

ある場所の堆積構造の推定についての教育実践

－寒天地層を用いた試み－

奈良 武彦¹⁾，田中 里志²⁾

1) 京都教育大学大学院

2) 京都教育大学理学科 stanaka@kyokyo-u.ac.jp

キーワード：地学基礎，寒天地層，ボーリング，授業実践

(受付：2023 年 2 月 10 日)

I. はじめに

令和 4 年度入学生より新しい学習指導要領による評価規準で学習評価が行われている。高等学校「地学基礎」（西村ほか，2017）ならびに中学校「自然の探究中学理科 1」（室伏ほか，2021）などにおいて，地層や地球史を扱う単元の中で堆積学や層序学の分野は，授業者の経験や能力によっては，知識中心の授業形式に偏りがちであることが懸念されるとともに，授業の中でも教科書や資料集だけの授業になりがちで扱いにくい分野と言える。

本論では，高等学校「地学基礎」において地層を取り扱う上での教材の検討ならびにその実践例について報告することにする。その教材を考える上では，現在進められている観点別評価（文部科学省，2018）の中で，第 3 の観点である“学びに向かう力”を育成することに留意し，①視覚的に認知が容易な教材であること，そして②対話的で深い学びがデザインできるものであることの 2 点に注視した。本論での教育実践では，この 2 点を解決しうる教材の検討とともに，それを使った授業を行いその効果を報告する。本報告での授業においては，架空の場所を“ある場所”として地層の重なりや地層が地下でつくる堆積構造について学習するのだが，その地層を「寒天」で代用して地層理解を促す内容で授業実践を行った。

私たちは，日常生活の中で地層を意識することや露頭を観察することなどはほとんどない。そうした地層や露頭などを実験室で取り扱える規模のものでないものを単元として学習する場合，どのように受講生に示すか，そしてどのように野外のものをコンパクトにして学習の中に取り入れるか，など課題は大きい。

II. 寒天地層を用いた教材化の先行例

福島県教育センターのホームページには興味深い教育実践例が多く紹介されている。小学校 6 年生の理科教材として“理科教材事例集 理科ペディア”で寒天地層を用いた実践例が報告されている。そこでは粉寒天を用いて寒天地層を作成し，水彩絵の具を用いて寒天を着色したものを地層とみなし，そ

れを何層にも重ねることで地層や堆積構造を視覚化している。この教育実践例では、水槽の中の寒天地層をプラスチックストローで吸い出すことで実際の土地のボーリング調査を模している。この実践例を手がかりとして、対話的で深い学びを通して第3の観点である“学びに向かう力”の向上を目標とした授業をデザインして授業実践を行った。

Ⅲ. 授業実践

筆者は、所属する京都教育大学環境地質学研究室において指導教員（田中）が行う授業「地学実験」の中で授業を実施する機会を得た。なお、実践に先立ち9名の学生に配布した授業プリントを図1に示す。

令和4年12月9日（金3限）

京都教育大学
 【令和4年度 地学実験】～ボーリング試料からの堆積環境の考察～

- 1 学習の目標
 - (1) 地層を感覚的にとらえる
 - (2) ボーリング試料の採取から地層の対比を学ぶ
 - (3) 地層の対比からその土地の堆積環境を考察する
- 2 学習の準備
 - (1) 班の構成（10名で4つの班を構成する）→ みなさんの過去のエピソード…
 - ・地学的な感覚
 - 【
 - ・土地勘（地縁）
 - 【
 - ・フィールド学習の有無（好きか否かでも…）
 - 【
 - ・高校で地学（4単位）を修得したか
 - 【
 - (2) 器具・機材：色鉛筆・画用紙・セロテープ・ストロー（1班で5本）
 - ・試薬：寒天地層4つ（500mLピーカー）
- 3 学習の手順（グループ学習 ※ 1班2名ないし3名）
 - (1) ある土地の方角を記す ※ ピーカー内のある土地を想定する
 - (2) ストローで寒天地層をボーリングする（※ 5ヶ所：中心部・東西南北）
 - (3) 直交する2方向（東西方向・南北方向）で地層を対比する（※ 下図に記入）
 - (4) 地下構造を推定する
 - ① 地層は何層あるか…
 - ② 地質柱状図の層理面を線で結ぶ（各単層を色で塗り分けてみる）
 - ③ 色分けしている地層を1枚の地層（単層）と考え堆積構造を考える
 - ・1層目（水平・傾斜）→ 2層目（水平・傾斜）
 - 3層目（水平・傾斜）・4層目（水平・傾斜）

東

中心部

西

南

中心部

北

図1 授業実践の学習プリント

以下に授業実践の詳細を記す。

1. 実践日時：令和4年12月9日（金）第3・4限（12:50～16:05）
 2. 実践場所：京都教育大学 A 棟 4 階地学実験室
 3. 実践講座：地学実験（理学科2回生9名対象）
 4. 評価者：理学科教授 田中 里志
 5. 実践者：大学院教育学研究科 理科教育専修 奈良 武彦
- なお、授業実践後に行った事後アンケートを図2に示す。

令和4年12月16日（金）	
京都教育大学 地学実験 ～事後アンケート～	
質問者 奈良 武彦	
・当てはまる番号に○してください。感じたとおりを記入していただけると助かります。	
Q1：寒天地層を観察して地層を理解できましたか？	
1 理解した	
2 すこし	
3 どちらともいえない	
4 あまり理解できなかった	
【その理由：	】
Q2：あなた自身は地学的な自然を体験したことがありますか？	
1 豊富に体験した	
2 すこし体験した	
3 どちらともいえない	
4 あまり体験したことがない	
【その理由：	】
Q3：寒天地層の観察は地学的な自然の体験の少ない生徒の理解にも効果があると感じますか？	
1 効果があると感じる	
2 すこし効果がある	
3 どちらともいえない	
4 あまり効果がない	
【その理由：	】
Q4：授業で地層を説明するならば次の方法のどれを採用しますか？	
1 碎屑物（泥・砂・礫）が堆積したもの【別の語彙で認知させる方法】	
2 寒天地層などの観察【視覚的に認知させる方法】	
3 ボーリング試料や露頭の観察【実物の観察をとおして五感で認知させる方法】	
4 上記以外	
【その理由：	】
Q5：プレゼンテーションアプリKeynoteは授業に効果的だと感じましたか？	
1 効果的である	
2 すこし効果がある	
3 どちらともいえない	
4 効果的ではない	
【その理由：	】

図2 事後アンケート

Ⅳ．授業実践の流れ

(1) 過去の学びのふりかえり

9名の学生を4つの班に分けてグループ活動とした。また、学習プリントに記載されているように過去の自分の体験・学びについてふりかえる時間を設けた。

(2) 寒天地層の教示

寒天地層については、500mL ビーカーに寒天で見立てた色の異なる地層を3層に重ねた。例示するためのものを1つ、グループ学習に必要なものを4つ用意した(図3)。

4班に提示したビーカー内の寒天地層については、全てのビーカーを図4に示すように白色の厚紙でビーカー内の堆積構造が見えないようにマスキングした。したがって、各班には図3に示すどのビーカーが配布されているかは分からない状態であり、ビーカー内に想定した地層がどのように重なっているかを考察した。なお、地層を考える上では、山田(1982)に示される地層の基本を理解した上でビーカー内の寒天地層を作成した。

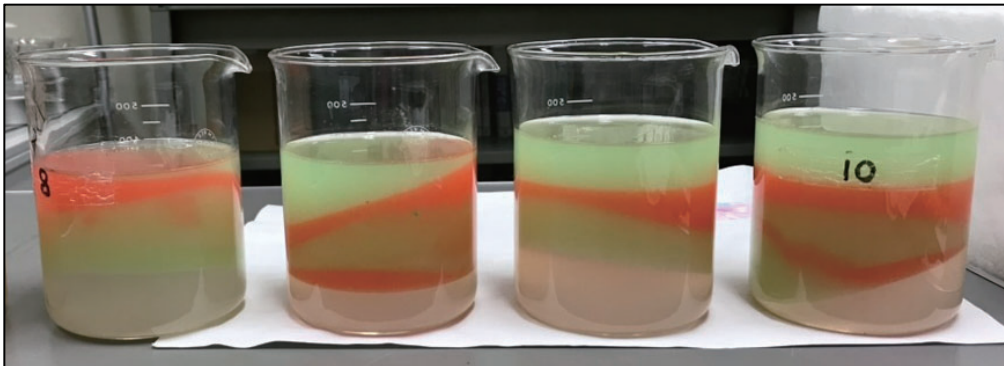


図3 実習で用いた寒天地層

(3) 寒天地層の方位の確定

寒天地層をある土地に堆積した地層とみなす。マスキングされたビーカーの口の部分の方角を北とした上で厚紙に方角を記入する(図4)。

(4) 寒天地層のボーリング採取

プラスチック製ストローで寒天地層の東西南北の4隅と中央部の計5ヶ所において、ボーリング掘削に見立ててストローを突き刺し、寒天地層のボーリング採取を行った。



図4 厚紙でマスキングした寒天地層

(5) ボーリング試料から堆積構造を推定

ある場所の地層を模した寒天地層を5ヶ所でボーリング採取を行った。東西方向に3ヶ所の試料を並べ、4層目(d)、3層目(c)の堆積構造(層序関係)を推定した。同様に南北方向についても3ヶ所の試料を並べ、1層目(d)、2層目(c)の堆積構造を推定した。

(6) 地質柱状図の作成

学習プリントにはあらかじめ東西方向および南北方向にボーリングで採取した地層を観察し、層理面(地層境界線)を記入した(図5)。

1層目(a)、2層目(b)、3層目(c)、4層目(d)の地層の重なりを推定し、地層の堆積構造を各班で議論して判定させるようにした(図6)。

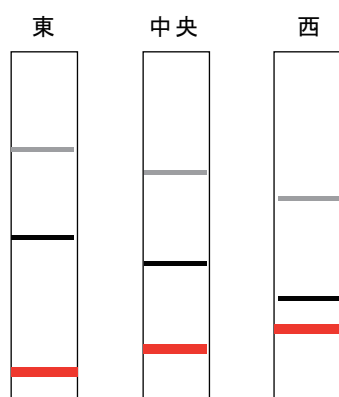


図5 層理面の記入

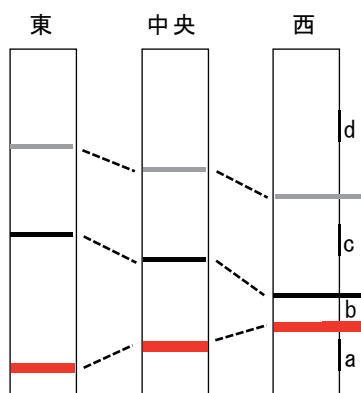


図6 層理面を結ぶ

地質柱状図上には色鉛筆で実際の寒天と同色で塗りつぶすことで、その地層がそれに対応するかが瞬時に識別できるようにした(図7)。

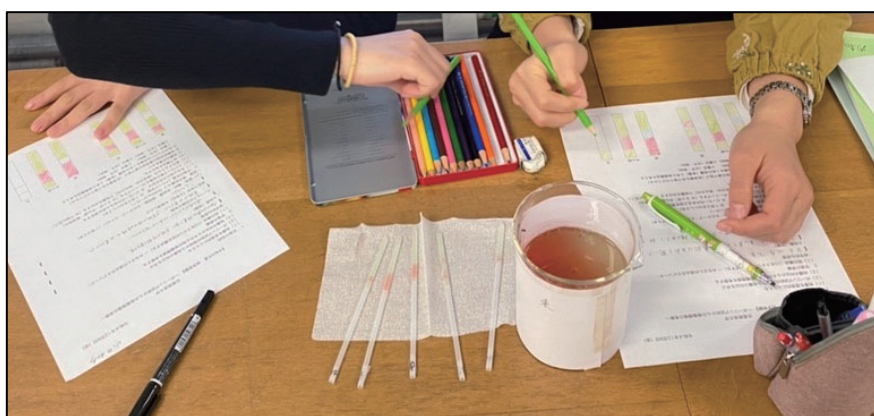


図7 採取したボーリング試料を並べ、地質柱状図を作成している様子

図6に示すように地層境界を結んだ場合、a層は一見、東から西へ地層が厚みを増しているように見える。ただし、そのさらに下位の部分はビーカーの

底になっていて不明であるため a 層の本来の地層の厚さは分からないことになる。そして b 層は、明らかに東から西へ層厚を薄くしていることを示している。一方、c 層については層厚は同じであるが西方へ傾斜していることが読み取れる。そして一番上位に重なる d 層は、柱状図の最上面が地表を想定していることから、東から西方へ地層の層厚を増していることが分かる。こうした特徴から、この地域にどのような事象が地層ならびに地殻に起きたのかを話し合いの中から推定する。地層の層厚の変化は、地殻の動きとも密接に関係することが推定できる。

(7) 地層の対比からその土地の成り立ちを理解する

ある土地について距離が離れた場所でボーリング試料を比較、対比することで離れた土地の地下の様子、地層の堆積構造が推定できる。さらに、その土地の成り立ちについてもシナリオ化するという体験を通じて、地学的な理解を深めることができる。

V. 事後アンケートの結果

事後アンケート（図 2）を授業を行った一週間後の 12 月 16 日（金）に行った。Q1 では寒天地層の教材としての有用性を問うた。

表 1 事後アンケートの結果（Q1 に対する回答）

Q 1 寒天地層の観察を通して地層を理解できたか？		
1	理解した	いろいろな傾きで地層がなしていることが手の平サイズでわかるから。
2	理解した	中学高校で見ていたまっすぐな地層のイラスト通りにはならないことを知ったから。
3	理解した	実際に体験して思っていた地層と違ったからこそ理解できた。
4	理解した	色が分かりやすいから。
5	理解した	色で見分けられるのは分かりやすい。
6	理解した	色覚で理解しやすいかった。
7	少し理解した	十分に振り返る時間がなかったが、地層の積み重ねであることはなんとなく分かったから。
8	少し理解した	その地層を自分たちで作ってみるということがあったほうが、より深い理解につながったと思う。
9	少し理解した	地層の形成に関しては理解できた。地層に関して全て理解はできていない。

受講学生には、4件法「理解した」・「少し理解した」・「どちらとも言えない」・「あまり理解できなかった」でのアンケートを実施した。その結果、「理解した」が67%、「少し理解した」が33%であった。

このように寒天地層の有用性に関しては、概ね肯定的な回答であった。

また、受講学生の具体的な自由記述を表1に示す。色彩についての言及が3名、手ごろなサイズ感について1名が言及していた。

VI. まとめ

寒天地層を用いた学習は、おおむね視覚的に地層を理解する上で有用であることが読み取れる。有用である理由として色による識別、サイズ感のほか堆積構造を模していることを視覚的に認知できることの記述があった。また、自分たちで地層を作成することでさらに理解が深まるなどの提言もあった。

しかし、ある場所の堆積構造の理解のための手法としてボーリング採取と地層の対比を関連づけた記述はみられなかった。この単元に先立ち中学校の内容および高等学校地学基礎の内容のふりかえりが不十分であったことも考えられる。図1で示した学習プリントでは、高校で地学を修得（履修）したかについても問うた。受講学生9名全員が、「地学を修得していない（そもそも選択していない）」との回答であった。このことから学生にとっては地層やボーリング採取、地層層序、堆積構造などの単語は聞き慣れないものばかりであったかもしれない。このように地学を学んで来なかった者にとっては、寒天地層を使つての実習で「土地は様々な地層が積み重なってできている」ということの意味が深まり、こうした取り組みは効果的であったと言えることができる。しかしながら、堆積構造が不明瞭な土地の成り立ちを探るところまでは十分に説明することができなかった。ボーリング試料を対比させて地層面をつなげることができても、そこにどのような地殻変動や地層の変化、地球規模の変動などを想定して考察するかなど、様々なファクターを考慮する必要があるため説明することの難しさがあった。

また、この実践を通して学習者の過去の体験を探ることから教材化を検討することが重要であることも再確認できた。

文献

文部科学省 2018. 高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編（令和3年一部改訂）. 365pp.

室伏きみ子ほか 32名 2021. 自然の探究 中学理科1. 教育出版, 320pp.

西村祐二郎ほか 8名 2017. 高等学校 改訂 地学基礎. 第一学習社, 192pp.

山田 渉 1982. 3章地質図のつくりかた・みかた. 自然を調べる地学シリーズ4 地層と化石, 地学団体研究会編, 東海大学出版会, 54-89.