



イメージマップを用いた小学校第4学年「水のすがたとゆくえ」単元の学習支援に関する抽出事例研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2012-08-09 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 栢野, 彰秀, 佐藤, 未菜, 三宅, 正太郎 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00009477

イメージマップを用いた小学校第4学年 「水のすがたとゆくえ」単元の学習支援に関する抽出事例研究

栢野 彰秀*・佐藤 未菜*¹・三宅正太郎*²

はじめに

本研究は、筆者らの2つの先行研究（館,栢野,佐藤,三宅:「イメージマップを知識獲得を促進するための学習支援ツールとして利用する試み(3)」、『北海道教育大学紀要』, Vol.62, No. 1, pp.39-48, 2011., 廣島,栢野:「イメージマップを用いた小学校理科学習支援に関する実践的研究」, 2011.(未公表)の続編として位置づけられる報告である¹⁻²⁾。これらの報告によって、イメージマップを小学校の理科授業において学習支援ツールとして利用する具体的方法とその有効性が概ね確立された。しかし、これらの報告はイメージマップを理科授業において学習支援ツールとして利用する面の有効性の検討が主眼とされているため、授業実践結果がクラス全体の傾向として処理され、検討・分析されているのが特徴である。イメージマップを理科授業において学習支援ツールとして利用する授業の進行に伴い、子ども一人ひとりの考えや知識・認識がどのように変容していったのかという観点からの授業実践結果の分析は行われていない。

そこで本研究では、小学校の理科授業においてイメージマップを学習支援ツールとして利用したクラスの児童が書いたイメージマップは、授業の進行につれてどのような変容が見られるのか。書いた時期の異なる複数のイメージマップをマップを比較した時、どのような考えを持ったのか。これら2点を一人の抽出児童を中心して事例的に明らかにし、それらに考察を加え、イメージマップを学習支援ツールとして利用するより効果的な小学校理科授業のための示唆を得ることを第一の目的とした。

ところで、2008年度に発足した北海道教育大学教職大学院では、現代の教育課題に対応する実践的な研究に着手することがこれからの重要な課題として認識されている。特に、MOB（マイオリジナルブック）における抽出事例研究の普遍化の研究手法と論文評価に関する研究は喫緊の課題となっている。これまでの抽出事例研究では、抽出児童の変容をただ丁寧に記述するだけの研究手法と、それに基づいて抽出した児童に対して教育的効果があったと報告されるタイプの論文が少なからず見られる³⁾。すなわち、授業実践に伴う成果と課題のうち、成果だけが強調されているのである。

そこで本研究では、抽出事例研究により明らかになった成果と課題のうち、課題を解決するための考察を丁寧に行う。それにより、単元の授業を行う教師へのフィードバックが得られる。このように、自己課題や学校課題を解決し、検証しようとする北海道教育大学教職大学院のMOBにつながる新しいタイプの抽出事例研究の研究手法と論文となる第一次資料の提出を第二の目的とした。

* 北海道教育大学教職大学院（大学院教育学研究科高度教職実践専攻）釧路

*¹別海町立上西春別小学校

*²福山大学人間文化学部

I. イメージマップを用いた学習支援の概要

1. 授業実践が行われた単元とその概要

授業実践が行われた単元とその概要、及びイメージマップの作成と比較方法を簡潔に述べる。なお、イメージマップそのものに関する説明は、筆者らの前報⁴⁾を参照されたい⁴⁾。

授業実践を行う単元は、小学校第4学年「水のすがたとゆくえ」単元とした。授業は全11時間で構成され、2011年1月に行われた。授業実践の対象者は公立小学校第4学年1クラス15人（男子9人、女子6人）である。表1には、授業展開の概要が示されている。

表1 授業展開の概要

次	時	学習内容	授業展開の概要
1	1～6	水の沸騰と蒸発	○イメージマップ1の作成 ・導入 実験1：水を熱した時に出てくるゆげが何か調べる 実験2：水を熱した時に出てくるあわは何か調べる ・水を加熱した時の水の変化をまとめる 実験3：水が沸騰する時の温度と、沸騰後の温度変化を調べる ○イメージマップ2の作成とイメージマップ1, 2の比較
2	6～9	水の蒸発と凝縮	・水たまりや水槽の水のゆくえを話し合う 実験4：水は沸騰しなくても蒸発するか調べる ・水の蒸発についてまとめる 観察：冷たく冷やした入れ物を外に出して様子を観察する ・空気中の水蒸気は水に戻せることをまとめる ○イメージマップ3の作成とイメージマップ2, 3の比較
3	10, 11	水の凝固と水の三態	実験5：水が氷になる時の温度を調べる ・水は温度によって姿を変えることをまとめる ○イメージマップ4の作成とイメージマップ2, 3, 4の比較

表1から分かるように、教科書に基づいた単元の授業にイメージマップを書かせる活動を導入し、書かせたイメージマップを比較させる授業計画である。

表1より、単元の学習内容は3つの部分に分けられる。第1次（第1～6時）では、次の2点が主要な学習内容となっている。第一に、水を熱した時に出てくるゆげやあわは何か調べる実験、水が沸騰する時の温度と沸騰後の温度変化を調べる実験を行う。第二に、実験結果から、水が沸騰する時に発生する水蒸気は目に見えない気体であること、水蒸気が冷えるとゆげになること、水が水蒸気に姿を変えることを蒸発ということ、以上の3点を学習する。すなわち、水の沸騰と蒸発が取り扱われている。第2次（第6～9時）では、水は沸騰しなくても蒸発するか調べる実験と冷たく冷やした入れ物を外に出してその様子の観察を行う。すなわち、水の蒸発と凝縮が取り扱われている。第3次（10, 11時）では、水が氷になる時の温度を調べる実験を行い、水の凝固が取り扱われている。すなわち、本単元では水の三態が学習内容になっている。そこで、児童に書かせ、比較させるイメージマップの鍵概念は「水」と設定した。

2. イメージマップの作成と比較

イメージマップの作成及び比較の手続きは次の通りである。

① イメージマップ1の作成

第1時の授業に入る前に、鍵概念「水」が記されたイメージマップ1を児童に配布し、5分間でマップを作成させる。この時、鍵概念から連想する言葉や鍵概念にまつわる身近な現象を理科の視点から考えてイメージマップを書くように、口頭で指示を与える。

② イメージマップ2の作成とイメージマップ1と2の比較

第6時の授業終了前に、鍵概念「水」が記されたイメージマップ2を児童に配布し、イメージマップ1の作成と同様にマップを作成させる。この時の口頭による指示も同様である。

次いで、「2枚のイメージマップを比べてみよう」と題された用紙を児童一人ひとりに配布する。これまでの授業をふり返り、思い出しながら、2枚のマップを比べて授業内容に関連したことで、気がついたことや分かったことを5分間で文章で書き出させる。特に授業者が授業で何を教えようとしていたのかを考えながら書かせる。以下、イメージマップ1と2の比較は比較2と略。

③ イメージマップ3の作成とイメージマップ2と3の比較

第9時の授業終了前に、鍵概念「水」が記されたイメージマップ3を児童に配布し、イメージマップ1の作成と同様にマップを作成させる。この時の口頭による指示も同様である。

次いで、「2枚のイメージマップを比べてみよう」と題された用紙を児童一人ひとりに配布する。これまでの授業をふり返り、思い出しながら、2枚のマップを比べて授業内容に関連したことで、気がついたことや分かったことを5分間で文章で書き出させる。特に授業者が授業で何を教えようとしていたのかを考えながら書かせる。以下、イメージマップ2と3の比較は比較2と略。

④ イメージマップ4の作成とイメージマップ2と3と4の比較

単元学習の最後に、鍵概念「水」が記されたイメージマップ4を児童に配布し、イメージマップ1の作成と同様にマップを作成させる。この時の口頭による指示も同様である。

次いで、「3枚のイメージマップを比べてみよう」と題された用紙を児童一人ひとりに配布する。これまでの授業を思い出しながら、3枚のマップを比べて、授業内容に関連したことで、気がついたことや分かったことを5分間で書き出させる。特に授業者が授業で何を教えようとしていたのかを考えながら書かせる。以下、イメージマップ2と3と4の比較は比較3と略。

3. イメージマップを学習支援ツールとして用いたクラスの児童の特徴

イメージマップを学習支援ツールとして利用した一連の授業実践を終え、児童が書いたイメージマップの検討及び、児童が書いたイメージマップを比較した文章記述に検討を加えるとともに、単元末テストの解答傾向にも検討を加えた⁴⁾。その結果、このクラスの児童は次のような特徴を持つことが分かった。

第一に、授業の進行に伴い適切な時期に単元学習に関連した連想語に加え、単元の学習事項に関連する連想語を多く含む連想系列が書き出されていく。

第二に、学習の進行に伴い適切な時期に単元学習に関連する科学的知識に関する記述と学習の振り返りを記した比較の文章が書き出される。

第三に、単元末テストの正答率の平均値は80%を超え、単元の学習内容の理解度は妥当である。しかし、水を熱した時に水の中からも出てくるあわは何ですか。そのあわは気体、えき体、固体のうちのどれですか。この2問に正解したのは15人中それぞれ6人ずつであった。

II. イメージマップとイメージマップを比較した文章の検討

本授業実践では、児童が書いた4枚のイメージマップ1、2、3、4に加え、比較1及び2、3の際にイメージマップを比較して書いた文章記述がデータとして手元に残される。これらのデータに分析・検討を加え、イメージマップを学習支援ツールとして利用する授業の進行に伴い、児童の考えや知識、認識がどのように変容していったかを、抽出児童を中心として明らかにする。

1. イメージマップ1の特徴

図1には、抽出児童Aが書いたイメージマップ1が示されている。

図1から分かるように、抽出児童Aが単元学習前の段階に書くイメージマップ1では、鍵概念「水」を自らの生活の中の用語として捉えているといえる[のむ]、[つめたい]、[あたたかい]、[こおる]などの連想語が書き出されていることが分かる。他の児童も同様であり、イメージマップ1に書き出された全ての連想語数のうちの82%が同様な連想語であった。

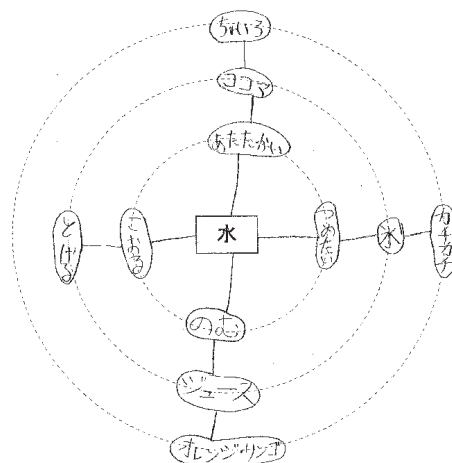


図1 抽出児童Aが書いたイメージマップ1

2. イメージマップ2とイメージマップ1、2を比較した比較1の文章記述の特徴

1) イメージマップ2の特徴

イメージマップ2を書かせる第1次の学習では、水が沸騰する時に発生する水蒸気は目に見えない気体であること、水蒸気が冷えるとゆげになること、水が水蒸気に姿を変えることを蒸発ということ、以上の3点が学習されている。これらの観点から、児童の書いたイメージマップ2の連想語や連想系列に筆者らが検討を加え、筆者らが妥当と考えるイメージマップ2を抽出した。

図2には、抽出児童Aの書いたイメージマップ2が示されている。

図2には、鍵概念から第一円上に連想語 [ふとう] が書き出され、そこから [ゆげ] - [えき体]、[あわ] - [水] 及び [約100°] が書き出された連想系列が見える。この連想系列は次の3つの点から妥当な連想系列であるといえる。①水が沸騰する温度は約100℃である。②その時に出てくるあわは水蒸気(水)である。③沸騰に伴って出てくるゆげは液体である。しかし、鍵概念 - [水じょうき] - [えき体] と続く連想系列は、水が沸騰する時に発生する水蒸気は目に見えない気体であるため妥当とはいえない。その他、水が水蒸気に姿を変えることを蒸発ということを表す連想系列に加え、水蒸気が冷えるとゆげになることを表す連想系列も書き出されていないことも分かる。

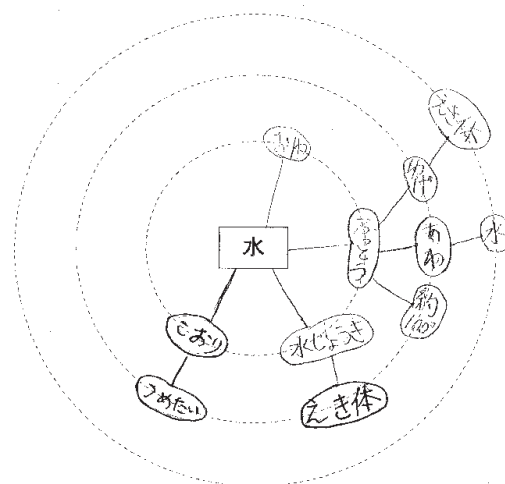


図2 抽出児童Aの書いたイメージマップ2

図3には、児童Bの書いたイメージマップ2が示されている。

図3には、鍵概念から「水じょう気」－「気たい」－「見えない」の連想系列が書き出されている。この連想系列は水蒸気は目に見えない気体であるという点で妥当なマップである。残念ながら、水が水蒸気に姿を変えることを蒸発、水蒸気が冷えるとゆげになることを表す連想系列が書き出されたイメージマップ2は見あたらなかった。

図4には、児童Cが書いたイメージマップ2が示されている

図4中には、鍵概念から※印が示された「あたためるとふつとうする」－「あわ」－「空気」と続く連想系列が書き出されている。このことから、イメージマップ2を書く段階になっても、沸騰した時に水の中から出てくるあわが空気であるという考えが依然として児童Cに残っていることが分かる。

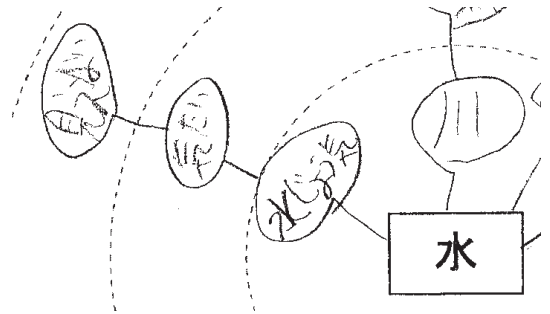


図3 児童Bの書いたイメージマップ2

2) 比較1の文章記述の特徴

児童Dは「①（イメージマップ1）では、かんけないことを書いていたけど、②（イメージマップ2）では、勉強でならったことが書ける。」と記述した。この文章記述から児童Dは、イメージマップ1を書いた時点では、鍵概念「水」を自らの生活の中での用語として捉えていたが、イメージマップ2では学習内容に関連した連想語が書き出されたことに気づいたことが分かる。

抽出児童Aは「水は熱するとピーカーの中では、あわ（水じょう気）がでる。あわの正体は水のことかわかった。」と記述した。その他、2人の児童が次のような比較1の文章記述を行った。児童E「ゆげはえき体、あわはき体ということがわかりました。水はふつとうの温度は、約100°ということがわかりました。ふつとうしてからは、温度は、かわらないこともわかりました。」児童F「水じょう気は見えないから気たいだとわかりました。」これらの文章記述は、概ねこれまでの学習内容を捉えているといえる。しかし、水蒸気が冷えるとゆげになること、水が水蒸気に姿を変えることを蒸発ということ、この2点の学習内容にまでは及んだ記述とはいえない。残念ながら、比較1における児童の文章記述にはこれらの2点に関連する文章記述は見られなかった。

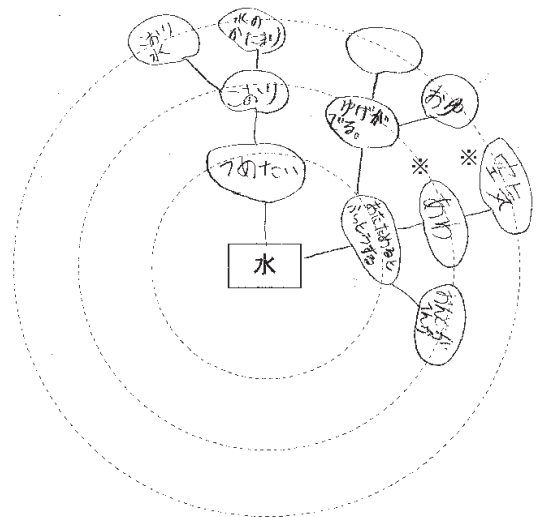


図4 児童Cが書いたイメージマップ2

3) まとめ

イメージマップ2の構造の検討及び比較1における文章記述に検討を加えた結果、次の諸点が考察できる。

第一に、イメージマップ2には、概ね第1次の学習内容である水の沸騰と蒸発に関連する連想系列が書き出される。だが、第1次の学習内容のうち、水蒸気が冷えるとゆげになること、水が水蒸気に

姿を変えることを蒸発ということを表す連想系列が書き出されておらず、この点の学習内容の理解に課題が残される。

第二に、イメージマップ2に書き出された連想系列から、水の沸騰と蒸発に関連する第1次の学習を終えた段階においても水蒸気を液体と捉えていたり、沸騰した時に水の中から出てくるあわが空気であるという、これまでの単元学習の理解が未熟な児童が特定できる。

第三に、比較1の時期において、イメージマップ1と2を比較し、気づいたことや分かったことを文章で書き表すことによって、イメージマップ2に書き出された水の沸騰と蒸発に関連する第1次の学習内容が児童自身で再確認できる。だが、第1次の学習内容のうち、水蒸気が冷えるとゆげになること、水が水蒸気に姿を変えることを蒸発ということ、これら2点に関連する比較の文章や、マップに見られる連想系列は見あたらず、この点の学習内容の理解に課題が残される。

3. イメージマップ3とイメージマップ2, 3を比較した比較2の文章記述の特徴

1) イメージマップ3の特徴

イメージマップ3を書かせる第2次の段階では、水は沸騰しなくても蒸発するか調べる実験と冷たく冷やした入れ物を外に出して空気中の水蒸気が冷やされ入れ物の外側に水となつてつく様子の観察が行なわれている。すなわち、水の蒸発と凝縮が学習内容となっている。この観点から、児童の書いたイメージマップ3の連想語や連想系列に筆者らが検討を加え、筆者らが妥当と考えるイメージマップを抽出した。

図5には、抽出児童Aの書いたイメージマップ3が示されている。

図5には、鍵概念－[じょう発]－[ふつとうしなくても]の連想系列が見られる。この連想系列は、水は沸騰しなくても蒸発するという第2次の学習内容が反映された点で妥当なマップといえる。だが、冷やした入れ物の外側に空気中の水蒸気が冷やされ凝縮して水となつてつく点に関連する捉えは不明である。

図6には児童G、図7には児童Hが書いたイメージマップ3が示されている。

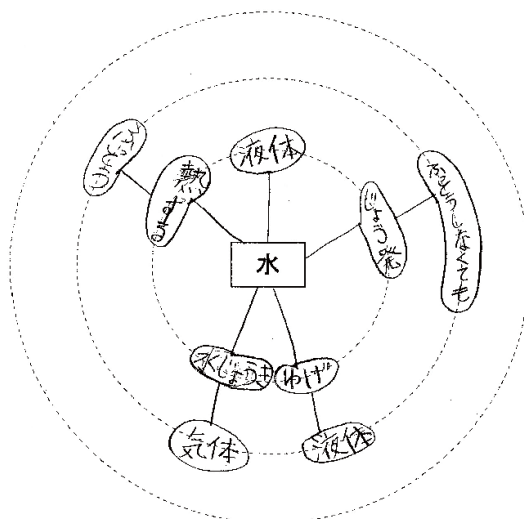


図5 抽出児童Aの書いたイメージマップ3

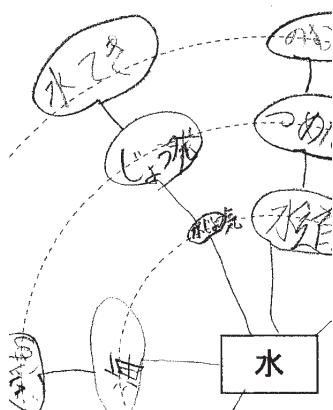


図6 児童Gが書いたイメージマップ3

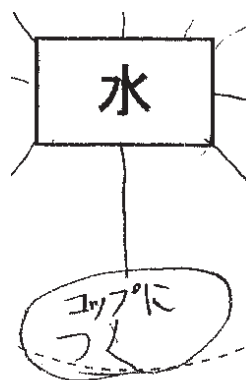


図7 児童Hが書いたイメージマップ3

図6には、鍵概念－[水じょう気]－[じょう発]－[水てき]の連想系列が見られる。図7には、鍵概念から[コップにつく]が書き出されている。図6は、水が蒸発した水蒸気が凝結して水滴になる連想を書き表した系列と捉えられる。図7は、冷やした入れ物の外側に水がついた実験を想起した連想と捉えられる。だが双方の図からは、空気中の水蒸気が冷やされて凝縮するという連想とは捉えられない。

2) 比較2の文章記述の特徴

図5に示されたイメージマップ3を書いた抽出児童Aは、比較2において次のように記述した。「水はふつとうしなくてもじょう発する。水は液体、ゆげの正体は水、あわの正体も水。空気中の水(気体)は液体の水にもどせる。もどすには冷やす。マップをくらべたら②(イメージマップ2)はふつとうしなくてもじょう発することはかいていなかった。」この児童は、イメージマップ3にこそ空気中の水蒸気が冷やされ凝縮して水になることがさし示された連想系列こそ書き出されなかったが、イメージマップ2と3を比較し、さらに学習内容を振り返ることによって、これまでの第2次の学習内容に水蒸気の凝縮が含まれていたことに気づいたと捉えられる。

児童Iは「水はあたたかいとじょうはつして、冷えると水へもどることがわかりました。だからきんぎょバチの水もへっていたんだなと思いました。なんで、水はじょうはつしたら空へいくのかぎ間です。」と記述した。児童Jは「今やったイメージマップ(イメージマップ3)は、さっきならったじょう発や空気中という言葉を使っていたけれど、この前のイメージマップ(イメージマップ2)は、じょう発とか空気中とかはまだ使ってなかった。じょう発の意味もおしえてもらったからよくわかります。」と記述した。これら2人の児童の文章記述は、水の蒸発と凝縮が学習内容となっている第2次の学習の結果書き出された文章記述という点で妥当な記述といえる。

だが、抽出児童Aのいう「じょう発」と児童IやJのいう「じょうはつ」、「じょう発」は意味内容が異なっていると考えられる。抽出児童Aは、水蒸気を凝縮させるためには冷やさなくてはならない点と沸騰を伴わなくても蒸発が起こる点、これらの2点を例示して「じょう発」を捉えている。一方、児童IとJはこれらの点に触れずに「じょう発」を捉えている。これらの点を関連させて蒸発を捉えなければ、水を熱した時に出る熱い水蒸気が冷えてゆげになり、そのゆげは再び水蒸気になって空気中に混じっていくという第1次の学習内容のうち、ゆげは再び水蒸気になって空気中に混じっていくことも蒸発として捉える点の理解が難しいと考えられる。

3) まとめ

イメージマップ3の構造の検討及び比較2における文章記述に検討を加えた結果、次の諸点が考察できる。

第一に、イメージマップ3には、概ねそれまでの水の蒸発と凝縮に関連する第2次の学習内容を表す連想系列が書き出される。だが、空気中の水蒸気が冷やされて凝縮するという点に関しては不明なマップが多く、この点の学習内容の理解に課題が残される。

第二に、比較2の時期において、イメージマップ2と3を比較し、気づいたことや分かったことを文章で書き表すことによって、イメージマップ3に書き出された水の蒸発と凝縮に関連する学習内容が児童自身で再確認できる。そして、それらがイメージマップ3上に概ね妥当な連想系列で書き出されるとともに、比較2の文章記述にも概ね書き出される。だが、水蒸気を凝縮させるためには冷やさなくてはならない点と沸騰を伴わなくても蒸発が起こる点、これら2点をもとに蒸発を捉えている比

較の文章は多くはなく、マップに見られる連想系列も見あたらず、この点の学習内容の理解に課題が残される。

4. イメージマップ4とイメージマップ2, 3, 4を比較した比較2の文章記述の特徴

1) イメージマップ4の特徴

イメージマップ4を書かせる第3次の段階では、水の凝固と水の三態が学習内容になっている。この観点から、児童の書いたイメージマップ4の連想語や連想系列に筆者らが検討を加え、筆者らが妥当と考えるイメージマップ4を抽出した。

図8には抽出児童Aの書いたイメージマップ4が示されている。

図8には、鍵概念から第一、二円上に「冷やす」－「氷」と書き出され、第二円上の「氷」から第三円上に「0°」、「固体」と続く連想系列が書き出されている。その他に、鍵概念から連想語「液体」、「気体」も書き出されている。これらの連想語や連想系列は、第3次の学習内容であった水の凝固と水の三態が書き出されているといえ、妥当なマップである。他の児童のマップも同様な傾向を示した。その他、鍵概念から第一円上へ連想語「水じょう気」が書き出され、加えて「ふっとう」が書き出される一連の連想系列は、第1次の学習内容が書き出されたマップといえる。さらに、鍵概念－[じょう発]－[空気中]が書き出された連想系列は、概ね第2次の学習内容が書き出されたマップといえる。

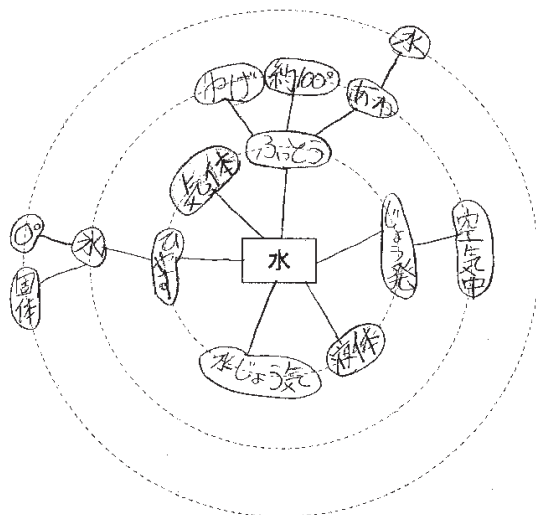


図8 児童Aの書いたイメージマップ4

2) 比較3の文章記述の特徴

抽出児童Aは、イメージマップ3と4を比較して「水は100°でふっとうして0°でこおり始める。水はこおるとかさが大きくなる。氷は固体。」と書いた。さらに「水はふっとうしなくてもじょう発する。水じょう気は、上えあがって^マいって空気とまじる。」と書いている。抽出児童Aのこれらの文章記述は、第2次と第3次の学習内容が書かれている点で妥当といえる。第3次の学習内容に関しては他の児童の記述も同様であった。

抽出児童Aは、イメージマップ2, 3, 4を比較して「②のイメージマップ(イメージマップ2)を書いたときは、水はふっとうしなくてもじょう発すること、水は0°でこおり始めることは書いていなかった。なんで、水じょう気は、あたたまっていると見えないのにひやすとみえるんだろうと思った。」と書いている。この文章記述から抽出児童Aは、水が凍ったものが氷(固体)、水は液体、水が沸騰して目に見えない気体になったものが水蒸気と水の三つの状態を個別に捉えていることが分かる。水の三態に関する文章記述は、他の児童も同様であった。第3次では、水は温度によって固体(氷)、液体(水)、気体(水蒸気)と姿を変える水の三態が学習内容となっている。抽出児童Aは、この点の学習内容の整理が今ひとつなのであろうと考えられる。0℃を境に明確な変化が起こる液体から固体への水の状態変化は児童にとって捉えやすい。だが、第1次では、水を加熱して沸騰させ目に見えない水蒸気(気体)に状態変化させる現象を蒸発といい、第2次では水を沸騰させなくても目に見え

ない気体（水蒸気）に状態変化することも蒸発とされている。これらの点の学習内容の整理を行うような追加指導が抽出児童Aに必要であると考えられる。

3) まとめ

イメージマップ4に書き出された連想語の検討及び比較3における文章記述に検討を加えた結果、次の諸点が考察できる。

第一に、イメージマップ4には、概ねそれまでの学習内容を表す連想系列が書き出される。

第二に、比較3の時期において、イメージマップ3と4を比較し、気づいたことや分かったことを文章で書き表すことによって、イメージマップ3と4に書き出された水の蒸発と凝縮に関連する学習内容に加え、水の凝固と水の三態に関連する学習内容が児童自身で再確認できる。そして、水の凝固と水の三態に関連する連想語がイメージマップ4上に概ね妥当な連想系列で書き出されるとともに、比較3の文章記述にも概ね書き出される。だが、水の3つの状態を物質の三態として捉えているといえる比較の文章は多くはなく、マップに見られる連想系列も見あらず、この点の学習内容の理解に課題が残される。

おわりに

1. 本抽出事例研究の成果と明らかになった課題

本稿においては、抽出児童を中心に次の2点に検討を加えた。第一に、小学校の理科授業においてイメージマップを学習支援ツールとして利用したクラスの児童が書いたイメージマップは、授業の進行につれてどのような変容が見られるのか。第二に、書いた時期の異なるイメージマップをマップを比較した時、児童はどのような考えを持ったのか。これらの検討から次の諸点が指摘できる。

第一に、抽出児童Aの傾向と同様に、このクラスの児童の単元の学習内容の理解は概ね妥当といえる。この点については、イメージマップを学習支援ツールとして利用したこのクラスの単元末テストの正答率の平均値からも再確認できる。

第二に、抽出児童Aの傾向と同様に、イメージマップの構造やマップを比較した文章記述から次の5つの学習内容の理解に課題が残される。①水が水蒸気に姿を変えることを蒸発という。②水蒸気が冷えるとゆげになる。③沸騰を伴わなくても蒸発が起こる。④水蒸気を凝縮させるには冷やさなければならない。⑤水の3つの姿を物質の三態として捉える。この点については、イメージマップを学習支援ツールとして利用したこのクラスの単元末テストにおいて、2つの問題の正答率が高くないことから再確認できる。

すなわち、イメージマップを学習支援ツールとして利用したこのクラスの学習成果と明らかになった課題が、単元末テストの得点傾向と児童が書いたイメージマップの構造の検討及びマップを比較した文章記述に加えた検討の結果が合致したといえる。

2. 明らかになった課題の解釈

(1) 児童の「蒸発」に関する捉えの拡大の必要性

本単元において教科書では、「蒸発」という科学的用語が2つの場面で使用されている。一つは、第1次における水の沸騰が取り扱われる場面で「水が、水じょう気にすがたをかえることを、じょう発といいます。」と記載されている。他方は、第2次における水たまりが乾く学習が行われる場面で「水

はふっとうしなくても、じょう発して、空気中に出ていく。」と記載されている。児童が後者の場合のみを「蒸発」捉えているため、上述した①及び③の課題が生じると考えられる。すなわち児童は、水の表面から水蒸気が空気中に出ていく現象を「蒸発」と捉えているといえる。後者の場合、その捉えで妥当である。しかし前者の場合、その捉えでは不十分といえる。なぜならば、水が沸騰している時には、水の表面からだけでなく、水の内部からも水蒸気が発生（蒸発）しているからである。水を熱した時に水の中から出てくるあわは何だろうか、という学習課題を考えさせる学習や実験を行った時、児童にあわの正体は水蒸気という捉えだけを期待するのではなく、水の中からも蒸発が起こっているという捉えもさせなければならないことが導出される。

加えて、第2次における水たまりが乾く学習が行われる場面で教科書には「水は太陽の光などであたためられると、はやくじょう発する。」と記載されている。この時の温度に着目させなければならない。この時は常温が想定されている。例えば、気温（この場合水温）が20℃より30℃の時の方が水は速く蒸発する。一方、水が沸騰しながら蒸発するのは約100℃である。この時、常温状態にである20℃や30℃の時より、100℃の方が水は速く蒸発することも捉えさせなければならない。この捉えが曖昧なため、水が沸騰しながら蒸発するのを「蒸発」と捉えられないと考えられる。すなわち、水の蒸発の概念理解を、沸騰を伴わない場合のみから、沸騰を伴う時も含めるように広げ、かつそのときの温度と蒸発の速さを関連させて捉えさせるような教授方略の設定が必要といえる。

(2) 温度変化に伴う水の状態変化

1) 水蒸気が「冷える」の2つの場面

本單元においては、「冷える」という用語が2つの場面で使われている。一つは上記②の場面である。この場合、手をかざせない約100℃の熱い目に見えない気体の水蒸気が、手をかざすことができる程度の温度に「冷えて」凝縮して目に見えるゆげ（液体の水）になったのである。一方、上記④の場合は、常温の空気中に含まれる目に見えない気体の水蒸気が冷たく「冷えて」凝縮してコップの周りに液体の水としてついたのである。第1次におけるまとめ「水中からさかんに出てくるあわは水じょう気で、ひえると、ゆげ（えき体）になる。」の場面で、この時の水蒸気とゆげの温度に言及する発問を加え、児童に沸騰した時に出てくる熱い水蒸気がゆげになる時の温度変化を捉えさせる。後者では、第2次の学習の場面で、常温の空気中に含まれる目に見えない気体の水蒸気が冷たく冷えることに関する発問を加えたい。さらに加えて、水が沸騰した時に出てくる水蒸気がゆげになる温度変化の時の「冷える」と、第2次の時の「冷える」の温度の差を捉えさせたい。

しかし、このままでは第1次の学習における「熱い水蒸気が冷えて、小さい水の粒になったゆげは、再び水蒸気になって空気中に混じっていく。」現象をどう捉えさせればよいのかという課題が残される。この時は、目に見える小さな水の粒であるゆげが見えなくなったという実験事実に加え、そのときの温度を児童に振り返らせ、次時以降の課題としてオープンエンドの形で残す。そして第2次の学習に入り、沸騰を伴わなくても蒸発が起こる学習の際に、第1次の学習内容を振り返らせ、現象の理解を図ればよいと考えられる。

2) 水の三態

明らかになった課題の解釈を通して、これまでに述べたように二つの「蒸発」の場面においても、二つの「冷やす」場面においても、水の状態変化をそのときの温度と関連づけて子どもに捉えさせる学習の提案であった。すなわち、水の3つの姿を物質の三態として連続的に捉えさせるためには、第

1、2、3次の学習内容を一貫して温度と関連させればよいと考えられる。

3. イメージマップ用いた学習支援のための明らかになった課題の検討

本章1において述べた5つの学習内容の理解に関する児童の課題は、イメージマップの構造及びイメージマップを比較した文章記述の検討から明らかになった。このことから、イメージマップ上に5つの学習内容に関連する連想語や連想系列が多く書き出されていないことがいえる。そのため、それらに関連する比較の文章も多くは書き出されていないと考えられる。本章では、イメージマップ上にこれらの学習内容に関連する連想語や連想系列を児童に書き出させるための方略について検討したい。

(1) 教師が予めイメージマップを作成して学習内容を再確認する必要性

これまでの筆者らの2つの先行研究及び本抽出事例研究においては、教科書を使った通常の授業にイメージマップを書かせる活動とイメージマップを比較させる活動を導入しただけであった。イメージマップ上に5つの学習内容に関連する連想語や連想系列が多く書き出されていないという点は、教師も授業中において、これらの点の指導を見過ごしていたのではないかと謙虚に反省したい。この点を克服するためには、単元の授業開始に先立って教師が予めイメージマップを作成して、これからの学習内容を再確認する必要がある。これによって、単元の学習内容をどのように整理し、どのように関連づけて授業を行えばよいか確認した後、授業ができる。図9には教師が予め作成するイメージマップ2の例、図10には教師が予め作成するイメージマップ3の例、図11には教師が予め作成するイメージマップ4の例が示されている。

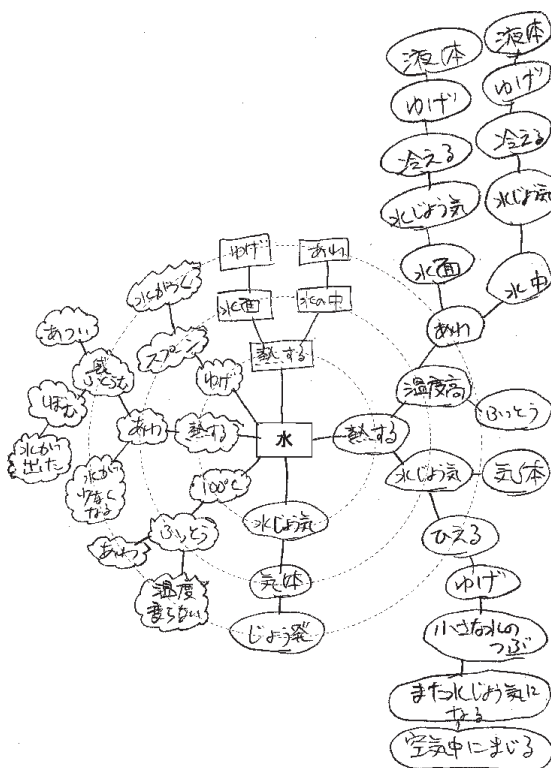


図9 教師が予め作成するイメージマップ2の例

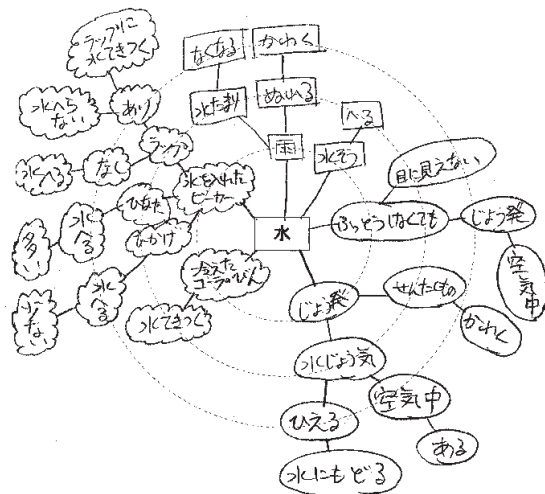


図10 教師が予め作成するイメージマップ3の例

図9、10、11から分かるように、イメージマップ上に書き出された連想語が四角、だ円、雲形の図形で囲まれている。このうち、四角で囲まれた連想語は、小単元の導入部分の内容である。だ円で囲まれた連想語は学習内容が示されている。雲形で囲まれた連想語は実験・観察に関連する内容である。このように教師が予めイメージマップを作成する場合、これから教える学習内容の導入、展開及び観察・実験の3つの部分に分けて連想系列を書きだし、授業に先立ってこれから教える学習内容を再確認したい。なお、図9～11はある教科書会社一社の教科書を参考に筆者らが作成したものである。各学校で採択されている教科書会社の違い、及びイメージマップを作成する教師によっても異なるイメージマップが作成されるのが原則である。加えて、予め教師に

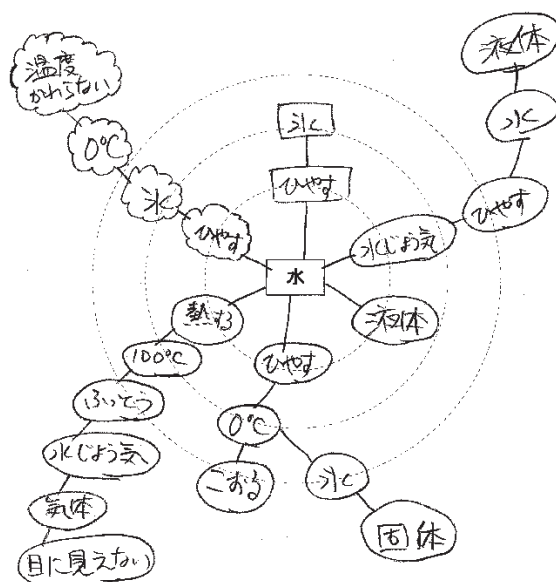


図11 教師が予め作成するイメージマップ4の例

よって作成されたイメージマップは、以降固定的に使用される性質のものではない。授業実践後や学校や児童の実態によって加筆・修正が加えられる、いわゆるループリッ的な性質を持たせるべきである。

(2) 先輩の推薦されるイメージマップとも比較させる活動の導入

これまでの筆者らの2つの先行研究及び本抽出事例研究においては、イメージマップを比較させる際に、児童自らが書いたイメージマップを比較して、分かったことや気づいたことを文章記述させるだけであった。このため、イメージマップを比較した時、先に述べた5つの学習内容に関連する比較の文章が書き出されなかったと考えられる。すなわち、筆者らは児童にイメージマップを比較するための視点を与えていなかったと考えているのである。この点を克服するために、これまでのような児童自らが書いたイメージマップの比較だけではなく、先輩の書いた推薦されるイメージマップを児童に提示し、先輩の書いたイメージマップとも比較させる活動も導入する⁵⁾。これにより、先輩が書いたイメージマップと自らが書いたイメージマップを比較・検討し、先輩のマップには書き出されている連想系列が自らのマップには書き出されていない所を見つけ出すことが期待できる。そして、先輩のマップには書き出されているが、なぜ自らのマップには書き出されていないかを、児童が学習内容を振り返りながら比較の文章記述が可能となる。

しかし、現時点では先輩の書いた推薦されるイメージマップの例はデータとして蓄積されていない。本稿第Ⅱ章において考察を加えたように、本抽出事例研究からこのようなイメージマップは見いだされなかったからである。そこで、本章2及び3(1)において考察を加えたような改良された教育実践を次年度以降行い、推薦されるイメージマップの例とするデータの蓄積を行う。

4. まとめ

本抽出事例研究の成果と明らかになった課題、及び明らかになった課題の考察を通し、イメージマップを学習支援ツールとして利用するより効果的な小学校理科授業のための次のような示唆が得られた。

本単元の単元名こそ「水のすがたとゆくえ」と記載されているが、教師は単元を「温度変化に伴う水のすがたとゆくえ」と捉えたい。そして教師が予めイメージマップを作成してこれから教える学習内容を再確認した後、第4学年の学年目標である水の状態変化とそのときの温度を関連づけた授業展開を図る。

来年度の教育実践では、これらの点に工夫を加えた授業展開を行い、イメージマップ上に温度変化に伴う水のすがたとゆくえに関連する連想系列が書き出されるとともに、イメージマップを比較した文章記述にもこの点を書き出されるような授業を行いたい。加えて、目に見える液体の水が沸騰すると目に見えない気体の水蒸気になり、その水蒸気は目に見えるゆげになり、そのゆげは再び水蒸気になって空気中に混じっていく点の理解を助けるモデルを提示し、さらにこの点の児童の概念理解を図りたい。

第二の目的を達成するためには、学習支援ツールとしてのイメージマップの使い方を中心とする教育方法の改善の提案だけではなく、教科「理科」の内容に基づく丁寧な改善策の検討を行った。その結果、教育実践の結果明らかになった現場教師の担任する児童やクラスの課題を解決するための、教育方法・教育内容両面にわたる具体的な解決策が提案できた。今後、この解決策をもとに再び教育実践を行い、さらにその成果と課題を明らかにし、その後の教育実践のための示唆を得るならば、教師自らが担任するクラスの授業のレベルアップが図られるとともに、教師の職能成長も期待される。それゆえ、本稿で提案した抽出事例研究の研究手法とそれに基づいた論文は、北海道教育大学教職大学院のMOBにつながる新しいタイプの抽出事例研究となりえると筆者らは考える。この点について、北海道教育大学教職大学院に關係する教員や院生のお考えをうかがいたい。

付記

本研究の一部は、平成23年度科学研究費補助金（基盤研究(C)、課題番号22530939、研究代表者栢野彰秀）の資金援助によって行われている。

註

- 1) 館英樹, 栢野彰秀, 佐藤未菜, 三宅正太郎: 「イメージマップを知識獲得を促進するための学習支援ツールとして利用する試み(3) - 小学校理科第4学年「ものあたままり方」単元を事例として -」, 『北海道教育大学紀要』, Vol.62, No. 1, pp.39-48, 2011.
- 2) 廣島亨, 栢野彰秀: 「イメージマップを用いた小学校理科学習支援に関する実践的研究 - 小学校理科第6学年「水溶液の性質」単元を事例として -」, 2011. (未公表)
- 3) 栢野彰秀, 森健一郎: 「イメージマップを知識獲得を促進するための学習支援ツールとして利用する試み」, 『北海道教育大学紀要』, Vol.60, No. 2, pp.109-124, 2010.
- 4) 福井大学教職大学院から毎年発行されている『学校改革実践研究報告』には、抽出事例研究といえる先行研究が少なからず見られる。
- 5) 多鹿ら(多鹿優他: 「学習者のコンセプトマップを利用した指導法による結晶分化作用の理解に関する研究」, 『理科教育学研究』, Vol.47, No. 3, pp.15-22, 2007.) は、先輩の書いたコンセプトマップを提示し、話し合う活動の有効性を明らかにしている。この活動を参考にして、イメージマップの比較の際にも先輩が書いたイメージマップとの比較の活動を導入する。