

## 実践報告

# 高校地学基礎における 看図アプローチを活用した授業実践 —半減期と過去の大気濃度の研究について学ぶ—

寺田昂世<sup>1)</sup>・溝上広樹<sup>1)</sup>

TERADA Kofsei MIZOKAMI Hiroki

キーワード：看図アプローチ・放射性同位体・探究型授業・1人1台端末・高校地学

### 概要

平成30年度告示の高等学校学習指導要領解説において、主体的・対話的で深い学びの視点からの学習過程の改善や、総合的な探究の時間においてよりよく課題を発見し解決していくための「資質・能力」の育成が掲げられている。本稿では、看図アプローチを活用した高校地学の「移り変わる地球」に関する探究の過程を意識した教材を開発し、1人1台端末を利用した授業実践モデルを構築した。主体的・対話的で深い学びと実社会との繋がりを意識した看図アプローチの授業実践は、探究の過程を通して育む資質・能力の向上においても有効であることが示された。

### 1. 背景・目的

平成30年度告示の高等学校学習指導要領解説において、主体的・対話的で深い学び（アクティブ・ラーニング）の視点からの学習過程の改善が求められている（文部科学省2018）。さらに、総合的な探究の時間では、自己の在り方生き方を考えながら、よりよく課題を発見し解決していくための「資質・能力」の育成が掲げられ、各教科・科目等との関連的な指導を行うことが求められている。そして、他教科・科目等で学んだことを総合的な探究の時間に生かすことで、生徒の学習は一層の深まりと広がりを見せることが報告されている（文部科学省2023）。

熊本北高等学校は、文部科学省のスーパーサイエンス・ハイスクール（SSH）に2011年から指定されており、今年度は研究開発第Ⅲ期2年目を迎

えている。研究開発の中で、探究の過程を意識した授業改善を掲げており、その中で、課題発見力や多面的思考力等の資質・能力の向上を試みている（熊本県立熊本北高等学校2022）。このような授業を本稿では「探究型授業」と呼称することにする。

これまでに、主体的・対話的で深い学びを促す手法として、看図アプローチを活用した授業実践が研究されている（鹿内2015a,2015b）。さらに、高校生物（溝上他2016,2018,2022）や高校化学（前田・溝上2022）では、課題発見力や多面的思考力等の資質・能力の向上が期待できる看図アプローチを利用した授業実践が先行事例として報告されている。

まだ実践報告のない高校地学においても、看図アプローチの活用が、生徒の主体的・対話的で深

1) 熊本県立熊本北高等学校

い学びを実現し、課題発見力等の探究活動に繋がる資質能力の涵養が期待できる。

本研究では、地学基礎の「移り変わる地球」における授業実践を報告する。

## II. 授業の実際

### II-1 授業者および学習者

授業は「地学基礎」の時間に第一著者（寺田）が行った。学習者は、英語科3年38名1クラスである。なお、「変動する地球」の「イ 移り変わる地球」の学習を終えたところで実施した。

### II-2 ビジュアルテキスト及びワークシート



図1 生徒に提示した写真<sup>注</sup>

©NSF-ICF

#### ワークシート1

- ①写っているもの（名詞）を書き出そう。
- ②名詞をつなげて、関連付けよう。動詞を使ってOK。
- ③この写真は何をしようとしているのか、その目的も含めて推論してみよう。  
～授業を終えて～
- ④結局、この写真は何をしようとしているのか、その目的も含めてもう一度推論してみよう。

※各記入欄省略

#### ワークシート1

No.1 地学基礎 教科書 p.83~105 3年 組 号 名前

半減期

( ) 学習目標：年代測定法について理解し半減期から年代を求められるようになる。  
 ( ) 学習課題：古生代が5.41億年前～といった数値はどうやって出したのだろうか？  
 授業に意欲的に取り組むことができた。  他者の考えも尊重しながら聴くことができた。  
 根拠や理由まで踏み込んで考えることができた。  本時の内容が理解できた。  
 自分の考えを説明することができた。  自分が復習すべきポイントが整理できた。

**地質年代(時代)** ● 相対年代・・・化石や層序等をもとに定める方法。  
● 絶対年代・・・数字を用いて表す方法。

**同位体**

同位体	$^1_1\text{H}$	$^2_1\text{H}$	$^3_1\text{H}$
陽子の数	1	1	1
中性子の数	( )	( )	( )
質量数	( )	( )	( )

**放射性同位体** ... 原子核が不安定で放射線を出しながら( )していく同位体。

放射性物質	半減期
トリウム 232 (Th-232)	141 億年
ウラン 238 (U-238)	45 億年
カリウム 40 (K-40)	13 億年
プルトニウム 239 (Pu-239)	24000 年
炭素 14 (C-14)	5730 年
セシウム 137 (Cs-137)	30 年
ストロンチウム 90 (Sr-90)	29 年
ヨウ素 131 (I-131)	8 日
ラドン 222 (Rn-222)	3.8 日

放射性物質は、放射線を放出しながら時間の経過とともに放射線を出さない( )物質に変わっていくことで、もともとの放射性物質はだんだん減っていく。もともとの放射性物質が半分になる時間を( )という。

(問題①) K-Ar 法で、現在の K は全体の 25% あったとすると、この物質を含む地層は何年前にできたと考えられるか。K の半減期は 12.5 億年である。

\_\_\_\_\_ 年前

(問題②)  $^{14}\text{C}$  の量が元々の  $\frac{1}{8}$  になっていたとしたら、この物質を含む地層は何年前にできたと考えられるか。 $^{14}\text{C}$  の半減期は 5730 年である。

\_\_\_\_\_ 年前

ワークシート2

### II-3 授業の進め方

#### 【ステップ1】看図を用いた導入

- a) 「生徒に提示した写真」(図1)をプロジェクターで投影する
- b) 「生徒に提示した写真」(図1)を Google classroom で生徒に共有する
- c) 写真と発問を記載したワークシート1を学習者に配付する
- d) 「追加で提示した写真」(図2)をプロジェクターで投影する
- e) 「追加で提示した写真」(図2)を Google classroom で生徒に共有する

a～cの準備を整えたところで、ワークシート1の問い①を投げかける。生徒は、「金属」「氷」「カッター」「帽子」「写真」等の様々な名詞をあげていた。Google classroom でビジュアルテキストを共有していたため、画像の細かな部分を拡大しながら注意深く観察する生徒も目立った。壁に飾られた写真の人物を「宇宙飛行士」と回答する生徒もいた。

次に問い②を投げかけて、個人で記入させる。次に個人ワークで書いたものをペアで共有させる。「カッターで何かを切っている人」や、人の服装から気温を想像し、「寒いところで作業している人」といった回答が見られた。

最後に問い③について、ペアで話し合いながら考えさせる。3分程度考えさせたところで、dとeの手順を踏み、ヒントとして図2を提示する。ヒントを提示する前は、「町のお祭りのための氷細工を作成している」等の意見が出ていた。しかし、追加のビジュアルテキストを示すと、「カッターで切っていたものは金属ではなく氷だった」「筒状のものに文字が書かれていることから研究所ではないか」といった意見も見られるようになった。



図2 追加で提示した写真<sup>注</sup>

©NSF-ICF

### 【ステップ2】放射性同位体と半減期についての授業

- f) 授業スライド(Googleスライド)をプロジェクターで投影する
- g) 本時の内容と問題を記載したワークシート2を学習者に配付する

上記の準備を終えたら、本時の目標「年代測定法について理解し半減期から年代を求められるようになる」を確認し、放射性同位体と半減期についての説明を教師が行う。

対象クラスは1,2年次に化学基礎と化学を履修しているため、質量数が異なる同位体の陽子の

数、中性子の数を求めることができる。生徒に考える時間を与え、解答解説と合わせて同位体の復習を行い、その後放射性同位体の説明を行った。

放射性同位体が一定の時間で半分になっていく性質をもつことを学習したところで、半減期を活用して年代を求める問題の演習を行う(ワークシート2)。

問題①は「K-Ar法で、現在のKは全体の25%あったとすると、この物質を含む地層は何年前にできたと考えられるか。Kの半減期は12.5億年である。」とし、感覚的に半分の半分だから2回割ればよいと気づくことができるレベルにした。

問題②は「 $^{14}\text{C}$ の量が元々の1/8になっていたとしたら、この物質を含む地層は何年前にできたと考えられるか。 $^{14}\text{C}$ の半減期は5730年である。」とし、炭素の放射性同位体を質量数を示した元素記号のみで表すことで、より深い理解が必要なレベルにした。

計算問題に苦手意識を持つ生徒も自身やペアで解決できるよう、演習時間は長めに設定し机間支援も丁寧に行った。

### 【ステップ3】ビジュアルテキストの再推論

- h) ワークシート1を準備させ、ビジュアルテキスト2枚(図1,2)を交互にプロジェクターで投影する

ワークシート2の問題演習を終えた後、ワークシート1の問い④に戻り、ビジュアルテキストについて再度推論を行う。

学習後のため、放射性同位体や半減期関連であると推測し、写真の隅々まで見ながら考察に繋がりそうなものはないかと探す様子や、考察を近くの生徒に説明している様子が見られた。

5分程度時間をおいた後、答え合わせとして、看図に用いた画像が南極の氷床をボーリングして氷柱を採集し、その氷柱を研究のために切断している様子であることを説明する。

**【ステップ4】氷床コアを採取し研究を行っている施設について知る**

- i) National Science Foundation Ice Core Facility(国立科学財団氷床コア施設。以降 NSF-ICF)のホームページをプロジェクターで投影する
- j) ホームページ内に掲載されている研究所の紹介動画(YouTube)を投影する

NSF-ICFのホームページに掲載されている写真を示し、氷床コアの研究は放射性同位体による過去の大気の化学組成の分析だけでなく、積雪や気温、火山活動、太陽活動等の様々な過去の気象条件の分析に使われていることを紹介する。また、ホームページに掲載されているYouTubeの動画を3分程度再生し、仕事の様子やインタビューの様子を生徒に見せる。音声は英語であったが、英語科を対象クラスとしていたため、内容を理解しようと集中して視聴していた。そして、火山灰の分析についての紹介部分等では驚きの声が上がリ、納得している様子が見られた。

**【ステップ5】振り返りとアンケート**

授業の最後に Google Forms を活用して、本時の振り返りとアンケート入力を実施する。授業に関する7つのアンケートの質問項目は、「①授業前に写真について推論ができたか」「②授業後に写真について推論ができたか」「③写真の推論を学習内容と関連付けられたか」「④写真の利用は学習内容を理解する上で有効か」「⑤授業内容の理解度」「⑥授業の面白さ」「⑦授業の満足度」とした。授業に関する7つのアンケートは、5件法で評価を求めた(図3～9)。「5.よくあてはまる」「4.あてはまる」「3.どちらとも言えない」「2.あてはまらない」「1.全くあてはまらない」等とし評価得点とした。さらに、SSH事業で育てたい6つの資質・能力(探究の過程で育む資質・能力)のうちどのような力が育成されたと思うかも複数選択可の条件でアンケートを実施した(図10)。有効回答数はいずれも31件であった。さらに、

「今回の授業についてどのような学びがありましたか」「今回の授業について、感想、気づきなどを書いてください」の2項目について自由記述を実施した。各アンケート結果を以下に示す。

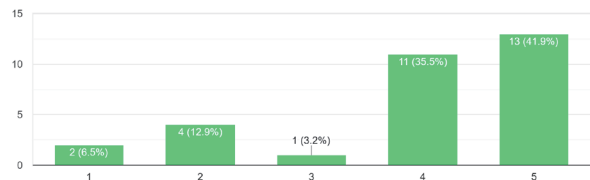


図3 質問①「授業前に写真について推論ができたか」

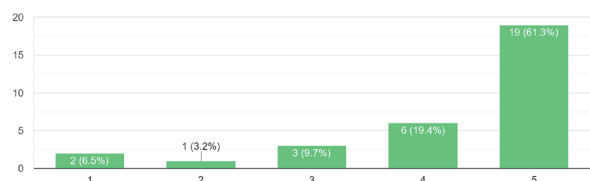


図4 質問②「授業後に写真について推論ができたか」

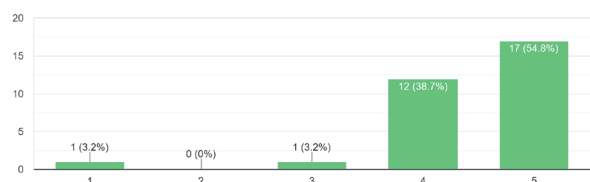


図5 質問③「写真の推論を学習内容と関連付けられたか」

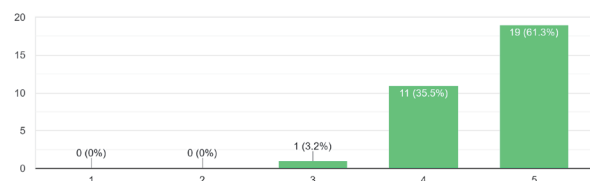


図6 質問④「写真の利用は学習内容を理解する上で有効か」

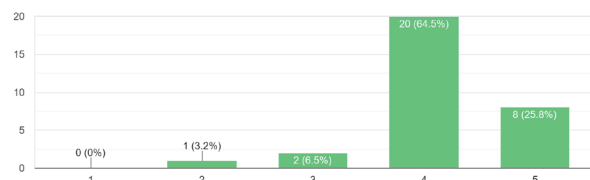


図7 質問⑤「授業内容の理解度」

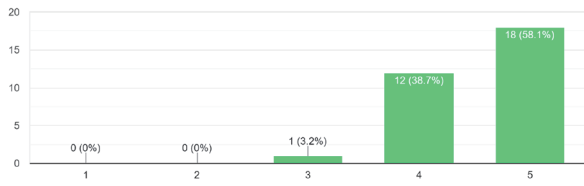


図8 質問⑥「授業の面白さ」

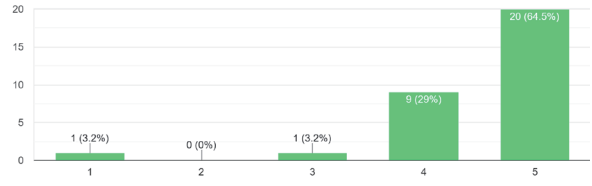


図9 質問⑦「授業の満足度」

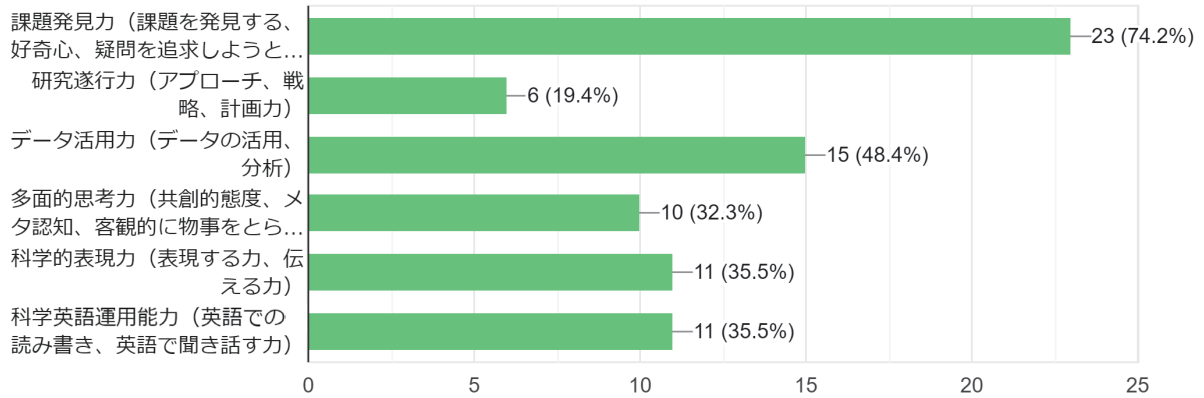


図10 本校のSSH事業で育てたい資質・能力のうちどのような力が育成されたと思うか

(6つの資質・能力)

- ①課題発見力 (課題を発見する, 好奇心, 疑問を追求しようとする)
- ②研究遂行力 (アプローチ, 戦略, 計画力)
- ③データ活用能力 (データの活用, 分析)
- ④多面的思考力 (共創的態度, メタ認知, 客観的に物事をとらえる)
- ⑤科学的表現力 (表現する力, 伝える力)
- ⑥科学英語運用能力 (英語での読み書き, 英語で聞き話す力)

自由記述①「今回の授業についてどのような学びがありましたか」の回答

- 最初は写真について理解できなかったけど、授業を経て地層のような分析が氷でもできることがわかって写真について理解を深めることができた。
- 科学的にいろいろなものを関連付けながら考察していくこと。
- ボーリングを使って調べる対象が地層だけではなく、氷も対象になるということ。
- 放射線同位体の話や、半減期について前よりも深く理解できた。
- 氷河から二酸化炭素濃度や酸素濃度が測定でき、それが未来へと繋がる資料となること。
- 半減期での計算の仕方が分かりました。同位

体についても思い出しました。

- 知識を得てから写真を見るとまた違う感じに見えてきて面白かった。
- ボーリングをして氷にしてあんなふうに気体や物質の変化が見られて、地球の歴史がわかるのを知って驚いた。
- 初めてみたものを推理する力や学んだことと関連付けて結論を出す力などを学ぶことができた。

自由記述②「今回の授業について、感想、気づきなどを書いてください」の回答

- ヒントがあり、それから色々考察していくのがおもしろかったです。
- 写真をよく見て先生が見つけてほしいと思っ

ている鍵を見つけて考察するのが楽しかった。

- 写真を友達と推測して考えることが楽しかったです。
- 物事を客観的に捉え、与えられたものから推測していく力がついて、とても良い機会になりました。また、無意識に自分の中で決められた考えがあること、柔軟性があることに気づきました。
- トリウムやウランなどの半減期がとても長いものの半減期をどのように調べたのか気になった。
- この地球に残っているもので過去の出来事や地球の誕生など研究できているのが不思議な気持ちになった。とても興味深かった。
- 授業前は全く写真の人が何をしているかなど想像つかなかったけど、授業を通して自分なりに考えることができた。
- 考察することが楽しかった。動画で雪や火山噴火もわかるのを見て楽しそうだった。
- ボーリング調査を生で見たことがなかったの で現実に見てみたい
- とても難しく感じた。推測できなくて少し悔しい。
- 英語で専門的な動画を見るのはすごく勉強になると思った。
- 写真からいろんな思考を巡らすことができた。自分たちの考えを深めて話し合っ て内容を理解することができた。友達と一緒に考えることができて楽しく答えるに近づくことができた。
- 放射線同位体について難しかったけど楽しく学ぶことができた。

### III. 考察と今後の課題

写真についてよく推論できた(5の評価)と回答する生徒の割合は、授業前後で41.9%から61.3%へと上昇した(図3, 4)。このことから授業を踏まえて写真について推論しやすくなったと考えられる。さらに、本時の学びを写真と関連付

けることができたと感じている生徒(4,5の評価)は96.8%になった(図5)。また、本時の看図アプローチが授業内容の理解に有効であると感じている生徒(4,5の評価)と、授業内容の高い理解度を示す生徒(4,5の評価)はそれぞれ93.5%と90.3%に達した(図6, 7)。

地学基礎の「移り変わる地球」の学習では、従来生徒は地質年代区分の暗記に留まる傾向があった。しかし、今回開発した教材を利用することで、写真と学習内容を関連付け、理解を深めながら学習を行えることが示された。

一方で、これらのアンケートにおいて1~3人が、1, 2の評価をしていた(図4~7)。感想を尋ねると「最後まで正解と大きく離れていた。」「写真を一生懸命見たけど、寒いということ以外は読み取れなかった。」と回答した。このことから、根拠を持ってビジュアルテキストを解釈できなかったことがその要因になっていることが推測できた。

授業の面白さと満足度については、高評価の生徒(4,5の評価)の割合がそれぞれ96.8%, 93.5%となっていた(図8, 9)。自由記述では、「写真からいろんな思考を巡らすことができた。自分たちの考えを深めて話し合っ て内容を理解することができた。友達と一緒に考えることができて楽しく答えるに近づくことができた。」のような回答があった。さらに、看図アプローチの面白さ、放射性同位体による年代測定に関する理解や関心の向上、友人との活動による楽しさ、NSF-ICFの動画への関心等が記述されていた。授業中は、多くの生徒が自ら課題に向き合い、互いにヒントを探りながら読み解き、考えていく探究の過程を楽しみ、正解に辿り着こうと粘り強く取り組む様子が観察できた。これらのことから、高校地学においても看図アプローチの活用が生徒の主体的・対話的で深い学びの実現に有効であることが示された。

SSH事業を通して育てたい(探究の過程で育む)資質・能力に関する生徒の実感においては、「課題発見力」への効果が最も高くなった(生徒の

74.2%が選択, 図 10)。このことは, 看図アプローチの過程が, 課題を発見すること, 好奇心を高めること, 疑問を追求することに直接関連しているためだと考えられる。2 番目に高い効果があると回答があったのは「データ活用力」であった(生徒の 48.4%が選択)。放射性同位体の半減期を使って年代を考える活動を行ったことに加えて, 過去の大気データの研究の様子, つまり教科書の図だけでは分からない, データの背景にある人物やその活動過程に思いを馳せることができるビジュアルテキストを利用したことが影響していると考えられる。なお, ビジュアルテキストの解釈の過程で人々が何をしているのかをよく考える段階を踏んだことで, 職業や仕事の内容についてもっと知りたいという好奇心が高まっていた。この結果は, 前田ら(2022)の報告と一致しており, キャリア教育の観点からもこのような手法が有効であることが示唆された。また, 課題発見力やデータ活用力以外の資質・能力に影響があると回答している生徒もいた(生徒の 19.4 ~ 35.5%が選択)。このことは, 看図アプローチの学習過程において, ペア活動での議論や NSF-ICF の英語の動画視聴等の様々な学習過程が設定されていたことが影響していると考えられる。

本研究では, 高校地学基礎の「移り変わる地球」の分野において看図アプローチを活用した教材開発を行い, 主体的・対話的で深い学びや探究型授業において, その効果を検証することができた。溝上(2022)は, 看図アプローチを学習前後に利用することで, 診断的評価と総括的評価が行えると報告している。本研究では, 生徒の回答の変化だけでなく, 意識調査でもこのことを確認することができた。さらに, ノイズの多い写真を 1 人 1 台端末で共有することで, それぞれが目撃したい部分を拡大しながら探っていくという過程が生じることを見出すことができた。

今後, 看図アプローチに関するこれらの知見を利用した様々な教材を開発するとともに, 高校の他教科における実践を広げていくことが重要である。

## 引用・参考文献

- 家正則ほか 2021 『新編 地学基礎』 数研出版 pp.117
- 熊本県立熊本北高等学校 2023 令和 4 年度文部科学省指定スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書  
[https://kumamoto-kitako.ed.jp/bbs/board.php?bo\\_table=ssh&wr\\_id=3](https://kumamoto-kitako.ed.jp/bbs/board.php?bo_table=ssh&wr_id=3)(参照日 2024.1.2)
- 前田敏和・溝上広樹 2022 「高校化学における看図アプローチを活用した授業実践—イオン化傾向とその社会での利用を学ぶ—」 『全国看図アプローチ研究会研究誌』 15 号 pp.3-9
- 溝上広樹・吾妻行雄・鹿内信善 2016 「高校生物における看図アプローチを利用した授業実践—ウニからその生態と東日本大震災を考える—」 『福岡女学院大学大学院紀要・発達教育学』 創刊号 pp.181-195
- 溝上広樹・鹿内信善 2018 「動物園を教育資源とした『総合的な学習の時間』授業づくりの予備的検討：看図アプローチを用いて」 『福岡女学院大学紀要・人間関係学部編』 第 19 号 pp.1-6
- 溝上広樹 2022 「1 人 1 台端末を利用した高校生物における看図アプローチ授業実践」 『全国看図アプローチ研究会研究誌』 12 号 pp.3-9
- 文部科学省 2018 『高等学校学習指導要領(平成 30 年告示) 解説総則編』  
[https://www.mext.go.jp/content/20211102-mxt\\_kyoiku02-100002620\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20211102-mxt_kyoiku02-100002620_1.pdf)
- 文部科学省 2023 「今, 求められる力を高める総合的な探究の時間の展開 未来社会を切り拓く確かな資質・能力の育成に向けた探究の充実とカリキュラム・マネジメントの実現」  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/sougou/20230531-mxt\\_kyouiku\\_soutantebiki\\_03\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/sougou/20230531-mxt_kyouiku_soutantebiki_03_2.pdf)
- 鹿内信善 2015a 『改訂増補 協同学習ツールの作り方いかし方—看図アプローチで育てる学びの力—』 ナカニシヤ出版
- 鹿内信善 2015b 『『看ること』から始める授業

づくり看図アプローチとは何か 『看護教育』  
Vol.56 No.8 医学書院 pp.774-779

## 謝 辞

本研究に際し、写真の使用及び掲載許可を頂きました「NSF-ICF(米国国立科学財団氷床コア施設)」の関係者の皆様に心より御礼申し上げます。

## 注

図1「生徒に提示した写真」と図2「追加で提示した写真」は、NSF-ICF ホームページ掲載の写真を活用した。

<https://icecores.org/>

なお、NSF-ICF は、氷柱掘削に関する教材等が掲載された教育用ホームページも公開している。

<https://icedrill-education.org/>

2024年1月8日 受付

2024年2月6日 査読終了受理