

地球領域における深い学びと表現力

－児童・生徒の外化に着目して－

柳本 高秀

筆者は平成25年度より、理科における「表現」に関する研究を継続している。新学習指導要領において、どのようにして学ぶかという主体的・対話的で深い学びが求められる中、今後益々、理科における「表現」についての検討が必要となる。そこで本稿では、児童・生徒の書く・話す・発表するなどの活用への関与と、そこで生じる認知プロセスの外化に着目して、地球領域における深い学びと表現力の関係について、観察・実験の内容や評価などの観点から論じる。

[キーワード] 深い学び 表現力 外化 見方・考え方

はじめに

現行学習指導要領における学習評価の観点には「思考・判断・表現」がある。この中の「表現」は、旧学習指導要領（平成10年改訂）の「技能・表現」における「表現」とは大きく異なり、基礎的・基本的な知識・技能を活用しつつ、各教科の内容に即して考えたり、判断したりしたことを、児童生徒の説明・論述・討論などの言語活動等を通じて評価することを意味しており、思考・判断した過程や結果を、言語活動等を通じて児童生徒がどのように表出しているかを内容としている。

新学習指導要領において主体的・対話的で深い学び（いわゆるアクティブ・ラーニング）が求められ、資質・能力の育成が叫ばれる中、理科教育においても、今後益々、「思考・判断・表現」における深い学びと密接に関係する表現力についての詳細な検討が不可欠となる。そこで本稿では、児童・生徒の書く・話す・発表するなどの活用への関与と、そこで生じる認知プロセスの外化に着目して、地学領域における深い学びと表現力の関係について論じる。

1 主体的・対話的で深い学びと見方・考え方

中教審答申では、学習指導要領等の改善の方向性として、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができるよう、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて、授業改

善に向けた取組を活性化していくことの重要性が打ち出された。

さらに、深い学びについても新たに定義され、“習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすること”とされた。以下、中教審答申における深い学びと地学領域の見方・考え方の関係を示す。

(1) 見方と考え方

「見方・考え方」については、「見方」を「様々な事象を捉える各教科等ならではの視点」、「考え方」を「各教科等ならではの思考の枠組み」とされた。「見方・考え方」は、資質・能力を育成する「視点と思考の枠組み」として整理され、「見方・考え方」を働かせながら、学習を深めていく重要性が述べられている。

(2) 地球領域における見方・考え方

地球領域における見方・考え方については、“地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉える”とされた。地学は、他の領域と異なり、延々と続く時間の流れや果てしない空間のもとで、あらゆる自然事象が複雑に関連し合うことが特徴であり、地球領域ならではの、時間や空間のスケールの大きさやダイナミックさなどに触れることは、児童・生徒にとって自然現象への「見方・考え方」をさらに深め、広げていくものであるとされた。

2 表現と外化

新学習指導要領においても重要視されている「表現」と、認知プロセスの「外化」との関係について以下に示す。

(1) 学習指導要領解説理科編における表現

学習指導要領解説理科編において、自らの考えを表現する学習活動は、口頭での発表、プレゼンテーション、報告書の作成など、多様な表現活動の機会を設定することが大切であるとされている。

(2) 理科における「表現」の方法

「表現」は多くの場合、発言や文字による記述が中心となる。しかし、理科の場合、イメージ図やモデル図、グラフ、フローチャート、コンセプトマップ、ものづくり、実験報告書など様々な表現方法が考えられる。さらには、発泡スチロール球を天体に見立てて予想される動きを生徒に説明させたりするロールプレイなども表現方法の一種であると考えられる。

(3) 外化

外化とは、内部で生じる認知過程を観察可能な形で外界に表すことであり、発話、文章、図、身体表現などの様々な手段があるとされている^{*1)}。内的に保持された表象を変換することは大きな心的労力を要するため、言語化などといった方法で外化することで思考が促進される場合が多く見られるとされている。さらに学習活動を他者と共有することができるように外化することと、外化した知識や考えを他者と共有しながらそれらをもとにさらに新しい知識を構築する活動を共有することが必要であるとしている。外化とは、主に認知科学の領域で使用される概念であるが、「表現」と比較して、表現に至るプロセスや他者との協働性に着目する意味合いがより深い概念といえる。

(4) 深い学びと外化

溝上は、アクティブ・ラーニングの定義を、” 一方向的な知識伝達型講義を聴くという（受動的）学習を乗り越える意味で、あらゆる能動的な学習のこと。能動的な学習には、書く・話す・発表するなどの活動への関与と、そこで生じる認知プロセスの外化を伴う” としている。また松下は、深い学びについて、” 他者と関わ

ると同時にこれからの人生につなげていけるような学習” と定義している^{*2)}。知識・技能の習得や思考力・判断力の育成のみならず、その先の「学びに向かう力・人間性等」の涵養を図る上でも、外化は重要な視点となる。

3 表現を伴う活動や外化における問題点

これまでの先行研究^{*3)}や当センターの研修講座、ならびに北理研、高文連、SSH課題研究発表会等での教師からの聞き取りの結果から得られた、理科における表現を伴う活動や外化における問題点について、「観察・実験レポート、研究報告書」等と「プレゼンテーション」に分類し、以下に記載する。

(1) 児童・生徒の観察・実験レポート、研究報告書等における問題点

- ・結果と結論・考察を分けて記述することができない。
- ・観察、実験を行っても、考察が深まらず、レポートが感想になってしまう。
- ・結果と考察の表現が主観を伴っているものが多く、中でも、客観的な数値で結果を示すことが少ない。
- ・考察が箇条書きになり、結果との差異が見えない。
- ・研究の仮説と結論・考察との関係がしっかり論述できない。
- ・高文連等の抄録について、記載内容の質が低下している。論文をしっかりと書く能力の育成が求められる。

(2) 児童・生徒のプレゼンテーション（口頭、ポスター発表等含む）における問題点

- ・研究内容のすべてを発表しようとする傾向があるので、聴衆は研究のどこがポイントなのかがわかりづらい。
- ・研究の方法、結果の説明が多く、研究から分かったことが述べられていない。
- ・ポスターの内容をなぞるだけで、研究の核になっている事項を話せない。
- ・研究内容を自分のものにしていないため、質疑応答になったときに自分の言葉で説明できない。
- ・課題研究発表会等で、聴衆者である生徒からの質問が少なく、論議が深まらない。

4 観察・実験の内容と深い学びと外化の関係

前述のように、児童・生徒の表現が伴う活動や外化には様々な問題点がある。これまでの先行研究によれば、観察・実験の結果やその考察を表現する際の問題の多くは、観察・実験を実施する前、または実施中に課題があり、児童・生徒が、観察・実験の結果をどのように表現すればいいのかという準備が、十分にされていない現状が指摘されている^{※3)}。

そこで、これらの課題を解決するため、地球領域の天文分野での観察・実験の内容を例に、観察・実験の結果等をどのように表現することが必要か、深い学びや外化との関係に着目して論じる。

(1) 太陽と地面の様子（小学3年生の内容）

建物によってできる日陰や、物によってできる影を継続的に観察して、太陽が影の反対側にあることをとらえられるようにする。また、太陽の位置については影をつくっている物を目印にして継続的に調べ、地面にできる影の位置の変化と太陽の位置との関係をとらえるようにする内容である（図1）。



図1 かげの向きと太陽の向きを観察

この観察においては、太陽の位置を午前から午後をわたって数回しらべ、太陽が東の方から南の空を通して西の方に動くことをとらえるようにすることがねらいとなる。その際重要になるのが方位である。方位磁針を用いて方位を調

べ、東西南北を空間としてとらえることが必要不可欠な要素となる。方位の概念は、継続的な観察によって養われるが、その際、生活との関連を図り、日常において常に意識できるようにすることが必要となる。

学校においては、教室の窓の方位はどのようになっているのか、そして、学校から見た付近の山や丘、建物などの方位を、児童に常に意識させることが必要となる。

観察結果を表現する際の留意点

- 記録用紙に方位を記入しておく
- 観察した時間を影の位置と共に記録する

観察記録については、影の位置を時間経過とともに地面に描くが、この際には、いつ観察したものなのかを明確にする必要がある。観察時間を記入したり、順番を記入するなど、位置の変化と時間の関係が導き出せるように、記録しておくことが必要となる。

より深い学びとしては、発展的な内容として、影の位置の変化だけでなく、影の長さが季節によって異なることに着目し、太陽が南中した時には影が最も短くなる現象から、太陽の南中高度について触れる活動が考えられる。

(2) 月と太陽（小学6年生の内容）

月に見立てたボールに光を当てるなどのモデル実験をして、太陽と月の位置と月の見え方の関係を調べ、月は日によって形が変わって見え、月の輝いている側に太陽があることをとらえるようにする内容である（図2）。



図2 月の満ち欠けのモデル実験

このモデル実験においては、月に見立てたボールの形や位置と太陽に見立てた光源の位置の関係を推論し、天体における月と太陽の位置関係についてとらえるようにすることがねらいとなる。

この月の満ち欠けのモデル実験に関しては、様々な問題点が指摘されている。その中でも一番の問題点は、ボールの光っている部分の見え方が、実験を実施している者と、周りで観察している者とで異なることにある。

実験結果を表現する際の留意点

- ボールの見え方だけを記録するだけでなく、光源、ボール、観察者の位置関係がどのようになっているのかを必ず記録する。
- ボールを持つ観察者と、まわりにいる児童のボールの見え方の結果を、必ず分けて記録する。

実験記録については、光源とボールを持つ観察者とボールの位置関係により、異なった数カ所の記録をとることとなる。先行研究からは、上弦の月と下弦の月における見え方の混同が報告されている。

実験結果を記録する際には、光源のある側が反射して見えていることを繰り返し指導し、上弦と下弦の月の形の混同を防ぐ必要がある。この実験において結果を確認し、まとめる際は、小型のUSBカメラなどを使用し、再度モデル実験を行うなどして、太陽と月と地球の位置を常に意識しながら、全員で月の形の変化についてきめ細かく確認していくことが必要となる。

より深い学びとしては、小学校4年生で学習している「夕方、東の空に半月（上弦の月）が見える」「朝方、西東の空に半月（下弦の月）が見える」ことを表現させる探究的な学びが考えられる。図2のモデル実験から、実際の空で起こっている現象へ、児童の認識を転移させるねらいがある、上弦の月、下弦の月が観察できるのは、地球から見て、太陽と月が90°離れた関係にあり、日常生活でも、太陽と半月が同時に空で観察することができることの認識を促す。中学校の学びでは、月の形と南中時刻の関

係について学習するため、この深い学びは中学校への大きな橋渡しとなる。

(3)天体の動きと自転・公転（中学3年生の内容）

透明半球を用いて太陽の日周運動の経路を調べ、太陽の動きと地球が自転していることを関連付ける内容である（図3）。



図3 透明半球を用いた太陽の動きの記録

この実習においては、太陽の見かけの動き方を調べ、その見かけの動きと地球が自転していることとを関連付けることがねらいとなる。

実習結果を表現する際の留意点

- 太陽の位置と時刻を正確に記録する
- 記録している前後の軌道を常に意識する

この実習においては、記録結果の考察が大きなポイントとなる。記録された太陽の位置を連続させることで、太陽の軌道を導き出すだけでなく、時刻ごとの距離を計測することで、太陽の動きの速度を算出することができる。

そして何より重要なことは、観察者の視点(位置)を自転する地球の外に移動させる必要があることである。小学校での学びを活用し、その視点移動の理解を促進するものが、天球儀や地球儀を用いたモデル実験である。

より深い学びとして、上記の理解を促進するため、光源を用いて地球儀に光を当て、地球儀を回転させることで、太陽の軌道を再現するモデル実験を行うとよい。その際、太陽が出る方角、南中、そして沈む方角に留意しながら、太陽の軌道を確認するとよい。

5 外化の測定とコンセプトマップとの関係

新学習指導要領において、どのようにして学ぶかという主体的・対話的で深い学びが求められる中、近年、その教授学習法や評価について、様々な課題が指摘されている。その多くは、児童・生徒の能動的な学びをどのように進め、評価するのかというものであり、前述の表現を伴う活動や外化における問題点と共通する。

そこで、これらの課題を解決するため、筆者がこれまで取り組んでいるコンセプトマップの手法を基に、外化の測定について論じる。コンセプトマップの形態は、児童・生徒の参加型もしくは共同学習型をとっており、この作成の過程は、まさにアクティブ・ラーニングそのものといえる。また、診断的、形成的、総合的な表現力をすべて評価できるツールとしても優れている。

(1) コンセプトマップとは

概念の構造は、「概念」と「概念」を結びつける役割をする「命題」によって構築されている。そして、各々の概念は、より包含性が大きくより一般的な上位概念に結びつけられ、全体として階層的な構造をつくる。

概念につけられている言葉を「概念ラベル」、そのつながりを表す言葉を「リンクワード」、これを用いて図式で視覚的に表したものを「コンセプトマップ」という。

(2) コンセプトマップの位置づけ

コンセプトマップには、2つの位置づけがある。

① 学習を評価する

コンセプトマップによって、学習内容に関する子どもの見方や考え方が、子どもの頭の中でどのように構成されているのかを把握することができる。

② 問題を追求する

自分の考えを視覚的にまとめ、整理し、構造的に表現する方法として有効である。子ども同士がお互いの考えを出し合い、確認しあう方法としても活用できる。

(3) 中堅教諭等資質向上研修での実践

本年度の中堅教諭等資質向上研修において、児童・生徒の外化を測定する例として、コンセプトマップの作成方法とその評価について、以

下の実践を行った。

筆者からコンセプトマップの基本的な作成方法を説明した後、参加者が3人一班となって(全2班)、『火山噴火と火山災害』についてのコンセプトマップを作成した。

作成時にあらかじめ提示したコンセプトマップの概念ラベルは、以下の8つであった。

「溶岩」、「火砕流」、「玄武岩質」、「流紋岩質」
「火山噴火」、「火山灰」、「避難」、「溶岩ドーム」

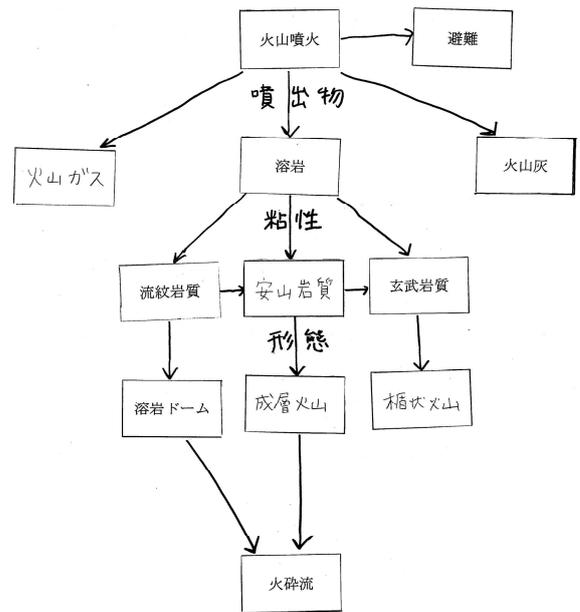


図4 ある班のコンセプトマップ(その1)

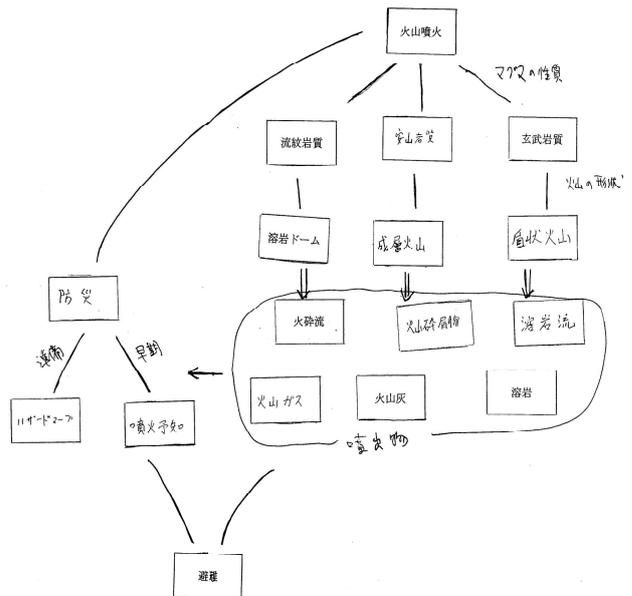


図5 ある班のコンセプトマップ(その2)

図4は、火山噴火による噴出物やその粘性と火山形に着目したコンセプトマップとなっているが、火山災害における「火砕流」と「避難」の2つの概念ラベルの関係性を、十分に表現できていない。

図5は、火山噴火による噴出物等の内容に加えて、『防災』の観点として、「噴火予知」、「ハザードマップ」の概念ラベルが新たに加えられ、火山噴火と災害の関係性がより強く表現されたコンセプトマップとなっている。参加者の活動状況であるが、はじめは、提示された8つの概念ラベルの関係性について議論されていた。中盤では、『火山災害』をどうコンセプトマップへ盛り込むかについて話し合われていた。図4のように、噴火と災害の関係性が弱い班があった反面、図5のように、班内で新たな概念ラベルを考え、これらの概念ラベルを災害と防災という観点でまとめ、作成目的をほぼ達成している班も見られた。終盤では、概念ラベルをつなげた線(矢印; →)とリンクワードの書き込み等がなされていた。リンクワードはどう記載すればいいのかについて活発に論議されたが、作成時間の関係上、十分な記載ができた班はなかった。

参加者は、他者との関わりを通して概念を共有することで深い学びを実践していた。

(4) コンセプトマップにおける外化の測定の視点 コンセプトマップは以下の点で有効である。

- ・学習前や後など、あらゆる学習場面で知識を把握できる。
- ・学習前と後との比較を行うことで、学習の効果が測定できる。
- ・リンクワードを評価することで、知識の構造化が測定できる
- ・協働的な学習形態の中でコンセプトマップを作成することで、他者との関わりを通して深い学びが実践できる。

上記のように、コンセプトマップの作成においては、児童・生徒など作成者自らの活動が中心となる。グループ内における、授業中の子どもの考えを表出させたり、自分と他者の考えをお互いに共有できるコンセプトマップは、まさに能動的な学びといえる。このようなコンセプ

トマップを作成する際の児童・生徒同士の密接な関わりを授業内に取り入れることと、その活動内容を評価することは、現在課題となっている、表現や外化の測定に対して、有効な手法のひとつになるものと確信する。

6 よりよい表現や外化を促すために

児童・生徒のよりよい表現や外化を促すために、以下の点を提案する。

- ・観察・実験を行う際、教師がどのような結果や考察を表現させたいのかを常に意識し、児童・生徒に見通しを持たせる。
- ・授業の中で児童・生徒の外化の場面を多く設定し、一人ひとりの認知の度合いを集団の中で確かめ合い、深めあう協働的な学びを行う。
- ・児童・生徒の外化を、教師が常に形成的に評価し、次のステップにつながる振り返りを実施することで、見方・考え方を働かせながら、より深い学びを促す。

おわりに

理科における表現を伴う活動や外化である、「観察・実験レポート、研究報告書」等と「プレゼンテーション」の指導と評価に関しては、主体的・対話的で深い学びが主流となる中、今後益々、具体的で効果的な対策を考えなければならぬ喫緊の課題となるだろう。

本稿では、プレゼンテーションにおける問題点を十分に論議できなかったが、児童・生徒の表現活動をどう指導し評価するのか。また、表現力を支える要素はどのようなものなのか等、理科の学習過程における「表現」についての詳細な検討を、今後さらに進めていく。

主要参考文献

- 1) 日本理科教育学会：今こそ理科の学力を問う，pp. 156-161, 2012.
- 2) 松下佳代編著：ディープ・アクティブラーニング，pp. 113-142, 2015, 勁草書房.
- 3) たとえば、大高泉編著：新しい学びを拓くー理科ー，pp. 137-141, 2013, ミネルヴァ書房

(やなぎもと たかひで 地学研究班)