の適用性の向上を図り、風化促進のための玄武岩等の性状に関するデータを拡充します。有害化学物質等による土壌・地下水汚染の浄化及びリスク管理手法を開発し、関連する地球科学図類の整備に向け土壌・地下水等の野外調査を推進します。

##### ・地圏の調査及び分析技術に関して

産業施設立地に関する地下地盤の物理特性等把握を目的とする共同研究等を通じて、地下地盤の物理特性等把握のための電磁気・弾性波等による新たな地質調査並びにモニタリング技術を開発します。また、地圏中に存在する流体が関与する岩盤挙動の調査技術の開発やその解明のための研究を推進します。

##### ・知的基盤整備、標準化に関して

土壌汚染の溶出特性評価のための上向流カラム通水試験方法に関する JIS 規格の周知活動を行うとともに、重金属等を含む掘削土等の低環境負荷な対策方法である吸着層工法における材料等の試験方法に関して、JIS 規格化に向けた諸活動を進めます。また、新たな地域における水文環境図の出版を行います。

##### ・E-code に関して

地圏の資源開発や産業利用を環境保全と調和的に行うため、土壌中の自然由来重金属類のデータベース作成に向けた分析やリスク解析、休廃止鉱山の持続的な管理に必要な 3D 可視化データベースの整備や超省電力遠隔モニタリングの現地実証、福島第一原発事故からの除染土壌等の減容化に関する技術開発及び社会経済性評価の研究などを行います。

#### 5. おわりに

当部門では実社会との密なインタラクションを目指して、広報誌 GREEN News の発刊や部門独自の研究成果報告会の開催など、特定の学术界を対象を限定しない形で分かり易い情報発信に努めています。資源と環境を巡る国際情勢等の周辺環境は近年益々難しくなっていると思います。ぜひ幅広い方面の皆様から忌憚の無いご意見やご批判を頂き、当部門が真に有用な成果を社会に出していくための貴重な糧とさせて頂ければと考えております。今後ともご指導ご鞭撻をよろしく願いいたします。

---

SOMA Nobukazu (2023) Research strategies of Research Institute of Geo-Resources and Environment for FY 2023.

---

(受付：2023 年 5 月 12 日)

# 再生可能エネルギー研究センター 地熱チーム・地中熱チームの2023年度研究戦略

浅沼 宏<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

再生可能エネルギー研究センターは福島再生可能エネルギー研究所 (FREA) とつくばセンターを拠点とし、10の研究チームから構成される研究ユニットです。再生可能エネルギー研究センターはカーボンニュートラル社会の実現に向けた再生可能エネルギーの大量導入と適正利用の実現を目標としており、これを達成するために、以下の3つの戦略課題を設定しています (第1図)。

戦略課題① カーボンニュートラル実現に向けた次世代エネルギーネットワーク技術

戦略課題② 主力電源化に向けた利用拡大およびO&M技術開発

戦略課題③ 適正な導入拡大のための研究開発、データベース構築

地熱チーム、地中熱チームは戦略課題③への取り組みを主たるミッションとしており、2023年度は以下の戦略に基づき研究開発を行っていく計画です。



第1図 再生可能エネルギー研究センターの概要

1) 産総研 エネルギー・環境領域 再生可能エネルギー研究センター

## 2. 地熱チーム

### 2.1 地熱チームの研究開発戦略

我が国の地熱発電は、東日本大震災を契機とした電源構成の見直しにおいて、安定的な再生可能エネルギーとしてベースロード電源に位置付けられており、2030年までに150万kWの総設備容量を達成という2020年比で2.5倍以上(資源エネルギー庁, 2022)の大幅な導入拡大を目指しています。加えて、最近の2050年カーボンニュートラルの実現に向けた世界的な潮流のなかで、第6次エネルギー基本計画には、2050年に向けて地熱発電の抜本的な導入拡大を実現するための革新的な技術開発(超臨界地熱発電)に取り組むことが掲げられました。これらを実現するためには、先進的かつ着実な研究開発が不可欠です。

地熱チームでは「地熱の適正利用」をキーワードに、地下や社会の状態に合わせて地熱を安定かつ低環境負荷に利用することを目標に一連の研究開発を実施しています。ここでは2030年頃までの短期的目標として、①天然熱水系を利用した発電量の増大、持続性の維持、不確定性低減への直接的寄与、②地熱発電導入促進・合意形成のための技術開発、③東日本大震災被災地域における地熱関連産業の振興に対する寄与(地域連携)を実現する計画です。また2050年頃の実現を目指す中長期的目標として、④超臨界地熱システムを熱源として利用する超臨界地熱発電による国内総容量10GW以上の達成、⑤様々な形態の地熱開発に適合した次世代地熱資源ポテンシャル評価、⑥マントルから地表までの熱・物質移動の理解と、それを模擬可能な「地球熱シミュレータ」の開発等を掲げています。

### 2.2 2023年度の主な研究活動

上記の目標の達成に向けて、2023年度は以下に示す研究開発を行います。

#### (1) 微小地震による地熱貯留層モニタリングに関する研究

JOGMEC(エネルギー・金属鉱物資源機構)からの委託を受け、微小地震を用いて地熱貯留層の構造や挙動を把握するための研究を2014年度から実施しています。今年度は奥会津地熱地域で微小地震モニタリングを継続実施し、微小地震活動と注水の関連性をより明確にするとともに、岩石力学的視点から貯留層の挙動に関するモデリングを行います。

#### (2) 超臨界地熱発電の実現に向けた研究開発

2021年度より、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)からの委託を受け、企業、大学等と連携して岩手県葛根田地域等を対象として超臨界地熱システムの詳細な

評価・モデル化を行っています。本事業の最終年度となる今年度は、本地域における超臨界地熱資源の存在形態と資源量を提示することに加え、次のフェーズで実施する調査井の詳細仕様・工程、超臨界地熱資源存在実証のための各種試験等の計画を提示します。

#### (3) 次世代地熱ポテンシャルマップの構築に向けた研究開発

研究DX加速・展開支援事業の一環として産総研等が過去に調査した地熱関連データの収集、整理およびデジタル化を進めます。また、今年度は収集データを活用してAIによる地熱システム評価を実施するためのプラットフォームの開発を進め、広域的な試掘有望地を提示する計画です。これにより、地熱開発に伴う不確定性低減および開発リスクの低減、ポテンシャル評価の高精度化を目指します。

#### (4) AIを利用した地熱関連データの解釈、評価技術の開発

NEDOからの委託により、企業、大学等と連携して、物理探査データ、検層データ等から地熱貯留層内部の温度構造や透水性分布を推定可能なAIの開発を本年度も継続して行います。また、地熱井からの蒸気生産異常を早期、もしくは事前に検知し、さらにその原因を特定可能なAIの開発も継続実施します。

#### (5) 被災地企業のシーズ支援事業

2021年度から常磐興産(株)を代表とする企業と連携し、常磐地域における中低温地熱資源ポテンシャルの評価と熱利用システムの設計支援を行っています。今年度は、物理探査などの結果から同地域の中低温熱資源分布の推定等を行います。さらに、同地域における経済的かつ持続的に利用可能な熱利用システムの提案に向け、熱・流体移動シミュレータおよび中低温地熱利用システムシミュレータを開発します。

## 3. 地中熱チーム

### 3.1 地中熱チームの研究開発戦略

地中熱チームでは、我が国における地中熱の普及促進に貢献すべく、2013年のチーム発足からこれまで「地中熱ポテンシャル・適地評価の研究」、「地中熱利用最適化技術の開発」、「国際連携」等の研究活動を行ってきました。しかしながら近年における実情として、国内の地中熱利用システム年間設置件数はピーク時の1/3程度まで減少しています。2022年度の環境省地中熱利用状況調査によると2018年から2021年の年間設置件数は100件前後で推移している状況です(特定非営利活動法人地中熱利用促進協会, 2023)。設置件数の伸び悩みの理由として、導入コス

トの高さ等が考えられますが、地中熱チームは特に「地中熱ユーザーが欲する情報が提供できていない」点を解決すべき課題と位置づけました。この課題解決を目指して、これまでの研究テーマを、①地中熱普及方法論の研究、②水文地質・熱物性データの整備、③地中熱利用システム最適化のための技術開発の3テーマに統合・再編し、社会実装をより強く意識した研究を進めます。これらの研究活動を通じて地中熱の普及支援・適正利用を推し進めるとともに、地中熱の導入拡大およびデータベース構築に貢献します。

### 3.2 2023年度の主な研究活動

各研究テーマについて、2023年度は以下に示す研究開発を行う計画です。

#### (1) 地中熱普及方法論の研究

地中熱ポテンシャルマップが導入に関する意思決定ツールとして活用されるには、ユーザーが欲する情報(導入メリット等)・ユーザーが利用しやすい情報を提供する必要があります(富樫ほか, 2021)。本年度は、引き続き国内外で地中熱ポテンシャルマップ整備を進めると共に、これまでに地中熱チームが整備してきた各種マップ情報の実用化に向けた基礎的検討(ユーザーニーズ調査, マップの高解像度化等)に着手します。また、新たな地中熱普及の在り方として農業分野における地中熱利用の技術確立と事業化を目指し、熱帯フルーツハウス栽培の高収益化技術開発に係る実証研究を行います。

#### (2) 水文地質・熱物性データの整備

2020年度よりNEDO「再生可能エネルギー熱利用にかかるコスト低減技術開発」を通じて、地中熱利用システムの設計に用いる熱物性値である「見かけ熱伝導率」の推定手法を開発しています。本年度は、地下水流動・地質特性を考慮した沿岸域における見かけ熱伝導率推定手法の開発、地下水流速等を変数とする見かけ熱伝導率推定式の開発等を行います。これらの研究成果を基にしてシステム設計に資するガイドラインや見かけ熱伝導率マップを作成する予定です。

#### (3) 地中熱利用システム最適化のための技術開発

経済性評価および適正設計のための地中熱ヒートポンプシステム統合シミュレータを開発します。また、これまでに開発してきた地盤の熱物性調査技術・解析技術や高効率熱交換技術については、居住施設のみでなく農業ハウス、データセンター等における熱供給の実現を目指して、社会実装に関する蓋然性を高めるための実証研究と技術改良を行います。

### 文 献

資源エネルギー庁(2022) 今後の再生可能エネルギー政策について。経済産業省「総合エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会/電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会(第40回)」資料1。 [https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/saisei\\_kano/pdf/040\\_01\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/pdf/040_01_00.pdf) (閲覧日: 2023年4月25日)

富樫 聡・内田洋平・笹田政克・シュレスタ ガウラブ・石原武志・アリフ ウィディアトモジョ・土屋由美子(2021) 自治体環境行政に訴求するための全国地中熱基盤情報の整備。2019年度アサヒグループ学術振興財団研究紀要, 13p.

特定非営利活動法人地中熱利用促進協会(2023)「地中熱利用状況調査」の速報。地中熱利用促進協会ニュースレター, no. 416, 2p.

---

ASANUMA Hiroshi (2023) Research strategies of Geothermal Energy Team and Shallow Geothermal and Hydrogeology Team of Renewable Energy Research Center in FY 2023.

---

(受付: 2023年4月27日)

# 地質情報基盤センターの 2023 年度業務戦略

吉川 敏之<sup>1)</sup>

## 1. 地質情報基盤センターの位置づけ

地質情報基盤センターは、産業技術総合研究所（以下、産総研）の組織規程上は研究推進組織の地質調査総合センター（以下、GSJ）に属する組織です。しかし、実際には自ら研究を行うわけではなく、地質調査総合センターの研究成果の普及業務を主に担っています。「地質情報基盤センター」という日本語の組織名称からは、そこが一体どんな仕事を行う組織なのかわかりづらいのですが、英語名称の「Geoinformation Service Center」のほうは、むしろ直感的に仕事の内容を表しています。すなわち、GSJ の研究者や社会一般に向けて様々なサービスを用意し、GSJ の研究成果をより効果的かつ幅広く普及させる役目を負っている組織です。

## 2. 地質情報基盤センターのミッション

産総研の組織には経済産業大臣の認可を受けた「中長期目標」があり、これを達成するための「中長期計画」に基づいて業務を遂行します。これに加え、GSJ では科学技術基本計画（現在の科学技術・イノベーション基本計画）を受けて経済産業省がとりまとめた「知的基盤整備計画」という計画を担当しています。いずれの計画も毎年の成果を報告し、その実績に対する評価を受けています。

中長期計画の中では、地質情報基盤センターは以下のような取り組みを行うことが明記されています。

- 高い精度・信頼度の下で整備した地質情報を、二次利用し易い形態にて管理するとともに、地質情報や地質標本等の一次データの管理を行う。
- 地質情報データベースを整備・充実させるとともに、各種出版物、ウェブ、地質標本館や所外アウトリーチ活動等を通じて、地質情報を広く社会へ提供する。
- 地質情報の社会的有用性に関して一般社会での理解浸透を図り、国・自治体、企業、研究機関等様々なコミュニティでの地質情報の利用を促進する。

また、知的基盤整備計画の中では、地質情報基盤センターは以下のような取り組みを行うことになっています（2022 年度までに完了した課題を除く）。

- 地球科学図類等の継続的な整備・出版
- 2025 年度までに地質図を GIS 対応の地理空間情報として整備
- 地質図幅説明書の記載内容について利活用性の高い構造化テキスト情報として整備
- ベクトル版「地質図 Navi」のプロトタイプ開発
- データ連携型の地質情報配信システムの整備
- 研究一次データを組織的に管理する体制の構築
- 地質試料のデータベースで高解像度の画像を拡充
- 小中学生、一般の社会人、研究者などの様々なユーザーレベルに合わせ、具体的かつ実感の得られる効果的な動画や体験を加える工夫を盛り込む
- ウェブサイトの充実やインターネット上での講演会等の取組

個々の具体的な課題を見てみると、研究所の組織としては珍しく、かなり一般市民相手の成果普及を目的としていることがわかります。その裏付けとして、地質情報基盤センターは地質標本館、図書室・地質図ライブラリーという一般公開施設の運営を担当しています。地質情報基盤センターでは、上記の課題への対応をミッションの中心に据え、組織的に活動を進めています。

## 3. 地質情報基盤センターの 2023 年度の取り組み

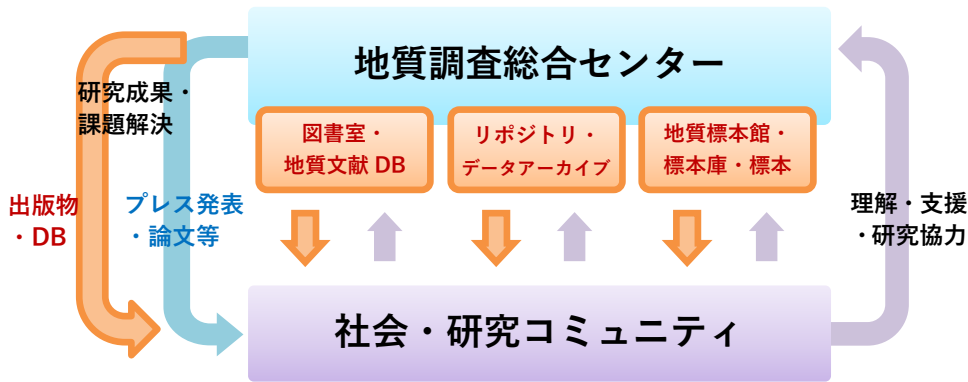
2022 年度までのほぼ 3 年間に渡って、新型コロナウイルス感染症による様々な社会活動の制限がありました。特に施設の一般公開休止やイベントの自粛による業務への影響は深刻で、コロナ禍前に比べると大幅な実績の落ち込みを余儀なくされました。

しかし、2023 年春を迎え、この状況にもようやく明るい兆しが見えてきました。もちろん、まだ油断は禁物ですが、確実に各種活動の自由度が戻りつつあります。そし

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、サービス、普及、業務、2023 年度、地質標本館、DX





※ 太枠線部の業務を担うのが地質情報基盤センター

第1図 地質情報基盤センターの業務のイメージ  
産総研の研究領域が通常行っている研究・社会実装と評価・資金獲得のサイクルに加え、地質調査総合センターでは独自の出版物やデータベース、公開施設などの社会への様々なアプローチ手段を用意しています。それらのサービスを担当するのが地質情報基盤センターです。

て、時を同じくして産総研でも社会一般でもデジタルトランスフォーメーション（以下、DX）の動きが活発化しています。今までの停滞した時期とは違う、いよいよ新しい日常が実現しそうだという予兆を感じられるようになってきました。

このような背景のもと、地質情報基盤センターでは2023年度には挑戦的な目標にチャレンジいたします。具体的には上記の課題に重点的に取り組みつつ、そのプロセスやサービスの質のより一層の向上、業務改善をはかります。

実は、向上・改善を実現しうるヒントはコロナ禍の中にもいくつもありました。以下に少し例示します。

- テレビ出演をきっかけにした、より一層の知名度向上
- 産総研本部組織との協力関係の強化
- 異業種とのコラボレーション
- スタッフの専門スキル向上・新たな技術の習得

人気テレビ番組で現場が放送されたことや、産総研広報部のSNSで頻りに周知・宣伝してもらっていることから、特に地質標本館の知名度がより一層上がってきたと感じています。また、標本庫といったこれまであまり注目されることのなかった裏方業務が、意外にも一般の方（特に子供たち）の興味を引くこともわかりました。これらは今後の普及活動の重点化や、長い目で見れば人材育成にもつながる重要な変化・発見です。

従来、地質情報の利用先は、関係する専門業界や教育関係の分野が中心でした。しかし、近年ではアニメーションやインテリアやホビー素材など、幾つかのこれまでにない分野とのコラボレーション・利活用が実現しています。これらは地質情報の新たな可能性を感じさせるもので、まだ

まだ世の中には未開拓の市場があるに違いありません。私たちが商品開発のお手伝いができるように、欲を言えば提案もできるようになればと思います。

そして、コロナ禍のために他機関の状況を含めた各種の情報収集や本部組織との密接な連絡・連携があったことなどの副産物として、業務に関するスタッフのスキル向上や新たな技術の習得もありました。もちろん、日々の勉強・努力が効果を発揮したことは言うまでもありませんが、コロナ禍に伴って必然的に必要となった業務上の工夫や協力により、決裁のスピードアップやサービスの質の向上が実現しています。特に、テレワークの導入や産総研内のデジタルツール群の充実、業務のデジタル化を急速に進めることになったのに加え、今後のDX推進の道にもつながっており、引き続き更なる業務改善とサービス向上を果たせるものと感じています。

2023年度の地質情報基盤センターは、これらの成長分野に重点的にリソースを振り分けると共に、全体のレベルアップにも注力するつもりです。そして、サービスであるからにはそれを使う人の満足度が何より重要で、私たちのサービスを利用した人、サービスを通じて情報を手にした人が笑顔になれることが大切です。そのためには研究者および社会一般の皆さんとのコミュニケーションが欠かせません。折に触れてアンケートや情報提供をお願いする機会も増えることと思いますが、どうぞご協力のほどよろしくお願い申し上げます。新たな日常に新たなサービスを、そして地質情報の更なる普及を、スタッフ全員の力で実現していきます。

YOSHIKAWA Toshiyuki (2023) Working strategies of the Geoinformation Service Center in FY 2023.

(受付：2023年4月27日)

# 「日本地質誌」抄訳

## — J.J. ライン著 『日本の実地調査と研究』 第1巻 (1881) より —

### (その1) 日本の地質概要および山地構成層

山田 直利<sup>1)</sup>・矢島 道子<sup>2)</sup>

#### 1. 訳出にあたって

本邦訳は、J.J. ラインの著書“*Japan nach Reisen und Studien im Auftrage der Königlich Preussischen Regierung*” (『プロイセン王国政府の委嘱による日本の実地調査と研究』, 以下“*Japan*”と呼ぶ)の第1巻“*Natur und Volk des Mikadoreiches*” (『ミカドの国の自然と民族』: Rein, 1881)の第1部“*Die Natur Japans, eine physische Geographie des Landes*” (『日本の自然, 日本の自然地理』)のⅢ章“*Geologische Verhältnisse*”の抄訳である。

ドイツ人地理学者、ヨハネス・ユストゥス・ライン(1835-1918)は、プロイセン王国商務省の委嘱を受けて、1873年(明治6年)12月に来日し、1875年8月までの間に、日本の工業・商業の調査のために、本州・四国・九州を8回にわたって旅行した。その際に、地理学者としての興味から、日本の地形、地質、動植物、気候、歴史、民族などについても、熱心に観察し、考察した。

ラインの調査結果の総括的報告は、1881年に“*Japan*”第1巻『ミカドの国の自然と民族』(Rein, 1881)、1886年に同第2巻『農業、林業、工業および商業』(Rein, 1886)、そして1905年に第1巻の全面改訂版(Rein, 1905)として、それぞれ出版された。これらの著作は、当時のヨーロッパにおけるジャポニズムの風潮ともあいまって、西欧諸国に対する日本の最良の紹介と見なされ、広く読まれた。日本でも、小藤文次郎(B. K., 1887)は、第2巻発刊後いち早く、“*Japan*”を科学的観察に基づいた正確な著作であると紹介している。

“*Japan*”第1巻第1部「自然地理」は、以下の構成からなる(第1図)。I章:序論, II章:海岸線・海流, III章:地質, IV章:山岳誌, V章:水文, VI章:気候, VII章:植物, VIII章:動物。

| INHALTSVERZEICHNISS.                                      |  | Seite |
|---|--|-------|
| <b>Die Natur Japans,</b>                                  |  |       |
| eine physische Geographie des Landes.                     |  |       |
| <b>I. Zur Orientierung</b>                                |  | 3     |
| a. Lage, Größe und Eintheilung Japans                     |  | 3     |
| b. Erklärung häufig vorkommender geographischer Ausdrücke |  | 14    |
| <b>II. Küstengestaltung, Meeresthelle, Strömungen</b>     |  | 17    |
| <b>III. Geologische Verhältnisse</b>                      |  | 39    |
| a. Stand unseres Wissens und Aufbau der Inseln            |  | 39    |
| b. Gebirgsformationen                                     |  | 35    |
| c. Wirkungen subterraneaner Kräfte                        |  | 45    |
| 1. Vulkane  |  | 45    |
| 2. Heisse Quellen   |  | 53    |
| 3. Erdbeben   |  | 55    |
| 4. Sekuläre Hebungen                                      |  | 64    |
| <b>IV. Orographie</b>                                     |  | 67    |
| a. Grundzüge der Bodengestaltung                          |  | 67    |
| b. Gebirge der Insel Hondu                                |  | 79    |
| 1. Berge von Oshiu und Dewa                               |  | 71    |
| 2. Die Randgebirge der Aidzu-taira                        |  | 73    |
| 3. Das Grenzgebirge im Osten von Echigo                   |  | 74    |
| 4. Die Gebirge des Kuwantó                                |  | 76    |
| 5. Gebirge westwärts des Kuwantó und Fuji-san             |  | 52    |
| c. Das Relief der Insel Shikoku                           |  | 91    |
| d. Gebirge der Insel Kiushiu                              |  | 93    |
| e. Die Insel Yezo   |  | 99    |
| f. Die Insel Sado   |  | 100   |
| <b>V. Hydrographie des Landes</b>                         |  | 101   |
| Flüsse und Seen   |  | 101   |
| <b>VI. Klima</b>  |  | 120   |
| a. Allgemeiner Charakter desselben. Temperatur            |  | 120   |
| b. Luftdruck und Winde                                    |  | 129   |
| c. Hydrometeore   |  | 137   |

第1図 原著の目次(一部)  
東京大学総合図書館所蔵。

訳者らは、一昨年、このうちのIV章山岳誌を全訳して、本誌に連載した(山田・矢島, 2021a, b, c)。今回引き続いてⅢ章地質を邦訳し、それを「日本地質誌」の表題のもとに、以下の2篇に分けて掲載する。

その1:「日本の地質概要および山地構成層」(原表題: III a. Stand unseres Wissens und Aufbau der Inseln; III b. Gebirgsformationen)

1) 地質調査所(現産業技術総合研究所 地質調査総合センター) 元所員

2) 東京都立大学理学部 〒192-0397 八王子市南大沢 1-1

キーワード: J.J. ライン, “*Japan*”, 日本地質誌, 南部粘板岩山脈, 北部粘板岩山脈, 花崗岩, 石炭系, ベルム系, ジュラ系, 第三系

その2:「日本の火山」(原表題: III c. Wirkungen subterranean Kräfte, 1. Vulkane)

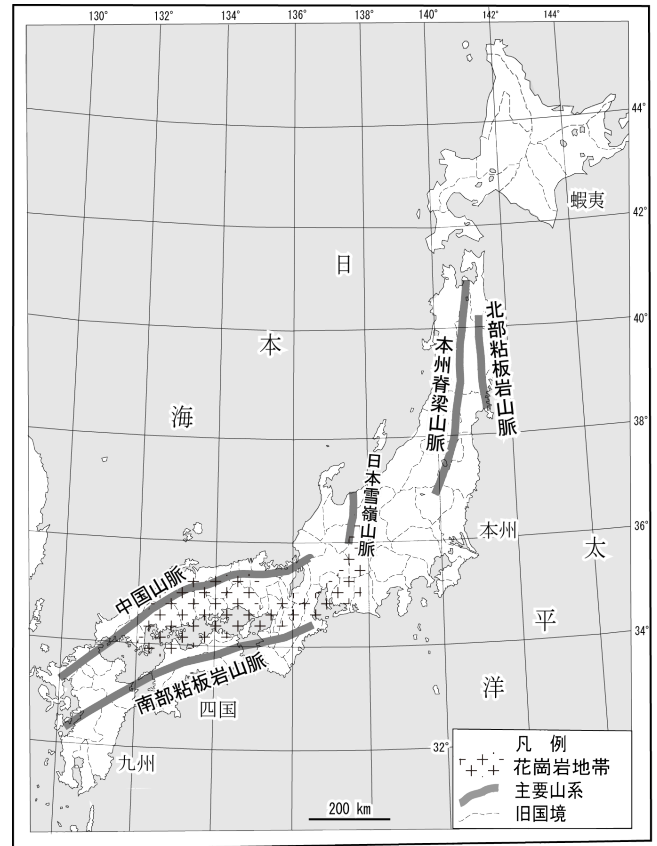
なお, III cのうち, 2. Heisse Quellen (温泉), 3. Erdbeben (地震), 4. Säculäre Hebungen (永年隆起)の各項目は, 紙数の関係で邦訳から除いた。

ラインがIII aの冒頭に述べているように, ラインの来日当時, 日本では, 石材や化石に名前が付けられたり, 地下資源がお雇い外国人技師によって個別に探査されたりしたことはあっても, 地質を自然史として系統的に認識する状態にはなかった。ラインは日本旅行中に機会をみつけては地質観察を行い, 日本列島を構成する各地質時代の地層, 花崗岩および火山岩の産状ならびにそれらの示す地質構造について記述し, 彼なりに日本の地質について総括した。残念ながら, ラインの地質観察は, 本来業務の商工業調査の合間に行われたものであり, また調査ルートも限られていたため, 決して満足すべきものではなかったが, その結果まとめられたIII章「地質」は, 日本全体の地質に関する資料がほとんどなかった当時としては, 「日本地質誌」の先駆けとして貴重なものといえるだろう。

ラインが行った日本国内8ルートの旅行は, Rein (1879)によって図示されており, 山田・矢島(2019)はそれを分かりやすくリライトした。これによると, ラインは訪日翌年の1874年5月から, 離日直前の1875年8月まで, ほとんど休む暇もなく日本各地を旅行していることがわかる。調査ルートはおもに主要街道筋であり, 必要に応じて山道も踏査した。時間の関係から, 北海道と中国はこのルートからは外れている。ラインはこれらルート沿いの自然観察を行い, 重要な地点ではアネロイド気圧計を用いた高度を決定し, また主要火山(登った順に, 白山, 浅間山, 富士山, 男体山, 御嶽山)は, 山頂まで登って観測, 測定をしている。

ラインの手による日本の地質図は, スケッチマップも含めて, 1枚もない。ラインは絵やスケッチで記録することは得意ではなかったと言われている(シュヴァルム著, 石川日独協会翻訳チーム訳, 2014)。我々は, ラインによる多数の論文を参考にしながら, III章「地質」を抄訳し, またラインが示そうとした日本列島の地質像を読み取って, 第2図を作成した。

以下の抄訳は, それぞれ, 訳文・原注・訳注・文献からなる。邦訳にあたって, 原著の見出し語は一部内容に合わせて改題し, 訳文には新たに小見出し< >を設けて読者の理解を助けた。原著の脚注は原注とし, 各篇に通し番号を付けた。訳者らによる注は, [ ]として訳文中に入れたほか, 訳注を設けて, 各篇に通し番号を付けた。文献は,



第2図 日本の主要な山脈および花崗岩の分布  
Rein (1881)の記述に基づき, 訳者らが作成。  
海岸線および旧国境は Rein (1886)の巻末の地図  
"Japan:Ubersicht der Montan Industrie" (日本鉱山業概略図)による。

各篇ごとに「訳出にあたって」, 原著, 原注および訳注において引用されたものすべてを挙げた。謝辞は(その2)の最後に記した。

## 2. J.J.ライン著「日本地質誌」抄訳(その1)「日本の地質概要および山地構成層」

### 2.1 日本の地質概要

#### <日本における岩石の命名>

日本人は, 金属生産のために鉱石を, 窯業のために粘土を, 肥料としての石灰を, 宝石としての水晶を, 火薬調製のための硫黄を, それぞれ認識し, 探索したが, 軽量の木造建築物を建てる際にはほとんど石材を用いることなく, 個々の採石のみを加工した。日本人が切り出し, 城の巨大城壁, 寺院の石段・石灯籠, 墓地の架け橋, 墓石および記念碑に使用した花崗岩, 粗面岩, 溶岩, セリサイト片岩に対して, 彼らは名前を付けず, むしろ, 彼らがそれらを手に入れた, あるいは受け取った場所の名前を付けた。そのようにして, 私はある花崗岩が豊島石(讚岐国豊島の石)と

呼ばれ、他の花崗岩が三河石みかわいしと呼ばれることなどを知っている。しかし、一般に生命体の自然が鉱物の世界よりも身近なものとして多くの人々の興味を引くように、日本人は、鉱物体よりも動植物の個体、属および科を、ずっと容易にそしてより早くから識別し、命名することを知っているように思われる。

地下から掘り出された化石は日本人を驚かせた。日本人はそれらを骨董品として収集し、またその産状に関して適切な注釈を与えた<sup>\*1</sup>が、だれが彼に教えたかは、わからなかった。

植物学者として、またほんの少しだけは動物学者として、偉大な功績を挙げたオランダ〔東インド〕会社勤務医〔フォン・シーボルト〕は、鉱物学および地質学の分野では素人であったので、〔その分野での〕必要な教育と啓発を与えられる状態ではなかった。

### <日本の地下資源の状況>

日本がふたたび開国したのち、作り話かもしれない地下の宝を発掘することは、自国人および外国人にとって、なによりも価値のあることであった。そこで、アメリカ、イギリス、フランスおよびドイツの鉱山技師たちが雇われ、そしてその多くは期待に応えられずに解雇された。実際に、金、銀、亜鉛、鉛、水銀などの大抵の金属の産出はごくわずかであり、地球上の他の多くの国と比べられるようなものではない。銅およびアンチモンは確かに豊富に存在するが、この国では鉄と石炭のみが豊かである。前者〔鉄〕は主として大きな貫入岩体中の磁鉄鉱あるいは河床・海岸の砂鉄として産出する。石炭は国のさまざまな地方、とくに蝦夷に、多くの小規模な挟炭層中に産出し、そして実際に、最も古い無煙炭から最も若い褐炭までであるが、大きな厚さをもつところはどこにもなく、多くのヨーロッパの石炭に勝る品質でもない。石油は多くの地方で得られるが、長い間需要に対して不十分であった。岩塩は産出しない<sup>1)</sup>。

### <日本の自然史における地質学の位置>

日本の自然史のいかなる部分も、これまで地質学としてほとんど注目されて来なかった。我々がそれについて知っているのは、そこここで集められた〔知識の〕断片に過ぎない。しかし、列島の骨格およびさまざまな堆積物が長い時間のうちに噴火およびその他の火山活動によってそれらの成層状態に受けた多くの擾乱は、層序関係および相互関係を一部非常に複雑にしており、それ故、長期にわたって包括的、系統的に試行された研究のみが、〔日本の自然史の〕完全に明確な姿を示すことができる。このような必要性は

後に新時代になって日本政府においても強く自覚されたとされる。日本政府が新たに、彼らの全学問的教養により有望と思われた人々、とくにドイツ人を雇い入れたこと、そしてここで最終的に、長い間おろそかにされてきた分野が効果的に開拓されるであろうことを観察できることは、非常に喜ばしい。

### <日本における私の地質観察>

私が試みた地質学的観察は、実際には日本における私の特別な任務の範囲には入っていないが、私の旅行期間にそのための機会がしばしばあった。もちろん私は、道ばたに見られるものについて一時的な注意しか払えなかったもので、私は多くの場合、そこに提示された興味ある〔地質〕断面を喜んでさらに追求しようとした。私が、それにもかかわらず、以下のように、私の観察からさまざまな事象を取り出し、そして可能な限り見通しをもって整理することを試みる時、そこでは本質的に私を導く2つの理由がある。一つは、私が大地から引き出すことを試みた自然科学的像の完全性のために地質学を忘れないことであり、そしてその次に、この分野においても一般的な興味から多くの観察と発見を行うことが私にとってつねに可能であることである。それ故にこの寄与は実際に当然の地位を見いだすことができるだろう。しかし、私は私の地質観察が不完全であることを知っており、そして大抵は私自身も残念でならない。

私はなによりも、南日本の地域、とくに九州と天草に関するフォン・リヒトホーフェンの詳細で根本的な研究がまだ出版されていないことを残念に思う。それは私にとって日本列島の多くの現象の判断のために、より確実な道しるべとなるはずであった。

### <日本の主要な山系>

フォン・リヒトホーフェンが7年前〔4年前の誤り〕にすでに力説したように〔Richthofen, 1877〕、日本の山系においては2つの主方向が識別されており、それは単に起伏のみならず、地質構造においてもまた明瞭に表れている。すなわち、第1は南西から北東〔北東-南西〕の、第2は南南西から北北東〔北北東-南南西〕の方向である。しかし、我々はそれらと並んで、すなわち本州〔原文ではHondo〕中部の多くの山脈に見られる、子午線方向に延びる第3の方向を指摘しなければならない。

我々は古日本南部の第1の山系を2つの平行な主山脈と多くの側方山脈に追跡することができる。我々は主山脈として、九州島を北東〔-南西〕方向に横断する山脈に注目す

る。それは、一方では肥後と薩摩の、他方では豊後と日向の境界を形成し、それから豊後灘の狭窄部を越えて四国へ続き、この島の延長方向に延び、そしてそのさらなる延長部で大和半島〔紀伊半島〕を貫通する。我々はこれをその支配的な岩石に従って南部粘板岩山脈〔第2図〕と名付けたい。中国山脈〔第2図〕はそれに平行して延び、それは一方では北西九州を通過し、他方では北陸道と東山道の境界に沿って本州中央の最も幅広い部分まで、さらに追跡される。

日本南部のこの2つの平行山脈に、本州北部の別の2つの平行山脈〔第2図〕が対応しており、これらは同じく南南西から北北東へ延びる。本州の背骨といわれる山脈〔奥羽山脈〕が出羽から奥州を分け、他の山脈〔北上山地〕が北上川と太平洋の間にある。後者は主に古い粘板岩から構成されているので、我々はそれを北部粘板岩山脈と名付けたい。

この2系列の平行山脈の関係を本州中部において確かめることは困難である。なぜなら、日本のこの部分は火山噴火によって最大の擾乱をこうむっているからである。しかし、我々がひとまずこの関係から目を転じるならば、ここにはすでに示唆された第3の山系が広く発達している。その最も高くそびえる代表が信濃と飛騨の境にある子午線山脈あるいは日本雪嶺山脈〔第2図〕である〔Rein, 1875a〕。ここでは古い結晶質塊状岩〔おもに花崗岩〕が卓越する。

我々は九州において南北方向の走向をもつ山列を知っており、それは下関海峡〔関門海峡〕から大隅半島の南端までの、九州島の全長にわたって縦断する。これらの山列は南部粘板岩山脈と交差して、さまざまに乱され、また広く分布する火山性堆積物と混ざり合っているように見える<sup>2)</sup>。

### <日本の支配的な岩石グループ>

古日本の山岳誌的状态に関する上記の概要—以下の章でより詳しく取扱う—に従って、我々はいまから山脈構造そのものの詳細な観察に進みたい。

日本では3つの岩石種グループが格段に支配的である。すなわち、(1)深成岩、とくに花崗岩、(2)火山岩、とくに粗面岩〔安山岩〕とドレライト〔玄武岩〕、そして(3)古生代の粘板岩である。他方、これに対して、石灰岩および砂岩、なかでも中生層のそれらは際立って従属的である。広い地域に分布する古い結晶質塊状岩は、しばしば、非常に古い粘板岩および珪岩〔チャート〕によって同じように覆われている。これら〔粘板岩・珪岩〕の走向は、一般に列島の主方向である南西から北東〔北東—南西〕に従っている。これらの古い山脈は平均的に1,000～1,200 mの標高を示

し、例外的に2,000 mおよびそれ以上となる。いくつかの地域では、中生代の砂岩および石灰岩が非常にしばしば新第三紀の堆積物と境を接する。火山岩体は無数の地点でこれらすべての山脈分枝を貫き、そしてそれらを覆う。それらはしばしば山脈分枝の亀裂を満たし、そして広い区間にわたって優勢であるように見え、またしばしば古期山脈中に、より高い円頂丘を形成する。

### <日本の花崗岩>

日本列島の基盤は花崗岩、閃長岩〔花崗閃緑岩〕、閃緑岩、輝緑岩およびこれらと近縁の岩石種からなり、斑岩は比較的まれであるように見える。あるときは花崗岩が広い区間に分布して〔その地域での〕支配的な岩石を形成し、あるときは厚い粘板岩・砂岩層に対して、浸食谷および河床礫、海岸の突出部あるいは山の尾根にのみ露出する基盤を形成する。後者はとくに九州および四国に存在し、私が河川の礫でのみその存在を確かめることができた。かの島〔九州〕では中央の子午線山脈の多くの谷に存在し、また四国では石槌山から流下する仁淀川〔原文では Miyodo-gawa〕上流で他の岩石の下位に存在する<sup>2)</sup>。しかし、琴平や四国の他の寺社では石段に使われている美しい岩石はこれに由来するものではなく、備前の沿岸の豊島にある花崗岩石切場に由来し、そのため豊島石と呼ばれる。

花崗岩は、本州の多くの山地の構成において、支配的な役割を演じている。私が神戸—大阪地方ならびに瀬戸内海沿岸で見たものに、中国地方を周遊し、総括したワイコフ〔Weikof, 1879〕および多くの鉱山技師の報告を加えるとき、この半島〔中国地方〕では花崗岩が中央山塊を形成し、それらが数百の地点で海岸に向かって、また内陸部に露出していることが明らかになる。この半島全域の平行する山脈、とくに中央部の最高の山稜においては、花崗岩を古い無化石の珪質粘板岩が覆っており<sup>3)</sup>、そしてそれは中国地方の鉱石、なかでも黄銅鉱と磁硫鉄鉱を伴っている。この珪質粘板岩の山稜は10 mの深さまで烈しい風化作用を受けている。残留した石英砂は非常に非生産的であり、栄養を求めて広く張り巡らされた根をもつ、まばらな灌木と不格好な松を広い範囲に育てている。

摂津の国ではなによりも花崗岩が卓越しており、人々はそれを兵庫・大阪間の鉄道建築物として、そしてまたこれらの都市の寺社や城壁として知ることができる。神戸近くの滝〔布引の滝〕は花崗岩の岩壁を流れ落ちており、また日本でもっとも有名な御影石〔御影の石〕は摂津産の花崗岩である。たとえば日光の神社の中庭にある水盤〔御手水舎〕は御影石からなるが、それは堂々たる大きさの一枚岩であり、

〔石造の〕亀の上に置かれ、常に新鮮で透きとおった水で溢れている。

花崗岩は、一方では伊勢・尾張・三河・遠江の国境、他方では近江・美濃・信濃の国境の丘陵地帯において、粘板岩および洪積世の石英質砂礫層〔瀬戸層群土岐砂礫層〕よりも高所に、多様な暗灰色の、烈しく風化した岩石突出部を形成している。尾張・美濃・三河の国境に露出する見事な文象花崗岩の長石およびその風化生成物は、重要な都市、瀬戸と共に、この地方の非常に広範な製陶工業の原料を提供する。

信濃の子午線山脈〔現飛驒山脈〕は主として花崗岩から構成される。花崗岩、閃緑岩およびそのほかの深成岩は、木曾川、犀川およびこの地方の多くの他の河川の、大きく蛇行する上流部に閉じ込められている。これら河川の澄んだ水は花崗岩の岩塊を乗り越えて急流として流れる。

これらの古い結晶質岩石は、関東平野の縁辺山地にも広く分布している。これよりさらに北方では、これらは南方と同様に粘板岩および火山岩に対してふたたび目立たなくなるが、ここでもまた多くの地点でその存在が証明されている。もちろん、それは必ずしも純粋の花崗岩のみではない。Hablit<sup>4</sup> および花崗斑岩もまたそこここに見いだされる。たとえば、日光では大谷川上流および多くの他の近隣産地の地点に、粗大な淡肉色の正長石結晶、鈍い色の三斜長石〔斜長石〕、石英および角閃石をもつ花崗斑岩が露出している。

上野および越後の国境山脈には、三国峠の両側に異剥石〔単斜輝石の一種〕をもつ輝緑ひん岩〔現在の閃緑斑岩〕が広く分布する。それは暗色の岩石であり、利根川上流の多くの支流の河床礫中にも見いだされる。

## 2.2 日本の山地構成層

### <南部粘板岩山脈>

厚い古期の粘板岩層中には今日まで化石が見つからないので、それを古生層と見なすべきかどうかは不確かである。しかし、天草、九州および四国の南部粘板岩山脈の粘板岩層はすべてこの系に属している。それらは同じ記載岩石学的性質および走向を持ち、また天草、豊後および伊予においては輝安鉱と藍銅鉱が同じように産出する。

南部粘板岩山脈<sup>3)</sup>中、私が観察する機会があったもののうち最古でかつ最も興味深い産出は、九州と四国が豊後灘を隔てて5里〔約20 km〕の近さにまで接近している2つの岬〔関崎と佐田岬〕における蛇紋岩と滑石片岩である。豊後の首府である府内〔大分〕から渡航地点の佐賀関に向かう、大抵は海岸近くを通る道は、港の地点からいくつかの

丘を越えて約2里〔約8 km〕の間上ってゆくが、それらの丘は、ドイツのタウヌス地方<sup>5)</sup>に産するものと全く同様に、急傾斜した、石英に富む千枚岩およびセリサイト片岩からなる。佐賀関に向かって低くなりかつ近くなると、暗色片状石灰岩、それから層厚の薄い滑石片岩、そして最後には美しい暗色蛇紋岩が露出する。〔佐賀関の〕町の一部もまたその〔蛇紋岩の〕上に作られており、町は岬〔佐賀関半島〕の狭い頸部を越えて豊後灘から周防灘にまで広がり、それ故に〔岬の〕重要度は低いにもかかわらず、2つの港を使うことができる。知的住民を驚かす現象—人々が私に気付かせてくれた—、すなわち、2つの隣り合う湾〔白杵湾と別府湾〕に関して、海浜礫が一方〔白杵湾〕は黒色の礫のみ、他方〔別府湾〕は白色の岩石のみからなることを、彼らに説明することができた。すなわち、こちらでは暗色の蛇紋岩と珪質粘板岩が露出し、そしてあちらでは珪岩〔石英に富む砂岩〕が露出して、そしてそれはより軟らかい頁岩が風化したために礫として残っている。しかし、海の流れが一方の湾からの礫が他方の湾に達することを妨げている。

上記の岩類は佐賀関の向かい側にある四国の岬にも、同じ層序関係をもって産出し、グレーワッケ粘板岩〔グレーワッケは基質部に富む砂岩〕およびグレーワッケ砂岩の厚層によって置き換えられる。それらは、一般に日本の粘板岩山脈において顕著な役割を果たすように、九州にもまた広く分布する。ここで取り上げたすべての岩石種はまた、滑石片岩を例外として、佐賀関に対応する四国・八幡浜の港の突堤にも代表的に見いだすことができる。片麻岩は〔九州、四国の〕両方に産出しない。

緑色のセリサイト片岩は長崎から3里南方の茂木—そこから天草への航路が始まる—に向かう道にも露出する。長崎のすぐ近くでは、垂直な構造の結晶片岩〔今日の長崎変成岩〕が火山性堆積物および一部水成岩にも覆われて、いたるところで山地の骨格を形成しているように見える。

南部粘板岩山脈におけるさらに注目すべき断面は、四国では伊予の松山から土佐の高知への道の、久万町と東川〔現久万高原町〕の間に出現する。ここでは森（人々は原始林をたしかにそう言う）の真ん中の道の両側に、奇妙な形の破碎された岩壁が50～80 mの高さに垂直にそびえており、それはグレーワッケ、セリサイト片岩、石英および黄鉄鉱〔の礫〕からなる礫岩〔今日の始新世久万層群〕からなり、個々の礫の大きさは拳大から人頭大まで変化する。

私は淡路島の海岸に雲母片麻岩および閃緑岩があることを、また大和の大峰山の山頂に珪岩〔今日の秩父帯のチャート〕があることを知っており、両者は私の要望によって知人がその地から持参した試料で証明済みである。大和半島

〔紀伊半島〕を横断して、和歌山から吉野を越え伊勢の山田に至る道は、ほとんどつねに古期の無化石粘板岩およびグレーワッケの上を通っているが、それより北方の伊勢の松阪から伊賀を越え大和の奈良に至るルート—私は 1875 年の夏に前者と同様にこのルートを知った—では、奈良に近づくとまずこのような粘板岩層が出現し、これより先に伊勢で新第三紀層〔今日の中新統一志層群〕が、その後には花崗岩および細粒灰色の閃長岩〔花崗閃緑岩〕が出現する。

南部粘板岩山脈はおおよそここで終わりになる。本山脈について示された事実から、それは無生代層〔先カンブリア系〕に始まり、それからその上に厚く発達した古生代の地層群の古いメンバーが続くと結論されるだろう。これ〔後者〕がシルル紀あるいはデボン紀を示すのか、あるいは両時代の地層が出現するのは、長い間それからの化石の産出が知られていないので、決定することは困難である。

### <北部粘板岩山脈>

山台から北上川下流部に向かって北東方向に旅行するとき、ますます頻繁に表れる赤褐色～暗緑色のセリサイト粘板岩の石碑〔多賀城碑：Rein, 1875b〕—その上に碑文が刻まれている—を見て、再び粘板岩が優勢になることを知る。我々が北上川の向こう側で足を踏み入れる北部粘板岩山脈は、構成岩石において南部粘板岩山脈と多くの類似性を示している。ここではまた古い結晶質岩石〔花崗岩〕が基盤を構成し、それは粘板岩およびグレーワッケ粘板岩によって、そしてより深部では古い結晶片岩によって覆われる。

北上川と太平洋の間の分水界である〔北部粘板岩山脈〕中央山脈から始まって、西から東への主方向を持つ、多数の、長く、大抵は平らな山稜が相次いで広がる。それらの標高はそれほど高くはないけれども、それらは海岸に向かって急に傾き、そこでは波浪が暗色のグレーワッケ粘板岩を砕き、そして多くの美しい湾をつくる。しばしば石灰岩も露出し、それは古い暗褐色の石灰岩基質中の白色の方解石脈によって同様に古い地質学的年齢を示し、気仙沼および大きな磁鉄鉱床がある釜石の内陸においても同様であろう。釜石で我々は石灰岩脈と並んで、磁鉄鉱を伴う細粒輝緑岩、緑れん石—ざくろ石岩に出会う。

釜石から北上川河畔の盛岡への道は、達曾部〔現遠野市宮守町〕と乙部の間の長岡村の向かい側の起伏ある原〔草原〕上で向きを転じるが、そこでは赤色の碧玉岩〔角岩〕が風化した粘板岩中に露出している。碧玉の産状ならびに碧玉中の黄鉄鉱の存在は、我々に〔スペイン南部の〕アンダルシアのウエルバ県で全く同じ状態で観察された褐鉄鉱床

を生き生きと思い出させた。碧玉と粘板岩の記載岩石学的外観は、モレーナ山脈<sup>16</sup>のそれに驚くほど一致する。しかし、いまでは後者〔モレーナ山脈〕の粘板岩層は、約 8 年前の化石発見が証明したように、クルム統〔下部石炭系〕に属し、かつて考えられていたシルル系には属していない。それ故私はここで、北部日本の粘板岩山脈の上部層中にも下部石炭系が出現するという推定を述べておきたい。

### <石灰岩：石炭系>

山稜石灰岩<sup>17</sup>は〔日本の〕多くの地点に産出する。それは水戸、中山道の赤坂<sup>18</sup>および京都北方で確かに見いだされるが、おそらく他の地点でもさらに見つけられるだろう。それは、赤坂では黒色、赤褐色、灰色、しばしば白い縞状の石灰岩であり、球形、卵形、円筒形、硯形およびその他の物体のような、あらゆる種類の小物にまで研磨されている。石灰岩中にはエンクリナイト〔ウミユリ〕の茎も存在するが、もっと多いのがフズリナ、とくに灰色の変種で、完全にこれによって満たされているものもある。研磨された表面では、暗色の基質は、一般に灰白色、舟状、楕円形および環状の〔フズリナの〕縦断面ならびにその横断面によってびっしりと満たされおり、そして、〔フズリナを〕よく見ると、肉眼でも殻壁による系統的な殻構造を認めることができる。赤坂のようにエンクリナイトの茎に富む石灰岩の大きな岩塊は、京都の 3 里北方の鞍馬の森でも見いだされる。水戸での産出は、私には詳しくはわからない。

### <ペルム系>

古日本の大抵の石炭は、より若い堆積物であるが、ライマンによれば蝦夷では挟炭層〔原文では Flötze〕は本来の石炭紀の地層から産出するに違いない。日本にダイアス〔ペルム系〕が産するかどうかは、なお疑わしい。苦灰統〔上部ペルム系〕および含銅頁岩〔苦灰統の下部層〕は今日まで見つからない。これに対して加賀および越中における斑岩〔今日の上部白亜系濃飛流紋岩およびその類似層〕の産出ならびに小杉の南方および越中富山の 4 里北西の丘陵〔呉羽山丘陵？〕の赤褐色の色調を、私は遠くから見たに過ぎないが、ここに赤底統〔Rothliegendes〕〔下部ペルム系〕が露出している可能性はある。

### <ジュラ系>

三畳系の存在はいまだに証明されていない。ジュラ系の産出に関して、私は 1874 年の加賀の旅行によってまず確かな証拠を示した。それは植物地理学の観点からも重要な関心があるので、これに関する若干の詳しい覚書を以下に

述べよう<sup>4)</sup>。

加賀の国における最も重要な河川である手取川の源流は標高約 2,000 m の白山の雪原中にあり、それは火山性の山頂岩石、角閃石安山岩に覆われている。それから下方、標高約 800 m までは、〔手取川の〕河床にしばしば拳大の石英包有物をもつ赤味を帯びた砂岩—角礫岩が堆積しており、それから砂岩および頁岩、そして最後に花崗岩が続く。しかし、多くの地点でこれらの岩石は粗面岩質〔流紋岩質〕溶岩によって、そしてより低所では一部斑岩によって覆われている。

金沢から一の瀬〔現白山市白峰市ノ瀬〕に向かって、〔手取川の〕谷沿いに白山山麓に続く小道を行く。小道は大抵谷の右岸沿いの斜面に続いており、小島村で支流の濁澄川〔現尾添川〕—その名前は年間を通じて流れ続ける濁った水を意味する—を渡る。それは狭い急崖の谷を刻み込んでいる。その出会い近く—高い橋がそれに懸っている—で、右岸に石灰岩が、左岸に粘板岩およびグレーワッケ粘板岩が露出しているが、両者共に風化を免れている。主谷をさらに高く行くと、金沢から 12 里、一の瀬から 7 里離れている深瀬村〔現白山市深瀬〕が次に現れる。ここと 2.5 里離れた大きな村である牛首〔現白山市白峰〕との間のほぼ真ん中で、斜面の上部からもたらされた上記の角礫からなる巨大な岩屑のそばを小道は通り過ぎ、それから、角礫岩が著しい厚さをもって露出し、暗色の頁岩〔頁岩質砂岩〕を覆っている地点に到達する。頁岩は直接道の左側に、一部は大きく露出し、一部はその岩片が斜面を覆う。

私はここで、私の自由になる短い時間内で、褐ジュラ紀（ドッガー階）〔中部ジュラ系〕に属する 16 種の植物印象化石を採集した<sup>9)</sup>。ガイラー博士は 15 種を模写し、下記のように鑑定した〔Geyler, 1877〕。

*Thyrsopteris elongate* Gr., *Adiantites Amurensis* Heer, *Asplenium argutululum* Heer, *Pecopteris exiliformis* Gr. (スピッツベルゲンにも産出する *P. exilis* Phill. の近縁), *Pecopteris Saportana* Heer, *Zamites parvifolius* Gr., *Podozamites ensiformis* Heer, *P. tenuistriatus* Gr., *P. lanceolatus* L. H. var. *genuina*, *P. lauceolatus* L. H. var. *intermedia*, *P. lanceolatus* L. H. var. *Eichwaldi*, *P. Reini* Gr. var. *latifolia*, *P. Reini* Gr. var. *angustifolia*, *Cycadeospermum Japonicum* Gr. および *Gingko sibirica* Heer.

ここに、現在日本植物群中に産出する属のうち最古のプロトタイプがある。ガイラーは、他地域のジュラ紀植物遺骸と比較しながら、O. ヘール〔Herr, 1877〕が論じた東シベリアおよびアムール地方ならびにかのスピッツベルゲン

および英国のジュラ紀層との近い類縁性を示している。

非常に残念なことに、私は手取川渓谷の注目すべきドッガー統〔中部ジュラ系〕をさらに探求することを後の研究者に委ねなければならなかった。私は、同系の分布ならびにその類似層に関して新しい発見によってなおさらに興味ある解明を与えることにやがて成功することを疑っていない。おそらく、親不知〔原文では Natamura〕の黒部川河口と姫川河口の間および南越後〔上越地方〕の青海の険しい海岸に露出し、100 m 以上の厚さをもつ灰白色の石灰岩〔現今の青海石灰岩〕もまたジュラ紀層に属すると思われるが、どこかでその確実な証拠を見つけることは短期訪問中の我々には不可能なので、これは推測に過ぎない。

### <白亜系>

サハリンにも分布する白亜紀層が日本にも広く分布するかどうかを、私は断言することはできない。何故なら、私は白亜紀層の特徴的な化石を見つけなかったからである。しかし、高島〔現長崎市高島町〕の石炭のような日本で最良の石炭および長崎湾口の砂岩をこれに含めるべきだと思われる。高島では、灰白色、粒状の雲母含有砂岩が、東西方向の走向を示し、北へ 25°~30° 傾斜している。その続きは南海岸で最も高く、かつ最も傾斜が大きい。砂岩の下位には脆い頁岩があり、それから、14~16 フィートの厚い挟炭層が続く。最も深部の坑道はわずか 150 フィートの深所にあるに過ぎない。坑道は、古くから石炭が露出する長崎側に始まり、北へ向かって低下している。この堆積物は、長崎湾口の他の島々にも分布するように見える。しかし、多くの地点で厚い砂岩層は断層で切られ、急傾斜している。

### <第三系>

第三紀層が、四方八方へ若い火山活動の無数の痕跡を有しているこの国に欠かせないものであることは、明らかである。しかし、実際には同層の若いグループのみが発達しているように見える。新第三紀の化石に富む盆地は、九州からサハリンまでのすべての主要島に見られ、疑いもなく琉球と千島にもさまざまに産出する。また第三紀層では、ほとんどすべての場合、石灰岩は砂岩および頁岩に対してはるかに少ない。化石を含む凝灰岩—凝灰角礫岩層もとくに厚いように見える。日本の大抵の炭層は第三紀層に属しており、多くの場合外観上は石炭であるにせよ、要するに本来は褐炭である。しかし、それは確かに著しく軽いために、そしてさらになお条痕によって、後者〔石炭〕とは外観上識別される。我々はここで、現地での独自の外観によ



て、あるいは少なくとも化石によって、このようなものと認識する機会をもった第三紀層のみを簡潔に例示したいと欲するが、それらのより詳しい研究を待たねばならないのは残念である。

九州島の石炭のうち、筑後の三池の石炭は最も重要な役割を演じている。この鉱山は肥後と島原灘〔島原湾〕の境の近辺に、肉桂樹の種が優勢な常緑樹の森の中に見られる。赤色粘土砂のわずか数フィート下位に、より薄い厚さの土質褐炭があり、それから厚さ 0.5 m の塊状の頁岩層が続く。それらは東西方向の走向を示し、北に 20° 傾斜している。ここで我々は多量の広葉樹の葉の印象化石を見つけ、それによってこれに続く黒褐色の石炭はおそらく第三紀であると推論している。

伊勢では、松阪から伊賀を越え、大和の奈良に向かう道に、そして実際に街道の前山と中野村に第三紀層が発達するのが見られる。それは新第三紀の頁岩層および塊状の砂岩層であり、そこには一部によく保存された海生の貝（原文では Conchylien）およびウニの遺骸が産出する。

我々は美濃で、なかでも尾張との国境に近く、中山道のほそくて細久手宿から 1.5 里、尾張湾〔伊勢湾〕から 10 里離れた丘陵地帯の月吉〔現瑞浪市明世町月吉〕で、化石に富む新第三紀層〔今日の中新統瑞浪層群〕に出会った。それは禿げた平頂の丘陵地帯であり、洪積世〔更新世〕の砂礫層〔今日の鮮新統瀬戸層群〕に覆われ、丘陵からはあちこちに露出する黒灰色の激しく風化した花崗岩岩塊が突出している。耕作地は小さな谷およびその河口に限られている。月吉の集落のすぐ下では、泥灰岩質頁岩砂岩層が東西方向の走向を持ち、北へ 6° 傾斜している。同層中には、今日でもなお生存する海生の軟体動物、すなわち巻貝ならびに二枚貝が多量にかつ良好に保存されている。我々はそのほかに球状および楕円体状の亀甲石中〔せんちゆう〕に蠕虫〔海綿動物？〕が取り付いているのを見つけている。この地点の北方、標高約 200 m の支谷には同じ化石が産出するが、その近くの頁岩層には、日本で今日でも成長している双子葉類の本木植物の多数の葉の印象化石も産出する。この地層は丘陵の尾根の方向に傾斜して、そしてあたかもそれがかつて陸地にずっと広く切り込んだ伊勢海の湾の縁に堆積したかのような印象を与える。

岐阜では、加茂地区（月吉の北）〔現美濃加茂市〕のさまざまな場所のよく保存された葉の印象化石およびその他の第三紀の化石が、我々に提示された。

尾張北東の瀬戸では、丘陵全体が、ときには鉄を含む、黄色あるいは帯赤色の上記の洪積世の礫層〔今日の鮮新統瀬戸層群〕から構成される。それはここで、その奇妙な様式

の膠結物がコバルト土（黒色土質コバルト）である石英礫岩の塊を含む。それは日本の窯業で用いられ、今日まで瀬戸物（瀬戸の陶磁器）の際立った特徴である最古のコバルト染料を示していた。この国がコバルト酸化物およびその他のコバルト染料をヨーロッパから輸入している今日もなお、この土壌コバルトは同じように使用されている。人々は瀬戸でその礫岩を掘り出し、次の巻の窯業に関する章において明らかにされる工程によってコバルト染料を得ている。

東海道の隣接する 2 つの国、三河と遠江にも同様に第三紀層が分布することは、名古屋およびその他の地で陳列されたそれらの葉の印象化石から読み取ることができる。

粗面岩質〔流紋岩質〕凝灰岩および砂質礫岩は、相模および上総 - 安房の半島に沿う険しい岩礁を形成している。灰色の層はときには厚さ 0.5 m 以下の黒色の磁鉄鉱に富む礫岩の縞と互層する。それは、印象化石および他の場所で海生軟体動物のよく保存された層から明らかのように、同じような新第三紀および第四紀（原文では recente）の地層である。葉の印象化石に富む泥質砂岩層もまたあちこちに見られる。すなわち、横浜の岩礁ならびに品川の鉄道切割の堆積物は化石に富んでいる。この地域の地層もまた東西方向の走向および北へ約 20° 以下の傾斜を示しており、関東平野から南へ行くに従って次第にそれらと共に上りとなる。それらは、上総 - 安房ならびに相模にも露出する蛇紋岩および閃緑岩を覆っている。

松島（松の島々）の地名で知られている仙台湾の西縁の注目すべき島々ならびにそれに隣接する丘陵地もまた、新第三紀として説明されねばならない。それは 3 人の訪問者、すなわち—私が後に整理するならば—セント・ジョーン<sup>10</sup>、私およびライマンの同じような報告に示されている。私はドイツ東洋文化協会の報告〔第 1 巻〕7 号の中で、これに関して下記のように発表した〔Rein, 1875b〕。

「松島は単に松島湾の海岸にある村の名前ではなく、湾内に散らばっている 88 個の小島と岩礁の集合に対する名称である。しかし、それらは海上わずか 10 ~ 15 m の高さに聳えているに過ぎず<sup>5)</sup>、灌木と形の悪いマツによって一面に覆われ、そして近接する陸地と同じような地質構造を持ち、あたかも海が陸地から少しずつ剥ぎ取ったように見える。それらは、自然がここに創造した大規模な日本庭園であり、原住民は我々ヨーロッパ人よりもそれをずっと好ましく思う。灰白色の岩壁は南西側から洗掘され、えぐられている。それらは灰白色で非常に脆い砂岩<sup>6)</sup>の緩く傾斜した地層からなり、砂と石英からなる含鉄礫岩を挟んでいる。私はそれを多くの島で調べたが、その中に地質年代決

定のための確実な掘り所となりうる何らかの化石の名残を発見するには至らなかった。けれども私はそれが、江戸湾の多くの地点でも見つっているような新第三紀の堆積物であることを疑わない」〔山田・矢島, 2020, 106 ページより転載〕。

松島村の近くには、本土にごく近い多くの小島があり、それらは橋によって本土と結びついてきた。「それらの間の海は至る所で浅く、そして底にはアマモが生えている」。これによってセント・ジョーンの見聞が今一度ふさわしく思われる。すなわち、彼は書いている。「運悪く、この守られた水の小さな空間は単に濁にすぎない。それは高潮時には約 6 フィートの水である。「これらの島々の基盤は軟らかい基質の黄色砂岩であるか、あるいは礫岩に非常に近い灰色の砂岩である。成層状態は非常に明瞭で、水平である。私はわずかな滑り面および断層を観察したが、それらはきわめてまれである」。

海はさまざまな位置で小島を一方から他方へ穿ち抜き、自然の橋を創りだした。松島の近くでは、かつて人々をこの脆い岩石中に埋葬した古い洞窟住居の廃墟が見られる。

ライマンは、ここに産出する地層を、彼が幌向群層(原文では Horumi-Gruppe)〔古第三系・白亜系〕と命名した蝦夷島の地層と同一であると信じた。

盛岡では、親切な知事が、盛岡の北東方 18 里、青森に向かう道の途中にある、<sup>いちのへ</sup>すえのまつやま 一戸の末ノ松山に産する第三紀の化石を私に見せ、それを手渡してくれた。彼の記述によれば、〔化石のある〕山は 2 里も奥深く、硬層と軟層の互層を含み、その中によく保存された海生軟体動物を大量に含んでいる。

日本海側では、なによりも越後の国が第三紀層に富んでいる。我々は、信濃の善光寺の近くまでの、海岸線の北陸道側の南部において、同層を観察する機会があった。それは、糸魚川と高田の間、とくに虫生村と五智村の間に、海に面して露出している〔今日の鮮新世後期～更新世前期居多層〕。ここでは、硬い粘土層の上に、鮮やかな色の、ほぼ 2 フィートの厚さの褐炭層が露出し、明瞭に認められる針葉樹の化石を伴い、それからさらに粘土および最終的には洪積世〔更新世〕の石英質礫層が続く。

野尻と善光寺の間には、<sup>むれ</sup>牟礼の宿駅がある大きく豊かな盆地をもった、起伏のある高原が広がっている。耕作地の色は多くの泥炭土壌のように、際立った褐色である。牟礼の近く、浸食谷中の道のすぐ側で、腐植層の下に石板状石炭が露出している。

佐渡島の内陸からもまた、海生二枚貝および葉の印象化石が我々の目の前に表れて来る。それらは新第三系に加え

なければならぬ。これらの堆積物と永年隆起に起因する後第三紀〔第四紀〕の堆積物との境界は、詳細にわたる調査によって初めて確定されるであろう。

結論的に、私は氷堆石、氷河擦痕およびその他の氷河時代の痕跡を、私の日本旅行ではどこでも認めることができなかったことを、語らないではいられない。

### <蝦夷の地質>

蝦夷島の地質状況について、パンペリー (Pumpelly, 1866)、ライマン (Lyman, 1878) およびその他のアメリカ人鉱山技師からの報告から知る限りでは、古日本に関して彼らと本質的には同意見である。函館海岸において、容易に風化される深成岩—水成岩は、仙台湾および関東の海岸の類似の堆積物を思い起こさせる。〔蝦夷の〕他の地点でも、凝灰角礫岩および有機物の化石は欠けることはない。蝦夷の石炭は大部分同じような褐炭であり、それ故にコークスの製出および製錬工程には適していない。蝦夷島の大きな富に関する数量および言葉の空騒ぎが石炭についてもなされたが、それらは良質でないばかりか、挟炭層の厚さもヨーロッパの平均的品質の石炭にのみ比較されうることが、結局は確定的である。

古第三系、中生層、苦灰統〔上部ペルム系〕および赤底統〔下部ペルム系〕(原文では Todtliengendes<sup>\*11</sup>) は、蝦夷ではまた、全く欠如するか、あるいはわずかに発達するにすぎない。パンペリーは彼が見いだした岩石を、I. 古期変成岩、II. 深成岩—水成岩、III. 現世(海成段丘堆積物を含む)およびIV. すべての年代の火成岩に分けた〔Pumpelly, 1866〕。グラニュライトおよび礫岩—角礫岩は、彼には最も古い変成岩であるように見えた。彼はそのつぎに、古期火成岩として、アフアニット〔非顯晶質岩〕、閃長岩〔花崗閃緑岩〕—花崗岩および閃緑岩が続くと考えた。緑色岩の仲間であり、他の場所ではさまざまに奇妙な白色の斑岩岩脈によって貫かれ、あるいはすべての方向に向かって黄鉄鉱をもつ石英脈に貫かれる黒色および灰色の粘土岩は、蝦夷にもまた多くの場所で、かつ厚く産出する。

### 原注

- 1) 近年蝦夷開拓に雇用されたアメリカ人技術者〔B. S. ライマン〕が、石炭およびそのほかの貴重な鉱物に関して行った評価〔Lyman, 1878〕には、多くの議論の余地があり、そして一部はむしろ、正確な姿を示すよりも、日本人の目の前に砂を撒くようなものである。しかし、このことは決してすべてについてあてはまるべきではなく、とくにライマンは地質学の分野においてすでに非常に感謝すべき労作を提出した。
- 2) 私は、日本の山地が中国に対して走向が一致し、内部構造が近縁であることを証明することを、この状況について唯一の資格ある判定者として、私の敬愛する友人で同僚のフォン・リヒトホーフェンに委ねな

ればならない。

- 3) 私は、鉱石、石炭およびカオリンについて、引き続き巻において鉱産物およびそれを基礎とする工業部門に関して詳しく論ずるであろう。
- 4) この点に関してより詳しく調べたいと思う人に、私は *Palaeontographica* に載った友人ガイラー博士の「日本のジュラ紀層からの植物化石について」という表題の論文 [Geyler, 1877] を勧める。
- 5) これらの島の最高は約300フィート、最低は約30フィート、一般的に言えば平均高度は60~80フィートである」とセント・ジョーンは書いている。この値は私の観察の結果と完全に一致する。しかし、ライマンの見積もりは、彼が以下のように書いているが、全くの誤りである。「島々は大きさが直径数ヤードから数マイルにまで変化する」、そしてそれから次のように続けている：「最高は多分松島(?)で、その景色の中では西方に2里離れ、我々は湾を横断中に通り過ぎるが、それですら、高くとも1,000 フィートの高さより高いとは思われない」。
- 6) より正確には、凝灰岩に由来する粘土岩。

## 訳注

- \*1 『雲根志』(木内, 1771~1801)を指すと思われる。
- \*2 この花崗岩は、中新世の石榑コールドロン(Yoshida, 1984)の内部に小規模に分布する花崗閃緑岩~花崗岩であり、先行して噴出した安山岩~デイサイト中に貫入しており、それらの基盤をなすものではない。
- \*3 ラインは中国地方の花崗岩を古い粘板岩が覆っていると述べているが、事実は逆で、ほとんどすべての場合、花崗岩が粘板岩(および類似の中・古生層)を貫き、これに熱変成作用を与えている(北部粘板岩山脈でも同様)。ラインには、花崗岩は片麻岩や結晶片岩と同様に始原岩(基盤)であり、石灰岩や石炭を含む中・古生層は被覆層であるとするウェルナーの「水成説」(今井・片田, 1978)の影響が見られる。
- \*4 “Hablit”が何を意味するかは不明。ラインによる日光付近の旅行記録(山田・矢島, 2020)では、文章中のこれに相当する箇所に「石英粗面岩」(今日の流紋岩溶結凝灰岩)の語が出て来るので、それを指している可能性がある。
- \*5 ドイツ、「ライン板岩山地」の南東部。パリスカン変動帯に属する(都城, 1979)。
- \*6 スペイン南部、パリスカン変動帯の南翼部に属する(都城, 1979)。ウエルバ地方はその西端部に位置する。
- \*7 Bergkalkの邦訳。山下(ナウマン・山下, 1996, 訳注33)によれば、「英国のMountain Limestoneに対応するドイツ語で、英国の炭田地帯の山地、とくにペンニン山地の山稜を構成している石灰岩で、下部石炭系に属する」。
- \*8 Gumbel(1874)がウィーンの万国博覧会に出品された日本産岩石中にフズリナ石灰岩(おそらく赤坂産)を発見して、*Fusulina japonica* Gumbelと名付け、Schwager(1883)がそれを石炭紀の化石として記載して以来、日本のフズリナ石灰岩は石炭紀のものとされていた。しかし、その後のYabe(1903)、矢部(1904)らの研究により、赤坂およびその他の日本の古生層中の石灰岩はすべてペルム紀のものという考えが20世紀初頭には広く定説化された(加藤, 1993)。
- \*9 ラインが植物化石を発見した頁岩砂岩の互層は、今日では、手取層群石徹白亜層群桑島層と呼ばれている。本層からは、植物化石のほか、二枚貝、カメ類、魚類、恐竜などの多様な動物化石も発見されており、その地質年代は、ガイラーの見解よりも若く、白亜紀バランギニアン期~パレミアン期頃と見なされている(松川ほか, 2003)。
- \*10 H. C. St. John. 生・没年不明。英国海軍シルヴィア号船長として、明治初年、日本の海域測量に従事した(海上保安庁水路部, 1971)。その際に、仙台湾松島の新第三紀層を観察、記述したと思われる。
- \*11 Rotliegendes(赤底統)は、古くは、化石を含まないということで、Totdliegendesと呼ばれていた(沖村, 1996)。

## 文献

- B. K. (1887) ライン氏著“日本”(批評)。東洋学芸雑誌, 4, 239-240.
- Geyler, H. Th. (1877) Über fossile Pflanzen aus der Juraformation Japans. *Palaeotographica*, 24, 221-232.
- Gumbel, C. W. (1874) Japanische Gesteine. *Das Ausland*, 23, 479-480.
- Heer, O. (1877) Jurassic flora des östlichen Sibiriens. *Flora fossilis arctica*, 4.
- 今井 功・片田正人(1978)地球科学の歩み。共立出版, 東京, 206p.
- 海上保安庁水路部(1971)日本水路史 1871~1971。日本水路協会, 東京, 679p.
- 加藤 誠(1993)1940年代前半までの日本の古生層研究史。日本地質学会編, 日本の地質学 100年, 33-38.
- 木内石亭(1771~1801)雲根志。3編, 15巻。高橋平助ほか2名刊行。
- Lyman, B. S. (1877) *A general report on the geology of Yesso*. Kaitakushi, 116p.
- 松川正樹・小荒井千人・塩野谷 奨・新海拓也・中田恒介・松井哲也・青野宏美・小林典夫・大久保 敦・林 慶一・伊藤 慎(2003)手取層群の主要分布域全域の層序と堆積盆地の変遷。地質学雑誌, 109, 383-398.
- 都城秋穂編(1979)岩波講座 地球科学, 16, 世界の地質。岩波書店, 東京, 431p.
- ナウマン, E. 著, 山下 昇訳(1996)日本における地震と火山噴火について。山下 昇訳, 日本地質の探求 ナウマン論文集, 東海大学出版会, 東京, 23-90.
- 沖村雄二(1996)赤底統。地学団体研究会編, 新版地学事典, 平凡社, 東京, 682.
- Pumpelly, R. (1866) Geological researches in China, Mongolia, and Japan, during the years 1862 to 1865. *Smithsonian Contributions to Knowledge*, 202, Smithsonian Institute, Washington, 162p.
- Rein, J. J. (1875a) Dr. Rein's Reise in Nippon, 1874. *Petermann's Mittheilungen*, 21, 214-222.
- Rein, J. J. (1875b) Naturwissenschaftliche Reisestudien in Japan (Fortsetzung). *Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasien's*, I, 7, 21-29.
- Rein, J. J. (1879) Höhenbestimmungen in Japan während der Jahre 1874 und 1875. *Petermann's Mittheilungen*

- 25, 292-297.
- Rein, J. J. (1881) *Japan nach Reisen und Studien im Auftrage der Königlich Preussischen Regierung. Erster Band. Natur und Volk des Mikadoreiches.* Engelmann, Leipzig, 680p.
- Rein, J. J. (1886) *Japan nach Reisen und Studien im Auftrage der Königlich Preussischen Regierung. Zweiter Band. Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Handel.* Engelmann, Leipzig, 678p.
- Rein, J. J. (1905) *Japan nach Reisen und Studien im Auftrage der Königlich Preussischen Regierung. Erster Band. Natur und Volk des Mikadoreiches. Zweite, neu bearbeitete Auflage.* Engelmann, Leipzig, 750p.
- Richthofen, F. von (1877) *China. Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien.* D. Reimer, Berlin, 1, 758p.
- Schwager, C. (1883) Carbonische Foraminiferen aus China und Japan. In *Richthofen's China*, IV, Paläontologisch Theil, 106-159.
- シュヴァルム, Y. 著, 石川日独協会翻訳チーム合同訳 (2014)「ヨハネス・ユストゥス・ライン(1835-1918), 一人のドイツ人地理学者日本を旅する(1873-1875)」*ライン祭*, 第32回, 3-22. 石川県白山市ライン博士顕彰会.
- Weikof, A. (1879) Reise durch das mittlere und südliche Japan. *Petermann's Mittheilungen*, 25, 2, 80p.
- Yabe, H. (1903) On a Fusulina-limestone with Helicoprion in Japan. *Journal of the Geological Society of Tokyo*, 10(113), 1-13.
- 矢部長克(1904) 美濃國赤坂金生山に遊ぶの記. *地質学雑誌*, 11(124), 12-21.
- 山田直利・矢島道子(2019) J. J. ライン著「日本で1874年および1875年に行った高度測定」邦訳一付. *ラインの日本旅行全ルート*. *GSJ地質ニュース*, 8, 244-251.
- 山田直利・矢島道子(2020) J. J. ライン著「日本における自然科学的研究旅行」邦訳一日光および仙台・南部海岸一. *GSJ地質ニュース*, 9, 97-110.
- 山田直利・矢島道子(2021a)「日本山岳誌」邦訳一 J. J. ライン著『日本の実地調査と研究』第1巻(1881)より一(その1)地勢の大要および東北地方. *GSJ地質ニュース*, 10, 36-45.
- 山田直利・矢島道子(2021b)「日本山岳誌」邦訳一 J. J. ライン著『日本の実地調査と研究』第1巻(1881)より一(その2)関東一中国地方. *GSJ地質ニュース*, 10, 67-76.
- 山田直利・矢島道子(2021c)「日本山岳誌」邦訳一 J. J. ライン著『日本の実地調査と研究』第1巻(1881)より一(その3)四国・九州地方ほか. *GSJ地質ニュース*, 10, 99-104.
- Yoshida, T. (1984) Tertiary Ishizuchi Cauldron, southwest Japan Arc: Formation by ring fracture subsidence. *Journal of Geophysical Research*, 89(B10), 8502-8510.

---

YAMADA Naotoshi and YAJIMA Michiko (2023) Selected Japanese translation of "Geologische Verhältnisse" from J. J. Rein's "Japan nach Reisen und Studien", vol. 1 (1881). Part 1. Outline of geology of Japan and the mountain-making formations.

---

(受付：2023年1月17日)

#### GSJ 地質ニュース編集委員会

委員長 宮地良典  
副委員長 小松原純子  
委員 竹原孝  
児玉信介  
戸崎裕貴  
草野有紀  
宇都宮正志  
森尻理恵

事務局

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

---

GSJ 地質ニュース 第 12 巻 第 5 号  
令和 5 年 5 月 15 日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
地質調査総合センター

〒 305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7

印刷所

#### GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor : MIYACHI Yoshinori  
Deputy Chief Editor : KOMATSUBARA Junko  
Editors : TAKEHARA Takashi  
KODAMA Shinsuke  
TOSAKI Yuki  
KUSANO Yuki  
UTSUNOMIYA Masayuki  
MORIJI Rie

Secretariat Office

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

---

GSJ Chishitsu News Vol. 12 No. 5  
May 15, 2023

**Geological Survey of Japan, AIST**

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

## いすみ市大原海岸に露出する上総層群大原層の露頭

[cover photo](#)



千葉県いすみ市の大原海岸には更新統の上総層群大原層下部からなる大規模な海食崖が見られる。露頭は砂勝ちの砂岩泥岩互層となり、小規模なチャンネル構造や未固結変形が観察できる。堆積環境は海底扇状地と考えられている。写真の人物の左手のあたりに露出している白色テフラ層 KB (Oh18) は、わずかに大隅石を含むことを特徴とする広域テフラで、中央日本の東海層群、古琵琶湖層群、大桑層中のテフラに対比されている。

(写真・文：小松原純子・宇都宮正志 産総研地質調査総合センター  
地質情報研究部門)

One of large outcrops of the Pleistocene Ohara Formation, Kazusa Group, exposed on Ohara Coast, Chiba Prefecture, Japan.  
Photo and caption by KOMATSUBARA Junko and UTSUNOMIYA Masayuki