

<実践報告>

理科における問題解決能力を育てるための評価方法の開発

五十嵐俊子 東京都教職員研修センター

東原義訓 信州大学教育学部附属教育実践総合センター

Development of the Method for Evaluating Students' Ability of Problem Solving in Science

IGARASHI Toshiko: Tokyo Metropolitan School Personnel In-service Training Center

HIGASHIBARA Yoshinori: Faculty of Education, Shinshu University

The method for evaluating students' ability of problem solving in science was developed. The focus of this method was to assess scientific thinking. In order to accomplish the purpose, we analyzed the course of study, to evaluate standard of scientific thinking from the third grader to the sixth grader in an elementary school. Then the results of analysis of the guideline were diagrammed to clarify the structure. Based on the diagram, we created worksheet which can show us the process of scientific thinking of a child.

【キーワード】 小学校理科 学習指導要領 評価 科学的な思考 問題解決能力

1. はじめに

「生きる力」の重要な要素である問題解決能力は、自然を対象とした理科教育において特に重視されており、育成すべき問題解決能力が学習指導要領の各学年の目標の中に明確に位置付けられている。この問題解決能力の育成に焦点を絞り、その実現状況を評価する具体的な方法を明らかにし、指導に生かす目的で本研究を行った。

なお、本稿は筆者が担当した第47期東京都教育研究員小学校理科部会での研究をまとめたものである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、学習指導要領の各学年で示されている身に付けるべき問題解決能力を具体的な単元レベルに当てはめて記述し、図式化してその構造を明らかにすること、それに基づいて評価規準を設定することである。また、評価が次の指導への出発点になるように、評価した姿から期待する姿への具体的な支援の手立ても検討した。

3. 研究の方法

(1) 「科学的な思考」にかかわる表記や記述内容に着目しながら，学習指導要領を忠実に読み取って分析，整理した。

(2) 「科学的な思考」を評価するために作成した評価規準が妥当か，判断可能かどうかを計8回の検証授業を通して協議した。また，評価結果をどのように指導に生かすかを協議した。研究の構想図を図1に示す。

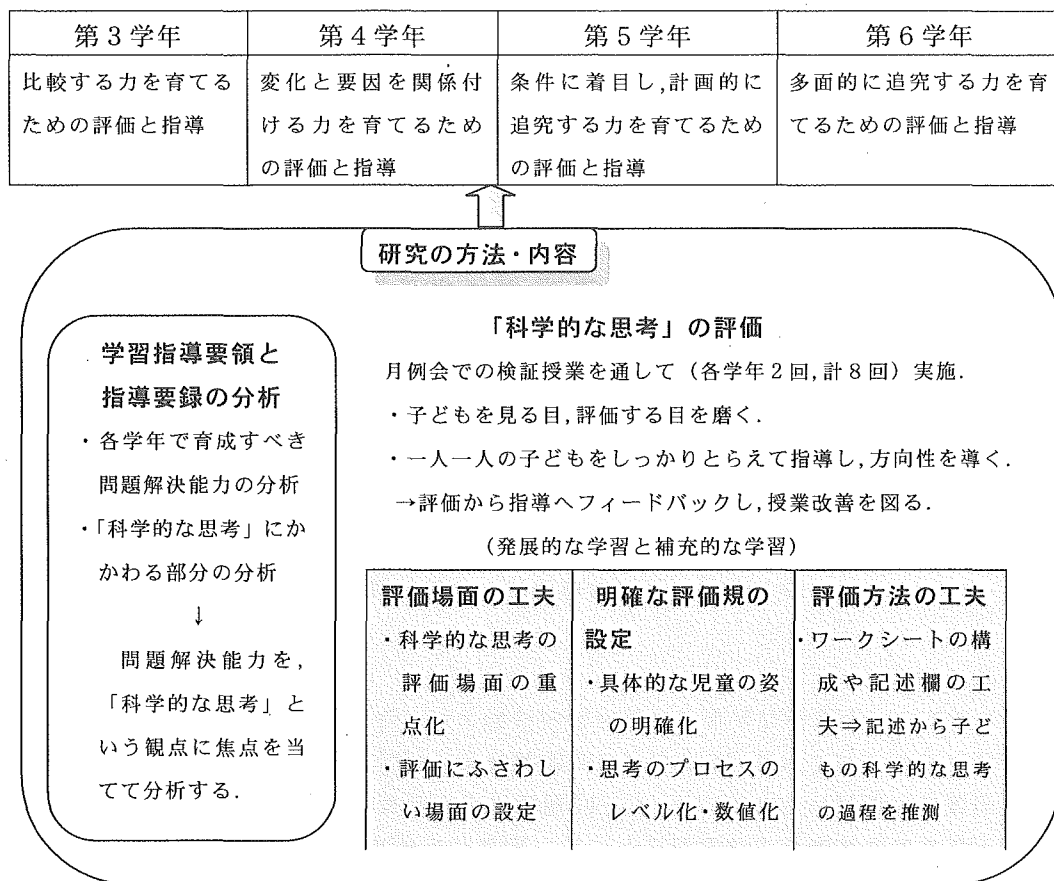


図1 問題解決能力を育てるための評価と指導

4. 問題解決能力と「科学的な思考」

(1) 学習指導要領，指導要録の分析

学習指導要領の理科の目標を分析・整理すると，表1のように，学年に応じて育てるべき資質・能力が，構造的に示されている。第3学年は「事象の比較」，第4学年は「事象の関係付け」，第5学年は「条件への着目」，第6学年は「多面的な追究」である。この表の「科学の方法」の部分に注目すると，指導要録に記載する事項等の「科学的な思考」と対応している。そこで，本研究は問題解決能力の一部である「科

学的な思考」の観点に焦点を当てて分析していくことにし学年に応じた問題解決能力の育成を目指すこととした。

表1 学習指導要領・指導要録の分析

【小学校理科学習指導要領の目標(2)のポイントを整理したもの】		
自然の事物・現象	3年	光、電気及び磁石を働かせたときの現象を
	4年	空気や水、物の状態の変化及び電気による現象を力、熱、電気の働きと
	5年	物の溶け方、てこ及び物の動きの変化をそれらにかかわる
	6年	水溶液、物の燃焼、電磁石の変化や働きをその
科学の方法(問題解決活動:観察,実験)	3年	比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して
	4年	関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して
	5年	条件に目を向けながら調べ、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して
	6年	要因と関係付けながら調べ、見いだした問題を多面的に追究する活動を通して
科学の基本概念・知識	3年	光、電気及び磁石の性質についての
	4年	物の性質や働きについての
	5年	物の変化の規則性についての
	6年	物の性質や働きについての
見方や考え方		見方や考え方を養う。

【小学校指導要録に記載する事項等(理科「科学的な思考」)】		
自然事象から問題を見いだし、見通しをもって	事象を比較したり 関係付けたり 条件に着目したり 多面的に追究したり	して調べることによって得られた結果を考察して、自然現象を科学的にとらえ、問題を解決する。

5. 各学年で育てる問題解決能力

子どもの自然認識、学習状況を的確にとらえ、一人一人の力を十分発揮できる方向へ導くことが教師の使命である。子どもを見る目を磨き、具体的な子どもの学習の姿を想定して客観性の高い評価規準を示すことにより、それに続く次の指導への明確な示唆が得られるようにした。具体的には次の3つの視点を取り入れて、研究を進めていくこととした。

(1) 評価場面の工夫

各学年のそれぞれの単元において、「科学的な思考」が表れやすい場面を選んで評価を行う。

(2) 明確な評価規準の設定

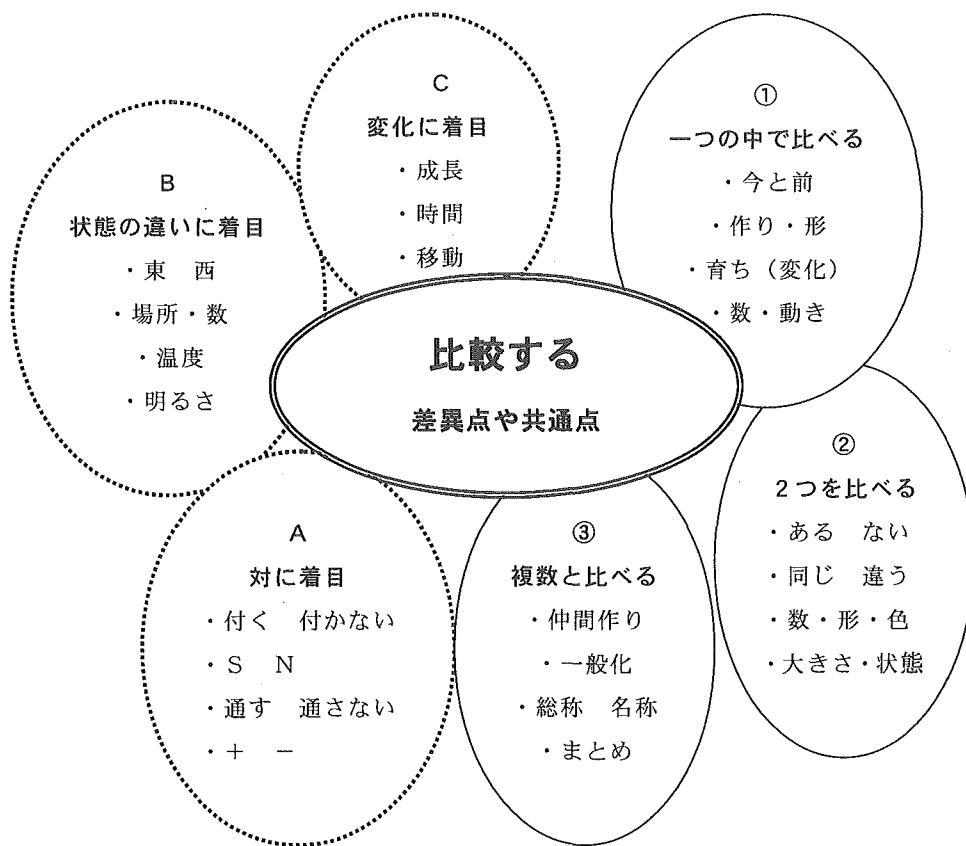
誰が評価しても同じ結果が得られるように、子どもの行動を思考のプロセスに応じてレベル化したり、数値化するための規準を明確にするなどの工夫をした。

(3) 評価方法の工夫

ワークシートの構成や記入欄を工夫して、その記述から子どもの科学的な思考の過程を推測できるようにした。

5.1 第3学年で育てる問題解決能力

第3学年で育てる問題解決能力は「比較する力」である。「比較する力」を育てるには、どのような「比較」があるか明確することが大切である。「比較」の分析結果を図2に示す。例えば、植物の単元でのホウセンカの成長では、「芽生えから結実まで観察する」という時間の変化に着目した比較のとらえ方と、ホウセンカとヒャクニチソウの成長を比較しながら観察していくという2種類の違いで比較をとらえるなど、多くの「比較」の場面が見えてくる。



①～③は比較する対象物の数により分類した。

A～Cは、比較の着眼点の違いである。

- ① 1つの物の「変化していく様子」や「部位による差異点や共通点」をとらえる。
- ② 2つの物または2つの種類の物の差違点や共通点をとらえる。
- ③ 複数の物を比較することにより、一般化したりまとめたりしていく。
- A 1つの物の中で相反するが切り離せない性質をとらえる。
- B 連続した変化について比較し差違点や共通点をとらえる。
- C 時間などで連続して変化していく様子をとらえる。

図2 比較の分析

5.2 第4学年で育てる問題解決能力

第4学年で身に付けたい問題解決能力は「自然の事物・現象の変化と関係する要因を抽出する力」である。図3は、第4学年で学習する「変化」とその「要因」の関係図である（矢印は「関係付ける力」）。

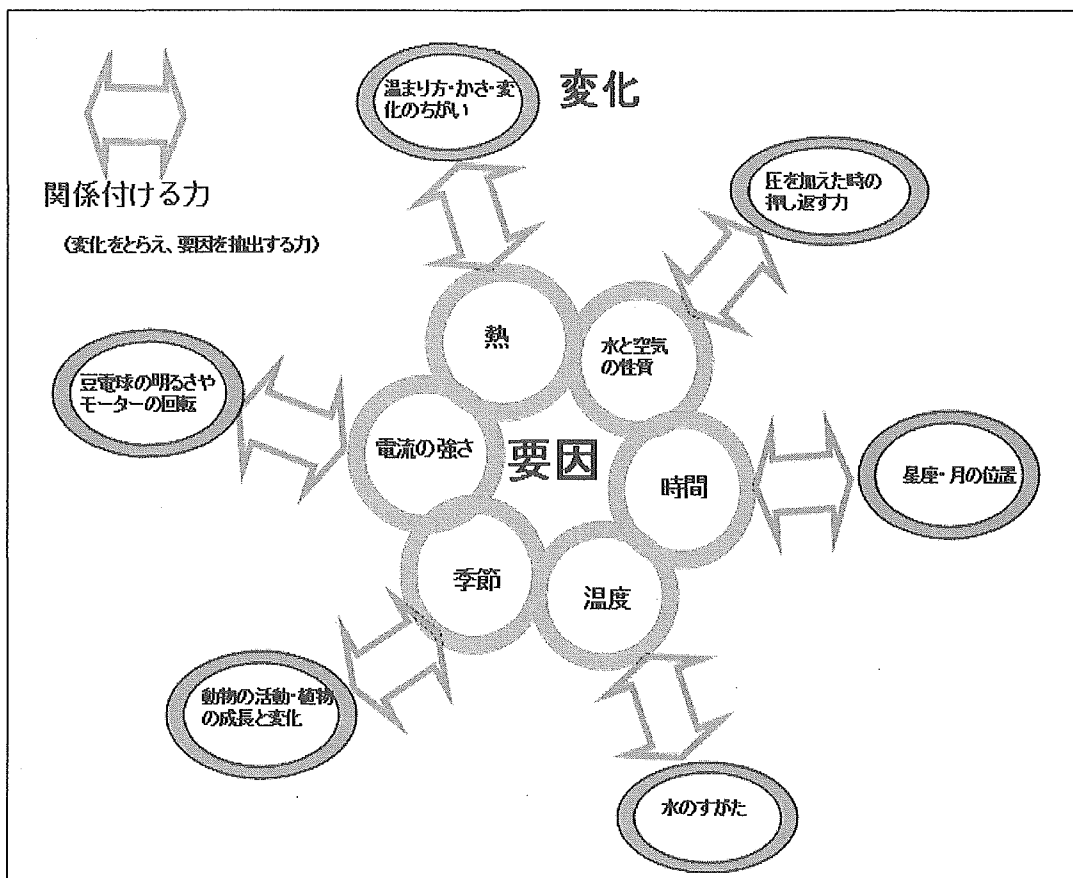


図3 変化と要因の関係図

関係付ける力とは、自然の事物・現象を観察し「なぜだろう?」「どうしてだろう?」という疑問をもち、自分なりの予想をもって観察、実験に臨む力である。観察、実験の結果を「なぜ?」「どうして?」に結び付けて要因を見つけ出そうとする力、つまり変化の前と変化した後の姿を比べ、「変化させたもの(要因)は何か?」を見つけ出す力である。

具体的には、A区分では動物の活動や植物の成長と環境とのかかわり、B区分では空気や水、物の状態変化及び電気による諸現象と力、熱、電気の働き、C区分では月や星の位置の変化、空気中の水の変化と時間、水の性質のかかわりについて見つけ出す力である。

5.3 第5学年で育てる問題解決能力

学習指導要領で第5学年に位置付けられている問題解決能力は、「条件に着目し、計画的に追究する力」である。この力は、ただ漠然と観察、実験を行っているだけでは育ちにくい。児童が問題解決に向かう姿を教師が的確に把握し、個に応じた支援をしていくことが必要である。そのためには、児童の問題解決能力を客観的に見取るための手だてが重要となる。そこで、児童の「条件に着目し、計画的に追究する」姿を分析し、この力を児童が身に付けていく過程を図4のように明らかにした。

思考のプロセス		
0	自然事象から、気付きや疑問をもつ。	計画的に追究する姿
1	条件に着目する。	
2	条件から問題を見だし、理由を挙げて予想を考える。	
3	条件を制御する。	
4	実験方法を考え、見通しをもって実験計画を立てる。	条件と関係付けて考察する姿
5	実験結果を、条件と関係付けて考察する。（評価規準B）	
6	新たな問題を見だし、条件を制御した実験計画を立てる。（その結果について条件と関係付けて考察する。） （評価規準A）	

図4 思考のプロセス

(1) 思考のプロセス

この『思考のプロセス』を活用することで、単元の終わりに評価するのではなく、観察、実験を計画する場面や結果を考察する場面で、今児童はどのプロセスにあるのかを短時間で評価し、次の活動につながる適切な支援をすることができる。また、この思考のプロセスは、問題解決能力を育てるための一連の学習活動の流れでもあり、このプロセスを追った指導を単元ごとに繰り返すことで、第5学年の問題解決能力である「条件に着目し、計画的に追究する力」を育てることができる。

(2) 思考のプロセスに対応したワークシート

実際に、『思考のプロセス』に沿って具体的な児童の姿を見取っていく方法として、『思考のプロセス』に対応したワークシートを考えた(図5)。プロセスごとに児童の思考が見えるワークシートを作り、プロセスとワークシートの番号を対応させ、児童が今どのプロセスまで実現できているか、ワークシートの記述内容を見ることによって短時間で的確に把握することができるようにした。また、ワークシートを1枚の用紙にまとめることにより、学習の流れを児童が振り返ることができるようにし、結果を条件と関係付けて考察できるようにした。

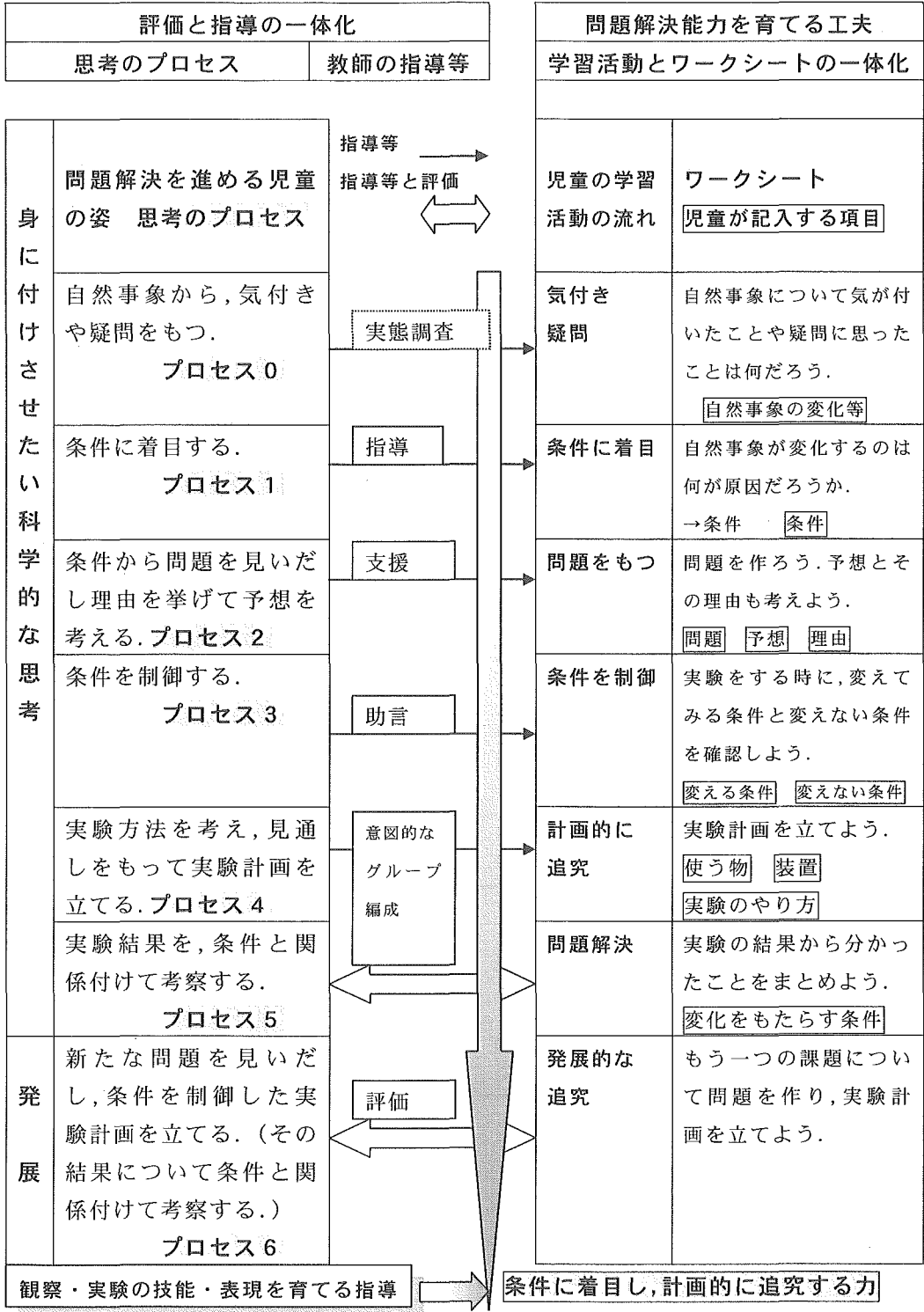


図5 評価・指導・学習活動の流れとワークシートの一体化

5.4 第6学年で育てる問題解決能力

第6学年で育てたい「多面的に追究する力」とは、「前学年までに培った問題解決の資質・能力に加え、事象となるべく多くの事柄を関連付けて、それに対する見方や考え方をより客観性の高い妥当なものにしようとする力」である。

問題解決の活動の流れの中で、「多面的に追究する力」を育てるのに最も適していると考えられる場面は、「仮説を立てる（結果を予想して検証の方法を見通し、観察、実験の計画を行う）場面」と「観察、実験によって得られた結果を考察する場面」の2つである。これらの場面で、児童がより多くの経験・情報と関連付けて事象の性質や規則性、事象と事象との関連などを見いだそうとすることができれば、「多面的に追究する力」が育ったと考えられる。

そのために、仮説の場面では、既習事項を想起させたり、経験不足を補うための時間（電磁石を使って自由に活動するなど）を確保したりすることにした。実験は児童一人一人の考えを大切に、多様な方法で責任をもって取り組ませ、さらに結果についての情報交換を行わせることで、考察場面での追究がより多面性を増すようにした。

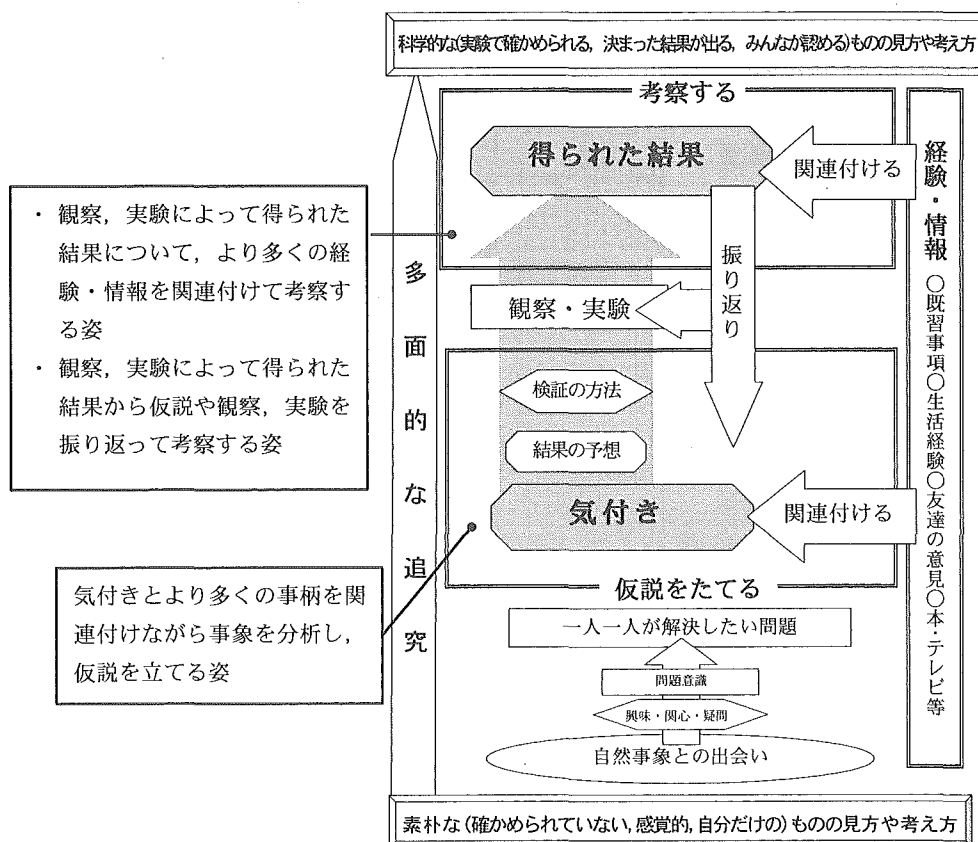


図6 多面的に追究する場面（問題解決活動の流れ）

「多面的に追究する力」を育てるための評価の方法として、次の流れが考えられる。

(1) 「期待する児童の姿」を明確にする

指導計画には、毎時間の評価のポイントを「期待する児童の姿」として明確に表す。「期待する児童の姿」は、その時間の学習課題を追究するにあたって関連付けてほしい見方や考え方を示したものである。教師は授業中の児童の行動や発言、ワークシートへの記録などに表れたものが「期待する児童の姿」に該当するかどうか評価するとともに、支援する。

支援の方法としては、次のことが考えられる。

①見るべき事象や振り返るべき学習内容などが想起できる言葉かけ

②友達との情報交換のできる場の設定

また、すでに期待する児童の姿である場合についても、より多くの事柄と関連させて考えることができるよう情報交換の場を設定する。

(2) 評価の場面を重点化する

よりの確に評価し、その評価に基づく支援を充実させるため、評価の場面を重点化する。重点化する場面は、単元全体の中で、科学的な思考を高めさせたい場面とする。具体的には、「仮説を立て、実験の方法を考える場面」と「実験の結果から考察をする場面」が適切であろう。

(3) A, B の評価規準を数量的に設定する

期待される児童の姿を「得られた結果」、「経験・情報」の2つに分類して具体的に示し、どれだけの根拠を持って仮説を立てたり、考察したりできるかを評価規準とした。

数量的に評価することは、評価の客観性が上がるだけでなく、児童にも多面的な追究を促すことにつながり、評価を指導に生かすために有効である。「得られた結果」と「情報・経験」とをいくつ関連づけられるかは、単元や場面によって違いがあるので、規準となる数量は場面ごとに設定する。

表2 科学的な思考の評価規準

	仮説を立てる場面	考察をする場面
B	「気付き」と「経験・情報」とを関連させ、仮説を立てることができる。	「得られた結果」と「経験・情報」とを関連させ、結論を導き出すことができる。
A	複数の「気付き」と複数の「経験・情報」とを関連させ、仮説を立てることができる。	複数の「得られた結果」と複数の「経験・情報」とを関連させ、結論を導き出すことができる。

(4) 思考の流れが見えるワークシートを活用する

授業中や授業後にはワークシートを評価に活用する。そのため、仮説を立てたり考察をしたりする際には、次の点が明らかになるようにワークシートを作成した。

①仮説や結論に至った根拠

②友だちと情報交換をした内容

6. 成果

(1) 学習指導要領の理科の目標および指導要録に記載すべき事項を分析した結果、「問題解決能力」と「科学的な思考」との関係が明らかにされた。

1) 学習指導要領に示された理科の目標の文章を要素解析したところ、どの学年についても、「自然の事物・現象」、「科学の方法」、「態度」、「科学の基本概念・知識」、「見方・考え方」という要素から構成されていることが示された。学習指導要領では、各学年で育てるべき資質能力が目標文中に構造的に記述されており、「科学の方法」の部分は、指導要録に記載する観点の「科学的な思考」と合致している。

2) 指導要録に記載する観点の「科学的な思考」は、語尾が「問題を解決する」となっており、「科学的な思考」の観点の重点が「問題解決」であることを示している。

(2) 各学年で育てる問題解決能力の「比較する力」「変化と要因を関係付ける力」「条件に着目し、計画的に追究する力」「多面的に追究する力」について、それぞれの構造を図式化することにより、児童に示すべき評価規準の設定が容易になった。

(3) 科学的な思考の評価を、「予想する場面」と「考察する場面」に重点化して行うことが提案された。

(4) 児童が今どのプロセスまで実現できているかを短時間に的確に教師が把握することができ、また、児童自身も学習の流れを振り返ることができるワークシートを開発した。

1) 3年: 比較の対象, 比較の観点を表にしてまとめるワークシート

2) 4年: 予想の理由, 考察の理由を明確にし, 友達の考えも取り入れて考えることのできるワークシート

3) 5年: 児童の思考のプロセス(条件と関係付けて計画的に考えることのできる思考段階)とそれに対応した複数のワークシート

4) 6年: 関連付けさせたい事柄を明確に示し, 考察の根拠を複数の視点から捉えることのできるワークシート。

(5) 本研究によって、研究員の多くが、当初、評価に対してもっていた誤解や偏見(評価=評定)を取り去ることができ、児童の姿をよく捉えて授業に取り組もうとする姿勢が生まれたことが大きな成果である。

文献

東京都教職員研修センター, 2002, 『平成14年度 教育研究員研究報告書「小学校理科」』

文部省, 1999, 『小学校学習指導要領解説 理科編』

文部科学省, 2001, 『小学校児童指導要録, 中学校生徒指導要録, 高等学校生徒指導要録, 中等教育学校生徒指導要録並びに盲学校, 聾(ろう)学校及び養護学校の小学部児童指導要録, 中学部生徒指導要録及び高等部生徒指導要録の改善等について(通知)』