【研究タイトル】
微化石の効率的な取り出し方

【班番号】
8班

【班名】
ビカセキスト

【班員名】
1. 松永理杏
2. 花岡凪歩
3. 佐藤花菜

【指導教員】
1. 大宮祐男 先生
2. 大西洋 先生

【研究助言者】
3. 成田敦史 学芸員（北海道博物館）
4. 岩崎晋弥 助教授（北海道大学）
5. 能條歩 教授（北海道教育大学）
6. 黒松内町ブナセンター

目次

研究概要
Abstract

第1章　序論
　1.1研究の背景
　1.2薄別層の地質概説

第2章　研究内容
　2.1目的や内容
　2.2研究手法

第3章　結果と考察
　3.1結果
　3.2考察
　3.3結論
　3.4今後の展望

第4章　発表報告
　4.1校内発表報告（SDS 研究発表会(2/4)）
　4.2サイエンスファーム 2024
　4.3TJ-SIF2024
　4.4未来創造探求フェスティバル

第5章　終わりに
　5.1　本研究における班員の感想
　　5.1.1　松永理杏
　　5.1.2　花岡凪歩
　　5.1.3　佐藤花菜
　5.2謝辞
　5.3参考文献

研究概要

札幌市南区に分布する薄別層は中生代に属するとされてきたが、先行研究は古く、数も少ない。そこで、私たちは微化石を用いてその年代の再検証を試みた。岩石の破砕には硫酸ナトリウム法を用い、処理時間の短縮を目的として冷蔵お

よび冷凍条件で実験を行った。その結果、冷蔵および冷凍条件下でも微化石が壊れないことを確認できたが、破砕率の向上や処理時間の短縮にはつながらなかった。

（※文責　佐藤花菜）

Abstract

The Usubetsu Formation in Minami-ku, Sapporo, has been considered to be from the Mesozoic era, but previous studies are old and limited. Therefore, we attempted to reexamine it using microfossils. We used the sodium sulfate method to break the rocks. To shorten the processing time, we conducted experiments using a refrigerator and a freezer. As a result, we confirmed that microfossils were not damaged under these conditions, but we were not able to increase the ratio of crushed rocks or shorten the amount of time.

（※文責　佐藤花菜）

第1章　序論

1.1　研究の背景

札幌市南区には西野層や定山渓層群などの新生代の地層が分布している[1]（図 1）。しかし、札幌市南区定山渓に分布する薄別層は、先行研究で唯一中生代とされている[2]。文献調査を行った結果、この層に関する研究報告は少なく、古い文献に限られており、最新の情報や詳細な分析結果はほとんど見つからなかった。

（※文責　松永理杏）

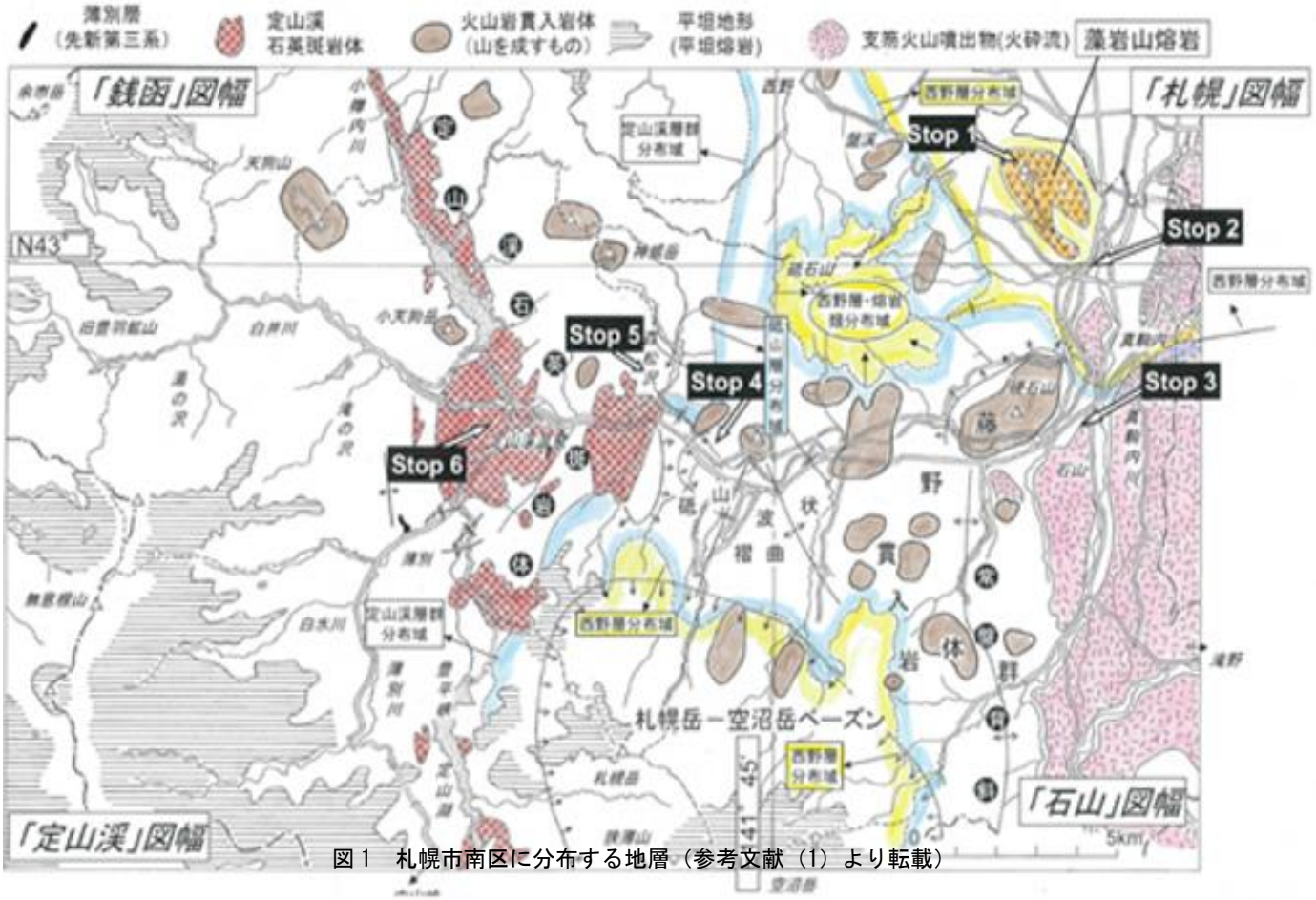


図１　札幌市南区に分布する地層（参考文献（1）より転載）

1.2　薄別層の先行研究概説

薄別層は札幌市南区定山渓薄別橋周辺に位置する地層である。黒色の粘板岩（泥岩）と灰色の細流砂岩で構成される砂岩粘板岩（泥岩）互層が見られる[5]（図2）。この地層は、札幌市最古の地層とも言われている。この砂岩粘板岩（泥岩）互層が渡島帯の松前層群の地層と酷似しているという指摘がある。薄別層も松前層群と同様に渡島帯の一部であると推測されてきた[5]。松前層群では中生代の化石が発見されていることから、薄別層も中生代に形成された地層であると長年考えられてきた。

（※文責　花岡凪歩）

図２　薄別層の構造（参考文献(3)より転載）

第2章　研究内容

2.1　目的や内容

私達は、第1章の通り周囲の定山渓の地層が新第三紀（約 2300 万年前）といわれているのにもかかわらず、この地層のみが中生代（約2億年前）と推定されていることはおかしいと感じた。そこで、この地層の年代推定をしようと考えた。しかし、年代測定として最も一般的な放射年代測定は私達学生には高価であり、肉眼で確認できる示準化石も見つかっていない。

そこで私達は微化石を用いて、薄別層の年代推定を行おうと考えた。微化石とは、顕微鏡を使わないと観察できない、大きさがミリサイズからミクロンサイズの微小な化石の総称である。例としては、有孔虫化石や珪藻化石などがある。

（※文責　花岡凪歩）

2.2　研究手法

微化石を取り出すには、岩石を破砕する必要がある。その方法として知られる硫酸ナトリウム法を使用した。

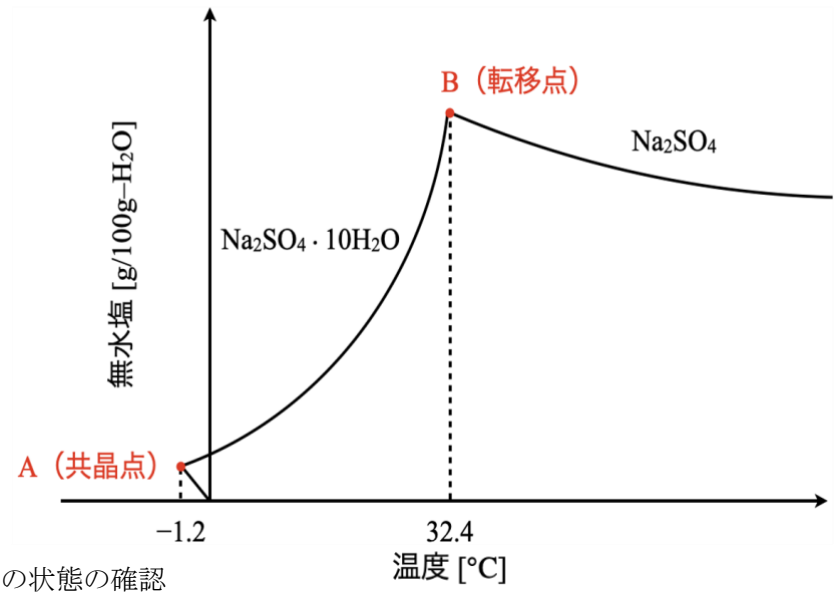
①ハンマーを使用して岩石を数センチから数ミリに砕く。
②それを 120℃の乾燥器に 8 時間入れ、十分に乾燥させる。
③岩石に沸騰した硫酸ナトリウム過飽和水溶液を入れて、一週間放置する。

③の過程において、岩石に染み込んだ硫酸ナトリウムが結晶化することにより、岩石が内部から破砕される。
以上の手順で岩石を破砕するが、研究を進めていく中で、薄別層の岩石が非常に硬いことが問題となった。一度の処理では岩石を破砕できず、何度も繰り返す必要があるため、作業に何週間もの時間がかかる。そこで、処理時間の短縮を行うことで研究を効率的に進めることができると考えた。

時間短縮の方法を考える上で、私たちは硫酸ナトリウムの溶解度曲線に着目した。図3より、硫酸ナトリウムの溶解度は、温度が低いほど低下することがわかる。
そのため、急激に温度を下げることで溶解度が低下し、結晶化が早く進むと考えられる。そこで私たちは、通常の常温下での実験に加え、冷蔵・冷凍条件において時間短縮の実験を行うことにした。しかし、冷蔵・冷凍は通常の処理ではないため、それにより微化石が壊れてしまう可能性がある。そのため、微化石が壊れないことを確認する必要があると考えた。

（※文責　花岡凪歩）

図３　硫酸ナトリウムの溶解度曲線
（参考文献（5）を一部改変）



Ⅰ 冷蔵・冷凍処理後における微化石の状態の確認

薄別層の岩石からは微化石が見つかっていないため、今回は微化石が含まれている黒松内層の岩石を使用した。

① ハンマーを使用して黒松内層の岩石を 1 センチ角に砕き、5 メッシュのふるいに通して通過しなかったものを集めた。

② 砕いた岩石を 25g ずつビーカーに入れたものを 12 個作成し、それぞれに沸騰した硫酸ナトリウム過飽和水溶液を加えた。

③ ②で作成したものを 4 個ずつ下記の場所に置いた（図4）。

1. 本校生物室の窓際
2. 7℃の冷蔵庫
3. -1℃の冷凍庫

④ 上記の場所に置いた 4 個を1つずつそれぞれ 1・2・3・4 日間放置した。

⑤ 各日にちが経過したら、岩石を 250 メッシュのふるい上でよく水洗いし、50℃の乾燥器に入れ、1～2 日間乾燥させた。

⑥ 乾燥した試料を 10 メッシュのふるい上で選別し、通過したものを顕微鏡で観察して微化石を探した。

（※文責　花岡凪歩）

Ⅱ 硫 の

1. 破壊率

① 薄別層の岩石を 1cm 角に砕き、5 メッシュのふるいに通して通過しなかったものを集めた。

② 砕いた岩石を 25g ずつビーカーに入れたものを 12 個作成し、それぞれに沸騰した硫酸ナトリウム過飽和水溶液を加えた。

③ ②で作成したものを 4 個ずつ下記の場所に置いた（図4）。

1. 本校生物室の窓際（平均気温：午前 8 時 19℃、午後6時 18.5℃）
2. 7℃の冷蔵庫

3．-1℃の冷凍庫

④　上記の場所に置いた 4 個を1つずつそれぞれ 1･2･3･4 日間放置した。

⑤　各日にちが経過したら、岩石を 250 メッシュのふるい上でよく水洗いし、50℃の乾燥器に入れ、1～2 日間乾燥させた。

⑥　乾燥した試料を 10 メッシュのふるい上で選別し、通過したものの重さを量った。

⑦　破砕率を求めた。破砕率は、⑥で定めた値を用いて、
（ふるいを通過したものの質量÷元の岩石の質量）×100（%）と定義した。

⑧　⑦で求めた破砕率に各条件間で有意差があるかを確かめるために、各日にちごとに以下の手順でスティール･ドゥワス検定を行った。今回は、データ数が少なく3群を比較する必要があったため、ノンパラメトリック検定であるスティール･ドゥワス検定を選択した。帰無仮説、対立仮説は以下のように立てた。
帰無仮説：「常温･冷蔵間」「常温･冷凍間」「冷蔵･冷凍間」のそれぞれで破砕率に差がない。
対立仮説：「常温･冷蔵間」「常温･冷凍間」「冷蔵･冷凍間」のそれぞれで破砕率に差がある。

（※文責　松永理杏）

第3章　研究内容

3.1　結果

Ⅰ 冷蔵･冷凍処理後における微化石の状態の確認

各試料において、壊れていない微化石が 5 個見つかった場合のみ、微化石を発見できたとした。結果、全てにおいて微化石を発見できた。よって、冷蔵･冷凍条件において微化石が壊れないことを確認できた。

（※文責　松永理杏）

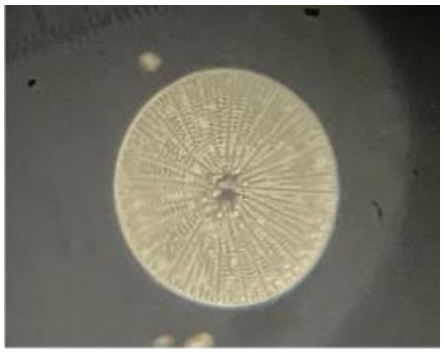


図５　発見した微化石

Ⅱ 硫酸ナトリウム法における処理時間の短縮

1．破壊率（図7）

図 6 は、破砕率の平均を示している。また、表1は各数値の標準偏差を示している。

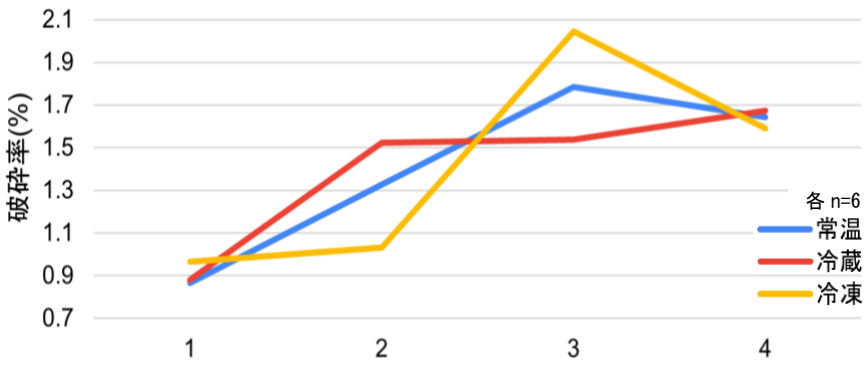


図６　破砕率
※全条件間において有意差なし

表２　標準偏差

	1日目	2日目	3日目	4日目
常温	0.27	0.75	0.94	1.42
冷蔵	0.86	1.62	1.67	1.13
冷凍	1.33	0.79	2.30	3.94

全ての試料において、破砕率が非常に低くなった。また、破砕率にばらつきがあり、標準偏差が大きくなった。また、検定の結果、全条件間で有意性は見られず、帰無仮説は棄却できなかった。

（※文責　松永理杏）

3.2　考察

Ⅰ 冷蔵・冷凍処理後における微化石の状態の確認

結果より、冷蔵・冷凍条件において微化石が壊れないことを確認できた。

Ⅱ 硫酸ナトリウム法における処理時間の短縮

破砕率が非常に低くなったため、薄別層の岩石はこの実験を行うには硬すぎることがわかった。また、冷蔵・冷凍条件において時間短縮をすることはできなかった。

（※文責　松永理杏）

3.3　結論

冷蔵・冷凍によって微化石が壊れないことを確認できた。冷蔵・冷凍条件における時間短縮を試みたが、今回は時間短縮することはできなかった。また、破砕率が非常に低くなったため、薄別層の岩石はこの実験を行うには低すぎることがわかった。

（※文責　松永理杏）

3.4　今後の展望

薄別層の岩石では破砕率がかなり低かったため、他の岩石を用いて時間短縮の実験を行いたい。また、硬い岩石を破砕する方法としてフッ化水素酸法などがあるが、学校で実験を行うには危険なものばかりであるため、安全な方法を見つけたい。

（※文責　松永理杏）

第4章　発表報告

4.1　校内発表報告（SDS 研究発表会(2/4)）

2025 年 2 月 4 日に SDS 研究発表会が行われた。スライドを用いて発表を行い、その後に質疑応答が行われる形式であった。

（※文責　佐藤花菜）

4.2　サイエンスファーム 2024

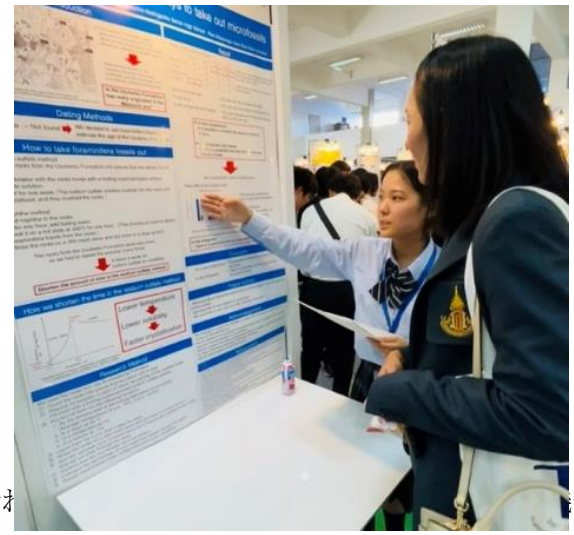
2024 年 8 月 17 日に酪農学園大学で行われた。スライドを用いて発表を行い、その後に質疑応答が行われる形式であった。

（※文責　佐藤花菜）

4.3　TJ-SIF2024

2024 年 12 月 18 日～23 日に、タイのプリンセス・チュラポーン・カレッジ（サトゥーン校）で行われた。

20 日に英語でのポスター発表が行われた。相手と近い距離で対話的にコミュニケーションができるので議論が広がり新しい視点を得ることが出来た。



21 日に英語でのスライド発表が行わ[illegible]会となった。

（※文責　佐藤花菜）

4.4　未来創造探求フェスティバル

2025 年 2 月 7 日に札幌日本大学高校で、北海道のスーパーサイエンスハイスクール（SSH）校を中心とした課題研究発表会を行った。ポスター発表を前半後半に分かれ 15 分間行った。

（※文責　佐藤花菜）

第5章　終わりに

5.1　本研究における班員の感想

5.1.1　松永理杏

役割：実験、結果の記録、考察、論文の執筆

感想：我々は当初、薄別層の年代推定を目標に研究を行なっていたが、夏頃に研究を変更した。どうにか研究はまとまったが、特段結果を得られたわけでもなく、当初の研究目標も達成できなかったため、個人的にはあまり満足がいっていない。しかし、私は今回の研究を通して様々なものを得ることができた。まず、成果が得られなかった場合にそれを正直に発表することの大切さだ。「できなかった」と発表するのは辛いことだが、結果をねじ曲げてあたかも成果が得られたように発表することは最も避けるべきだとわかった。次に、得られた結果をメンバーと話し合い、深く考察することの重要性だ。一時期、あまりメンバーと話し合わず、深くは考察せずに実験を進めていた時があった。後々、その時期のデータからは実験方法に不備が見つかった。実験結果をメンバーと共有して話し合い、その都度実験方法などを改善していけば、このような事態は避けることができたと思う。この研究で学んだことは、この先の人生においても大切にしていきたい。

（※文責　松永理杏）

5.1.2　花岡凪歩

役割：実験、結果の記録、考察、論文の執筆

感想：私はもともと地学に対しては興味があったが、とても身近な札幌の地形について知らないことが多かった。今回の研究で、札幌の地質年代を明らかにするという目標から、札幌の地形に興味を持つことができ、現在の札幌の姿と重ね合わせて考えることができ、考えをめぐらせることができた。また、薬品を使用した地道な実験を行う過程で、化学や地学への興味をさらに発展させることができた。今回の研究は、様々な人と意見交流をすることができ、大人から中学生まで、年代や価値観の違う人々に自分たちの研究内容や意見を伝えることの楽しさや難しさを知ることができた。そして今後は、多様な知識をもつ人々の様々な意見を聞き、交流したいと感じた。

（※文責　花岡凪歩）

5.1.3　佐藤花菜

役割：実験、結果の記録、考察、論文の執筆

感想：私は当初、地学に関する知識がほとんどなかったが、この研究を通じて地層や化石の奥深さに触れ、次第に興味を持つようになった。わからないことをさまざまな方法で突き詰めていく過程で、探究の面白さを実感した。一方で、思うような結果が得られず、実験が行き詰まる場面も多くあった。有孔虫が見つからなかったことで、やむを得ず研究テーマを変更したが、その過程で仮説を立て直す力や柔軟な思考力を養うことができた。こうした地道な研究の積み重ねが、やがて新たな発見につながるのだと感じた。また、タイでの研究発表をはじめとする外部発表の機会では、他校の生徒の研究から多くの刺激を受け、自分の考え方や視野を広げる貴重な経験となった。いただいた感想や質問を通じて新たな見方や考察の方向性に気づき、自分たちの研究をさらに深めることができた。研究は自分たちだけで完結するものではなく、他者との対話を通じてこそ深まるものだと実感した。この研究活動を通して、課題に粘り強く取り組む姿勢や、自ら学び考える力が身に付いたと感じている。

（※文責　佐藤花菜）

5.2　謝辞

今回使用した薄別層の岩石は、北海道博物館学芸員・成田敦史様のご協力のもと採取したものです。また、今回使用した黒松内層の岩石は、黒松内町ブナセンター様よりいただいたものです。

また、この研究をするにあたり、北海道大学大学院地球環境科学研究院助教授・岩崎晋弥先生、北海道教育大学岩見沢校教授・能條歩先生より助言をいただきました。

ご協力してくださった方々に厚く御礼申し上げます。

5.3　参考文献

(1)岡孝雄・古沢仁・岡村聡・青柳大介・重野聖之（2019）「豊平川沿いの新第 3 系層序,藻岩山の形成史および小金湯産カイギュウ化石」総合地質 3 巻 1 号

(2)産業技術総合研究所・地質情報研究部門「20 万分の 1 日本シームレス地質図」 http://gbank.gsj.jp/seamless/ (参照 2023-08-31)

(3)北海道開発庁（1953）「定山渓」札幌-第 29 号

(4)国土地理院「地理院地図/GSI Maps」http://maps.gsi.go.jp/ (参照 2023-08-31)

(5)「硫酸ナトリウムの溶解度曲線|溶解度曲線の理解を完全に自分のものにしよう」 https://chemistrystory.com/sodium-sulphate-solubility-curve/ (参照 2024-09-20)

(6)「エクセルでできる！ノンパラメトリック版の Tukey 法、Steel-Dwass 法による多重比較」https://radi-toko.com/steel-dwasss-multiple-comparison-test/ （参照 2025-01-30）

(7)尾田 太良/佐藤 時幸（2013）「新版 微化石研究マニュアル」

(8)ハワード・A.アームストロング/マーティン・D.ブレイジャー（2007）「微化石の科学」

(9)井上勤監修（2001）「新版 顕微鏡観察シリーズ 4 岩石・化石の顕微鏡観察」

(10)福島県立会津学鳳高等学校 SSH 探求部古生物班（2023）「上部白亜系双葉層群足沢層に産出する浮遊性有孔虫化石について」

(11)高柳洋吉（1988）「微化石による古環境解析―そのアプローチにおける諸問題」

応用地質 29 巻 4 号
(12)地震本部「（1）試料と処理方法」
https://www.hp1039.jishin.go.jp/danso/Saitama2/3-5-3-1.htm
(参照 2024-06-20)
(13)地学団体研究会札幌支部（1984）「札幌の自然を歩く[第 2 版]-地質あんない」
(14)「t 分布か正規分布か―平均値の差の検定」
https://bellcurve.jp/statistics/blog/14265.html（参照 2025-01-30）
(15)「スチューデント化された範囲の表の補間」
https://imnstir.blogspot.com/2012/06/blog-post.html（参照 2025-01-30）