岡山理科大学紀要 第50号 B pp. 57-65(2014)

理科の基本概念「地球」を育成するための視点設定と授業実践

－小学校理科第６学年「土地のつくりと変化」の指導を通して－

岡本　弥彦・下野　洋*

岡山理科大学理学部動物学科

＊岐阜女子大学文化創造学部文化創造学科初等教育学専攻

(2014年９月26日受付、2014年11月６日受理)

１．はじめに

科学的な見方や考え方､科学的な自然観を養うには、個々の自然事象に関する知識・技能を習得するだけでなく、多種多様な自然の事物・現象に共通する基本的な概念を把握･認識することが大切である。平成20年・21年に改訂された学習指導要領では、基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、理科の基本概念として「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」が示された（文部科学省、2009）。

しかし、基本概念としての「地球」（以下、「地球」と略す)は､他と比べて極めて大きな概念であるため、その概念構成や解釈も含めて、捉え直す必要があると考える。本稿では、「地球」を捉えるための視点を提案するとともに、その視点を明確にした授業実践例について報告する。

２．学習指導要領における「地球」

現行の学習指導要領では、図１に示すように、「地球」に関する内容を「地球の内部」「地球の表面」「地球の周辺」に分けて構成している(文部科学省､2009)。これは固体地球、気象・海洋、天文などといった学習の対象や題材に沿った区分である言える。

小学校では、第３学年の「太陽と地面の様子」が「地球」についての学習の始まりである。これが、第４学年の「天気の様子」「月と星」、第５学年の「天気の変化」「流水の働き」、第６学年の「土地のつくりと変化」「月と太陽」へと発展するように構成されている。

中学校では、第１学年で「火山と地震」「地層の重なりと過去の様子」を、第２学年で「気象観測」「天気の変化」「日本の気象」を、第３学年で「天体の動きと地球の自転・公転」「太陽系と恒星」を学習するように構成されている。中学校では、「地球」に関する３つの内容が学年で分割されている。

高等学校では、「地学基礎」の「惑星としての地球」「活動する地球」「移り変わる地球」「大気と海洋」「宇宙の構成」などのように、「地球の内部」「地球の表面」「地球の周辺」に関する幅広い内容で構成されている。

<table>
<tr><th>校種</th><th>学年等</th><th colspan="3">「地球」</th></tr>
<tr><th></th><th></th><th>地球の内部</th><th>地球の表面</th><th>地球の周辺</th></tr>
<tr><td rowspan="4">小学校</td><td>第3学年</td><td></td><td colspan="2">太陽と地面の様子</td></tr>
<tr><td>第4学年</td><td></td><td>天気の様子</td><td>月と星</td></tr>
<tr><td>第5学年</td><td colspan="2">流水の働き　天気の変化</td><td></td></tr>
<tr><td>第6学年</td><td>土地のつくりと変化</td><td></td><td>月と太陽</td></tr>
<tr><td rowspan="3">中学校</td><td>第1学年</td><td>火山と地震
地層の重なりと過去の様子</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>第2学年</td><td></td><td>気象観察　天気の変化
日本の気象</td><td></td></tr>
<tr><td>第3学年</td><td colspan="2">自然の恵みと災害
自然環境の保全と科学技術の利用</td><td>天体の動きと地球の自転・公転
太陽系と恒星</td></tr>
<tr><td rowspan="3">高等学校</td><td rowspan="2">地学基礎</td><td colspan="3">惑星としての地球</td></tr>
<tr><td>活動する地球
移り変わる地球</td><td>大気と海洋</td><td>宇宙の構成</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地学</td><td colspan="2">地球の環境</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">地球の形状　地球の歴史</td><td rowspan="2">太陽系
恒星と銀河系
銀河と宇宙</td></tr>
<tr><td>地球の内部
地球の活動</td><td>大気の構造と運動
海洋と海水の運動</td></tr>
</table>

図１　「地球」を柱とした内容構成

注）文部科学省(2009）を基に作成

このように、「地球」を「地球の内部」「地球の表面」「地球の周辺」の３つに分けて捉えることは、学習内容の構造化を図る上では解釈しやすいと言える。しかし、「地球」の共通的な概念を体系的に把握するという点、あるいは動的な自然観の育成を図るという点では、十分とは言い難く、別の視点が必要であると考える。

３．地球をシステムとして把握する見方や考え方

「地球」に関連する概念には、時間・空間概念（文部省、1991）のほかに、エネルギー的な見方や考え方、歴史性や進化的な見方や考え方、自然界の平衡的な見方や考え方(全国理科教育センター研究協議会､1973)などもある。地学教育では、自然事象が時間の流れ（時間的スケールの幅広さ）の中で変化していることを把握する見方や考え方、自然事象が空間の広がり（空間

的スケールの幅広さ）の中で起きていることを把握する見方や考え方が重視されてきた。これらに加えて、「地球」を捉える上では、ある自然事象を他の自然事象や人間活動と関連付けて見たり、自然事象の間での循環や平衡の関係を見いだしたりしながら、地球をシステムとして把握する見方や考え方が重要と考える。

これまでにも、地球をシステムとして把握する見方や考え方については、多くの文献等で述べられている。それらの主なものの概要を次に述べる。

竹内・島津(1969)は、「自然は織目のない織物」という表現を用い、自然を化学工場のような一つのシステムとみなして研究することを提案している。これ以降、システムという用語が使われるようになってきた。

システムの定義については、渡辺・須賀(1970)は、システムとは２つ以上のエレメントから構成され、それぞれのエレメントに相互の役割や時の流れによる移り変わりがあるものとして論じている。

遠山(1972)や牧野(1974)は、システムを「人為的システム」（相互に機能的、情報的関連をもったいくつかの要素の集合体で、全体としてある目的をもち、その目的を最もよく達成しうるように各要素の機能や配列がえらばれているもの）と、「所与的システム」（要素の集合体で、その要素あるいは要素の属性の間に相互関係があるもの）と定義し、自然のシステムは「所与的システム」であるとしている。また、遠山(1972)は、システムの階層構造に注目し、どのようなシステムでも構成要素と環境との界面において物質やエネルギーなどがやりとりされ、相互に影響しあって構成要素も環境も時間とともに変化していくものであるとしている。

さらに、渡部ほか(1976)は、地球科学や宇宙科学が、地球システムを中心において、それを内包するシステムやそれに内包されるシステムを扱う科学であるとし、システムには、空間の広がりによって考える「静的なシステム」と、エネルギーや物質の流れを通してとらえられる「動的なシステム」とがあり、システム科学としての地球科学は、「動的システム」を主に扱うことになると論じている。

地学教育の視点からは、坪井(1977)は、地学で教えるべきことを厳選し、「地球が広大な宇宙の中の一銀河系の中にある一恒星である太陽に属する一惑星であること」「地球の表面は、岩石と大気と水とが互に接しあっているところであって、そこに太陽からの放射がやって来て、その環境に適した生物が棲息するようになっていること」「地球には外因的、内因的にいろいろの作用がはたらいて、いろいろの変動が生じ、今日われわれがみる地球の姿は、それらの変動が数十億年かかって集積した一断面であること」の３つに要約している。

また、小林(1977)は、地学教育では、歴史的、進化的な見方や考え方、広大な空間を対象とする見方や考え方が重視されるべきであるとし、地学に特有な概念は、「空間」「時間」「エネルギー」にまとめることができるとしている。牧野(1978)は、人類の生存環境は地球のトータル・システムであり、自然環境問題をとり上げようとすれば、いやでもトータル・システムとしての地球システムと取り組まなければならないとし、システム的自然観の育成を重視している。小林・田代(1984)は、人間生存の場としての環境を論ずる場合、その根底となる概念は、地球をシステムとしてとらえることであると考え、システムは地球にかかわる多くの要因が密接にかかわりあっていて、一つのまとまりをもち、調和を保っているものであると捉えている。生態系的全体性、階層性、相互依存性、平衡性、循環性、有限性などの概念を論じている。

近年では、鹿園(2006)は、地球を理解するには、地球構成要素の性質とこれらの間での相互作用、地球の生成から現在に至るまでの非可逆的変化（進化）を学ぶことが必要であるとし、地学が“関係”の学問であるとしている。

松井(2007)は、システムを複数の構成要素からなり、それぞれが相互作用する系と定義し、システムの個々の構成要素間に互いの関係があり、その関係も全体、あるいはそれぞれの構成要素の、時々刻々の状態に応じて変化するものであるとしている。そして、構成要素間に関係性（エネルギーの流れと物質循環）が生まれるのは、システム全体あるいはそれぞれの構成要素に駆動力（太陽からの入射光、地球内部の熱、月の潮汐エネルギーなど）があるからと論じている。

同様に、鹿園(2009)は、地球全体を１つのシステムとみなし、多くのサブシステムから成り立ち、サブシステム間には相互作用があり、時間とともに非可逆変化するとし、この非可逆変化はさまざまな時間スケールと空間スケールにおいてなされるとしている。

また、鳥海ほか(2010)は、地球システムは、磁気圏、流体圏、固体圏および生物圏と人間圏から構成され、それぞれの構成要素内部では、複雑な運動と物質変化が互いに密接な関係をもって起こっていると同時に、互いに他の要素から物質とエネルギーを受け取って、他の要素へと渡しており、このような構成要素相互のやりとりが、地球全体としての挙動を規定していると論じている。そして、要素は時間的に固定的ではなく、分化というプロセスによって、新たに要素や階層を発生させ、その結果さらに要素内の運動や地球全体の挙動は変化するとしている。

４．基本概念「地球」の捉え方

以上のような見方や考え方に基づき、本研究では「地球」を「広大な宇宙空間の中で、太陽系の一員として、約46億年前に誕生し、太陽と地球内部のエネルギーにより、複雑なシステムを形成しながら、今後も変化し続けるものである」と定義し、さらに、システムを「多種多様な要素から構成され、それらが相互関連的に作用しあい、ある方向へ変化しながら、全体としてまとまった機能を有しているもの」と定義した。そして、これに時間概念と空間概念を付加することにより、「地球」を捉えるための４つの視点「構成」「関連」「時間」「空間」を設定した（図２）。以下、それぞれの視点とその視点に沿った指導の手立てについて解説する。なお、括弧内の言葉（つくり、関わり、移り変わり、広がり）は、児童生徒の概念形成にも配慮して、それぞれの視点のイメージを喚起するために表現したものである。

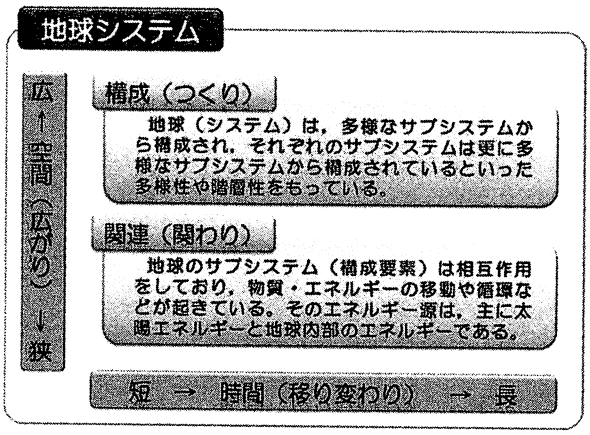


図２　「地球」を捉える４視点

４－１　構成（つくり）の視点

構成（つくり）とは、地学事象を比較したり、分類したりするなどして、地学事象は多種多様な構成要素からなり、階層的な構造を有していることを実感・理解しようとする視点である。

この視点に基づいた指導に当たっては、地学事象には共通点や相違点があることや、それらに基づいて分類ができることを、事象間の比較・観察をしながら追究したり、地学事象は下位のものから上位のものへと積み重なるように、あるいは、上位のものが下位のものに区分されるように全体像が構成されていることを追究したりして、地球は太陽系のサブシステムであり、独立したものでないことを把握するようにすることが大切である。

つまり、「構成」の視点とは、事象の特徴、共通点・類似点・相違点などの追究を通して、事象の多様性と階層性を把握する視点であるとも言える。

４－２　関連（関わり）の視点

関連（関わり）とは、地学事象の関連性やつながりを読み取るなどして、地学事象が太陽と地球内部のエネルギーにより生じ、他の事象に作用したり、相互に作用し合ったりしていることを実感・理解しようとする視点である。

この視点に基づいた指導に当たっては、ある地学事象が他の事象と関連があることや相互に働き掛けていること、地学事象は太陽と地球内部のエネルギーにより生じ、エネルギーや物質の循環・平衡などが起きていることを、事象間を関連付けながら追究して、地球は、全体としてまとまった機能を有していることを把握するようにすることが大切である。

つまり、「関連」の視点とは、事象の相互関連の追究を通して、事象のエネルギー源、循環や平衡などを把握する視点とも言える。

４－３　時間（移り変わり）の視点

時間（移り変わり）とは、地学事象を時系列の過程で観察したり、現在の事象を過去の事象と比較したりするなどして、地学事象が長大な時間の流れの中で変化していることを実感・理解しようとする視点である。

この視点に基づいた指導に当たっては、数時間～数日間に変化するものや、季節や１年間で変化するものを、直接観察や継続観測をしながら追究することが大切である。また、数年から数十年以上経過しないと変化が確認しにくいものを、記録や資料などを活用しながら追究したり、現在得られる情報から過去の様子を類推したり、モデル実験から形成過程を推論したりしながら追究したりすることも大切である。

つまり、「時間」の視点とは、日常的・規則的・周期的な時間変化から、歴史的・地質学的・非可逆的な時間変化を把握する視点とも言える。

４－４　空間（広がり）の視点

空間（広がり）とは、地学事象の位置関係や構造を、野外などで直接観察したり、情報やモデルなどにより推定したりするなどして、地学事象が広大な空間の広がりの中で起きていることを実感・理解しようとする視点である。

この視点に基づいた指導に当たっては、直接観察できるものを、自分を空間の中心に位置付けて追究したり、観察点の移動や人工衛星画像などの二次情報の活用などを通して、全体像を把握しながら追究することが大切である。また、断片的な記録や見かけ上の観察、モデルによる疑似体験などを通して、全体像を推論し

ながら追究することも大切である。

つまり、「空間」の視点とは、自分を中心とした空間の広がりから、三次元的・俯瞰的な空間の広がりを把握する視点とも言える。

5．基本概念「地球」を育成する授業実践

5－1　4視点から捉えた「土地のつくりと変化」

上述したように、「地球」を「広大な宇宙空間の中で、太陽系の一員として、約46億年前に誕生し、太陽と地球内部のエネルギーにより、複雑なシステムを形成しながら、今後も変化し続けるもの」と捉えた上で、4つの視点（構成、関連、時間、空間）に基づいて学習の目標や内容（教材）を解釈し、児童生徒にそれらを意識・実感・体験・理解させることが「地球」に関する見方や考え方の育成に有効であると考える。この指導仮説を検証するために、授業実践に取り組んだ。

取り上げた単元は、小学校学習指導要領理科第6学年「土地のつくりと変化」（文部科学省、2008）で示された「地球」に関する学習内容である。それらを4視点から分析すると、次のようになる。枠内の表記は、小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省、2008）からの抜粋である。下線部（筆者による）が4視点に関わる表記の部分であり、下線の添え字は4視点をそれぞれ表している。また、これらを簡潔にまとめたものが図3である。

本内容は、第5学年「B(3)流水の働き」の学習を踏まえて、「地球」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「地球の内部」にかかわるものである。

ここでは、土地のつくりや土地のでき方について興味・関心をもって追究する活動を通して、土地のつくりと変化を推論する能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、土地のつくりと変化についての見方や考え方をもつことができるようにすることがねらいである。

ア　崖や切り通しなどで土地の構成物を観察することによって、(構成)土地は、礫、砂、泥、火山灰、岩石からできており、(空間)幾重にも層状に重なって地層をつくっているものがあることをとらえるようにする。また、各地点の地層のつくりを相互に関係付けて調べ、ある地点で観察した層あるいはその構成物の色や形の特徴が他の地点でも観察できることから、(空間)地層は各地点を連ねるように広がりをもって分布していることをとらえるようにする。ここで扱う岩石は、礫岩、砂岩及び泥岩とする。

なお、土地の構成物を調べる際には、例えば、地質ボーリングの資料を利用することが考えられる。

イ　(構成)土地の構成物に目を向けながら地層を観察すると、地層には角がとれ丸みを帯びた礫や砂などが含まれていることに気付く。それらの構成物の特徴は、流れる水の働きによってできた川原の石によく似ている。また、(構成)地層を構成しているものの中には貝などの化石が見つかることがある。これらのことから、(関連)地層が流れる水の働きによってつくられたものであることをとらえるようにする。一方、(構成)火山灰や多くの穴をもつ石が地層の中に含まれていることから、(関連)火山の噴火によってつくられた地層もあることをとらえるようにする。このように、(関連)地層に含まれる構成物と関連付けて、地層が流れる水の働きや火山の噴火によってできたことについて推論を通してとらえるようにする。

ウ　土地は流れる水の働きだけでなく、火山の活動や地震によっても変化する。(時間)火山の活動が見られる地域では、火山の噴火によって溶岩が流れ出したり、火山灰が噴き出したりして、そのまわりの土地の様子が大きく変化することがある。また、大きな地震によって、土地に地割れが生じたり、断層が現れたり、崖が崩れたりする。その結果、土地の様子が大きく変化することがある。ここでは、自然災害と関係付けながら火山の活動や地震によって土地が変化した様子を観察したり、コンピュータシミュレーションや映像、図書などの資料を基に調べたりして、(時間)過去に起こった火山の活動や大きな地震によって土地が変化したことを推論するとともに、(時間)将来にも起こる可能性を考え、土地が変化することをとらえるようにする。

<table>
<tr><td colspan="2">構成（つくり）
土地は，礫，砂，泥，火山灰，岩石からできていること。</td><td>関連（関わり）
火山の噴火によって溶岩が流れ出したり，火山灰が噴き出したりして，そのまわりの土地の様子が大きく変化すること。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">空間（広がり）
幾重にも層状に重なって地層をつくっているものがあること。
地層は各地点を連ねるように広がりをもって分布していること。</td><td>小学校第6学年
土地のつくりと変化</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">時間（移り変わり）
過去に起こった火山の活動によって，土地が変化したことや，将来にも起こる可能性が推論できること。</td></tr>
</table>

図3　「土地のつくりと変化」での4視点

5－2　授業実践の概要

「土地のつくりと変化」の学習の目標や内容における4視点を、以上のように明確にした上で、授業を実

践した。授業実践を行った学校は、岡山市立庄内小学校である。授業は、2013年11月に第６学年の３クラス（児童数96人）を対象に実施した。使用した教科書は、東京書籍「新しい理科６」（毛利ほか、2012）である。４視点を取り入れた指導計画を＜資料１＞に示す。

授業は、全14時間で構成した。第一次では、地面の下の様子を想像することから始め、運動場の土を掘り、地下の様子を調べたり、土の粒を観察したりした。本小学校では、周辺に地層が観察できる露頭がないため、地層の写真とともに剥ぎ取り標本を観察する学習を取り入れた。第二次では、堆積モデル実験を行い、地層は水の働きでできることを確かめる授業を展開し、水の働きでできた地層と堆積モデル実験の結果が一致していること確認した。また、堆積岩（礫岩・砂岩・泥岩）や化石の観察も行った。第三次では、地層が火山の働きでできることを確かめるモデル実験や、火山の働きでできた地層やその構成物の観察を行った。その上で、成因が未知の地層について、流水の働きでできた地層か、火山の働きでできた地層かを推論する授業を展開した。第四次では、児童が住んでいる土地のつくりと変化を調べるために、ボーリング試料を調べて地質柱状図を作成した。第五次では、本単元のまとめとして、地震や火山による土地の変化と自然災害について考えたり、防災や自然の力の大きさについて考えたりした。

各次の指導に当たっては、＜資料１＞の指導計画の右欄「関連する視点」に示すように、教師が授業の目標や内容に関連する視点をそれぞれ意識しながら授業を展開し、各視点に関連した児童の気付きや言動を見逃さないように評価した。

５－３　授業実践の評価

単元終了時に、児童が「地球」（今回の実践では、土地のつくりと変化に対する４視点からの見方や考え方）を身に付けたかどうかを探るために、質問紙調査を実施した。使用した質問紙を＜資料２＞に示す。児童が未知の地層を見たとき、どのようなことを調べてみたいと思うかを記述させた。質問紙を児童一人に１枚ずつ配付し、５分間に他の児童と相談しないで自分の意見を記述するという方法をとった。地層についての学習をしていない第５学年の児童（72人）に対しても同じ質問紙調査を実施した。児童の回答は、「構成」「関連」「時間」「空間」「その他」に分類して集計した。第６学年の児童の回答例を、表１に示す。

表１　第６学年の児童の回答例

「構成」	地層の石や砂の大きさ、形、色などを調べたい。 何が積もってできているのか。 でこぼこになっている地層の違いは何か。
「関連」	地層は何の働きでできたのか。 火山の働きか、水の働きか。 なぜ、地層が傾いているのか。
「時間」	何年前の地層かを調べたい。 もともと海だったら、貝の化石があるはずだ。 どれくらいの時間をかけてできたのか。
「空間」	この地層は、どこまで続いているのか。 近くに同じような地層があるのか。 反対側のがけは、どのようになっているのか。

図４は、各学年の児童の回答を視点で分類したときの割合を示している。各視点の割合が20%であれば、バランスが取れているということになる。第６学年・第５学年ともに、「関連」の割合が相対的に高く、「時間」「空間」の割合が相対的に低くなっている。また、「その他」の回答、つまり「地球」を捉える４視点以外の回答の占める割合が、第６学年では約15%であるのに対して、第５学年では約34%となっている。第６学年の児童の回答は、ややバラツキはあるものの、「地球」を捉える４視点からの記述が多いことが分かる。

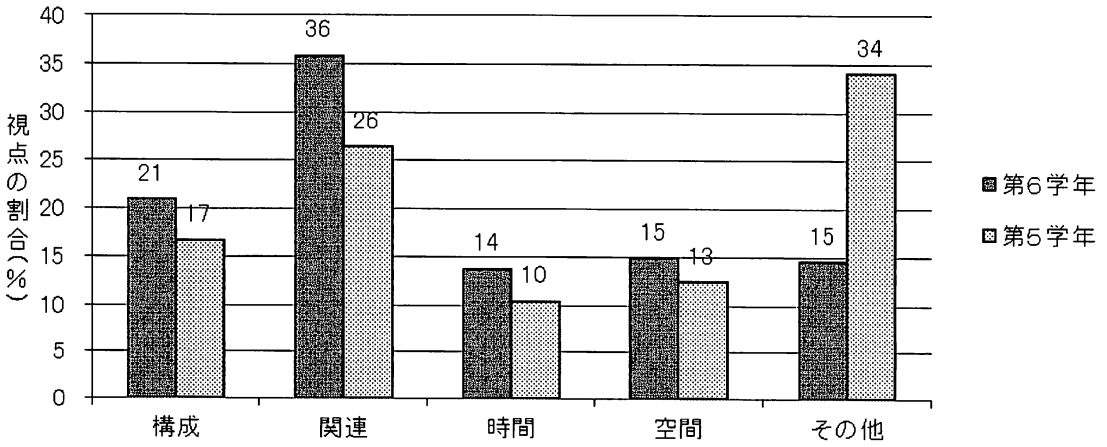


図４　児童の回答における各視点の割合

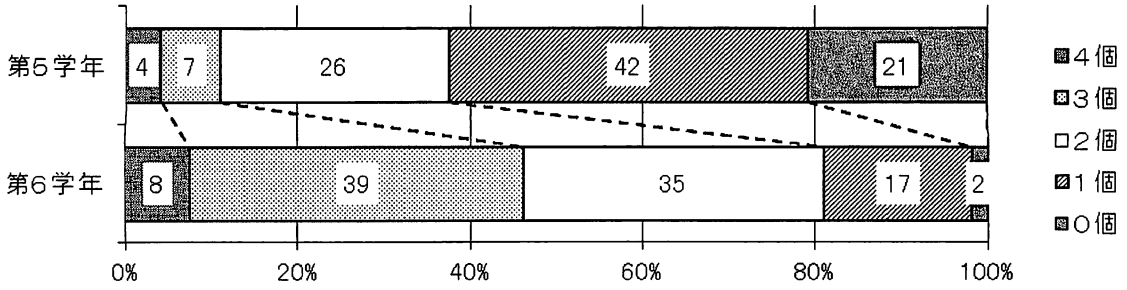


図５　児童の記述内容における観点の数の割合

図５は、「地球」を捉える４視点のみを取り上げ、児童の回答にいくつの視点が含まれていたかを集計し、各学年での割合を示したものである。４つの視点すべてからの記述をしていた児童は、第６学年では約８％、第５学年では約４％で、いずれも少なかったが、３つの視点からの記述をしていた児童では、第６学年では約39％、第５学年では７％であった。３つ以上の視点で比較すると、第５学年では約１割の児童しか記述できていなかったのに対して、第６学年では約半数の児童が記述できていたことが分かる。また、「地球」を捉える視点からの記述がまったくできていなかった児童については、第５学年では約21％いたのに対して、第６学年では約２％であった。第６学年の多くの児童が、「地球」を捉える視点に沿った多面的な見方や考え方をすることができていたと言える。

６．まとめ

理科の基本概念の一つである「地球」について、システム概念や時間・空間概念から検討を加え、「地球」を育成するための４視点（構成、関連、時間、空間）を設定した。そして、小学校第６学年「土地のつくりと変化」の学習内容における４視点を明確にした上で授業を実践した。その結果、多くの児童が４視点からの見方や考え方を身に付けることができた。

今回の実践研究では、１事例を示すに留まったが、小学校第５学年の「流水の働き」や「天気の変化」、中学校第１学年の「火山活動」や第２学年の「雲の発生」などの単元においても、４視点を明確化した授業実践が可能であると考えている。これらの授業実践も通して、４視点の有効性を高め、「地球」の概念形成に有効な指導方法・評価方法を更に工夫していくことが今後の課題である。

謝　辞

本研究を進めるに当たり、授業研究にご配慮くださった岡山市立庄内小学校の太田昌孝校長先生（現在、岡山市立御野小学校長）及び授業実践をご担当くださった浅野摂子教諭（現在、岡山市立津島小学校教諭）、橋本克史教諭、灰原久美子教諭並びに関係の教職員の方々に深甚の謝意を表します。

なお、本研究は、科学研究費補助金基盤研究(C)課題番号24501068「理科の基本概念『地球』の再検討とその育成を図る地域教育資源の開発に関する研究」（研究代表　下野　洋）の一部として行ったものである。

参考文献

1) 鳥海光弘・田近英一・吉田茂生・住　明正・和田英太郎・大河内直彦・松井孝典(2010)：新装版　地球惑星科学２地球システム科学、岩波書店、pp. 215.
2) 小林　学(1977)：高等学校における地学の成立と展望、地学教育、Vol. 30、No. 1、9-14.
3) 小林　学・田代淳一(1984)：環境教育の課題と展望、理科の教育、７月号、24-28.
4) 牧野　融(1974)：地球システムの科学、セントラル・プレス、pp. 203.
5) 牧野　融(1978)：システム地学から地球システムの科学へ、地学教育、Vol. 31、No. 3、83-87.
6) 松井孝典(2007)：地球システムの崩壊、新潮社、pp. 221.
7) 文部科学省(2008)：小学校学習指導要領解説　理科編。大日本図書、65-66。
8) 文部科学省(2009)：高等学校学習指導要領解説理科編・理数編。実教出版、6-11。
9) 文部省(1991)：中学校理科指導資料、指導計画の作成と学習指導の工夫。大日本図書、12-15。
10) 毛利　衛・黒田玲子ほか(2012)：新しい理科６、東京書籍、99. 88-111.
11) 鹿園直建(2006)：地球学入門、慶應義塾大学出版会、pp. 233.
12) 鹿園直建(2009)：地球惑星システム科学入門、東京大学出版会、pp. 225.
13) 竹内　均・島津康男(1969)：現代地球科学、筑摩書房、pp. 262.
14) 遠山　武(1972)：最後のシステム　自然と人類の調和を保つために、講談社、pp. 266.
15) 坪井忠二(1977)：「学」という字、地学教育、Vol. 30、No. 1、3-4.
16) 渡部景隆ほか(1976)：中等教育における地学領域のカリキュラム研究　第２部高校地学カリキュラム　Ⅲ．システム地学カリキュラム（その１）、地学教育、Vol. 29、No. 2、29-41.
17) 渡辺　茂・須賀雅夫(1970)：システム工学とは何か、日本放送出版協会、pp. 189.
18) 全国理科教育センター研究協議会(1973)：探究の学習をめざした地学教材の研究[小・中・高]。東京書籍、8-12。

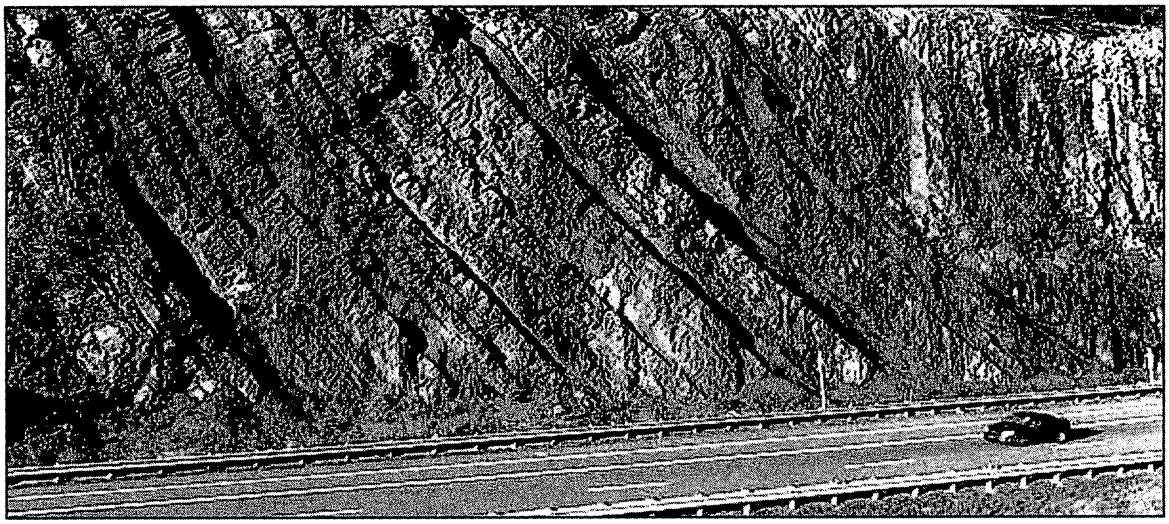
＜資料１＞「土地のつくりの変化」の指導計画（全14時間）

次	時	児童の活動	教師の支援	関連する視点
一	1	○地面の下の様子を想像する。	○想像した地下の様子を絵で表現させる。	
			○土地のつくりやその構成物に着目し疑問をもつことができるようにする。	
		○運動場の土を掘り、地下の様子を調べる。	○土地について、児童から出た気付きや疑問を、４つの視点で分けて板書する。	
			○先ずは、「土地のつくりから調べていこう」と見通しをもって学習が進められるようにする。	構成
	2	○土の粒を観察する。		
	3	○地層の写真やはぎ取り標本を観察する。	○地層の写真やはぎ取り標本を用意し、様々な場所の土地のつくりや土の粒を比べながら観察させる。	構成
二	1	○堆積モデル実験を行い、地層は水の働きでできることを確かめる。	○本次では、「土地のでき方を調べよう」と見通しをもって学習が進められるようにする。	関連
	2		○５年生で学習した「流れる水の働き」に気付かせるようにする。	
			○班の考えをもとに、材料・実験器具、手順、役割分担などを確認する場を設定する。	
	3	○水の働きでできた地層と堆積モデル実験の結果が一致していること確認する。	○水の働きでできた特徴を示す箇所にシールを貼ったり、ワークシートに記録したりして、地層の特徴を捉えやすくする。	
			○ワークシートへの記録をもとに、実物を教材提示装置で示しながら紹介させ、根拠となる言葉を視点ごとに黒板に整理する。こうすることで、共通点や差異点を確かめやすくする。	関連
	4	○岩石（礫岩・砂岩・泥岩）を観察する。	○堆積実験を思い出し、地層が水の働きで層になって堆積したことや、粒の大きい物が下に堆積することを確認する。	
		○化石や化石を含んだ地層の特徴を観察する。	○ここで、「地層や岩石はいつ頃できたのだろうか」と疑問をもたせながら、学習が進められるようにする。	時間
			○デジタル教材を有効に使い、実物の化石と関係付けて学習できるようにする。	
			○含まれる化石から、地層や岩石のできた時代が推定できることがあると知らせる。また、「アンモナイトの化石がエベレストでみつかるのはなぜか」を考えさせ、土地が変化（隆起・沈降）することを予想させる。	時間
三	1	○モデル実験を行い、地層が火山の働きでできることを確かめる。	○デジタル教材を使って火山のつくりや噴火の様子を調べ、地層のでき方について話し合う。	構成・関連
			○２つのモデル実験（溶岩流、火山灰）をもとにして、デジタル教材を視聴することで、地層のでき方を推論しやすくする。	関連
	2	○火山の働きでできた地層やその構成物の特徴を観察する。	○地層のはぎ取り標本を示しながら、「流水の働きでできた地層か、火山の働きでできた地層かはっきりさせることができるか」という話題を提示する。	構成・関連
			○比較の基準となる火山灰と水の働きでできた地層の標本を観察させる。	
			○ワークシートへの記録をもとに、実物を教材提示装置で示しながら紹介させ、根拠となる言葉を視点ごとに黒板に整理する。こうすることで、共通点や差異点を確かめやすくする。	
	3	○地層のはぎ取り標本をもとに地層やその土地のでき方を調べる。		
四	1	○私たちが住んでいる土地のつくりと変化を調べる。	○本次では、「地層はどこまで広がっているのか、どのくらいの深さまであるのかを調べよう」と見通しをもって学習が進められるようにする。	空間
	2		○複数のはぎ取り標本を観察し、それぞれの地層がどうつながっているか明らかにする活動を通して、根拠をもとに地層の広がりや成り立ちを推論できるようにする。	空間・関連
			○小学校のボーリング試料を班ごとに分担して調べ、地質柱状図を作る。	
			○他の学校や施設のボーリング試料と地質柱状図を提示し、この地域の地層について調べることで、地層の広がりを実感できるようにする。	空間
五	1	○地震や火山による土地の変化と自然災害について考える。	○本次では、「土地はずっと変化しないのだろうか」と疑問をもたせながら、学習が進められるようにする。	時間
			○地震によって土地が隆起したりずれたりすることをモデル実験によって確かめる。	関連
			○2011年の東日本大震災や2013年夏の桜島の噴火などの資料をもとに話し合うことで、自然の力の大きさを感じ取れるようにする。	
	2	○防災や自然の力の大きさについて考える。	○東日本大震災の「釜石の奇跡」などの事例を取り上げ、防災について考えたり、地域のハザードマップを見たりして、地震と災害についての認識を深めることができるようにする。	関連
			○科学技術が発達しても人間の力には限界があることにも気付かせるとともに、自然の恩恵の面にもふれることができるようにする。	関連

＜資料２＞単元終了時に使用した質問紙

「大地のつくりと変化」の学習を終えて

（　　）組　（　　）番　名前（　　）



ある場所で、このような地層を観察することができました。
この地層について、どのようなことを調べてみたいですか。どのようなことを調べることが大切だと思いますか。調べる方法は、わからなくてもよろしい。
できるだけ、たくさん考えて書いてください。

Viewpoints approach and Practices to understanding "Earth" as a Fundamental Concept

—Through the Learning of "Structure and Change of the Land" in the Elementary School Science—

Yasuhiko OKAMOTO and Hiroshi SHIMONO*

Okayama University of Science
1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama 700-0005, Japan
**Gifu Women's University*

(Received September 26, 2014; accepted November 6, 2014)

"Earth" is one of the fundamental concepts of the science. About "Earth" we added examination from system, time, and space concepts. And we set 4 viewpoints (constitution, connection, time, space) to understand "Earth". After we clarified 4 viewpoints in an elementary school sixth grade instruction plan of "Structure and Change of the Land", we practiced the class and analyzed it. As a result, many children were able to acquire "Earth" from some viewpoints.

Keywords: earth science education; fundamental concept of science; earth system; elementary school practice.