

指導と評価の一体化のあり方

- 理科の学習における評価のあり方 -

高知市立一宮中学校 教諭 横田 康長

高知県教育センター 指導主事 山崎 雅史

要旨

新しい学習指導要領が実施され、目標に準拠した評価方法が求められるようになった。そこで、本研究では、目的意識をもって観察・実験を行い、科学的な見方、考え方や自然に対する総合的な見方を養うために、小・中・高等学校での関連する単元の目標や学習内容の系統性を明らかにした上で、実践する単元の評価規準を設定し、小学校での学びを、中学校、高等学校での学習へとつなげていくことができる指導方法の開発を行うことにした。そのため、ウェブマップを用いて検証授業を行い、生徒の知識・理解や科学的な思考を把握し、生徒への支援や教師の具体的な指導の改善に生かすこととした。

キーワード：中学校、理科、ウェブマップ、学習カード、ワークシート

1 はじめに

新しい学習指導要領が実施され、目標に準拠した評価方法が求められるようになった。しかし、実践にあたっては、いくつかの課題があった。例えば、「評価方法が従来のペーパーテストを中心としたものに偏ってしまい、4観点すべてを総合的に評価できていない」「評価が学習目標実現のための指導にフィードバックされず、授業改善に生かされていない」「多様な方法による評価が行われていないため、客観性を欠いた評価になってしまう」「小・中・高等学校の学習内容の系統性の把握が不十分で、各単元の学習目標を系統的にしっかり設定できていない」などである。また、今回の学習指導要領の目標では、小学校では「見通しを持って」中学校では「目的意識を持って」高等学校では「自然に対する関心や探求心を高め、観察、実験などを行う」と明記され、一貫して子どもたちの主体的な学習を重視することが求められている。

本研究においては、評価におけるこれまでの課題を克服し、目的意識をもって観察・実験を行い、科学的な見方、考え方や自然に対する総合的な見方を育成するために、小・中・高等学校での関連する単元の目標や、学習内容の系統性を明確にした上で、実践する単元の評価規準を設定し、小学校での学びが中学校での学習に生かされ、さらには、高等学校の内容へとつなげていくことができるような指導方法の開発を行いたいと考えた。また、検証授業では、評価方法として、ウェブマップや学習カード・ワークシートを用い、そこに表されている内容を評価規準に照らし合わせて分析することによって、努力を要する状況(C)と判断した生徒への適切な支援や教師の指導方法の改善に生かしていきたいと考えた。

2 研究目的

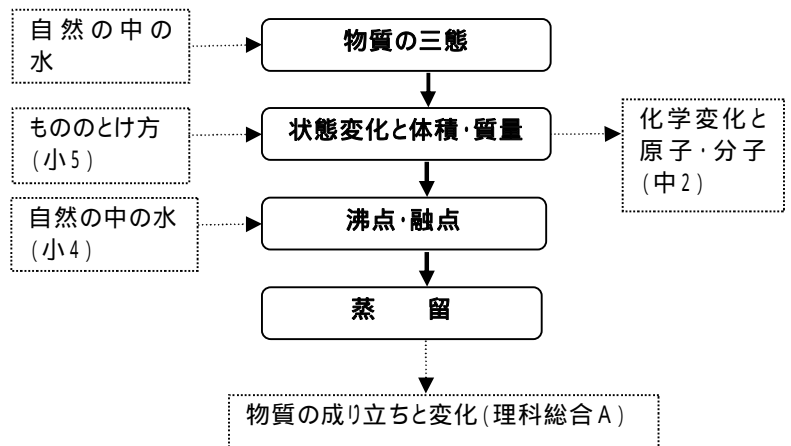
本研究においては、中学校1年生で学習する「物質のすがたと状態変化」の単元を取りあげ、この単元と関連が深い他の単元とのつながりを、単元系統関連図や、単元関連系統表を用いて把握する。さらに、生徒の小学校での学習目標に対する実現状況を把握し、生徒の実態に即した評価計画を作成するために、単元の導入で、ウェブマップという概念構造図を作成させ、単元学習前に補足が必要であると考えた内容を明らかにする。ウェブマップは、まとめでもう一度作成させて、生徒の自然事象についての知識・理解や科学的な思考を評価し、生徒の学習目標に対する実現状況を見取ることとする。単元途中の評価方法として、学習カードやワークシートなどを用い、それぞれの時間で、生徒の学習目標に対する実現状況を把握し、努力を要する状況(C)と判断した生徒に対する適切な指導や支援を行う。これらの取組を通して、指導と評価の一体化を図ることとする。

3 研究内容

(1) 関連する単元の系統性の分析

今回取り上げた中学校1年生の「物質のすがたと状態変化」という単元の学習内容は、図1のように、小学校4年生で水を熱したり冷やしたりして水の状態を調べた学習とつながっている。また、小学校5年生では、ものの溶け方の単元で、質量や体積を測定する方法を学習している。さらに、ここでの学習は中学校2年生の「化学変化と原子・分子」および、高等学校での「物質の成り立ちと変化」につながっている。

特に、今回取り上げた「物質のすがたと状態変化」の学習内容は、図2のように小学校4年生で学習した内容と関連が深い。そこで、小学校4年生の単元目標がどれだけ定着しているかを、表1に示す5項目の内容で分析を行った。さらに、小学校での学習目標に対する実現状況を把握した後、学習する単元の学習目標にもとづいて評価計画を作成した。



【図1 単元のつながりを表した図】

小学校4年（地球と宇宙）

水が水蒸気や氷になるようすを観察し，温度と水の変化との関係などを調べ，水の状態変化についての考えをもつようにする。

中学校1年（身の回りの物質）

身の回りの物質についての観察，実験を通して，固体や液体気体の性質，物質の状態変化について理解させるとともに，物質の性質や変化の調べ方を身に付けさせる。

【図2 物質のすがたと状態変化の単元関連系統表】

- 「水の温度が100 になると沸騰する」ことが表現できている。
- 「沸騰している間は温度が変わらない」ことが表現できている。
- 「水は水面や地面などから蒸発し，水蒸気になる」ことが表現できている。
- 「水は温度によって，水蒸気や氷に変化する」ことが表現できている。
- 「水は，固体、液体、気体に変化する」ことが表現できている。

【表1 分析のための5項目】

(2) 関連する単元の系統性の分析にもとづく評価計画

まず、単元の導入でウェブマップという概念構造図を作成させ、その結果をもとに、本単元の評価規準や具体的な指導方法の改善に生かすことにした。単元途中の評価方法としては、学習カードやワークシートなどを用い、それぞれの時間で、生徒の学習目標に対する実現状況を把握し、努力を要する状況と判断した生徒に対する適切な指導や支援を行うことにした。さらに、その結果を次時の学習内容の構成や指導方法を見直すための資料とした。また、単元のまとめでもウェブマップを作成し、生徒の学習目標に対する実現状況を見取ることとした。

(3) ウェブマップの作成

ウェブマップ活用のねらい

ア 学習前に実施するねらい

学習前に作成されたウェブマップを、小学校の関連する単元の学習目標と照らし合わせて分析することで、既習内容や用語の定着率を把握することができる。そのことをもとに、単元の内容構成を工夫したり、指導方法の改善の方向性を明確にすることができる。ウェブマップを

作成させる前には、小学校の指導目標の分析が不可欠である。

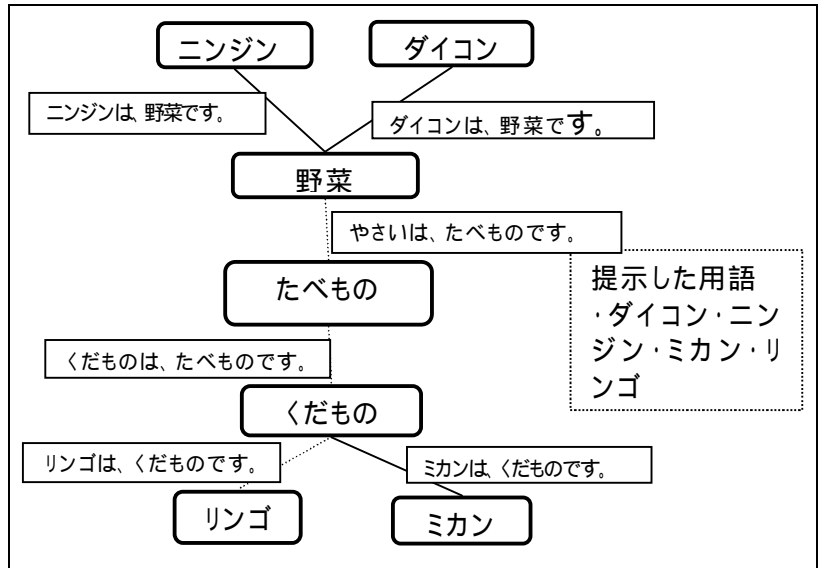
イ 学習後に実施するねらい

単元の学習が終了した後、もう一度ウェブマップを作成させることで、生徒の自然事象についての知識・理解や科学的な思考についての評価を行うことができる。特に、ペーパーテストでは十分評価しきれなかった科学的な思考の分析が可能となる。また、学習内容を階層的に表現させることで、用語のもつ意味を科学的な概念にもとづいて整理する学習効果もある。

ウェブマップの作成方法

ウェブマップとは、中心に単元で学習するテーマを簡潔に表現した用語をキーワードとして書き、そこから学習に関連する他の「用語」を、自分の考えをもとに関連付けて記入しながら、そのつながりを自由に表現させた概念構造図である。(図3参照)

しかし、ウェブマップは、書くことになれていないと作成することが難しい。そこで、今回は小学校の関連する単元内容から必要と思われる用語を、カードにして事前に準備した。図4は、実際に使用した様式に、作成方法の説明を加えたものである。



【図3 ウェブマップの記述例】

理科学習カード(ウェブマップ) 言葉のつながりを考えて、今までの学習を整理しよう。 1年 組 番氏名

☆約6時間かけて物質の変化には、どんなことでどんな性質があるかを学習しました。そこで今までの学習を整理するために、右の言葉を使ってウェブマップを作成しなさい。 物質、氷、水蒸気、気体、液体、固体、体積、質量、温度、沸騰、蒸発、変わらない、上がる、下がる、融点、沸点、蒸留

【カード置き場】

小学校で学習した内容や中学校で今までに学習してきた重要な用語を示してある。
この用語以外で、関連する用語があれば付箋紙等を利用して付け足してもよい。

この単元で学習するテーマを簡潔に表現した用語をキーワードとして書く。

自分や他人に分かりやすく、作成したマップの全体的な説明を書く。

本実践では、事前に必要なカードを渡していたので、知らない用語や他のカードとつながらないと思うカードを置くことにした。

第一円には、中心のキーワードに直接関係があると考えた用語を書き、第二円はさらに関連すると考える用語を書く。同心円にすることで、中心のテーマに関して、いろいろな角度からの関係性や関連性を表現することができる。

マップの解説

【図4 ウェブマップの用紙】

(4) 習カードの活用について

学習カードは、図5のような様式のものを使用した。授業のねらいをはっきりさせるために今日の学習のねらいを「学習ねらい」の欄に記入させた。「キーワード」の欄は、毎時間の終わりに今日の授業で学習した重要な用語を書かせ、単元の終わりに書かせるウェブマップにつなげた。また、学習カードにある自己評価表は、授業及び自己を振り返っての評価を書かせた。

理科学習カード							
単元名 [] () 年 () 組 () 番氏名 ()							
月日	学習ねらい	成果	意図 欲心	方学 び	協力	キーワード (授業で学習して重要ポイント)	チェック
4/11 (木)	ガスの分子 と水分子	4・3②1	4・3②1	4・3②1	4・3②1	ガスの分子と水分子の 違い	
4/15 (月)	状態変化 後の変化	4・3②1	4・3②1	4・3②1	4・3②1	状態変化	
4/19 (木)	授業を振り返って の自己評価を 記入する	4・3②1	4・3②1	4・3②1	4・3②1	授業の重要ポイント をキーワードとして 記入	
4/22 (月)	アルコールの沸点	4・3②1	4・3②1	4・3②1	4・3②1	アルコールの沸点	
4/25 (木)	状態変化と 温度変化の関係	4・3②1	4・3②1	4・3②1	4・3②1	混合物と純粋な物質	
4/28 (木)	エタノールの 蒸留を調べ	4・3②1	4・3②1	4・3②1	4・3②1	蒸留	

【図5 理科学習カードの形式】

(5) ワークシートの活用について

実験の時は、図6のような形式のワークシートを使用した。実験によって、これにグラフ等が入るが、記入する場所と流れは変わらない。

ワークシートの最初には、実験へ目的を持って取り組めるように、実験の予想を書かせる場所を設けた。実験の説明のあとに実験や観察の結果を記入するところを設けた。そして、実験の結果をもとに考察したことを記入させる場所をその下につくった。また、すべてのワークシートには、最後に必ず「今日の実験で疑問に思ったりわからなかったところ」を書く場所を設けた。

実験8 ロウが状態変化するときの体積や質量がどうなるか調べよう

【予想】 1年組 番氏名

ロウが液体から固体に変わったとき、体積や質量はどうなると思いますか。

質量は変わらない、体積は減る。


【実験手順】

① ロウを試験管に入れ、あたためて液体にし、液面に印をつけておく。

② (1)の試験管ごと発泡スチロールの支持台にのせ、液体のロウの質量をはかる。

③ 冷やして、固体のロウにする。(冷えにくいときは、冷水などで冷やす。)

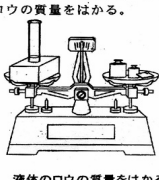
④ 試験管ごと、固体のロウの質量をはかる。



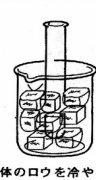
液体のロウ

マシジックで印をつける。

ロウの体積をはかる



液体のロウの質量をはかる



液体のロウを冷やして再び質量をはかる

【実験結果】

試験管	34.9	液体のロウの質量	32.8
ロウ+試験管	32	固体のロウの質量	32.8
質量の変化	0.1	体積の変化	減る

【考察】

(2)の結果を下の表に記入し、質量の変化を求めよう。

固体になったロウの体積はどうなりましたか。

減る。

【疑問に思ったりわからなかったところ】

ロウの体積は、液体のときと比べてどうなったか。また、水の状態変化とちがいは、どこか。

減る。

水の体積は減るが、ロウの体積は減る。

水のものとは違う。

【図6 ワークシートの形式】

4 実践の内容

(1) 学習前に作成したウェブマップの分析

分析の実際

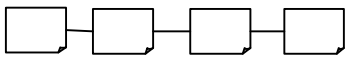
学習目標の定着率を探るための五つの項目に対して、ウェブマップの中に表現されていたと判断した割合は、資料1に示したとおりである。これを見ると、「水の温度が100になると沸騰すること」や「水が蒸発すると水蒸気になること」を表せた生徒は約50%であった。「水が沸騰している間は温度が変わらない」ことを表せたものは9%であった。また、「水は温度によって水蒸気や氷に変化する」ことや「水は固体、液体、気体に変化する」ことをウェブマップで表せたものは約40%であった。

水は温度が100になると沸騰する	51%
水が沸騰している間は温度が変わらない。	9%
水は水面や地表などから蒸発し、水蒸気になる。	54%
水は温度によって、水蒸気や氷に変化する。	40%
水は、固体、液体、気体に変化する	39%

次に、作成されたウェブマップを調べたとき、ウェブマップの形は大きく4種類に分けることができた。以下生徒たちの書いたウェブマップを参考にして、4つの特徴を説明する。

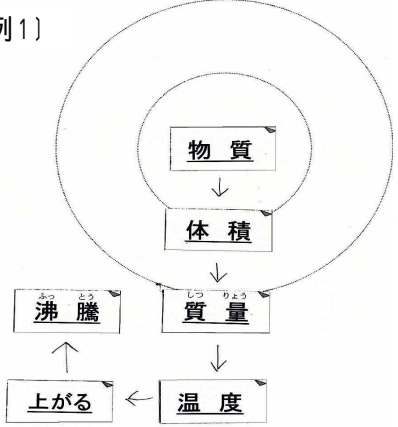
【資料1 5項目の割合】

直線型

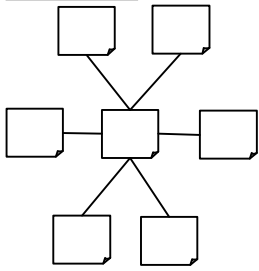


「物質」という用語に、「体積」「質量」「温度」「上がる」「沸騰」のカードを直線的につなげている。これは、「物質には体積があり質量があり、温度が上がると沸騰する。」というような直線的な思考の流れがそのまま表現されたもので、生徒の思考が1対1と狭い範囲に限定されているためである。

(記入例1)

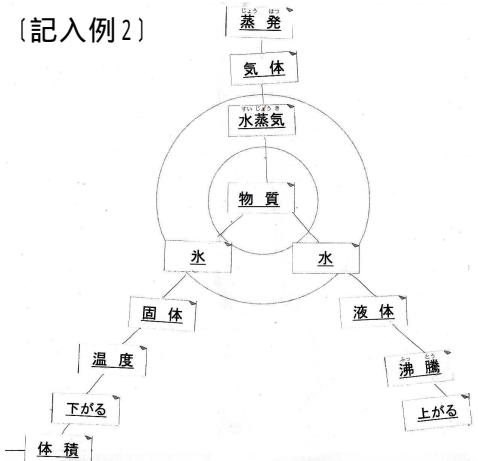


発散型



「物質」という用語のまわりに「水蒸気」「水」「氷」という具体物を示すカードをつなげ、それぞれに関係する用語を直線的につなげており、枝分かれが見られない形である。物質の特徴を別々に考え、ウェブマップを作成していると考えられる。温度による物質の変化の関係を、一般的な概念としてとらえきれておらず、ひとつひとつの用語に広がりが見られない。

(記入例2)



分岐型

「物質」という用語につながるカードを、「液体」「気体」「固体」としている。温度による物質の状態変化や、物質の状態を示す言葉を理解し、それぞれの用語のつながりを階層的に表現している。

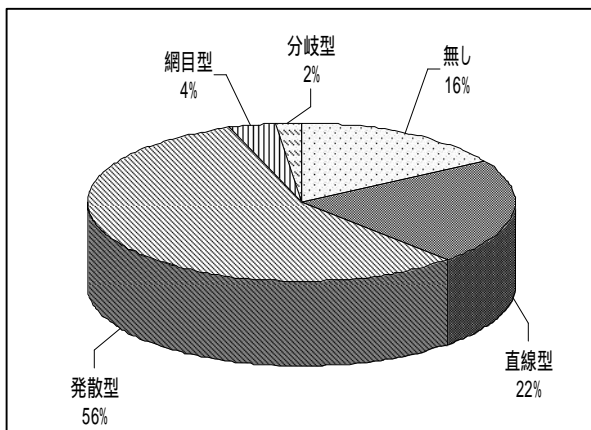
(記入例3)

網目型

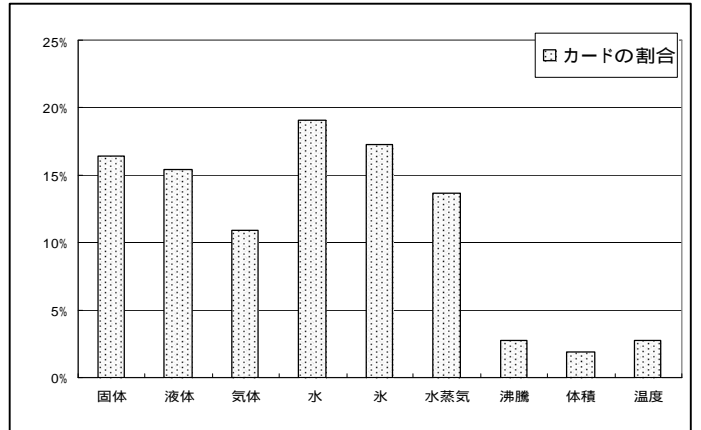
「物質」という用語につながるカードを、「液体」「気体」「固体」としている。また、「水」「水蒸気」「氷」を階層的につなげ、「温度の変化」や「沸騰」といった現象とリンクさせ、温度による物質の変化の関係を、一般的な概念として表現している。

(記入例4)

ウェブマップの形は、図7のように4種類の中でほとんどが発散型であった。また、物質を中心として第1円に配置した用語は、図8のように全部で9種類であった。この中で「水」「氷」「水蒸気」「液体」「固体」のカードが多かった。その結合状態も、「水」は「液体」、「氷」は「固体」、「水蒸気」は「気体」と結びついていることが多かった。次に、作成されたウェブマップから、用意した15種類のカードうち、使われていない用語を見ると、図9のように、「体積」と「質量」が多かった。

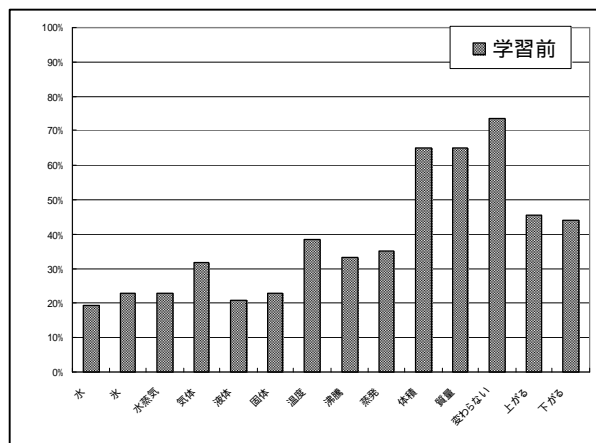


【図7 ウェブマップのリンクの形式】

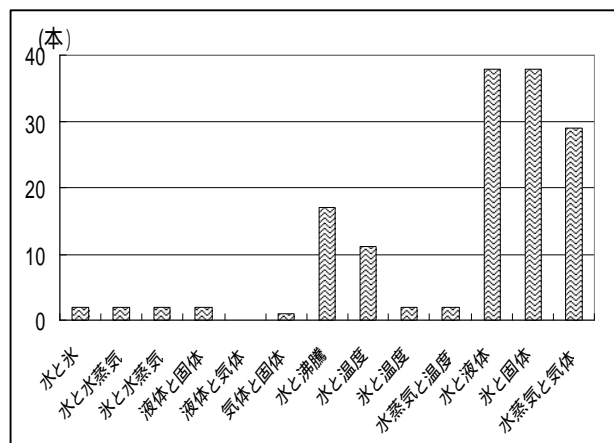


【図8 第1円に配置したカードの種類】

また「上がる」「変わらない」「下がる」という用語もあまり使われていなかった。カード間の結合状態を調べても、これらのカードが他のカードと結合している本数は少ないことが分かる。図 10 のように、ウェブマップに使われている用語の結合が多かったのは、「水」と「液体」、「水蒸気」と「気体」、「氷」と「固体」という関係であった。しかし、「固体と液体と気体」や、「水と水蒸気と氷」の三つを結合させて表現していたものは少なく、さらに、「温度」の関係を示したものはわずかであった。



【図 9 使われていない用語の割合】



【図 10 用語の結合関係】

明らかになった生徒の課題

生徒が作成したウェブマップに表された内容のうちで、水の蒸発と沸騰に関して表現されたものは50%以上あったが、温度との関係や、水蒸気という物質の存在を表現できていない場合が多かった。また、「水は温度によって、水蒸気や氷に変化する」や「水は、固体、液体、気体に変化する」を表しているウェブマップは約40%あったが、「水」の状態変化を「氷」と「水蒸気」と関連づけてとらえられていない場合が多く、ウェブマップの形が、ほとんど発散型であったことから、「水は温度によって固体、液体、気体に変化する」ことが具体的なイメージとして理解されていないと考えられる。

また、「水が沸騰している間は温度が変わらない」ことをウェブマップにあらわしているものも9%にとどまっている。ウェブマップに使われている用語の結合状態の分析からも、「水は液体」、「水蒸気は気体」、「氷は固体」という関係は表現しているが、同じ物質が温度によって姿を変えたものであることを示す結合関係を表現した生徒が少なかった。このことより『「水」が沸騰している時は温度が変化しない』ことがほとんど定着できていないことがわかる。

用語に対する知識・理解の面では、生徒がウェブマップを作成しているとき、数名の生徒から「物質て何?」という質問がでた。「物体をつくっているもの」と説明したが、「物体と物質はどこがちがうのか」という質問が起こったので、「物体」と「物質」についての捉え方が不十分であることが分かった。また、ウェブマップにも「質量」「体積」という用語が使われていないことから、小学校5年生で学習する「体積」や、中学校1年生で学習する「質量」の意味が、十分理解されていない実態が明らかとなった。

授業改善の方向性

「物質は温度によって固体、液体、気体に変化すること」が具体的なイメージとして理解されていないことから、「ガスバーナーを使った食塩の融解」や「熱湯による低融点金属の融解」などの演示実験を行った。普段見たことのないこれらの変化を見せることで、生徒に驚きと興味を起こさせ、物質は温度によって固体、液体、気体に変化するというイメージを

持たせることにした。

また、「状態変化と温度の関係」を理解させるために、水と水以外の物質であるエタノールを取り上げ、2つの物質をそれぞれのポリエチレン袋に入れ、熱湯をくわえたときの変化を比較させることで、沸点と状態変化をするときの温度との関係を理解させることにした。用語の意味については、毎時間の学習カードに「キーワード」として記入させ、知識・理解の定着を図っていくとともに、単元の終わりでウェブマップを作成するときの用語として使用できるよう、授業の始めに繰り返し復習することを心がけることにした。

(2) 評価の実際

ロウの状態変化の実験での自然事象への関心・意欲・態度の評価規準「水以外の物質が状態変化するときの体積や質量の関係について予想し探求しようとする」について

ア 指導の留意点

学習することが、日常生活で見られる事象と関連づけできないと、実験や観察を行うとき見通しをもった仮説や予想をたてることができず、意欲的に学習へ取り組むことができない。ウェブマップの分析より、水の状態変化や「体積」「質量」についての学習が十分理解できていない生徒がいたので、水についての状態変化を実際に目で確かめた上で、水以外の物質の体積変化に興味・関心をもたせることにした。

イ 授業の工夫・改善

実験の予想を立てやすくするために、アルコールにドライアイスを入れた寒剤を用いて水の体積変化が明らかに分かるように示した。さらに、実験の目的をはっきり意識させるために、学習カードを用い、各自が自分の予想を書き、授業の中で発表させた。評価はワークシートに書かれたそれぞれの記述や、「今日の実験で疑問に思ったり分からなかったところ」の欄の記録内容により、自然事象への関心・意欲・態度を見取ることにした。

また、実験装置がうまく組み立てられなかったり、どういう視点で実験を観察していけばよいか分からない生徒を見ぬからないよう、座席表をもとにした評価カードを作成し、それぞれの生徒につまずきがないかチェックすることにした。

ウ 授業に現れた生徒の実態と指導・支援

水の状態変化による体積変化の演示実験の後、ロウが液体から固体に変わるときの体積や質量がどのように変化するか予想を立て、ワークシートに書かせた。(資料2参照)

【資料2 生徒の記入した予想】

- | | |
|--------------------|----------|
| ・体積は増えて、質量は同じだと思う。 | ・増える。 |
| ・体積は減って、質量は変わらない。 | ・固まる |
| ・体積も質量も変わらない。 | ・体積は増える。 |
| ・質量は変わらなくて体積は増える。 | ・おおくなる。 |

以上の様に、体積と質量の関係に着目して予想を立てることができた生徒は、自然事象への関心・意欲・態度においておおむね満足できる状況(B)と判断し、全体で80%が達成できた。体積や質量についての用語の意味を理解できていなかった生徒も、水の体積変化を見ることで、実験の目的を理解し、課題意識を持つことができた。次に、実験後のワークシートに書かれた疑問の例としては、次のようなものがあった。(資料3参照)

【資料3 今日の実験で疑問に思ったり分からなかったところ】

- | |
|--|
| ・他のものではどうなるのか。 |
| ・かたまってへこむということが不思議だった。 |
| ・どうしてロウは固まらせると体積が減るのか、なぜ水はこおらすと体積が増えるのか。 |

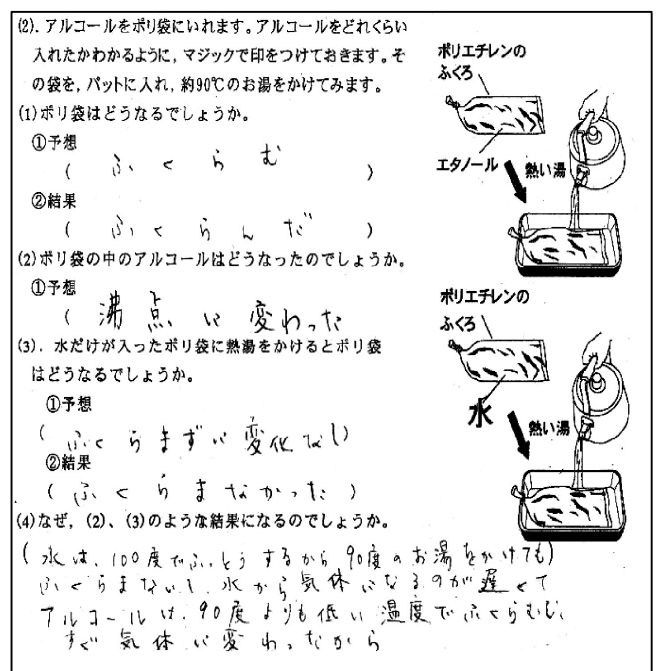
こうした疑問を記入した生徒については、実験の結果から次の学習課題を見つけようとしており、自然事象への関心・意欲・態度においては十分満足できる状況（A）と判断することができた。ワークシートに書かれている疑問は、次の時間の授業で紹介するとともに、発展的な学習として補足説明を加えるなどして、自然の事象への興味・関心を高める手立てとした。予想が書けていない生徒には、次の時間の実験や、結果をノートにまとめるとき机間指導を行い、個別につまずいている箇所を確認し、アドバイスを行うことにした。また、実験が全くできなかった生徒は、放課後に実験のやり直しを行うなかで、学習への興味付けを試みた。エタノールの沸点を測定させる実験での観察、実験の技能・表現の評価規準「物質の加熱時間と温度との関係を、正しくグラフに表すことができる。」について

ア 指導の留意点

実験で測定を行い、測定によって得られた結果をグラフにするという活動を生徒が行うとき、実験の目的をしっかりと意識していないと何のためにグラフを書いているのか分からないだけでなく、得られた結果をもとに考察することができない。また、得られた結果をグラフに正しく書くことが沸点の理解につながるが、正しくグラフが書けていないと、そこから規則性を導き出しにくい。そこで、エタノールの沸点の測定を、目的意識をもって行えるようにし、実験の結果を正しくグラフに表現できる具体的な手立てをすることにした。

イ 授業の工夫・改善

エタノールの沸点の測定を行う前に、ポリ袋による演示実験をおこない、エタノールの沸点測定の実験結果の予想を立てる手がかりにした。この演示実験では、水が沸騰する温度が100で、エタノールは沸騰する温度がそれより低いことを予想させるために、水の入ったポリ袋とエタノールが入ったポリ袋に90の熱湯を加える実験を行い、結果の違いを生徒に考えさせた。（図11参照）



【図11 水とエタノールの沸点】

エタノールの沸点を測定する実験では、ワークシートに実験の手順を簡潔に示して実験方法を確認させ、実験が正確に行えるように、協力して実験を行うように指示した。また、グラフを正確に書けるよう正しくグラフを書く視点を、資料4のように3点にして指導を行った。

【資料4 グラフを正しく書くための視点】

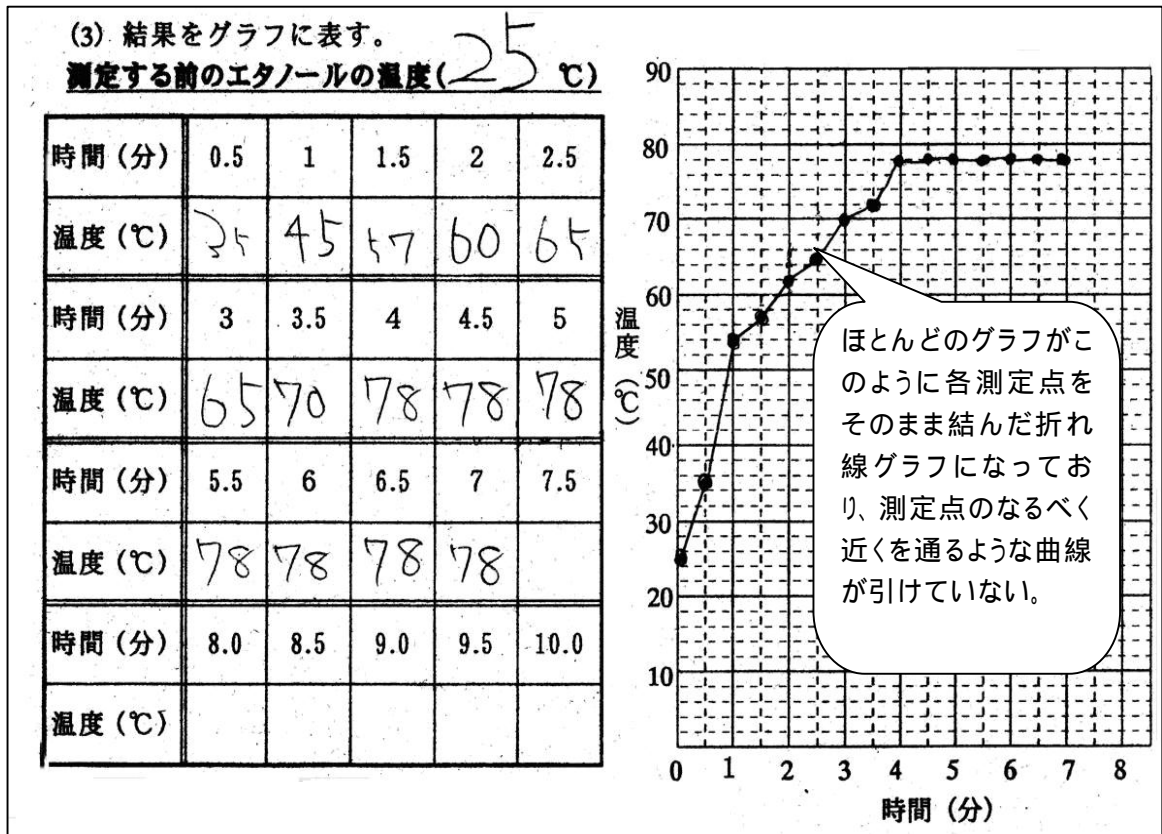
- ・ 水と同じように物質が沸騰しているときは、温度が変化しない。
- ・ 測定値を「・」や「×」ではっきりしるす。
- ・ すべての測定値のなるべく近くを通るような直線や曲線（折れ線ではなく）で引く。

ウ 授業に現れた生徒の実態と指導・支援

この観点については、ワークシートに書かれた実験の記録から見取りを行った。

実験での支援では、ガスバーナーの火力が強すぎエタノールが蒸発してしまって温度の測定ができなかったところがあった。このときは、もう一度エタノールが入った試験管を渡し、バーナーでゆっくり加熱するように支援した。これにより、ほとんどの班がエタノールの沸点の測定を行えた。

測定後、実験の結果をグラフにすると、正しいグラフを書くための視点を示し、机間指導を行った。図 12 は、生徒がエタノールの沸点を測定し、その結果をワークシートへ記入したものである。このワークシートのグラフを見ると、「水と同じように物質が沸騰しているときは、温度が変化しない」という視点は満足できていたが、「すべての測定値のなるべく近くを通るような曲線を引く」の視点が不十分である。このように、エタノールの温度測定の結果をもとに、誤差を考えた正しいグラフに表せなかった生徒は全体の 41%いた。



【図 12 エタノールの沸点の測定】

そこで、ワークシートのグラフが正しく書けてないと判断した生徒は、次の時間に全体でグラフの書き方を復習するとき、机間指導を行って実験のまとめで使用したワークシートに、つまづいている点を確認しながら正しくグラフが書けるように支援を行った。

5 単元終了後のウェブマップの作成とその評価について

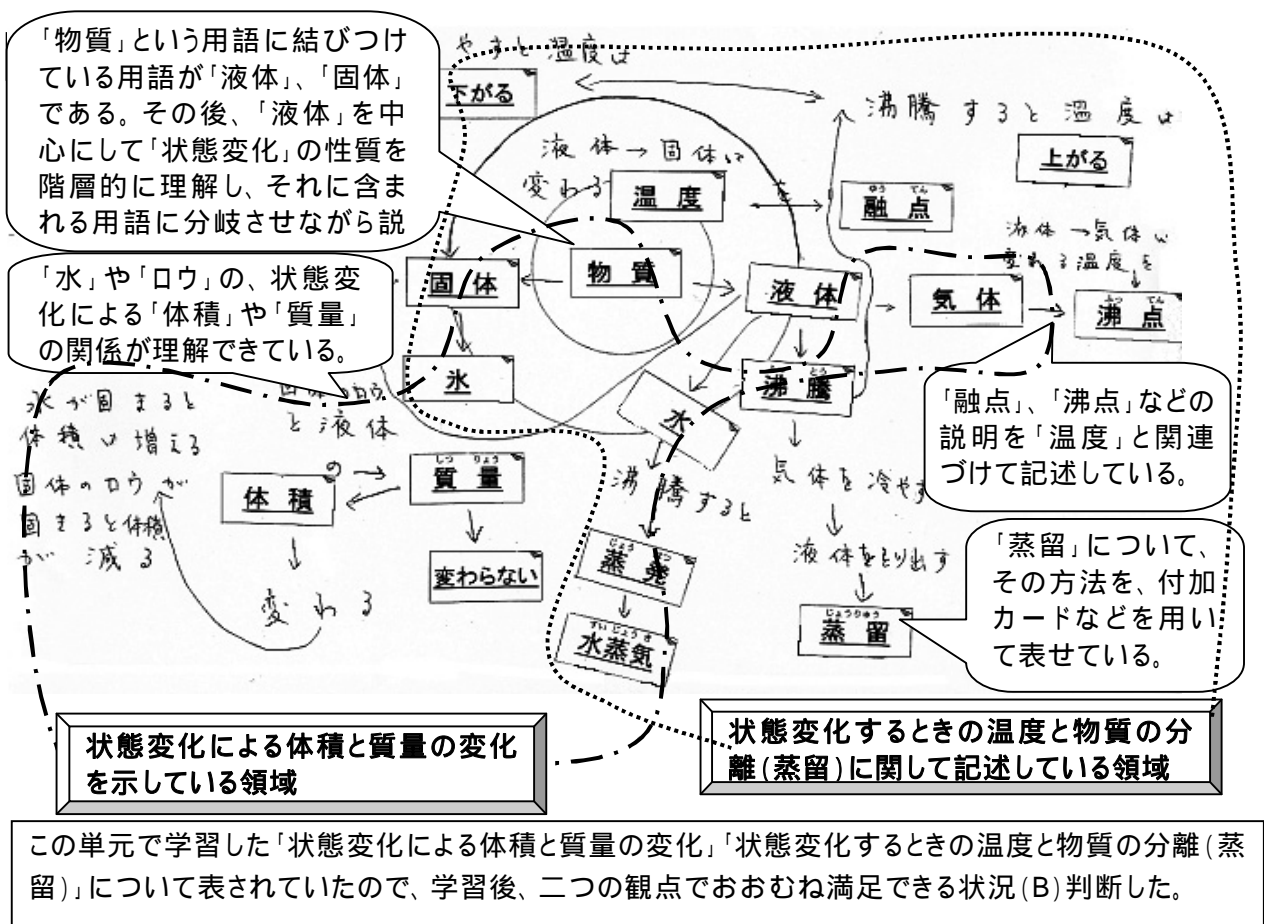
ウェブマップは、この単元が終了した 7 時間目にもう一度作成した。ここでは、本単元での学習目標の達成状況を見取るために、状態変化と体積や質量の関係を比較して表すことができる。【科学的な思考】 物質の沸点と融点や蒸留について理解し、知識を身につけている。【自然事象についての知識・理解】の二つの評価規準を設定した。

表 2 は、ある生徒が、この単元が終了したとき、うけた定期試験の結果を、評価規準に照らし合わせて、それぞれの正答率を見た結果である。これによると「物質の沸点や融点を理解し、知識を身につけている」が、試験結果だけでは、全く理解できていないことになる。

評価規準	割合
状態変化と体積や質量の関係を水と水以外の物質を比較して説明できる。	50%
物質の沸点や融点を理解し、知識を身に付けている。	0%
沸点の違いによって物質を分離することができることを理解し、知識を身に付けている。	57%

【表2 定期試験の結果】

図13は、表2で示した生徒が単元終了後に書いたウェブマップである。評価規準に照らし合わせて見ていくと「水」や「ろう」の状態変化による「体積」や「質量」の関係が理解できており、「融点」「沸点」「蒸留」などの説明を「温度」と関連付けて記述ができています。また、「物質」に結びつけている用語が「液体」「固体」であるが、「液体」を中心にして「状態変化」の性質を階層的に表現できています。このウェブマップはおおむね満足できる状況(B)と判断した。

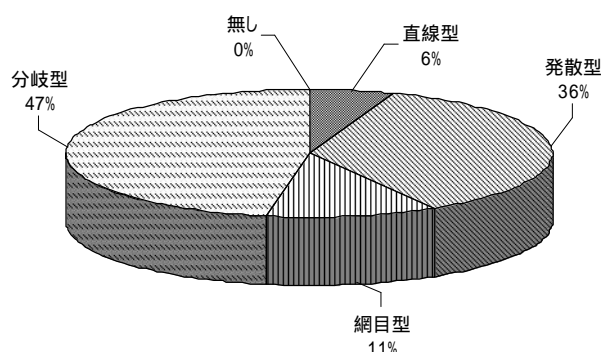


【図13 ウェブマップによる評価の例】

このように、「物質の沸点や融点を理解し、知識を身に付けている」という同じ評価規準で見取りを行う場合でも、一つの評価方法だけでは、生徒のもっている力の一面しか見とれないときがある。しかし、いろいろな評価方法を用いることで、生徒たちの力を多面的に見ることができると感じた。また、ウェブマップの分析から、全ての生徒に単元で学習したことが十分理解されているか、また学習目標に対する実現状況が不十分なところがどこかを見取ることができた。

さらに、図14・資料5に示すように、学習後に生徒が作成したウェブマップの形が、直線型や発散型の段階から、用語どうしのつながりをおさえた分岐型や網目型が多くなり、用語のつながりを説明

した記述が増えていることから、科学的な思考が高まってきたことを感じることができた。



【図 14 学習後のウェブマップのリンク形式】

類型	学習前	学習後
直線型	22%	6%
発散型	56%	36%
分岐型	2%	47%
網目型	4%	11%
記入無し	16%	0%

【資料 5 リンクの形式の推移】

6 成果と課題

小学校での学習内容がどれだけ定着しているかを探るために、授業の導入でウェブマップという概念構造図を作成させた。ウェブマップに表現された概念構造からは、子どもたちの既習内容における学習目標の実現状況を見取ることができると同時に、評価規準を達成させるための授業改善の方向性が明らかになった。ウェブマップは、その形で大きく4つに分類することができた。そこには子どもたちの自然事象についての知識・理解や科学的な思考の流れが特徴的に現れている。本実践では一単元しか分析を行っていないが、中学校の指導目標を、小学校の関連単元の指導目標と比較分析することは、小学校での学びを中学校に生かすためには不可欠である。また、子どもたちの描くウェブマップを直線的なものから、分岐型あるいは網目型に変えていくための授業改善の方向性を今後も探っていかななくてはならないと考えている。

「物質の沸点や融点を理解し、知識を身に付けている」という評価規準に対して、定期テストとウェブマップという異なる評価方法を用いて見取った例からもわかるように、多様な方法によって評価を行うことで、生徒の身に付けた力をさまざまな角度から把握することができ、より客観的な評価を行うことができると感じた。

ワークシートでの見取りも、これまで「きちんと提出し、学習したことを抜かりなく書いているか」の評価で終わってしまうことが多く、4観点にもとづいて評価することが少なかった。そのため、教師の指導の改善に十分に生かされていない傾向にあった。しかし、ワークシートを評価規準に沿って分析することで、努力を要する状況(C)と判断した生徒のつまずきを見取り、適切な指導や支援を行うのに有効であったし、次時の学習内容の構成や指導方法を見直すための資料としても役だった。しかし、努力を要する状況(C)と判断した生徒に対する支援の時間の確保と、支援後の評価をどのように行うかが課題となった。

ウェブマップによって学習内容を階層的に表現させることは、科学的な概念を育てる学習効果もあるが、その前提として、使われる用語の意味をしっかりと理解させておくことが重要である。学習カードに、大切な用語を「キーワード」として毎時間書かせたことは、自然事象への知識・理解の定着を図ることと、単元終了後にウェブマップを書かせるのに、大変有効であった。学習カードの自己評価表からは、生徒の自然事象への関心・意欲・態度を見取ることができ、授業に対してどれだけ課題意識をもって取り組んでいるのかを知る手がかりとなった。しかし、学習目標に対する実現状況を把握するには不十分であったので、生徒が自分の言葉で記録できる場所を設けるなど、今後さらに工夫・改善していきたいと考えている。

7 終わりに

平成 14 年度に新しい指導要領が実施され、これからの評価では、観点別学習状況の評価を基本として、

「指導要領に示す目標の実現状況を見る評価を一層重視させる」ことや、あるいは「生徒一人一人のよさや可能性、進歩の状況などを評価するための個人内評価の工夫」が求められた。また、本県では、第2期土佐の教育改革の中で「子どもたち基礎学力の定着と学力の向上」が、柱の一つとして位置づけられている。このことを踏まえ、本研究では、評価方法の工夫・改善をおこない、評価を学習指導の改善に生かして「指導と評価の一体化」を図ることを目的に、取り組みを進めてきた。

中学校の理科学習においては、自然の事物・事象について、具体的な経験や知識、学習した内容を関連させて、ものごとを客観的にとらえ、科学的な概念として身の回りの自然事象を理解していくことや、身に付けた科学的な概念を、さまざまな問題に応用しながら、その解決を図っていくことが求められている。このことは、学習評価の観点の一つである「科学的な思考」に深くかかわってくるが、この「科学的な思考」をどのように評価していくかについては、いくつかの課題を感じてきた。たとえば、ペーパーテストなどで、「科学的な思考」を問う問題を解くためには、基礎的な知識が十分定着していることが前提となる場合が多く、問題が解けたかどうかによってのみ評価がおこなわれてしまい、全ての生徒に対して信頼性のある客観的な評価がおこなえていなかったのではないかという反省がある。そういった課題に対して、それぞれの生徒の進歩の状況を把握し、科学的な思考の深まりを評価する手段として、ウェブマップは大変有効であったと考える。さらに、ウェブマップには、科学的な思考だけでなく、知識・理解の定着の様子も現れてくる。ことにより指導者は、生徒の実態を把握することができ、授業改善の方向性や、評価規準を見直す視点を明らかにすることができるのである。ウェブマップは、次の4つの視点で分析を行うことができた。

- ・表現された言葉の総数から、量的な広がりを見る
- ・表現された言葉の種類から、質的な深まりを見る
- ・学習者がとらえている概念構造の全体像をみる
- ・学習者の知識習得の変化や学習成果、あるいは個々の気づきやこだわりをみる

これらの4つの視点は、生徒にとっても自分の学習を振り返る手立てとなる。学習前のマップと比べ、自分が進歩したところや、理解が不十分であったところを認識し、これまでの学習を自分で振り返り整理しなおすなど、学習への動機付けともなるのである。

今回の研究においては、一単元でしか検証していないが、今後さらにウェブマップの有効性を追及するとともに、さまざまな評価方法の工夫・改善を行い、わかる楽しい授業の創造に取り組んでいきたい。

【参考文献】

- 1 『「学習意欲を高める指導法の研究 - 各教科 - 」
中学校理科「生徒の見方・考え方を生かした理科授業の創造」』
埼玉県所沢市立教育センター編集 平成9年
- 2 『コンセプトマップ活用ガイド』 福岡敏行編著 (東洋館出版) 平成14年
- 3 「子どもの見方・考え方を生かした理科指導に関する研究(2)」
- 中学校理科 単元「化学変化と原子」での授業を通して -
大阪市立教育センター 平成9年
- 4 「イメージマップ・学習マップ活用ハンドブック - 実践編 - 」
新潟県立教育センター研究双書 43 平成8年
- 5 小学校学習指導要領解説 理科編 文部省
- 6 中学校学習指導要領解説 理科編 平成11年文部省 大日本図書