

理科の学びにおける知の更新を可視化する取り組み

～イメージ図と一枚ポートフォリオの活用により～

馬場 敦義

本研究では、一人一人の子どもの思いに気づき、応えることに努めながら、「基礎的・基本的な内容」の確実な定着を図る必要がある。教師の願いやねらいを明確に伝え、学習過程を評価して授業改善と個に応じた支援を充実していくことが大切であると考え、一人一人の生徒の学びに視点をおいた学習指導と評価について研究を進めてきた。指導の改善と支援を図りやすくするために、評価規準を明確にした単位時間ごとの年間指導計画を作成した。また、研究仮説を具現化したものとして、堀 哲夫氏が開発した一枚ポートフォリオ評価（学習者が1枚のシートの中に学習前・中・後の学習履歴として記録し、それを自己評価する方法）を取り入れ、その作成と実践を行った。

キーワード：理科学習，メタ認知，一枚ポートフォリオ評価（OPPA），イメージ図，学びの可視化

1. 研究の目的

今年度の本校の研究主題は、「学びをデザインする子どもたち」である。理科ではそれを実現するために、自然事象の本質をさぐり、知の更新を促していく授業をすすめており、教師の願いやねらいを明確にし、子ども一人一人の学びに視点をおいた学習指導を心がけている。そのため、子どもの思いや願いに気づき、応えることを大切にしながら、授業を計画し、実践してきている。限られた時間の中で、できるだけ子どもをみとっていくためには、その方法を工夫する必要がある。子どもたちの学びに視点をおき、一人一人の子どもの学習状況を把握し、個に応じた指導を充実させていきたい。その過程をこれまでも研究を続けてきたイメージ図と新たに取り入れた一枚ポートフォリオ評価で明らかにしていきたい。

2. 研究の方法

昨年、一昨年と子どもたちが自己の変容を認識するために、イメージマップやコンセプトマップを取り入れ、研究を進めてきた。自分の考えが変化していることを振り返ることができている子どもは多かったが、そこから何を考えるのか、その変化をどうとらえるかは難しいようであった。原因としては、振り返る時間を十分に確保できなかったこともあげられるがイメージマップやコンセプトマップなどの方法自体が難しいのではないかと考えた。そこで今年度は、2002年に開発された一枚ポートフォリオ評価法（One Page Portfolio Assessment, 以下 OPPA）を活用してみることとする。OPPAは、一枚の用紙を用いて学習者が学習履歴として自らの認知過程を外化し、その内容に対して教師が適切にコメントを加えていくことによ

て、学習者の内化と内省を促し、それが次の学びにつながるっていくという働きをもっている。（山下・堀 2010）教師のねらいとする学習課題とその成果を、子どもが一枚のシートの中に学習前・中・後の学習履歴として記録し、それを自己評価させる方法であり、学習による変容を子ども自身が具体的内容を通して、可視化かつ構造化された形で振り返ることができ、その変容から学ぶ意味を感じることが期待できる。また、教師は授業評価に活用し、教育実践において反映しやすく、その効果が期待できる方法である。子どもたちが学びをデザインしていくこと、デザインしたことを把握していくために一枚ポートフォリオを活用したい。子どもたちの思いや考えを一枚という限られた紙面に書かせることで、教師のみとりと子ども自身の振り返りに生かすことができるはずである。

一枚ポートフォリオでは、子どもが授業で学習したことで、大切に思ったこと、わかったこと、疑問に思ったことなどを記録する。後からこの記録をみることで、学習を振り返ることができる。日々の学習の記録を教師がみることで、形成的な評価ができる。そして、不十分なところを補ったり、誤りを修正したりすることができると考えられる。（表1）

学習前の考え （始前の評価）	学習中の考え	学習中の考え	学習後の考え （終後の評価）
	学習中の考え	学習中の考え	
学習前と後の比較（自己評価） 自分の何が変わったのか、なぜ変わったのか。			

表1：OPPAの枠組み

子どもたちは、学習前後の考えを比較することで、自分の変化が実感でき、「学習するとできるようになる。わかる。」と学習の意味を感じることができ、意欲をもつことができるはずである。子どもたちがもっている

既有知識や経験を元にした単元構成をしている。そして、授業をすすめる中で科学的な見方・考え方に変わっていきたい。授業で更新された考えは、一時的によりよいものにも変わっても、またすぐに戻ってしまうことがある。そのような誤りを正していくためには、自分で学習前の考えと学習後の考えを比較し、「自分は学習前にこんな思い込みをしていたけど、本当はこうなんだ。」と確認することが有効であると考えられる。最後に、自分はなぜ考えが変わったのかを自ら振り返ることで、「～の活動をしてからわかった。」「〇〇くんの考えを聞いて・・・」「～という説明を聞いたから」などのような学習方法が効果的なのかに気がつくことができるのではないだろうか。つまり、学び方を学べるはずである。そして、子どもたちが学びをデザインしていくことをみとることができるのでは考えている。

3. 授業の実際

授業は、2012年10月27日の本校の教育研究発表会での『ものと重さ』の単元を中心に明らかにしていく。

本単元は、ものと重さについて興味・関心をもって追究する活動を通して、ものの形や体積、重さなどの性質の違いを比較することで明らかにし、それらの関係をさぐり、ものの性質についての認識を深める単元である。子どもたちは、算数科の「重さ」の単元で、身の回りにある物の重さをはかりで測定し、重さの単位を用いることにより客観的に重さを比べることを学習してきている。そのうえで、重さ比で気がついたこと、ものと重さについて不思議に思うことを取り上げることからはじめ、形を変えたときの重さや体積を同じにしたときの重さについて、見通しをもって取り組んだ。本単元は、物質を「粒子」と捉えて系統的に学んでいくはじめの単元となる。特に、粒子の保存性に関わる部分であり、第5学年の物の溶け方の単元において、ものがとけて見えなくなっても重さは変わらないことを学ぶための基本的な見方や概念になるようにしたい。粒子についての基本的な見方や概念を養っていくために次のことをめざして実践した。

イメージ図で可視化することで自分の考えの根拠を説明することができるようにし、素朴概念を科学的な見方、考え方に変容させていく。

具体的には、以下の3点を中心に取り組み、学級全体として子どもの学びが深まるようにした。

①実験の工夫	●素朴概念が変容していくような実験・観察を行う。 ・粒子と捉えていくことができるような実験・観察を行うことで、素朴概念から科学的なイメージに変容させていく。
②思考の表出	●イメージ図で思考を表出させることにより、自己内対話を促す。 ・見た目が同じでも重さが異なる理由を自分なりに説明させ、たぶんこうだろうとイメージを描くようにさせていく。
③科学的	●日常と科学を関連させることによって、科学的な見方・考え方を育てる。

な見方・考え方の育成	・日常生活と自分たちの学びとを関連付けることにより、科学的な見方・考え方を構築させる。
------------	---

本時は、同じ体積の塩と砂糖の重さを調べた結果を比較して、体積が同じで重さが違うものは種類が異なると考え、自分の考えを表現していることを目標とした。そこで、主張点を以下のように設定し、授業を展開した。

本時の主張点

同体積の砂糖と塩の重さを測りたしかめることで、同体積の重さの違いはそれぞれの粒の違いになるのではないかと考え、自分の考えを更新することができる。

実は、前時で「重さの違いは、何が違うから違っているのか？」と発問し、考えさせた。それは、以下のようなノートを書いている子どもたちが見られたからである。

- C13：なぜ、鉄はおもいのだろう。
C7：アルミが意外と重かった。どうして、鉄は重いのかを知りたい。
C17：なぜ、鉄が重いのだろう？
C18：アルミはどうやってできていて、鉄と似ているけどどこがちがうのか？
C10：なぜ、木は軽いんだろう。予想より木が軽かった。
C15：なぜ、木はあんなに軽かったのだろう？
C8：木の種類がちがったら、重さはちがうのか？

この単元では、「ものは体積が同じでも重さが違うことがあること」を理解できていけば良い。そのため、重さの違いを説明するために材質の違いに目を向けるなど重さの違いを無理にさぐる必要はない。しかし、見た目が同じでも重さが異なる理由を自分なりに説明することは、ものの重さの本質をさぐることであり、違いを知ることで新たな疑問が生じてくることは素晴らしいことである。難しい課題ではあるが、子どもたちの約半数が知りたいことを考えていた。「鉄はギュウっとしている。」「木はカラカラしている。」のような状態を表す言葉で表現することができることを引き出し、可能であれば粒子間の隙間の有無に眼が向くようにしていきたいと考え、授業を行った。

本時では、これまでの学習を振り返る時間からはじめ、さっそく実験を行った。結果は明らかである。塩の方が砂糖よりも重くなる。子どもたちは結果を記録し、実験を行いながら考えたこと、発見したことをノートに書いていった。その後、クラス全体で結果を確認した。そして、前時と同じ、「重さの違いは、何が違うから違っているのか？」と発問し、考えさせた。今回は前時と違い、考えを発表できる子どもたちが多く見られた。実際に実験を行ったためであろう。その中で、特に本時における学びをデザインする子どもたちが見られた場面を取り上げる。

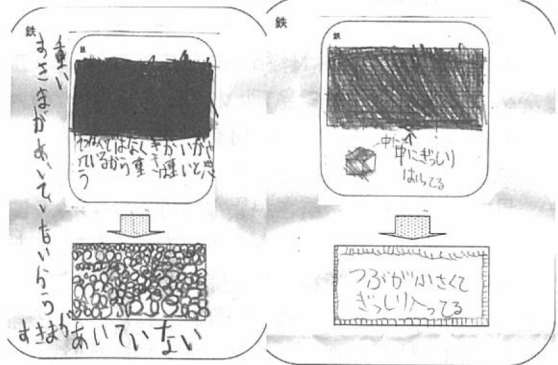
重さの違いを、自分なりに説明している場面である。塩の方が重いことは秤で測っているので明らかである。重さの違いがあるのであれば、どこかに違いがあるはずである。それを子どもたちなりの根拠を持って説明した。特に、C14は、本時の砂糖と塩を前時の木と鉄に置き換えて説明している。それによって、子どもたちの重さの違いの根拠が大きな道筋となっていく。そのことは、授業最後のイメージ図でも表れている。

3年生「ものと重さ」の単元より
T:何が違うから、重さが違うのだと思いますか？

C2:砂糖はつぶが大きいから、パンパンに入らんと少し隙間が空いて入っていて、塩はつぶが細かいから、砂糖みたいに大粒じゃなくて、小粒やからパンパンに入って、風通しもあるから、

C23:C2ちゃんといっしょで、砂糖は四角いから、重なって隙間が少し空いている。塩は細かいから、隙間が空いていない。

C14:C2ちゃんにつけたしで、砂糖と塩では、砂糖のほうが粒がおっきいから、隙間ができるから、空気が含まれているから、その分軽くて、それを鉄と木に表すと、もしかしたら、塩が鉄で、鉄がびっしりつまっていて、木は砂糖みたいに隙間があって、空気が含まれているから軽い。



(図1:前時(上)と本時(下)のイメージ図の変容、粒を意識したものへと変わっている。)

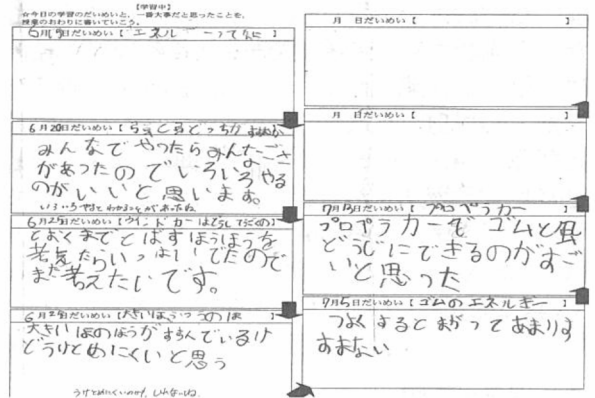
4. 授業の考察

先述の『ものと重さ』の単元、その変容をみるために、一学期に行った『風とゴムのはたらき』の授業と比較しながら考察を行った。

4.1 一枚ポートフォリオから見えてきたこと

本単元では、OPPシートで子どもたちは学びのあしあとを残していくことができた。まずは、【学習中】である。ここでは子どもたちが授業の終わりに、日付、題名、今日の授業で一番大事だと思ったことを書いた。特に、その授業の題名を自ら振り返って考え書くことや授業内容を一言で残していくことは学びを振り返る

上でも大切になった。C10は、一学期の「風とゴムのはたらき」では、題名にしても、授業で一番大事だったことにしても簡単にしか記録できていない。しかし、二学期の『ものと重さ』では、適切に授業の要点を見つめだし、記録することができていることがよくわかる。



(図2:『風とゴムのはたらき』のC10の【学習中】)



(図3:『ものと重さ』のC10の【学習中】)

もう一つ明らかになったのは、振り返りである。【学習前】【学習中】【学習後】の自分の学びのあしあとを振り返ることで、自分の考えがどのように変わったのか、その理由は何なのかと考えさせることができた。C23は、『風やゴムのはたらき』の単元では、自分の考えがどのように変わったのかを「3・4番を変えた」と単純に書き、その理由を「言っている意味がわからなかった。」としていた。しかし、『ものと重さ』の単元では、「前は重さのことがわからなかったけれども今は重さのことがわかるようになった。」と書くことができるようになっており、その理由も「勉強をしたからわかった。実際に実験をしたから。」とその具体的な方法を理由としてあげることができるようになっている。同様に、C22は自分の考えがどのように変わったのかもその理由も書くことができていなかったが、『ものと重さ』の単元では、「(前は)木と書いていたけど、実際は軽かった。てつと木だと木が重かった。」と書いており、その理由を「実際にはかると木が一番軽かった。」と書くことができていた。

このように、自分の考えを比較して、その変化をみることはある程度経験が必要であることがわかる。

5. 研究の成果

今年度の取り組みを通して、OPPAは次のように生かすことができる。

5. 1. 単元前の子どもの実態を把握

子どもたちに単元前の考えを書かせることで、教師は診断的な評価をすることができ、学習課題の設定や授業の展開を工夫する際の手がかりにすることができる。これまでも独自にレディネステストを行ってきたが、同じように把握することができる。しかも、教師が子どもたちの考えをつかむだけでなく、子どもたち自身が学習前の考えを見返すことができた。

5. 2. 学習履歴が残る

子どもたちが授業で学習したことで、わかったこと、大切だと考えたこと、疑問に思ったことなどを残していくことができる。次の授業や後の授業で、それまでのようなことを学んできたのかを振り返ることができる。また、授業後にその授業を振り返る時間を設けることで、この授業では何が一番大事であったのかを完結にまとめることができるようになる。さらに、教師はこの履歴をみることで、形成的な評価をすることができ、次時に誤りを修正したり、不十分なところを補足したりすることができた。

5. 3. OPPOの作成は単元構想

当たり前であるが、一枚ポートフォリオは、単元導入前に作成しなければならない。作成するためには、その単元でどのようなことを学ばせたいのか、どのような考えをする子どもに育ててほしいのかを考える必要がある。学習課題が明確でないと、作成することができないのである。一枚ポートフォリオを作成することで、教材研究と単元構想を行っていることにほかならず、教師が授業を行う上で有効である。

5. 4. 自己との対話

子どもたちに単元前と単元終了後に自分の考えを比較させることで、自己との対話をうながすことができた。まず、子どもたちが学習の意味を知ることで、学ぶ意欲を高めることができた。単元を通して学んできたことって大事だということや学んできたことでできるようになったこと、わかるようになったことがたくさんあることを気づくことができる。そして、もっとわかりたいから学びたいという意欲につながった。自分の考えを比較させることで、自己の変容を実感させることができるのである。

次に、実感を伴った学びをさせることができた。子

どもたちは、これまでに既知の知識や既習の学びがあり、それらの知識をもって課題に向かうことになる。学習前の知識の中には、誤ったものや学んでも容易に修正されないような素朴概念も多くある。そのような概念は実験や観察で明らかになる結果が出て、その時間では修正されても一時的なものであり、また元の考えに戻ってしまうことも多い。そのような素朴概念を変容させていくためには、自分自身の考えの未熟さ、不十分さを再確認することが大切である。そのような意味でも、単元前と単元終了後に考えを比較させることは必要である。

最後に、学び方を学ぶことができる。自分が変わったことを認識し、なぜ変わったのかを考えていくことで、単元において、「この実験をしたからわかった。」「お友達の考えを聞いたから、考えが変わった。」「結果がこうだったからわかった。」などと学んできた方法を振り返ることができ、有効な方法を自分のものにしていくことができた。

6. 今後の課題

これまでの反省をうけて、相手の考えに寄り添うような授業展開を日々行っている。友達の考えに寄り添い、自分の考えを表出したり、発表したりすることはできてきている。さらに、課題を明確にし、焦点化することで、友達の考えの良さに気付いたことからさらに深く知ろうとすることができてきたように思う。しかし、自分はまだまだ学び合う学級風土を作り上げられていない。それは授業者というより、人としての振る舞いが関係しているのかもしれない。今後も今年度以上に聴き合い、寄り添いあえる学級を目指していきたい。そのためには、より自分の考えにこだわるような子どもたちを育てていくこと、しっかりと耳を傾けることができるような子どもたちを育てていくことになるだろう。原点に立ち返り、改めて対象との対話、自己との対話も高めつつ、学習課題や自己の課題を解決することにこだわった学級作りを行うことが大切であり、そのような学級を作り上げていきたい。

参考文献

- [1]山下晴美・堀 哲夫 (2010) 「認知過程の外化と内化を生かしたメタ認知の育成に関する研究：その2 - OPPOによる外化と内化のスパイラル化の実践を中心にして -」山梨大学教育学部人間科学部紀要 Vol. 11, pp. 23-35
- [2]堀 哲夫・市川英貴 (2010) 「理科授業力向上講座 - よりよい授業づくりのために - 東洋館出版
- [3]角屋重樹・石井雅幸 (2008) 「学習指導要領の解説と展開」教育出版
- [4]和歌山大学教育学部附属小学校紀要 No. 34 (2010)
- [5]和歌山大学教育学部附属小学校紀要 No. 35 (2011)