

# 科学的な「問いかけ」に始まる小学校実験観察授業の構築

- GEMS の探究の方法を活用して -

教育実践高度化専攻  
授業実践リーダーコース  
M07272A  
阿部 喜久代

## 1. 背景と目的

本研究の目的は、単元開発・授業実践を通して、児童が自ら学び自ら考えることができる小学校実験観察授業のあり方を明らかにすることである。

科学的な見方・考え方を身につけ、知識を確かなものとするために実験や観察は欠かせない。しかし、活動を単なる作業としないためには、児童が主体的に実験や観察に取り組み、自ら科学的に考えることができる授業を組み立てる必要がある。そのための方略として、GEMS の教育プログラムに示された探究の方法を実践に取り入れることが有効ではないかと考えた。

GEMS (Great Explorations in Math and Science) とは、カリフォルニア大学において全米科学教育基準を基本に研究開発された理数教育プログラムである。全米科学教育基準の「探究 Inquiry」では、理解を深めるために、探究活動の Process (過程) と科学的知識を結合させることが要求され、実験観察活動を通じた科学的推論や批判的思考の重要性が指摘されている。GEMS の教育プログラムでは、asking questions (問いかける) からはじまる探究の過程 (表1) に従った学習に必要な要素 (能力・スキル) が整理され、プログラムの中に組み込まれている。

表1. GEMS に示された探究の過程

① 問いを発する (問いかける)
② 調査を計画し、実行する
③ データを集めるためにツールや手法を用いる
④ 証拠と説明の関係を批判的・論理的に考える
⑤ 別の説明を考えたり、分析したりする
⑥ 科学的検証について意見交換する

日本の理科における実験観察でも、探究の過程を体験するが、その過程を踏まえることの重要性が必ずしも十分に意識されて来なかった。しかし、探究の過程を意識的にふまえることは、児童に科学的な思考を促す実験観察授業とするための要件と考え、本研究での単元開発にあたって、どのように探究の過程が踏まえられているか、単元を通じて明示することに留意した。その他、身近な生活との関連を図ることで自ら考える意識を高める授業を組み入れた。また、既習知識の確

認と系統的な知識の活用を心がけた。

## 2. 研究の概要

はじめに GEMS の基本的考えを概観し、GEMS プログラムの整理および全米科学教育基準との比較から科学的探究の過程、実際の指導方法を明らかにした。

次に、学習指導要領および教科書の分析を行い、特に学年間の接続に注目して、学習内容と単元を構成する要素を明らかにした。明らかになった構成要素をもとに、GEMS プログラムから必要な部分を取り入れた単元を構成した。連携協力校との協議の結果、第6学年理科「水よう液の性質」の単元開発を行った。

開発した単元構成をもとに授業を行い、実際に子どもたちが科学的な「問いかけ」に始まる探究的な活動や行動をしていたかどうかを検証した。

さらに、学習を通して子どもたちが自ら学び自ら考えることができたか、検証結果をもとに授業のあり方を考察した。

## 3. 単元の構成

第6学年理科「水よう液の性質」の単元構成は表2の通りである。構成内容が共通する GEMS の "of Cabbages and Chemistry" を検討し、予想、実験の計画、実験、記録、比較、分類、結論づけの7つの要素を探究の過程として重視した単元を構成した。

表2. 「水よう液の性質」単元計画

次	学習活動と学習内容
1	<b>水にとけるもの</b> 1 「とける」とは? 2 固体や液体が溶けている水溶液 3 気体は水にとけるのか (1) 4 気体は水にとけるのか (2)
2	<b>酸・アルカリ</b> 5 身近にあるもので、水溶液の性質を調べよう 6 リトマス紙を使って、水溶液の性質を調べよう 7 身のまわりの水溶液はどんな性質をもつのか 8 水溶液の性質からわかること - 中和・酸性雨 -
3	<b>金属と水溶液</b> 9 金属はとけるのか 10 とけた物質は取り出せるか 11 化学変化と溶解
4	<b>水溶液を見分けよう</b> 12 水溶液を見分けられるか 13 水溶液を見分ける

単元の各段階で疑問を持たせるような構成とすると

ともに、探究の過程を最も踏まえた小単元として、同定実験（無色透明の水溶液6種類を制限時間内に見分ける）を第4次に位置づけた。第2次では身近な水溶液を扱い、指示薬としてムラサキイモを用いた。既習の知識の確認と中学との接続を考え、第一次から「とける」という概念について共通理解を図った。

#### 4. 活動の結果と考察

第1次「とける」では片栗粉はとけるかが争点となった。また、二酸化炭素を水に溶かす実験では予想外の反応を体感した子どもたちがふりかえりで思考を広げる様子が見られた。

第2次の身近な水溶液を使った実験では、ムラサキイモの汁が液性および pH の違いに反応して変化する様子、特に酸性の2種類の水溶液の反応について色の違いを絵やことばで表現する様子が見られた。変化した色の異なる水溶液同士を混ぜ合わせたらどうなるか、と新たな疑問を持つふりかえりの記述も見られた。

第4次の「水溶液を見分けよう」では制限時間を設定したため、それまでの実験方法の羅列から実験順序を考え変更する班が見られた。判断が分かれた水溶液について、それぞれ証拠を用いて自分の立場を主張する話し合いの場面が展開された。課題解決のため実験方法を工夫し確かめることで、意見の収束が図られた。

単元全体を通じて、「身近にある液体には、水溶液が多い」「身近にあるものを使って実験すると、新しい発見がある」という質問項目に対して、事前事後で有意な差が見られた。

児童一人ひとりが「自ら学び自ら考える」ためには、解決したいと思う課題の設定が必要である。第4次の「水溶液を見分けよう」で提示した6種類の水溶液はいずれも本単元で繰り返し使用してきたものだけに、比較的容易に科学的な疑問への変換がなされた。多くの子どもが試してみたい実験方法を記入し班で考えを交流したことで、より見通しが明らかになった。それが解決したいという意欲につながったと考えられる。また、制限時間の設定は見通しをもつことの必要性をより明確に認識し科学的な疑問に変換するために有効である。

一定の科学的知識から導かれる見通しが持てたとき子どもたちは主体的に活動し、活動と知識を結びつけ

て様々な考えをもつ。また、実験結果が想定外だったときにも、自ら考えて表現しようとする。第4次の同定実験では、このような場面が数多く展開されていた。

また、子どもたちに自力で探究させようとするとき、既習の知識や高学年にもつながる科学的概念を確認・習得する段階を丁寧に行う必要がある。一方、探究で有効な知識が、体験や日常の事象から学びとったものである場合も多い。第4次の同定結果を巡る話し合いの場面では、雨水と酸性雨について既習事項を活かした発言と共に、炭酸は栓をひねると音がするなど生活経験を生かした発言が見られた。既習知識の確認を心がけた単元構成の有効性を示唆するとともに、第4次同定実験では、自ら学び自ら考え、科学的な疑問としようとする活動が展開されたと考えられる。

学級園で栽培されていたムラサキイモを指示薬に用いたことで児童の興味が大きく高められた。色の鮮やかさと共に、ムラサキイモが身近な存在だったことが、その要因と考えられる。児童の日常の生活環境を知ることが、授業の質を高めるために必要不可欠な要素の一つである。

本単元を通して GEMS 探究の過程を活用することで、児童に自ら考える場面をより有効に設定できたと考えられる。しかし、児童が一人の力で探究の過程を考え実践することは困難であり、各過程で児童の実態に即した教師の指導・支援が必須である。全米科学教育基準を解説した指導書には、探究で児童が思考する過程を示した表が記載されている。教師の関与の仕方で4段階の Variation が考えられるとしている。探究活動の初心者である児童にとって教師主導型の探究過程を踏むことも大切である。探究の全ての過程を子どもたちに任せるのではなく、教師が指導して探究の過程を体験させる。これを繰り返すなかで子どもたちは探究のプロセスを身につけ、自ら考え、自ら課題を見つけることもできるようになっていくと期待できる。探究の過程に導く教師の働きかけを児童の実態に即してどのように行うことがよいかは今後の課題である。

主任指導教員 米田 豊  
指導教員 増澤康男