

地域教材の画像のマッピングによる学習事項の構造化

渡邊 重義*¹・井手上光博*²・山本 裕子*³

Making a Network of Learning Matter and Knowledge by Mapping the Graphics of the Teaching Materials using Local Subject Matter

Shigeyoshi WATANABE, Mitsuhiro IDEUE, Yuuko YAMAMOTO

(Received October 1, 2015)

In this study, we developed a method for making a network of learning matter and knowledge by mapping the graphics of the teaching materials using local subject matter in elementary science. As a result of the practice using our method, the following were obtained; 1. Children showed variety about their choice and the arrangement of the graphics. 2. Because the graphics were the local teaching materials for earth science, children were easy to arrange the graphics in a geographical viewpoint. 3. Children were able to utilize key words and key concepts in their description about the graphics. 4. Our method could be used as the tool to evaluate the unit design.

Key words : graphics, local subject matter, mapping, network, science learning

I. はじめに

平成20年の小学校および中学校の学習指導要領の改訂では、「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」という科学の基本的な見方や概念を柱とした理科教育内容の構造化が基本方針として示され、学習指導要領解説(2008)には4つの柱で小・中学校の理科の内容を整理した表が提示された。カリキュラムにおける内容の系統性は、学習指導要領解説に示された表を小学校第3学年から中学校第3学年に向けて縦に見ていくことで確認することができる。しかし、その表は各単元の位置づけを具体化してはいるものの、内容の系統性や関連性を理科学習に反映させるための方策は示していない。すなわちカリキュラムの指針を咀嚼して、実践レベルの具体策を組み立てることが教育実践上の課題となる。内容の系統性を意図した学習は、単元間の関連付けだけが問題ではない。むしろ単元内の学習が連続的に展開し、各時間の学習事項が有機的に結び付くことが土台になるであろう。

理科学習において、単元の最後に行うまとめの活動は、学習者が学習事項を振り返り、内容を整理して、

意味づけや関連付けを行う総括的な学びになる。観察実験を通して得た結論を端的な文章でまとめたり、キーワードを抜き出したりすることも多いが、単元全体の学習プロセスを表現することは難しい。現行の小学校理科教科書(H22年検定)をみると、単元の終わりに「まとめ」や「確かめ」という欄があり、学習した要点を文でまとめたり、適語を記入したり、応用問題を解くような活動が提示されている。5社中1社では、児童自身が絵・図や文で学習したことをまとめた記述が単元のまとめの例になっている。また、別の1社の教科書では、「まなびをつなぐ」というページがあって、例えば「植物」「メダカ」「ヒト」の成長の図を並べて、生命のつながりという観点でまとめるような記載がある。しかし、実際の理科学習において、児童が白紙のノートに学習内容をまとめる活動を試みたならば、多くの児童がまとめ方で戸惑うのではないかと予想される。また、教科書では、図やグラフなどを用いたまとめの例が紹介されているが、それらの描画には時間がかかり、学習事項を吟味して整理するための時間が足りなくなってしまう可能性もある。そこで、本研究では教師自身が地域教材を開発し、単元構想を工夫した実践において、授業で使用した教材の画像を

*¹ 熊本大学教育学部理科教育

*² 宇土市立走潟小学校

*³ 熊本市立田底小学校

利用して、学習事項をまとめるマッピングを行った。そして、そのような方法の効果と児童の総括的な学びの実態を分析した。

Ⅱ. 方 法

地域教材の開発と単元構想に関する実践研究は、小学5年「流れる水のはたらき」(井手上・渡邊 2012)と小学6年「大地のつくり」(山本・渡邊 2013)で実施した。両方の実践は、地域教材の開発とその教材を生かした単元・授業構想を目的として実施したものであり、児童は地域の川や地層を教材にした野外観察や資料学習を行った。その一連の学習を総括する目的で、学習した事項を整理してまとめるためのワークシートを開発した。ワークシートはテーマをもった学習内容のまとめになっていて、授業で用いた地域教材の画像やデータを貼ったり、それらを関連付けたり、説明する文を書き加えたりするものである。各ワークシートの詳しいフォームと使い方については、それぞれの実践と結果において詳しく説明する。このワークシートの作成のプロセス、地域教材の画像の選択や配置、記載内容等を分析して、児童の総括的な学びの実態とワークシートの効果を調査した。

Ⅲ. 結 果

1. 「緑川ガイドマップ」の作成

(1) 単元構想

小学5年「流れる水のはたらき」の授業実践は、熊本県美里町立R小学校の5年生5名を対象にして実施した。R小学校は、熊本県の中部を流れる一級河川の緑川の上流域にあり、緑川は児童にとって身近な川になっている。井手上と渡邊(2012)は、緑川の上流～下流の川原の石に関する教材研究を行い、地域の川の特徴を生かした「流れる水のはたらき」のための学習教材を開発した。その成果を生かして、2012年10月に表1に示す単元計画で合計15時間の授業を行った。

表1. 「流れる水のはたらき」の単元計画

導入	単元の学習と野外観察のオリエンテーション	(1時間)
1次	緑川の上流の野外観察	(4時間)
2次	流れる水のはたらきについてのモデル実験	(3時間)
3次	緑川の上流・中流・下流と土地の様子を観察	(2時間)
4次	緑川上流・中流・下流の石の観察	(3時間)
5次	川とわたしたちの暮らしを考える	(1時間)
単元のまとめ	評価テスト	(1時間)

1次では、緑川の上流に出かけて地形や川の流れ方を観察し、川原の石を採取した。そして、2次のモデル実験で流水の浸食、運搬、堆積の作用を学習し、それらと関連付けながら3次、4次、5次の学習を行った。また、緑川の風景の画像資料、阿蘇火山に由来する溶解凝灰岩、教材研究の調査で得た川原の石に関するデータなどを教材として利用することで、単元の学習につながりをもたせることをねらった。ワークシートの活用は、4次の2・3時間目で行った。

(2) ワークシートの作成と利用方法

「流れる水のはたらき」の1～4次のまとめとして、「緑川ガイドマップづくり」を行った。「緑川ガイドマップづくり」とは、学習したことを用いて緑川を紹介するマップをつくることを目標として、総括的なまとめを行う活動である。緑川ガイドマップのワークシートとまとめに使用した写真のシールを図1と図2に示す。

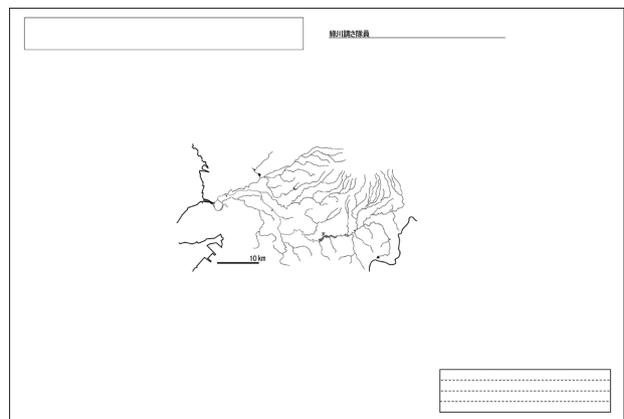


図1. 緑川ガイドマップ用のワークシート

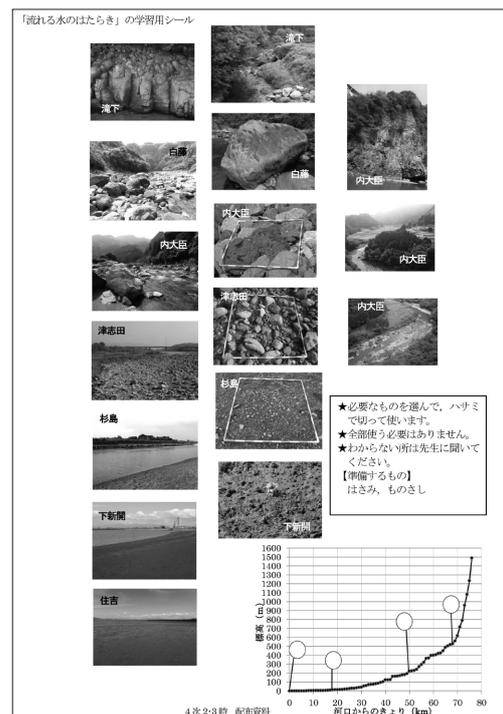


図2. 緑川ガイドマップ作成用のシール

ワークシート（図1）はB4サイズで、中央に緑川の地図を挿入している。また、ガイドマップ作成用に緑川の地形、川原、石などを示す写真（16枚）と緑川の勾配を示すグラフを載せたA4サイズのプリントを準備した（図2）。なお、追加で下流域の石と上流域の護岸を示す2枚の画像を配布した。このプリントはシールになっていて、児童は裏紙をはがすだけでワークシートに貼りつけることができる。写真とグラフは、授業中の提示資料として利用したものと同一画像を用いた。

ガイドマップの作成は次の手順で行った。

- ①画像のシールをすべて切り取る。
- ②ガイドブックに使いたい画像を選んで、ワークシートのどの位置に貼るのかというレイアウトを決めてから、シールの裏紙をはがして貼る。
- ③川の地図や他の画像と線で結んだり、説明を書き加えたりしてまとめる。

説明の記述では、「しん食」「運ばん」「たい積」「流れの速さ」「川幅」「川原の広さ」などのキーワードを用いるように指導した。

(3) 児童がまとめたワークシートの分析

児童（n = 5）は、準備した19枚の画像のうち平均13枚を用いて、緑川の上流、中流、下流を意識した画像の配置と説明を行った。図3に児童が作成した「緑川ガイドマップ」の例を示す。この児童は14枚の画像を用いていたが、川原の風景の画像を川に近い場所に並べて、その場所で見られる石を外側に貼って、地図上の場所、風景、石を線で結んでいた。風景と石

をセットにして関連付けるレイアウトは、他の児童にもみられたが、結び付け方は児童により異なり、地図の近くに石が配置されたり、川原の画像と石が並置されたりする例もあった。5名中4名の児童は、川の上流域・中流域・下流域を塗り分け、下流側から画像に番号を付けていた。画像に書き添えられた説明をみると、「川はばがせまく、流れがはやい」「石がごつごつして川の中に石がある」「石の大きさが50～60cmくらいの大きさになっている」「小さい石や中くらいの石がたくさんたい積している」「大きく丸い石がたい積している」「泥がたい積している」「石がみられず、泥となっている」のように、画像の内容を解説するものが多かった。しかし、5名中4名は、「上流よりも～」のような表現を用いて、複数の画像に見られる石の大きさなどを比較していた。

流水の作用に関するキーワードである「しん食」「運ばん」「たい積」がガイドマップの説明に用いられているかを調べたところ、浸食は3名、運搬は1名、堆積は4名に用いられていた（n = 5）。図3の例では、川岸の崖の画像の説明で「岩が水でしん食されている」「溶結凝灰岩が水によってしん食されている」、川原の大きな岩の画像の説明で「水にしん食されてごつごつしている」と記述され、水と浸食が結び付いた表現になっていた。しかし、他の2名は「がけがしん食された様子」のような表現で、同じ説明中に水という用語を用いていなかった。堆積は、下流の川原の画像や石の画像の説明で用いられていたが、図3の例のように上流や中流の川原の画像の説明で用いられていること

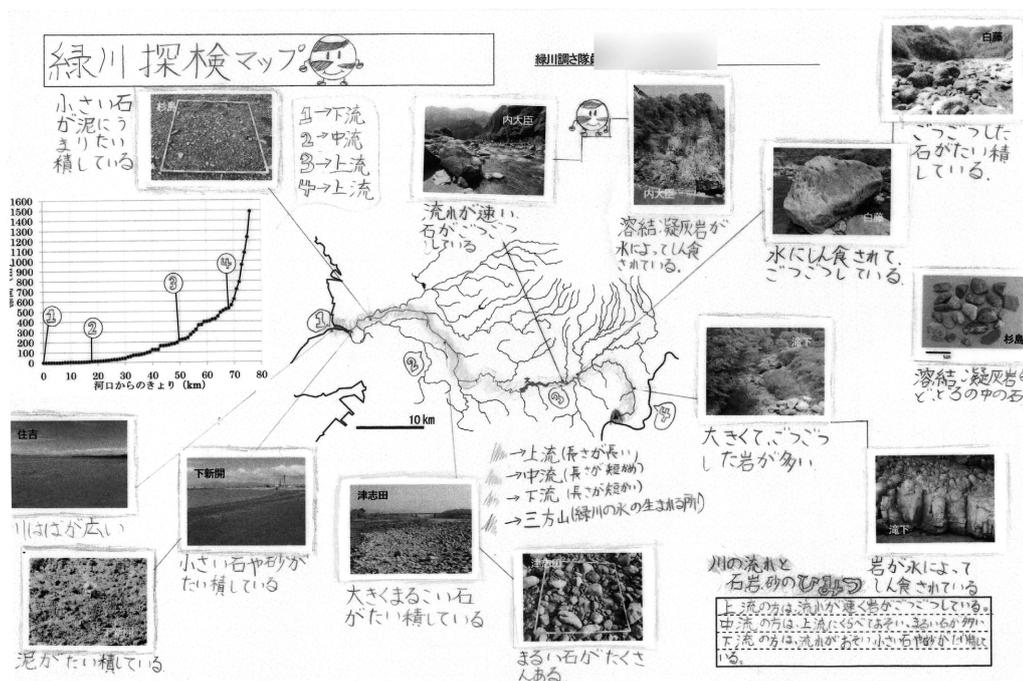


図3. 児童がまとめた「緑川ガイドマップ」の例

もあった。運搬という用語を用いていた児童(1名)は、上流の川岸の崖と川原の画像の間に「しん食された石が運ばんされ、川にたい積する」と記述していた。単元の学習をつなぐ地域教材として準備した溶結凝灰岩については3名が説明に利用し、緑川の河川の勾配を示すグラフの画像を用いた児童は3名であった。

2. 「地層マイスターへの道」の作成

(1) 単元構想

小学6年「大地のつくり」の授業実践は、熊本県熊本市立T小学校の6年生20名を対象にして実施した。T小学校は熊本市北部の肥後台地にある学校で、阿蘇火砕流堆積物が広がる地域であるため、教科書に載っているような縞模様の地層が観察できるような場所はほとんどない。そこで、山本と渡邊(2013)は、T小学校に保管されていたボーリング試料等を用いて、地域の地質を生かした「大地のつくり」の学習教材を開発して、2013年11月に表2に示す単元計画で合計14時間の授業を行った。本単元の実践においては、全体のテーマを「地層マイスターへの道」と設定し、学校の地面の下のボーリング試料以外に、熊本県内の花房層(菊池市)、山鹿市志々岐(しじき)の地層、人吉層(人吉市)の資料を用いて、流水や火山による地層のでき方の学習等を行った。

表2. 「大地のつくり」の単元計画

導入	地層パズルを用いた地層の観察	(1時間)
1次	地層のできかた	(5時間)
	地層堆積モデル実験	
	堆積岩と化石	
	火山のできた地層	
2次	私たちが住む大地のつくり	(3時間)
	寒天地層モデルを用いた地層の広がり	
	ボーリング試料を用いた認定試験	
	大地のつくりのまとめ	
3次	大地の変化	(5時間)
	大地の変化に関する調べ学習	
	火山活動や地震による大地の変化と災害	

1次では、導入で実施した地層パズルの活動から気づいたことや疑問を課題にして、流水による地層のでき方を調べる学習を行った。ここでは、流水によってできた花房層、人吉層を教材として活用した。2次は、T小学校の地域に隣接した山鹿市志々岐の地層から採取した火山灰の観察から始めて、T小学校の地面の下がどうなっているのかを、寒天地層モデルのボーリング実験や地域のボーリング試料をもとにして推論し、その結論を「地層マイスター」の認定試験とした。2

次の活動は予定では3時間であったが、ボーリング試料を用いた学習が時間を超過したため、1時間増やして合計4時間で実施することになった。そのため3次の学習は予定よりも1時間減らして4時間で行った。ワークシートの活用は、2次の最後の時間(4時間目)に行った。

(2) ワークシートの作成と利用方法

地域教材を用いた地層に関する学習を総括する目的で、「地層マイスターへの道」というワークシートに取り組む活動を計画した。「地層マイスターへの道」のワークシートとまとめて使用した写真のシールを図4と図5に示す。



図4. 「地層マイスターへの道」用のワークシート

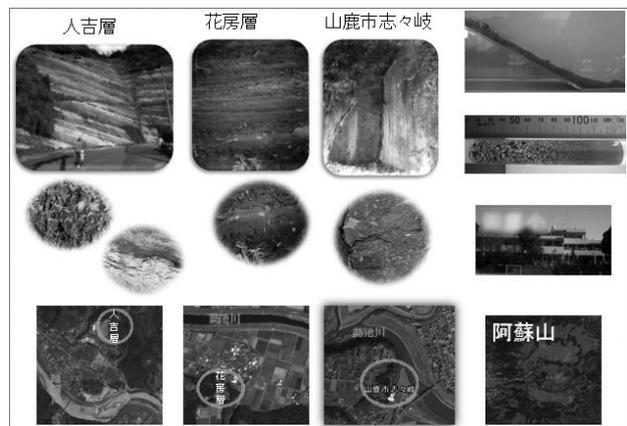


図5. 「地層マイスターへの道」用の写真シール

ワークシート(図4)はB4サイズで、中央に熊本県の地図を載せている。左上には自分でタイトルを付ける欄、右下にはまとめの記述をする欄を設けている。「地層マイスターへの道」作成用の画像は、A4サイズのシール用紙に印刷した(図5)。まとめて用いる画像は、地域の地層の写真が7枚、その地層が観察される場所の航空写真が3枚、授業で行った地層堆積モデル実験の結果が2枚、T小学校の写真1枚、阿蘇山の航空写真1枚の合計14枚である。

「地層マイスターへの道」の作成の手順は、基本的には「緑川ガイドマップづくり」と同じであるが、必ず用いるキーワード（構成物／広がり／流れる水のはたらき／火山のはたらき）をワークシート中に書き入れ（図4右上）、写真を貼る場所を工夫すること、地図と写真を線で結ぶこと、学習を通してわかったことを書くこと、言葉は短く、わかりやすく書くことなどを作成前に指導した。

(3) 児童がまとめたワークシートの分析

児童（n = 18）は、準備した14枚の画像のうち平均7枚を用いて、学習をまとめるワークシートを完成させた。児童が用いた画像の枚数には個人差があり、14枚すべての画像を用いた児童がいる一方で、3枚しか用いなかった児童もいた。

図6と図7に児童が作成したワークシートのまとめの例を示す。図6の児童は7枚の画像を用いていたが、「①地層はどうやってできたのか?」「②山鹿市志々岐はどうやってできたのか?」「③地層はれき、砂、泥、上からみてどの順番で作られているのか?」「④T小学校の地層はどうやってできたのか?」と言う問いをタイトルにして、学習したことのポイントを整理し、それぞれの問いに関連する画像を貼って、答えを記述するようなQ&A方式のまとめ方をしていた。また、阿蘇山の画像と志々岐の画像を線でつなぎ、地面の下のイラストと堆積実験の結果の画像を近くに配置していた。アクリルパイプを用いた地層堆積モデル実験の結果の画像については、人吉層の縞模様をした地層や花房層の画像と隣接して配置された例（3名）や水槽の斜面を用いた堆積モデル実験の結果と結び付けた例

（6名）があった。図7の児童は、ワークシートの左半分のスペースで、中央の地図の周辺に花房層、志々岐の地層、人吉層の画像を配置して線で結び、その外側にそれぞれの地層を拡大した画像を配置していた。また、ワークシートの右半分では、花房層や人吉層がある場所の航空写真には川が見られるという共通性に注目し、流水のはたらきによる地層のでき方を説明し、地層堆積モデル実験の結果を結び付けていた。さらに、志々岐の地層の航空写真は阿蘇山と結び付け、火山による地層のでき方を説明していた。地域の地層等の画像と地層堆積モデル実験の結果の画像との関連付けは、18名中8名の児童が行っていた。

ワークシート作成用の画像で、半数以上の児童が用いたのは、地層堆積モデル実験（水槽）：15名、阿蘇山：14名、T小学校：13名、人吉層：12名、地層堆積モデル実験（アクリルパイプ）：12名、志々岐の地層：9名であった。画像の配置をみると、3分の2の児童（12名）は、中央の熊本県の地図上の位置と対応するように、選択した地層等の画像の位置を決めていた。また、7名の児童は、図6のように阿蘇山の画像を志々岐の地層やT小学校の画像と線などで結び付けていた。T小学校の写真を用いていた13名の児童のうち10名は、図6や図7のようにイラストや文章で、T小学校の地面の下の地層は流れる水のはたらきと火山のはたらきでできていることを説明していた。

ワークシート中の説明の記述内容は、用いた画像の枚数と同様に個人差があり、例えば、アクリルパイプを用いた地層堆積モデル実験の画像に関しては、何も説明が付記されていないものから、図6のように「泥

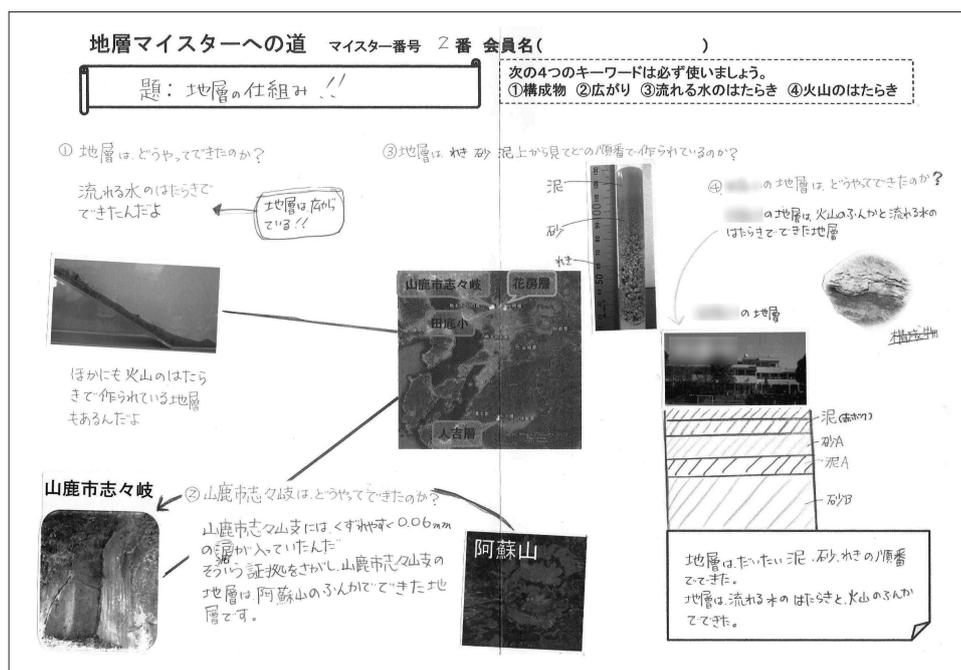


図6. 児童がまとめた「地層マイスターへの道」の例1

ていた。児童がもっともよく用いた画像が水槽を使った地層堆積モデル実験の結果であり、次に多かったのが阿蘇山の画像であったことから、この2つの画像が学習事項をリンクする鍵になっていたことが示唆される。「緑川ガイドマップ」に比べると、中央の地図の周辺のどこにどの画像を配置するかは自由度が大きく、そのためにレイアウトを十分に計画してから画像を貼らないと、地層堆積モデル実験の結果を挿入しにくくなってしまったり、学習事項間のリンクが表現しにくくなってしまったりする可能性がある。

「緑川ガイドマップ」では、流水のはたらきのモデル実験で学習した知識が学習事項を整理する観点になり、「地層マイスターへの道」では、地層堆積モデル実験の結果の画像がワークシートをまとめるときの鍵になった。つまり、ワークシートをまとめる活動を通して、モデル実験と実際の地域の川を対比するような見方が促されたのではないかと考えられる。

2. 画像をマッピングするまとめの方法

学習者の認知構造を視覚化する方法である概念地図法は、言語で示された「概念ラベル」の間の結び付きを線で示し、その結び付きの「つなぎ言葉」を表記することを基本とするもので(角屋ら編 2009)、評価ツール、学習ツール、教授ツールとして活用されている(日本理科教育学会編 1998)。本研究で開発したワークシートと地域教材の画像を用いる方法は、考えを表出させるアプローチと学習ツールという点で、概念地図法と共通する。しかし、言葉で示された「概念ラベル」ではなく、地域教材の画像を用いているため、具象的なイメージが学習者に与えられる。また、概念地図法はラベル間の関係性を言語化するが、画像を用いた場合、画像と画像の関連の言語化よりも、画像そのものの説明が中心になる。したがって、単純化された言語が用いられやすい概念地図法に比べると、画像をマッピングする方法ではより詳細な説明が書き添えられた例が多かった。その一方で、関係性を説明するように指示していないので、画像と画像が単に並べられただけのまとめになることもあった。画像の選択や配置を工夫して、学習したことの関係性を位置関係で表すことに戸惑った児童もいたと考えられるので、画像をマッピングするようなまとめを繰り返し行ったり、他者のまとめと比べ合っまとめ方のスキルを高めたりする工夫が必要であろう。

概念地図法の「概念ラベル」に相当する地域教材の画像は、授業の中で紹介したものをを用いたので、学習の文脈で意味づけされやすかったと考えられる。地域教材に関するデータベースを作成しておけば、教師自身が撮影できなかった場合でも、授業およびまとめに

利用可能であろう。実験結果などもデジタルカメラで容易に記録できるので、本研究のように児童が行った実験の結果の画像をまとめて用いると、他の学習事項と線で結んだり、並べて配置したりすることで、実験と学習事項の結び付きに対する実感が増すのではないかと考えられる。本研究では、5年の実践では19枚、6年の実践では14枚の地域教材の画像を用いた。そのうち5年の児童は平均して約70% (13枚)、6年の児童は平均して50% (7枚)の画像をワークシートに貼り、空いたスペースに説明を書き入れることができていたので、画像のサイズや枚数は適当ではなかったかと考えられる。

3. 単元構成の評価ツール

地域教材の画像のマッピングによるまとめは、単元構成および学習構想の影響を受けると考えられるため、単元構成を評価するツールとして利用可能である。例えば「流れる水のはたらき」の事例の場合、児童が生活している地域の川を主な学習対象としながら、流水のはたらきに関するモデル実験(2次)で学習したことを地域の川に当てはめて(3・4次)、川を流れる水のはたらきとして理解するような構成になっている。したがって、①「しん食」「運ばん」「たい積」という用語が使われているか、②「しん食」「運ばん」「たい積」という用語が水と関連付けて用いられているか、③流水のはたらきのモデル実験の結果が説明中に使われているか、という点で各児童のワークシートを分析すれば、単元構成が学習に反映された程度を評価できるであろう。今回の実践では、5名中1名しか「水によってしん食される」という表現ができなかったので、単元全体を通した水の取り上げ方が課題になることが示唆された。4次において上流・中流・下流の石についての学習を行ったので、児童の注意が石の形や大きさに向けられてしまった可能性もある。また、③の観点については、画像のシールの中に流水のはたらきに関するモデル実験の結果を示す写真を加えておけば、その結果を実際の川の地図と対比するような見方をもっと導けた可能性もある。

「地層マイスターへの道」の場合、1次と2次の両方で、地域の地層や学校の地面の下の地層などを材料にして問題提起を行い、その仮説を検証するためにモデル実験、土砂の観察、資料の活用を行うというアプローチをとっている。また、2次で実施したボーリング試料を活用して、学校の地面の下の地層を推論する活動は、1次で行った流水によってできた地層と火山によってできた地層を総合して考える内容になっている。したがって、花房層、人吉層と流水のはたらき、志々岐の地層と火山のはたらきがそれぞれ組み合わせさ

て、それが学校の地面の下の地層につながるような結び付きが表現されていると、単元構成の意図が学習に結び付いて児童に理解されたと判断することができる。今回の実践では、18名中の10名がT小学校の地面の下の地層について、「水のはたらき」「火山のはたらき」という言葉や柱状図のようなイラストを用いて説明することができていた。しかし、単元内の学習内容のつながりをさらに重視すれば、二つのはたらきから説明できた児童の数が増加し、花房層、人吉層の画像、志々岐の地層の画像とT小学校の画像とのリンクも増加すると予想される。地域の地層と地層堆積モデル実験（水槽）の結果を関連付けることができた児童は8名であり、ほぼ半数の児童はモデル実験で見られた分級作用と地域の地層の縞模様がどちらも流水のはたらきの結果と見なしていたことがわかる。これを単元構成の成果とみなすこともできるが、残りの半数の児童においてリンクが見られないこと、および地層の縞模様ができた原因と分級作用の結果を混同している可能性があることは、今後の課題として追究する必要がある。

V. おわりに

本研究では、地域教材の画像のマッピングによる学習の総括的なまとめに取り組み、児童のワークシートから、その利点と問題点を評価した。地域教材であるため地理的な関係性が学習事項を整理する観点になりやすいことや、画像の説明において鍵となる用語や概念の活用が期待できることなどの利点がある一方で、画像間の関係性の説明を促すような工夫が必要なことがわかった。画像のシールを用いたマッピングは、描画が苦手な児童にとっては取り組みやすい方法になるが、地球領域以外の単元の場合、使用する画像の内容やワークシートのまとめ方を工夫する必要が生まれるであろう。

例えば、小学6年「植物のつくりとはたらき」では、実際に用いたホウセンカやジャガイモの植物体をワークシートの中央に配置し、茎の断面を観察した結果、葉から蒸散で生じた水を集める実験の結果、光合成の叩き染め実験の結果などの画像を用いて、キーワードとしては「日光」「水」「水蒸気」「酸素」「二酸化炭素」という用語を用いてまとめる方法が提案できる。小学5年「電磁石のはたらき」では、電磁石のN極・S極や強さを調べる実験装置の画像や実験結果を示す画像に加えて、棒磁石、方位磁針、豆電球を用いた回路の画像を準備し、3・4年での学習と比較しながらまとめが行えるような工夫ができるのではないかと考えら

れる。巻き数の異なるコイルや電流計のイラストも、児童のまとめ方の工夫を導けるかも知れない。

学習したことをわかりやすくまとめるためには、文章による表現能力だけでなく、配置や図式化によって整理する能力も関係するため、個人差が生まれやすいようであった。まとめ方のパターンを覚えることが目的ではないが、学習者間の交流活動を通して、上手なまとめ方を真似することから、学習者独自のまとめ方に発展するような手立ても必要になるであろう。学年の違いによる差異もあると予想されるため、画像のマッピングの方法は、各発達段階に適応するように改善しなければならない。今後、様々な学年や単元で画像のマッピングを用いる方法の工夫と修正を行い、より効果的なまとめの学習を導けるように検討していきたい。

付 記

本研究は、平成24年度修士論文：熊本県緑川の川原の石の教材研究（井手上光博）および平成25年度理科教育国内留学生研修成果報告書：「大地のつくりと変化」における地域教材の開発と科学的な思考力を育成するための授業実践の取組（山本裕子）において実施した実践研究の成果を分析してまとめたものである。また、本研究の一部は、科学研究費助成事業「鍵教材とプロセス・スキルを接点にした理科カリキュラム・マップの作成」（課題番号26350238）の助成を受けて実施した。

文 献

- 井手上光博・渡邊重義（2012）熊本県緑川の川原の石の教材研究－溶結凝灰岩を鍵にした小学校理科教材のリンカー、熊本大学教育学部紀要、61、47-56.
- 角屋重樹・林四郎・石井雅幸編（2009）理科の学ばせ方・教え方事典（改訂新装版）、教育出版、138-141.
- 文部科学省（2008）小学校学習指導要領理科編、大日本図書、12-17.
- 日本理科教育学会編（1998）キーワードから探るこれからの理科教育、東洋館出版社、182-187.
- 山本裕子・渡邊重義（2013）「大地のつくりと変化」における地域教材の開発－ボーリング資料の活用と地層モデル実験の検証－、日本科学教育学会研究会研究報告、28（2）、25-30.