

「指導」と「評価」を一体化させた小学校理科授業の実際

— 第3学年「電気の通り道」単元を例として —

An Elementary School Science to Unify Instruction and Assessments

- Through Lessons of 3rd Grade Unit on Electric Circuit -

栢野彰秀*

Akihide KAYANO

森 健一郎***

Ken-ichiro MORI

山代佳菜美**

Kanami YAMASHIRO

要 旨

筆者らがこれまでに提案した文脈での「指導」と「評価」を一体化させた理科授業に、自分が書いたイメージマップと班の友達または教師が書いたイメージマップとを比較するだけではなく、それらを共有し、これまでの授業をふりかえるための話し合いをつけ加えた小学校第3学年の授業を実践した。

子どもが自分のイメージマップ上に書きだした連想語をもとに、班の友達や教師が書いたイメージマップとの比較と話し合いによって新たに学習内容に関連する項目をつけ足したり、再確認したりしながら単元学習をふりかえていた。これから得られた授業データに検討を加えると、形成的評価に基づく指導によって、クラス全体の単元の学習内容の理解は良好であることが分かった。加えて、形成的評価段階において見られた課題については全て追指導を行うのがよいのではないか、という点も示唆された。

〔キーワード〕 指導と評価の一体化 イメージマップ 小学校 理科

I はじめに

1998年に改訂された小学校学習指導要領において、観点別評価と総括的に捉える評定である「目標に準拠した評価」が取り入れられた。それにより、指導と評価とは別物ではなく、評価の結果によって後の指導を改善し、さらに新しい指導の成果を再度評価するという「指導」と「評価」を一体化させた授業の取り組みが重要視された。観点別評価と目標に準拠した評価が初等・中等教育において採用される続ける限り、学習指導要領が改訂されても「指導」と「評価」を一体化させた授業の取り組みが求められる。

* 島根大学教育学部自然環境教育講座

** 北海道釧路市立大楽毛小学校

*** 北海道教育大学釧路校

かにする。明らかになった成果と課題に基づいて、次時の授業の冒頭において、子どもがよく分かっていないと評価された学習内容について追指導を加える。難しい学習内容にも関わらずよく理解できていた場合は、子どもをほめる。

上の①～⑤のうちゴシック体太字の部分が、前報3)において授業を担当した小学校教師から提案のあった活動をつけ加えた部分である。すなわち③及び④の活動場面において、自分が書いたIMと班の友達または教師が書いたIMとを比較するだけではなく、それらを共有し、これまでの授業をふりかえるための話し合いがつけ加えられたのである。

3. 授業展開の概要

実践されたのは、小学校理科第3学年「電気の通り道」単元である。授業は全10時間で構成され、2015年1月から2月にかけて行われた。授業実践の対象者は公立小学校第3学年1クラス24人（男子12人，女子12人）である。使用した教科書は『地球となかよし小学理科3』（教育出版，2014）である。なお、本クラスの子どもはIMを作成し、比較するのは初めてである。単元の学習に先立ちHR等でIMの書き方と比較のしかたを練習した。授業を担当した教師はIMを利用する授業実践に習熟している。表1には、教師の授業準備を含む単元の授業展開の概要が示されている。なお、表1における斜体文字は、教師の授業準備や形成的評価のための授業外における教師の活動である。

表1から分かるように、本単元は次のような2つの学習内容のまとまりに分けられる。

第1次（第1～4時）は、“豆電球と乾電池をどのようにつなぐと明かりがつくのだろうか”という学習課題の下、豆電球と乾電池をつないで明かりがつくつかつかないかを調べる実験を行う。調べた結果を基に話し合いを行い、乾電池の+極と豆電球、乾電池の-極を導線でひとつの輪のようにつなぐと、豆電球の明かりがつくことを見いだす。すなわち、回路に関する学習が行われる。

第2次（第4～9時）は、実験キット製作の後、“どんなものが電気を通すのだろうか”という学習課題の下、回路の途中にもものをつないで、電気を通すか通さないかを調べる実験を行う。調べた結果を基に話し合いを行い、鉄のくぎやクリップ、アルミニウム箔などは電気を通す、ガラスのコップや消しゴムなどは電気を通さないことに加え、ものには電気を通すものと通さないものがあることを見いだす。その後、電気を通す鉄のくぎやクリップ、アルミニウム箔などは金属であることを学ぶ。すなわち、金属を中心とした電導体と不導体に関する学習が行われる。

これらの学習内容を考慮して、IMの鍵概念は【電気の通り道】とした。

Ⅲ. 行われた授業の実際

1. 教師が予め作成したIM

図2には、単元学習に先立ち教師が作成して子どもに提示したIMが示されている。

図2には、本単元の学習内容に関連する6つの連想系列が書き表されている。【電気の通り道】から（回路）を経てつながる連想系列（以後、系列①と表記）には、「【電気の通り道】が（ひとつのわ）、すなわち（回路）になったら（電気が通）って（明かりがつく）。」及び

表1 教師の授業外の活動を含む授業展開の概要

次	時	授業展開の概要
★ 教師が予め作成するIMの作成		
1	明かりがつくつなぎ方	◎ 導入 ・生活のどんなどころで電球の明かりが使われているか話し合う。 ・どのようにして電球の明かりがつくのかを話し合う。 はてな? 豆電球と乾電池を、どのようにつなぐと明かりがつくのだろうか。 ・豆電球と乾電池をいろいろなつなぎ方でつないでみる。
		調べよう 豆電球と乾電池をつないで、明かりがつくつなぎ方を調べよう。 ・豆電球と乾電池をつなぎ、明かりがつくかつかないかを調べる。 ・明かりがつくつなぎ方とつかないつなぎ方の図を描かせる。
		◎ 実験結果の整理と解釈 ・どのようにしてつないで調べたか整理する。 ・調べた結果をもとに、どのようなつなぎ方をすると明かりがつくか話し合う。 わかった 乾電池の+極、豆電球、乾電池の-極をどう線で1つの輪のようにつなぐと、豆電球の明かりがつけます。
		◎ 回路 ・回路が一箇所でも切れていると電気が通らないので明かりがつかない。 ◎ 実験キットの製作
		はてな? どんなものが電気を通すのだろうか。 ・どんなものが電気を通すか予想する。
2	電気を通すもの・通さないもの	調べよう 回路の途中にもものをつないで、電気を通すか、通さないかを調べよう。 ・乾電池と豆電球、導線をつなぎ、回路の途中にいろいろな物をはさんで、豆電球の明かりがつくかどうかを調べる。
		◎ 実験結果の分類と解釈 ・調べた結果を基に、電気を通すものと通さないものに分ける。 ・どんなものが電気を通すのか話し合う。
		わかった 鉄のくぎやクリップ、アルミニウムはくなどは、電気を通します。ガラスのコップや消しゴムなどは、電気を通しません。ものには、電気を通すものと通さないものがあります。 ・電気を通す鉄のくぎやクリップ、アルミニウムはくなどは金属でできている。
		◎ アルミニウム缶の印刷をはがして豆電球の明かりをつける。 ★ IMの作成 ★ 班の友達が書いたIMとの比較と話し合いによる授業のふりかえりを文章で書き表す。 ★ 教師が予め作成したIMとの比較と話し合いによる授業のふりかえりを文章で書き表す。
★ 子どもが作成したIMと教師が予め作成したIMを比較した文章記述の分析・検討に基づいた形成的評価の実施		
10		★ 形成的評価に基づく追指導 ◎ 単元末テスト

「【電気の通り道】の(回路)が(切れ)たら(電気が通らなく)なって(明かりがつかない。)」という学習内容が示されている。【電気の通り道】から(電池の+極)へつながる連想系列(以後、系列②と表記)には、「【電気の通り道】が(電池の+極)から(豆電球)を経て(電池の-極)へつながり(ひとつのわ)になると(明かりがつく。)」という学習内容が示されている。【電気の通り道】から(回路のとちゅうにくぎ)へつながる連想系列(以後、系列③と表記)には、「(回路のとちゅうにくぎ)を入れても【電気の通り道】になり(電気を通

表2 単元の学習終了後における学習者ごとの連想の状況と時期一覧表

系列 学習者 番号	系列①							系列②				系列③			系列④			系列⑤					
	連想語 回路	ひとつの わ	電気が通 る	明かりが つく	切れる	電気が通 らない	明かりが つかない	電池の+ 極	豆電球	電池の- 極	ひとつの わ	明かりが つく	回路のち ゅうに くぎ	明かりが つく	電気を通 す	金属	アルミ ウムは く	鉄の ぎ	電気を通 す	ガラス	消し ゴム	電気を通 さない	
1	○							○		○									○				
2	△☆	☆		○	☆		☆	△		△					○	○			○				○
3		○☆	○	○	☆	☆	☆	○	○	○		○	○☆	○	○								
4	○	○	○	○	☆			○	○	○								△	△				
5		☆						○	○	○								☆					
6	☆	☆	☆	△☆														○	○				
7	○				○△		○	○	△					○		○			○		○	○	○
8	○	△	△		○		○△								○△				○				○
9	○☆	☆	○	○	☆	☆									△			△					
10	☆	☆		☆				☆		☆		☆			△		○△						
11	△								☆						☆								
12	○△ ☆	○☆	☆	☆				△	△	△	△				○△ ☆		○	△☆					△☆
13	△	☆	○	○	☆			△		△					○							☆	
14	○	○		○	○△ ☆	☆	○△ ☆	○△	△	○△	○△	○△				○	○	○	○		☆	☆	☆
15								○☆	☆	○☆	☆	☆			○△		○	○△					○
16	○☆	☆	○☆	☆	○☆		○	△	△								☆						
17	○☆	☆	☆	☆	○☆		○☆		○			○			△			△					△
18	☆	☆	△☆	☆	○△ ☆	☆	○△ ☆	○☆	○☆	○☆	☆	○☆	☆	☆	☆	○	○	○	○				△
19	○	○	○	○△	○△	○△	○△	○	○	○			☆					○				○	○
20	○		○					☆	○	☆	☆	☆			○△	○	○	○△					
21	○	☆		○	☆				☆								○☆	○	☆	☆			
22	○△	○	○	○	○	○	○	☆	☆	☆	☆	☆				○	○	○			○	○	○
23	○△	☆			△		△	○	○						○	○							
24																							

3. 形成的評価の実施

(1) クラス全体の理解状況の読み取り

クラス全体の学習内容の理解状況は、表2全体を教師が俯瞰すれば分かる。図2には、系列①「【電気の通り道】が(ひとつのわ)、すなわち(回路)になったら(電気が通)って(明かりがつく。)」及び「【電気の通り道】の(回路)が(切れ)たら(電気が通らなく)なって(明かりがつかない。)」, 系列②「【電気の通り道】が(電池の+極)から(豆電球)を経て(電池の-極)へつながり(ひとつのわ)になると(明かりがつく。)」, 系列③「(回路のとちゅうにくぎ)を入れても【電気の通り道】になり(電気を通し)て(明かりがつく。)」, 系列④「(金ぞく)は【電気の通り道】になるので(電気を通す。)」, 系列⑤「(消しゴム)や(ガラス)は【電気の通り道】ならないので(電気を通さない。)」という単元の学習内容に関する5つの連想系列が書かれている。

これら5つの連想系列のうち、筆者らが上の文章に下線を施した部分に相当する表2の箇所(系列①, ②, ④)には多くの印が書き込まれていることが分かる。二重下線を施した部分に該当する表2の箇所(系列③, ⑤)に書き込まれた印の数は下線部に比べて多くはないことが分かる。

上述したことからこのクラスは、乾電池の+極と豆電球、乾電池の-極を導線でひとつの輪になるような回路にすると電気が通って明かりがつくという第1次の学習内容は概ね理解できているととらえられる。しかし、系列③に関連する連想系列に書き出された印の数が多くはな

いことから、回路は電気を通す電導体でつながなければならない点の理解が今一つと考えられる。系列⑤に関連する連想系列に書き出された印の数が多いことはないことから、電気を通さないものに関する理解にも課題があると考えられる。

(2) 形成的評価に基づく追指導事項の検討

3 (1)における表2の読み取りから明らかになった課題をもとに子どもへの追指導を行う事項を検討した。

次時の授業の冒頭で、豆電球の明かりがつくためには乾電池の+極と豆電球、乾電池の-極を導線で電気を通るひとつの輪になるような回路をつくる必要があることを、教科書を用いて復習させることにした。その後、「電気を通るためには導線がどのようなものでできていなければなりませんか。」と発問する。子どもから鉄やアルミニウムという応答を出させた後、「それらは何という仲間に分類されていますか。」とさらに発問して、追指導を行うことにした。すなわち、第1次の学習内容の復習に加え、第2次の学習内容のうち系列③に対する指導となっている。

第2次の学習内容のうちの系列④、⑤に該当する追指導は行わないことにした。系列①、②に比べると表2中に印が多くは表されていないが、個々の電気を通さないものとその種類については直前の学習内容であるためである。

IV. クラス全体に見られる理解状況の分析・検討

1. 形成的評価及び単元末テストにおいて見られた課題

Ⅲ-3において実施した形成的評価からは、クラス全体の理解状況に関しては①回路は電気を通す電導体でつながなければならない点の理解、②電気を通さないものに関する理解、以上の2点に課題があることが明らかになった。

単元の学習後、子どもに単元末テストを課した。単元末テストは11問で構成されている⁷⁾。表3には、単元末テストの問題番号とそれぞれの問題の主旨及び正答率が示されている。

表3より、単元末テストの小問中において正答率が80%を下回った問題はないことが分かる。このことから、本クラスの子どもは本単元の学習内容を概ね理解できているといえる。形成的評価に基づいた追指導が妥当であったため、単元末テストにおいては課題が見られなくなったと捉えられる。

2. 一覧表に見られる子どもの理解の特徴

表2に示された一覧表を詳細に検討して、クラス全体の理解の特徴を明らかにする。

(1) 系列①、②

表3 単元末テストにおけるそれぞれの問題の主旨と正答率

問題番号	問題の主旨	正答率 (%)
1	+極、-極の区別	100
2	明かりがつくつなぎ方を選ぶ	100
3	回路の意味	100
4	科学的用語「回路」を解答	96
5	伝導体の区別	100
6	科学的用語「金属」を解答	92
7	短絡回路	88
8	不導体の区別	100
9	8の説明	96
10	伝導部分と不伝導部分の区別	96
11	10の理由選択	100

表2中の系列①, ②には, 第1次の学習内容が書き出されている。また表2には○印, △印, ☆印が単独で記入されている箇所と複数(○△, ○☆, △☆, ○△☆)記入されている箇所がある。まず最初にそれらの数を数えあげた。その後, 表2を作成した時の方針に基づいて, 印が単独で記入されている箇所と複数書き込まれている箇所の意味内容を考えた。表4には, それらの結果が示されている。

表4 記号とその組み合わせと数及びそれらの意味内容

記号	意味内容	数
○	子どもが自分のIM上に書き出した連想語と連想系列	54
△	自分のIMと班の友達のIMを比較した後に書いた文章中に書き加えられた学習内容	18
☆	自分のIMと教師のIMを比較した後に書いた文章中に書き加えられた学習内容	51
○△	自分のIM上にも, 自分のIMと班の友達のIMを比較した後に書いた文章中にも書き出された学習内容	12
○☆	自分のIM上にも, 自分のIMと教師のIMを比較した後に書いた文章中にも書き出された学習内容	15
△☆	自分のIM上には書き出さなかったが, 自分のIMと班の友達のIMを比較した後に書いた文章中にも自分のIMと教師のIMを比較した後に書いた文章中にも書き加えられた学習内容	3
○△☆	自分のIM上にも, 自分のIMと班の友達のIMを比較した後に書いた文章中にも自分のIMと教師のIMを比較した後に書いた文章中にも書き出された学習内容	5

表4に書き込まれた記号とその組み合わせとその数を視覚的に捉えるために, 図3を作成した。

図3より, 子どもが書いたIMには86(54+12+5+15)の連想語が記されていることが分かる。そのうちの54は, 自分のIM上のみで書きだしている。自分のIM上にも書きだしているが, その後の班の友達が書いたIMとの比較と話し合い, 教師が書いたIMとの比較と話し合いの後に書いた文章にも再度書き出されている学習内容は32(12+5+15)であることが分かる。すなわち86の連想語のうちの32は, IMの比較の後に行われた話し合いの後に書いた文章によって再確認されている。

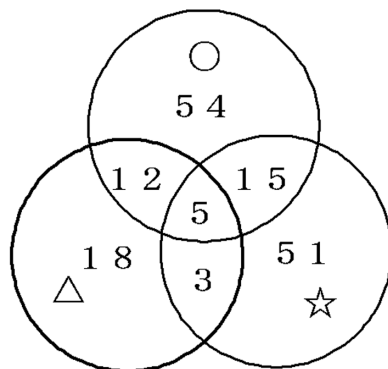


図3 系列①, ②に記載された記号とその組み合わせの数

△が記入された箇所は, 班の友達が書いたIMとの比較と話し合いによる影響といえる。その総数は38(18+3+5+12)である。そのうちの18は班の友達が単独で与えた影響であり, 17(5+12)は班の友達が書いたIMとの比較と話し合いの後に書いた文章によって再確認されている。

☆が記入された箇所は, 教師が与えた影響といえる。その総数は74(51+15+5+3)である。そのうちの51は教師が単独で与えた影響であり, 20(5+15)は教師が書いたIMとの比較と話し合いの後に書いた文章によって再確認されている。加えて, ☆が記入された箇所は△が記入された箇所より2倍程度多いことも分かる。

これらのことから次の点がいえる。子どもが自分のIM上に書きだした86の連想語をもとに,

班の友達や教師が書いたIMとの比較と話し合いによって新たに学習内容に関連する72の項目(51+3+18)をつけ足したり、32の項目を再確認したりしながら第1次の学習のふりかえりを行っている。ただし、つけ足したり再確認したりする影響は教師が与える方が大きい。

(2) 系列③, ④, ⑤

表2中の系列③, ④, ⑤には、第2次の学習内容が書き出されている。上述した(1)と同様にして図4を作成した。

図4より、子どもが書いたIM上には50(41+6+1+2)の連想語が記されていることが分かる。そのうちの41は、自分のIM上だけに書きだしている。自分のIM上にも書きだしているが、その後の班の友達や教師が書いたIMとの比較と話し合い、教師が書いたIMとの比較と話し合いの後に書いた文章にも再度書き出されている学習内容は9(6+1+2)であることが分かる。すなわち50の連想語のうちの9は、IMの比較の後に行われた話し合いの後に書いた文章によって再確認されている。△が記入された箇所の総数は17(8+2+1+6)である。そのうちの8は班の友達が単独で与えた影響であり、7(6+1)は班の友達や教師が書いたIMとの比較と話し合いの後に書いた文章によって再確認されている。☆が記入された箇所の総数は17(12+2+1+2)である。そのうちの12は教師が単独で与えた影響であり、3(1+2)は教師が書いたIMとの比較と話し合いの後に書いた文章によって再確認されている。

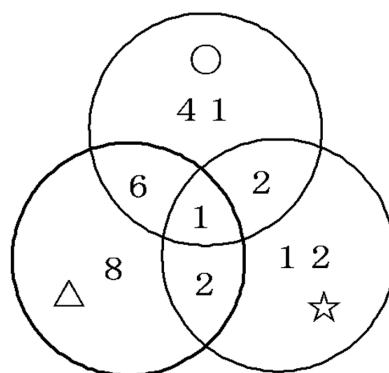


図4 系列③, ④, ⑤に記載された記号とその組み合わせの数

これらのことから次の点がいえる。子どもが自分のIM上に書きだした50の連想語をもとに、班の友達や教師が書いたIMとの比較と話し合いによって、新たに学習内容に関連する22の項目(12+2+8)をつけ足したり、9の項目を再確認したりしながら第2次の学習のふりかえりを行っている。

(3) まとめ

これまでのことは、次の3点にまとめられる。

第一に、第1次も第2次も概ね子どもが自分のIM上に書きだした連想語をもとに、班の友達や教師が書いたIMとの比較と話し合いや教師が書いたIMとの比較と話し合いによって、新たに学習内容に関連する項目をつけ足したり、学習内容を再確認しながら学習をふりかえっている。

第二に、班の友達と教師とではその与える影響が異なる可能性がある。第1次では、教師の与えた影響が74(51+15+5+3)箇所記されているが、班の友達からの影響は38(18+12+5+3)箇所に留まっている。一方第2次では、教師のそれは17(12+2+1+2)、班の友達からのそれも17(8+2+1+6)であった。

第三に、第1次と第2次とでは、IMに書き込まれた連想語やIMの比較と話し合いの後に

書いた文章に書き出された学習項目の量が異なっている。第1次では、24人の学習者が12の連想語のうちどれだけの割合を書き出したり、連想語に該当する項目を文章で表現しているかを算出すると、表2中の約56%の欄に何らかの記号が書き込まれていた。なお、算出は次のように行った。表2中の系列①と②の全ての書き込み欄の数 $12 \times 24人 = 288$ 箇所。そのうち、何らかの記号が書き込まれた数158、 $158 / 288 = \text{約}56\%$ 。第2次では、30% ($72 / 240$) に留まっている。

IV おわりに

自分が書いたIMと班の友達または教師が書いたIMとを比較するだけではなく、それらを共有し、これまでの授業をふりかえるための話し合いをつけ加えた「指導」と「評価」を一体化させた小学校理科授業を実践した。

形成的評価実施段階において見られたクラス全体の2つの課題。一つは、回路は電気を通す伝導体でつながなくてはならない点の理解。今一つは、電気を通さないものに関する理解。これらは形成的評価の後に行われた追指導によって、単元末テストにおいては課題としては現れなかった。

この観点から捉えると、筆者らが提案した枠組みでのIMを活用した「指導」と「評価」を一体化させた小が校理科授業の実践は、概ね所期の意図を達成したと思われる。しかし、本授業実践では、授業データに量的検討を加えていないという評価に関する研究上の課題が残されている。この点は今後の課題といえる。

一覧表に見られる子どもの理解の特徴に関する検討からは、次の3点が明らかになった。

第一に、子どもが自分のIM上に書きだした連想語をもとに、班の友達や教師が書いたIMとの比較と話し合いによって新たに学習内容に関連する項目をつけ足したり、再確認したりしながら単元学習をふりかえている。

第二に、授業をふりかえるための話し合いをつけ加えた「指導」と「評価」を一体化させた授業を行うとき、子ども同士の間の相互関係より子どもと教師との間の相互関係の方が大きな影響を与える可能性がある。

第三に、第1次と第2次とでは、IMに書き込まれた連想語やIMの比較と話し合いの後に書いた文章に書き出された学習項目の量が異なっている。

第一及び第二の点については、筆者らの予想通りの結果となった。ここで第三の点について考察を加えたい。第三の点からは、形成的評価段階において見られた課題については全て追指導を行うのがよいのではないかと、という点が示唆される。形成的評価の段階において筆者らが追指導が必要と考えたのは、表2中の系列③に書き込まれた印の数が少なかったからである。系列③は、鍵概念から(回路にとちゅうにくぎ) - (明かりがつく)、(電気を通す)と連想語がつながる系列である。筆者らは、系列③が第1次と第2次を連結させる役割を有する系列と考えている。第1次で回路に関する理解を獲得し、続く第2次の学習の結果、回路は電導体でつながないといけないという理解に達することが本単元的主旨であるからである。この点のみにとらわれて、系列④及び⑤に関する指導が疎かになったのではないかと反省したい。さらに加えて系列④、⑤については、教師が予め作成したIMにも改訂を加える必要があると考えて

いる。系列④には（十円玉）、⑤には（木）という連想語をつけ加える必要がある。系列④に連想語（十円玉）をつけ加えることによって、鉄、アルミニウム、銅という3種類の金属が電気を通す物質であることが明確になった連想系列になる。こうしておけば、次の「じしゃく」単元において、磁石につくのは鉄だけであり、全ての金属ではないことが強調できる。系列⑤に連想語（木）をつけ加えることによって、電気を通さない物質はガラスやプラスチック、ゴム、木などに分類できることが明確になり、単元の主旨がさらに達成できる。

【註】

- 1) 栢野彰秀, 廣島亨, 森健一郎:「イメージマップを活用した形成的評価に基づく授業づくりのための基礎的研究」,『島根大学教育学部紀要』,Vol.47, pp.29-40,2013.
- 2) 廣島亨, 栢野彰秀, 森健一郎:「イメージマップを用いた単元の学習内容のふりかえり」,『北海道教育大学教職大学院研究紀要』. Vol.4, pp.75-83,2014.
- 3) 栢野彰秀, 山代佳菜美, 廣島亨, 森健一郎:「「指導と評価の一体化」を図る小学校第4学年「水のすがた」,「水のゆくえ」単元の理科授業づくり」,『島根大学教育学部紀要』, Vol.48,pp.11-26,2014.
- 4) 栢野彰秀, 大山朋江, 高橋弾, 森健一郎:「「指導と評価の一体化」を図る授業の構想と中学校理科における実際」,『島根大学教育臨床総合研究』. Vol.14,pp.127-140,2015.
- 5) イメージマップの書き方及び分析法の詳細は, 栢野彰秀他:「エネルギー・環境教育的アプローチを導入した高等学校科学に関する実践的研究」,『科学教育研究』,Vol.24,No.1,pp.40-48,2000.を参照されたい。
- 6) 表2における縦の列に書かれた連番は学習者番号を示す。横の行に書かれた言葉, 教師が予め作成したIMに書き出された連想語を示す。表中における太線で囲まれた連想語のまとまりが系列①～⑤に相当する。
- 7) 授業実践を行った公立小学校が採択する教科書に準拠させて作成された市販の業者テストである。