

地質素材から自然情報の読解力を育成する学習プログラム

—岩石や地層の観察・実験を通して科学的思考力を—

北海道立理科教育センター
地学研究室長 岡本 研

1 はじめに

野外で岩石や地層を観察させ、探究的な活動を通して自然の成り立ちを考察させる学習は、地学の学習では重要である。しかし、教員が何を観察させ、何を考察させるのかによって、その際の学習効果は全く異なるものになる。自然情報は非常に膨大であり、複雑に絡み合った状態で我々の目の前に現れている。これらの自然情報を読み解き、自然の成り立ちを考察することは容易なことではない。ここでは、野外で採取、または観察した岩石や地層等の地質素材に残された自然情報を読解していく方法について紹介する。

2 地質素材の自然情報

自然界のすべてのものは、その姿形や性質によって、その生い立ちを私達に教えてくれている。例えば火山岩の斑状組織や深成岩の等粒状組織はそれらのでき方を示しており、これらは教科書にも取り上げられている。しかし、野外でよく見かける「火山岩の発泡孔」や、「溶岩や凝灰岩の露頭の節理」などについて、これらの素材の持つ特徴がどのようにして形成されたのかという観点ではほとんど取り扱われていない。このような身近な素材について、実際に自分たちの目で観察させ、その成因等について科学的に考察させることができたならば、教えられてはいないことを自ら読解したことに対して、驚きと感動を経験させることができるはずである。

子供達にその「読解の感動」を経験させる手だてとして開発した、地質素材から自然情報を読解する力を育成する学習プログラムの一部を紹介する。すべての学習プログラムは「科学的に考察させる」という視点でつくられており、教員も同じ視点に立てば、身の回りにある自然素材を使って、科学的思考力を育成する様々な学習プログラムを開発することができる。

ここでは「読解力」という言葉を、自然素材に認められる様々な特徴や性質を、観察や実験によって調べ、それらの成因を科学的に考察し、類似した特徴や性質を持つものに対しても応用して考察することのできる能力という意味で用いる。

3 自然情報の読解

前述のように、野外で観察する露頭や岩石などを観察する場合、教科書で学ぶような自然情報は全体の情報のうちごくわずかである。したがって、野外観察においては、あらゆる自然情報に注目させ、それらが物語る過去の出来事を次々と読解させるべきである。生徒を思うさまイメージの世界へ誘い出し、科学的な思考力が自然と育成されるようにしたい。野外であるがままの状態で地質素材を観察させることが望ましいが、試料を採取したり、写真を撮影したりするなどして、教室で自然情報の読解を試みてもよいだろう。

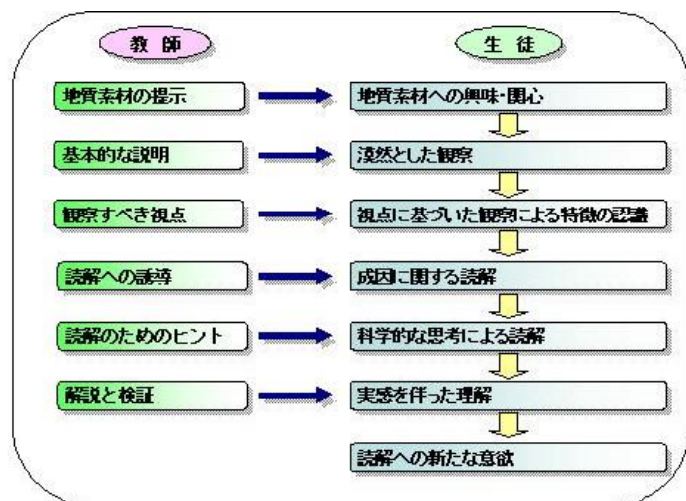


図1 自然情報読解の流れ

	教師の動き	生徒の動き	生徒の変化
1	・ Presentation (地質素材の提示)	・ 地質素材の観察	・ 地質素材への興味・関心 ・ 目的意識のない漠然とした観察
2	・ Basic explanation (素材に対しての基本的な説明)	・ 教師の説明を受けての素材の観察	・ 素材に関する基本的な理解 ・ 観察の観点が不明瞭
3	・ Feature (構造や性質など、観察すべき視点を示す)	・ 教師に示された視点に従って素材を詳しく観察	・ 素材の持つ特徴 (自然情報) の認識
4	・ Reading (自然情報読解への誘導)	・ 自然情報の考察 (読解) を試みる	・ 認識した情報の活用 ・ 情報読解の根拠が希薄
5	・ Hints (読解へのヒントを示す) ・ 日常生活と関連のある例を示す	・ ヒントをもとに、さらに読解を進める	・ 科学的な思考による自然情報の読解
6	・ Theoretical explanation (現象についての理論に基づく解説) ・ Verification (読解結果の検証)	・ 自らの読解結果と照らし合わせる	・ 自然情報を読解できたことの実感 ・ 現象の理解 ・ さらなる自然情報の読解への意欲

表1 自然情報読解の際の教師と生徒の関係

ここで効果的な方法は、共通性のある、良く似た素材同士を「比較観察」させることである。比較観察によって初めて、似ているもの同士の中にある「ちがひ」が浮かび上がり、その素材の特徴が明確に認識されるのである。「なぜ異なっているのか」という疑問は、科学的な思考力を育成する主役でもあり、比較観察法は、科学的思考力を身につけさせるために非常に効果的な学習方法である(岡本, 2006)。

授業を進めるに当たっては、教師は自然情報の読解に適した地質素材を選び、生徒の興味・関心を高め、読解に必要な誘導や支援を適宜行いながら、生徒自らが段階的に読解を進めるようにすべきである(図1, 表1)。理解を確実なものにするために、実験による検証も積極的に実施すると良い。また、多くの素材は生徒がすでに観察した経験を持っていることが考えられ、初めは逆に興味・関心を示さない可能性がある。しかし、素材の特徴がなぜ形成されたのか、という観点で考察した経験を持っている生徒はそう多くはなく、自然科学の“新しい世界”へ連れ出すような感覚を持つことが大切である。以下に、いくつかの具体的な学習プログラムの概略を示す。

読解1 ゼノリスを読む

◇説明 (Basic explanation)

これは安山岩という、火山岩である。火山岩は、火山の溶岩が地表などで冷え固まった岩石である。

◇特徴 (Feature)

安山岩の中に、色の違う別の安山岩が入っている。また、中の岩石は角張っている。

◇読解 (Reading)

この岩石はどのようにしてできたのだろうか。また、中の岩石と外の岩石では、どちらが古いだろうか。

◇ヒント (Hints)

溶岩はドロドロに融けており、流動性がある。

◇解説 (Theoretical explanation)

溶岩が流れるとき、周囲の岩石を溶岩の内部に巻き込んだものであり、内部の岩石の方が古い。このようなものを「ゼノリス (捕獲岩)」という。

◇検証 (Verification)

水飴や蜂蜜等、粘性の高いものを粒状の物質の上に流し、内部に巻き込まれる様子を観察する。



安山岩のゼノリス (札幌市三角山)

読解 2 半深成岩の構造を読む

◇説明 (Basic explanation)

これは「石英斑岩」という、半深成岩である。

◇特徴 (Feature)

全体に鉱物が大きく、わずかに石基が見られる。

◇読解 (Reading)

半深成岩はどこでどのようにしてできたのだろうか。

◇ヒント (Hints)

火山岩は、溶岩が地表または地表付近で比較的早く冷えたために、石基ができているが、深成岩はマグマが地下深くでゆっくりと冷えたために、石基がなく、鉱物が大きく成長している。

◇解説 (Theoretical explanation)

石基が少しあることと、鉱物が大きく成長していることから、この岩石は火山岩と深成岩の中間の性質を持った岩石（半深成岩）だということがわかる。生成した場所は岩脈や、浅いマグマだまりなどが考えられる。

◇検証 (Verification)

チオ硫酸ナトリウムなどの結晶形成モデル実験を行う。



石英斑岩（札幌市定山溪）

読解 3 火山岩の発泡孔を読む

◇説明 (Basic explanation)

この岩石は、火山岩である。

◇特徴 (Feature)

「発泡孔」と呼ばれる、多数の孔がある。

◇読解 (Reading)

発泡孔は、どこでどのようにしてできたのだろうか。

◇ヒント (Hints)

コーラの栓を抜くと、泡がたくさん出てくる。この現象は、ビンやカンの内部の圧力が下がったためである。

◇解説 (Theoretical explanation)

一般に溶岩には、多量の気体や揮発成分が含まれており、地下にあった溶岩が地表に出て、圧力が急激に下がったために、溶岩に含まれていた気体が膨張して発泡したと考えられる。

◇検証 (Verification)

カルメ焼きをつくる、コーラの発泡を観察するなど。



発泡溶岩（阿蘇山）

読解 4 風化した岩石の色を読む

◇説明 (Basic explanation)

赤褐色に風化した岩石を削り、ハイドロサルファイトナトリウムで還元処理をしたものである。

◇特徴 (Feature)

赤褐色だったものが、緑色に変化した。

◇読解 (Reading)

なぜ緑色に変化したのだろうか。

◇ヒント (Hints)

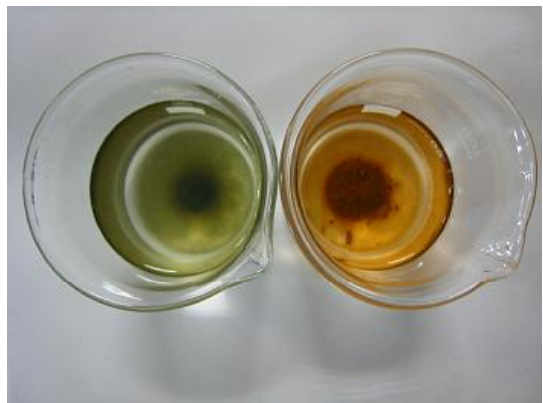
3 価の鉄のイオンの色は赤褐色、2 価の鉄イオンの色は緑色である。

◇解説 (Theoretical explanation)

3 価の鉄イオン（赤褐色）になっていた風化岩が還元されたことにより、2 価の鉄イオン（緑色）になったためである。岩石が風化すると多量の鉄がもたらされることがわかる。

◇検証 (Verification)

鉄釘のさびで同様の実験を行う。



左：還元して緑色に変化した風化岩の粉末
右：還元処理を行っていない赤褐色の風化岩の粉末

特徴ある地質素材	自然情報の読解の内容
柱状節理	柱状節理のでき方／冷却された方向／溶岩や凝灰岩の流れ方
放射状節理	放射状節理のでき方／節理形成時の溶岩の形状
パン皮状溶岩	パン皮状溶岩のひび割れのでき方／パンや餅のひび割れ
風化した岩石の還元実験	赤褐色から緑色に変化する理由／地球環境への物質の供給
岩石の反射光	岩石による反射光の差異と内部構造との関係（結晶面の反射）
岩石の水のしみ込み	岩石による水の浸透度の差異と内部構造との関係（空隙）
岩石の磁石との反応	火成岩と堆積岩の磁石との反応の差異の理由（磁鉄鉱・地磁気）
地層の上方細粒化	上方細粒化が起きる理由／地層が形成した場／上下判定
地層のインプリケーション	インプリケーションができる理由／堆積時の環境や古流向
地層の粒度の側方変化	側方変化ができる理由／堆積時の環境や古流向（古地形）
地層の褶曲	加わった力の方向や大きさ／加わった力の原因
地層の断層	加わった力の方向や大きさ／形成された順序／加わった力の原因
火山岩の斑状組織	斑晶と石基ができたそれぞれの時期／溶岩冷却の場
火山岩の発泡孔の形状	発泡孔が伸長した理由／溶岩の流動した方向／溶岩噴出の場所
自形鉱物と他形鉱物	各鉱物の晶出した順序
枕状溶岩	枕状溶岩のでき方／枕状溶岩形成時の溶岩の形状
溶岩の急冷縁	急冷縁のでき方／火山周辺の地質
岩石の断面の形状	各岩石の割れ方と内部構造との関係
岩石の音	岩石を叩いた音と、岩石の密度・内部構造・構成鉱物等との関係
花崗岩の人工風化実験	加熱・冷却による花崗岩の破壊と内部構造との関係
火山灰の鉱物	含まれる鉱物と噴出した火山の性質との関係
溶結凝灰岩のレンズ	レンズのでき方／形成時の温度
泥質ホルンフェルス	元の岩石／岩石変成時の状況／熱源の推定
放散虫チャート	チャートが形成された環境（CCD以深）／堆積の速度
黒色頁岩	黒色頁岩の形成環境（遠洋）／還元性環境／金属の粉末の色
不整合面	不整合面のでき方（年代や環境のギャップ）

表2 特徴ある地質素材と自然情報の読解の例

4 まとめ

あらゆる自然の事物は、その生い立ちを我々に語りかけてきている。そのことに気付かせ、想像力を働かせ、読解を試みることによって、自然に対する興味・関心が向上し、科学的な思考力が育成され、論理的なものごとを考えることができるようになる。正しい読解のためには、教師側に多くの知識が要求されることになるが、教師の成長と生徒の成長は同調するものであることに確信を持ち、研修を通して、想像力豊かな、自然を愛する人材の育成に貢献したい。

5 参考文献

- 岡本研(2007)：理科教育における“岩石の風化作用”の重要性．日本地質学会第114年学術大会講演要旨集．
- 岡本研(2007)：岩石の比較観察で科学的思考力を育成する．北海道立理科教育センター研究紀要．
- 岡本研(2006)：岩石の風化作用から何を学ぶか．北海道立理科教育センター研究紀要．
- 岡本研(2006)：安山岩と花崗岩で学ぼう．北海道立理科教育センター発行物．http://www.ricen.hokkaido-c.ed.jp/240chigaku_jikken/tayousei.html
- 岡本研(2005)：岩石の風化現象の教材化．平成17年度都道府県政令指定都市教育センター所長協議会地学部会研究集録
- 下野洋(1997)：岩石の風化した様子を調べよう．身近な自然を調べる．東洋館出版．
- 鈴木盛久ほか(2006)：教員養成系大学学生の岩石識別力向上への試み．地学教育59号．日本地学教育学会．