

GSJ

地球をよく知り、地球と共生する

地質ニュース

2026

10

Vol.15 No.10



10月号

口絵 291

令和 8 年（2026 年）熊本地震の緊急現地調査報告

赤井 東・太田耕輔・丸山 正・吉見雅行・吾妻 崇・二宮 啓

295

江戸幕府は何時から利根川東遷を目指したのか？ —茨城県南部地域で行われた河道開削工事跡の地形・地 質学的考察—（前編）

七山 太

303

ドローン磁気探査による斜面災害のリスク評価 —人の立ち入りが困難な地域における地下構造を高解像 度に可視化する技術を確立—

宮川歩夢・大熊茂雄・米倉 光・阪口圭一・星住英夫・
阿部朋弥・川畑大作・宮地良典・松島喜雄

307

2026 年第 1 四半期地質鉱物関連英文誌の話題 「米国とオーストラリアの鉱物資源」

高橋裕平

314

愛知県瀬戸地区の窯業原料資源の成因に関する考察 —その 3・「青さば」の性質と利用について考える—

高木哲一・須藤定久

319

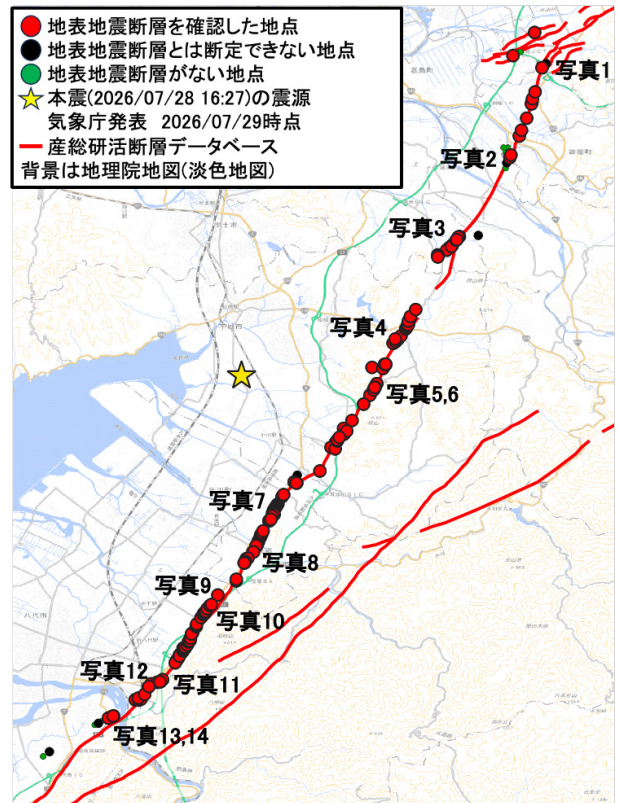
地質図ライブラリー連携展示 「地質調査所とドクトル・ナウマン」の開催報告

佐藤 努・常木俊宏・比田 茜・佐田朋子・小松原 琢・七山 太・
二宮芳樹・御子柴真澄・柳澤教雄・森尻理恵・都井美穂

令和 8 年（2026 年）熊本地震の緊急現地調査報告

赤井 東¹・太田 耕輔¹・丸山 正¹・吉見 雅行¹・吾妻 崇¹・二宮 啓^{1,2}

2026 年 7 月 28 日に発生した令和 8 年熊本地震に伴い、熊本県上益城郡益城町から熊本県八代市平山新町に至る地域において、7 月 30 日から 8 月 3 日までの 5 日間、地表変状の概要把握を目的とした緊急調査を実施した（第 1 図）。調査の結果、布田川断層帯宇土区間、日奈久断層帯高野 - 白旗区間と日奈久区間において、地表地震断層を確認した。いくつかの地点では、メジャー及びコンパスを用いた簡易測量により、変位量を計測した。観察された地表地震断層を含む地表変状について、その概要を紹介する（写真 1 ～ 14）。



第 1 図 緊急現地調査により確認された地表地震断層及び地表変状の分布。



写真 1
熊本県上益城郡御船町の舗装道路に見られる右横ずれ変位。道路の白線を基準にした時の右横ずれ変位量は 6 cm。写真は東方向に向かって撮影。赤矢印は変位センスを表す（2026 年 7 月 30 日撮影）。



写真 2（左）
熊本県上益城郡御船町の舗装道路の補修跡。道路の白線が右横ずれをしている。白線を基準にした時の右横ずれ変位量は 15 cm。写真は北西方向に向かって撮影（2026 年 7 月 30 日撮影）。

写真 3（右）
熊本県熊本市南城区南町鰐瀬の水田に見られる右横ずれ変位。右横ずれ変位は鰐瀬トレンチを通るように出現していた。畦道を基準にした時の右横ずれ変位量は 23 cm。写真は西方向に向かって撮影（2026 年 8 月 1 日撮影）。



写真4 熊本県宇城市豊野町下郷の水田～舗装道路に見られる右横ずれ変位。舗装道路西端を基準にした時の右横ずれ変位量は43 cm，上下ずれ変位量は39 cm 北西低下。写真は南方向に向かって撮影（2026年8月1日撮影）。



写真5 熊本県宇城市豊野町の娑婆神峠の舗装道路に見られる右横ずれ変位。道路の白線を基準にした時の右横ずれ変位量は98 cm。写真は西方向に向かって撮影（2026年8月1日撮影）。



写真6 熊本県宇城市豊野町の娑婆神峠の山地内で確認した杉の字雁行クラック（黄色矢印の先）。舗装道路の右横ずれ変位（写真5）の南西に位置している。写真は南西方向に向かって撮影（2026年8月1日撮影）。



写真7 熊本県八代郡氷川町大野の水田に見られる右横ずれ変位。道の駅竜北の南に位置する。畦道を基準にした時の右横ずれ変位量は115 cm，上下ずれ変位量は19 cm 北西低下。写真は北西方向に向かって撮影（2026年8月2日撮影）。



写真8 熊本県八代郡氷川町宮原の舗装道路に見られる右横ずれ変位。道路の白線を基準にした時の右横ずれ変位量は184 cm, 上下ずれ変位は西低下。写真は西方向に向かって撮影 (2026年8月2日撮影)。



写真9 熊本県八代市岡町中の舗装道路～水田に見られる右横ずれ変位。道路の白線を基準にした時の右横ずれ変位量は120 cm, 上下ずれ変位量は16 cm 東低下。写真は北方向に向かって撮影 (2026年8月2日撮影)。



写真10 熊本県八代市岡町の八代市立龍峯小学校の校庭に見られる右横ずれ変位とずれによって生じたモールトラック。校庭に引かれていた白線を基準にした時の右横ずれ変位量は94 cm。写真は北方向に向かって撮影 (2026年7月31日撮影)。



写真11 熊本県八代市上片町の八代JCT付近に見られる上下ずれ変位。上下ずれ変位量は約130 cm。写真は南西方向に向かって撮影 (2026年7月31日撮影)。



写真 12 熊本県八代市妙見町の八代神社境内に見られる右横ずれ変位。境内の参道を基準にした時の右横ずれ変位量は 95 cm。上下ずれ変位量は 39 cm 西低下。写真は東方向に向かって撮影 (2026 年 7 月 31 日撮影)。



写真 13 熊本県八代市渡町の畑内に見られる右横ずれ変位。右横ずれ変位量 25 cm, 上下ずれ変位量 17 cm 北西低下。写真は北西方向に向かって撮影 (2026 年 7 月 31 日撮影)。



写真 14 熊本県八代市豊原上町の舗装道路に見られる右横ずれ変位。道路の白線を基準にした時の右横ずれ変位量は 17 cm。上下ずれ変位は北東低下。写真は南東方向に向かって撮影 (2026 年 7 月 31 日撮影)。

※本稿は、地質調査総合センターウェブサイトに掲載された令和 8 年 (2026 年) 熊本地震の関連情報 (<https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/kumamoto2026/kumamoto2026-02.html>) を再編したものです。

AKAI Azuma, OTA Kosuke, MARUYAMA Tadashi, YOSHIMI Masayuki, AZUMA Takashi and NIMIYA Hiro (2026) Urgent field survey of the 2026 Kumamoto Earthquake.

(受付: 2026 年 8 月 28 日)

江戸幕府は何時から利根川東遷を目指したのか？ —茨城県南部地域で行われた河道開削工事跡の 地形・地質学的考察—（前編）

七山 太^{1,2}

1. はじめに

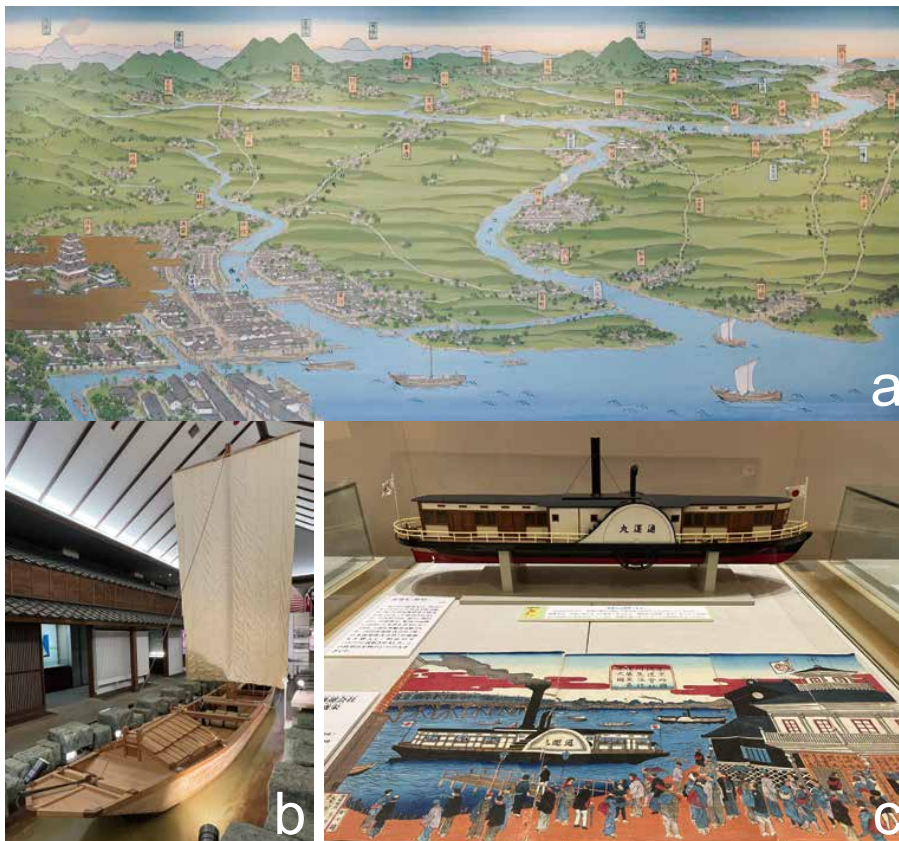
現在の茨城県と千葉県の県境の多くは利根川の河道中央であることは、広く知られている。しかし、少なくとも利根川下流部は江戸時代初期以降に人為的に付け替えられた河川であり、そのため江戸時代以前の常陸国と下総国の国境は、現在とは異なる姿であった。

縄文海進によって日本最大のエスチュアリーシステムとして発生した古鬼怒湾^{こきぬわん}は、その後、鹿嶋（茨城県鹿嶋市）～波崎（茨城県神栖市）に発生した砂嘴（バリアー砂堆）によって当初あった神之池付近の潮流口は閉塞され（Kikuchi, 1969 ; Tanabe *et al.*, 2022）、古代には、銚子河口を唯一の潮流口とした内海に変貌した。現在の霞ヶ浦・北浦・印

旛沼・手賀沼付近に広がっていた広大な内海の呼称については、内海、^{うちうみ}流海、^{ながれうみ}浪逆海などが知られているが、本稿では大熊（1981）、久保（2007）に基づき、^{かとりうみ}香取海と呼ぶことにする。

中世～近世の香取海沿岸地域においては、北岸が常陸国、南岸が下総国となっていた。その西側では、鬼怒川以西が下総国に含まれ、東側が常陸国に区分されていた。これは7世紀の律令制導入に伴い、自然地形が境界として設定された名残である。この両国の境界を大きく改変し、現在の茨城県、千葉県、埼玉県の県境に変更したきっかけが、江戸時代初期に幕府によって開始された利根川東遷事業なのである（第1, 2図）。

利根川の源流は三国山地の大水上山にあり、現在の河



第1図 (a) 江戸時代の内川廻し（利根川－江戸川）水運の鳥瞰図（関宿城博物館所蔵資料）。中央部の江戸川と利根川の合流地点に関宿が位置し、利根川－江戸川水運による広域物流システムを示す。左下に江戸城が描かれ、その周辺を城下町が取り囲んでいる。江戸市中には運河が張り巡らされており、水運が盛んであったことが読み取れる。(b) 江戸時代に活躍していた大型帆船である高瀬舟の模型。(c) 明治～大正時代に活躍していた外輪蒸気船である通運丸の模型と錦絵（関宿城博物館展示資料）。

1 産総研 地質調査総合センター地質情報基盤センター

2 ふじのくに地球環境史ミュージアム 〒422-8017 静岡県静岡市駿河区大谷 5762

キーワード：茨城県南部，江戸幕府，利根川東遷，開削工事跡，地形・地質学的考察



第2図 平安時代(1,000年前)の関東平野の水系図。原著である吉田(1910)の絵図から河川系を読み出し、おおむねスケールを調整し、現在の地形図上に投影した。赤色の○は、平安時代には建立されていた古社の位置を示す。黒色の□は、当時の国府の位置を示す。中央部の茶色の太い点線が、旧利根川水系と鬼怒川水系の分水界を示す。

川延長 322 km は信濃川に次ぐ日本第2位で、流域面積 16,840 km² は第1位と国内有数の大規模河川である。利根川流域の関東平野には、現在約 1,300 万人もの人々が暮らしている。しかし、この河道は本来あるべき自然な姿ではなく、先人が分水嶺を跨いで利根川上流部と鬼怒川下流部を無理矢理連結させて出来た河川である。

利根川東遷に関する既存の文献を読むと、発案者が江戸幕府の創始者である徳川家康であったとも、彼の配下であった伊奈忠次からの上申であったとも述べられているが、実際には利根川東遷という用語が使われ始めたのは明治時代以降の近代である。このことから江戸時代初期の当初から台地を開削し分水嶺を跨ぐような大規模な河道変更(瀬替え)を構想していたとは考えづらいのである(青木, 2022)。もちろん当初は、伊能図のような精度の高い実測地形図などは存在していない。利根川東遷は、日本の河川改修史の中でも最大規模の国家プロジェクトであることは確かだが、最近では、少なくとも江戸時代に行われていた河川改修工事の多くは、防災目的よりも、利根川水系を人々が上手く活用するための多目的な社会基盤整備事業といった利水目的とする見解に変化しつつある(例えば、小出, 1972, 1975; 大熊, 1981; 松浦, 2002; 稲崎ほか, 2014; 谷, 2020; 青木, 2022; 梶原, 2023; 久保, 2023)。

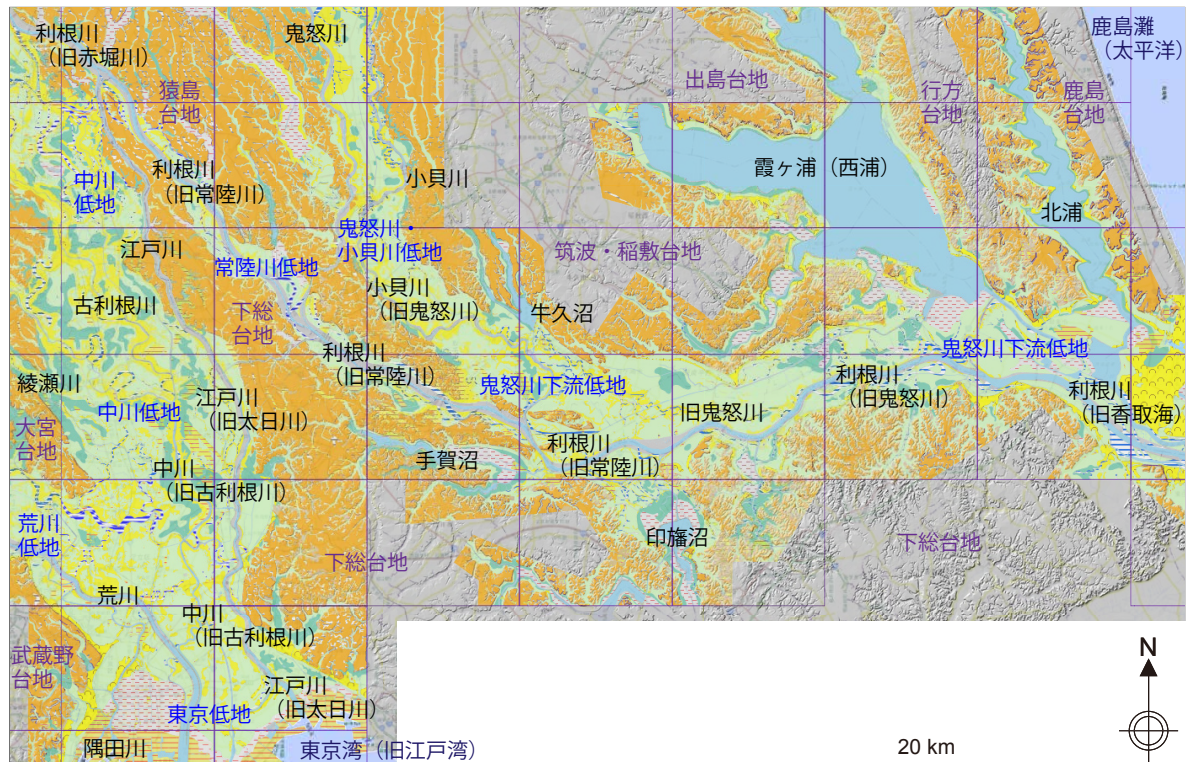
本稿では、主に国土交通省国土地理院が提供する治水地

形分類図(地理院地図)(<https://maps.gsi.go.jp/> 閲覧日: 2026年3月25日)、ならびに国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)農業環境研究部門が提供する歴史的農業環境閲覧システム(迅速測図, <https://habs.rad.naro.go.jp/> 閲覧日: 2026年3月25日)から得られた明治初期～中期の地理情報を用いて、利根川東遷前後の茨城県南部地域の環境変遷について地形・地質学的視点から解説してみたい。また、これに合わせて、当時の香取海や湖沼の痕跡を見ることができるお薦めのジオスポット情報をご紹介します。

2. 利根川東遷事業の行われた台地と低地の地形・地質情報

本稿の始めとして、現在の茨城県南部で行われた利根川東遷事業の主要な舞台となった猿島台地と下総台地、常陸川低地、鬼怒川下流低地、中川低地、東京低地の地形と地質について、既存の文献や国立研究開発法人産業技術総合研究所(産総研)・地質調査総合センターが出版した5万分の1地質図幅「野田地域の地質」及び「鴻巣地域の地質」(中澤・田辺, 2011; 納谷・安原, 2014)に基づいて、解説してみたい。

茨城県中南部地域の段丘地形は^{ひたち}常陸台地と総括して呼ばれることもあるが、利根川北岸の台地のみを猿島台地と区分して呼ぶのがより一般的である。利根川東遷以前には



第3図 利根川と江戸川を中心とした現在の利根川東遷事業の工事区間の地形図。治水地形分類図（地理院地図）上に主要な地名を示す。治水地形分類図の凡例は下記の URL にある（https://maps.gsi.go.jp/legend/lcmfc2_legend.jpg 閲覧日：2026年3月25日）。

現在の利根川下流域が存在しなかったため、茨城県側に分布する猿島台地と千葉県側に分布する下総台地は、連続した台地であったと考えるのが妥当である（第3図）。両台地の段丘面は段丘面標高をもとに、2つの地形面、下総上位面（下末吉面）と下総下位面（小原台面）に区分されており（杉原，1970）。両者の境界は漸移的である（中澤・田辺，2011）。

下総上位面（下末吉面；MIS 5e 面）は、南方の下総台地に広域に分布する最終間氷期に形成された海成段丘である。被覆する常総粘土の基底付近に箱根火山起源の三色アイス軽石群（SIP = KIP テフラ群の一部）が認められることから、その離水年代は海洋酸素同位体ステージ（marine isotope stage；以下 MIS）5e に相当する約 120 ～ 125 ka（ka = 1,000 年前）と考えられる（杉原，1970；第4図 a）。香取市～潮来市付近での標高は 29 ～ 42 m 程度、龍ヶ崎市府付近では 21 ～ 26 m 程度、柏市～野田市付近では 15 ～ 30 m 程度であり、総じて北西に向かって低くなる傾向がある。一方、下総下位面（小原台面；MIS 5c 面）は北の下総台地、及び猿島台地に広く認められ、その離水年代は MIS 5c（約 100 ～ 95 ka）と考えられている（杉原，1970；第4図 b）。南東側の守谷市～柏市付近においては標高 20 m 程度である。しかし北西側の五霞町～古河市付近においては

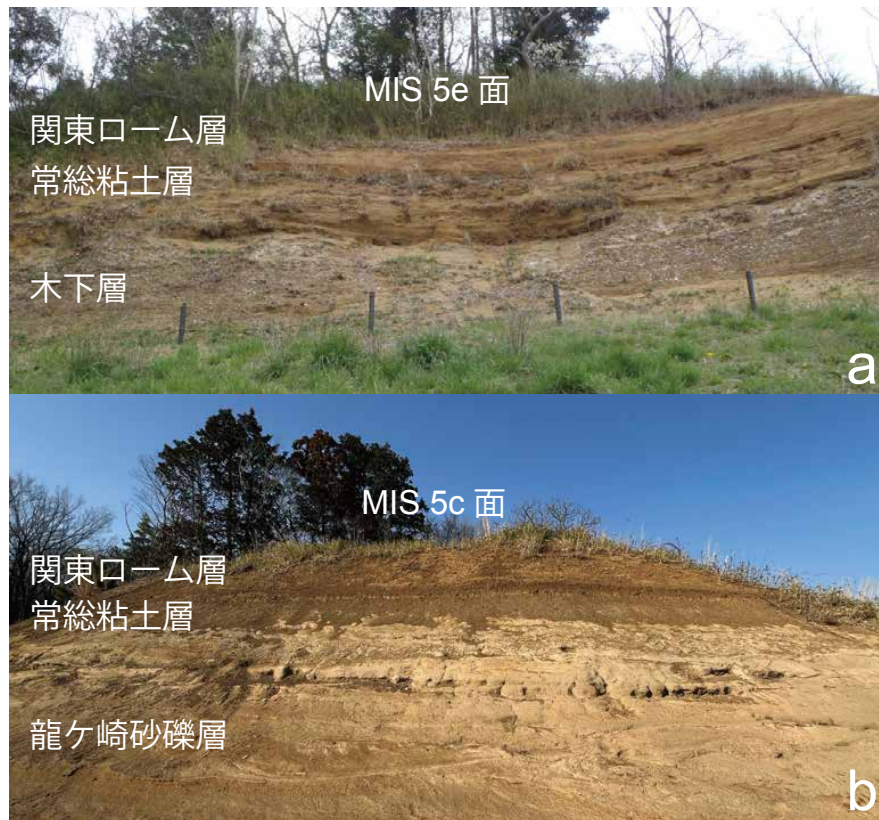
約 14 ～ 15 m と低めの標高となっている。

よって、土木工事の現場となる猿島台地ならびに下総台地北部は、上位の MIS 5e 面と下位の MIS 5c 面に区分され、北西部の栗橋～関宿～境地域は MIS 5c 面のみ、南東部の水海道～取手～利根地域はその両方が認められる。

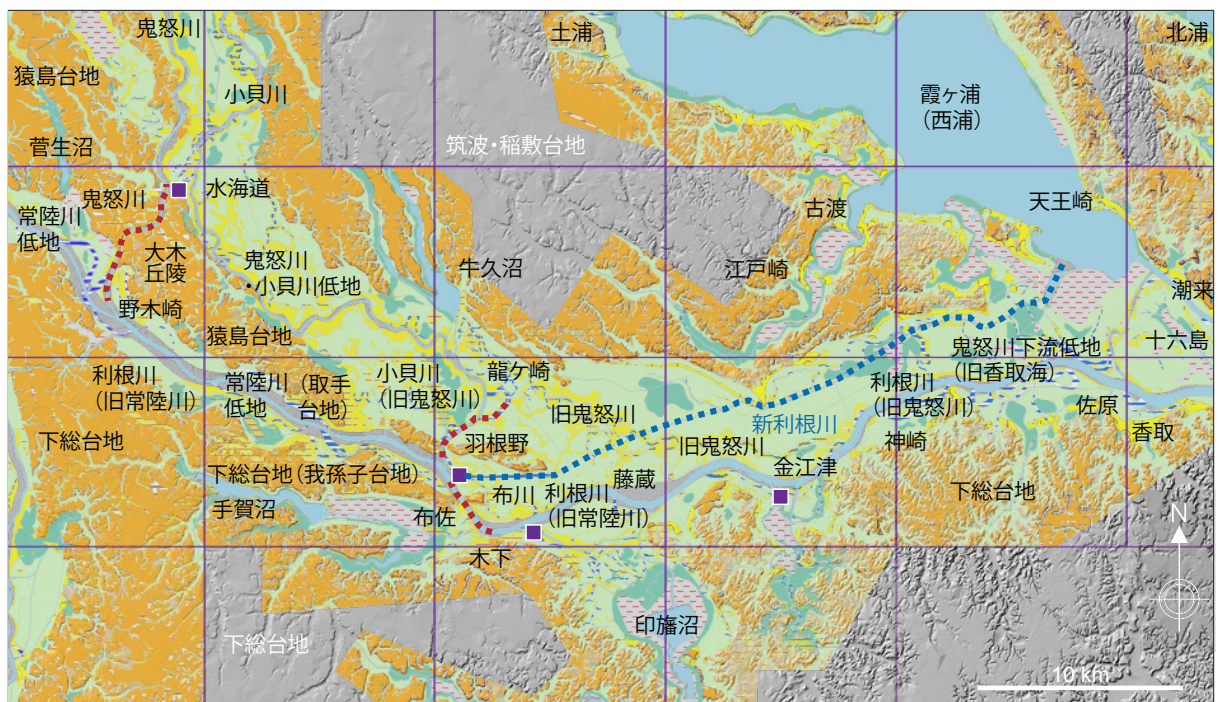
これらの段丘構成層は、下位から淘汰の良い浅海成砂層からなる木下層、河川成砂礫層からなる大宮層もしくは龍ヶ崎砂礫層、河川氾濫原で生じた凝灰質粘土層である常総粘土層、主に風成塵からなる関東ローム層（新期ローム層）など軟弱な地層から構成されており（中澤・田辺，2011；納谷・安原，2014；第4図），大型重機の存在しない江戸時代の土木技術であっても、台地の開削工事は十分可能であったと思われる。

中川低地と東京低地は東京都東部～埼玉県東部にほぼ南北に連なる沖積低地を示すが、特に中川低地は昔の利根川、渡良瀬川の氾濫によって生じた河成低地、東京低地は東京湾に面したデルタ成低地をそれぞれ示す場合が多い（平井，1983；遠藤ほか，1998；久保，2023）（第3図）。

茨城県南部地域の沖積低地には、現在利根川本流が銚子方面に向かって流れている（第5図）。しかし利根川東遷事業が行われる以前にこの沖積低地を流れていたのは、常陸川（もしくは広河；以下、常陸川）と呼ばれる平地河川で



第4図 (a) 木下(千葉県印西市)にある下総台地の MIS 5e 面段丘構成層の大露頭。下位から貝化石を多量に含む木下層、常総粘土層、関東ローム層が重なる。(b) 島名(茨城県つくば市)にある筑波・稲敷台地の MIS 5c 面段丘構成層の大露頭。木下層と常総粘土層の間に、斜交層理の発達した河川成層(龍ヶ崎砂礫層)が挟まれる。



第5図 現在の利根川下流域を中心とした利根川東遷の工事区間。治水地形分類図(地理院地図)上に現在と過去の地名を示す。赤色の破線は台地での開削工事、青色の破線は沖積低地での開削工事を行ったルートを示す。紫色の□は、河道締め切り工事を行った地点を示す。



第6図 赤堀川（赤色の破線）、新川通（緑色の破線）、常陸川上流（青色の破線）と逆川（紫色の破線）を中心とした利根川東遷の工事区間。治水地形分類図（地理院地図）上に示す。薄い黒色の実線は、利根川水系（西側）と鬼怒川水系（東側）の分水嶺を示す。紫色の□は、河道締め切り工事を行った地点を示す。

あった（大熊，1981）。ただし、常陸川低地は北西－南東方向に伸張し、縄文海進時に溺れ谷となっていたが、海退後は底の浅い谷底低地となり、その中央部に猿島台地を侵食する谷戸（谷津）を束ねる常陸川が、澁みながら緩やかに流下していた（久保，2007）。

地理院地図の機能を使って断面図を描いてみると、この付近の河床勾配が1/2,500程度と非常に緩いことが解る。このような地形条件のため、流域には水が滞留し、おそらく水流のある河川というよりも湖沼や湿地が連なる沼沢地に近い環境であったと考えられている（大河原ほか，1992）。なお、現在の利根川と鬼怒川との合流地点に、広大な田中、菅生、稲土井の3つの調整池が確保されているのは、この地形によってもたらされる洪水対策のためである（松本ほか，2013）。

常陸川の源流部は、現在の古河市東縁と境町の間を流れる女沼川、宮戸川、大川が相当すると推定されている。この付近には、西から大山沼、釈迦沼、長井戸沼、一ノ谷沼、鶺鴒沼、浅間沼、菅生沼と呼ばれる湖沼が存在していた（大河原ほか，1992）。これらの湖沼のうち、西端に位置する大山沼のみが渡良瀬川水系に属していたとされる（遠藤ほか，1988）。その後、浅間沼と菅生沼以外は干拓され、

現在は農地として活用されている（第6図）。菅生沼付近は自然観察フィールドとして整備されており、未だ谷津の風景が残されている。畔にはミュージアムパーク茨城県自然博物館があり、博物館から菅生沼東岸間に遊歩道が整備されている（<https://www.nat.museum.ibk.ed.jp/> 閲覧日：2026年3月25日）。

江戸時代初期の常陸川は、布川（茨城県利根町）付近に河口があり、香取海西端の入り江である榎浦に流入していた。そして木下（千葉県印西市）から少し東方で鬼怒川が竜ヶ崎（龍ヶ崎市）を經由して藤蔵～金江津（茨城県河内町）付近で香取海に流入していた。一方鬼怒川は、かつて毛野川や衣川（絹川）とも呼ばれ、標高2,000 m級の第四紀火山から成る日光連山に源流を持ち、上流域は山地河川であることから河床勾配が大きく、土砂供給を伴う荒れ川として知られている。小貝川は、現在の源流部はなだらかな台地・丘陵地であり、河床勾配の緩い典型的な平地河川である。しかし、後期更新世において、この河道は鬼怒川の本流であったとの指摘がある（池田ほか，1977）。

いずれにしても、中世の常陸川や小貝川は、台地の谷津を集水した平地河川にすぎなかった。この場合、河川の流量は、鬼怒川の方が圧倒的に上回っており、常陸川は鬼怒

川水系の一支流と見るのが相応しかったと思われる。また中世末期には、鬼怒川のもたらす土砂により、布川～佐原間の香取海(榎浦)も浅海化しており、谷原・葦原といった地名(第2図)の示す通り、湿地環境へと変貌し、鬼怒川下流部の河道も固定化されつつあった(大矢, 1969; 久保, 2007)。

以上のことから、本稿では利根川中流低地ならびに利根川下流低地(大矢, 1969; 貝塚ほか編, 2000)という用語は使わず、成因的な視点から、上流側(利根川中流低地)を常陸川低地, 下流側(利根川下流低地)を鬼怒川下流低地(香取平野)と呼ぶことにする(第3図)。

3. 利根川東遷事業についての既存のシナリオ

中川低地においては、中世には渡良瀬川と利根川が別々のルートで流下していた。渡良瀬川は、権現堂川を経て、中川低地東縁部を流れる太日川^{ふとい}の河道を伝って江戸湾(現在の東京湾)に南流していた。そして昔の利根川(古利根川^{ふるとねかわ})は、途中で秩父山地から流れ出す荒川と合流し、隅田川(住田川)の河道を伝い流入していた(第2, 3図)。古利根川のルートは、地形的特徴から現在でも明確にトレースできる。これら3つの大河川は、洪水の度に河道変更を繰り返し、そのため中川低地は農耕に不向きな湿地帯となっていた(久保, 2023)。

天正18年(1590年)、徳川家康は当時の太閤であった豊臣秀吉の命により、三河国から関東転封を命ぜられ、その拠点として、当時関東地域で最も栄えていた小田原や鎌倉ではなく、武蔵国南東部の寂れた地域であった江戸とし、居城を江戸城とした。徳川家康は慶長5年(1600年)の関ヶ原の戦いに勝利し、その3年後に征夷大將軍にまで登り詰めた。しかし家康は、その後も朝廷のある畿内や生まれ故郷の三河国には戻らず、江戸を日本の行政と経済の中心地と位置づけ、その後約260年間継続し続ける強靱な幕藩体制を構築したのである。

当時の江戸は、江戸湾に面している点は優れているものの、日比谷には大きな入り江があり、隅田川河口付近には干潟やアシやヨシの茂る沿岸湿地が広がっていた。一方、背後に迫る武蔵野台地には深い森が広がり、ススキも繁茂し、人が住める土地は限られていた。家康が江戸を中心とした新たな日本の国作りを行うためには、江戸の城下町作りと背後に広がる東京低地や中川低地の治水が急務となった。そこで家康は、まず利根川を渡良瀬川に合流させて中川低地の東縁に追いやり、さらには銚子(茨城県銚子市)方面に転流させる計画を立案した。そして、利根川、江戸

川の河道や霞ヶ浦・北浦等の湖沼をリンクさせて、東日本屈指の広域水運ネットワーク(内川廻り水運; 七山・吉川, 2026)の整備を行うことを企画した。そしてこの土木工事の指揮を関東代官頭であった伊奈忠次に命じ、その後も伊奈家の忠治、忠克によって引き継がれて実施されたとされる。これが多くの人達がイメージする“徳川家康による利根川東遷”のストーリーであると思う。ところが、江戸幕府が編纂した公式の歴史書とされる「徳川実記」には、これに関する明確な記述は存在しない(青木, 2022)。そこで本稿では江戸時代に利根川東遷事業を企画した人物をあえて特定せず、漠然と江戸幕府の幕令であったと仮定した上で、解説を進めることにしたい。

利根川東遷事業に関しては、歴史学、地理学、農学、商船学や河川工学の各分野において、古くは明治時代から古文書解読や地形・遺跡調査等の研究報告が発表されており、インターネットで検索しただけでも数多くの文献が簡単に見つけられる。利根川東遷事業の目的について大熊(1981)は、①江戸の町を洪水災害から守るという治水、②中川流域の利水と新田開発、③舟運、内陸水路の開発、④東北の雄藩伊達藩に対する防御、の4項目に整理している。これらについては、後編で考察を試みたい。

利根川東遷事業の期間については、開始時期に限ってみても諸説あるが、おおむね以下のように段階的に進められたと考えられている(大熊, 1981)。例えば、天正4年(1576年)の権現堂堤の築堤の改修工事や文禄3年(1594年)「会の川締め切り」を利根川東遷事業に含めるか否かに関しては研究者によって見解が分かれている状況ではあるが、元和7年(1621年)「新川通開削」からは、多くの研究者の共通認識と見て差し支えないであろう。以下に、代表的な工事とその工期を下記に示す。

- ・文禄3年(1594年)「会の川締め切り」
- ・元和7年(1621年)「新川通開削」とそれに続く「赤堀川開削(一番堀)」
- ・寛永12年(1635年)「赤堀川開削(二番堀)」
- ・寛永12～18年(1635～41年)「江戸川開削」
- ・寛永18年(1641年)「権現堂川東縁部の開削と江戸川との接続」
- ・承応3年(1654年)「赤堀川開削(三番堀)」と常陸川上流部の拡張浚渫工事」
- ・寛文5年(1665年)「逆川開削」

上記の土木工事が失敗を重ねながらも60年間も延々と行われ、承応3年(1654年)三代將軍家光の時代に一応の完成をみるようになった。そして承応3年(1654年)以降は、利根川上流の水の一部が、赤堀川―常陸川ルートで香



第7図 現在の蘭沼付近と手賀沼。(a) 布施弁天の建立された台地とその周辺の蘭沼のあった常陸川低地。(b) 布施弁天の境内から現在の利根川を望む。(c) 手賀沼の東端から西方を望む。(d) 手賀大橋から西方を望む。

取海方面に流下し始めたとされている。そして、この時点をもって江戸幕府による利根川東遷事業の完了と考える研究者も多くいるようだ(青木, 2022)。

4. 常陸川ルートでの河道整備のために4か所で実施された猿島～下総台地開削工事（前編）

徳川家康が関東入りした天正18年(1590年)頃には、常陸国と下総国の東端の境界として縄文海進によって生じた香取海が存在していたとされる。その入り江の一つである榎浦^{えのうら}の西端(布川～布佐付近)には、常陸川の河口が存在した。さらに、木下付近では、北側の藤蔵～金江津(茨城県河内町)から鬼怒川が、また南側から手賀沼や印旛沼の排出河川もこの付近で合流していた(第5図)。この頃、関東地方の河川では、高瀬舟と呼ばれる大型帆船が水運に使われていた(第1図b)。この船は200～600俵、大きな船であれば1,000～1,200俵の米俵を搭載可能であるとされ、

喫水が極めて浅いため、河川での運行に適していた(梶原, 2023)。しかし高瀬舟をもってしても、堆砂や水量の関係で、この付近から常陸川の上流側の取手(茨城県取手市)や守谷(茨城県守谷市)方面にアクセスすることは困難な状況であった。

現在の千葉県柏市と茨城県取手市の境界付近の常陸川流域には、蘭沼^{いぬま}という狭長かつ長大な湖沼が存在した(大熊, 1981; 大河原ほか, 1992)(第2図)。この沼尻には、潮汐作用により香取海から海水が流れ込んでいたことが判明している(田辺ほか, 2016; Tanabe *et al.*, 2022)。布施(千葉県柏市)に立地する布施弁天(紅龍山布施弁天東海寺)は、この沼に対し南から突き出した台地の上に建立されたと史実が残されており(柏市史編纂委員会編, 1997)、現在でも当時の地形の面影が残されている(第7図a, b)。蘭沼の形状は現在の手賀沼と似ており、手賀沼に架かる手賀大橋から見渡すと当時の蘭沼の面影が想像できるであろう(<https://wwwblog.city.kashiwa.lg.jp/teganuma/blog/>)

no00029.html 閲覧日：2026 年 3 月 25 日) (第 7 図 c, d).

以下、後編に続く。

文 献

- 青木更吉 (2022) 利根川は東京湾に戻りたがる—埼玉平野の河畔砂丘を歩く—. さきたま出版会, さいたま, 248p.
- 遠藤邦彦・小杉正人・菱田 量 (1998) 関東平野の沖積層とその基底地形. 日本大学文理学部研究紀要, no. 23, 37–48.
- 平井幸弘 (1983) 関東平野中央部における沖積低地の地形発達. 地理学評論, 56, 679–694.
- 池田 宏・小野有五・佐倉保夫・増田富士雄・松本栄次 (1977) 筑波台地周辺低地の地形発達—鬼怒川の流路変更と霞ヶ浦の成因—. 筑波の環境研究, no. 2, 104–113.
- 稲崎富士・太田陽子・丸山茂徳 (2014) 400 年を越えて続いた日本史上最大最長の土木事業—関東平野における河川改修事業を規制したテクニクな制約—. 地学雑誌, 123, 401–433, doi:10.5026/jgeography.123.401.
- 貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦編 (2000) 日本の地形 4 関東・伊豆小笠原. 東京大学出版会, 東京, 376p.
- 梶原健嗣 (2023) 近世利根川舟運と利根川水系の変容—河川水量と堆積土砂に注目して. 水利科学, 67(3), 1–39.
- 柏市史編纂委員会編 (1997) 柏市史：原始・古代・中世編. 柏市, 978p.
- Kikuchi, T. (1969) Geomorphic development of the Kashima Lowland, Ibaragi Prefecture. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, no. 4, 23–32.
- 小出 博 (1972) 日本の河川研究. 東京大学出版会, 東京, 220p.
- 小出 博 (1975) 利根川と淀川：東日本・西日本の歴史的展開. 中公新書, 中央公論社, 東京, 220p.
- 久保純子 (2007) 「常総の内海」香取平野の地形と歴史時代における環境変遷. 茨城県立歴史館編, 霞ヶ浦・筑波山・利根川；中世東国の内海世界, 高志書院, 東京, 39–63.
- 久保純子 (2023) 河川と平野の地形からみえること—利根川・荒川下流低地を例に. 第四紀研究, 62, 47–60, doi:10.4116/jaqua.62.2112.
- 松本敬司・福岡捷二・須見徹太郎 (2013) 利根川河道沿い三調節池群の洪水調節量の算定. 土木学会論文集 B1 (水工学), 69, I_793–I_798.
- 松浦茂樹 (2002) 利根川東遷. 水利科学, 46(2), 23–48.
- 中澤 努・田辺 晋 (2011) 野田地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 72p.
- 七山 太・吉川秀樹 (2026) 水戸藩が企画した幻の運河“勘十郎堀”とその失策に関する地形・地質学的考察. GSJ 地質ニュース, 15, 76–88.
- 納谷友規・安原正也 (2014) 鴻巣地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 82p.
- 大河原弘美・池田 宏・伊勢屋ふじこ (1992) 利根川・鬼怒川の瀬替えによる利根川中流低地の地形環境変化. 筑波大学水理実験センター報告, no. 16, 79–91.
- 大熊 孝 (1981) 近世初頭の河川改修と浅間山噴火の影響. アーバンクボタ, no. 19, 18–31.
- 大矢雅彦 (1969) 利根川中・下流域平野の地形発達と洪水. 地学雑誌, 78, 341–354.
- 杉原重夫 (1970) 下総台地西部における地形の発達. 地理学評論, 43, 703–718.
- 田辺 晋・堀 和明・百原 新・中島 礼 (2016) 利根川低地における「弥生の小海退」の検証. 地質学雑誌, 122, 135–153.
- Tanabe, S., Nakashima, R. and Mizuno, K. (2022) Holocene filling of a narrow estuary in a regressive coast: The Paleo-Kinu Bay region, central Japan. *Marine Geology*, 447, 106795, doi:10.1016/j.margeo.2022.106795.
- 谷 弘 (2020) 利根川は江戸湾に流れていた～利根川東遷と川舟の内川廻し～. 日本海事史学会第一回 web 例会 講演資料, https://kaijishi.jp/wp-content/uploads/2021/09/resume202010_tani.pdf (閲覧日：2026 年 3 月 25 日)
- 吉田東伍 (1910) 利根治水論考. 三省堂書店, 東京, 254p.

NANAYAMA Futoshi (2026) When did the Edo Shogunate aim to divert the Tone River eastward?: A topographical and geological examination of the remains of river channel excavation work carried out in the southern region of Ibaraki Prefecture, central Japan (First part).

(受付：2026 年 3 月 30 日)

ドローン磁気探査による斜面災害のリスク評価 —人の立ち入りが困難な地域における地下構造を 高解像度に可視化する技術を確立—

宮川 歩夢¹・大熊 茂雄¹・米倉 光²・阪口 圭一¹・星住 英夫¹・
阿部 朋弥¹・川畑 大作¹・宮地 良典¹・松島 喜雄³

※本稿は、2026年3月4日に行ったプレス発表 (https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2026/pr20260304/pr20260304.html) に加筆し、再編したものです。

1. はじめに

斜面災害の発生リスクが高くなる要因と考えられる地下の脆弱部の把握は防災の観点で重要です。地下構造を推定する手法の一つとして、岩石ごとの磁性の違いを利用する磁気探査が有効と考えられています。しかし、地上からの観測においては観測機器を持ち込める地域に限られており、火山地域や急峻な斜面などの危険地帯では十分な測線密度で測定することが困難です。一方、有人航空機による空中磁気探査は、運用コストがかかる上に、地形に沿った測線密度の高い観測は困難です。そのため、地すべりの発生リスクが高いと考えられる火山地域や急峻な斜面ほど観測が難しいという問題がありました。

今回、過去に地すべりが発生した熊本県の阿蘇火山中央火口丘西麓(阿蘇火山西麓)を対象に、ドローンを用いて低高度かつ高測線密度の空中磁気探査を行い、従来のヘリコプターを使った探査に比べて4倍以上の空間解像度でのデータを取得しました(第1図)。さらに、産総研独自の3次元磁気インバージョン解析を利用することで地下構造の可視化に成功し、熱水変質帯の詳細な分布を明らかにしました。この結果は、地下の脆弱部など、周囲と比較して磁気的な特徴の異なる場所を遠隔・非破壊で把握できる技術として、斜面災害リスク評価や資源調査、インフラ管理など幅広い分野への応用の可能性を示すものです。

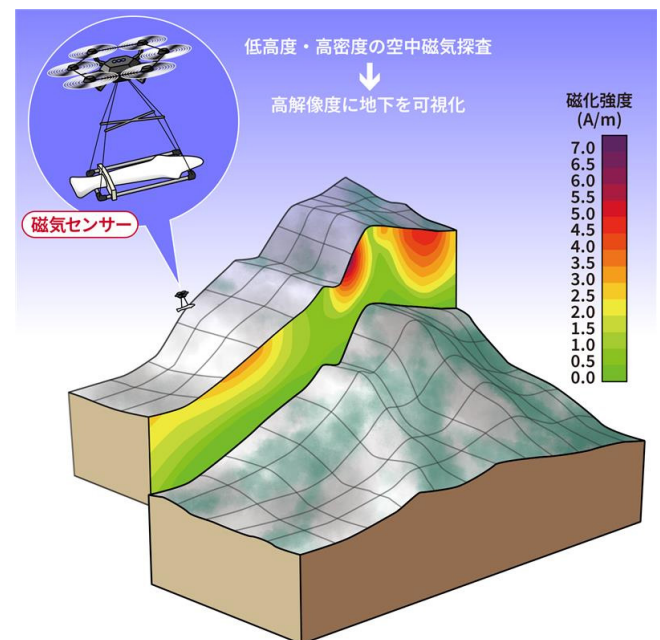
なお、この研究成果の詳細は、2026年3月4日に「*Progress in Earth and Planetary Science*」に掲載されました(Okuma *et al.*, 2026)。

2. 開発の社会的背景

日本各地で豪雨や地震の際に土砂崩れや地すべりといっ

た斜面災害が発生し、大きな被害が問題となっています。これらの災害は、植生などに覆われ地表からは見えない地下の脆弱な部分が原因となる場合があります。危険性の高い場所を事前に把握することが被害軽減につながると考えられます。特に火山地域では、火山ガスや熱水の影響によって岩石が化学的に変化し、強度が低下(脆弱化)した熱水変質帯が地下に形成されることが地質調査などから知られています。こうした変質帯の分布を正確に把握することは、防災の観点から重要です。

地下構造を推定する主な手法の一つに磁気探査があります。地球を構成する岩石には磁鉄鉱など磁性をもつ鉱物が含まれており、その量や変質の程度に応じて地表で観察さ



第1図 実施したドローンによる磁気探査の様子と磁気的特徴で明らかになる地下の地質構造の概念図。※一部に原論文のデータを使用して作図しています。

1 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門
2 元 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門
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：ドローン、磁気探査、斜面災害、地下構造、高解像度、可視化

れる地磁気(地球磁場)の強さは変化します。磁気探査は、その場所の地磁気の強さを測定し、標準的な地磁気分布との差分(地磁気異常)を解析して、地下の岩石分布や磁気的特性が周囲と異なる場所を推定する調査で、これまで地質調査や資源探査などの分野で活用されてきました。急峻な斜面や火山地帯などにおいては、安全上の理由から人が立ち入っての十分な観測が困難な場合が多いため、広域を短時間で調査できるヘリコプターなどの航空機に磁気センサーを搭載する空中磁気探査が行われてきました。地下の磁気構造を高い空間分解能で求めるには、地表に近い場所で狭い測線間隔で測定することが必要ですが、有人航空機では安全上の制約から、地形に沿った低高度での柔軟な観測は困難な上、運用コストもかかります。そこで近年、ドローン技術を磁気探査に応用する取り組みが進められていますが、火山地域のように地形が急峻で環境条件の厳しい場所での適用例は限られていました。

3. 研究の経緯

産総研地質調査総合センター(以下「GSJ」という)はこれまで、ヘリコプターなどの航空機やドローンを用いた空中磁気探査の測定技術の高度化、および3次元磁気インバージョン解析をはじめとするデータ解析手法の開発に取り組んできました。またGSJは、令和2年閣議決定および関連する経済産業省の「第3期知的基盤整備計画」を受けて、「防災・減災のための高精度デジタル地質情報の整備事業」を令和4年度から実施してきました。本研究はその一環として、斜面災害に関わるリスク評価のための空中磁気異常情報の整備として実施したものです。

4. 研究の内容

本研究では、人が立ち入ることが困難な火山地域や急峻な斜面において、地下の脆弱部を高解像度で把握することを目的として、ドローンを用いた空中磁気探査と、磁気データから地下構造を推定する3次元磁気インバージョン解析を組み合わせた手法の適用性を検証しました。対象地域として、過去の地すべりや斜面崩壊の履歴を残す熊本県阿蘇火山西麓を選定しました。

まず広域的な地下構造を把握するため、既存のヘリコプター搭載磁気探査データを再解析し、阿蘇火山中央火口丘西麓一帯の地磁気異常分布を整理しました。その結果、噴気地帯や温泉が分布する地域では、周辺に比べて磁気的特性(磁化強度)が弱い領域が面的に分布していることが確認

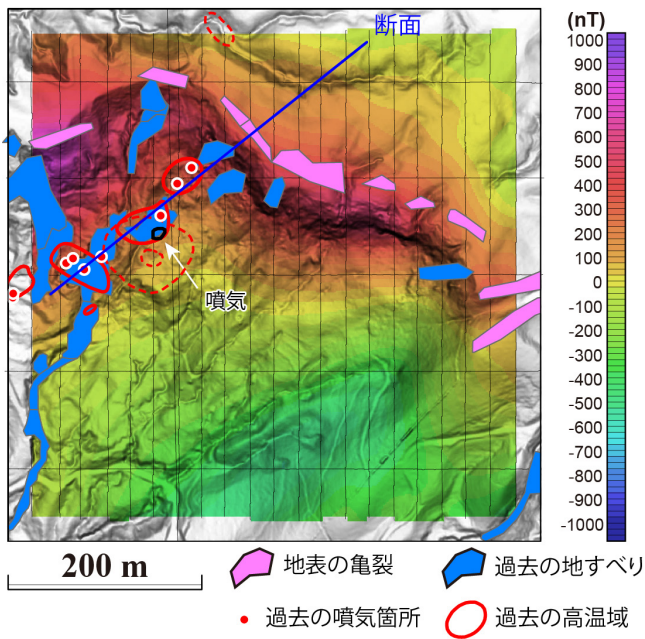
されました。これらの磁化強度の弱い領域は、過去の地質調査で熱水変質帯が分布するとされてきた場所とよく一致しており、地下深部から浅部にかけて熱水の影響を受けた変質帯が広く存在している可能性を示唆します。

次に、より浅部の詳細な地下構造を把握するため、過去に地すべりが発生し、かつ熱水変質帯が分布する阿蘇火山西麓を対象にドローンを用いた低高度・高測線密度の空中磁気探査を実施しました(第2図)。飛行高度100 m以下、測線間隔25 mという、従来に比べて低高度かつ4倍の測線密度での測定を行うことで、有人航空機による探査では困難であった極めて高い空間分解能の地磁気異常のデータを取得しました(第3図)。また、ドローン搭載機器から生じる磁気ノイズを低減する工夫を施すことで、斜面付近においても安定した観測を実現しました。

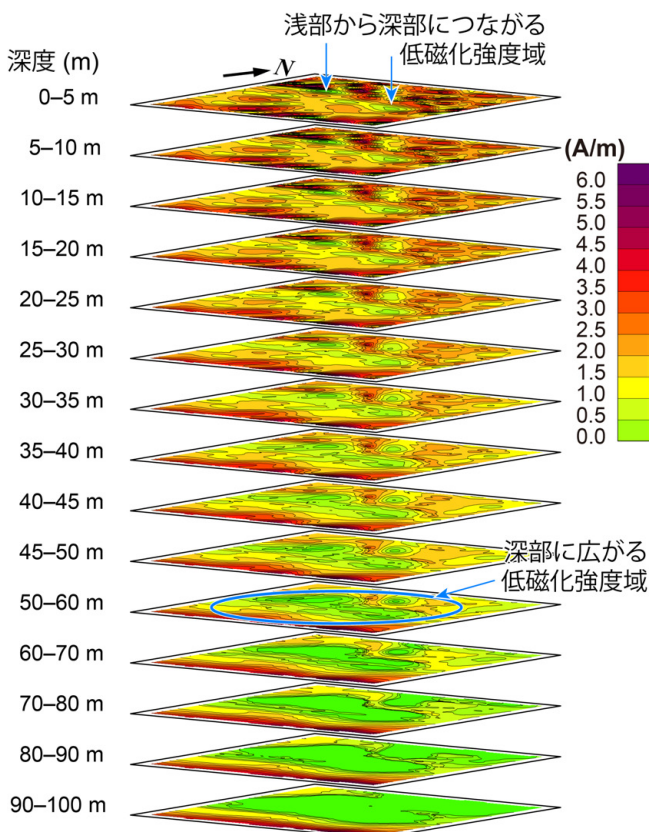
取得した地磁気異常データに対して産総研独自の3次元磁気インバージョン解析を適用して、地下の岩石・地質の磁化強度の分布を推定しました。その結果、地表から深さ数十メートルにかけて、磁化強度の著しく低い領域が深度方向に連続的に分布し、深部では磁化強度の低い領域が水平方向に広がっていることが明らかになりました(第4図)。現地の地質調査や岩石試料の磁気特性の測定値と比較したところ、浅部の低磁化領域は粘土鉱物を多く含む、熱水変質を受けた火山岩に対応していることが確認されました。熱水変質により、岩石中に粘土鉱物が生成するとともに、磁性鉱物が破壊されることで磁化が低下していると考えられます。ドローン空中磁気探査と産総研独自の3次元磁気インバージョン解析を組み合わせた手法によって、地下数十メートルに至る範囲の熱水変質による粘土化領域を遠隔・非破壊で把握できることが示されました。



第2図 無人航空機(ドローン)による磁気探査の様子。※原論文の図を引用・改変したものを使用しています。

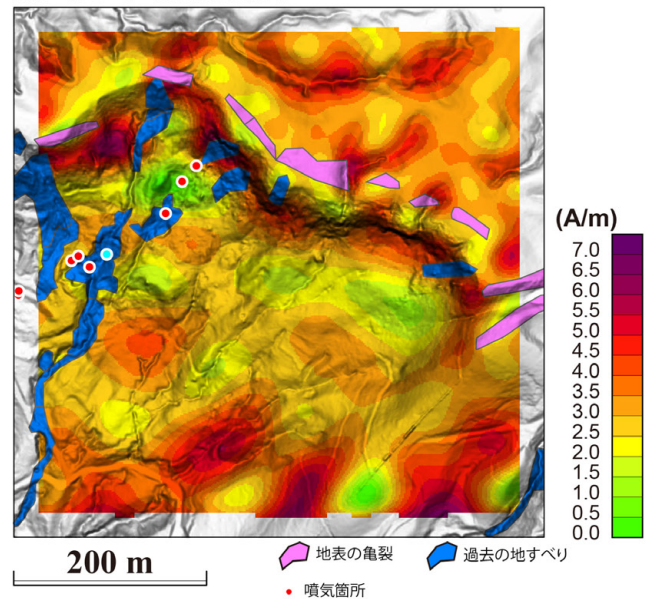


第3図 観測された磁気異常(全磁力異常図)。図中の黒線はドローンによる格子状の飛行経路を示す。暖色系のエリアが正の地磁気異常、寒色系のエリアが負の地磁気異常を表す。
※原論文の図を引用・改変したものを使用しています。

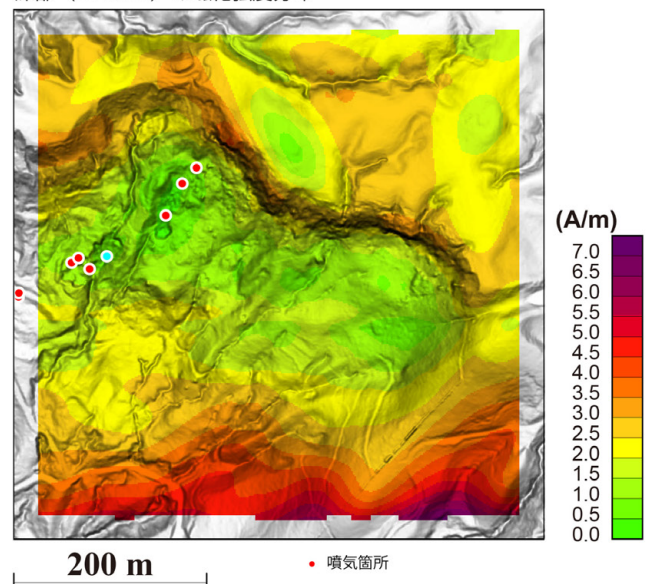


第4図 観測された地磁気異常に基づき解析された3次元的な地下の磁化強度分布。赤系の色は磁化強度が高く、緑系の色は磁化強度が低いことを示す。※原論文の図を引用・改変したものを使用しています。

浅部 (0-5 m) の磁化強度分布



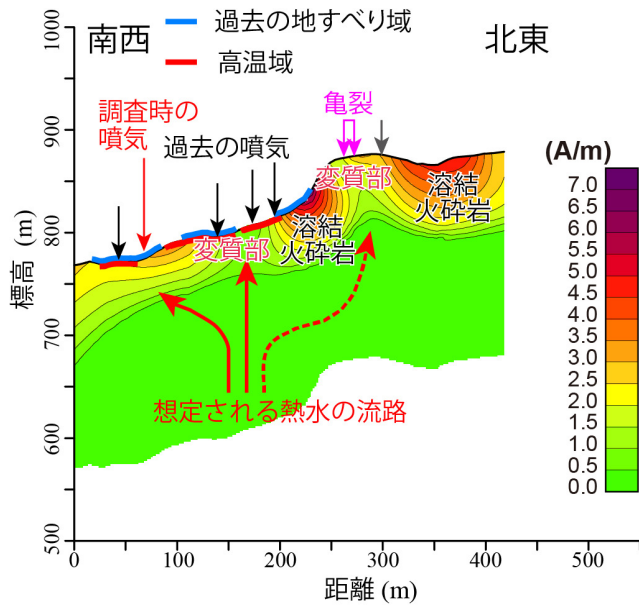
深部 (45-50 m) の磁化強度分布



第5図 地下の磁化強度分布の水平面図。第4図で示された3次元的な地下の磁化強度分布のうち、浅部 (0-5 m) および深部 (45-50 m) の水平断面図。

さらに、過去に発生した地すべり地形と磁化強度分布を比較した結果、過去の地すべりが、こうした低磁化領域の地表付近で発生していることが分かりました(第5図)。特に、溶結火砕岩からなる崖地形の縁辺部では、局所的な低磁化帯と地震に伴う地割れ・崩壊の発生位置が一致しており、地下に存在する変質部が斜面の不安定化に関与している可能性が示唆されました(第6図)。

従来、斜面災害の危険性評価は地形の急峻さなど、地表に現れた情報を中心に行われてきましたが、本研究は、地下の地質構造や熱水変質帯の分布といった「目に見えない



第6図 地下の磁化強度分布の断面図。第4図の3次元磁化強度分布図を、第3図の青線に沿って断面として表示。溶結火砕岩など変質していない岩体が分布する箇所は磁化強度が高いのに対し、過去の地すべりや亀裂がみられる箇所は磁化強度が低い。※原論文の図を引用・改変したものを使用しています。

要素」が災害発生に深く関わっていることを示すものです。また、ドローン空中磁気探査と3次元磁気インバージョン解析を組み合わせた本手法は、危険地帯に立ち入ることなく地下の脆弱部を把握できるため、火山地域や急傾斜地における斜面災害リスク評価の高度化に貢献すると期待されます。

5. 今後の予定

今後、本手法を他の火山地域や斜面災害多発地域に適用することで、国や自治体による防災・減災計画の立案や、重点的な監視・対策区域の選定など、実践的な防災施策検討の基礎データとして活用されることが期待されます。

また、今回実施された調査・解析手法は、斜面災害リスクの評価に限らず、地表からの調査が困難な状況において高解像度で地下の地質構造の把握が必要なさまざまな場面での活用が期待されます。例えば、山間部での橋やダム・トンネルなどの構造物の建設に関する地質調査や、鉱物資源の探査、天然水素などのエネルギー資源のポテンシャル評価への適用も期待されます。

文 献

- Okuma, S., Miyakawa, A., Yonekura, H., Sakaguchi, K., Hoshizumi, H., Abe, T., Kawabata, D., Miyachi, Y. and Matsushima, N. (2026) UAV-based magnetic survey for detecting hydrothermal alteration zones relevant to landslides: A case study at Aso Volcano, Japan. *Progress in Earth and Planetary Science*, **13**, 13.

MIYAKAWA Ayumu, OKUMA Shigeo, YONEKURA Hikari, SAKAGUCHI Keiichi, HOSHIZUMI Hideo, ABE Tomoya, KAWABATA Daisaku, MIYACHI Yoshinori and MATSUSHIMA Nobuo (2026) Landslide risk assessment using UAV-based magnetic surveys —High-resolution subsurface imaging technique in inaccessible areas from the ground—.

(受付：2026年4月17日)

2026 年第 1 四半期地質鉱物関連英文誌の話題 「米国とオーストラリアの鉱物資源」

高橋 裕平¹

1. まえがき

鉱物資源分野の情報源の一助となるよう、2026 年第 1 四半期に入手した米国とオーストラリアにおける公的地質研究機関の年次出版物と関連情報を紹介する。すなわち、米国の 2025 年開発状況、オーストラリアの 2024 年開発状況である。さらに、クリティカルミネラルの世界動向をまとめた Chung *et al.* (2025) を紹介する。

2. 鉱物資源概略

はじめに用語を整理しておく。

マイニングとプロセッシング

鉱物資源(特に金属資源)は、粗鉱、選鉱、製錬、素材、製造と段階をたどり経済に貢献する。鉱物学になじみがない方のため、これらの用語を略述する。「粗鉱」は鉱山で採掘した有用鉱物を含む岩石である。原鉱あるいは鉱石とも言う。「選鉱」は粗鉱から有用鉱物を集める工程である。選鉱の結果、有用鉱物が集まったものを「精鉱」という。「製錬」は精鉱の鉱物から有用成分をとりだす工程である。「精錬」は「製錬」より純度を高める工程である。「素材」はこのような加工を経たもので製造業に使われる。

これらを Chung *et al.* (2025) にしたがってマイニングとプロセッシングに区分する。粗鉱から選鉱を経て精鉱を得るまでがマイニング、製錬や精錬を経て製造業直前の素材を得るまでがプロセッシングである。

クリティカルミネラル

クリティカルミネラルは、現代のテクノロジーに必須だがサプライチェーン(供給網)に不安のある鉱物資源である。米国内の指針(例えば, Nassar and Fortier, 2021)などから次の 3 点にまとめられる (Chung *et al.*, 2025)。

- ・国の経済や安全保障上必須である。
- ・製造業に必須で、それが欠けると国の経済や安全保障に重大な結果をもたらす。
- ・サプライチェーンに不安がある。政治的リスク、突然

の需要増、紛争、強い不安材料、保護貿易主義の台頭で混乱に陥る。

3. 米国の 2025 年鉱物資源動向

米国地質調査所 (United States Geological Survey, 以下 USGS) では、毎年年初に前年の非燃料系鉱物資源生産状況を報告している。以下 2026 年版報告 (U.S. Geological Survey, 2026) に基づき、2025 年の米国の鉱物資源開発概況を紹介する。なお、本稿では桁数が多くなる数字には適宜漢数字を用いる。

米国の鉱物資源全般

鉱物資源がマイニングやプロセッシングの工程を経て製造業へ向かう流れを第 1 図に示した。鉱物資源分野の諸工程が経済の中で価値を生み出していることがわかる。

非燃料系鉱物資源のマイニング段階生産額(第 1 図の国内資源採掘)は、2025 年に 1120 億 US\$ で 2024 年 1060 億 US\$ から 6 % 増加した。輸入額を差し引いた鉱物資源原料輸出額(第 1 図の鉱物資源輸出)は、2024 年の 48 億 US\$ から 2025 年には 56 億 US\$ と増加している。

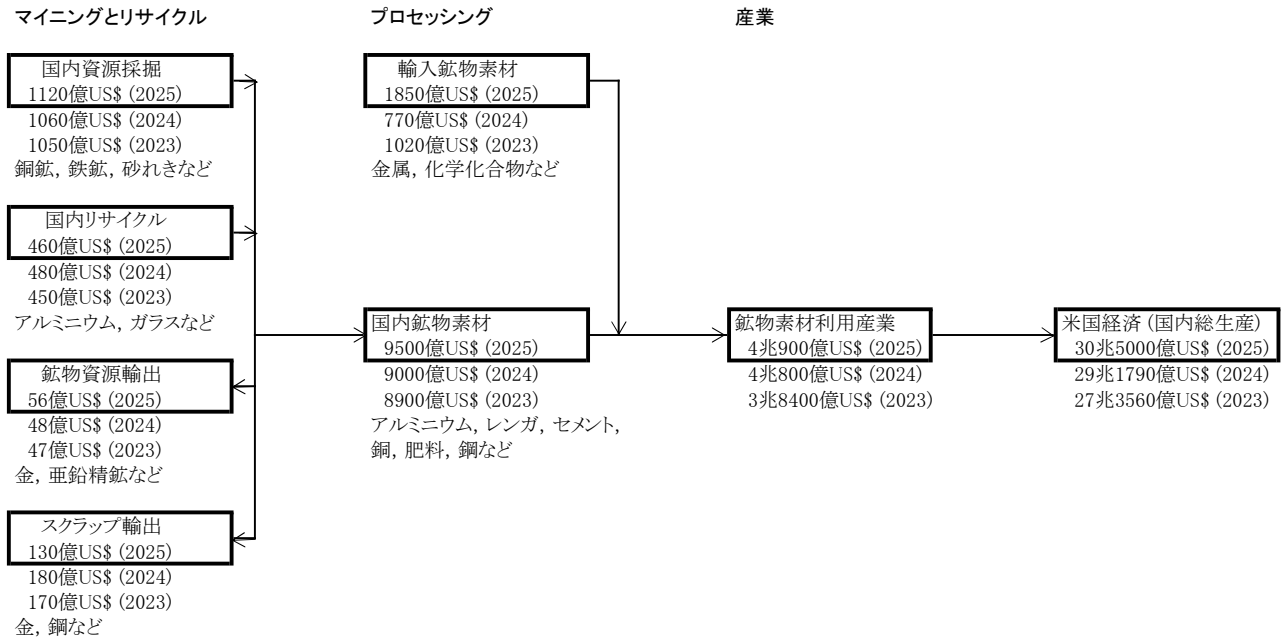
米国内のリサイクル分(第 1 図の国内リサイクル)は、2025 年 460 億 US\$ である。この米国内リサイクル回収分がマイニングの鉱物資源に加わり、プロセッシング段階の製錬工程で素材(第 1 図の国内鉱物素材)9500 億 US\$ となる。これに輸出分を減じた正味の輸入素材(第 1 図の輸入鉱物素材)1850 億 US\$ 分が加わる。

それらが製造分野に流れ、鉱物素材を使う工業製品(第 1 図の鉱物素材利用産業)から 2025 年に 4 兆 900 億 US\$ の価値を生む。2024 年 4 兆 800 億 US\$ とほぼ同じである。

2025 年の米国のクリティカルミネラルを第 1 表に示す。一例にすぎないが、ネオジウム(Neodymium)やサマリウム(Samarium)は永久(強力)磁石、コバルト(Cobalt)やリチウム(Lithium)はバッテリーに用途があることがわかる。クリティカルミネラルのうち、100 % 輸入に依存するものは、13 ある。第 1 表中でそれらに * 印をつけた。

¹ 元産総研 東北産学官連携センター

キーワード：米国, オーストラリア, 鉱物資源, クリティカルミネラル, マイニング, プロセッシング



第1図 米国における鉱物資源開発の流れ. U.S. Geological Survey (2026) のFigure 1に基づく.
U.S. Geological Survey (2024, 2025) のデータを加えた.

第1表 米国の2025年クリティカルミネラル一覧. U.S. Geological Survey (2026) のTable 6に基づく.
星印(*)のミネラルを米国は100%輸入に依存している.

クリティカルミネラル	用途例	クリティカルミネラル	用途例
アルミニウム(Aluminum)	金属加工, サッシ	原料炭(Metallurgical coal)	鉄鋼
アンチモン(Antimony)	難燃性材料	ネオジウム(Neodymium)	永久磁石, 触媒
ヒ素(Arsenic*)	農薬, 半導体	ニッケル(Nickel)	金属加工, バッテリー
重晶石(バライト, Barite)	ボーリング潤滑剤, 医療	ニオブ(Niobium*)	超合金
ベリリウム(Beryllium)	宇宙産業	パラジウム(Palladium)	触媒コンバーター
ビスマス(蒼鉛, Bismuth)	医療	リン酸塩(Phosphate)	肥料
ホウ素(Boron)	原子力, 金属加工	白金(プラチナ, Platinum)	触媒コンバーター, 宇宙船用合金
セリウム(Cerium)	触媒コンバーター, セラミックス	カリウム(Potash)	肥料
セシウム(Cesium*)	GPS原子時計	ブラセオジウム(Praseodymium)	永久磁石, 宇宙船用合金
クロミウム(クロム, Chromium)	ステンレス, 金属加工	レニウム(Rhenium)	ジェットエンジン, ガスタービン
コバルト(Cobalt)	バッテリー, 金属加工	ロジウム(Rhodium)	触媒コンバーター
銅(Copper)	電気・電子製品	ルビジウム(Rubidium*)	GPS原子時計
ジスプロシウム(Dysprosium)	永久磁石, レーザー	ルテニウム(Ruthenium)	触媒, コンピューターチップ
エルビウム(Erbium)	ガラス着色, レーザー	サマリウム(Samarium)	永久磁石, がん治療
ユーロビウム(Europium)	原子力制御棒	スカンジウム(Scandium*)	セラミックス, 金属加工
蛍石(Fluorspar*)	化学工業, セメント	ケイ素(Silicon)	電子工学
ガドリニウム(Gadolinium)	永久磁石, 金属加工	銀(Silver)	電子回路, 太陽電池
ガリウム(Gallium*)	集積回路	タンタル(Tantalum*)	コンデンサー, 金属加工
ゲルマニウム(Germanium)	半導体	テルル(Tellurium)	太陽電池, 金属加工
グラファイト(石墨, 黒鉛, Graphite*)	バッテリー, 潤滑剤	テルビウム(Terbium)	永久磁石, レーザー
ハフニウム(Hafnium)	セラミックス, 半導体	ツリウム(Thulium)	レーザー, 金属加工
ホルミウム(Holmium)	永久磁石, セラミックス	スズ(錫, Tin)	金属加工
インジウム(Indium*)	液晶パネル	チタン(チタニウム, Titanium*)	金属加工, 着色剤
イリジウム(Iridium)	化学触媒	タングステン(Tungsten)	金属加工
ランタン(Lanthanum)	バッテリー, セラミックス	ウラン(ウラニウム, Uranium)	核燃料
鉛(Lead)	バッテリー, 弾薬	バナジウム(Vanadium)	バッテリー, 触媒
リチウム(Lithium)	バッテリー	イッテルビウム(Ytterbium)	触媒, レーザー
ルテチウム(Lutetium)	がん治療, 電子製品	イットリウム(Yttrium*)	触媒, セラミックス
マグネシウム(Magnesium)	金属加工, 合金	亜鉛(Zinc)	コーティング
マンガン(Manganese*)	金属加工, バッテリー	ジルコニウム(Zirconium)	セラミックス

非燃料系鉱物資源のうち、金属資源生産額は、2025 年 381 億 US\$ で 2024 年に比べ 13 % 増加している。金属資源生産額内訳は、金 (43 %)、銅 (29 %)、鉄鉱 (9 %)、亜鉛 (6 %)、モリブデン (5 %) である。非金属資源生産額は、2025 年 737 億 US\$ で 2024 年に比して 2 % 増加している。内訳は、砕石 (36 %)、セメント (18 %)、建設用砂礫 (17 %)、工業用砂礫 (6 %) である。

2025 年に米国国内生産額 10 億 US\$ 以上の鉱物資源は 14 種ある。額の大きな順から、砕石、金、建設用砂礫、セメント、銅、工業用砂礫、石灰、鉄鉱、塩、亜鉛、モリブデン、リン酸塩、ソーダ灰、銀である。

2025 年の州単位での鉱物資源生産額は、9 州が 30 億 US\$ 以上、15 億 US\$ 以上ではさらに 14 州が加わる。生産額上位 10 州は、額の大きな順から、ネバダ、アリゾナ、テキサス、アラスカ、カリフォルニア、フロリダ、ユタ、ミズーリ、ミネソタ、ミシガンである。

鉱物資源各論

U.S. Geological Survey (2026) では、米国の非燃料系鉱物資源 89 種についてそれぞれ 2 ページをあて、2025 年の国内生産状況、用途、5 年間の生産や価格の推移、リサイクル状況、輸出入先、代替物を記している。これらのうち、ここではベースメタルの代表である銅、日本が主要産出国であるヨウ素、そして、最近ますます注目されている希土類元素を紹介する。

(1) 銅 (Copper)

米国内開発と用途：米国鉱山の 2025 年銅生産 (マイニング) 量は、2024 年のそれより 5 % 減り、100 万 t と見込まれる。銅価格が上がったため、生産額は 110 億 US\$ で、2024 年の 100 億 US\$ より 10 % 増加している。アリゾナが国内生産の 70 % を占めている。そのほかの州は、アラスカ、ミシガン、ミズーリ、モンタナ、ネバダ、ニューメキシコ、ユタである。鉱山の数 は 26 あり、そのうち 17 鉱山で米国内生産量の 99 % となる。銅と銅合金の用途と割合は、建設 42 %、電気・電子製品 23 %、交通インフラ 18 %、一般消費材 10 %、工業用機械 7 % である。

市場動向：銅の国際価格 (ロンドン金属取引所価格) 年平均は、4.4 US\$/lb (pound)、すなわち 9700 US\$/t である。

リサイクル：スクラップのほか、さまざまな工程から銅を回収している。回収銅総量は、米国内銅供給量の 30 % を占める。

輸入：米国は銅産出国であるが、国内分だけでは需要を満たさず銅輸入国でもある。2021 年から 2024 年の内訳別に輸入国を列挙する。転炉処理後のプリスター銅や電解精錬用銅アノードの輸入国は、フィンランド 88 %、マレー

シア 3 %、英国 3 %、その他の国が 6 % である。製錬過程の溶融硫化物のマットや灰の輸入国は、カナダ 52 %、ベルギー 24 %、日本 9 %、スペイン 6 %、その他の国 9 %、粗鉱や精鉱では、カナダ 99 % 以上、その他の国 1 % 未満、スクラップが、カナダ 45 %、メキシコ 43 %、その他の国 12 %、製錬銅では、チリ 68 %、カナダ 16 %、ペルー 7 %、メキシコ 6 %、その他の国 3 % である。

米国内動向：2025 年は、選鉱機材の不調や複数の鉱山での品位低下があった。製錬銅は、2 つの製錬施設が計画的なメンテナンスのため 2024 年に比べて 9 % 減少した。9 月時点でアリゾナでは新しい鉱山が生産を始めている。ジョージアで新しい製錬施設が、ケンタッキーで新しい精錬施設が操業を始めている。

世界の生産量と埋蔵量：2025 年世界の銅鉱山からの生産量は 2300 万 t と見込まれる。そのうち主要な生産国とその生産量は、チリ 530 万 t、コンゴ民主共和国 320 万 t、ペルー 270 万 t、中国 180 万 t、ロシア 130 万 t、米国 100 万 t である。埋蔵量は、チリ、オーストラリア、ペルーが多い。2025 年の世界の精錬銅生産量は 2900 万 t である。そのうち、中国が 1400 万 t、コンゴ民主共和国 280 万 t、チリ 170 万 t、日本 140 万 t、ロシア 95 万 t、米国 85 万 t である。

世界の鉱物資源量：2015 年に USGS が行った試算で、過去の採掘量 6 億 t に未採掘量を加えた確認資源量は 21 億 t、今後発見が期待できる鉱床から 35 億 t が見込まれている。

銅の代替物：自動車のラジエーター、冷却チューブ、電機、電線でアルミニウムが銅の代用となる。電気通信では光ファイバーが、排水管など各種パイプではプラスチックが、それぞれ銅を代替する。熱交換器ではチタンや鋼が銅の代用となる。

(2) ヨウ素 (Iodine)

米国内の開発と用途：2025 年、米国ではオクラホマの 3 社がヨウ素を生産している。企業の情報秘匿で米国の産出量は未公表であるが、2024 年より減少したと推定できる。米国輸入分のヨウ素平均価格は 68 US\$/kg で、2024 年から 10 % 上昇している。ヨウ素原料と無機ヨウ素化合物が米国内消費の 75 %、有機ヨウ素化合物が 25 % を占めている。世界的には、X 線造影剤、液晶ディスプレイスクリーン、薬品調合、ヨードホルム、動物飼料、ふっ素化合物の順に用途がある。そのほか、殺生物剤、食品サプリメント、ナイロンに使われる。

リサイクル：少量がリサイクルされている。

輸入先 (2021-2024)：米国のヨウ素輸入先は、チリ 88 %、

日本 11 %, その他 1 % である。

市場動向: 2025 年初めの 10 ヶ月の引き渡し価格平均は 73 US\$/kg で、2024 年平均 70.24 US\$/kg の 4 % 増である。米国内企業が 2025 年に 8 番目のヨウ素生産プラントを増設した。この結果、当該企業の年間生産量は 2025 年前半 6 ヶ月には前年同時期より 11 % 増加した。

世界の生産と埋蔵量: 生産国は、多い順からチリ、日本、米国である。米国を除く世界の生産量では、チリが 3 分の 2 を占めている。主要な生産国のうち、チリでは硝酸塩鉱山からヨウ素を産し、日本では石油やガス田から産し、オクラホマ北西部ではヨウ素に富むかん水井戸から産する。U.S. Geological Survey (2026) によると、世界の総埋蔵量は 630 万 t 以上である。日本の埋蔵量は 490 万 t、チリのそれは 75 万 t である。

(3) 希土類元素 (酸化物, rare-earth-oxide)

米国内の開発と用途: 希土類酸化物の形で 51000 t が生産され、2 億 4000 万 US\$ となる。カリフォルニアのマウンテンパス鉱山ではバストネス石を産出する。米国南東部では、モナズ石が重鉱物砂鉱床から産出する。2025 年に米国が輸入した希土類元素 (化合物と金属) 量は 2024 年の 169 % であるが、輸入額は 1 億 6500 万 US\$ で、2024 年の 1 億 6800 万 US\$ からわずかに減少している。低価格の希土類元素にシフトしていることによる。

希土類元素の米国内の主な用途は触媒である。米国ではかなりの量の希土類元素を永久磁石として輸入している。そのほかの用途は、バッテリー、セラミックスとガラス、金属への添加や合金、研磨である。重希土類元素ではポータブル X 線など医療や科学機器に用途がある。希土類元素のリサイクルは、バッテリー、永久磁石、蛍光灯で行われている。

市場動向: 2025 年の平均価格上位は、テルビウム酸化物 1010 US\$/kg、ルテチウム酸化物 888 US\$/kg、ジスプロシウム酸化物 239 US\$/kg、プラセオジム酸化物 74 US\$/kg、ネオジム酸化物 73 US\$/kg、などである。価格は概して 2024 年から上昇している。2021 年から 2024 年の米国の希土類 (化合物と金属) 輸入先と割合は、中国 71 %, マレーシア 13 %, 日本 5 %, エストニア 5 %, その他 6 % である。マレーシア、エストニア、日本から輸入した希土類化合物と金属は、それらの国がオーストラリア、中国、その他の国々で生産された精鉱や中間化合物を加工したものである。

世界の生産と埋蔵量: 2025 年の世界の産出量は、希土類元素酸化物 39 万 t で、2024 年に比して 1 万 t 増えている。世界市場では中国が相変わらず優勢で 27 万 t であ

る。世界の埋蔵量は 8500 万 t 以上と推定され、その主な内訳は、中国が 4400 万 t、ブラジルが 2100 万 t、オーストラリアが 630 万 t、ロシアが 380 万 t、ベトナムが 350 万 t である。インドは、2024 年に埋蔵量が 690 万 t と記されていた (U.S. Geological Survey, 2025) が、2025 年には埋蔵量が記されていない。その一方、2025 年になってグリーンランドの名前が出てきた (U.S. Geological Survey, 2026)。生産はないが、埋蔵量は 150 万 t である。

まとめと補足

鉱物資源開発は、マイニングやプロセッシングの諸段階で米国経済に貢献している (第 1 図)。銅の生産量は 2024 年より減少しているが、銅価格の上昇で生産額は増えている。

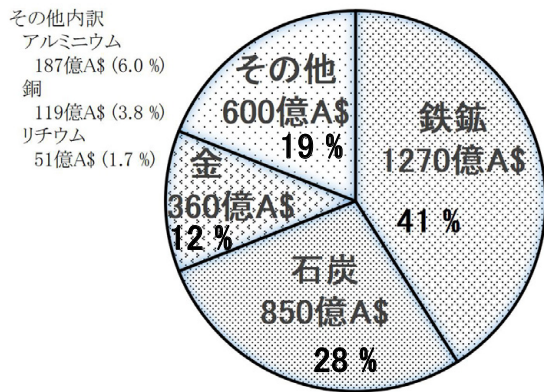
希土類元素の生産量は世界的に中国の割合が依然大きい。年々その割合が小さくなっている。米国が希土類元素生産を再開したのは 2012 年でバストネス石精鉱 7000 t を生産した。この年、中国の希土類元素生産は世界の 86 % を占めていた (U.S. Geological Survey, 2013)。2025 年に米国の生産量は精鉱 51000 t となった。中国の世界に占める割合は 69 % である。

4. オーストラリアの 2024 年鉱物資源動向

ジオサイエンスオーストラリア (Geoscience Australia, 以下 GA) は、オーストラリアの石炭を含む鉱物資源概況を年単位で報告している。2026 年の報告 (Hughes *et al.*, 2026) は、2024 年末で確定した 2024 年の資源統計である。前出の U.S. Geological Survey (2026) は、年頭出版で見込みを含んだ 2025 年の統計である。GA (Hughes *et al.*, 2026) は、先行する USGS の鉱物資源統計情報 (Mineral commodity summaries など) を世界ランキングなどの記述に活用している。

鉱物資源全般

オーストラリアは鉱業分野で世界をけん引し、現在の経済活動に必要な鉱物資源を世界へ供給している。オーストラリアの 2024 年鉱業分野 (石油を除く) の輸出は 3079 億 A\$ で、2023 年 3430 億 A\$ の 10 % 減である。GDP に占める割合は 2023 年 13 % から 2024 年 11 % と減った。2024 年、鉄鉱輸出額は 1270 億 A\$, 石炭輸出額は 850 億 A\$ でともに 2023 年から減少した。しかし依然として鉄鉱と石炭はオーストラリアの鉱物資源輸出額で 7 割を占める。世界経済の不安から金の輸出額が 2023 年 280 億 A\$ から 2024 年 360 億 A\$ に増えた。オーストラリアの鉱物資源輸出の状況を第 2 図に示す。



第2図 オーストラリアの2024年鉱物資源輸出額. Hughes *et al.* (2026) のvi中の図に基づく。百分率は石炭を含めた鉱物資源輸出額全体に占める割合。

鉱物資源生産量

オーストラリアでは、クリティカルミネラルに準じる重要な鉱物をストラテジックマテリアルとしている。

クリティカルミネラル：アンチモン、コバルト、蛍石、グラファイト、高純度アルミナ鉱、リチウム、タンタル、ニオブ、マグネサイト、マンガン鉱、チタン鉄鉱、ルチル、ジルコン、モリブデン、ニッケル、白金族元素、希土類元素、スカンジウム、タングステン、バナジウム。

ストラテジックマテリアル：ボーキサイト、銅、亜鉛、リン酸塩、スズ。

このクリティカルミネラルとストラテジックマテリアルの中の8資源に2024年生産量増加がある。タングステンが92%増えた。タスマニアの鉱山が2023年に30年ぶりに再開したことによる。ニューサウスウェールズの銅金鉱山でパイプロダクトのモリブデンが59%増えた。そのほか、タンタルが26%、リチウムが14%、スズが14%、白金族元素が12%、ルチルが10%、希土類元素が7%増えた。

生産量を大幅に減らした鉱物資源は、ニッケルで34%減である。インドネシアからの供給(輸入)過多による。マンガンは34%減でサイクロン災害による。アンチモンは32%減で、ビクトリアの鉱山の生産量減少による。

資源量と生産量の世界ランキング

GAでは資源量として経済的実証資源(Economic Demonstrated Resources; EDR)を重視している。資源量(EDR)とは、長期的に経済性が合理的に見込まれる資源の量のこと、商業ベースのその時点での採算品位に基づく埋蔵量と異なる。世界ランキングは上記したようにUSGSの鉱物資源統計情報を利用している。

オーストラリアの資源量(EDR)は、金、チタン鉄鉱、鉄

鉱、鉛、ルチル、ウラン、バナジウム、亜鉛、ジルコンが2024年に世界第1位である。チタン鉄鉱の資源量は、2023年には世界第2位であったが、中国の退潮で2024年に第1位となった。そのほか14の鉱物資源が世界第5位以内に位置している。ボーキサイト、ブラックコール、ブラウンコール、コバルト、銅、グラファイト、リチウム、マグネサイト、マンガン鉱、ニッケル、希土類元素、銀、スズ、タングステンである。

オーストラリアの生産量は、鉄鉱、ルチル、リチウムが世界第1位である。ボーキサイト、鉛、ジルコンが第2位、金、マンガン鉱、希土類元素、亜鉛が第3位、コバルト、チタン鉄鉱、ウランが第4位、ブラックコールが第5位である。

探鉱活動

探鉱は毎年増えて2023年にこれまでの最高額となった。2024年に探鉱額は39億4900万A\$で、2023年の42億6100万A\$から7%減った。

グリーンフィールド(本格的な開発が行われていない地域)で、2023年の13億3800万A\$から2024年には11億2600万A\$と16%減った。試錐延長は、2023年300万mから2024年246万mと18%減である。ブラウンフィールド(開発が行われているか、かつて開発が行われた地域)では、探鉱額が2023年29億2200万A\$から2024年28億2300万A\$と3%減った。試錐延長は、2023年782万mから2024年713万mと9%減った。軒並み探鉱額が減る中、鉄鉱、ウラン、石炭は、この10年間で最も大きな探鉱額であった。例えば、鉄鉱は11%増の7億7000万A\$である。

州単位の探鉱活動額減少は、ビクトリアが前年比30%減の1億500万A\$、ノーザンテリトリーが23%減の1億7600万A\$、ニューサウスウェールズが22%減の2億8000万A\$である。オーストラリア国内探鉱額上位3州の割合は、西オーストラリアが64%、クィーンズランドが14%、ニューサウスウェールズが7%である。

鉱物資源各論

GA (Hughes *et al.*, 2026) は、以上の解説に引き続き、鉱物資源ごとに稼行鉱山数、生産量、輸出額、世界ランキング、主要な用途を簡潔に記している。鉱床位置は、オーストラリア全土の地質概略図上に規模の違いがわかるよう記されている。例として、銅、リチウム、希土類元素を見てみる。

銅：生産量は75万t、世界第8位で世界の3%である。鉱床は各州に多数あり、それらのうち24鉱山が稼行している。輸出総額は119億A\$で、前年(2023年)より2%

増えた。

リチウム：生産量は 10 万 8000 t、世界 1 位で世界の 43 % を占める。8 鉱山が稼行し、そのうちの 7 鉱山が西オーストラリア、1 鉱山がノーザンテリトリーにある。輸出総額は 50 億 9500 万 A\$ で、前年(2023 年)より 73 % 減である。

希土類元素：生産量は酸化物として 31000 t である。世界で 3 番の生産量で世界生産の 8 % を占める。鉱床は各州にある。西オーストラリアの 2 鉱山が稼行している。

まとめ

オーストラリアは鉱業分野で世界をけん引し、鉱物資源を世界へ供給している。鉄鉱と石炭がオーストラリアの鉱物資源輸出額で 7 割を占める(第 2 図)。オーストラリアの資源量(EDR)は、金、チタン鉄鉱、鉄鉱、鉛、ルチル、ウラン、バナジウム、亜鉛、ジルコンが世界第 1 位、生産量では、鉄鉱、ルチル、リチウムが世界第 1 位である。2024 年の鉱物資源輸出額と探鉱額は、2023 年に比べてそれぞれ 10 %、7 % 減少した。試錐延長も減少した。

5. クリティカルミネラル開発の世界動向, 2023 年

上記の U.S. Geological Survey (2026) や GA (Hughes *et al.*, 2026) で言及したようにクリティカルミネラルが注目されている。世界の動向を知る上で有効な調査研究を 2025 年出版物から紹介する。

Chung *et al.* (2025) は、U.S. Geological Survey (2025) を利用し、2023 年のクリティカルミネラルについてマイニングとプロセッシングそれぞれが世界で 5 % 以上扱う国を整理した。これで各国の強味と弱みを知ることができる。

マイニング量では 29 のクリティカルミネラルからまとめた。中国には 18 のクリティカルミネラルがあり際立つ。続いて南アフリカ(10)、オーストラリア(8)、ロシア(8)、米国(8)、ブラジル(7)である。18 のクリティカルミネラルについてプロセッシング量が世界で 5 % 以上を占める国は、ここでも中国に 14 あり、際立つ。続いて日本(7)、ロシア(6)、カナダ(4)、韓国(4)である。

オーストラリア、ブラジル、チリ、コンゴ民主共和国、ペルー、南アフリカ、米国などマイニングで大きな割合を持つ国は、プロセッシングの割合が小さい。例外的に中国はマイニングの割合が大きく、かつプロセッシングの割合も大きい。

日本と韓国にはマイニングが世界で 5 % を占めるクリティカルミネラルはないが、プロセッシングで大きな役割を果たしている。マイニング割合が大きな国の多くはプロ

セッシング設備に限られるため、マイニングで得た鉱物資源の多くを主に中国、日本、韓国へ輸出している。

このことは世界貿易統計に表れている。粗鉱と精鉱の輸出国の 1 位は、オーストラリアで世界の 33 % である。以下、ブラジル(11%)、チリとペルー(それぞれともに 9 %)、南アフリカ(5 %)である。輸入国は、中国(64 %)、日本(7 %)、韓国(5 %)である。

中国では、プロセッシングの割合がマイニングの割合より大きいことがある。例えば、アルミニウム生産はマイニング段階が世界の 21 % であるが、プロセッシング段階で 59 % となる。ロシアではマイニングとプロセッシングで違いが少ない。国内で採掘された鉱物資源の多くが国内でプロセッシングとなる。

6. あとがき

本稿は当初 2025 年出版資料だけで準備していた。その執筆段階で 2026 年版が出版され、米国の新たなクリティカルミネラルが公表された。本稿の内容の性質上、少しでも新しい情報を提供する必要があると考え、2026 年版で急遽まとめた。

本稿の投稿について、GSJ 地質ニュース編集委員会から便宜を図っていただきました。筑波大学の興野 純先生から文章の構成や表現についてご助言をいただきました。ここに謝意を表します。

文 献

- Chung, J., Xun, S. and Textoris, S. D. (2025) Global maps of critical mineral production in 2023. *U.S. Geological Survey Fact Sheet*, 2025–3038, U.S. Geological Survey, 5p., <https://pubs.usgs.gov/fs/2025/3038/fs20253038.pdf> (閲覧日：2026 年 5 月 21 日)
- Hughes, A., Britt, A., Pheaney, J., Kucka, C., Morfiadakis, A., Munns, C., Senior, A., Cross, A. and Thorne, J. (2026) *Australia's Identified Mineral Resources 2025*. Geoscience Australia, Canberra, 74p., <https://www.ga.gov.au/aimr2025> (閲覧日：2026 年 5 月 21 日)
- Nassar, N. T. and Fortier, S. M. (2021) Methodology and technical input for the 2021 review and revision of the U.S. Critical Mineral List. *U.S. Geological Survey Open-File Report*, 2021–1045, 31p., doi:10.3133/ofr20211045.
- U.S. Geological Survey (2013) Mineral commodity

summaries 2013. U.S. Geological Survey, 198p.,
[https://apps.usgs.gov/minerals-information-archives/
mcs/mcs2013.pdf](https://apps.usgs.gov/minerals-information-archives/mcs/mcs2013.pdf) (閲覧日：2026 年 5 月 21 日)

U.S. Geological Survey (2024) Mineral commodity
summaries 2024. U.S. Geological Survey, 212p.,
doi:10.3133/mcs2024.

U.S. Geological Survey (2025) Mineral commodity
summaries 2025. U.S. Geological Survey, 212p.,
doi:10.3133/mcs2025.

U.S. Geological Survey (2026) Mineral commodity
summaries 2026. U.S. Geological Survey, 222p.,
doi:10.3133/mcs2026.

TAKAHASHI Yuhei (2026) English reports in first three
months of 2026, with special reference to mineral re-
sources in USA and Australia.

(受付：2026 年 3 月 18 日)

愛知県瀬戸地区の窯業原料資源の成因に関する考察 —その3・「青さば」の性質と利用について考える—

高木 哲一^{1,2}・須藤 定久²

これまで愛知県瀬戸地区の窯業原料について、その1・その多様性を考える(須藤ほか, 2023)、その2・「シラワキ」を中心に(高木・須藤, 2026)を報告してきました。本報では、その3として「青さば」の性質と利用、を取り上げます。

1. 「青さば」との出会い

2015年春、名古屋市の中部経済産業局から、一通の郵便物がつくばの産総研に届きました。中には、「瀬戸に青さばと言う未利用の粘土があり、これを窯業原料として使用できるようにできないかと、地元でも注目されだしたようなので、産総研で支援してもらえないか」と言う手紙と握りこぶし大の風化した花崗岩の塊が入っていました。これが私達と、青さばの最初の出会いでした(さばとは、風化花崗岩の中部地方での呼称です)。

早速、試料を水^{すいひ}簸して粘土分を集めて熱分析試験を行ってみました。「焼成色は淡褐色で、白磁は無理だが、陶器やタイルなどへの利用は可能」と言う結果でした。まず、詳しく現地を見てみよう、今回の一連の研究が始まったのです。

2. 「青さば」とは?

送付されてきた青さばは、瀬戸市の丸^{まるふじ}藤鉦山産のもの聞き、まずここを訪ねてみることにしました。東西に延びた鉦山敷地の東端の崖で、青みの弱い青さばが砂礫層に覆われて露出しているのが観察されました(写真1)。砂礫層の上位には珪砂層や粘土層が重なっています。また、この付近の砂礫層からは、大型の石英結晶(長径~50cm)が多数掘り出されたとのことです(中山ほか, 1997)。おそらくかつての小河川の流路であったようです。

重機で青さばを掘り下げた穴を覗いてみると、下方では青みが増していくようです(写真2左)。採掘場南西部では、至るところに青みの強い青さばが分布しているとのことでした。

採掘場北側の崖を見ると、黄褐色の風化花崗岩が露出しており、「黄さば」(写真2右)と呼ばれているとのことでした。さばは、瀬戸地区の随所に見られ、その色を冠して呼ばれており、青さば・黄さばのほか、白さば・赤さば・黒さばなどが知られているようです。



写真1 砂礫層の下位に賦存する青さば(丸藤鉦山)。

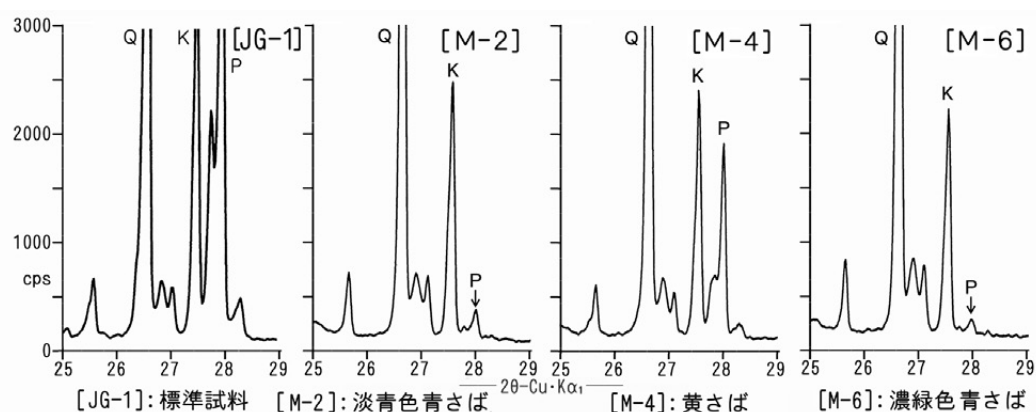
1 株式会社 AIST Solutions

2 元産総研 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: 青さば, 風化花崗岩, カオリン, 陶土層, 陶磁器原料, 瀬戸, 東濃



写真2 「青さば」(左)と「黄さば」(右)



第1図 丸藤鉱山産「さば」のX線回折パターン。Q=石英, K=カリ長石, P=斜長石。

3. 「さば」の産状と鉱物学的特徴

様々なさばがあるようですが、これらは花崗岩の組織を良く残しており、石英と長石の一部が残存、長石の大部分や雲母は粘土鉱物になり、鉄鉱物は分解して水酸化鉄などとなり、さばの色に大きな影響を与えているようです。

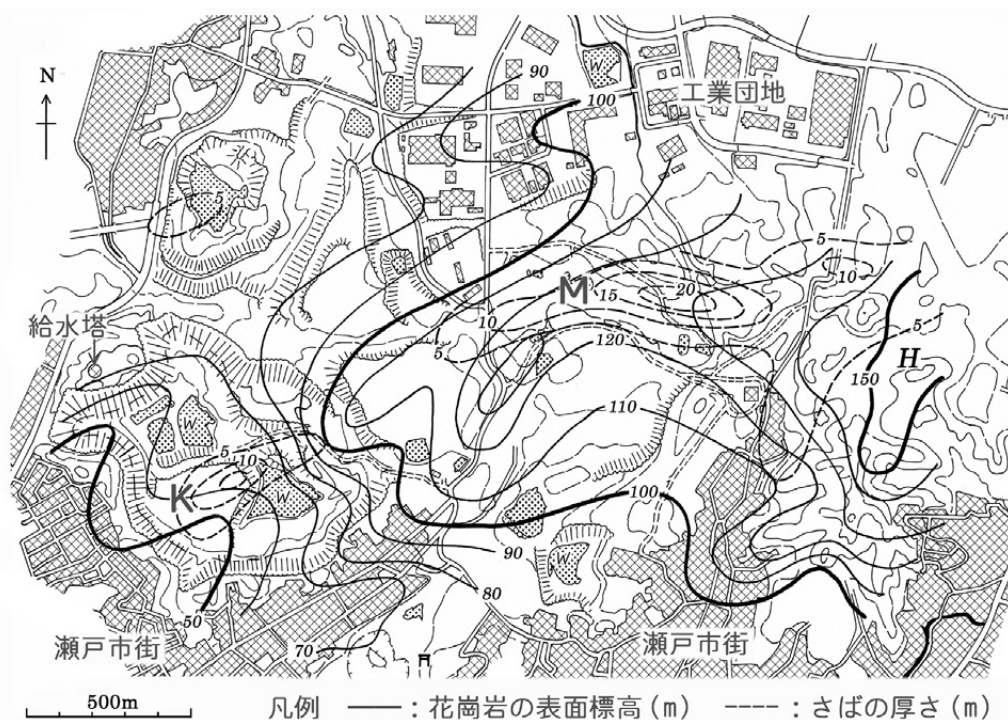
さばは珪砂や粘土層の下、基盤花崗岩の最上部にある状況が各所で観察されました。まずは丸藤鉱山で見られる7種のさばを粉碎し、X線回折試験を行い、鉱物組み合わせを調べてみました。

花崗岩の主要構成鉱物である石英(Q)・カリ長石(K)・斜長石(P)はX線(CuKα)回折パターン上の26-28°付近に主要ピークがあります。これらの強度を比較することによって、この3鉱物の大まかな量比が判定できます。第1図に地球化学標準試料JG-1(花崗岩)と丸藤鉱山産の青さば・黄さばのX線回折パターンの26-28°付近のピークを示しました。標準試料では26.6°付近に石英の、27.2°付近にカリ長石の、28°付近に斜長石のそれぞれ強いピークが見られます。これを参考に青さばの大まかな鉱物量比を推定して

みました。

丸藤鉱山産の青さば・黄さばの代表的試料、つまり、採掘場東部浅所の淡緑色の青さば(M-2)、採掘場北部の黄褐色の黄さば(M-4)、それに採掘場西部深所に産する濃緑色の青さば(M-6)のX線回折パターンを示しました。石英(Q)・カリ長石(K)・斜長石(P)の主ピークの強度を比較してみます。各試料とも強い石英のピークが見られ、石英は花崗岩とほぼ同じように存在しているようです。カリ長石のピークも各試料に見られますが、ピークの高さはやや低く、カリ長石は残存しているものの、一部は失われているものと推定されます。斜長石のピークはほとんど認められず、斜長石は粘土(カオリン)化して、失われているようです。ただ、黄さば(M-4)だけは、斜長石のピークが明瞭に認められます。

これらのX線回折パターンから、花崗岩は風化を受け、まず斜長石が粘土化、次にカリ長石の一部が粘土化したものと推定できるでしょう。そして、黄さばは青さばに比べて、風化が弱く、長石の一部が粘土化したものの、カリ長石と斜長石ともまだ残存しているようです。また、青さば



第2図 瀬戸地区の花崗岩の表面標高と「さば」の厚さ。丸藤鉱山(M)から珪組第3鉱山(K)への尾根状ののびに注意。H=花崗岩の高まり、W=池。

の色の濃さに注目すると、淡色の試料(M-2)も、濃色の試料(M-6)も、石英・長石の残存量つまり長石の粘土化の程度に大きな差はないようです。

4. 「青さば」はどこにあるのか？

丸藤鉱山では、比較的厚い青さばが存在していることは、地表調査でも試錐の結果からも確認されましたが、周辺でも同じように青さばの分布が見られるのでしょうか。周辺の鉱山の採掘場には、花崗岩の表面高度とさばの厚さが観察できる所がありますので、それらを測定し、第2図に示してみました。まず、花崗岩の表面標高は、地区東部に高い部分があり、そこから西へ、丸藤鉱山から珪砂組合第3鉱山へと花崗岩の高まりがのびていることがわかりました。そして、ほぼこれに沿うようにさばの厚い部分が存在していることがわかりました。この図を基に、青さばを含むさばの埋蔵鉱量を見積もったところ、およそ数百万トンと試算されました。

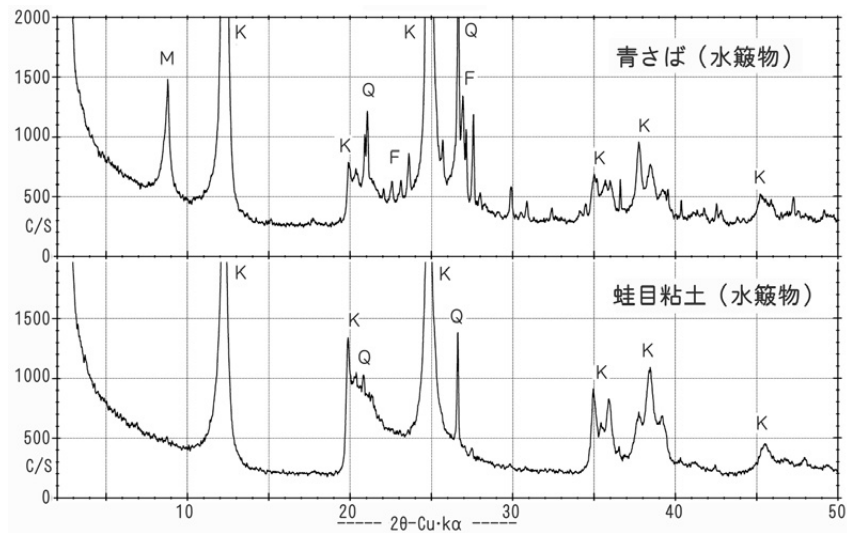
5. 「青さば」の水簾物

青さばは粘土分を多く含み、水簾物は一定の可塑性や耐火度を持つことから、現地では陶器やタイルの原料に使

うという試みが進行していました。プラントで工業的に水簾していただいた青さば(脱水ケーキ)は、依然として青味が強く、一般的な陶磁器原料である蛙目粘土がいろめと比べると、かなり鉄分が多そうです。両者のX線回折パターンを第3図に示します。この図から、蛙目粘土に比べて、水簾した青さばは雲母分が多く、鉄分が多い原因の一つが細粒の雲母にあることは確かなようです。さらに鉱物分析を進めたところ、粘土分であるカオリンにも3～7 wt.%の鉄分(酸化物換算)が含まれることがわかりました(Jige *et al.*, 2018)。青さばが持つ特徴的な青みは、主に鉄含有カオリンに由来すると思われます。磁力選鉱(強い磁石で鉱物を分離する技術)では、雲母分をある程度分離することはできますが(綱澤ほか, 2016)、カオリンに含まれる鉄分は除去できません。また、弱酸を使って鉄を溶出させる方法もありますが、高い処理コストがかかってしまいます。結局、青さばの水簾物は、鉄分が多い原料として、そのままの形で利用法を検討することになりました。

6. 「青さば」の陶磁器・タイル原料への利用

陶磁器を製造する方法には、空気中の酸素が存在する条件で焼く「酸化焼成」と、還元的ガス(一酸化炭素など)を混合して酸素に乏しい条件で焼く「還元焼成」があります。



第3図 蛙目粘土と青さば水簸物のX線回折パターン。M=雲母, K=カオリン, Q=石英, F=長石類。

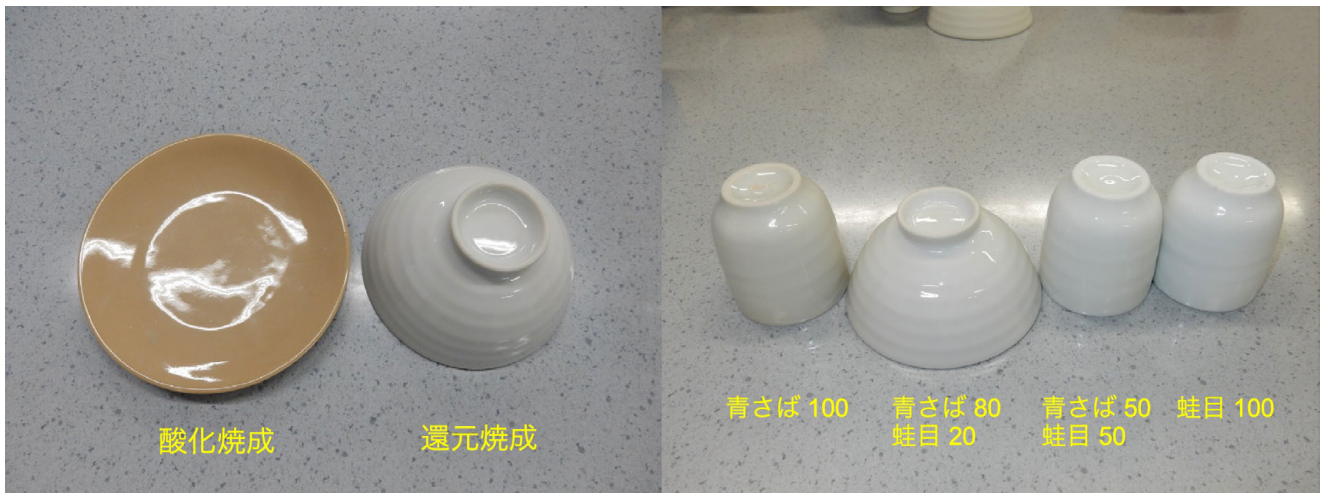


写真3 青さばを原料として試験的に作製した陶器。

青さばのように鉄が多く含まれる原料は、酸化焼成で陶器を作ると淡褐色となりますが、還元焼成の場合は灰色～灰黒色となります(写真3左)。そこで、セラミック原料メーカーにお願いして、還元焼成により、青さば100%、青さば80%+蛙目粘土20%、青さば50%+蛙目粘土50%、蛙目粘土100%の4種類の陶器を試験的に作っていただきました(写真3右)。こうして比べてみると、青さば単味ではやや黒っぽい色で商品になりにくいですが、青さばと蛙目粘土が半々であれば十分な白さがあると言えます。さらに陶器に描く絵柄を工夫することにより、青さばを混合した原料を用いても、商品価値のある陶器を製造できることがわかりました。

同じくタイルメーカーにお願いして、タイル生地原料

に青さばを混合する試験をしていただきました。その結果、通常の原料の数%程度まで青さばを混合しても製品の品質に影響がないことがわかりました。タイルは様々な色や模様を表面に施すため、原料の品質に一定の幅を持たせることができることが理由のようです。

7. まとめ

「青さば」は、青色～黄褐色の独特な色合いを呈する風化花崗岩の一種で、瀬戸地方に分布する珪砂層や蛙目粘土層(瀬戸陶土層)の下位に特徴的に発達します。長石類の粘土(カオリン)化が進み、水簸物は一定の可塑性や耐火度がありますが、鉄分が多く含まれることから、これまで利用

されてきませんでした。

瀬戸・東濃地方の良質な粘土資源は、近年急速に枯渇しつつあります(高木, 2024)。本研究では、青さばの陶器、タイル原料への活用を検討してきましたが、2018年、「本山風化」という商品名で、タイル原料への試験的な利用が開始されたという嬉しい知らせが、岐阜県窯業原料協同組合からありました。2026年現在も、少量ではありますが青さばの利用が継続されているようです。伝統ある瀬戸・東濃地方の陶磁器産業を守るために、青さばが、様々な工夫により代替原料として一層活用されることを期待したいと思います。

謝辞：本報告は、故須藤定久博士が生前に執筆された原稿を元に、高木が加筆・再構成したものです。本研究を進めるにあたり、合資会社丸藤鉱山、愛知県陶磁器工業協同組合、愛知県珪砂鉱業協同組合、岐阜県窯業原料協同組合、丸仙陶器原料株式会社、マルイクレイアンドセラミックス株式会社、有限会社 YMM の皆様および地圏資源環境研究部門の綱澤有輝氏、森本和也氏には、現地調査から各種試験まで、一方ならぬご支援を頂きました。ここに記して謝意を表します。

文 献

- Jige, M., Takagi, T., Takahashi, Y., Kurisu, M., Tsunazawa, Y., Morimoto, K., Hoshino, M. and Tsukimura, K. (2018) Fe-kaolinite in granite saprolite beneath sedimentary kaolin deposits: A mode of Fe substitution for Al in kaolinite. *American Mineralogist*, **103**, 1126–1135.
- 中山勝博・溝田智俊・久保健一(1997)河成層の基底部にみられる石英巨晶. 地質学雑誌, **103**, XXXVII–XXXVIII.
- 須藤定久・宮腰久美子・高木哲一(2023)愛知県瀬戸地区の窯業原料資源の成因に関する考察—その1・その多様性を考える—. GSJ 地質ニュース, **12**, 72–76.
- 高木哲一(2024)枯渇の危機にある国内窯業原料. セラミックス, **59**, 337–340.
- 高木哲一・須藤定久(2026)愛知県瀬戸地区の窯業原料資源の成因に関する考察—その2・「シラワキ」を中心に—. GSJ 地質ニュース, **15**, 286–290.
- 綱澤有輝・須藤定久・高木哲一(2016)乾式磁力選鉱および分級による粘土質風化花崗岩からの脱鉄の検討. 地質調査研究報告, **67**, 111–117.

TAKAGI Tetsuichi and SUDO Sadahisa (2026) Discussion on the genesis of kaolin deposits in the Seto district, Aichi Prefecture -Part 3, Considering the properties and utilization of "Aosaba".

(受付：2026年6月11日)

地質図ライブラリー連携展示 「地質調査所とドクトル・ナウマン」の開催報告

佐藤 努¹・常木 俊宏¹・比田 茜¹・佐田 朋子¹・小松原 琢¹・七山 太¹・二宮 芳樹¹・
御子柴 真澄¹・柳澤 教雄¹・森尻 理恵¹・都井 美穂¹

1. はじめに

ナウマンゾウにその名を残したナウマン博士は、明治初期に来日したドイツ人地質学者です。来日 150 年となる 2025 年は、日本地質学会や新潟県糸魚川市のフォッサマグナミュージアムなどでイベントが開催されました。地質標本館でも同年 10 月 15 日から翌年 2 月 1 日にかけて、企画展「ナウマンと地質調査所、そして地質図 —ナウマン来日 150 年記念—」が開催されました。この企画展では 5 枚のパネルと化石標本が展示され、ナウマン博士の生涯や博士が製作に関わった地質図、その後の地質図の発展、博士の名前がついた化石などが紹介されました。この企画展にあわせて、地質図ライブラリーでは 2025 年 12 月 2 日から翌年 1 月 30 日にかけて、連携展示「地質調査所とドクトル・ナウマン」を開催しました(第 1 図)。本報では、その様子を紹介いたします。

2. ナウマン博士の業績と展示資料

ナウマン博士は 1875 年に 20 歳で来日した後、1877 年に東京大学地質学科の初代教授に就任しました。その後、地質調査総合センターの前身である「地質調査所」の設立に尽力し、1882 年の地質調査所設立より 1885 年に離日するまでの 3 年間、技師長として地質調査所に勤務しています。この期間に調査が行われたナウマン博士筆頭の論文資料や地図類は、産総研つくば中央図書室に所蔵されており、その中から第 1 表に示す資料について展示を行いました。なお、展示を行った論文資料や地図類の多くは、デジタルアーカイブ GEOLIS (<https://gbank.gsj.jp/geolis/> 閲覧日: 2026 年 3 月 31 日)で閲覧することができます(第 1 表)。

写真 1 は展示の様子です。地図類はパネルに入れて壁に掲示し、論文資料はショーケースの中で展示を行いました(写真 2)。また、第 1 表の No. 1, No. 4-7, No. 9-10, No. 13 の資料については、説明文を作成しました。次章では、これらの説明文を用いて展示資料を紹介します。

3. 地図類と論文資料の説明

40 万分の 1 予察東北部地形図(第 1 表の No. 1)

ナウマン博士らが地質調査を行っていた時代には、まだ陸地測量部(国土地理院の前身)による全国規模の地形図は完成していませんでした。このため、ナウマン博士らは伊能忠敬らによって製作された地形図(伊能図)や、地質調査と同時に製作した地形図を基図として、地質を記載していききました(山田, 2008)。

本図は、予察地質図とともに出版されたほか、単独でも刊行されました。伊能図では、踏査ルートと目標とした山や島以外については位置や地形に関する情報が記されていませんでしたが、本図では全域の地形を 40 m 間隔の等高線で表記し、地形が概観できるように工夫されています。



第 1 図 展示ポスター。背景に 40 万分の 1 予察東北部地形図(Naumann et al., 1884)が使用されている。

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: ナウマン, 地質調査所, 地質図ライブラリー, 地形図, 論文資料



写真1 展示の様子。

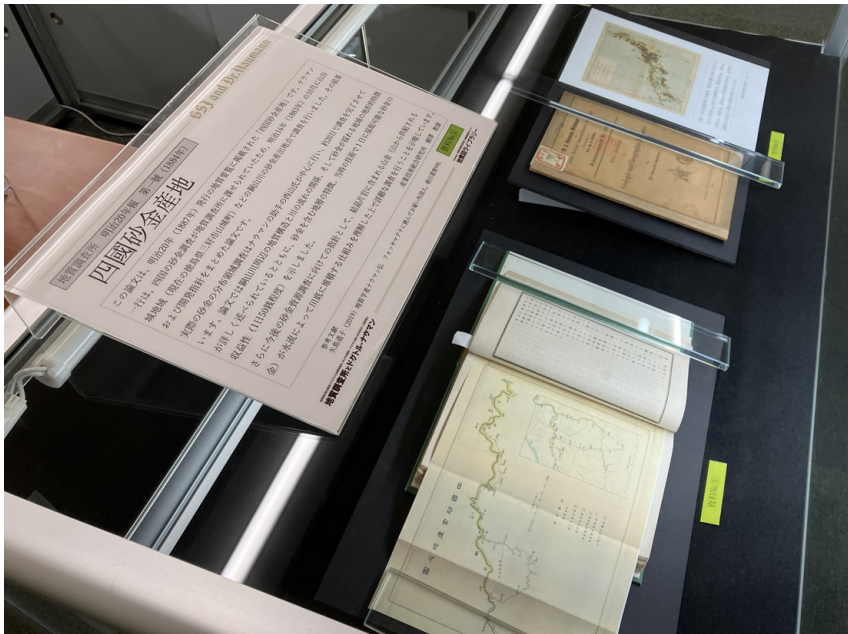


写真2 図書資料の展示の様子。
手前は四國砂金産地（ナウマン，1887）。

また、伊能図は緯線を直線で表記していましたが、この地形図では円錐図法的一种である「ボンヌ図法(修正フラムスチード法)」に従って緯線を曲線で表記していました。

本邦鑛山ノ弊害及其改良法按(第1表のNo.4)

明治15(1882)年発行の「地質調査所年報,地質之部」に掲載されたこの論文で、ナウマン博士は不適切な鉱山管理を指摘し、当時の方法では金属成分の損失が、暴掘により30%,洗選過程で28%,製錬過程で13%あり合計すると71%になると示しています(黒田,1982)。鉱山に滞在して調査を行ったところ、このうち全く再収できていない35%は日本の金銀銅鉛産出量の半数に相当すると言っています。そのため法律を作り、官が十分な技術と学力を有する

検察員を配置し、各鉱山で鉱石が適切な方法で取り扱われているか罰則を設けて検察をする法令をもとに鉱山を適切に管理し、従来の土地の状況に適した新しい方法で営業を行わせるべき、と提言しています。

青森縣下尾太銅山(第1表のNo.5)

ナウマン博士は、1881年5月～11月の期間、日本人助手らと共に東北地方の調査旅行を行い、その成果はのちに「予察東北部地質図」にまとめられました。旅行の途中、10月に青森県^{おっふ}尾太銅山に到着して、調査を行いました(山田,2008)。

尾太銅山は、青森県中津軽郡西目屋村にあった銅・鉛・亜鉛の鉱脈鉱床で、黄銅鉱・方鉛鉱・閃亜鉛鉱・黄鉄鉱・

第1表 展示リスト.

No.	展示資料	文献	GEOLIS閲覧
地図類			
1	Geological Survey of Japan Reconnaissance Map Topography. Division 1 (40万分の1予察東北部地形図)	Naumann <i>et al.</i> , 1884	○
論文資料			
2	Die Vulkaninsel Ooshima und ihre jüngste Eruption	Naumann, 1877	×
3	Ueber das Vorkommen der Kreideformation auf der Insel Yezo (Hokkaido)	Naumann, 1880	×
4	本邦鑛山ノ弊害及其改良法按	ナウマン, 1882a	○
5	青森縣下尾太銅山	ナウマン, 1882b	○
6	堺市街井水改良考按	ナウマン, 1884a	○
7	鹿児島縣下加世田村砂止改良按	ナウマン, 1884b	○
8	本邦所産煤炭及鐵	ナウマン, 1884c	○
9	本邦産粘板岩并効用	ナウマン, 1886	○
10	四國砂金産地	ナウマン, 1887	○
11	四國地質一斑	ナウマン, 1890a	×
12	四國地質一斑 (前々號之續)	ナウマン, 1890b	×
13	Skizze der Orographie von Japan. Neue Beiträge zur Geologie und Geographie Japans III	Naumann, 1893	○
14	日本地質の探究--ナウマン論文集--	ナウマン(山下 昇訳), 1996	×

菱マンガン鉱などを産しました(地学団体研究会新版地学事典編集委員会編, 1996)。

ナウマン博士は、この報告書で、尾太鉱山の位置と地形、地質、構成岩石、鉱脈の産状について詳しく述べています。また、坑内から産出する様々な鉱石や精洗過程で生じた泥や粒子などの銅・鉛・銀などの含有量を記述しています。さらに、鉱山の管理についても詳しく調査し、有用な金属を失うことなしに効率よく回収するための精洗法や精錬法について提言を行っています。また、鉱山設備や周辺の鉱山の開発についても提言を行っています。

堺市街井水改良考按(第1表のNo. 6)

明治13年ごろから大阪堺の井戸水に塩分が混ざりはじめ、酒造りに適さなくなったため、明治16年に調査を行って水質改善についての提言を行っています。この論文は日本における陸水学の始まりの一つとして評価されており(日本地学史編纂委員会・東京地学協会, 2006)、地質学にとどまらないナウマン博士の活動の広さがわかります。調査によって明らかになった塩分が混ざった井戸の範囲が、論文内の図において示されています。

鹿児島縣下加世田村砂止改良按(第1表のNo. 7)

ナウマン博士は、日本政府から地質調査所創設に当たって所の業務として応用地質学的な調査を盛り込むように求められたこともあって、自身のテーマである基礎地学研究と平行して応用地質的な研究も行っていました(矢島, 2019)。地質調査所創設後の明治16～17年ごろに行われた九州の地質調査では、鹿児島県令(知事)から同県南さつま市の海岸砂丘の飛砂防止策への提言を求められていました。この論文は、それに対する回答です。ナウマン博士はヨーロッパ諸国における海岸の飛砂対策を紹介したうえで、植栽工によって砂を固定することを提案しています。

本邦産粘板岩并効用(第1表のNo. 9)

この論文は、粘板岩工業の利益率の高さなどに着目し、日本において粘板岩(スレート)鉱山を開発することが、いかに有益であるかを提起しています。すなわち、工業化初期段階の当時の日本においては、加工が容易で高価な設備を必要としないことや、鉄鉱業等と比較して鉱石の品質に大きく左右されないこと等の利点があるため、粘板岩工業の推進が重要であると論じています。さらに、日本各地に

産出する代表的な粘板岩の品質を、網羅的にまとめている。また、粘板岩の採掘を効率的に行うための構造を紹介し、採掘方法の改良を提案しています。なお、今では天然スレートは希少で高価となり、人工スレート(板状に成形した建材)が広く普及していますが、現在においても、上質の粘板岩は硯^{すずり}や砥石^{といし}として加工され、また、屋根材や床材等として利用されています。当時の欧州では、建築にスレートを利用することがブームとなっていました。そのことを背景の一つとして、ナウマン博士による当論文執筆が行われたものと推察されます。

四國砂金産地(第1表のNo. 10)

ナウマン博士一行は、四國の砂金調査が地質調査所に課せられていたため、明治16年(1883年)の10月に山谷城地域(現在の徳島県三好市山城町)などの銅山川の砂金産出地点で調査を行いました(矢島, 2019)。その結果および開発指針をまとめた論文です。

実際の砂金の分布領域調査はナウマン博士の助手の西山氏が行い、約20日で調査を完了させています。論文では銅山川周辺の地質構造と川の流れの関係、そして砂金が採れる地域の地形的特徴が詳しく述べられているとともに、砂金を含む地層の特徴、当時の技術で1日に採取可能な砂金の収益性(1日50銭程度)を示しました。

さらに今後の砂金資源調査に向けての指針として、結晶片岩に含まれる山金(山から供給される金)が水流によって川底に堆積する仕組みを理解した上で詳細な調査を行うことを示唆しています。

Skizze der Orographie von Japan. Neue Beiträge zur Geologie und Geographie Japans, III (第1表のNo. 13)

このドイツ語の論文はナウマン博士が1893年に発表した3部作の一つであり、タイトルは「日本山岳誌大要」と和訳されています。この論文は、日本列島の山岳地形を地質構造の観点から記述した最初の記載として知られています(山田・矢島, 2011; 山田・菅原, 2013)。前半の総論の部分では、日本の山岳地形の特徴、火山の地形、古い岩石から構成される山地の地形、花崗岩や凝灰岩からなる山地の地形、海岸線の特徴、などが論じられています。後半の各論の部分では、日本列島全体の地質構造帯、すなわち東北日本と西南日本、そして両者の間に位置するフォッサマグナならびにそれらの地形的特徴について解説しています。なお、この論文には260万分の1スケールの日本高度階分布地図が付記されており、本邦初の等高線を使った地形図として広く知られています。

4. 展示の様子

前章で紹介した説明文を見ると、実に多岐にわたる研究にナウマン博士が携わっていたことがわかります。その概要を挙げると、地形図であったり、鉱山管理であったり、その他にも鉱石に含まれる貴金属の含有量、地下水の塩水化、海岸砂丘の飛砂防止、粘板岩の品質や利用、川で採れる砂金、日本列島の山岳地域の地質構造などです。地質標本館における企画展「ナウマンと地質調査所、そして地質図」では、ナウマン博士の経歴と地質図および化石の展示がメインでした。この内容と前述の内容はほとんど重なることはなく、地質標本館ではナウマン博士の一般的な研究成果の展示を、地質図ライブラリーでは多岐にわたる研究成果の展示を、というように上手く棲み分けができたと考えられます。地質図ライブラリーの職員による展示解説も好評でした。

今回の展示の期間中、ナウマン研究の第一人者であり「地質学者ナウマン伝」(矢島, 2019)を執筆された矢島道子氏にもご来訪いただきました(写真3)。その際に、いろいろと興味深い話、例えば、今回展示した地質調査所時代の論文はナウマン博士自身がドイツ語で書いたものを弟子が日本語に訳したらしいことや、離日後にナウマン博士やその弟子たちが冷遇されたことなどをお聞きすることができました。また、ナウマン博士に関する貴重な資料もご寄贈いただきました。

5. 来訪者数とアンケート結果

開催期間(39日間)の来訪者は144人でした。そのうち産総研所外から59人、所内から85人となっています。また、所外からの38名の方々にアンケートに答えていただきました。第2図は、アンケート結果のまとめです。

まず見学のきっかけですが、半数以上の方が地質標本館に来館されてからこの展示のことを知っていただけたようです。これは、連携展示の効果と言えるでしょう。きっかけの2番目以降は、産総研に来所、ウェブページ、家族・知人の勧めの順となっています。ウェブページやSNSを見て来られた方の中には、地質標本館よりも先に地質図ライブラリーを訪問された方もいらっしゃいました。

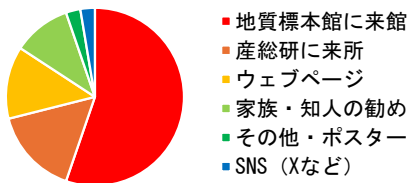
次の展示のわかりやすさですが、多くの方に展示内容を理解していただけたようです。

展示のボリュームについては、ちょうどよいが7割を越えましたが、2割の方は少ないと感じられたようです。これは今後の展示企画の参考になればと思います。

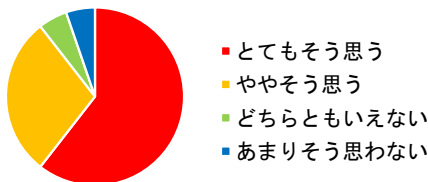


写真3 来訪された矢島氏(中央)。

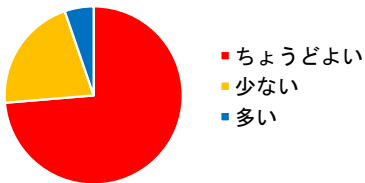
見学のきっかけ



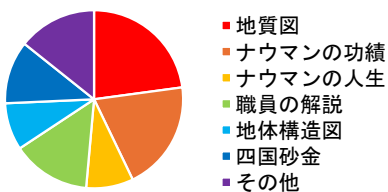
展示のわかりやすさ



展示のボリューム



印象に残った展示



第2図 アンケート結果。

最後に印象に残った展示ですが、地質図について言及された方が最も多く、ナウマン博士の功績を超えていたのは意外でした。地質図ライブラリーでは、時代の異なる明治、昭和、平成の3枚の100万分の1地質図が常設展示されており、一辺の長さが約1.7 m、3枚を並べた合計幅は5 mを超えています。入室して最初に来訪者の目を奪う存在であり、強く印象に残ったのかもしれませんが、地質図を見るのは初めてという方もいらっしゃって、地質図そのもののアピールがもっと必要であることを実感しました。2番目に印象に残った展示はナウマン博士の功績で、それに加えてナウマン博士の人生について言及された方も1割ほどいらっしゃいました。実は、ナウマン博士の人生についての展示は今回行っておりません。これは職員の解説の中で語られた内容であり、3番目に印象に残った職員の解説と合わせると2割強となります。したがって、今回の展示で最も印象に残った内容は、地質図と職員の解説であったと言えるかもしれません。残りの回答は、地体構造図、四国砂金、その他がそれぞれ1割ほどとなっており、フォッサマグナのもととなった地体構造図よりも四国砂金(写真2)の方がやや多いという結果になりました。このことは、今回の展示において来訪者の方々に、ナウマン博士の意外な側面に興味を持っていただけたことを物語っていると思われます。

6. おわりに

今回の展示では、ナウマン博士が地質調査所に残した

およそ150年前の成果にスポットライトを当てました。その内容は、地形図や鉱石の含有量、岩石の品質、砂防対策、地下水の塩水化など、現在でも論じられることが多い内容であり、おそらく150年後も研究対象として存続することでしょう。研究所に残るナウマン博士そしてその弟子たちが手に取ったかもしれない実際の資料を扱うことにより、彼らの存在をより身近に感じることのできるイベントとなりました。150年後は、我々の研究成果がこんな風に展示される未来があるかもしれません。

謝辞：地質情報基盤センターアーカイブ室の宮原祐子氏には展示資料の選定・準備にご尽力いただきました。地質標本館のスタッフの方々には連携展示の紹介などお世話になりました。ここに記して感謝の意を表します。

文 献

- 地学団体研究会新版地学事典編集委員会編(1996)新版 地学辞典。平凡社、東京、1852p.
- 黒田和男(1982)地質調査所における応用地質調査の沿革—ナウマンから応用地質課の設置まで—。地質ニュース, no. 337, 70-88.
- Naumann, E. (1877) Die Vulkaninsel Ooshima und ihre jüngste Eruption. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, **29**, 364-391.
- Naumann, E. (1880) Ueber das Vorkommen der Kreideformation auf der Insel Yezo (Hokkaido). *Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Voelkerkunde Ostasiens*, **3**, 28-33.
- ナウマン, E. (1882a) 本邦鑛山ノ弊害及其改良法按。地質調査所明治15年報, no. 1, 5-32.
- ナウマン, E. (1882b) 青森縣下尾太銅山。地質調査所明治15年報, no. 1, 33-75.
- ナウマン, E. (1884a) 堺市街井水改良考按。地質調査所明治16年報, no. 1, 5-22.
- ナウマン(1884b) 鹿兒島縣下加世田村砂止改良按。地質調査所明治16年報, no. 1, 23-33.
- ナウマン, E. (1884c) 本邦所産煤炭及鐵。地質調査所明治17年報, no. 1, 3-137.
- ナウマン(1886) 本邦産粘板岩并効用。明治19年地質要報, no. 2, 198-233.
- ナウマン(1887) 四國砂金產地。明治20年地質要報, no. 1, 25-38.
- ナウマン(山上満次郎訳)(1890a) 四國地質一斑。地学雑誌, **2**, 265-266.
- ナウマン(1890b) 四國地質一斑(前々號之續)。地学雑誌, **2**, 374-376.
- Naumann, E. (1893) Skizze der Orographie von Japan. Neue Beiträge zur Geologie und Geographie Japans III. *Petermanns Mittheilungen. Ergänzungsheft*, **108**, 37-45.
- ナウマン, H. E. (山下 昇訳)(1996) 日本地質の探求—ナウマン論文集—。東海大学出版会、東京、403p.
- Naumann, E., Sekino, S., Okawa, M., Asonuma, J., Ban, I. and Nishiyama, S. (1884) Geological Survey of Japan Reconnaissance Map Topography. Division 1. Topographical Map, 1:400,000, Geological Survey of Japan.
- 日本地学史編纂委員会・東京地学協会(2006) 日本地学の展開(大正13年~昭和20年)<その6>—「日本地学史」稿抄—。地学雑誌, **115**, 96-109.
- 矢島道子(2019) 地質学者ナウマン伝 フォッサマグナに挑んだお雇い外国人。朝日選書990, 朝日新聞出版、東京、320p.
- 山田直利(2008) ナウマンの「予察東北部地質図」—予察地質図シリーズの紹介 その1—。地質ニュース, no. 652, 31-40.
- 山田直利・菅原義明(2013) 日本初の全国地形図(2): ナウマンの「日本高度階分布地図」。GSJ 地質ニュース, **2**, 162.
- 山田直利・矢島道子(2011) E. ナウマン著「日本山岳誌大要」全訳。地学雑誌, **120**, 692-704.

SATO Tsutomu, TSUNEKI Toshihiro, HIDA Akane, SADA Tomoko, KOMATSUBARA Taku, NANAYAMA Futoshi, NINOMIYA Yoshiki, MIKOSHIBA Masumi, YANAGISAWA Norio, MORIJIRI Rie and TOI Miho (2026) Report on the collaborative exhibition at the Geological Map Library "GSJ and Dr. Naumann".

(受付: 2026年4月24日)

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 宮 崎 晋 行
天 谷 宇 志
草 野 有 紀
宇 都 宮 正 志
山 岡 香 子
大 滝 壽 樹

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 15 巻 第 10 号
令和 8 年 10 月 1 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

GSJ Chishitsu News Editorial Board

Chief Editor : NAKASHIMA Rei
Deputy Chief Editor : TOSAKI Yuki
Editors : MIYAZAKI Kuniyuki
AMAGAI Takashi
KUSANO Yuki
UTSUNOMIYA Masayuki
YAMAOKA Kyoko
OHTAKI Toshiki

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. 15 No. 10
October 1, 2026

Geological Survey of Japan, AIST

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



2026 年 7 月 28 日 16 時 27 分に発生した「令和 8 年熊本地震」(M7.1)に伴って、八代市岡町にある龍峯小学校の校庭に地表地震断層が出現した。北北東を向いて撮影。右横ずれと西側が低下する断層運動により、いわゆる、「モールトラック状」の地表変状が校庭を横切って連続して現れ、その先にある校舎を損傷させた。2026 年 7 月 31 日撮影。

(写真・文：吾妻 崇
産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門)

Surface faulting generated by the 2026 Kumamoto earthquake (M7.1). Photo and caption by AZUMA Takashi