

要 旨

本研究は、理科学習において科学的思考力を高めるための指導法について研究したものである。児童が知識を活用して考える力を育てるために適している考察の場面で、観察、実験の結果を生活経験や既習事項で得た知識を使って思考させた。また、日常生活から学んだ知識と関連した自然事象を説明させたり、自分の力で見付けさせて説明させたりした。ものづくりができる単元では、学んだ知識を生かしたおもちゃを作らせ、作ったおもちゃの仕組みを説明をさせることで知識の定着と科学的思考力の向上を図った。その結果、考察の場面で既有的知識と関連付けて思考し、学んだ知識と類似する自然事象を説明したり自分で見付けたりすることができる児童が育ってきている。

〈キーワード〉 ①科学的思考力 ②既有的知識 ③日常化 ④ものづくり

1 研究の目標

理科学習において、これまで学んできた知識を活用して判断・表現させ、更に日常生活と学習内容を関連付けて考えさせることで思考力を高める指導の在り方を探る。

2 目標設定の理由

文部科学省の教育課程部会は「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達の段階、指導内容に応じて、例えば、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探求的な学習活動を充実する方向で改善する」¹⁾としている。また、佐賀県教育の基本方針では、本県の子どもたちは、教科の基礎的な知識の定着はおおむね良好であるが、学んだ知識を活用して考え、判断・表現する力には課題もあるとしている。つまり、知識を活用して考えるPISA型読解力が求められているが、その社会的要請に答えることができていないと考えられる。

本校は、理科好きの児童が多いが、その理由の多くは、「観察、実験が楽しい」「ものづくりが楽しい」である。観察、実験結果そのものを理解し、それについて考えることはできるが、観察、実験の結果と既有的知識とを結び付けて考えたり、獲得した知識を日常生活での事象に結び付けて考えたりすることができる児童は少ない。

そこで本研究では、実験や観察後の考察の場面において結果を日常生活や既有的知識と結び付けて考えさせ、児童に新しい知識を獲得させる。さらに、学習内容と日常生活とを関連付けさせることで児童の科学的思考力が高まり、基礎学力が定着すると考える。

3 研究の仮説

考察の場面で、観察、実験の結果と既有的知識とを結び付けて考えさせ、学習で獲得した知識を使って別の自然事象を考えさせれば、観察、実験結果や日常生活の事象を科学的に思考できる児童が育つであろう。

4 研究の内容と方法

- (1) 科学的思考力を高める指導についての文献や先行研究を基に理論研究を行った。
- (2) 児童の科学的思考力について質問紙法により実態調査を行い、分析を行った。
- (3) 「温度を変えてかさの変化を調べよう」「変身する水を調べよう」で検証授業を行い、考察の場

面で観察、実験の結果と既存の知識とを関連付けて考えることができるか。また、獲得した知識を日常生活と結び付けて考えることができるかについて調査し、分析した。

5 研究の実際

(1) 本研究の理論について

文部科学省中央教育審議会教育課程部会では、「理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る……。」²⁾と述べている。改善の具体的事項には、「生活科の学習を踏まえ、身近な自然について児童が自ら問題を見だし、見通しをもった観察・実験などを通して問題解決の能力を育てるとともに、学習内容を実生活と関連付けて実感を伴った理解を図り、……科学的に探求する態度をはぐくみ、科学的な見方や考え方を養うことを重視して……。」³⁾とある。

錦織登美夫は理科教育学講座⁴⁾において、科学的思考力を以下のように定義している。

- A 自然の事物・現象の中から問題が見つけれられる能力
- B 自然の事物・現象についての問題が解決できる能力
 - B-1 解決の手立てが考えられる能力
 - B-2 観察や実験などによって自然の事物・現象の特徴や規則性が捉えられる能力
- C 問題解決により得た結果を他に適用したり一般化したりして発展させる能力

本研究では、観察、実験後の考察の場面で、実験の結果と既存の知識とを使って思考させることで科学的思考力が身に付くと考えた。また、問題解決で獲得した知識を適用（日常化）させることで科学的思考力が高まっていくと考える。さらに、ものづくりができる単元では、児童がものづくりをする中で、獲得した知識を適用（仕組みを説明する）したり応用（獲得した知識を利用して作る）したりすることで学んだ知識が定着し、繰り返し思考することで科学的思考力が高まっていくと考える。

(2) 全体構想について

ア 検証Ⅰ（新しい知識の獲得）

本研究では観察、実験の結果を考察させる際に、既存の知識を活用して考えさせ、新しい知識を獲得させるように計画した。既存の知識を活用させる手立てとして、関係のある単元や学習の足跡を掲示する「振り返りコーナー」（図1）を設置した。また、これまで学習してきたワークシートを振り返らせたり、小グループで話し合いを行わせたりしてきた。学習のまとめでは、新しく獲得した知識の理解の定着を図るために、与えられたキーワードを基に自分の力で学習のまとめを行わせた。

イ 検証Ⅱ（学んだ知識の日常化）

検証Ⅰで新しい知識を獲得した後、日常化を行った。図1に示すように、日常化は「i 学んだ知識について日常生活の関連する自然事象について説明させる。」「ii 学んだ知識が使われている場面を日常生活から探させる。」の2種類を考えた。児童が獲得した知識を日常化させることで理解の深化を図った。また日常生活で見られる自然事象について、科学的に考える姿勢が児童に身に付くことも期待した。加えてものづくり（おもちゃ作り）を発展学習的に取り入れた。学んだ知識を使って「ものづくり」をさせ、その後作ったおもちゃの仕組みを説明させた。児童は

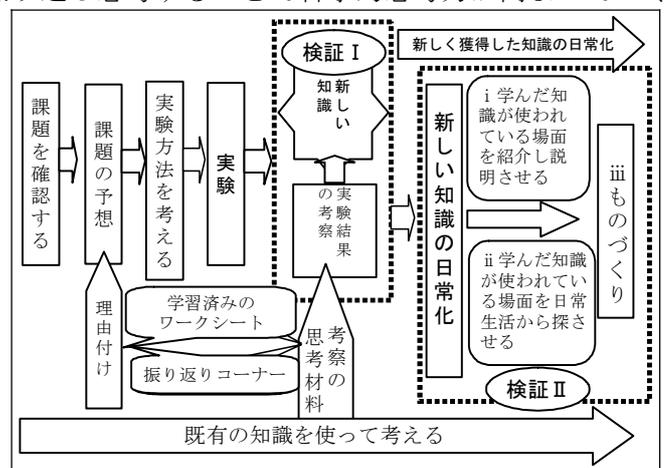


図1 全体構想図

楽しみながら知識の定着を図り、おもちゃが動く理由を説明することでの科学的思考力の向上も行うことができた。

(3) 検証授業

ア 単元 第4学年「温度を変えてかさの変化を調べよう」

イ 単元計画（全7時間） は検証授業

時	主な学習活動	授業	検証の視点
1	事象提示を見て学習問題を作る		
2	金属を温めたり冷やしたりしたときの体積変化について調べる		
3	水を温めたときの体積変化を調べる	①	検証Ⅰ・Ⅱ
4	水を冷やしたときの体積変化を調べる		
5	空気を温めたときの体積変化を調べる	②	検証Ⅰ・Ⅱ
6	空気を冷やしたときの体積変化を調べる		
7	学習した内容を使って体積変化を利用したおもちゃ作りをする	③	検証Ⅰ・Ⅱ

検証Ⅰの視点
観察、実験の結果を既有的知識を使って考える。

検証Ⅱの視点
授業で獲得した新しい知識と日常生活で見られる自然事象とを結び付けて考える。

ウ 単元 第4学年「変身する水を調べよう」

エ 単元計画（全13時間） は検証授業

時	主な学習活動	授業	検証の視点
1.2	事象提示を見て学習問題を作る		
3.4	水の温度は何度まで上がるか調べる		
5	沸とうしたときに出てくる水蒸気を冷やすとどうなるか調べる	④	検証Ⅰ・Ⅱ
6	沸とうしたときにでてくるあわの正体を調べる		
7.8	水は何度で氷になるか調べる		
9	コンクリートにたまった水はどうなるのか考える		
10	地面から水が空気中に出ているのか調べる方法を考える		
11	地面から水が空気中に出ているかを調べる	⑤	検証Ⅰ・Ⅱ
12	本当に空気中に水蒸気があるのかを調べる		
13	水のすがたについてまとめる		



写真1 授業2の様子

(4) 検証授業①～⑤までの考察

ア 全体について

実験の結果について生活経験や既習事項などの既有的知識を使って考えることができる児童の割合は、授業を行うごとに増えている（図2）。授業①から授業③までは同じ単元であり、授業①と②では、同じ授業展開で行った。授業②（写真1）では、それまでに学んだ「金属や水は温めると体積が大きくなる」を使って考える児童が多かった。

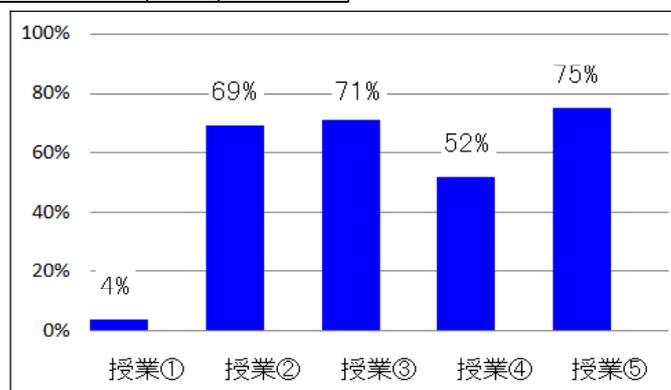


図2 既有的知識を関連付けて思考できた割合

児童が多かった。児童が思考の方法を身に付けつつあること、知識を関連付けて考えると目の前の事象をより深く理解できることを実感していることがワークシートの児童の感想から分かる。授業③は、ものづくりを行った。既習事項を利用してものづくりをさせるが、作りながら学んだことの理解が進んでいくようだ。授業④と授業⑤は同じ単元である。授業④は水が沸とうしたときに水蒸気が出ていること、授業⑤は熱を加えなくても水蒸気が出ていることを児童は学んだ。授業⑤では授業④で学んだ知識「水が沸とうしたときには、水蒸気を発生している」ことを既有的知識として使って考えている児童が多かった。図3（次頁）は児童のワークシートを分析した結果である。学んだ知識の日常化においても、授業の回数を追うごとに理解が進んでいく。全体

の構想図に示している、「i 学んだ内容が使われている場面を紹介し説明させる。」「ii 学んだ知識が使われている場面を自分で探す。」があるが、後者は児童にとってとても難解であることが分かった。授業②の理解度が落ち込んでいるのは、「空気を温めるとかさは大きくなる」を日常化させた場面である。授業①の経験と空気の体積変化は「ボールの圧力の変化」「へこんだピンポン球が元に戻る」など見付けやすいと思ったため、日常化を児童の思考に任せた。しかし、児童の多くは知識の日常化をすることができなかつた。授業④、⑤は学んだ知識が使われている場面を紹介し説明させたもので、理解度が高かつた。このようなことから、授業では学んだ知識が使われている場面について説明をさせることが日常化として効果的だと考える。発展学習として、学んだ知識が使われている場面を探させたり、課外に自然事象の中から探させたりすることで、普段から自然事象を科学的に思考し、常に学びを生かせる児童が育ってきた。授業③はものづくりを行ったが、ものづくりも日常化の一つの手立てであると考え。おもちゃを作るときには、学んだ知識を使って作っていくからである。児童が好きなおもちゃの仕組みを考えることで知識の理解が深まっていく。ものづくりにより知識の日常化を進め、学んだ知識を定着させることができる単元を、4年生の年間学習計画の中から見付け、ものづくりの例とともに表1に示す。

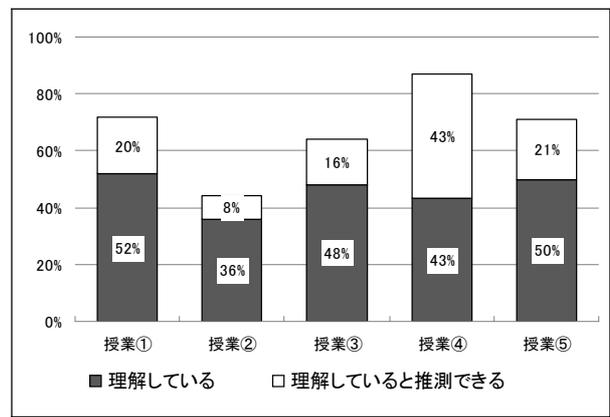


図3 日常化したときの理解度

表1 第4学年ものづくりの例

単元	ものづくりの例
電気のはたらき	モーターカー 回転飛行塔 ソーラーカー 扇風機
空気と水	空気鉄砲 曲がる空気鉄砲 水ロケット車 ペットボトルロケット 水鉄砲
温度を変えてかさの変化を調べよう	踊る人形 金属膨張器 袋や風船をふくらませる 温度計(水) 温度計II(空気と水)
ものの温まり方	水の浮き沈み実験器 ポリ袋熱気球

イ 抽出児A(低位児)

A児は、授業①で「水を温めるとそのかさが大きくなる」と実験結果そのものをまとめとしていた。授業②でA児は、「ペットボトルに空気を入れてお湯に入れると金属と水と空気の全部かさが大きくなる。」と空気の体積が大きくなることと前時までの学習を関連付けてまとめようとしていた。授業③でA児は色水温度計を作り、それが動く仕組みを「熱くなると上に上っていき寒くなると下に降りていく。」と現象のみを記し、温度の変化に伴う体積の変化までは説明できなかつた。単元が変わった授業④では、A児は実験結果をまとめることができなかつた。授業⑤では「水は沸とうしなくても、蒸発している。」と前時までの学習と関連付けてまとめることができていたことから、授業④の内容を少人数で話し合っている際にA児は理解したようである。観察、実験の結果と関連付けて考えさせることは、区分(前者はB区分、後者はBとC区分の複合単元)が違っても、児童の科学的思考力を高めることに有効であることが分かった。

A児にとって学んだ知識の日常化は、どの授業でも難しかった。授業①では、「電気ポットの中にはどうして『ここまで』の線があるのでしょうか。」という問いに「温めるとかさが大きくなるから」とA児は答えている。授業②では無記入、授業③では自分が作った温度計が動く理由を説明する際に「温度計だから」とA児は答えている。授業④では「ヤカンの中が沸とうして口のところから湯気が出て窓に行ってからその中に水蒸気が混ざっていて水滴が付く。」、授業⑤では、「洗濯物は最初ぬれていますが、家の干せるところならどこでも干せる。」とA児は答えている。教師が考える基になる知識を整理して与えたり、実際に体験させることがA児の思考を助けるという意味で有効だった。

ウ 抽出児B（中位児）

B児は、授業①では「水は温めるとそのかさは大きくなる。」と実験結果そのものをまとめとしていた。授業②では「空気を温めると金属や水と同じようにかさは大きくなる。」と空気を温めると体積が大きくなることを、「金属や水と同じように」と前時までの学習に関連付けてB児はまとめることができている。授業③では空気と水の性質を利用した温度計作りをしたが「チューブを色水が通っていく。」と変化の様子だけをB児は記入するにとどまった。しかし、おもちゃ作りの感想では「今までやってきたことでおもちゃができるなんてすごいなあと思いました。」とB児は書いており、学んだ知識が使えると実感している。単元が変わり、B児は授業④ではまとめることができなかつたが、授業⑤では「水は沸とうしなくても熱を加えなくても蒸発する。」と熱を加えたときに蒸発することを学んだ前時と比較しながらまとめることができている。

B児にとって、学んだことを日常化することは少し難しいことであった。授業①では、「電気ポットの中にはどうして『ここまで』の線があるのでしょうか。」という問いに「増えるから」とB児は答えており、水の温度が上がると体積が大きくなることは理解しているが、大きくなることによりポット中のお湯が漏れたりあふれたりするところまでは気付くことができなかつた。授業②では温められた空気の体積が大きくなる例を「バルーン、気球」とB児は答えている。空気が温められている様子を思い浮かべたものと考えられるが、B児は自分の力で日常生活の事象と結び付けようとしている。

授業③では、自分が作った温度計が動く理由を説明する際に「逆さまにすると水が通る。」とおもちゃの原理を学んだことと関連付けて説明することはB児にとって難しかった。授業④では「中が沸とうしているから、中の水が水蒸気になって鍋のふたに水蒸気から水になった水滴がつくから。」と沸とうしている鍋のふたに水滴が付くことを見事にB児は説明している。また、授業⑤では洗濯物がどうして乾くのかという問いに「洗濯物の水分が蒸発するから」と授業で学んだことを使ってB児は説明ができている。

知識の日常化はB児にとって少し難しいようであった。しかし、考える基となる知識を整理させたり、実際に体験させたり、更にヒントカードを見せることでB児は学習した内容と日常の事象を徐々に結び付けることができるようになってきた。

エ 児童の実態（アンケート・ワークシート）

11月から2月までに児童の意識に関するアンケートを3回行った。その結果（図4）から、観察、実験の結果について考えることでは、「大切だ」と考える児童が増えている。学習でも、事象提示を見て疑問を感じているときや観察、実験の予想をするときなどに児童は、既存の知識を使って考えてきているが、検証授業を進めていく中で改めて既存の知識を使うことの大切さを感じていると言える。ワークシートの「前時までに学んだことを使って考えましたか。」という項目に肯定的に答えた児童が授業をするごとに増えている（図5）。また否定的に答える児童が減っていること、特に「いいえ」と答えた児童が全くなくなったことから、学んだ知識を使って考えることを意識するよ

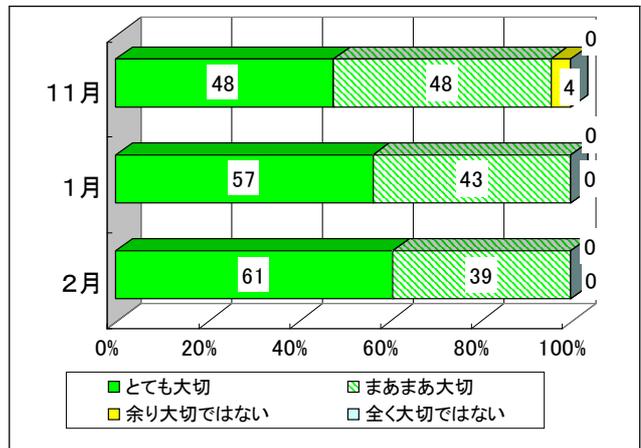


図4 実験結果について考えることは大切か

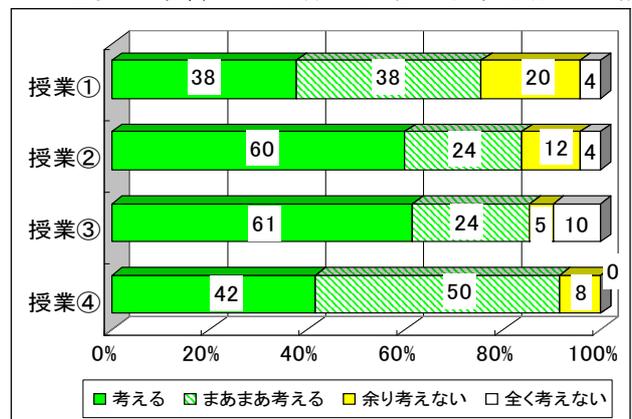


図5 学んだことを使って考えたか

うになっていることが分かる。単元によって、関連付けが容易なものと難しいものがあるが、繰り返し学習することで、児童は知識を関連付けて考えることの大切さに気付いてきた。

学習したことを生活の中から見付けることを肯定的にとらえた児童は、80%程度と意識が高い（図6）。知識を関連付けて考えていくことは知識と知識をつなぐ知のネットワークを作り、知識を構築することになる。学んだ知識を日常化することは、理科の授業で学んだことと日常生活を結び付け、使える理科の知識を形成し日頃から科学的思考を行う姿勢を身に付けることになる。

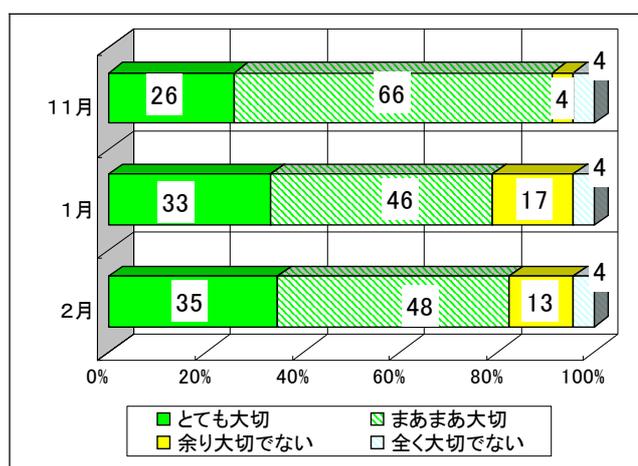


図6 学習したことを生活の中から見付けること

6 研究のまとめと今後の課題

(1) 研究のまとめ

観察、実験の結果について既存の知識を活用して考えることが児童に身に付いてきた。既存の知識を活用して考えることは、理科の授業では行っている。これまで児童は、無意識に活用していたものを「観察、実験の結果について、学んだことや知っていることを使って考えることは有効なんだ。」と意識するようになってきた。学んだ知識を使って、児童だけの力で日常化をするのは難しい。だから学んだ知識に関連する事象を説明させることから始めるとよいことが本研究により明らかになった。実際に事象を見せたり、活用する知識を整理させたり、ヒントカードを使う等の手立てを取ることで学んだ知識が日常生活の事象とつなげさせることができた。自然事象を既存知識と関連付けて考え、学んだ知識を日常生活の中で探すことや学んだ知識を使ったものづくりを繰り返していくことで科学的思考ができる児童が育っていくだろう。

(2) 今後の課題

考察や日常化において学んだ知識ではなく思い付きに任せて間違った思考をしていく児童に対して、修正するための支援を工夫する必要がある。観察、実験の考察の場面で既存の知識を使って考えさせるので、考察の場面で十分に時間を取る必要がある。日常化は、授業だけでなく学校生活の中で常に意識をさせるように環境を整備したり、関係ある事象について話をしたりすることが必要である。また、学校生活にとどまらず、学んだ知識が使われている場面を保護者とともに考えてもらったり、探してもらったりと常に意識させていくことが大切である。

《引用文献》

- 1) 文部科学省 「教育課程部会におけるこれまでの審議のまとめ」 2007年11月 p. 87
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryu/001/07110606/001.pdf (2008年3月)
- 2)3) 文部科学省 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」(答申) 2008年1月 pp. 88-89 http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/news/20080117.pdf (2008年3月)
- 4) 錦織 登美夫 「理科教育学講座2」 1992年8月 東洋館出版社 pp. 307-308