

科学的素養の育成

— 粒子領域から始まる中学校理科活用型授業の工夫 —

柴田 敬祥

科学的素養とは「自然界および人間の活動によって起こされる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導く力」とPISA調査で定義されている。科学的な素養を育むことに重点を置いた学習は、学習指導要領のねらいにも合致し、自らの内面の解決意欲が高揚され、問題解決をしていこうとする生徒の思考の流れに沿った主体的な学習の構想と展開であると考えられる。本稿では、「科学的素養の育成」をねらいとし、中学校理科の導入に粒子領域から始まる単元構成を活かした活用型授業の実践を紹介する。

[キーワード] 科学的素養 粒子領域 単元構成 MD法

はじめに

学習指導要領^{*1)}にあるように、「科学的な見方や考え方を養う」こととは、自然を科学的に探究する力と科学的な態度を総合的に捉えたものである。前者に関しては、授業場面に即すならば、力を育成する上で習得した知識や技能を活用する場面を設定した科学的探究を学習活動の中心に据えることが重要であると捉えた。また、科学的な手続きによって普遍性、再現性、実証性を見出ししていく理科学習においては、最終段階で一般化する手続きを踏む。一般化のためには、多様な見方や考え方に触れることが必要である。一般化していく場面では、自分の見方や考え方を相手に伝え、聞き、練り合うことを大切にする。授業における言語活動の導入は必然である。また、事実やきまりを互いに伝え合ったり、共通に理解するため、一般化された科学言語を用いる。この言語の活用は、自然認識を深めていく上で重要な言葉である。ただし、自然認識の深まりと、科学言語の習得は、全く異質なことである。OECD・PISAの学習到達度に象徴されるように「知っている」だけは通用しない。学んだことを活用して考え、問題を解決し、意思決定できる力が求められている。

1 科学的な素養の育成をはかる手立て

以上の事を踏まえ、授業における活用の場面をデザインする上で、自然の事物・現象との直接体験による生徒の驚き、感動や「なぜ、どうして」といった知的好奇心や課題感等の情意面の喚起が理科学習サイクル（図1）の起点となる。（この学習サイクルのゴールは科学的素養の育成、ならびに授業によって喚起された行動が、「強化」されるまでの「意欲の持続」もねらいとしているものである。）^{*2)}

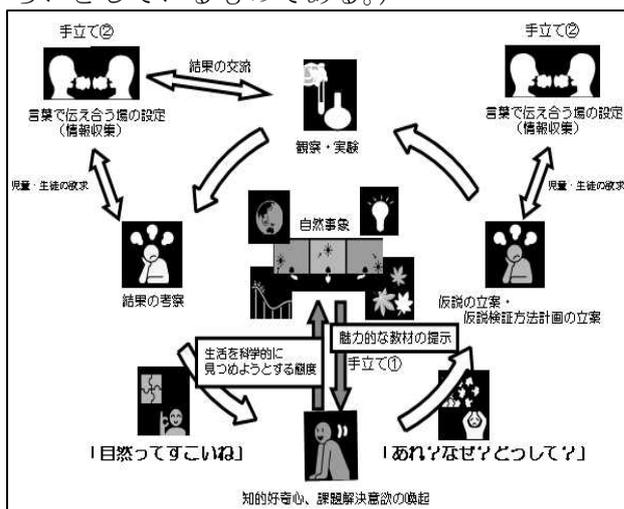


図1 理科学習サイクル

従って「与えられた課題」ではなく、「内発的な課題感」^{*3)}を生徒に持たせ、課題解決意

欲を引き起こす手立てが必要となってくる。また、導入時で持たせた単元を貫く課題感と解決意欲は、単元内の基礎的な知識・技能の習得の場面においても生徒に必要感を持たせることができ、1つ1つの学習への取組においても「作業」ではない「活動」となることが期待できる。

2 活用の場面における粒子領域から始まる単元構成を生かした指導計画

釧路市が使用している中学校第1学年の教科書の単元配列は粒子領域である「身のまわりの物質」から始まっている。学習指導要領では、この単元で物質の性質や変化の調べ方の基礎を身につけさせることを目的としている。また、物質を調べるための実験器具の操作や、実験結果の記録の仕方やレポートの書き方などの技能を習得させることを狙いとするとある。すなわち、今後学習する全ての単元の学習の基盤となるべき学習という捉え方ができる。

単元配当では、次に生物領域の「植物の世界」へと進む。この単元では、光合成や蒸散に関する実験が設定されており、前単元で学習した内容を活用すべき場面が多く見られる。そこで、実験操作の基本やレポートの書き方を生かす学習活動のみならず、特に葉のはたらきについて学習を行う際、「養分・栄養分—無機物・有機物」、「光合成—気体の性質」、「蒸散—状態変化」といった前単元で学習した内容を活用させることができる課題解決学習の場면을指導計画上に盛り込んだ。

3 社会的承認の満足感を高める言語活動の工夫

前述したように、課題解決意欲に支えられることにより全ての学習活動に「必要感」を持たせることができる。言語活動においても同様である。単なる「発表」では生徒にとってメリットを感じず、学習意欲そのものを減退させることが危惧される。また、言語活動自体にもスキルの差があり、社会的承認の満足感を得難い生徒もいる。特に1学年ではその傾向が顕著であ

る。そこで、「情報交換」という機能に焦点をあてた活動を取り入れた。同様の目的で行われるMD (Marketing Discussion) 法^{*4, 5)}があるが、MD法のように、各グループごとに説明者、情報収集者を決めるのではなく、グループ内で立案した仮説検証方法を、グループの一人一人が所定の班に移動し複数の班との情報交換を行う形態を導入した(図2, 図3)。

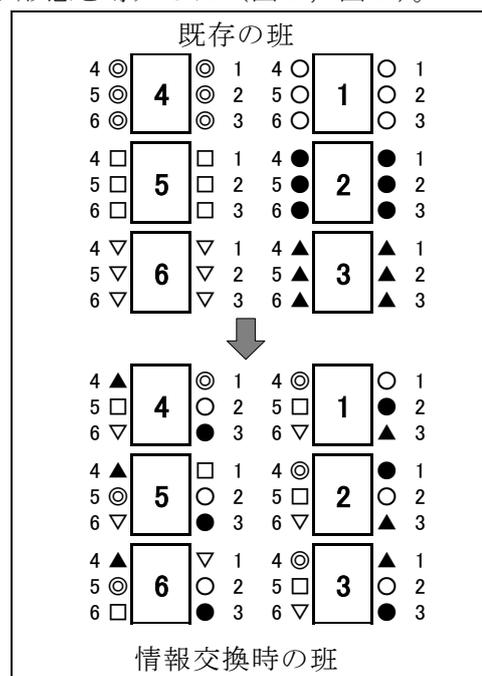


図2 情報交換の場面の生徒の動き

※ 各班で班員に番号をつけ、自分の番号の1つ後ろの班に移動して情報交換を行う(1番の生徒は自分の班に残る)。自分の移動先を確認してから行くと混乱も少ない。



図3 情報交換の場面

グループ内の生徒、全員が説明者であり、情報収集者であるということである。自分の情報

源はグループでまとめたものであるため、事前にグループ内で十分に知識の補完と打ち合わせが行われる。また、他グループの情報も同一の情報を持っている生徒が自グループにいるため、戻ってきてからも情報（知識）の補完が可能である。そのため、スキルの差を生徒達が意識せずに活動しながら、社会的承認の満足感を得る事ができ、意欲向上が図られると考えた。また、回数を重ねることも抵抗なく行え、スキル向上も図られる。

4 粒子領域の学習内容を活用した学習活動

① 植物の学習で活用できる粒子概念の形成を図るために

「身まわりの物質」の学習では、有機物・無機物の内容を扱う際、各物質を加熱・燃焼させる実験を行い、有機物が炭化した状態を見たり、燃焼させた際に二酸化炭素が発生する事実から、炭素を含む・含まないで有機物・無機物の定義付けがなされる。その際、生徒から「なぜ、有機物を燃焼させると二酸化炭素が発生するのか」という疑問が出ることを期待した授業を行った。この場面は物質の区分の仕方の一つとして理解することが目的だが、指導者が意図的でなくても生徒の意欲が高まった状態や、探究心が喚起されている状態ならば、自然発生で生まれてくる疑問であろう。さらに、「二酸化炭素は記号で CO_2 と表す」という「知識」をほとんどの生徒は得ていること、そして「どんな物質が燃えても二酸化炭素が発生する」という生徒の誤った既成概念があることが判明していたため、原子の存在に触れた。物質や化学変化を理解する上で、原子を表す記号を用いることが有効であることを実感する場面は2学年の学習内容であるが、炭素という粒子はC、酸素という粒子はOで表すことを伝えたときに初めて有機物の定義や、マグネシウム・スチールウールといった無機物を燃焼させても二酸化炭素が発生しなかった理由が生徒に理解され

た。さらに小学校で学習した「物が燃えるためには酸素が必要」ということに気付く生徒も少なくなかった。もちろん、この場面では原子記号や化学式、化学反応式の知識や概念を定着させることが目的ではない。生徒の思考の流れを意識したとき、生徒に概念を定着させる上で、かつ生徒の実態、意欲の高まりを踏まえた上で提供してもよい知識であると捉え、提示したものである。

② 「光合成のしくみについて」の実践

この小單元では、光合成が光のエネルギーを利用して、二酸化炭素と水からデンプンなどの有機物と酸素を生じることや、光合成が細胞内の葉緑体で行われていることを理解させることを目的としている。

小單元6時間目の「より効率的に光合成を行うために、植物の葉はどのようなつき方をしているのかを調べる」学習では、「光のエネルギーにより、葉緑体でデンプンが生成される」で終始せず、炭素の有無について炭素の粒子(C)の概念を活用し、 CO_2 が使用され、 O_2 が生成されることとつなげて、デンプンが炭素を含む有機物であることとつなげて思考する生徒が多く見られた(図4)。

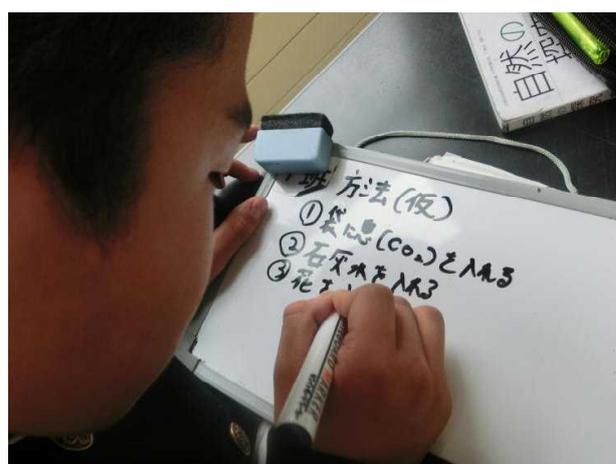


図4 二酸化炭素を CO_2 と表している様子

これは、単元構成が、中学校理科の導入時に粒子概念の単元でなければ、上記のような考察

は立てられなかったと考える。また、光合成で作られたデンプンは水に溶けやすい状態にされるといった水溶液の粒子概念が生かすこともできた。

5 成果と課題

中学校理科の最初の単元が粒子領域（身のまわりの物質）から始まる単元構成は、その後の他領域での単元においても利点を感じる事が少なくなかった。物理領域から始まる単元構成においても、生徒の発達段階を考慮されての単元構成であろう。一方、粒子概念の基礎や分析の基礎的技能の考えた方等、実験・観察計画を構築させる際には不可欠なものを最初に学ぶ単元構成は、それ以後の全ての領域での「活用の場面」においても、単に専門用語を主とした知識・技能を「活用」するのではなく、科学的に分析する知識・技能を基盤とした学習デザインを構築することができる。

また、言語活動の必要感や欲求を生徒から自発的に生ませる理科学習サイクルを基盤とした活用の場では、生徒意欲の喚起は十分に図られたと考える。情報交換の場面においては、全ての生徒に発表や情報収集の役割が担わされていることから、結果的に社会的承認の満足感も高くなったことも動因効果の数値に表れていたと考えられる。これは、言語活動においては基本的なスキルや、既習事項の高い定着度が求められることから、特に学力L層の生徒にとってプレッシャーを大きく感じがちである。本時では、生徒のスキルのレディネスの差がある程度認められていても、複数の班員が同情報を得られるため、班に持ち帰った際に、班員同士での情報の補完が可能である。さらに、小集団の中で情報源の計画書を元に発表が行えることから、知識の獲得と同時に、発表ができたという達成感を得られることが期待できる。言語活動のスキルを身につけ、尚且つ生徒の学習への満足感を高める一方法である。

一方、課題として以下の2点をあげる。

1つめは、粒子概念が確立されていない段階での原子についての知識や考え方を提示することである。もちろん、評価対象ではなく漠然としたものでも物質が「粒子」で構成されていると考えることで、様々な自然事象を「粒子」概念を用いて解釈する能力を養うことができよう。有機物や燃焼、それにとまなう二酸化炭素の発生や光合成を扱う際、さらには2学年理科においても、呼吸や有機物のエネルギー変換の学習においても活用できると考え「原子」の概念や知識を提示したが、生徒の概念形成にどのような混乱や影響を及ぼすのか検証していく必要がある。

2つめは、本実践で採用した言語活動の手法である。「科学的素養」の育成を図るために必要な力の一つとして「表現力」があげられているが、表現力重視が、プレゼンテーション・スキルの向上のみを目指しているものではない。MD法や今回提示させていただいた情報交換と言語スキル向上を主たる目的とした活動が、科学的素養を高める直接的な手立てとなりうるものではない。「比較や分類、関連付けといった考えるための技法、帰納的な考え方や演繹的な考え方などを活用して説明する」といった言語活動の充実を図っていく必要がある。

参考文献

- 1) 文部科学省、『中学校学習指導要領解説理科編』, 2008.
- 2) 北海道教育大学附属釧路小・中学校研究紀要, 2005~2008.
- 3) 理科教育研究会、『新学習指導要領に定める理科教育』, 東洋館出版社, 2009.
- 4) 横浜国立大学理科教育学研究会/森本信也、『子どもの科学的リテラシー形成を目指した生活科・理科授業の開発』, 東洋館出版社, 2009.
- 5) 伊藤 操, 『理論・実践・創造のための理科教育概説』, ブレーン出版, 2009.

(しばた ゆきよし 釧路市立幣舞中学校)