

第 3 回理科WGにおいて発言しきれなかったことについて

1. 資質・能力育成の観点からの観察と実験の切り分けの必要性について

観察と実験の特徴については、現行の小学校学習指導要領解説理科編の 8 頁に、下記のような記述があり、観察と実験の特徴が分かりやすく解説されています。

小学校学習指導要領解説理科編の 8 頁(抜粋)

ここで、観察は、実際の時間、空間の中で具体的な自然の存在や変化をとらえることである。視点を明確にもち、周辺の状況にも意識を払いつつ、その様相を自らの諸感覚を通してとらえようとする活動である。一方、実験は、人為的に整えられた条件の下で、装置を用いるなどしながら、自然の存在や変化をとらえることである。自然からいくつかの変数を抽出し、それらを組み合わせ、意図的な操作を加える中で、結果を得ようとする活動である。観察、実験は明確に切り分けられない部分もあるが、それぞれの活動の特徴を意識しながら指導することが大切である。

しかし、赤色のアンダーラインを付けた部分の表記「観察、実験は明確に切り分けられない部分もある」という記述によって、前段における観察と実験の特徴に関する明快な説明が生かし切れず、結果的に観察と実験の捉え方に曖昧さを生じさせています。そのため、観察と実験が明確に切り分けられない理由として、少なくとも二つの解釈の余地を与えているように思います。一つは、実験においても事象の変化を見て(観察して)いるので、両者を切り分けられないという解釈です。もう一つは、変化する事象の観察に始まり、そこに問題を見だし仮説を立てて実験で検証を行う過程を問題解決(探究)活動として連続的に捉えると、両者を切り分けることは困難だという解釈です。

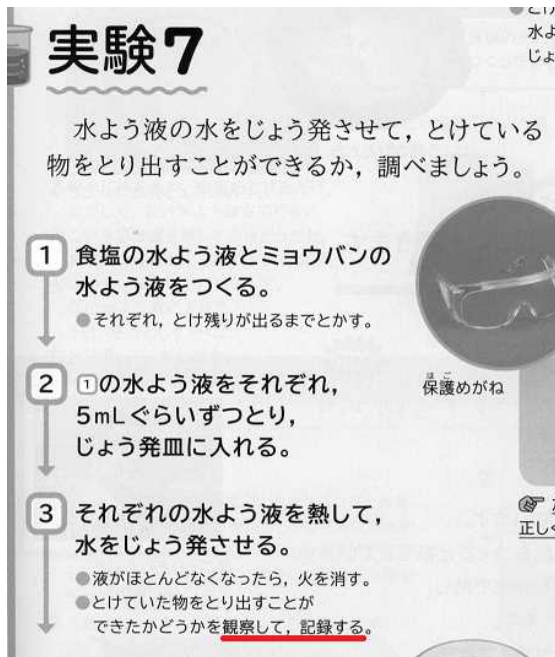


図 1 T 社の小学校 5 年生の理科教科書の
実験における「観察」に関する記述

学習指導要領に準拠して作成された小学校の理科教科書の記述を見ると、一つ目の解釈に基づいたと捉えられる記述が認められます。それは、実験を行いながら事象の変化を観察するよう指示したものです(図 1)。ここで用いられる「観察」は、実験による問題解決の過程で用いる「探究の技能」の要素の一つとして位置付けられる「観察」です(第 3 回理科 WG の参考資料 2 で示した技能の一番目)。その一方で、図 1 のように理科教科書では、問題解決の方法の違いに基づいて、観察と実験を区別しています。

実験という用語については問題ありませんが、「観察」という用語の意味合いや問題解決における位置づけは、育成すべき資質・能力を前面に出す次期学習指導要領においては、必ず明確にしておく必要があると思います。その視点は、「観察」という用語には、第 3 回理科 WG の参考資料 2 で示した「探究の技能」の一つ「I 事象を理解・把握するために観察する

技能」の意味合いと、参考資料2で示した「推論」等の「探究の技能」もあわせて用いて問題に取り組む「問題解決の過程」としての「観察」の二つの意味合いがあることを明確にしておくことです。この視点を明確にしておかないと、自立して問題解決できる子どもの育成は難しくなります。

2. 観察と実験の違いを育成すべき資質・能力ベースで捉え直す

観察と実験の違いは問題の内容と対応させて考える必要があります。つまり、与えられた問題に因果関係がありそうであれば、原因と考えられる要因を条件制御して変化を調べることで、実験による問題解決ができます。他方、与えられた問題に因果関係がなさそうだったり、条件制御が出来なければ観察によって問題解決することになります。換言すると、問題に因果関係があるかないかによって、「実験による問題解決」と「観察による問題解決」の二つに分けられるということです。

第3回理科WGでも「子ども自身が科学的に問題解決できる問いを立てられるようにすることが大切」との意見がありました。次期学習指導要領の改定は資質・能力ベースで行うこととなりますが、その視点として子どもが問題に直面したとき、「実験による問題解決」を行うのか、それとも「観察による問題解決」で取り組めば良いのかを自分で判断できる力を育成する指導を可能にする問題解決（探究）のモデルを考えておかなければならないと考えます。

3. 実験による問題解決と観察による問題解決を区別するモデルの提案

－「探究の技能」としての観察と問題解決の方法としての観察を区別する－

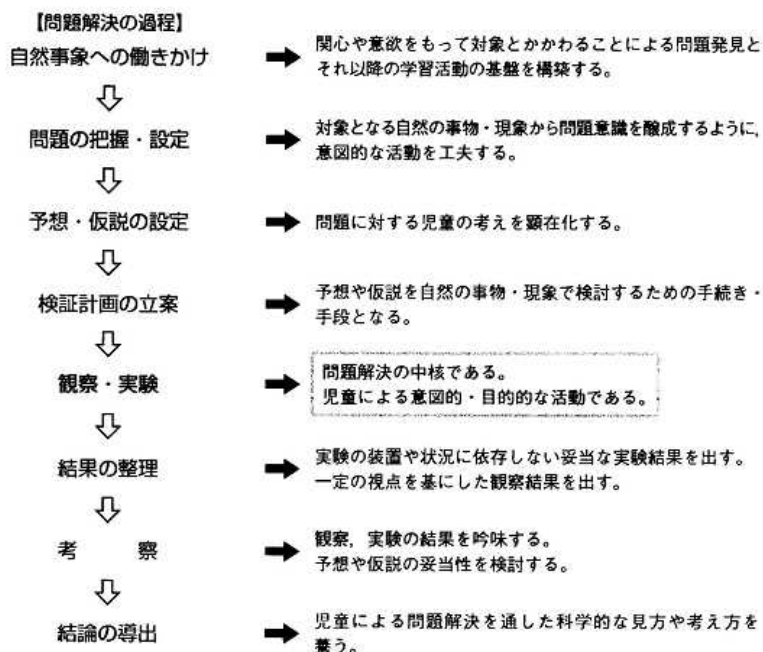


図2「小学校理科の観察、実験の手引き」（文部科学省，2011）

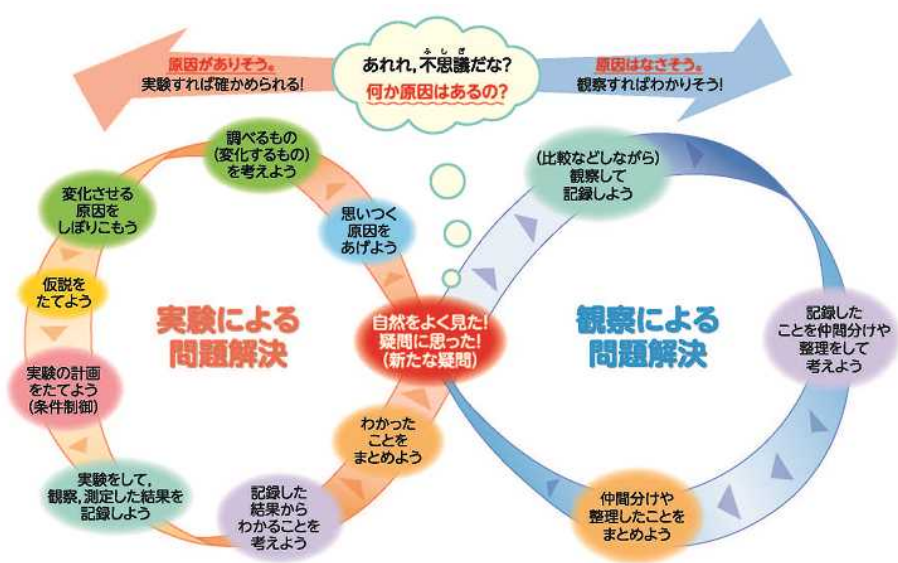
で示された問題解決の過程

自然事象に対する疑問は、図1の初発に位置付けられているように、「自然事象への働きかけ」によって生じます。疑問は「なぜだろう」という言い方で表現されます。しかし、「なぜ」という問いを繰り返しても、観察や実験で解決できる問いになりません。疑問を問題にするには、「要因として何が考えられるか」とか「どのようにすれば確かめられるか」について考える必要があります。これが図2の「問題の把握・設定」の段階になります。この段階において、観察で解決できるのか、それとも実験で解決できるのかを判断する必要が出てまいります。判断の視点は、その疑問に因果関係がありそうか、なさそうかです。因果関係がなさそうであれば、とりあえず観察をすれば良い。

因果関係がありそうであれば、何の条件を変えて実験するのかを考えれば良いわけです。このように、自然事象に関わる原因となる要因がありそうか、それともなさそうかについて考え、観察と実験を区別して考える必要があります。このように考えると、問題解決（探究）の過程は、一直線ではなく二系統に分けて描く方が、説明しやすくなると考えられます。また、問題解決（探究）は結論が得られればそれで終わりということにはなりません。つまり、一つの結

論が得られても、新たな疑問が生じます。このように考えると、二系統に分けるだけではなく、問題解決（探究）が繰り返し行われ、次第に探究が深まるものことをイメージしやすい循環的なモデルの方が汎用性が高いのではないかと考えました。その結果、出来上がったのが図3です。蛇足ですが、循環的なものの見方・考え方は日本古来からの文化とも言えるもので、日本的な自然観を取り入れたオリジナリティの高いモデルではないかと思えます。

図3では、実験による問題解決の過程を左側に、観察による問題解決の過程を右側に配置するとともに、観察と実験のいずれにおいても「疑問」が出発点となるように、両者が交差するところに位置づけました。結果として8の字を横にしたようなモデルになったことから、「探究の過程の8の字型モデル」と命名しています。このモデルについては、第3回理科WGで発言させていただきました。観察のパターンにより問題解決を行うのか、それとも実験の問題のパターンで問題解決を行うのかを判断する視点は、因果関係の有無です。実験による問題解決の初発の段階は、事象への働きかけにより抱いた「疑問」です。この疑問は事象に働きかけながらよく見ることにより生じたものであり、漠然と変化するもの（従属変数）とそれに関わる原因となる要因（独立変数）との関係に気づいている状態です。次の、「思いつく原因をあげよう」のところで独立変数を思いっただけ挙げた後、「調べるもの（変化するもの）を考えよう」で従属変数を同定します。そして、「変化させる原因をしぼりこもう」では、思いっただけ挙げた独立変数の中からもっともらしいものの順をつけるとともに、条件として不適切なものを捨て去ります。そして、「仮説をたてよう」で従属変数と独立変数とを関係づけて、「・・・すれば、・・・は、・・・になる。」という文で表される仮説を立てます。「実験の計画をたてよう（条件制御）」



探究の過程の8の字型モデル（小林辰至・浅倉健輔，2015）

図3 探究の過程の8の字型モデル（小林辰至・浅倉健輔，2015）

再び実験の過程にもどり、問題解決（探究）が深まることとなります。

4. 結論

「探究の技能」としての観察と問題解決の方法としての観察をそれぞれ定義(今後の課題)するとともに、図3のようなモデルで示すことで、問題解決の方法としての観察と実験の特徴をすっきりと分かりやすく解説することが可能になります。また、実験においても「探究の技能」としての観察を行うこともあわせて説明できるようになります。

では、仮説を検証するための条件制御を考える等の実験計画の立案を行います。仮説を考え、実験の計画を立てることができれば、結果を見通すことができます。この後は、「実験をして記録しよう」、「記録した結果からわかることを考えよう」、「わかかったことをまとめよう」と進み、結論が得られることとなりますが、新たな疑問が生じることもあります。新たな疑問が生じれば、