

## 科学的探究心を育む学習指導

福 島 章 洋

### 1 はじめに（課題設定の理由）

平成17年10月に中央教育審議会から出された「新しい時代の義務教育を創造する」の答申の中に、「これからの社会においては、自ら考え、頭の中で総合化して判断し、表現し、行動できる力を備えた自立した社会人を育成することがますます重要となる。したがって、基礎的な知識・技能を徹底して身に付けさせ、それを活用しながら自ら学び自ら考える力などの〔確かな学力〕を育成し、〔生きる力〕をはぐくむという基本的な考え方は、今後も引き続き重要である。」とある。社会が急激に変化しているこの時代の中で生きていく子どもたちに〔生きる力〕を育ませることが重要であると強調している。〔生きる力〕は、「単に過去の知識を記憶しているということではなく、初めて遭遇するような場面でも、自分で課題を見つけ、自ら考え、自ら問題を解決していく資質や能力である」とされている。

そこで理科の特性として、科学的探究心を育むことが〔生きる力〕を生徒に育てることにつながると考え本研究課題を設定した。

### 2 研究の構想

#### (1) 科学的探究心とは

身のまわりの自然の事物・現象に対して、不思議に思ったことや、疑問に感じたことを、自分の既有的知識や技能を駆使して解決していこうとする心情を科学的探究心と考えた。

#### (2) 研究仮説

「科学的探究心を育む学習指導」は、以下の3つの視点に立った授業づくりによって可能となる。

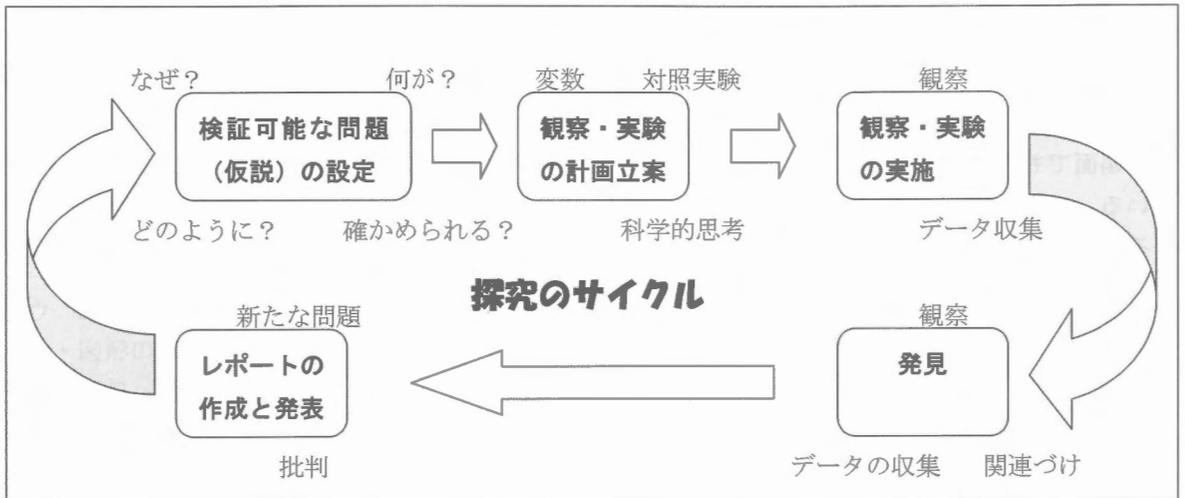
- |                                   |
|-----------------------------------|
| 視点① 生徒と身のまわりの自然の事物・現象との出会い（再会）の工夫 |
| 視点② 生徒の疑問を検証可能な問題になるような助言と支援の工夫   |
| 視点③ 基礎的な知識や技能を確実に身につける場の工夫        |

#### (3) 研究の視点

科学的探究心を育むためにはどのような授業を構築していけばよいのかを考える。生徒は常に身のまわりの自然の事物・現象にふれる中で生活をしている。しかし、自分の生活リズムの中で淡々と毎日を過ごしているために、その中で不思議に思ったり、疑問を感じたりすることというのはあまりない。そこで理科の授業の中で、生徒全員に普段接している身のまわりの自然の事物・現象に目を向けさせ、疑問を投げかけてやる必要がある。「科学的探究心」とは、生徒が自ら疑問を解決していこうとする心情であるから、生徒の内面から気持ちがわき出てこなくてはならない。その生徒の内面を揺さぶるためには、「意外性」や「おもしろさ」を生徒に印象づけ、「えー、何でそうなるの?」「すごい!」などの知的好奇心を呼び覚ます必要がある。そこから生徒は「探究してみたい」という気持ちが生まれ、主体的な取り組みへ繋がっていくと考える。従って、教師は生徒に身のまわりの自然の事物・現象との出会い（再会）を大切にすることが必要である。【視

点①】その出会い方としては、演示実験や発問が重要になってくると考える。

生徒が、事物・現象に向き合ったときに最初に「なぜ？」という漠然とした疑問を抱き、「探究してみたい」という気持ちが生まれても、「なぜ+事実+だろうか」では検証するための変数が問題の中に含まれていないため、この段階では検証可能な問題とは言えない。小林氏は「もう一步踏み込んで、「何（What）？」が関係しているのか、そして「どのような方法で確かめられるのか（How）？」、さらに「それは可能な方法か？」というように段階を追って思考していくと、やがて検証可能な問題が浮き彫りになって」と述べている。生徒が、せつかく知的好奇心が呼び覚まされてやる気になっても、検証可能な問題でなければ探究活動に入っていくことができない。教師は、生徒のやる気を以下の図のような探究のサイクルにうまく入れていかななくてはならない。そのために、検証可能な問題になるように助言・支援をしていくことが重要である。【視点②】



疑問を検証可能な問題に高めるための手だてとして、小林氏は第1に、実験材料や要因の洗い出しに関する問いをあげている。ここで観察・実験を通して検証するための独立変数が見えてくる。第2は、1つめの問いで挙げた実験材料や要因が問題となっている事象に対してどのように作用するか、という問いである。ここで、観察・実験を通して検証するための従属変数が見えてくる。第3は、2つめの問いで挙げた要因をどのように変化させることができるか、という問いである。ここで、変化させる独立変数に気づかせる。第4は、従属変数の定量化に関する問いである。以上のような、4段階の問いを設定することにより、変化させる変数（独立変数）とそれに伴って変化する要因（従属変数）との関係を意識化させることができる。そのあと、「問題」をどのように文章表現するかを吟味させることにより、独立変数と従属変数との関係が明確に表現された文章になり、科学的に探究可能な「問題」に高めることができる。

生徒が検証可能な問題の設定ができると探究のサイクルに入り、探究活動を進めながら試行錯誤の繰り返しの中で「分かった!」「なるほど!」「すごい!」などの喜びや成就感を味わうことができる。生徒がこれらを味わうことができれば、科学的探究心が育ち、生徒の「生きる力」が育つものと考えられる。

しかし、探究活動を取り組むためには、考えるための知識や技能が必要不可欠である。【視点③】生徒は、「問題」を解決しようと努力していても、知識や技能が定着していなければやる気は失せてしまい探究活動が途絶えてしまう。そこで、中学1年次における理科の授業では、特に実験・観察における技能を確実に定着させる必要があると考える。

### 疑問を検証可能な問題に高めるための手だて

#### STEP1: 従属変数の意識化

(どのような自然の事物・現象について探究したいのか)

電磁石のどのようなことについて調べたいのか？  
「電磁石の強さ」



#### STEP2: 独立変数の気づき

(探究活動を進めるに当たって、どのような材料が必要なのか、どのような要因が考えられるのか)

「コイルの巻数」  
「エナメル線の太さ」  
「鉄芯の太さ」  
「乾電池の数」



#### STEP3: 独立変数の設定

(独立変数を具体的にどのように変化させるか)

「コイルの巻数を増やす」  
「乾電池の数を増やす」



#### STEP4: 従属変数の数量化

(従属変数は、どのようにすれば数量として表すことができるのか)

「電磁石につく釘の数」  
「電磁石につくクリップの数」



#### STEP5: 仮説の記述

(仮説・予想の記述)

「コイルの巻数を多くすると電磁石につくクリップの数は多くなる」

## 3 研究の実際

### 実践例1：生徒と身のまわりの自然の事物・現象との出会い(再会)の工夫 1

1年1分野 光の屈折による現象を理解させる授業実践を紹介する。

#### (1) 目標

- ・光の屈折の実験を行い、光が水やガラスなどの物質の境界面で屈折するときの規則性を見いだすことができる。
- ・目に入る光が屈折させられてきたとしても、人間には直進してきたようにしか見えないことを理解することができる。

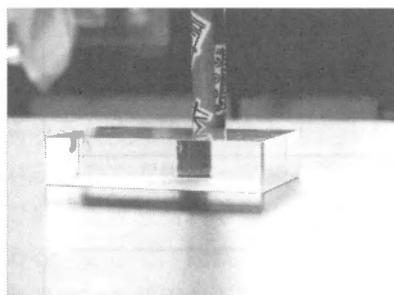
(2) 指導の実際

授業のはじめに、現象の出会いの工夫として水を入れると次第に硬貨が浮かんで見える現象を各班で行わせたところ、多くの生徒が「えー、何でそうなるの？」と不思議そうな表情をしていた。知的好奇心が呼び覚まされたようである。そこでなぜ硬貨が浮かんできたのか問題提起をした。

探究可能な問題にするために「なぜ？」を「何が硬貨を浮かび上がらせたのか？」発問した。すると、生徒は水を入れていくと浮かんできたのだから、「水」に何か原因があることをすぐに答えた。また、「そういえば、お風呂の中では、手が短く見えることがある。」とつぶやく生徒もいた。そして、実験「透明な物体に当たった光の進む道筋を調べる」を行った。

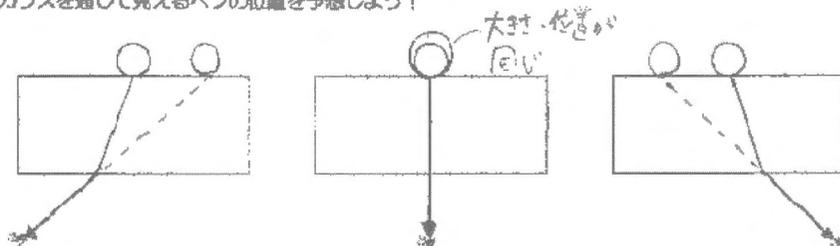
(3) 考 察

授業のはじめの現象の出会いから、生徒たちは意欲的に学習課題に取り組むことが可能となった。実験活動では、目的意識をしっかりとって取り組んでいる様子が伺えた。また、結果から、光の進む道筋の規則性を見いだすことができ、浮かび上がってくる硬貨の仕組みが理解できたようである。さらに、厚いガラス越しに見えるペンはどの位置に見えるのか考えさせることで、光の進む道筋について正しく理解していることを確認することができた。



厚いガラス越しに見えるペン

ガラスを通して見えるペンの位置を予想しよう！



生徒の感想

- ・最初にやった、自分から見えなかったはずの硬貨が少しずつ水を入れていくことによってだんだん見えてくるという実験は結構身近なところでも起きているので、とても納得できました。今回の実験では、光の道筋についてよく分かりました。

## 実践例2：生徒と身のまわりの自然の事物・現象との出会い(再会)の工夫 2

2年2分野 腎臓のはたらきの授業実践を紹介する。

### (1) 目標

- ・腎臓でどのようにして血液から不要物が取り出されて尿ができるかというモデルを考えることができる。
- ・腎臓の観察を通して、腎臓のつくりを理解することができる。

### (2) 指導の実際

授業のはじめに、熊のぬいぐるみ（おしっこクマさん）に水やコーヒーを飲ませるとすぐにおしっことして水やコーヒーがそのまま出てくる様子を見させた。私たちは、1日に多くの飲み物を飲んでいるが、決して飲んだものがそのままの色でおしっこに出てくることはない。そこで、おしっこはどのようにしてつくられているのか問題提起した。生徒たちは今までの学習の中で、消化管を通ったものは消化されて、養分は小腸で余分な水分は大腸で吸収されることを知識として知っている。また、血液のはたらきで血しょうが不要物を運んでいることも知識として知っている。そのため、「消化管とつながっているある臓器によって作られている」という発想が生まれなかったのが残念であった。しかし、既存の知識から血液がどこかの臓器に運ばれておしっこが作られているということを考えた生徒が多かったことには感心した。

そして、尿道から尿が流れる方向とは逆向きでからだのつくりがどうなっているのか人体模型で確認させた。ぼうこう－輸尿管－腎臓－血管とつながっていることが確認でき、生徒たちは腎臓で尿が作られていると考えた。そこで尿の成分を参考に、血液の成分から尿が腎臓で作られるモデルを考えさせた。それらの生徒の考えたモデルを参考に腎臓のはたらきについて説明をし、豚の腎臓の観察を行った。

### (3) 考察

おしっこクマさんの提示から、生徒は尿のできかたについて今まで学習してきたことを体系的にとらえて考えることができた。しかし、腎臓のはたらきについてモデルを使って考える際には、尿素や水、塩分などと同じように小さな粒であるブドウ糖が尿として排出されないことに大きな疑問を抱いた。それを解明するために、生徒たちはアイデアを出し合いモデルを作成し深く考えることができ、腎臓の巧妙なはたらきを理解することができた。

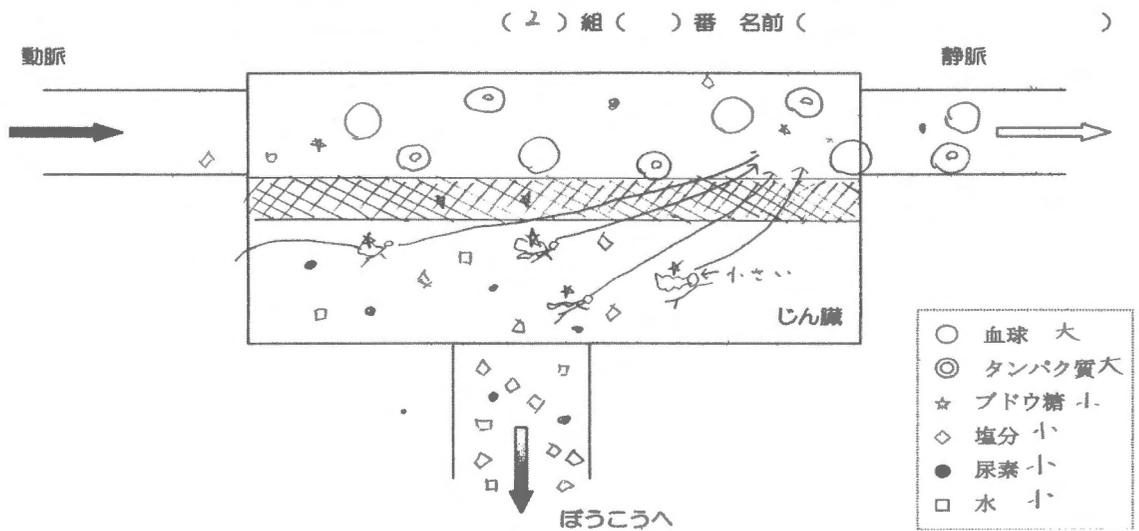
そして、豚の腎臓を観察することで、腎臓のつくりやはたらきの巧妙さに気づきながら意欲的に学習に取り組む姿を見ることができた。



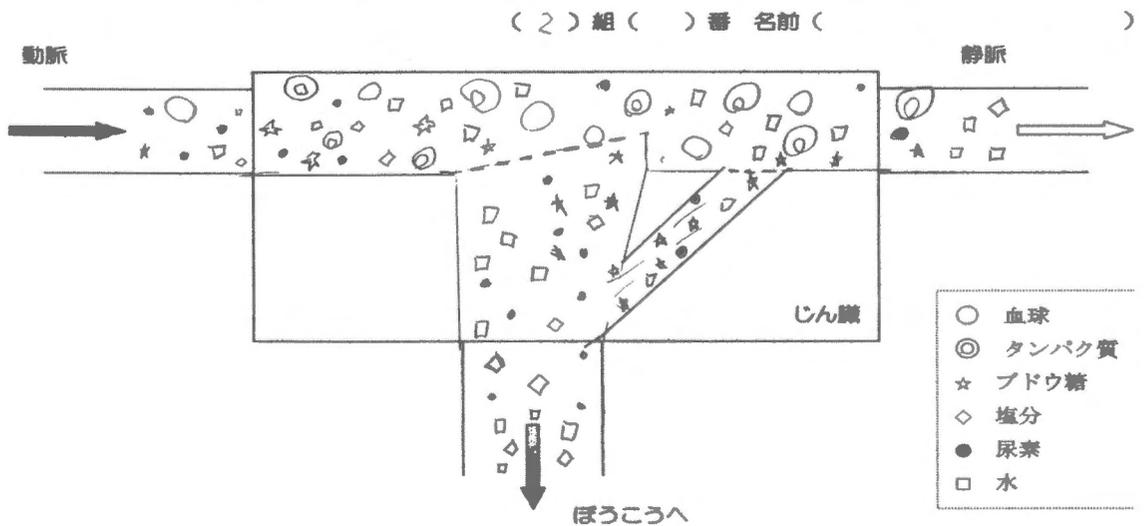
○腎臓で尿がつくられるときのモデル



**じん臓で尿がつくられるときのモデルを考えてみよう！**



**じん臓で尿がつくられるときのモデルを考えてみよう！**





## 4 研究の成果と今後の課題

### (1) 成 果

- ・生徒と身のまわりの自然の事物・現象との出会い（再会）を教師が工夫することで、探究活動への目的意識が高まり、意欲的に問題解決学習を行うことができた。
- ・中学1年の指導においては、特に実験技能を確実に身につけさせるためにパフォーマンステストを実施しながら個別に指導を行った。その結果多くの生徒が実験をする上で必要な技能を高めることができた。

### (2) 課 題

- ・今後も生徒と身のまわりの自然の事物・現象との出会い（再会）を教師がより工夫していく必要がある。
- ・パフォーマンステストを実施しながら、個別に指導することは個の実験技能を高めるためには効果的ではあるが、かなりの時間を要する。限られた時間の中でどのように指導していくべきなのか考えていく必要がある。
- ・生徒の抱いた疑問はそれぞれ異なる。したがって、生徒の抱いた疑問を検証可能な問題になるように支援をしていきながら、個別の問題を設定して解決させていく場の設定をつくっていかなくてはならない。そうすることで、より一層探究活動を進めながら試行錯誤の繰り返しの中で「分かった!」「なるほど!」「すごい!」などの喜びや成就感を味わうことができ、科学的探究心が育つものとする。

### 引用・参考文献

注1) 理科教育研究会(2006), 『未来を展望する理科教育』 pp. 90-91 東洋館出版社

○柴田芳之「強い問題意識を持って追究し、体のすばらしさを実感させる授業」『理科の教育』(2003, 10月号) pp 52-55, 東洋館出版社

(ふくしま あきひろ 理科 fukujin@edu.shimane-u.ac.jp)