

理科教育

学ぶよろこびを実感できる

理科教育を展開しよう

梅津徹郎

一 討議の柱とレポートの概要

理科教育分科会では、以下の四つの研究課題を柱にすえ、レポート報告がなされた。報告者は七名でレポート数は九本であった。また、正式なレポート報告ではなかったが、参加者から環境教育・防災教育の実践レポートの紹介があった。

研究課題（討議の柱）

- (1) 子どもが楽しみながら自然科学の基礎を着実に学ぶことができる授業をどのようにつくるか
- (2) 子どもと教師の意欲を引き出す、わくわく実験・ものづくり教材をどのように開発するか

(3) 「地域の自然」をどのように教材化するか

(4) 「自然科学教育が育てる学力」を身につけることができる教育課程づくり

以下レポート報告の順番にしたがって概要を記すことにする。

「混合物の分離操作・化学結合の実験」

高橋 理恵（北海道砂川高等学校）

混合物の分離実験では①ペーパークロマトグラフィー、②砂と食塩の混合物から食塩を取り出す、③みりんからアルコールを取り出すが紹介された。

化学結合の実験では物質の「硬さ」と「電気伝導性」に着目した実験が紹介された。共有結合の硬さを実感してもらうため、パワーストーン（水晶）を購入し、ハンマーで叩く実験もとりいれていた。そのほかイオン結晶の岩塩の硬さを調べる実験もとりいれていた。

「ハンマーで叩く」という行為で硬さや割れ方を調べる方法は生徒には分かりやすいものである。

物質の電気伝導性に関わる実験では電子メロディーを用いて固体で電気を通すもの、水溶液で電気を通すものを生徒実験させている。またイオン結晶である食塩を加熱融解させ（融点は約800℃）その電気伝導性を確かめている。

この実験は当初の目的通りには融解できなかったようであるが、筆者の経験ではトーチバーナーが2本あれば短時間で容易に融解した食塩を得ることができる。

報告された実験はいずれもオーソドックスであるが、物質の分類の基礎として大切な内容をふくんでいる。

生徒に「金属はすべて電気を通すか？」という問いかけをすると「すべて」という言い方に少し首をかしげ、「例外」が存在するかもしれないと生徒は思ってしまったがちである。しかし、金属一般が、固体でも液体でも例外なく電気伝導性があることはしっかり学ばせておきたい。

討論のなかでも紹介があつたが、鉄製のフライパンに釣り用のおもり（鉛）をのせ、バーナーで加熱すると、容易に融解し、きれいな「銀ピカ」の融解した鉛を得ることができる。

「理科教育におけるサークルの役割と実践」

上田 英彦（札幌市立本通小学校）

本分科会唯一の小学校からのレポート報告であつた。

このレポートは上田さんが所属している理科教育サークル「札幌自然科学教育研究会」とWiscdn096で企画した実験講座の紹介であつた。昨年4月、札幌市内および石狩管内に勤務する「五年生担任」に「五年生理科 授業作り講

座」の案内を発送した。

案内文には「この準備だけは絶対忘れない。ここを注意すれば安心。このひと工夫で授業が変わる。…実験・観察で失敗しないためのノウハウを確認しておきましょう。」という呼びかけがそえられていた。当日は会員を含め、札幌、石狩、北広島の小学校教師ら二十名の参加で講座がすすめられた。

小学校五年生の理科で扱う実験を六項目―①おもりの動きと働き、②電流が生み出す力、③クリップモーター作り、④流水による土地の変化、⑤気温の変化・天気の変化、⑥花から実へ―を準備した。実験を成功させるために強調されていたことは、子どもたちに、実験で何を確かめようとしているのかを、しっかり理解させること、そして教師自身が必ず予備実験しておくことであつた。

報告では小学校での理科実験は教師にとつて「困った教科」の一つであるとの指摘があつた。それは実験の準備が前日の放課後でしかできないこと、また実験の後片づけは当日の放課後でしかできないことなど、小学校教師の勤務実態にもふれ、理科の実験が「手間のかかる困った教科」となっているというのである。また、理科の教科書には実験のノウハウがあまりないことの指摘もあつた。

また討論を通して、小学校教科書の内容にもふれ、「一

を聞いて十を知る」的な構成ではなく、ひとつの内容をしつかり理解させるために豊かな教材・実験を用意することが大切ではないかとの指摘もなされた。

昨年まで共同研究者であった田中 実（元北海道教育大学札幌校）さんから小学校の教師が一番苦労している理科実験の準備・予備実験・後片付けのところで理科支援員などの配置を考えることも必要ではとの発言があった。

また、野外活動は時間がかかることもあり、教師も子どももフィールドになくなった。その結果として教師も子どもも「生物・地学」が苦手になってきているのではないかとの指摘もなされた。

これまで蓄積されてきた教育実践（理科実験も含め）の成果を若い教師に伝え、共有していくための教育サークルやネットワークづくりは益々重要となるであろう。特に郡部・小規模校に勤務する若い理科教師のサポート役としての教育サークルの存在意義は大きいであろう。

「実験の工夫」

河端良三（札幌大通高等学校）

河端さんは、毎回ユニークな実験を紹介してくれている。今回も以下の実験や自作の実験教材を紹介してくれた。

- ① DNA抽出、② DNAの模型作り、③ 空気の質量測定器、④ 注射器型真空ポンプの改良、⑤ 自作真空放電器・ミニ真空放電器、⑥ ショ糖（スクロース）と葉の燃焼、⑦ 静電気テスター、⑧ 水の電気分解装置。

いずれも入手が容易な材料を使い、自作したものである。河端さんには「実験に必要な器具がないなら、自分でつくればよい」という実験にたいする「哲学」がみてとれる。

「ヒグマを教材化とする意義

—E f Sの観点からの検討—

植木玲一（斜里高等学校）

E f S (Education for Sustainability) 持続可能性にむけての教育の観点から取り組んだ実践である。植木さんが勤務する斜里高校には学校設定科目「知床自然概論」(2、3年生の混合授業)があり、そのなかで日本クマネットワーク(JBN)が開発した「ヒグマトランク」の貸出事業を利用したものである。

本物のクマの大きさがわかる毛皮標本をはじめ、糞(ドライとウエット)、頭骨標本等々、さしずめ移動博物館的な教材がヒグマトランクに詰め込まれている。

またヒグマ対策を徹底して夏休みに取り組んだ子どもキャンプ・知床自然教育の実践の紹介もあった。

地域の教材化と地域教材の一般化の可能性を示してくれた報告であった。

「骨からわかる動物の進化」

篠原 暁（沼田町教育委員会・化石館）

二〇一〇年に留萌高校を会場に行われた高文連上川支部の研究大会での講演スライドによる報告であった。

骨から進化を考える切り口として「相同器官」「収斂現象（外見が似た形質の獲得）」「進化の行き止まり（特殊化）」の三点からアプローチしている。

高文連の会場講演という制約がありながらも、参加した生徒には進化を考えるよい機会となったことであろう。

- ① 『理科総合A』での『力の合成・分解』
- ② 『ビタミンC（アスコルビン酸）の検出』
- ③ 『金属のイオン化傾向と電池』

三好敬一（札幌西高等学校）

三好さんからは3本の報告があった。

①の報告は、マグネットでつく滑車と分銅、糸を使い、力の合成と分解の様子を平行四辺形の法則で示した演示実験の紹介であった。

②の報告は、ビタミンCの本体であるアスコルビン酸の存在を確かめる実験であった。ビタミンCがヨウ素を還元することを利用し、ヨウ素デンプン反応でビタミンCを検出する方法である。

あらかじめ紙をヨウ素溶液とデンプンで青くしておき、そのろ紙にジャガイモ、ピーマン、ソーセージ、緑茶などを押しあてると、その部分が還元されて白くなるというものである。

③の報告は、時間講師をしている札幌開成高校二年生の化学での実践報告であった。金属のイオン化傾向と酸水溶液の関係や酸化力のある酸と金属との反応などを扱っている。電池学習は従来から分かりづらい分野といわれてきた。討論ではダニエル型電池の説明でセロハン膜（半透膜）の役割やイオンの移動の分かりづらさをどう教えたらよいか話が話題となった。

『タネと発芽』の授業―素朴な感動を基本に、

種子の学習に喜びを与える」

道端剛樹（恵庭北高等学校）

ミニ授業書『タネと発芽』を利用しての実践であった。教材として教室に持ち込んだのはペットシヨップなどで売られている「鳩のえさ」である。この中にはトウモロコシ、

マイロ(コウリヤン)、ベニバナ、コムギ、オオムギ、エンドウ、ソバなど多種類のタネが入っている。

実験ではソバ以外はほとんど発芽したという。生徒たちの興味、関心をひきだすたのしい授業の紹介であった。

なお、浦河高校の後藤利光さんから「環境教育・防災教育の実践」の紹介があったが、詳しい報告は次年度ということになった。

二 自然科学教育の目的論にふれて

昨年、鈴木 章さんや根岸英一さんらがノーベル化学賞を受賞し、日本中の話題となった。科学への関心の高まりを期待しつつ、それが一過性で終わらないことを望むものである。

科学の目的は何かと問われたとき、さしあたり私は次の二つの規定を承認したい。一つは自然や社会の客観的真理を認識すること、二つ目は多くの人々が、科学的知識を自分のものとし、実的生活中に有効に役立てることで幸福で合理的な社会生活に近づくことである。

梅林誠爾「知識の進歩と真理」(鈴木茂他『知識とはなにか』、青木書店、一九八六) 参照。

では自然科学教育の目的とは何か。一九六〇年代、国民のための自然科学教育のあり方をめぐって積極的な議論がかわされ、当時科学教育研究運動で中心的役割を果たした田中 實さんと真船和夫さんはそれぞれ「四つの目的」と「三つの目的と四つの目標」を提起した。二人の考えを略記して紹介しよう。

田中 實 「四つの目的」

一、労働能力の基礎知識を準備する。二、政治的判断の基礎知識を与える。三、科学的世界観の基礎をつくる。四、判断・行動の基本形式を獲得する。

田中 實 「自然と教育」(『現代教育学10』、岩波書店、一九六一) 参照。

真船和夫 「三つの目的と四つの目標」

一、よりよい生活を確保するために。二、正しい政治的判断をするために。三、科学的世界観を身につけるために。そして四つの目標は

一、自然科学の基礎的な事実や法則を体系的に学ぶ。二、自然科学の基礎的な方法を習得する。三、科学的な自然観を身につける。四、自然科学の社会的機能を認識する。

真船和夫『理科教授論』(明治図書、一九六二) 参照。

日常の校務におわれ、科学教育の目的論に立ち返る余裕もなくなってきたが、今一度、現代的視点で科学教育

の目的論を問い直すことも大切であろう。

かつてこの理科分科会の共同研究者であった高村泰雄さん（北大名誉教授）や倉賀野志郎さん（北教大釧路・教授）からも自然科学教育の目的論に言及し、「科学的で統一的な自然観の形成」のために、どのような教育が求められているかを論じたことがある。

私は常々教師の仕事の第一は「子どもたちに将来にわたって学びつづけることのできる『学びの種』を蒔くことである。」と思ってきた。それは、科学教育は学校教育で終わるものではなく、資本主義社会での科学のあり方や科学技術の社会的評価は、主権者である国民一人一人がしなければならぬと考えるからである。

科学教育において、目的と目標は分かち難いものであり、目標設定では教育内容・教材・教育方法が同時に検討されなければならぬであろう。

三 二 あらためて授業づくりの基本を考 える

(1) 授業づくりの原則

私自身の高校での教育実践の経験から、授業づくりの原

則々と思っていることがある。それは「内容は少なく、教材は豊かに、そしてたのしく」ということである。

では生徒たちが望む授業とはどのようなものか？幾つか挙げてみよう。

① 謎のある授業。② 新しい発見のある授業。③ 既成概念をひっくり返すような授業。④ 新しい認識の組み換えが起こるような授業。⑤ 参加できる授業。⑥ 成就感のある授業。過去の合同教研で紹介されたすぐれた実践の多くはこのような授業であったのではないだろうか。

また、授業づくりは「授業の前」↓「授業実践」↓「授業の後」とすすむ連続的過程である。

「授業の前」に検討しなければならないことを挙げてみよう。

- ① 何を教えるのか？それはなぜか？（教育内容）
 - ② 何を用いて教えるのか？それはなぜか？（教材）
 - ③ どのように教えるのか？それはなぜか？（教育方法）
 - ④ どのように評価するのか？それはなぜか？（教育評価）
- 「なぜか？」という問い直しは、生徒の実態が変われば当然必要になってくることである。

また、すぐれた理科教材・教具の要件として考えられることは第一に誰でも手軽にできるもの、第二に入手が容易であるもの、第三に発展性があるもの―であるということ

ができよう。

(2) 欠落した自然体験をとりもどす

地域の自然をどのように教材化するかという課題は幾度となく話題になってきた。植木さんの報告は、学校教育にとどまらず、夏休みを利用した知床自然教育の取組みであったが、都市部では多くの子どもたちが希薄な自然体験しかできていない。

私が幼児期の自然体験として大切だと思う事は、①自然を発見すること、②自然のなかで遊ぶこと(たのしむこと)、③自然を大切にするのであり、体験を通して《五感をみがく》ことである。

かつて私が「環境科学」という学校設定科目を担当したとき、生徒に、緑豊かな森の土は「腐葉土層」となっていて、「フワフワのじゅうたん」みたいだと紹介したことがある。しかし、この感覚は体験していない生徒にとっては絵空事ではない。森と川と海とのつながりや物質循環を学ぼうと、森の「腐葉土層」の果たす役割を字面で覚えても、実感がなければ自然認識たりえないであろう。

私のこの授業では、夏休みを利用して黒松内町の添別ブナ林で腐葉土層のフワフワを生徒に体験させた。多くの生徒が腐葉土層に感激したと感想文に書いてくれたことを思

い出す。

生徒の《欠落した自然体験》をとりもどす機会をつくりだすことも教師の授業づくりとして必要であろう。

(3) 教材選択と実験の位置づけ

多様な実験を生徒にさせたいと思いつながらも、授業の進度が気になり、なかなか実験を組めないという現実がある。

板倉聖宣さんは、「限られた時間内に科学の成果を効果的に教えるには…科学の成果をすべて実験的に充分納得のいくように教える代わりに、いくつかの代表的な教材についてだけ実験的に充分納得のいくように教えて、その他の事柄については、かなり思いきって結論的な知識を教えるほかない。そのような教材の選択が不適切だと、すべてがいい加減に教えられるから消化不良が生ずるのである。そこで、教材の選択と実験の位置づけが今日の科学教育の根本問題だ」と指摘している。

板倉聖宣『私の発想法』、仮説社、一九七六年）参照。

ここでは紙数の関係で板倉さんの引用だけで終わることになってしまったことをお詫びする。

(北海道大学)

※ この原稿は、本年一月に書き上げたものです。その後、三月十一日に東日本大震災が発生しました。地震、津波、原子力発電所の崩壊・放射能漏れ、さらには様々な風評被害等々、国民生活に大きな打撃を与えています。

この大震災をきっかけに、多くの人々が原子力発電に関心を寄せ、様々な講演会や学習会がひらかれています。そのような取り組みを通じて、原子力行政の転換を求める声も大きくなっています。

原子力行政への不信が単純な科学否定・科学不信にならないよう、確固とした科学教育の展開が求められていると思います。