

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年05月10日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22530973

研究課題名（和文）

小学校理科における児童の「予測と推論」に関する研究

研究課題名（英文）Designing Teaching Materials and Activities to Facilitate School Children's Prediction and Reasoning: Challenges in teaching elementary school science

研究代表者

山崎 光洋 (Mitsuhiro YAMASAKI)

岡山大学・教師教育開発センター・教授

研究者番号：40144729

研究成果の概要（和文）：小学校理科の授業では、児童が観察、実験の結果を予測したり、現象の要因としての性質や規則性を推論したりできるようにするための教材や活動構成の工夫が必要である。結果の予測では、予測される現象やその変化を数量化して具体的に表現できるようにすることが、性質や規則性の推論では、結果から見いだした特徴や傾向を適用して未検証の現象や変化を考えることができるようにすることがそのポイントである。

研究成果の概要（英文）：In science classes at elementary school, it is necessary for the teacher to design materials and activities in which learners can do and observe an experiment, predict the results, and speculate about the nature and regularity of the factors involved in a phenomenon. It is also important for him/her to help learners to explain, in quantitative terms, the phenomenon and its change they have observed or expected to result from the experiment and to help them to predict an unknown phenomenon and its change by applying the knowledge about the phenomenon they have obtained from the experiment.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	200,000	60,000	260,000
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学，教科教育学・理科

キーワード：小学校理科，予測，推論，見通し，教材，活動構成

### 1. 研究開始当初の背景

平成20年に改訂された小学校学習指導要領理科では、育成すべき問題解決能力の一つに「推論」が位置付けられ、「観察・実験の結果を整理し考察し表現する学習活動」など児童の主体的な問題解決と科学的な思考を一層重視した学習指導が求められるようになった。しかし、実際の授業では、改訂前の学習指導要領理科の目標で「見通し」として示された

予想や仮説に基づいた問題解決的な学習が形骸化しているという指摘があった。新学習指導要領で示された「観察、実験において結果を表やグラフに整理し、予想や仮説と関係付けながら考察し、要因や規則性、関係を推論しながら調べる」ことを可能にするためには、児童の予測や推論の成立に視点を当て、授業の課題を明らかにし、予測と推論をうながす教材と活動構成の工夫が必要であると考えた。

## 2. 研究の目的

児童の予測や推論の成立に視点を当て、予想や仮説と関係付けながら考察し、要因や規則性、関係を推論しながら自然の事物・現象を調べるための条件を明らかにし、児童の予測や推論をうながす教材や活動構成の工夫の在り方について提案する。

## 3. 研究の方法

小学校理科の授業における予想や仮説のもたせ方、予想や仮説に基づいた考察の行わせ方に関する課題を整理し、課題を解決するための教材や活動構成の工夫を行い、授業実践を通してその成果と課題を明らかにする。

## 4. 研究成果

(1) 予想や仮説のもたせ方、予想や仮説に基づいた考察の行わせ方に関する課題

### ① 予想や仮説のもたせ方に関する課題

児童が予想や仮説をもったり予想や仮説に沿って観察、実験を行ったりすることを困難にしている原因の一つは、児童が予想や仮説をもつために必要な根拠をもたないことである。児童に疑問や問題を解決するための予想や仮説をもたせるには、これまでの生活経験や学習経験を根拠にしたり、今ある自然の事物・現象の中から見つけた事実を根拠にしたりできるようにする必要がある。しかし、実際に行われている授業では、生活経験や学習経験が予想や仮説をもつための先行経験として位置付けられていなかったり、自然の事物・現象の中から手がかりとなる事実を十分にとらえさせていなかったりする状況が見られる。原因のもう一つは、児童にもたせる予想や仮説が曖昧であるということである。児童が予想や仮説を検証する必然性をもつためには、児童それぞれがもつ予想や仮説の違いを明確にする必要がある。しかし、予想や仮説が具体的な現象の変化や数値や数量で表現されていないために、観察、実験によって何を検証すればよいかははっきりしていない場合が多い。

### ② 予想や仮説に基づいた考察の行わせ方に関する課題

観察、実験の結果について予想や仮説と関係付けながら考察し、要因や規則性、関係を推論する上での課題の一つは、観察、実験の結果と予想や仮説とが近すぎるために考察する必要がないことである。考察は、観察、実験のデータを分析し、解釈して予想や仮説に照らして規則性や関係を導き出すことであるが、観察、実験で得られた結果が規則性や関係そのものであるために、分析、解釈す

るまでもなく結論が導き出されてしまうケースが多い。また、一つの事物・現象のみを対象として検証を行い、その結果から見いだした特徴や傾向を結論としてしまうため、性質や規則性として一般化するには無理が生じる場合もある。観察、実験の結果から見いだした現象の特徴や傾向を未検証の事物・現象に適用して、性質や規則性といった見方ができるようにする必要がある。

(2) 予想や仮説のもたせ方、予想や仮説に基づいた考察の行わせ方を改善するための予測と推論をうながす教材と活動構成

① 観察、実験の結果として予測される現象やその変化を、数値や数量を用いて具体的に表現できるようにする工夫

第4学年の「物の温まり方」で金属板の温まり方を調べる学習では、金属板がどのように温まっていくかを予想し、金属板全体にロウや感熱シートを塗ったり貼ったりして様子を観察するという実験が一般的に行われる。どのように温まっていくかという漠然とした予想に対して、ロウのとけ方や色の変化で温まっていく様子が一目で観察できる。そのため、実験結果を自分の予想や仮説に照らして分析や解釈をする必要がほとんどない。そこで実践では、50℃で黄色から赤色に変色する感熱シールを直径6mmの円形に切り抜いた小片5枚を与え、まず、児童に金属板の温まり方を調べるためにそれらをどこに貼ればよいかを考えさせた。次に、自分たちの推論した金属板の温まり方を検証するために、限られた数の感熱シールの小片をどこに貼ればよいかを検討させた上で、金属板の任意の位置に貼った感熱シールの色が変わっていく順番を予測させた。実験結果として、温度が50℃を超えた順番とそれにかかった時間を用い、それらを手掛かりに金属板がどのように温まっていったかを考察することで、事実ではなく考え方としての結論を導き出すようにした。

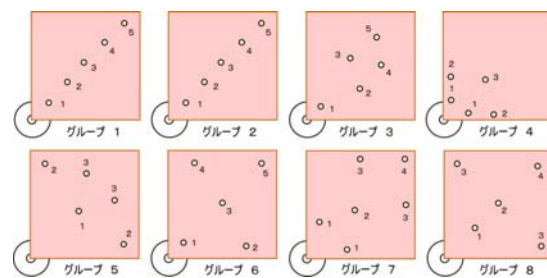


図1 児童がシールを貼った位置

図1に児童が貼ったシールの位置を示す。グループ1と2は、金属棒を使って調べた前時の学習の影響が見られ、加熱した部分から熱が直線的に伝わり温度が高くなっていくことに興味を持っている。グループ4～8は、これとは対照的に加熱した部分から熱がど

のように広がって温度が高くなっていくの  
かに関心があることが分かる。グループ3は、  
両者の中間といえるだろう。また、グループ  
4は熱がそれほど遠くに伝わりとは考えて  
いない。なお、グループ4～8は感熱シール  
の小片を概ね左右対称に貼っており、熱が金  
属板全体に伝わっていくことをイメージし  
ている。

児童が予測した感熱シールの色が変わっ  
ていく順番を見ると、全てのグループが過熱  
した部分から遠くに熱が伝わり温度が高くな  
っていきと考えている。また、グループ4、  
5、7、8に見られるように、左右対称に貼  
った感熱シールは同時に色が変わると予測  
しており、どの方向にも熱が同じ速さで伝わ  
っていくと推論していることが分かる。

予想の場面では、どのように温まるかでは  
なく、限られた数のシールをどこに貼れば自  
分たちの推論する温まり方が正しいことを  
確かめることができるか、シールを貼った位  
置から判断して色が変わる順番はどうなる  
かといった話し合いが活発に行われた。シール  
を貼る位置を工夫して推論する金属板の  
温まり方を色が変わっていく順番という具  
体的な数値をもちいて予測、表現させること  
で、それぞれの児童の予想や仮説の違い明確  
にするとともに、観察、実験によって何を検  
証すればよいのかをはっきりさせることが  
でき、観察、実験をする必然性を十分にもた  
せることができた。

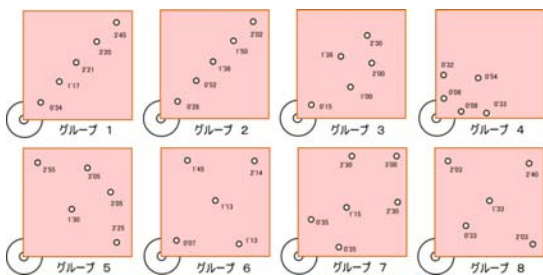


図2 児童が測定した変色までの時間

全てのグループの結果を基に話し合わせ  
ると「加熱している部分から順に遠くに熱  
が伝わり、時間をかけて温度が高くなっ  
ていく。」という結論が導き出された。感熱  
シールを貼る位置や色が変わるまでに要す  
る時間がグループによって異なるため、そ  
れらの結果を基に感熱シールの色が変わっ  
ていく順番にどのような傾向があるかを見  
いだし、結論としている。全て同じ条件で  
実験を行っていれば、結果の違いが問題に  
なったり、結果をそのまま結論にしたりし  
たとも考えられる。

② 観察、実験の結果から見いだした現象の  
特徴や傾向を未検証の事物・現象に適用して、  
性質や規則性といった見方ができるように  
する工夫

第6学年の「てこの規則性」で実験用てこ  
が釣り合うときのきまりを調べる学習では、  
てこの両側におもりをつるし、おもりの重さ  
やおもりの位置を変えて、てこが釣り合うと  
きの条件を調べるという実験が一般的に行  
われる。その際、てこ実験器の左側のおも  
りの数と右側のおもりの数が異なっていても  
釣り合っている場合に、『左側の(力点にか  
かるおもりの重さ) × (支点から力点までの  
距離) = 右側の(力点にかかるおもりの重さ)  
× (支点から力点までの距離)』という関係  
式が成立することをとらえるようにする。そ  
して、てこを傾ける働きの大さは(力点に  
かかるおもりの重さ) × (支点から力点ま  
での距離)できまり、両側のてこを傾ける働  
きの大さが等しいときにつり合うという見  
方や考え方が持てるようになることになっ  
ている。はたして、児童はこれを一般化され  
た規則性として理解しているのだろうか。

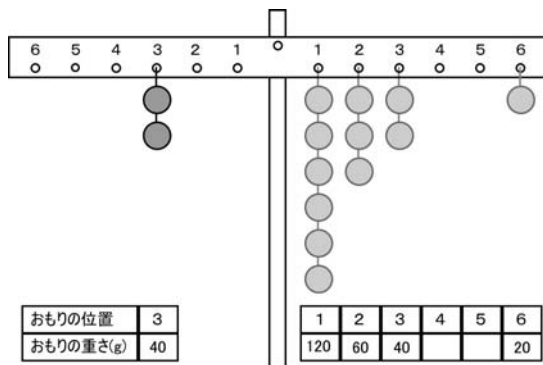


図3 実験用てこを用いた実験の結果

そこで実践では、図3のような実験結果に  
対して、右うでの4と5の位置に20gのおも  
りをつるしてもつり合わせることができな  
かったことに注目させ、自分たちで必要な重  
さのおもりをつくることで4と5の位置で  
もてこを水平につり合わせることができな  
いか問い掛け、実際におもりを作ってつり合  
わせるという活動構成にした。

表1 児童が予測したおもりの重さと人数

おもりの位置	予測した重さ(g)	人(人)
4	15	1
	25	3
	30	22
	35	2
	予測できず	1
5	12	2
	15	3
	24	18
	25	2
	30	1
	予測できず	3

29人の児童に対して、4と5のそれぞれの位置につるしててこを水平につり合わせる事ができるおもりの重さを予測させると表1のような結果になった。

てこがつり合うときのおもりの数であれば容易に答えることができた児童も、(力点にかかるおもりの重さ) × (支点から力点までの距離) という言葉の式を実際の計算に用いるとなると、意外に困難なことが分かる。4の位置で1/4、5の位置で1/3以上の児童が学習した規則性を適用して正しく予測することができていない。特に4のおもりの重さは容易に計算できる条件に設定しているため、計算力の問題ということは難しい。4の位置につるすおもりの重さを3の位置の40gより重いと予測した児童はいなかったが、5の位置につるすおもりの重さを6の位置の20gより軽く予測する児童が5人おり、結論として導き出した言葉の式も、つり合わせることでできなかった位置には適用できない児童がいることが分かった。てこがつり合ったときのきまりであっても、つり合わせるための規則性と考えることが難しい児童も多いということである。

そのため実践では、児童のこのような状況を想定し、グループでつり合わせるために必要な重さを話し合わせ、つくるおもりの重さを決定させている。また、児童が予測した重さのおもりを容易に作ったり作り直したりできるように図4のようなおもりとおもりを作る活動を工夫している。

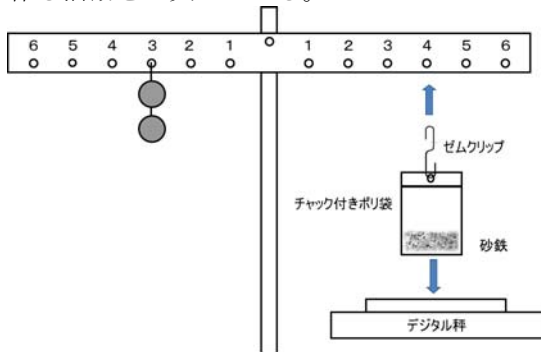


図4 児童がつくるおもりと学習活動

活動語の児童の感想を見ると、正しい予測ができなかった児童が「式で分かるなんて思ってもいなかったから、式でできるとすごいなと思いました。むずかしいと思っていたけど式だととても簡単にできるなと思いました。」「算数みたいにやればできるなんてすごい。」と記述していることから、特定の条件で導き出したきまりが他の条件に適用できるものとして認識されるためには、見いだした現象の特徴や傾向を未検証の事物・現象に適用するという活動構成の工夫が必要であることは明らかである。

### (3) 実践を通しての成果と課題

曖昧な推論による予想や仮説のまま観察、実験に進むのではなく、実験、観察をすることによって得られる現象や数値などを具体的に予測させることによって、児童の推論を明確にしたり表現したりできるようにすることが可能になる。また、限られた現象や条件で導いた結論は必ずしも本当の意味での結論として納得されているわけではなく、得られた結論を他の事象や条件に当てはめたときに起きる現象や数値を予測し、結論が適用できることを確認させることによって、一般化された要因や規則性、関係として納得できるようになる。

このような予測の場面を意図的かつ合理的に位置付けるためには、そのための教材と学習活動の工夫が求められる。そうでなければ、日々の学習指導の中にこのような予測を容易に位置付けることはできない。児童の一連の学習活動の中に無理なく取り入れることのできる教材や学習活動の工夫や開発があつてこそ、児童に意味のある推論を体験させることができるものと思われる。

小学校理科の授業で扱う対象は様々で、これらの対象全てに、このような工夫ができるとはいえない。「振り子のきまり」でグラフを基に未検証の現象を予測させたり、「水溶液の性質」で不足する情報を補って水溶液の正体を探究させたりするなどの実践も行っており、今後も児童の予測と推論をうながすための工夫を広げていきたい。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- ① 山崎光洋, 児童の見通しを支援する教材と学習活動の展開—小学校理科学習指導における課題—, 岡山大学大学院教育学研究科集録, 査読無, 第146号, 2011, pp. 85-90
- ② 山崎光洋, 児童の予測と推論をうながす教材と活動構成の工夫, 岡山大学教師教育開発センター紀要, 査読無, 第2号, 2012, pp. 136-143

〔学会発表〕(計2件)

- ① 山崎光洋, 現象の変化に対する児童の見方や考え方—小学校理科学習指導における課題—, 日本教育実践学会第13回研究大会, 2010/11/06, 上越教育大学
- ② 山崎光洋, 現象の変化に対する児童の見方や考え方—小学校理科学習指導における課題—, 日本教育実践学会第15回研究大会, 2012/11/04, 兵庫教育大神戸サテライト

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山崎 光洋 (Mitsuhiro YAMASAKI)

岡山大学・教師教育開発センター・教授

研究者番号: 40144729