

問題解決能力の育成を目指した学習指導法に関する研究 ——見通しを持って自ら進める理科学習の創造——

山崎 敬人 柴 一実 神山 貴弥
濱保 和治 三田 幸司 吉原健太郎
山下 由紀 吉見 郁哉

1 はじめに

自然の事象・現象を対象とする理科学習において問題解決の能力を育成していくことは、変化の激しい現代社会を生きていく子ども達にとって、極めて重要な意味を持っている。この能力の育成は、1989年改訂の学習指導要領においても、1998年改訂のそれにおいても、小学校理科の目標の柱の一つとして位置づけられている¹⁾²⁾。しかしながら、理科授業の日々の実践から見えてくるものは、その能力を子ども達に十分には育みきれていないという実態である。

例えば、小学校の子ども達についてみれば、追求すべき問題は意識されていても、考えられた観察・実験方法が問題解決に向けて見通しのもてたものとはなっていないかたり、問題解決の場面において自分で判断して行動することが難しかったりする場合がある。また、中学校では、課題の意味が十分つかめていない、問題解決の方法が見つからない、問題解決の流れをイメージできない、などの理由で、問題解決を目指す学習活動が実際には形式的なものにとどまってしまうなど、子ども達が主体的に問題解決を進めているとはいえない傾向が見られる。

そこで、問題解決能力を育てるために、次の二点が必要であると考えた。その第一は、解決方法を考える場面で、子ども達に自由な方法を選択させ、計画を立案させた上で学習させるようにすることである。第二は、問題解決を進めていく場面で、解決方法に対する自己評価や、意見交流などの相互評価を取り入れるなどして、自分たちの学習してきた過程や解決方法を振り返らせ、自ら問題解決活動を吟味・修正させることである。さらにこれら二点以外にも、問題解決のためのいろいろな方策や方法の知識を身につけさせることや、問題解決への主体的な態度や意欲を育てることも大切ではないだろうか。

以上のような認識にもとづき、主体的に問題解決を進めていくことのできる力を子ども達に育てていくための、小学校・中学校の各段階を通した系統的な支援のあり方を探っていくことを中心的な研究課題として設定した。

2 研究の概要

研究を進めていくにあたり、まず、見通しを持って自ら学習を進めていくための問題解決の過程を、図1のように考えた。

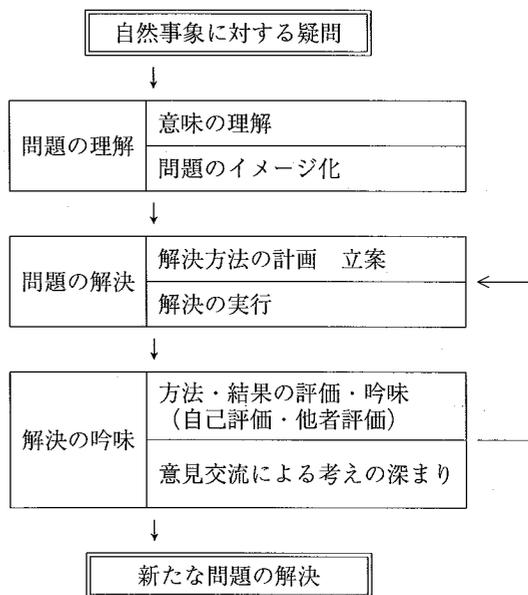


図1 問題解決の過程

Takahito Yamasaki, Kazumi Shiba, Takaya Kouyama, Kazuharu Hamayasu, Kouji Sanda, Kentaro Yoshihara, Yuki Yamashita, and Ikuya Yoshimi : A Study on the Teaching Methods to Improve the Ability of Problem Solving —Developing the Independent Science Learning with Foresight—

この過程を通して問題解決能力を育てるためには、次の3つの段階が肝要であると考えられる。

- ①問題の意味を理解し、イメージする段階。
 ②解決方法を計画し、見通しをもつ段階。
 ③学習の過程を吟味し、コントロールする段階。

これら3つの段階は、それぞれ次のようなことを意味している

①問題の意味を理解し、イメージする段階

問題の解決をするために問題の持つ意味を理解したり、いま自分が問題解決に向かって何をしているかをイメージし、自分なりの言葉で表現したりすることにより、目的意識を明確にする段階である。

②解決方法を計画し、見通しをもつ段階

目標を達成するための手段や方法を自分で考え、自分なりの計画を立てることができるようになる段階である。

③学習の過程を吟味し、コントロールする段階

自分の解決方法や結果を吟味したり、他者と意見交流をしたりすることを通して、解決方法を修正し問題解決活動をコントロールする段階である。

そこで本年度の研究では、以上のような段階における教授方略を問題解決学習において効果的に採用するための基礎的研究として、小・中学生が問題解決学習に対してどのような意識や技能、方略などを持っているのか、その実態を明らかにすることを目的とした。

3 小・中学生の問題解決の方略に関する実態調査

(1) 実態調査の目的

問題解決学習に際して、子ども達はどのような意識や技能、方略などを持っているのか、また、それらの意識や技能、方略などには学校段階によるどのような特徴があるのかを明らかにする。

(2) 実態調査の方法

① 対象・方法

調査は、質問紙法により実施し、時期は2000年7月上旬である。

対象は、広島大学附属三原小学校・中学校の小学校4年生から中学校3年生の児童・生徒合計468名である。

調査の実施にあたって、小学生用と中学生用の質問紙を作成し、小学生については、担任が各項目について説明をしながら解答させた。中学生については、担任による主旨説明の後に、直ちに解答させた。調査対象の内訳を表1に示す。

表1 調査対象の内訳

学 年	人 数
小学校4年生	75名
小学校5年生	77名
小学校6年生	75名
中学校1年生	82名
中学校2年生	79名
中学校3年生	80名
合 計	468名

② 質問紙の作成

観察・実験などの問題解決活動において、問題の理解・解決・吟味の各段階に際し、子ども達がとるであろうと予想される態度や方略に関する質問項目を作成した。そして各項目について、「とてもよくあてはまる」「どちらかといえばあてはまる」「どちらかといえばあてはまらない」「まったくあてはまらない」の4段階の評定尺度を設定した。

(3) 分析方法

各項目の回答について、「とてもよくあてはまる」を4点、「どちらかといえばあてはまる」を3点、「どちらかといえばあてはまらない」を2点、そして「まったくあてはまらない」を1点として得点化した。そして、そのデータを主因子分析法により分析した。さらに、因子の解釈のための単純構造化をバリマックス法によって行った。

4 実態調査に関する結果と考察

(1) 因子分析による結果と考察

バリマックス回転によって3個の因子が抽出された。このとき、3因子による累積寄与率は47.14%であった。また、各項目の因子負荷量などは表2のとおりである。

表2において、因子負荷量の絶対値0.42以上を示した項目の内容を参考に各因子を解釈した。

各因子を構成する項目とその解釈は次の通りである。

①因子1

第1因子を構成する項目は以下の9項目であった。

- 01.観察や実験をするときは、上手に実験操作を行います
- 02.観察や実験をするときは、目的を理解して行います。
- 03.観察や実験をするときは、方法を理解して行います。
- 04.観察や実験をするときは、その方法でよいかどうか考えて行います。

表2 実態調査の因子分析表

(表中の数値は回転後の因子負荷量を表している。)

設問 番号	アンケート設問項目	因子番号			
		第 1 因子	第 2 因子	第 3 因子	共 通 性
3	観察や実験をするときは、方法を理解して行います	0.692497	0.212314	0.312368	0.622203
2	観察や実験をするときは、目的を理解して行います	0.676149	0.230106	0.27779	0.587293
1	観察や実験をするときは、上手に実験操作を行います	0.535138	0.394166	0.106193	0.453017
4	観察や実験をするときは、その方法でよいかどうかを考えて行います	0.511556	0.314502	0.3981	0.519085
6	観察や実験の予想を立てるとき、筋道を立てて考えています	0.510726	0.256223	0.377952	0.469339
5	観察や実験をするときは、結果を予想して行います	0.481558	0.269657	0.329545	0.413213
12	観察や実験の考察やまとめをするとき、観察実験結果とそれからわかることをきちんと分けて考えています	0.449926	0.40536	0.281258	0.509647
18	観察や実験が終わった後で、方法や結果を説明できます	0.438127	0.233577	0.349341	0.368552
9	観察や実験をするときは、細かい変化まで注意深く見えています	0.420272	0.393146	0.364485	0.464041
20	観察や実験をするとき、多くの方法を考えることができます	0.292343	0.739551	0.127354	0.648619
7	観察や実験をするときは、方法を工夫しながら行います	0.358638	0.577141	0.281258	0.540818
16	観察や実験の考察やまとめをするとき、何かを頭の中でイメージして考えています	0.101558	0.52243	0.270515	0.356426
19	観察や実験をするとき、自分の考えた方法でやってみたいと思います	0.36148	0.482021	0.169525	0.391751
8	観察や実験の途中で、その方法でうまくいくかどうか考えています	0.298446	0.462482	0.407091	0.468682
13	観察や実験の考察やまとめをするとき、結果をわかりやすい表やグラフにして考えています	0.133689	0.390422	0.383177	0.317127
10	観察や実験の結果が他の人とちがうときは、その原因を考えています	0.335557	0.23033	0.582608	0.505083
11	観察や実験の考察やまとめをするとき、その結果をもとに考えています	0.391897	0.062342	0.564701	0.476357
14	観察や実験の考察やまとめをするとき、他の班の結果やデータと比べて考えています	0.178622	0.272901	0.564479	0.425017
17	観察や実験の考察やまとめをした後で、その考察やまとめでよいかどうか考えています	0.31542	0.338353	0.485102	0.449297
15	観察や実験の考察やまとめをするとき、今までに習った内容や経験をもとに考えています	0.34693	0.350425	0.453662	0.44897
二 乗 和		3.528496	2.984427	2.921614	
寄 与 率		17.64%	14.92%	14.61%	

- Q5. 観察や実験をするときは、結果を予想して行います。
- Q6. 観察や実験の予想を立てるとき、筋道を立てて考えています。
- Q9. 観察や実験をするときは、細かい変化まで注意深く見ています。
- Q12. 観察や実験の考察やまとめをするとき、観察実験の結果とそれからわかることをきちんと分けて考えています。
- Q18. 観察や実験が終わった後で、方法や結果を説明できます。

第1因子を構成する項目のうち、Q1とQ9はそれぞれ観察・実験の技能や観察・実験中の態度を表している。Q2からQ5までの項目は、観察・実験の計画段階で必要な方略であり、それぞれ問題状況の理解、解決方法の理解、解決方法の吟味、結果の予想を表している。Q6は計画を立てるのに必要な論理的な思考を表している。さらに、Q12とQ18は観察・実験のまとめや考察の段階で必要な方略であり、それぞれ観察・実験結果に基づいた実証的な思考と、方法や結果の説明に関するものである。これらの項目のうち、Q1、Q2、Q3、Q4、Q6が高い負荷を示していた。

よって、第1因子は計画立案のための方略・技能・論理的思考と、まとめや考察を見通した思考に関連する因子であると解釈し、「問題解決の計画にかかわる方略」因子と命名した。

②因子2

第2因子を構成する項目は以下の5項目であった。

- Q7. 観察や実験をするときは、方法を工夫しながら行います。
- Q8. 観察や実験の途中で、その方法でうまくいくかどうか考えています。
- Q16. 観察や実験の考察やまとめをするとき、何かを頭の中でイメージして考えています。
- Q19. 観察や実験をするとき、自分の考えた方法でやってみたいと思います。
- Q20. 観察や実験をするとき、多くの方法を考えることができます。

第2因子を構成する項目のうち、Q7、Q8、Q19、Q20の項目は、問題解決を実行したり制御したりしようとする方略であり、それぞれ方法の工夫、実行中の方法の吟味、自主的な思考や行動の意欲、多様な発想力を表している。またQ16は問題解決の結果を処理する方略であり、イメージ化による思考を表している。これらの項目のうち、Q7、Q16、Q20が高い負荷を示し

ていた。

よって、第2因子は実行のための意欲とそれをコントロールするための方略、及び結果を処理する際の思考に関連する因子であると解釈し、「問題解決の実行にかかわる方略」因子と命名した。

③因子3

第3因子を構成する項目は以下の5項目であった。

- Q10. 観察や実験の結果が他の人とちがうときは、その原因を考えています。
- Q11. 観察や実験の考察やまとめをするとき、その結果をもとに考えています。
- Q14. 観察や実験の考察やまとめをするとき、他の班の結果やデータと比べて考えています。
- Q15. 観察や実験の考察やまとめをするとき、今までに習った内容や経験をもとに考えています。
- Q17. 観察や実験の考察やまとめをした後で、その考察やまとめでよいかどうか考えています。

第3因子を構成する項目のうち、Q10とQ11は原因を考えたり、結果に基づいて考えたりする実証的な思考を表している。Q14、Q15、Q17は、他と比較しての思考や、経験的な思考、結論の吟味を表している。これらの項目のうち、Q10、Q11、Q14が高い負荷を示していた。

よって、第3因子は結果に基づいた実証的な思考と、結論や考えを吟味する方略に関連する因子であると解釈し、「問題解決の結果の吟味にかかわる方略」因子と命名した。

(2) 実態調査の集計結果と考察

それぞれの因子について、各項目の平均値にもとづきその傾向を考察する。

①全体を通しての傾向

ア. 「問題解決の計画にかかわる方略」因子について
図2より、観察・実験の方法や目的についての理解と、観察・実験結果の予想についての平均値が高く、これらの点についてはできていると子ども達が認識している一方で、筋道を立てて予想することという項目の平均値が低く、この点はあまりできていないと認識していることがうかがえる。

このことから、子ども達は予想はするけれども、その背景となる理論や考えを重視していない傾向があるのではないかと考えられる。

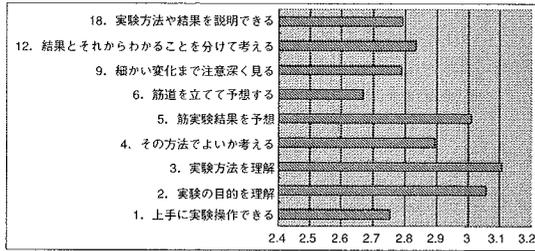


図 2

イ。「問題解決の実行にかかわる方略」因子について

図3より、自分で考えた方法で観察や実験をすることへの意欲についての平均値が高く、この点についてはできていると子ども達が認識している一方で、多くの観察・実験の方法を考えることについての平均値が低く、この点についてはあまりできていないと認識していることがうかがえる。

このことから、子ども達は観察・実験の工夫はしたりするが、多くの方法のなかから1つの最良の方法を選ぶのではなく、1つの考えついた方法だけで観察・実験を行おうとする傾向にあり、複数の方法を考えることが少ないように思われる。それは、新しい発想での観察・実験はその経験が乏しいのでできないと、子ども達が思っているためではないかと考えられる。

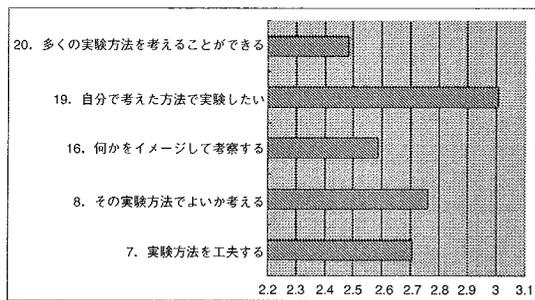


図 3

ウ。「問題解決の結果を吟味する方略」因子について

図4より、結果に基づいて考える実証的な思考や経験的な思考は高い値を示しており、これらの点についてはできていると子ども達が認識している一方で、他と比較しての思考や結論の吟味の平均値が低く、これらの点についてあまりできていないと子ども達が認識していることがうかがえる。

このことから、子ども達が観察・実験の結果をもとにして考察やまとめをしていく段階で、自分以外、あるいは自分の属する班以外の他者との関わりを大切にしながら問題解決の結果を吟味していく態度が十分に

育てられておらず、その機会も少ないのではないかと考えられる。

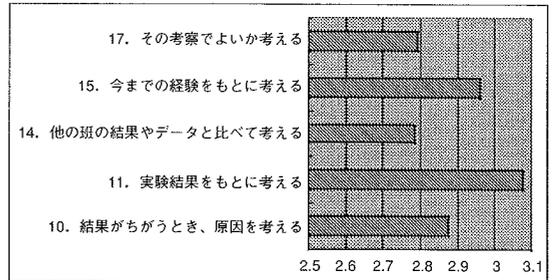


図 4

エ. その他

「結果を表やグラフにして考える」という質問項目は、第2因子と第3因子の両方で同程度の因子負荷量を示していたが、抽出された因子の解釈には用いなかった。しかし、すべての調査項目のなかで最も平均値が低かった(0.22)のがこの項目であり、表やグラフを活用した思考ができていないと子ども達が認識していることについて、十分に留意しておくことが必要である。

この点については、観察・実験の結果を表やグラフにして考える教材や機会が限られていることや、子ども達にとって誤差の取り扱いが難しいために定量的に扱うことが困難なことがその一因となっているのではないかと考えられる。また、子ども達に表やグラフを使う有効性や価値観が育っていないことも考えられる。

②学校段階による特徴

3つの因子について各学校段階における特徴を考察するために、小学校と中学校の各項目の平均値の傾向を比較・検討した。

「問題解決の計画にかかわる方略」因子についてみると、図5と図6より、小学校では、観察・実験の結果の予想や、方法の吟味、目的や方法の理解については平均値が相対的に高くなっている。それに対して、中学校では、観察・実験の方法や目的の理解については、小学校と同様に平均値が相対的に高くなっているものの、結果の予想や方法の吟味については、小学校とは異なり低くなっている。このことは、中学校段階では方法を吟味する機会が乏しいためではないかと思われる。

また、小学校と中学校のいずれにおいても、筋道を立てた予想についての平均値が低くなっている。しかし、小学校では、観察・実験の方法や結果の説明につ

いての平均値がこの項目と同程度に低い値を示しているのに対して、中学校では、観察・実験の方法や結果の説明についての平均値はむしろ高い値を示している。このことは、小学校段階では、表現力が乏しいことを表していると同時に、問題解決に向けての流れが十分につかめていないためではないと思われる。

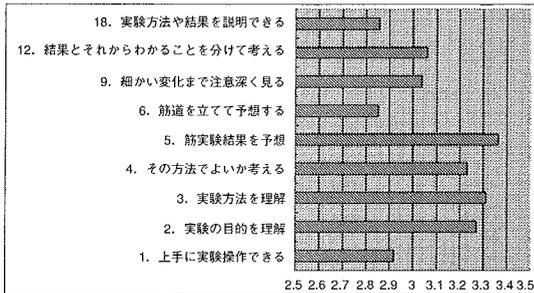


図5 小学校段階

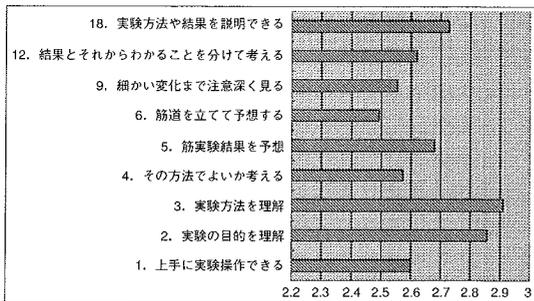


図6 中学校段階

次に「問題解決の実行にかかわる方略」因子についてみると、図7と図8より、小学校、中学校のいずれにおいても、自分で考えた方法で観察・実験をしたいという意欲が高い一方で、多くの観察・実験方法を考えることができている傾向がうかがえる。また、小学校については、中学校とは異なり、イメージ化して思考することができていない傾向がうかがえる。このことは、目の前にデータや事象があるときはいろいろな思考ができるが、問題解決の実行にかかわる方略のうち、自分の考えを何かにとえてまとめたり説明したりすることが小学校の子ども達にとっては難しいことを示しているのではないかと考えられる。

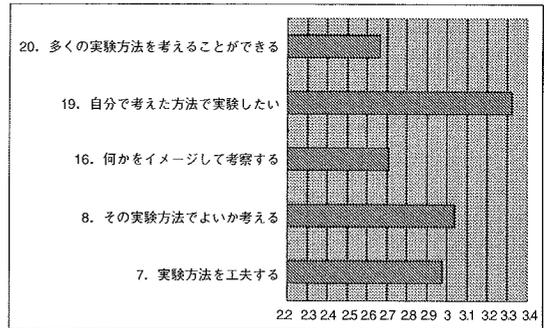


図7 小学校段階

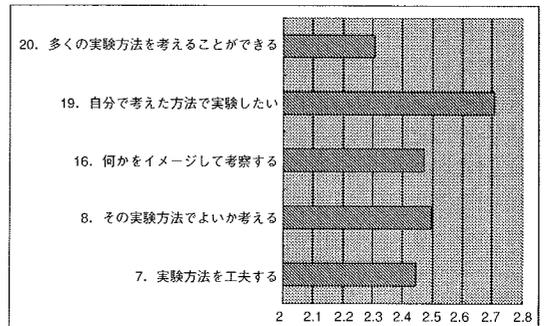


図8 中学校段階

なお、図9と図10に示したように、「問題解決の結果を吟味する方略」因子については、小学校と中学校での違いはほとんど認められない。

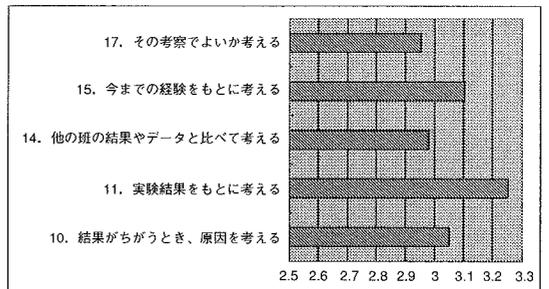


図9 小学校段階

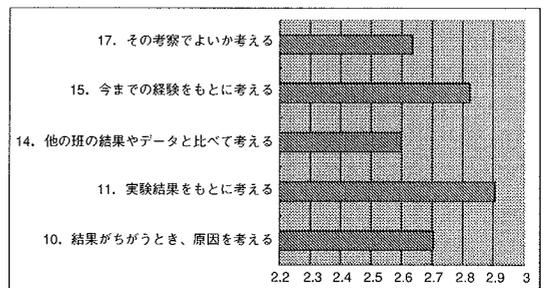


図10 中学校段階

5 実態調査からわかる子どもの姿

①全体を通しての傾向

- ・問題解決の計画を立てる段階で、子ども達は予想は立てるが、その背景となる理論や考えを重視しておらず、なぜそう考えたのかという理由を軽視しているという実態がうかがえる。思考した結果だけでなく、その根拠となる考えを重視するような学習習慣をつける必要があるように思われる。
- ・問題解決を実行する段階で、多くの方法の中から最良の方法を選ぶのではなく、考えついた方法を実行しようとする傾向がある。問題解決能力を育てるためには、多くの方法を考えたり、目的に沿った最良の方法を選択するような力を育てる必要がある。
- ・問題解決の結果の吟味の段階で、他と比較して吟味することや他と異なるときその原因を思考することが十分できていない傾向がある。観察・実験のまとめが終了した時、結果を振り返って吟味するような機会を多く設ける必要がある。
- ・問題解決を実行したり結果を吟味したりする段階では、表やグラフにして考えることを積極的に行おうとしない傾向がある。誤差や定量的な扱いの難しさもあるが、表やグラフを使うことの有効性に気づかせていく必要がある。

②学校段階による特徴

<小学校の傾向>

- ・観察、実験の方法や結果を説明することが十分できていない子どもが多い。このことは表現力が乏しいことを表していると同時に、問題解決に向けての流れが十分につかめていないためではないかと思われる。自分なりに表現するための技能や意欲・自信を育て、問題解決に向けての流れを意識させるような授業における支援が必要である。
- ・観察、実験の結果を考察する際に、何かにたとえたりイメージして考えることが十分にできていない子どもが多い。しかしその一方、近年では、メタファーを用いた表現活動が理科の学習を発展させる上で有効であることが指摘されてきている³⁾⁴⁾。メタファーやモデルを用いて子ども達が自分の考えを説明したり考察を深めたりしていくことをより一層支援し、そうした

学習活動の意欲や自信や方法を身につけさせていくことが必要だと考える。

<中学生の傾向>

- ・問題解決の計画を立てる段階で、方法を吟味するする必要はないと考える子どもが多い。問題解決の計画・実行・考察の各段階で、方法や結果を自己評価したり修正したりする場を多く設定する必要がある。
- ・観察、実験を行うには、技能だけが必要であり、方法を工夫する必要はないと考える子どもが多い。複数の方法で実験できるような教材を開拓し導入していく必要がある。

6. おわりに

小学校と中学校の子どもの達を対象とした実態調査から、彼らの問題解決活動を規定していると考えられる3つの因子を得ることができた。それらは、問題解決の計画にかかわる方略、問題解決の実行にかかわる方略、問題解決の結果を吟味する方略であった。また、各因子を構成する要素について、その育成が不十分ではないかと考えられる方略には、小学校と中学校の子ども達に共通しているものと、小学校と中学校のそれぞれに独自のものが認められた。

このような実態についての認識を踏まえ、主体的に問題解決を進めていくことのできる力を子ども達に育てていくための、小学校と中学校の各段階を通した系統的な支援や指導のあり方を実践的に探っていくことが、今度の課題である。

主要引用・参考文献

- 1) 文部省『小学校学習指導要領理科』, 1989
- 2) 文部省『小学校学習指導要領理科』, 1998
- 3) 森本信也「理科授業で子どもの学びを広げる表現活動」, 楽しい理科授業, 29巻6月号, pp.58-61, 1997
- 4) 永井秀樹, 川北一彦「子どもが考えた電流モデルの有効性について」, 理科教育学研究, Vol.40, No.1, pp.35-43, 1999