

## 地質図から地域の地史教材を開発する方法

### How to develop local geological history teaching materials from geological maps

林 慶一\*

Keiichi HAYASHI

**Abstract** : In science education, there is content that deals with the formation of the natural landscape of the region, such as “Natural landscape and disaster” in “Science and human life” of high school. While other contents of science are uniform nationwide, the geological history that forms the basis of this content varies greatly from region to region, so it is necessary to develop teaching materials unique to each region. However, there is no previous research that has studied such a generic method of developing teaching materials. Therefore, in this study, I devised a general direction for teachers to develop this local geological history teaching material on their own, using the geological map that is maintained nationwide as a national project. Then, it was practiced in the “Science Education Method” class for students in the science teaching profession, and its effectiveness was verified.

**Key words** : local geological history, development of teaching material, geological map, periodization, science teacher, active learning

**要旨** : 理科教育には、高等学校の「科学と人間生活」の「自然景観と災害」などで地域の自然景観の成り立ちを扱う内容がある。理科の他の内容が全国一律であるのに対して、この内容の基礎となる地質学的な地史は地域によって大きく異なるため、地域独自の教材の開発が必要となる。しかし、このような教材開発の汎用的な方法を示した先行研究はない。そこで本研究では、国の事業として全国的に整備されている地質図を用いて、教員が地域の地史教材を自力で開発する一般的な方法を考案した。そして、理科の教職課程の学生のための「理科教育法」の授業の中で実践し、その有効性を検証した。

**キーワード** : 地域の地史, 教材開発, 地質図, 時代区分, 理科教員, アクティブラーニング

#### 1. はじめに

理科における探究の方法や技能は、実際の科学研究で使われている場面に近い状況を教育現場でも設定して、観察・実験を行う中で使いながら習

得することで、単なる知識としての方法・技能から、実践的に使える方法・技能に実用化・高度化させることができる。平成29・30年改訂の学習指導要領（文部科学省，2018；2019a）にも示されて

---

\* 甲南大学 理工学部 地学研究室

Geoscience Laboratory, Faculty of Science and Engineering, Konan University, Kobe 658-8501, Japan

いる“主体的・対話的で深い学び”やその背景となっている“アクティブラーニング”を推進するためにも、今後このような学習展開が一層望まれる。

これを地質分野の学習に当てはめれば、地質学の方法や技能は、教科書や黒板上で学ぶのではなく、実際の地層や岩石、地殻変動や火山活動が作り出した地質・地形を対象として探究的な活動を行う中で、必要に応じて学び使用させるということになるであろう。そして、このような活動を行うには、松川ほか(1994)が示したように、対象とする地域の選定において大きく2つの方法が考えられる。一つは、教科書的な地質や地形を観察できる理想的な野外実習地を探して、そこに出かけて実習を行う方法(林, 1993など)である。もう一つは、学校や生徒の居住する場所やその周辺で、その地質や地形を素材にして調べる方法である。前者には、教科書に掲載されているような典型的な事象を観察できるという大きな利点があるが、一般には遠方に出かけざるをえず、1日以上を費やしての学校行事にまでなってしまうことも多く、費用や安全確保の面でもハードルが非常に高くなるので、多くの学校では実現が難しいという実態がある(宮下, 1999; 三次, 2008)。これに対して、後者の場合は学校や居住地の周辺で行われるので、その多くを理科の授業時間の中で、また理科教員の裁量でできるので、実施のハードルは非常に低くなり、多くの学校で実施されていることが報告されている(三次, 2008)。ただし、地質や地形は地域による違いが大きく、堆積岩地域・火山地域・変成岩地域などによっても、また山岳地域・平野地域・島嶼地域などによっても、扱う事象の種類や扱い方は非常に多様なものとなる。このため、教員自身はその場所で何かできるかを見極める必要があり、かなりの知識が不可欠(松川ほか, 1994)で、予め教科書の一般的な内容を超えて①“地域の地形や地質”について地質学・地形的に深く理解し、それらに基づいて②地域独自の地質教材に組み立てることが必要となる。

高等学校では全国の高校生の1/3ほどが履修す

る「科学と人間生活」という科目があるが、その中の大きな項目の一つとして、このような地域の自然景観のなりたちを中核的な内容とする「自然景観と自然災害」の単元(文部科学省, 2019b)がある。これに伴い、教員には地域の地史の学習指導力が求められているが、「科学と人間生活」の2単位という科目の性質上、複数教員が担当することは少ないので、地学以外の物理・化学・生物を専門とする教員にもこのような地質分野の能力が求められている。

このような教育現場での状況や要請に応えるため、甲南大学理工学部物理・化学・生物の学科の中学校・高等学校理科の教員養成課程では、「地学実験」(1単位の野外実習を含む3単位科目)で地質調査に基づいて自然景観がどのような地質現象の歴史(=地史)をたどって形成されたかを調べる実験を、神戸市を例として行ってきた。これにより、上記①の地質学・地形学の実践的で深い理解と探究方法を習得させてきた。しかし、②の地域独自の地質教材の開発力に関しては、これを主目的とする取り組みは行っていなかった。そこで、この地域独自の地質教材を開発する能力を育成するため、学生が地質分野の科学的成果物に基づいて自力で「地域の地史」を教材化する方法を考案し、2019年度の「理科教育法Ⅰ～Ⅳ」(2単位×4科目)において、自分が居住する地域を対象にして実施した。本論文では、この「地域の地史教材を開発する方法」を提案する。そして、その実践結果からの評価も行う。

## 2. 目的

地球全体や地球上の一部の地域の地史の解明は、地質学に含まれる層序学・堆積学・火山学・岩石学・古生物学などの全分野を挙げて行われる、総合的で究極的な目標である。しかし、学校教育では、地質の諸分野の知見をどのように組み合わせ、地史が組み立てられるのかという研究方法については、時間的制約からほとんど省略されている。教科書の記述は、全地質時代を通しての地史を概観するに止まり、科学者によって解明された結果

としての「地史」を駆け足で辿るようになっていく。このため、教員も地域の地史を組み立てる方法を知らなくても問題は無かった。

しかし、現在では地史を中心とする内容が大きく入ってきているので、地質を専門としない教員にも地域の地史を組み立てる能力を育成する必要がある。そこで、本研究ではこれを究極の目標として、地域地質の一次資料である地質図から教育現場向けの地史を構成することのできる汎用的な方法を開発する。

### 3. 地史の調べ方

#### 3.1 地質図への導入-1/20万シームレス地質図

地域の地質は地質図に総合的に表現されているので、まず地質図を読めるようになってもらう必要がある。地質図にはじめて接する学生に提示する地質図としては、日本全体を少数の地質単元に区分した簡単なものが望ましい。この観点からは、最小縮尺の「500万分の1日本地質図」ならば全国の地質がわずかに26種類にまとめられているので、日本全体の中で各“地方”の地質の大まかな特徴を理解するのに向いている。しかし、本研究が想定している身近な“地域”は“地方”よりずっと狭く、たとえば一辺が20km~30kmほどの範囲なので、「500万分の1日本地質図」ではここまで拡大すると地質単元が範囲内に2、3種類となることも多く、地史を復元するのに必要な地質単元数に届かなくなる。そこで、全国的にいろいろなスケールの地質図で確認したところ、「20万分の1地質図」の凡例に示されたレベルの区分が適していることがわかった。そこで本研究では、「20万分の1地質図」のweb版とも言える“地質図Navi”（地質調査総合センターのHP）の「20万分の1シームレス地質図v2」を用いて初心者の学生を地質の世界へ導くこととした。

図1-A~Cは学生に配布した地史を調べる方法を解説した資料であるが、最初に「(1)どの地域においても必要となる一般的視点」の項目で、インターネット上のこの「シームレス地質図v2」へアクセスする方法を示した(図1-A左上)。

#### 3.2 “地域”の範囲と“年代”の数の設定

シームレスに繋がっているこの地質図では任意の範囲を倍率を変えて見ることができるが、この段階で後の地史の組み立ての成否に決定的とも言える大きな影響を及ぼすのが“地域”の範囲の設定の仕方である(図1-Aの視点①)。“地域”という言葉から、自校の校区や自分の居住する市町村などの行政区に安易に設定してしまうと、地質の分布や連続性とは無関係に範囲が切られてしまうので、後で地史を組み立てるときにたいへんな大きな困難に直面する。適切な方法は、色分けされた地質単元の年代を確認(シームレス地質図では右クリックして「この地質説明を表示」を選択すると、形成年代と岩石の種類や簡単な成因が表示される)して、ほぼ同年代の地質単元を一つの期にまとめる(後述する図1-B下図に例示)。こうしてまとめた年代が、大きく異なる $4 \pm 1$ 期になるように範囲を広げたり狭めて“地域”を設定することが重要である。

もし範囲が狭すぎると、期の数が少なすぎて歴史とは言いがたくなる。地質単元が2期にまとめられたとすれば、その間には1回の変化しかなく、変遷の意味の強い“歴史”とは言い難いものになる。一方、範囲を広くしすぎると期の数が多すぎて、それらの間の順序に混乱が起こりやすくなる。具体的には、おそらく6期以上の年代になると混乱する生徒が多くなると考えられる。このような検討の結果、学校教育において地史を展開しようとする場合は、専門家の詳細な年代区切りに従うのではなく、「起・承・転・結」や「四コマ漫画」の例からも推測できるように、人が無理なく移り変わりを理解できる4期に分けるのが理想的と考えた(林, 2019)。ただし、比較的単純な地史の地域もあれば、複雑な地史の地域もあるので、3期または5期も認めるという意味で、年代数を $4 \pm 1$ 期に収めるべきとした。

また、地域の範囲の設定に関しては、地質単元相互の関係や分布の偏りが読み取れる範囲にすることも大切である。狭すぎると各地質単元の広がりの特徴が読み取れなくなり、堆積や火山噴火の

## 地学分野の指導計画の作成

### 科学と人間生活の地学分野-「地域の自然景観の成り立ち」について

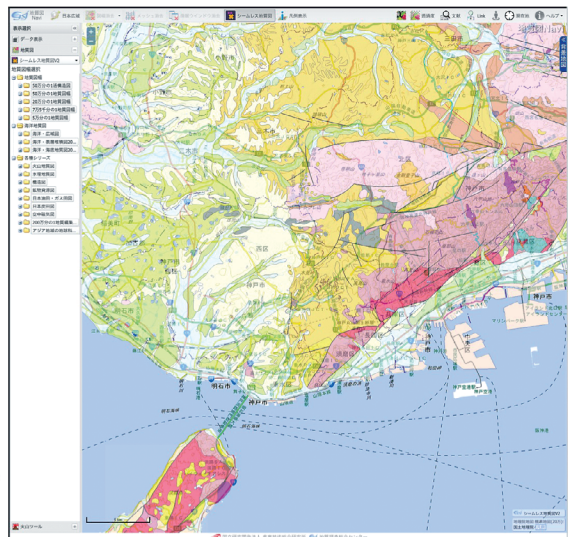
～33.1%の高校生が履修，地域ごとに教員がつくらなければならない教材～

下記のような手順で，神戸市（または自分の住む地域）の自然景観の成り立ちを調べ（科学的な基礎研究），それに基づいて指導計画（約16時間分）を作成（教材研究）して下さい。

指導計画は単元の全体像をA4一枚の概念地図で示し，各時間の内容は図などを入れてA4の1/4程度のスペース（合計4枚）で示すこと。

#### (1) どの地域においても必要となる一般的な視点

視点① 1/20万シームレス地質図（<https://gbank.gsj.jp/geonavi/>）を閲覧して，異なるいくつかの地質同士の関係がわかる範囲を「地域」として設定する。



色分けされた地質同士の分布の関係がわかるように

視点② 当該地域の地史は出版された地質図とその説明（書）でしか知ることができないので，産総研の地質調査総合センターのHP（<https://www.gsj.jp/Map/JP/geology4.html>）で地質図の整備状況を確認する。

当該地域の1/5万地質図等をダウンロードし，地質図とその凡例（時代順にどのような地質が分布しているかが示されている）に基づいて，「地史」の概略を把握する。

1/5万地質図が未整備の地域については，他の縮尺の地質図を左からダウンロードするか，検索エンジンで「〇〇地域 地質図」と入れると，他機関（国土地理院や自治体等）で整備されたものを見つけられることが多い。



図1-A 「地域の自然景観の成り立ち」の概念地図と指導計画作成の指示プリントの1頁目（産業技術総合研究所 地質調査総合センターHPより引用）

中心を把握することが困難になるからである。

したがって、“地域”の範囲をどのように設定するかについては、これら複数の基準で予めよく検討して適切に設定する必要がある、一律に特定の数値で示せるものではない。しかし、多くの場合「5万分の1地質図」の範囲（居住地等が図中で端の場合は、隣接する地質図も利用するので複数枚にわたることもあるが）で良いことが、後述する実践結果から確認できている。

### 3.3 地域地質の一次情報の「5万分の1地質図」とその「解説書」から地史を把握する方法

上記の作業で、大きく異なる年代の地質単元は認定できたが、地史の復元ではそれらごとに過去にどのような環境であったとかどのような出来事が起こったかをあわせて調べることが必要である。しかし、シームレス地質図にはこれらの情報は乏しい。そこで、地史が記されている「5万分の1地質図」とその「解説書」を利用する必要性を記した（図1-A下の視点②）。これらも学生にとっては初めて見るものなので、言葉だけでなく実物の縮小写真を図1-B上に示した。

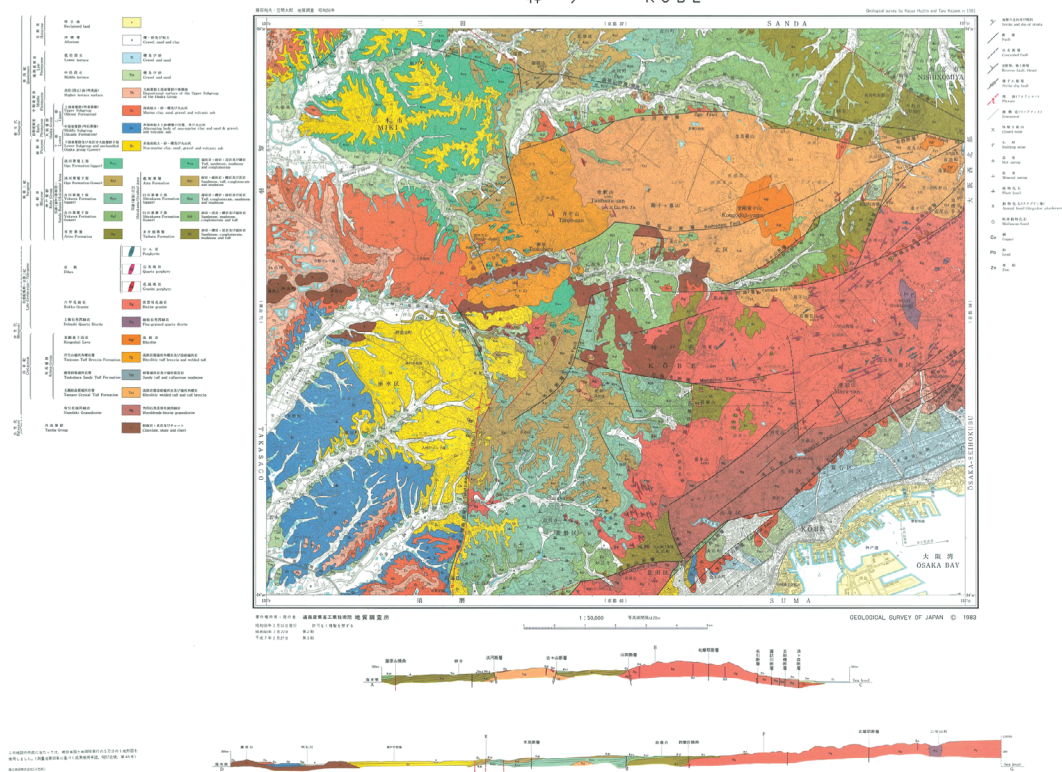
なお、「5万分の1地質図」とその「解説書」は、国家事業として地質図を作成する過程で、調査に基づいて最初に作成される地域地質の一次情報で、基本的に全国的に整備されているが、一部未刊行の部分も残っているので、この場合は対象とする地域を含む「20万分の1地質図」とその紙面または裏面に印刷された地質概説を利用する（本実践では後者の必要性はなかったの、具体的な方法はここでは省略するが、基本的な手続は同じである）。

「5万分の1地質図」および「20万分の1地質図」を閲覧するには、“地質図Navi”ではシームレス地質図の左に示されたそれぞれのフォルダーを開くと、メイン画面の範囲の各地質図の名称が表示されるので、それをクリックすると、重ね表示される（透明度を変えて透かして見ることも可能である）。また、メイン画面の左上に表示された「原本データ」と「図幅説明書」をクリックする

ことで、出版された地質図と説明書を電子ファイルとしてダウンロードできる。この操作は“地質図Navi”に少しの慣れが必要なことから、今回は図1-Aの下部に示したように、地質調査総合センターの「地質図カタログ」の「5万分の1地質図」の検索サイトのURLを示してダウンロードする方法を示した。こちらのインデックスマップを見ると、「5万分の1地質図」の整備状況がわかり、未整備の地域では代わりに「7万5千分の1地質図」が使える場合や、それもなく「20万分の1地質図」に変更しなければならないところなどもわかる。火山地域では別に火山地質図などが地質調査総合センターのほか国土地理院などによっても整備されているので、それらを検索・ダウンロードする方法も示している。また、都道府県単位の地質図（多くは各都道府県が発行）も整備されていることが多いので、「20万分の1地質図」の代わりにこちらを利用するのも良い。

次に、「5万分の1地質図」から地史の“概略”を知る簡便な方法として、地質図の“凡例”が下から上に向かって古い地質単元から時代順に上に向かって新しい地質単元へと並べられていることを示した（図1-Aの左下の説明）。これらの凡例には、地質単元のグループ化や細分化がわかるような「|」が添えられており、また地質時代名が具体的に書かれている。しかし、よりわかりやすいのは「解説書」の最初の方に必ず掲載されている「地質統括表（層序表）」である。図の範囲にあるすべての地質単元について、古い方から新しい方へと縦に並べられていて、年代とそれぞれの地層・岩体の種類が詳しく示されている。地質単元のグループ化や細分化もこの図で一目瞭然である。そこで、地史を把握する最大の資料としてこの「地質統括表」を基礎にするように指示した（図1-Bの視点③）。

「地質統括表」から漠然とした「地史」を読み取ることはできるが、教える教師にはその程度の理解では教材化はできない。やはり、地質図の「説明書」の各地質単元の記述に目を通して、もっと深く理解する必要がある。しかし、「説明書」は専



視点③ 1/5万地質図等の説明書から、専門用語は地学の教科書で確認する程度にしてこだわらずに、掲載されている「層序表」を中心に見て、地質学的な「地史」の大きなストーリーを読み取る。  
そして、次にそれを4±1期からなる教育用の「地史」に編纂し直して「自然景観の成り立ち」のストーリーをつくる。



図 1-B 「地域の自然景観の成り立ち」の概念地図と指導計画作成の指示プリントの2頁目(地質調査総合センター 5万分の1地質図幅「神戸」および同説明書「神戸地域の地質」)より引用

専門家向けのものであるために、教員には初めて目にする専門用語がたくさん出てくる。そこで、それらへの対応を含めた「読み方」を示す必要があると考え、「専門用語は地学の教科書で確認する程度にしてこだわらずに、掲載されている「地質統括表」を中心に見て、地質学的な「地史」の大きなストーリーを読み取る」ように指示した。

### 3.4 教育用の地史を編纂する方法

「地質統括表」は地質学の専門家による調査研究の成果であるため、一般に多数の地質単元に分けて表記されている。しかし、前述のように教育用にはこのままでは年代が多くて歴史が複雑になりすぎて到底使えないので、 $4 \pm 1$  期にグループ化する。教材化に取り組む教員にとっては、ここまでのほとんどの過程が既存の専門資料を理解する努力の過程であったのに対して、この過程のみは自らの勤務する校種や生徒の実態に合わせて、自身で主体的に作成するものでオリジナルなものとなる。この過程をわかりやすく説明するために例示したのが、図1-Bの下図の地質統括表にピンクで重ね書きした分割線である。

この作業過程は、初体験であっても高校レベルの地学の知識があれば困難なことではない。地質年代名称について中・古生代は紀のレベルまで、新生代は世のレベルまで知っていれば、地質統括表上で配置されている地質単元の間に大きな年代の欠落があれば、それがわかる。これに基づいて、下方の3つの分割線を描くことは簡単である。一番上の分割線は現在と一つ前の段丘などを形成した時代の境界で、大きな年代の欠落はなく連続的なので引くか引かないかはどちらでも良い。これらの線により分割された各時代は、「解説書」の各項目を専門的な用語を気にせず読むだけで古環境や成因もある程度イメージでき、

- I 古生代末～中生代初期にかけての海洋底で堆積したチャートなどからなる丹波層群の時代
- II 白亜紀の酸性のマグマが地下で固まり花崗岩になったり地表に流紋岩として噴出した時代
- III 中新世（これは後の研究で始新世～漸新世に

改訂されている）の湖などに地層や火山灰の堆積した時代

- IV 現在につながる河川や湖沼や浅海に砂礫や粘土のたまった時代
- となる。

この一連の作業では、教員自身が持っている地質学や地形の知識を総動員して考えることになるので、個々の教員の見方が反映される側面があり、ある程度のバリエーション生じる可能性がある。このことは教師にとっては難しさを含む反面、通常の授業が教育内容は既に定められているので教え方でいかに工夫するかということになるのに対して、ここでは教育内容自体を自分が科学の一次資料から抽出してつくり、それを教えるという、次元の異なる面白さとやりがいのある授業にできる。このような作業が実際の教師にどの程度ができるかについては、疑問が生じるかも知れないが、それらは次章の実践結果に基づいて答える。

### 3.5 地史のストーリー化

ここまでで、科学（地質学）の世界の高度な知見を教育の世界に持ってくることができたが、生徒に教えるにはより易しくイメージできるストーリーにすることが望ましい。

ただし、ストーリー化したものは生徒には強く定着しやすいので、易しさと同時に正確さも求められる。特に地質図の作成年代が1980年代以前の場合には、プレートテクトニクスの登場による地球科学の革命が起こる前の古いパラダイムに基づく記述が多いので、プレートテクトニクス後のパラダイムの解釈にアップデートする必要がある。これらは新しい書籍等を用いて調べるのが無難な方法であるが、近年ではWikipediaなどのインターネットなどの情報も出典を明記することが求められているので信頼度が高まってきていることから、それらを参考にしてもよい。例示した5万分の1地質図「神戸」の場合は1983年発行の古いものなのでこのようなアップデートをする必要がある。具体的には、図1-Bの地質統括表に上書きした分割線のうち最下の分割線のところでは、その下(そ

(例) 筆者が理科教職課程の「地学実験」用に開発して、実践している教育用の「地史」



(2) 地質帯ごとに必要となる視点 (地質図の説明書を読めば見えてくる)

<堆積岩地域では>

視点A 山地では流水の作用よりも、「斜面崩壊」と「土石流」の作用を重視。

視点B 地学で一般的な「小さな変化が徐々に起こる」いう考え方の一方で、「地表の景観は数百年に一度という大雨や地震で突然大きく改変される」という考え方が必要。

<火山地域では>

視点A 火山体に隣接する、「岩屑なだれ堆積物」を見逃さないように留意する。

視点B 「山体崩壊」と「岩屑なだれ」の概念を導入し、教育用の「地史」の時代区分の中に適切に位置づける。

<——地域では>

地学は個別の事物・現象を理解するよりも、広大な空間と長大な歴史的時間の中でどのような事象がどのような順序で起こったかを理解することの方が重要です。そこで、地学分野の課題では、1時間分の指導案をつくるのではなく、単元全体を組み立てている力の方がより重要なので、指導計画を作成してもらおうことにします。

図1-C「地域の自然景観の成り立ち」の概念地図と指導計画作成の指示プリントの3頁目  
(左の地質統括表は著者が作成、右の地質図は地質調査総合センターの「20万分の1シームレス地質図」から引用)

れ以前)の時代の海洋底の堆積物等について、沈み込む海洋プレートによって運ばれてきて、付加体を形成したというイベントをストーリーに加えないといけない。同様に下から3つ目の分割線

のところでは、それまで平坦な地形が広がっていた日本列島に大規模な地殻変動が起こりはじめて、現在のような起伏に富んだ地形がつけられるようになったということをストーリーに付け加えな



ればならない。

このような新しい（正しい）ストーリーになるように「解説書」の古い地質統括表を描き直したのが図1-Cの左の地質統括表である。ここでは地質単元も細分化されたものは必要ないので省略している。これらを右の1/20万シームレス地質図での地質単元の色と同じ色で彩色すると、両者の対応関係が一目瞭然となる。

Iの丹波層群は基盤として広域に存在するが、後の地層に覆われているため各地で小規模に頭を出しているだけであること

IIの酸性のマグマは地下深くからのものなのでIと同様に基盤となっているが、地域内の東半分に多く、その中でも南では地下で花崗岩に、北では地表に噴火したこと

IIIの古神戸湖や河川の堆積物は地域の東半分に広く分布するが、のちに地殻変動で上記IIの火成岩が地表に出てきたところでは侵食されて失われていること

IVの河川などの堆積物は、この地殻変動で逆に沈降したために周囲から堆積物が流れ込んでできたもので、その延長は現在の大阪湾や播磨灘の浅海域である、

というようになり、現在の地質学の最先端の理解とほぼ同じ「ストーリー」にすることができる。

## 4. 実践結果と分析

### 4.1 実践の概要

対象者：2019年度理工学部の中学校・高等学校の理科の教職課程の履修者3年生18名（物理学科5名，生物学科4名，機能分子化学科9名）

期間：2019年12月15日（課題提示・説明）～2020年1月15日（課題提出締切）

実践内容：神戸市または自分の居住する「地域の自然景観の成り立ち」を調べて（科学的な基礎研究）全体を一枚の概念図として表し、それに基づいて指導計画（約16時間分）を作成する教材研究を課し、1ヶ月後にレポートで提出させた。

### 4.2 実践結果

ある程度の自由度のある課題であったので、提出されたレポートは、学生によって多少異なる書き方となっていた。分析にあたってはこれらを共通比較できるように、各学生の記述した地史の内容を筆者が抽出してI期，II期…という統一した形式で表示したのが表1である。表1では、対象学生を本課題の内容に即した野外実習を行っている「地学実験」の履修者群（11名）と未履修者群（7名）に分けて、個人名をA～Rのアルファベットに変更表記してランダムに並べた。また、各学生が対象とした地域と用いた「5万分の1地質図」の名称をその発行年とともに示した。

「地史」に関しては、提出された概念図と指導計画から地史をどのように理解したかを分析して、I，II，III，IV，…の時代ごとに“根拠とされている地質単元”を，続く（ ）内に，その“年代”と堆積環境や生成条件などの“成因”に関する理解状況を簡潔な単語で示した。

課題は全員から提出されたが，1名（学生I）のみは5万分の1の地質図とその解説書を用いるようにという指示を理解せず，シームレス地質図のみを用いていた。このため，概念図及び指導計画ともある程度の内容はあって評価はできるものの，本研究で提案した“地質図とその解説書から地史を組み立てる方法”の有効性を調べる対象にはできなかったため，以下の分析ではこの学生を外して議論する。

### 4.3 評価と分析

各学生の「地史」を次のような基準で，4点法で評価した（表1）。

4点：大きな年代の違いを基本に，「地質統括表」の地質単元を $4 \pm 1$ 個の教育用の地質単元に適切にグループ化して，それらの年代や堆積環境または成因を理解した上で，適切に地史が組み立てられている。

3点： $4 \pm 1$ 個の教育用の地質単元にはほぼ適切にグループ化できているが，地質時代名や堆積環境または成因に未記載や部分的な誤り

| 学生   | 対象地域<br>「1/5万地質図名」 | 地史   |   |   |
|--|--------------------|--|---|---|
|  |                    | 年代の基礎とした地質単元(年代, 成因)   | 評価  |   |
| 履修者  | A                  | 大阪府富田林市<br>「大阪東南部」(1998)                                     | I領家変成岩(ジュラ紀, 中生界堆積岩→高温低圧型変成作用), II花崗岩類(白亜紀後期, マグマの貫入), III二上層群(中新世, ザクロ石安山岩の火山岩/堆積岩/デイサイト), IV大阪層群・生駒山地の隆起(鮮新世～第四紀, 河川-海成層/断層), V段丘   | 4 |
|  | B                  | 伊丹市<br>「大阪西北部」(2001)   | I丹波層群(二疊紀～ジュラ紀, 海洋底/プレート運動), II有馬層群・花崗岩類(白亜紀後期, 流紋岩火砕岩/深成岩), III神戸層群(3200万年～3500万年前, 凝灰岩や河川や古神戸湖の堆積岩), IV大阪層群・六甲変動(鮮新世～更新世, 非海成/海成層), V台地・沖積層(氷河性海面変動/河川作用)   | 4 |
|  | C                  | 神戸市<br>「神戸」(1983)  | I丹波層群(ジュラ紀, -), II有馬層群(-, 火砕岩), III神戸層群(古第三紀, 湖成(下部に海成)層/凝灰岩相), IV大阪層群(-, 海成粘土および火山灰→河川堆積物)   | 3 |
|  | D                  | 神戸市<br>「神戸」(1983)  | I丹波層群(ペルム紀からジュラ紀, 付加体), II花崗岩類・有馬層群(白亜紀後期, 深成岩/火砕岩), III神戸層群(新生代, 砕屑岩・凝灰岩/湖成青色粘土/一部海成), IV大阪層群(新生代, 火山灰層/海成粘土層/礫層/一部海成性), V段丘, 沖積層  | 3 |
|  | E                  | 神戸市<br>「神戸」(1983)  | I丹波層群(～三疊紀→ジュラ紀付加, 海洋底/海溝/ホルンフェルス化), II花崗岩類・有馬層群(白亜紀後期, 領家帯/プレートの沈み込みによるマグマの発生/熔結凝灰岩), III神戸層群(始新世末～漸新世前期, 古神戸湖/火山灰は西から/堆積サイクル), IV大阪層群(鮮新世末～更新世, 河川/海/湖), V段丘/沖積層(-, 河川作用/氷河性海面変動)                     | 4 |
|  | F                  | 神戸市<br>「神戸」(1983)  | I丹波層群(古生代からジュラ紀, 海洋底堆積物/付加作用), II有馬層群・六甲花崗岩(-, 流紋岩質火砕流/マグマ), III神戸層群(-, 海/湖), IV大阪層群(-, 海/湖), V段丘/沖積層(-, 河川作用)  | 3 |
|  | G                  | 大阪府三島郡<br>「京都西南部」(2005)                                      | I超丹波帯(後期ペルム紀～三疊紀, 海洋の砂岩泥岩互層/化石). II丹波帯(三疊紀～ジュラ紀, II型地層群の各コンプレックス/I型地層群の各コンプレックス/付加体), IIIマグマの貫入(白亜紀, 茨木花崗岩), IV六甲変動と大阪層群(-, 断層/堆積構造, 隆起と沈降/河川成), 大, V段丘・沖積層(-, 河川作用)                                    | 4 |
|  | H                  | 明石市<br>「高砂」(2003)<br>神戸市<br>「神戸」(1983)                       | I丹波層群(古生代からジュラ紀, 海洋/海溝堆積物/付加体), II有馬層群・宝殿層・六甲花崗岩(-, 火砕流/ハイアロクラスタイト/貫入とホルンフェルス), III神戸層群(-, 海成/湖成), IV六甲変動と大阪層群・段丘・沖積層(-, 湖成/海成層)  | 4 |
|  | I                  | 明石市<br>1/20万シームレス地質図   | I付加体の形成(ジュラ紀, 海洋底/付加作用/地震/災害), II火山活動の活発化(白亜紀, 高砂宝殿の火砕流/六甲花崗岩), III侵食と堆積による段丘形成(新生代, 河川作用/海面変動)   | 2 |
|  | J                  | 神戸市<br>「神戸」(1983)  | I丹波層群(古生代後期～中生代前期, 海洋底・海溝→付加体/ホルンフェルス), II布引花崗閃緑岩・有馬層群・六甲花崗岩(-, マグマの発生/火山砕屑物と深成岩/酸性火山砕屑岩), III神戸層群(始新世～漸新世, 内海→湖/火山活動→河川堆積物), IV大阪層群と六甲変動(鮮新世～更新世, 湖成の粘土・シルト/川と海のサイクル/プレートの運動), V段丘と沖積層(1.5万年前以降, 河川作用) | 3 |
|  | K                  | 神戸市<br>「神戸」(1983)  | I丹波層群(～ジュラ紀, 海洋底・海溝→付加), II布引花崗閃緑岩・六甲花崗岩・有馬層群(白亜紀中～後期, 領家変成岩類/深成岩/酸性火山砕屑岩), III神戸層群(4000万年前, 古神戸湖), IV大阪層群と六甲変動(更新世前期～中期, 河川成の砂礫/海成粘土) V沖積層(1万年前以降, 河川作用)   | 4 |
| 未履修者   | L                  | 大阪府大東市<br>「大阪西北部」(2001)<br>「奈良」(2000)                        | I変成チャート/変成泥岩/変成砂岩(原岩は三疊紀～ジュラ紀, 変成作用), II苦鉄質深成岩類(-, マグマ), III花崗岩・砂礫(中生代, マグマ/河川成砂礫から海成粘土), IV大阪層群(第三紀～第四紀, 河川～海成)  | 2 |
|  | M                  | 宝塚市<br>「大阪西北部」(1982)   | I丹波層群(古生代からジュラ紀, 海底とプレート運動), II有馬層群・花崗岩(白亜紀後期, 火砕流・深成岩), III神戸層群(1600万年前, 砕屑岩・凝灰岩/海から湖・河川へ), IV甲山(1200万年前, 輝石安山岩), V大阪層群(300～15万年前, 河川成の砂礫から海成粘土, 氷河性海面変動), VI段丘・沖積層                                    | 4 |
|  | N                  | 神戸市<br>「神戸」(1983)  | I丹波層群(二疊紀からジュラ紀, 海洋底/付加体), II花崗岩類とその隆起・有馬層群(白亜紀, 深成岩と六甲変動/火砕岩), III神戸層群(-, 陸上/火山/海/植物化石), IV大阪層群(第四紀～, 内湾), V段丘, 沖積層(河川作用)  | 3 |
|  | O                  | 宝塚市<br>「大阪西北部」(1982)   | I丹波層群(古生代から中生代にかけて, 海洋底→付加体), II有馬層群・六甲花崗岩・布引花崗閃緑岩(白亜紀後半, 火砕流・深成岩), III神戸層群(新第三紀, 砂岩・礫岩・火山灰/海→古神戸湖・河川へ), IV甲山(1200万年前, 輝石安山岩), V隆起と沈降・大阪層群(300～15万年前, 河川成の礫→砂→海成粘土, 氷河性海面変動), VI段丘, 沖積(河川作用)            | 4 |
|  | P                  | 「大阪東北部」(2001)  | I領家帯(-, 変成岩→付加体の変成), II花崗岩(-, マグマの貫入), III宝山寺安山岩(-, 中性マグマ), IV六甲変動-大阪層群(-, 断層・撓曲/河川成と海成), V段丘・沖積層(-, 河川作用)  | 3 |
|  | Q                  | 三田市<br>「三田」(1988)<br>神戸市<br>「神戸」(1983)                       | I丹波層群(石炭紀からジュラ紀, 海洋底堆積物/ジュラ紀末に付加), II篠山層群(-, 淡水と海水/火山), III有馬層群・六甲花崗岩(-, 流紋岩質熔結凝灰岩/コールドロン/火成作用), IV神戸層群の3累層(-, 河川湖), V河成段丘・完新統(-, 河川)   | 3 |
|  | R                  | 「岐阜」(1999)   | I美濃堆積岩コンプレックス(-, 海洋底・海溝→メランジ), II安楽寺花崗閃緑岩・安山岩岩脈・御嶽山(-, 火山活動), III瑞浪層群・東海層群(-, -), IV沖積平野(河川作用)  | 2 |
|  | 評価基準               | 4±1個の地質単元を適切に設定して, それらの年代や堆積環境または成因を理解した上で, 適切に地史が組み立てられている。 | 4   |   |
| 地質時代名や堆積環境または成因に未記載や部分的な誤りがあるが, 全体としてはほぼ適切に地史が組み立てられている。   |                    | 3  |   |   |
| 一つの年代区分に相当する地質単元について, 欠落や堆積環境または成因に大きな誤りがあり, 誤った地史となっている。  |                    | 2  |   |   |
| 二つ以上の年代に相当する地質単元について, 欠落や時代順序に誤りがあり, 地史としては大きく誤ったものになっている。 |                    | 1  |   |   |
| 地史の記述が読み取れず, 地史の概念が全く理解されていないと推測される内容を中心に組み立てられている。        |                    | 0  |   |   |

表1 学生が編纂した地域の地史

がある。適切な助言等があれば、自力で修正可能と考えられ、全体としてはほぼ適切に地史が組み立てられている。

2点：一つの年代区分に相当する地質単位について、欠落や堆積環境または成因に大きな誤りがあり、誤った地史となっている。

1点：二つ以上の年代に相当する地質単位について、欠落や時代順序に誤りがあり、4±1個の教育用の地質単位が構成されておらず、地史としては大きく誤ったものになっている。

0点：地史の記述が読み取れず、地史の概念が全く理解されていないと推測される内容を中心に組み立てられている。

評価点の分布を、「地学実験」の履修者と未履修者ごとに示すと表2のようになる。人数が少ない上に、学生間で比較できるようにするため筆者が解釈して点数化したものなので、統計的な扱いは適当ではない。したがって、ここでは定性的な分析に留めるが、次のようなことが言える。

|          |      | 4点 | 3点 | 2点 | 1点 | 0点 |
|----------|------|----|----|----|----|----|
| 地学<br>実験 | 履修者  | 6  | 4  | 0  | 0  | 0  |
|          | 未履修者 | 2  | 3  | 2  | 0  | 0  |

表2 地学実験の履修者と未履修者ごとの4点法での評価の分布

基本的な地史が正しく組み立てられた3点以上でない、教員として生徒に対して誤りを教えることになるので、2点以下は地質図とその解説書から地史を適切に編纂できなかつたと見なせる。これを地史編纂の可否基準とすると、合格率は15人/17人で全体の9割近くの学生が自力で地史を組み立てることができた。これは、本論文で提案した「地域の地史教材を開発する方法」が極めて有効であることを示すものである。

また、地質単位を適切に設定でき年代や堆積環境または成因がすべて正しく記され、このまま教材化を進められる4点の者の割合が8人/17人と半数近くに達したことは、「地域の地史教材を開発する方法」自体には大きな欠陥がないことを示している。

「地学実験」の履修者群と未履修者群の間には、平均評価点で3.6と3.0と明確な差がある。またほぼ完全な地史を組み立てられた4点の者の割合にも6割と3割弱という明確な差がある。これらは、「地学実験」で前・後期にそれぞれ1日をかけて行う地質の野外実習での調査体験、地質・岩石などの5コマの事前指導、地質柱状図の作成や対比を行って地史を組み立てる6コマの事後指導を受けているか、受けていないかによる違いと考えられる。「地学実験」の履修者は適切な地史または部分的な誤りはあっても基本的には正しい地史を編纂できるようになったのに対して、未履修者は適切に地史が組み立てられる者から大きな一つの年代が欠落したり年代の順序を大きく誤った地史の者まで、大きなバラツキが出た。このことは、本論文で提示した「地域の地史教材を開発する方法」はそれだけでは目的を達成できない場合があり、上記の野外実習やその事前・事後指導の内容が何らかの形で補充される必要があることを示している。三次(2008)による全国的なアンケート調査によって、地域の地質教材は多くの場合に教師自らが野外調査して構成しているという実態も考慮すると、文献から地史を正しく組み立てられた者に対しても野外実習の体験は不可欠である。ここで課した単元全体の16時間分の指導計画から各時の指導案に進んだり、それらの中で生徒の野外調査を指導する際に、教員自身の野外地質調査の体験が基礎になるからである。

方法の評価とは別に、実践結果は物理・生物・化学の理学系の学生が極めて高い割合で地史編纂の能力を獲得しており、地域の地質や地形の特性に応じて地質区分や時代区分を柔軟に行えるという、想定以上の成果が確認できた。このことは、各専門学科の教育で行われている英文を含んだ論文演習などでの訓練が、基礎的な文献理解力を高いものにしてしているのかもしれない。このことの因果関係の証明は非常に難しいが、大学教育で育成される基礎的な能力がさまざまな職種で通用する汎用的なものであることを示しているように見える。

## 5. おわりに

本論文では、理科教員のための「地域の地史教材を開発する方法」を考案し、それを解説したもので、実践結果の分析についてはその方法の有効性の程度と改善の必要性、さらに野外実習体験の補充の必要性を確認するに止めた。しかし、実践の結果学生が描いた地史からは、地史の概念の理解に大きな個人差が生じたという問題や、一次資料とした5万分の1地質図には、プレートテクトニクスや付加体の概念が定着する以前の陳腐化してしまった地向斜のパラダイムを基本に書かれた解説書があるという問題が見えてきた。前者は教育の問題であり、ここで行ったような点数評価だけでなく、学生ごとの“事例分析”を行ってさらに研究を進めたい。後者は地質学の専門家の側に改善が求められる内容であることから、地質学分野の学会において学術成果の社会への還元という側面から今後議論したい。

## 謝 辞

本研究には、科学研究費補助金（基盤研究（C）課題番号23501035, 16K01044）を使用した。また、HPおよび地質図や解説書を繰り返し利用・引用させていただいた国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター（旧地質調査所）等の諸機関に感謝する。

## 文 献

- 林 慶一, 1993, 野外調査と空中写真判読の組み合わせによる地質図作成の実習. 地学教育, **46**(6), 199-215.
- 林 慶一, 2019, 火山地域の「自然景観の成り立ち」の教材化の視点. 日本地学教育学会第73回全国大会・2019年度全国地学教育研究大会 大会講演予稿集, 78-79.
- 松川正樹・馬場勝良・林 慶一・田中義洋, 1994, 地質の野外実習教材の開発の視点. 地学教育, **47**(3), 99-109.
- 文部科学省, 2018, 中学校学習指導要領（平成29年告示）. 東山書房, 329 p.
- 文部科学省, 2019a, 高等学校学習指導要領（平成30年告示）. 東山書房, 602 p.
- 文部科学省, 2019b, 高等学校学習指導要領解説 理科編 理

数編. 実教出版, 368 p.

- 藤田和夫・笠間太郎, 1983, 神戸地域の地質. 地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）, 地質調査所, 115 p.
- 三次徳二, 2008, 小・中学校理科における地層の野外観察の実態. 地質学雑誌, **114**(4), 149-156.
- 宮下 治, 1999, 地学野外実習の実施上の課題とその改善に向けて-東京と公立学校の実態調査から-. 地学教育, **52**(2), 63-71.
- 産業技術総合研究所 地質調査総合センター（2019.12閲覧）  
地質図Navi. <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>