

# イメージマップを活用した教員免許状更新講習の試み — 小学校理科第4学年「水を熱するとどうなるか」を事例として —

栢野 彰秀\*・森 健一郎\*\*

Akhide KAYANO and Ken-ichiro MORI

A Trial Approach: The Renewal Program for Teacher Licences Using the Image Mapping Test

— Through the 4th Grade Lessons of an Elementary School Science on "If water is heated, what will happen?" —

## 要 旨

イメージマップを活用した小学校理科教員向けの教員免許状更新講習の試みを行った。その結果、小学校教員で理科実験が苦手という同様なニーズを持った受講者を対象にして、受講者が講習前に作成したイメージマップに加筆・修正・削除を加えながらふりかえる時に、筆者らが予め作成したイメージマップを一つの参考例として受講者に提示すると、より受講者の満足度が高い更新講習が行えると考察できた。

次年度以降、教員免許状更新講習を行う際、次の2点に改訂を加えれば、今回筆者らが提案した文脈でのよりよい講習になる可能性があるという示唆が得られた。①『小学校学習指導要領解説理科編』と教科書を対比させながら、受講者が単元のねらいや学習内容・方法を俯瞰する前に、教科書では学習課題が記述され、その課題を解決するための観察・実験が設けられている。そして、観察・実験の結果を学習課題に一旦戻って子どもに考えさせるような構成になっている。これが探究の過程であり、子どもに考えさせる部分が各学年の学年目標となっていることについての説明を加える。②観察・実験の説明の際に、「水を熱するとどうなるか」単元では加熱時間が独立変数、水の温度変化が従属変数になる測定に加え、水の温度変化が独立変数、水のすがたの変化が従属変数になる観察が必須となることの説明を行う。加えてこの時、水を熱していき、100℃近くになると沸騰した水の中からさかんにあわが出てくることを観察し、見えない水蒸気の存在を温度の変化と関係付けて捉えることの説明も加える。

【キーワード：OJT, 教員免許状更新講習, 小学校理科, イメージマップ, ふりかえり】

## I. はじめに

筆者らはこれまで、映像視聴能力測定・評価ツールとして開発されたイメージマップ（以下、IMと略）を、初等・中等教育における理科授業の評価ツールとして使用してきた<sup>1,2,3,4)</sup>。最近は、小・中学校の理科授業における子どもの学習支援ツールとしても活用している<sup>5,6)</sup>。さらに近頃では、小・中学校の理科授業における学習支援のために授業中に子どもに書かせたIMを簡潔かつ迅速に分析する方法を開発した<sup>7)</sup>。その結果、教師が単元の授業のまとめごとに行う子どもの学習に対する理解や捉えについての形成的評価が可能となり、「指導」と「評価」を一体化した理科授業が可能となった<sup>8)</sup>。

これらの実践研究を重ねるうちに、筆者らはIMが教員免許状更新講習（以下、更新講習と略）にも活用できるのではないかと考え始めるようになってきた。この点を明らかにしようとするのが、筆者らが本実践を構想した問題意識である。

IMを理科授業の学習支援ツールとして活用する場合、子どもが授業中に作成した複数枚のIMを自ら比較

し、授業をふりかえる。その時、授業とそれに伴う自らの学習を自分自身の思考や認知過程内に取り入れて再構成する。さらに子どもの中に生じた思考や認知過程による検討をIMやIMを比較した文章として外部に表す。このことは、授業の進行に伴って、子どもが持つ考えがどのように変容していったかを、子どもが自ら学習状況をモニターし、自己評価するという言い方もできる。

このようなステップを更新講習の場に組み込んで、小学校理科単元の教員の理解を図ろうとするのである。

具体的には更新講習を開催し、小学校教員の単元に対するねらいや学習内容・方法についての講習前の捉えをIM上に可視化した後、講義・演習・観察・実験を行う。その後、講習前に作成したIMに加筆・修正・削除を加え、その理由を文章で表現する。すなわち、単元のねらいや学習内容・方法に対する講習前後の捉えの類似点・差異点をモニターし、自己評価を行い、小学校教員の単元理解を図ろうと意図しているのである。

そこで本稿では、IMを活用した更新講習の試みを事例的に報告するとともに、行われた更新講習の評価を行うことを目的とする。

\* 高根大学教育学部自然環境教育講座

\*\* 北海道教育大学釧路校

## Ⅱ. 更新講習の概要

### 1. 更新講習計画書（シラバス）の概要

更新講習計画書（シラバス）に記載された主な事項とその内容は以下の通りである。

- ・ 講座名；理科実験が苦手な人のための小学校理科実験講座
- ・ 到達目標；①単元の授業づくりのための、教師の学習内容の可視化とふりかえりの方法が分かる。②観察・実験を伴う授業を行うための基礎的知識とスキルを身につける。
- ・ 講習の内容；小学校の先生で理科の実験が苦手な人が対象です。講座ではまず最初に、教科書を見ながらこれから教える単元を受講生自身がどのように捉えているか可視化します。続いて、生徒実験に見立てた実験を行います。この時は、実験や単元の授業のポイントとなることも学習します。最後に、これまでの講座の受講を通して、自分が単元の捉えがどれだけ変わっているかを可視化するように講座をふりかえります。
- ・ 日程（本稿に関連する箇所のみ）；9：10～10：30, 10：40～12：00、第4学年「水のすがた」単元の学習内容の可視化、実験、ふりかえり。

### 2. 更新講習の実施時期と受講者の属性

更新講習は、2014年8月に行われた。受講者は小学校教員は12人であり、教員歴は8年から25年であった。

### 3. 取り扱われた単元

#### (1) 更新講習で取り扱う小単元の選定

更新講習で取り扱われた小学校理科の単元は、第4学年の「水のすがたとゆくえ」である。利用した教科書は、東京書籍版『楽しい理科4』（2012）である。

「水のすがたとゆくえ」単元は、次の小単元から構成されている。①水を熱するとどうなるか。②水は冷やされるとどうなるか。③水たまりの水はどこへ行ったのか。④水じょう気は水にもどせるのか。以上、4小単元である。

ただし、講習時間に制約があるためIMを活用した講習を行うのは、①の小単元「水を熱するとどうなるか」のみとした。

#### (2) 小単元「水を熱するとどうなるか」の概要

小単元「水を熱するとどうなるか」は、「水を熱すると、水のようにどのように変わるのだろうか。また、水の温度は、どのように変わるのだろうか。」という学習課題（教科書には「？」と記載されている。以下、〈？はてな〉と略）の下、水を熱した時のようすを調べる実験1を行う。この時、加熱時間と水の温度の上がり方及び、水の温度と水の様子を観察する。その後、観察結果をグラフに表して、「水が熱せられて、わきたつことを、ふっとうという。水は、およそ100℃でふっとうし、ふっとうしている間は、およそ100℃のままである。」というま

とめ（教科書には「！まとめ」と記載されている。以下、〈！まとめ〉と略）に達する。次いで、実験1の時に観察された「湯気の正体は何だろうか」という疑問を解決するための、湯気の正体をさぐる実験2を行う。その後、実験1の時に観察された「水を熱した時に出てくるあわの正体は、何だろうか」という疑問を解決するための、あわの正体をさぐる実験3を行う。実験2と3の結果を話し合い、次の4つの〈！まとめ〉を行う。①湯気に金ぞくのスプーンを近づけると水てきがつくことから、湯気の正体は、水である。②あわを集めると水になることから、あわの正体は、空気ではなく、水である。③水は、熱せられると目に見えない水じょう気になすがたを変える。このように、水が水じょう気になすがたを変えることをじょう発という。④水のように、自由に形を変えることのできるものをえき体という。また、空気や水じょう気のように、目に見えず、自由に形を変えることのできるものを気体という。

### 4. 更新講習の展開

#### (1) IMの書き方の説明

更新講習の冒頭でプリント「イメージマップの書き方」を配付した。このプリントには、図1に示されたIMの例が示されている。

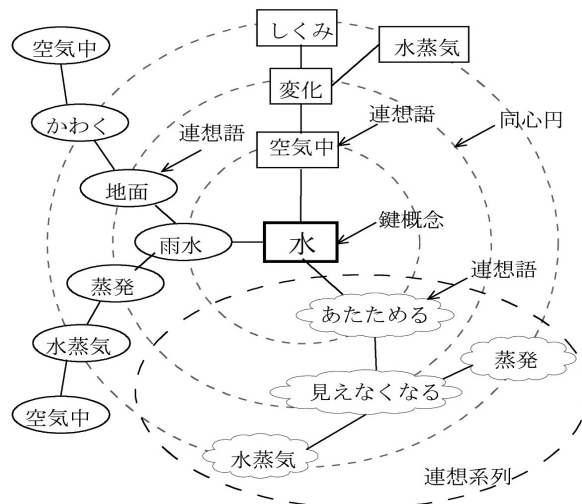



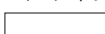
図1 IMの例


図1を用いてIMの書き方を説明した。説明の概要は次の通りである。IMは鍵概念（図1の場合は「水」）から連想した言葉を同心円上に書いてそれらを線で結んで作成する（以後、鍵概念に書き込んだ言葉は「水」と表記する）。連想した言葉は連想語という（以後、連想語を表記する際は〔 〕内に言葉を記入する）。この時、ある連想語から一つ外の同心円に連想語を書き出すときの枝別れは可。しかし、連想語同士が同心円上で蜘蛛の巣のように互いにつながり合うのは不可。なお、連想語と連想語のつながりを連想系列という。

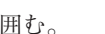
(2) 講習前の小単元の捉えを可視化する I M の作成

I M の書き方の説明が終わったら、図 2 ~ 4 に示された、ねらいを書き出す I M、学習内容を書き出す I M、観察・実験の内容・方法を書き出す I M についての書き込み枠が印刷された 3 枚のプリントを配付する。その後受講者は『小学校学習指導要領解説理科編』(2009) (以下、『解説理科編』と略) と教科書を対比させながら、該当の小単元のねらいや学習内容・方法を俯瞰する。

自分なりに捉えて、小単元で取り扱われている学習内容を典型的に表していると考えた言葉を 3 枚の I M の同心円の中心の  内に書いて、鍵概念を確定する。なお、本小単元では受講者全員が「水」を鍵概念とした。

次いで、図 2 に示したねらいを書き出す I M の書き込み枠の一番内側の同心円の円周上に、小単元のねらいを表す連想語を書いて実線の長方形  で囲み、鍵概念と連想語を実線で結ぶ。その連想語から外の同心円に向かって、関連する小単元のねらいを表す連想語を書いて線で結んでいく。これで、勉強会前に参加者が捉えている小単元のねらいが可視化される。

同様に、小単元で取り扱われている学習内容を連想語とした連想系列を、図 3 に示した I M の書き込み枠に書いていく。このとき書き出した連想語はだ円  で囲む。

さらに、小単元で取り扱われている観察・実験の内容・方法を連想語とした連想系列を、図 4 に示した I M の書き込み枠に各実験番号毎に書いていく。このとき書き出した連想語は波線  で囲む。

すなわち、小単元のねらい、学習内容、観察・実験についての 3 点が講習前の受講者の捉えとして、3 枚の I M 上に可視化されるのである。なお、これまでの作業は黒色の筆記用具で行う。

(3) 講義・演習・観察・実験

講習前の受講者の小単元の捉えを可視化する I M を作成した後、教科書に設定されている 3 つの実験を行い、実験のためのスキルやノウハウを伝達した。加えて、それらの実験の教科内容における位置づけを講義するとと

もに、学習課題から実験を経てまとめに至る探究の過程がどのような経過を辿っているのかについても説明を加えた。

(4) 講習前に作成した I M の加筆・修正・削除とふりかえり

講習前に作成した I M の加筆・修正・削除は次の要領で行った。赤色の筆記用具を用意して、講習前に作成した I M に加筆・修正・削除を直接書き込む。連想語や連想系列を加筆する場合は、それらを書き込む。修正する場合は、修正したい連想語や連想語と連想語をつなぐ線に×印を付し、修正したい連想語や線を書き加える。削除する場合は、該当箇所の連想語やそれらをつなぐ線に×印を付す。

これらの作業によって、講習前と後の小単元に対する捉えの変容が 2 色で可視化された I M が作成される。この I M を見ながらこれまでの講習をふりかえり、加筆・修正等を加えた理由を文章で表現するとともに、この小単元を授業する際に必要だと考えることや感想も文章で表現する。

(5) 受講者が作成した I M の共有

これまでの活動は観察・実験を除き、個人で行われた。受講者が作成した I M を共有するために、ここで 4 人編成の班を作った。その後班別に、作成した I M を互いに見ながら、他の受講者が作成した I M の感想や不明点を自由に話し合った。その後、各班で話し合われた内容を代表者が発表し、全体で話し合いの内容の共有がなされた。

Ⅲ. 更新講習の評価とまとめ

1. 評価方法

更新講習の評価は次の 2 つの側面から行った。第一に、受講者の単元に対する理解はどのようであったか。第二に、受講者は本更新講習をどのように評価しているかである。

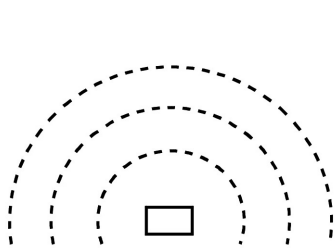


図 2 ねらいを書き出す I M

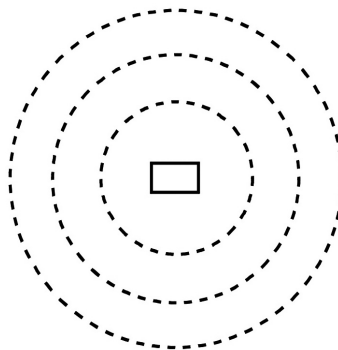


図 3 学習内容を書き出す I M

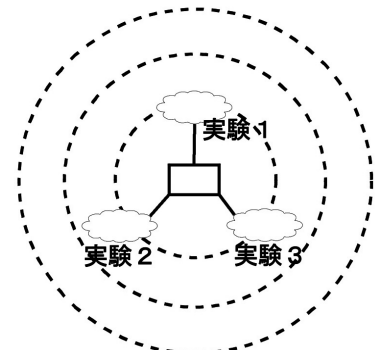


図 3 観察・実験の内容・方法を書き出す I M



第一の側面の評価を行うために、次の2点に検討を加えた。一つは、受講者が作成したIMに書き出された連想語や連想系列の構造。今一つは、受講者がIMに加筆や修正・削除を加えた理由及び、小単元を授業する際に必要だと考えることと感想を書いた文章記述。である。

第二の側面の評価を行うために、更新講習終了後に受講者が書いた評価シートに検討を加えた。

## 2. 受講者の単元理解の側面から

受講者が書いたIMには、小単元のねらい及び学習内容、観察・実験に関する連想語と連想系列が書き出される。そこで、3枚のIMそれぞれに書き出された連想語と連想系列（以後、連想系列と略）に検討を加えた。

### (1) ねらいが書き出された連想系列の検討

#### ア) 受講前に書き出された連想系列の検討

既に筆者らによる先行研究<sup>9)</sup>によって明らかにされている、次の3つの視点に基づいて検討を加えた<sup>9)</sup>。

まず、鍵概念「水」から連想語[熱する]、[ようす]、[変わる]、[温度]、[湯気]、[あわ]、[正体]のような、小単元の学習課題である〈はてな?〉が書き出された連想系列の有無を調査した。このような連想系列を書きだした受講者はいなかった。

次いで図4のように、鍵概念「水」から連想語[熱する]、[約100℃]、[ふっとう]、[泡]、[湯気]、[水]のような、小単元の〈!まとめ〉部分が書き出された連想系列の有無を調査した。1名の受講者が書きだしていた。

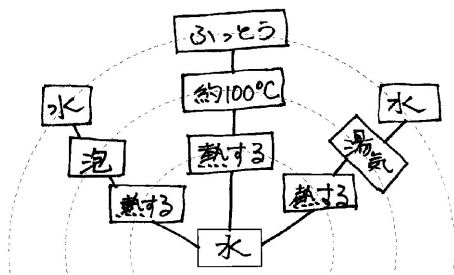


図4 まとめが書き出されたIMの例

本小単元のねらいは『解説理科編』には、「水は、温度によって水蒸気や氷に変わる。」と記載されている。通常は、小単元の学習課題である〈はてな?〉をIM上に書き出した上で、学習課題を教師が授業する際のねらいとして明確に捉えることが最善である。しかし、図4に示されたようなIMを書いて、[ふっとう]や[約100℃]などの小単元で学習する科学的用語とその用語の言い回しが文章としてまとめられた〈!まとめ〉を参照した上で、授業を行うのも小単元のねらいを達成するための一つのあり方であると考えられる。

最後に、小単元の具体的な学習内容などが書き出された連想系列の有無を調査した。残る11名の受講者が書いたIMがこれに相当した。

このような連想系列を書きだした受講者は、小単元のねらいの捉え方について課題を有していると考えられる。なぜならばこれらの受講者は、教科書に記載されている学習項目そのものをそのまま授業しているのではないかと思われるからである。この連想系列を書きだした参加者は、多くの連想語で構成された連想系列を単元のねらいとするという共通した特徴も見られた。

### イ) 加筆・修正・削除後の連想系列の検討

図4に示されたIMは、講習終了後には図5のように加筆・削除が行われていた。図6には、修正・加筆が行われたIMの例が示されている。

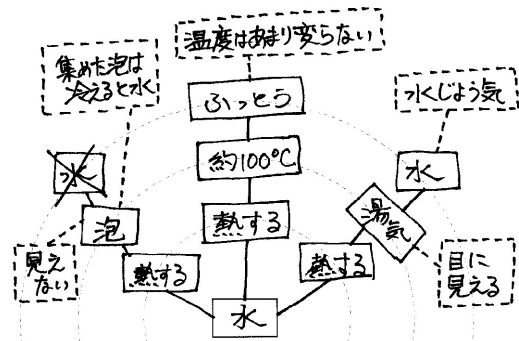


図5 加筆・修正後の図4

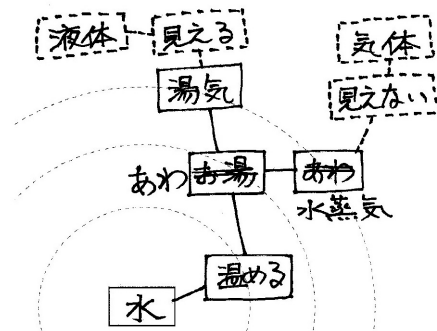


図6 修正・加筆が行われたIMの例

更新講習では、加筆・修正・削除は赤色の筆記用具で加えたが、本稿では色をつけての表示ができない。そのため図5及び図6では、加筆された連想語は点線で囲み、連想語と連想語をつなぐ線は点線-----で表示した。連想語が修正された場合には、連想語に二重取消線====を施し、横に修正された言葉を記した。削除された場合には、連想語上に×印を施した。

図5は、[湯気]から[目に見える]、[水]から[水じょう気]、[ふっとう]から[温度はあまり変わらない]が加筆されたことが分かる。[泡]から連なった[水]を削除し、新たに[見えない]と[集めた泡は冷えると水]

を加筆している。このことから、講習後にこのIMを書いた受講者は、湯気は目に見えるが、気体になった水である泡は目に見えないこと、あわを集めて冷やすと水になること、沸騰する時は約100℃で温度があまり変わらないことをねらいとしてつけ加えたことが分かる。

図6は、[お湯]が[あわ]に[あわ]が[水蒸気]に修正されている。修正後の[水蒸気]より外側の同心円上に[見えない]と[気体]が加筆されている。[湯気]より外側には[見える]と[気体]が加筆されている。このことから、この受講者も講習後にはIMに水蒸気は見えない気体であることに加え、湯気は見える液体であることをねらいとしてつけ加えたことが分かる。

図5、図6に共通していえることであるが、水の温度変化と水の姿の変化の関連づけに加え、加熱時間と水の温度変化を関連づける連想系列は見られない。第4学年の理科授業で求められる問題解決のスキルである関連づけがどこかに書かれているとより良いIMになる。

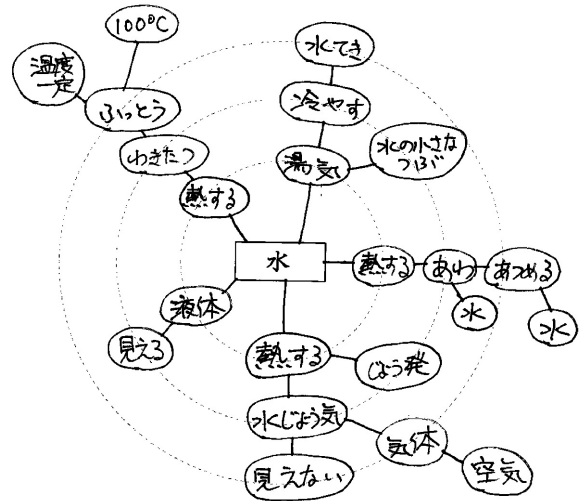


図7 小単元の内容が網羅されたIM

ウ) まとめ

12名の受講者のうち、小単元の学習課題である〈はてな?〉を書き出した受講者はいなかった点に加え、小単元の〈!まとめ〉部分を書き出した受講者もわずか1名であった。このことから、講習前の受講者は、筆者らが考えていた枠組みでは小単元のねらいを捉えていなかったと考えられる。

講習後は12名中11名が小単元の〈はてな?〉または〈!まとめ〉に相当する連想語を書き加えてはいた。この面からは、受講者の小単元に対する理解が促進された可能性はある。しかし、講習前に書いた元々のIMが、教科書に記載されている学習項目中心の連想系列であるので、可能性に留まると考えられる。

次年度の更新講習では、受講者自身が講習前に作成したIMに加筆・修正・削除を加えながらふりかえる時に、筆者らが予め作成した小単元の〈はてな?〉や〈!まとめ〉に相当するIMを受講者に提示する。そしてこの時、〈はてな?〉を解決するために観察・実験があることを説明し、観察・実験の結果を〈はてな?〉に一旦戻って子どもに考えさせるような授業を行うことを講義する。すると、教科書に記載されている〈はてな?〉が実は、その小単元のねらいとなっていることが明確になるとともに、ねらいには小単元の〈はてな?〉や〈!まとめ〉に相当する連想語と連想系列を書けばよいことに気付くことが期待される。

(2) 小単元の学習内容が書き出された連想系列の検討

ア) 受講者ごとの連想語の状況一覧表の作成

小単元の学習内容に関する連想系列の検討に当たっては、まず最初に図7のような小単元の内容が網羅されたIMを筆者らが作成した。

その後、次のような手順でデータ整理を行った<sup>10)</sup>。

- ① 図7のIMに書き出された連想語が縦、参加者番号が横に並ぶ一覧表を作成する。

- ② 受講者が書いたIMを筆者らが見ながら、受講者それぞれについて、一覧表に書かれた連想語が、講習前のIMに書かれていれば○印を記入する。ただし、受講者が書いたIM上に一覧表に書かれている連想語があった場合でも、IM上に書き出された連想系列を筆者らが俯瞰して、筆者らの意図する単元の学習内容と異なっている連想を受講者がしていると判断できた場合、○印は記入しない。
- ③ 一覧表に書かれた連想語が講習後のIMに赤色で加筆されていれば△印を記入する。同じ連想語が講習後のIMにもさらに加筆されていれば、先ほど一覧表に書き込んだ○印の中に小さな○印を書き込み、◎とする。
- ④ 一覧表に書かれた連想語が講習前のIMには書き出されているが、講習後赤色で×印が付されて削除されている場合は、先ほど一覧表に書き込んだ○印を黒く塗りつぶして●印にする。
- ⑤ 受講者がIM中には連想語として書かなかったが、受講者が講習終了後にIMを見て書き出した文章中に、一覧表に書かれた連想語とそれに基づく連想系列に関連する意味内容の記述があった場合、√印を記入する。

上述したような手順で作成した、受講者ごとの連想語の状況と加筆・削除の時期を記入した一覧表を表1に示す。

イ) 一覧表の検討

表1を縦に見れば、受講者一人ひとりの小単元の捉えの状況が分かる。例えば、受講者番号2は、受講前は、小単元の学習内容を「水を熱すると湯気やあわになる。」と捉えていたことが分かる。講習後は、「水を熱した時に出てくる湯気は目に見える液体である。水を熱した時に出てくるあわは水蒸気で、目に見えない気体である。」と捉えていることが分かる。

表1 受講者ごとの連想語の状況と加筆・削除の時期

受講者番号 連想語	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
熱する	○	○	△		◎	○	◎	○	○	○	○	
わきたつ									○			
ふっとう	○				○			○	○		○	
100℃	○		△					○	○			○
温度一定	△											
湯気	○	○	△	∨	△	△			○	●	○	○
冷やす	△		△									
水てき												
水の小さな粒												
あわ	○	◎			●					●	○	○
水	○		◎				△		△		△	△
集める	△											
水じょう気	△	△	◎	∨	◎	△	○	○	△		○	△
じょう発					◎			○				
気体	∨	△	△	○	◎	△	△		△	△	△	
見えない	∨	△		△	∨							
液体	∨	△	△	○	●	△	△		△	△	△	
見える	△	△		△	∨							

本稿では表1を俯瞰して、受講者全体の小単元の捉えの状況を検討する。

第一に、表1中の連想語 [熱する], [ふっとう], [100℃], [温度一定] に注目する。水を熱すると沸騰することは、12名中5名の受講者が書きだしているが、沸騰する時の温度が100℃であるのを書きだしているのは3名であることが分かる。「水が沸騰する時は、約100℃で温度が一定になる」という連想系列を書きだしているのは、講習後にわずか1名であることも分かる。

第二に、表1中の連想語 [湯気], [冷やす], [水てき], [水の小さな粒] に注目する。湯気を学習内容と捉えているのは、12名中10名であるが、「湯気を冷やすと水滴になることが、温度変化に伴う水の姿の変化である」と捉えているのは0名であることが分かる。加えて、「湯気は水の小さな粒」と捉えている受講者も0名であることも分かる。

第三に、表1中の連想語 [あわ], [水], [集める], [水じょう気], [じょう発], [気体] に注目する。水を熱した時に水中から出てきたあわの正体が水蒸気であることを捉えているのは、12名中11名であることが分かる。それらのうち、[あわ], [水], [水蒸気] と明確に捉えているのは4名（受講者番号5と10が●）であることもわかる。

第四に、表1中の連想語 [気体], [見えない], [液体], [見える] に注目する。講習前は水蒸気を気体と捉えていたのは1名であることが分かる。水蒸気は見えない気体であると捉えていた受講者はいなかった。受講後は、水蒸気は見えない気体と捉えているのが4名であることも分かる。

#### ウ) まとめ

第一の点について『解説理科編』には、「水の温度の変化をとらえる際に、実験の結果をグラフで表現する。」と記載されている。どの出版社の教科書も子どもにグラフを書かせて、水が100℃近くで沸騰し、その間は温度が一定になっていることをグラフから読み取らせる構成になっている。更新講習では、実験結果をグラフに書き表す時間を受講者一人ひとりに対して保障し、さらに、筆者らが『解説理科編』の意図を説明を加えたにもかかわらず、IM上にも、ふりかえりにも「水が沸騰する時は、約100℃で温度が一定になる」ことを意味する文章は多くは表れなかった。次年度の更新講習の際には、なお一層この点を強調した講習を行うべき課題となった。

第二の点であるが、『解説理科編』においてこの小単元は「粒子」概念に位置づけられている。これまで通り湯気を巨視的に見た授業を行うのもよいが、湯気を水の小さな粒＝粒子と捉えた授業の工夫を行うと、より、小単元の趣旨を達成する授業が構想できると考えられる。次年度の更新講習の際には、2009年に改訂された学習指導要領から、従来の物理・化学・生物・地学といった領域の学習のみが行われているのではなく、エネルギー・粒子・生命・地球という概念の柱に基づいて、学習内容が再編されたことを説明する講義の時間を設ける。

第三の点については、この部分の学習内容の順序性が受講者に明確に捉えられていない可能性が考えられる。多くの受講者が注目した連想語を順序よく書き出すためには、今一度『解説理科編』の該当部分の記載に立ち戻る。『解説理科編』では、35頁に「水を熱していき、100℃近くになると沸騰した水の中からさかんに泡が出てくる。・・・中略・・・見えない水蒸気存在を温度の変化と関係付けてとらえるようにする。」と記載されてい





#### ア) 実験1に関連する連想系列の検討

表2中の連想語 [熱する], [はかる], [時間], [温度], [観察], [ようす], [あわ], [水の中から], [わき立つ], [ふっとう], [100℃], [一定] に注目する。これらの連想語は、Ⅱ3(2)において述べた水を熱した時のようすを調べる実験1に相当する。

[熱する] と [温度] の双方を書きだした受講者は7名(受講者番号6が●)であるが、[はかる] も含めた3つの連想語を同時に書き出したのは3名であることが分かる。加えて、[温度], [観察], [ようす] の3つの連想語を同時に書きだした受講者は2名(受講者番号6が●)であることも分かる。

#### イ) 実験2に関連する連想系列の検討

表2中の連想語 [熱する], [湯気], [白い], [見える], [スプーン], [水てき], [しばらくする], [見えない], [あなの上] に注目する。これらの連想語は、Ⅱ3(2)において述べた実験2に相当する。

講習後の時点で、12名中11名が [湯気] は [水てき] と捉えてはいるが、[湯気] は白く ([白い] [見える] [水てき] であると捉えているのは、講習会後においてもわずか1名であることが分かる。加えて、[しばらくする], [見えない], [あなの上] に書き込まれた記号も少ないことが分かる。

#### ウ) 実験3に関連する連想系列の検討

表2中の連想語、[熱する], [水の中からあわ], [集める], [袋ふくれる], [袋しばむ], [水がたまる], [ピーカーの水減る] に注目する。これらの連想語は、Ⅱ3(2)において述べた実験3に相当する。

[水の中から(出た)あわ] を袋の中に [集める] とその中に [水がたまる] ことは5名が捉えているが、たまった水の出所を示す [ピーカーの水減る] は誰一人も書きだしていないことが分かる。

#### エ) まとめ

実験1に関連する連想系列の検討からは、水を熱した時の温度を測定することが受講者に捉えられていない可能性がいくつある。そのため、沸騰している時には、約[100℃]で [一定] になる箇所での記号の数が少ないと考えられる。さらに、水の温度変化に伴う水の様子を観察することが受講者に捉えられていない可能性もいくつある。そのため、観察の対象となる水の [ようす] や [あわ] が [水の中から] 出てきて [わきたつ] 箇所での記号の数が少ないと考えられる。

Ⅲ2(1)及びⅢ2(2)においても述べているように、本小単元では加熱時間が独立変数、水の温度変化が従属変数になる測定に加え、水の温度変化が独立変数、水のすがたの変化が従属変数になる観察が必須となる。

次年度の更新講習の際には、講習前にIMを書く際に、観察・実験における活動と対象を網羅させるような説明に加え、この点を明確にした講義を行う。

実験2に関連する連想系列の検討からは、煙のように白く見える湯気は水滴であることを受講者が捉えていない可能性がいくつある。さらに、実験2の際の穴のすぐ上の何も見えないところと湯気が見えなくなった後は気体の水蒸気になっている点を受講者が捉えていない可能性もいくつある。

次年度の更新講習の際には、白い湯気は小さな液体状態の水の粒が集まったものであり、見えないまたは見えなくなったら気体状態になった水、すなわち水蒸気であることを実験の際に説明を加える。

実験3に関連する連想系列の検討からは、科学的証拠に基づいて説明する点が受講者に捉えられていない可能性がいくつある。

次年度の更新講習の際には、ともすれば忘れがちになる、科学的証拠に基づいて説明しなければならない点の説明を講習中につけ加える。

### 3. 受講者が書いた文章記述の検討

#### (1) 全体的傾向

受講者がIMに加筆や修正・削除を加えた理由及び、小単元を授業する際に必要だと考えることや感想を書いた文章記述は、12名の参加者により42の文章として表された。これらを筆者らが分類すると、いくつかの種類に分類できた。表3には、主な分類項目とそれに分類された文章記述例が示されている。

表3中の分類「ねらい」に着目する。ここには、「ねらいをしっかりと持って、その目的に向かって実験して調べることが大切であると思う。そのためには教師が組み立てをしっかりとしていなければならないと実感した。」のような、単元のねらいを明確にしないと授業が構成できないという主旨の文章記述が分類されている。このような文書記述を12名の受講者全員が述べ13書いた。

表3中の分類「学習内容・方法の理解」に着目する。ここには、「実験と物質の三態についてつながっていることを意識していなかったことが分かった。」や「温度と時間との関わりは、書いていなかったので、時間という独立変数についてであると良かった。4年生は、関わりを捉えさせるということからも、何を関連づけるかを書いておけると良かった。」のような、更新講習をふりかえって単元の学習内容や方法の理解の大切さを再認識したと捉えられる文章記述が分類されている。同様な文章を7名がのべ13書いた。

表3中の分類「子どもの視点」に着目する。ここには、「子どもの気付きや教師の支援などを入れていけばもっと良いマップになるのではないかと思います。」のような、IM上に想定される子どもの見方や、気付きや言葉を入れるとより良いIMになるのではないかと捉えられる文章記述が分類されている。同様な文章を4名がのべ5書いた。

その他、表3には示さなかったが、「自分が書いたイメージマップが、他の人と違っているのは気にならないが、ポイントとなるところがうまく表せているのか分か



表3 文章記述例

分類	文章記述
ねらい	ねらいをしっかりと持って、その目的に向かって実験して調べることが大切であると思う。そのためには教師が組み立てをしっかりとしていなければならないと実感した。(受講者番号3)
	ねらいのIMは、調べる内容という形で書いていたが、まとめの内容も書き加えたくなくなった。ねらいは教えたいことのポイントになるようだ。(受講者番号6)
	ねらいがどうしても課題(子どもにさせたいこと)になっていたが、理科でも理解させたいことをふまえて、ねらいを設定しなければと思いました。(受講者番号7)
	ねらいを明確に持つておかないと授業がくめない。自分自身が学習内容をしっかりと理解しておかないと、IMが書きづらい。(受講者番号9)
	学習のねらいを「学習課題」から考えている。これは学習内容と深く結びついているためなのであろう。(受講者番号11)
学習内容・理解方法	実験と物質の三態についてつながっていることを意識していなかったことが分かった。(受講者番号1)
	自分がきちんと内容や用語を理解した上で、授業をしないといけないと思った。今回の場合、「水」というのは、物質としての水と普段の生活で使う水が混ざっていて、教師がきちんとその違いを理解して説明しないと子ども達も混乱してしまうと思った。(受講者番号8)
	分かったつもり用語や定義を実はよく分かっていない。湯気、泡、水、水蒸気。(受講者番号12)
	温度と時間との関わりは、書いていなかったため、時間という独立変数についてであると良かった。4年生は、関わりを捉えさせるということからも、何を関連づけるかを書いておけると良かった。(受講者番号6)
子どもの視点	子どもの気付きや教師の支援などを入れていけばもっと良いマップになるのではないかと思います。(受講者番号3)
	教師が授業を構成するためのIMと子どもの活動を予想したIMと両方を作っておくとより良いかも知れない。(受講者番号9)

らず不安。」という主旨の文章記述が3つあった。残る9の文章は「その他」に分類された。

(2) まとめ

「ねらい」に書かれた文章記述からは、特定の小単元を題材とした更新講習でありながら、単元のねらいを明確にした上で、実験を含む授業を計画・実践しないといけないという、理科授業に臨む教師の望ましいすがたの一つに受講者全員が気付いたと考えられる。

「学習内容・方法の理解」に書かれた文章記述からは、小学校の学習内容といえど、単元の後ろに横たわっている教科専門の科学の知識の重要性に加え、科学の知識と科学についての知識(第4学年の場合は関連づけ)を活用して子どもに科学的能力を育成するような教育方法の重要性を過半数以上の受講者が気がついたと考えられる。

「子どもの視点」に書かれた文章記述からは、「子どもの視点」に分類された文章記述の数は多くはないが、授業を考えていく時、教えられたカリキュラムレベルの授業構想だけでなく、学ばれたカリキュラムレベルでの授業構想もある程度必要であるのではないかと、ということを実職教員である受講者は感じ取っていると考えられる。筆者ら研究者には気付かない視点であった。

IMにポイントとなるところが表されているのか否かが不安という文章記述にあるような課題については、次

年度の更新講習で、Ⅲ2(1)イでも述べたように、受講者自身が講習前に作成したIMに加筆・修正・削除を加えながらふりかえる時に、筆者らが予め作成したねらいが書き込まれたIM、学習内容が書き込まれたIM、観察・実験が書き込まれたIMを一つの参考例として受講者に提示することで改善できると考える。

4. 本更新講習に対する受講者の評価の側面から

本更新講習に対する受講者の評価に関する検討は、本更新講習を主催した島根大学教育学部附属教師教育研究センターが、受講者に対して行った事後アンケートの該当項目に検討を加えることで行った。

(1) 事後アンケートの検討

検討を加えた事後アンケートの項目が表4に示されている。

表4 事後アンケート項目

- |  |
|--|
| <p>① 本日の講習内容はご自身のニーズにあったものでしたか。</p> <p>② 講師の説明はわかりやすかったですか。</p> <p>③ 今回の講習に対するご意見・ご感想がありましたらご記入ください。</p> |
|--|

①, ②の項目に関しては、4つの評定尺度（そう思う、だいたいそう思う、あまりそう思わない、そう思わない）から受講者が一つを選ぶ。③の項目に関しては、受講者の自由記述である。

受講者によって行われた評定は、項目①, ②とも評定4が7名、評定3が5名であった。項目3は、5名が無答で残る7名から17の文章が書き出された。これらを筆者らが分類すると、「IM」、「実験」、「授業づくり」、「講習の雰囲気」の4つに分類できた。表5には、分類項目とそれに分類された文章記述例が示されている。但し表5には、肯定的な意見や感想、筆者らの都合の良い文章記述だけを例示したのではない。筆者らが読む限りでは、17の文章記述に本更新講習に対する否定的な意見や感想は記述されていなかった。

表5中の分類「IM」には、4名の受講者からのべ6つの文章が書かれた。これらの文章記述には、始めて描くIMをどのように作成したらよいか少し難しく感じた記述や受講者が今後学校に戻って行う授業でIMを使ってみたいという思いが書かれていた。尚、表5中に※印が付された文章記述については後にとり上げ、検討を加える。

表5中の分類「実験」には、5名の受講者から5つの文章が書かれた。これらの文章記述には、実験のコツやポイントが分かりよかったという主旨の文章が書かれていた。

表5中の分類「授業づくり」には、2名の受講者から2つの文章が書かれた。これらの文章記述には、本更新講習において筆者らが意図した単元のねらいや学習内容、観察・実験などの授業の組み立て方や考え方に関する文章が書かれていた。

表5中の分類「講習の雰囲気」には、3名の受講者から3つの文章が書かれた。これらの文章記述には、分からないことが聞きやすかったなどの講習の雰囲気に関する文章が書かれていた。

## (2) まとめ

アンケート項目①における評定及び、項目③において受講者によって書かれた意見や感想からは、次の点が考えられる。更新講習計画書の段階において講座名を「理科実験が苦手な人のための小学校理科実験講座」として、更新講習の対象教員の範囲と実験を主たる活動として講習内容を限定した。そのため、同じような興味関心と動機を持つ受講者が集まったため、受講者のニーズに応えられた。

アンケート項目②における評定及び、項目③において受講者によって書かれた意見や感想からは、次の2点が考えられる。第一に、実験時や講習の雰囲気からは、概ね受講者に分かりやすい説明がなされていた講習であった。第二に、IMづくりの説明の際に、さらに受講者に分かりやすい説明となるように次年度の更新講習の際には改善を加えなければならないという課題が残された。

これらのことから本更新講習は、概ね受講者のニーズに応えた分かりやすい内容であったといえる。この面からは次年度以降の更新講習の際にも、本年度と同様な対象に向けて同様な内容と方法でもって行えばよいと考えられる。

ここで表5において※印を付した文章記述について特に考察したい。この文章記述は、Ⅲ2(1)ウ及びⅢ3(2)において「次年度の更新講習の際には、筆者らが予め作成したIMを受講者に一つの参考例として提示する。」と具体的な改善方法を記述した部分に相当するといえる。

この部分は、受講者自身が講習前に作成したIMに加筆・修正・削除を加えながら講習全体をふりかえり、かつふりかえた内容を受講者同士共有するのが筆者らの意図した文脈での更新講習の流れである。しかし、受講者はこれだけでは不安であると捉えていると考えられる。そこで受講者は、講師である筆者らが予め書いたIMを一つのゴールとして見据えながら、IMをふりかえりたり共有したいと考えていると捉えられる。すなわち、

表5 意見・感想の例

分類	文章記述
IM	理科実験が苦手ということで選択したが、授業の構成のためのイメージマップ作りが少し難しかった。
	外化の方法としてのイメージマップのよさを実感しましたが、自分が書いたマップが、ポイントをついているのかどうかよくわからず不安も残りました。(※)
	これから理科の授業をする時、単元のはじめにイメージマップを書くというのをやってみたい。
実験	実験になってからのお話では、授業や実験のコツを紹介してくださりととても参考になった。
	この講習をきっかけにして、実験に「自信」がもてるように、教科書をよく読みたいと思います。
	実験のコツやポイントを教えていただけ、すぐに授業に役立てる内容があり、よかったです。
授業づくり	単元の学習内容、ねらいなどの組み立て方や考え方等を分かりやすく教えていただいた。
	教師が学習指導要領解説や教科書をよく読むこと、わかったつもりでなく外化して整理して授業することの大切さがよくわかりました。
講習の雰囲気	途中の質問にも快よく答えてくださり、わからないことを聞きやすい講習であった。

自由に連想語が記入できるIMでありながらも、目指すべき方向性を具体的に受講者に提示してほしいと考えていると思われる。この点を考慮して、次年度以降の更新講習では、受講者自身が講習前に作成したIMに加筆・修正・削除を加えながらふりかえる時に、筆者らが予め作成したIMを提示することにした。

だが、この点は次のように考えられないだろうか。教師には教師一人ひとりの単元の捉えや教材観や授業観があるはずである。それが教師の持つ個性といえる。筆者らが予め作成したIMを一つのゴールとして見据えたり、目指すべき方向性として捉えるのもよい。しかしこれでは、筆者らの頭の中にあるIMの連想語とそれに伴う連想系列を「正解」として捉えているとは言えないだろうか。講義・演習・観察・実験において、単元の教育内容や教育方法を正確に捉え、それをIMに外化するのは、12名の受講者が12通りの表現方法があるのではないだろうか。

#### IV. おわりに

本稿では、小学校理科第4学年の小単元「水を熱するとどうなるか」を事例として、IMに書き出された単元のねらいや学習内容・方法に対する更新講習前後の捉えの類似点・差異点を受講者がモニターし、自己評価することで、単元理解を図ろうと意図した更新講習の実際を事例的に報告した。

更新講習において作成されたIMなどに検討加えた結果、次年度の更新講習の際には、「小学校教員」、「理科実験が苦手」という同じようなニーズを持った受講者を対象にして、今回筆者らが提案した文脈での更新講習を行う場合、次の点を加えればより受講者の満足度が高い更新講習が行えると考察できる。

受講者が講習前に作成したIMに加筆・修正・削除を加えながらふりかえる時に、筆者らが予め作成したIMを一つの参考例として受講者に提示する。

これにより、講師である筆者らが予め書いたIMを一つのゴールとして見据えながら、講習がふりかえられる。そのため、自由に連想語が記入できるIMでありながらも、目指すべき方向性を具体的に受講者が気付くことが期待される。

さらに、次の2点の改訂を加えればよりよい更新講習が行える可能性があるかと考察できる。

第一に、『解説理科編』と教科書を対比させながら、受講者が単元のねらいや学習内容・方法を俯瞰する前に、次の説明を加える。『解説理科編』には、単元のねらい(目標)がまず最初に明記された後、教員が指導する際に各単元で扱う内容だけでなく、探究のさせ方や他の単元との関連や既習事項の活用などが明記されている。それらが子どもの行動目標となって文章や図表等となって表現されているのが教科書である。そして教科書では、学習課題である〈はてな?〉が記述され、〈はてな?〉を解決するための観察・実験が設けられている。観察・実験

の結果を学習課題である〈はてな?〉に一旦戻って子どもに考えさせるような構成になっている。これが探究の過程であり、子どもに考えさせる部分が各学年の学年目標となっている部分である。これらの説明を加えることにより、IM上に書き出されるべき「ねらい」、「学習内容」、「観察・実験の内容・方法」が明確になることが期待される。

第二に、観察・実験の説明の際に、本単元では加熱時間が独立変数、水の温度変化が従属変数になる測定に加え、水の温度変化が独立変数、水のすがたの変化が従属変数になる観察が必須となることの説明を行う。加えてこの時、水を熱していき、100℃近くになると沸騰した水の中からさかんにあわが出てくることを観察し、見えない水蒸気の存在を温度の変化と関係付けて捉えることの説明も加える。これにより水を熱する実験の時に、加熱時間と水の温度、水の温度と水の様子を関連づけた観察・測定が行われるはずである。すなわち、第4学年の学年目標が達成が期待される。

#### 註

- 1) 水越他:「映像視聴能力の形成と評価に関する実証的研究」、『放送教育研究』,Vol.10,pp.1-20,1980.
- 2) 栢野他:「エネルギー・環境教育的アプローチを導入した高等学校化学に関する実践的研究」、『科学教育研究』,Vol.24(1),pp.40-48,2000.
- 3) 栢野:「いろいろなエネルギーを実感をもって理解させる小学校エネルギー教育カリキュラムの開発」、『エネルギー環境教育研究』,Vol.2(2),pp.5-13,2008.
- 4) 栢野,森:「いろいろなエネルギーを実感をもって理解させる中学校理科実験教材の開発」、『エネルギー・環境教育研究』,Vol.3(2),pp.11-18,2009.
- 5) 栢野,森他:「イメージマップを用いた学習支援に関する実践的研究」、『北海道教育大学紀要』,Vol.61(2),pp.229-241,2011.
- 6) 栢野他:「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」、『北海道教育大学教職大学院紀要』,Vol.2,pp.85-98,2012.
- 7) 栢野,森他:「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.
- 8) 栢野,森他:「「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.
- 9) 栢野,森:「イメージマップを用いた小学校教員の授業づくり支援の試み」、『島根大学教育臨床総合研究』,Vol.13,pp.125-138,2014.
- 10) 一覧表への集計方法と一覧表の読み取りは、前掲した筆者らの先行研究7)を参考にした。