

豊かな教材づくりで楽しい理科教育の展開を

田中邦明
大野栄三

一 討議の柱とレポートの概要

第5分科会では二日間にわたって、以下の四つの課題を中心として、一日目四件、二日目十一件、合計一四件のレポート発表と協議が行われた。

- (一) 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
- (二) 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
- (三) 「地域の自然」をどのように教材化するか

- (四) 「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をどのようにつくるか

発表レポートの多くが物理、化学分野に関するものであり、おもに(一)(二)に関わる議論が中心となり、(三)は二日目の①、(四)については議論を深めることができなかったことが課題としてあげられる。以下に、第一日目と二日目の発表レポートと協議内容を紹介する。

第一日目

司会…道場 剛樹(恵庭北高校)

- ①「連続可変低周波発振器の開発と公開PCを低周波発振器として使う」

高木伸雄(札幌北高校定時制)

高校物理の波動分野の画期的なPCソフト教材の開発事例である。高価で重い発振器やオシロスコープを使用せずに、普通のWindowsパソコンと小型アンプのみで、波動を音として聞くことができるソフトである。モノラル音では波長の連続変化、ステレオ音ではうなり、位相差、打ち消しによるノイズキャン

セルの現象を、実際の音と波動画像の両方で確認できるものである。このソフトは比較的扱いやすし、Visual Basic 言語によるオープンソースによる自作プログラムであり、使用者によって使い勝手よるしく必要な機能を追加修正することが可能で、今後のプログラムとしての発展とともに、授業の中でどのように活用すれば学習者の波にかかわる誤りの認識と科学的な波動の概念獲得に結びつく授業プランとなるか、授業実践をとおして検討を深めながら、とくに高等学校や大学初等教育での活用が期待される。

② 「基礎物理の実験の工夫」

河端良三（札幌清田高校講師）

ニュートン力学の定番実験でありながら、なかなか指導に苦勞する力学分野の便利教材、自作教材、実験方法や授業での有効な活用方法が盛りだくさんに紹介された。河端氏が最も得意とする実験の集大成をみる感があつた。

まず、オモチャとして販売されているチョロの速度計を利用した斜面落下、自然落下の速度と重力加速度の測定実験、慣性の法則を理解させるためのダルマ落としの原理を利用したマジックペン落とし実験が簡便なもの代表である。

パスカルの原理を学ぶための実験としては、塩ビ水道管に「字継手を次々と連結し、たくさんある出口を薄手の使い捨てゴミ手袋で密封し、塩ビ管の一方所から呼吸を吹き込むとすべて

の手袋が均一に膨らむのが観察できる。呼吸は手袋のゴムが伸びない程度で止めるのがポイントである。また、圧力を教える実験教材として簡易圧力測定装置がもしろい。ガラス注射器の先端部をカットとしてガラスシリンダーを作り、これにピストンを入れてピストンの尻を台ばかりに押し当てる。そうするとシリンダーにかかる圧力を台はかりの目盛りで読むことができる。この圧力シリンダーの先にゴム栓で水を入れた底なし大型ペットボトルと水入りの細ビニル管を取付けたときの力を台ばかりで比較させるのである。子どもは水の体積が大きいペットボトルの方が力が大きいと考えるが、ピストンにはたらく力は水深による圧力で決まるので、細いビニル管でも水面の高さが大きいならば力が大きくなる。これは子どもへの誤りの論理を覆す実験として極めて有効と思われる。

③ 「中学校に戻ってきたイオンの学習」

松岡優徳（標茶中学）

教科書では H_2O 試薬を使って、電気泳動で移動する酸・アルカリイオンを検出する実験が紹介されているが、寒天ゲルを細いストローではなく、長いペットボトルに流し込んで、視覚にうつたえるよう大型化した。ゲルを輪切りにして断面の両端から電流を流すと水素イオンの移動によって H_2O 試薬の色が徐々に変化する。変色部分が電流によって移動する現象は、ゲルを縦切りにすることでダイナミックに観察することができる。化

学実験ではマイクロスケール実験がメジャーとなるなかで、このような無害な物質で安全に操作できる実験は大きくして見せたいものである。これは大型化によって成功した事例と言える。

④ 「仮説実験授業研究会の実験教材」

道端 剛樹（恵庭北高校）

道端氏の旅行カバンには仮説実験授業研究会で開発された実験教材がたくさん収納されていた。原子模型キットとともに、気象観測用ゾンデを利用した直径一・三言の地球モデル風船が紹介され、送風機で膨らますとなかなか迫力があつた。五四六〇円で販売されているこの風船だが、大きく膨らますと爆発するのではないかとハラハラしながら観ていた。これを使ってエベレストや富士山の高さが何ミリにあたるかななどを予想させるものであるが、これも大スケール化によって近似球体として地球の形とスケールをイメージさせることに成功している。

第二日目

① 「電気分解」を教えるにあたって

② 「電気分解」の実験

③ 「電気分解」の授業

三好敬一（札幌西高等学校）

電気分解についての報告三部作である。高校化学では、金属

のイオン化傾向、電池、電気分解と学習が進むにつれて、生徒にとつて理解し難くなつていく。「化学Ⅰ」の教科書では、三頁ほどの記述で終わっており、その内容は、理屈抜きで結果が書かれているばかりである。本報告では、電気分解の理論と教科書の記述をうまくつなげた授業展開、電気分解の実験装置の工夫が紹介された。授業後の生徒の感想を受けての改善点の考察もあり、討論では、酸化・還元という言葉の使い方の難しさや、一貫して電子の授受で教えていくべきではという意見が出され活発なやり取りがあつた。

④ アルミニウム箔に含まれる鉄を教材に

三好敬一（札幌西高等学校）

時間の都合でレポート提出のみであつた。無機化合物の鉄イオンを検出する教材にアルミニウム箔を利用する教材研究の報告である。アルミニウム箔を水酸化ナトリウム水溶液に溶かした後、未反応の黒っぽい不純物にネオジム磁石を近づけると起こるおもしろい振る舞いを紹介している。

⑤ 鉋網本線ジオマップ

境智洋（北海道教育大学・鉋路校）

鉋網本線活用推進協議会が発行している地図の紹介である。沿線にある地球（ジオ）を感じることが出来るスポットを

紹介するカラーのマップ（A3）と二頁（A4）のコンパクトな開設と写真からなる。

⑥ 歯科用印象材を用いた火山体内部構造の断面モデルとその実践検証

境智洋（北海道教育大学・釧路校）

小学校の火山のモデルでは、小麦粉などさまざまな素材が用いられている。アルギン酸塩印象材を用いることで、適当な粘度と硬化の特質をもった教材を実現できることが報告された。アルギン酸塩印象材は混合する水の量で粘度を、水温で硬化時間を調整できる。水溶性の絵の具で着色した印象材を何層にも積み重ね、カッターで切断することで成層火山の断面もきれいにモデル化したり、粘性を調整して層状火山、溶岩ドームを形成したりが可能となる。また水中に噴出させることで、網目状溶岩の構造を作る方法も報告された。印象材の入手は比較的容易であり、その方法や価格、ボーリングの仕方（モデルを使つてストローで行う方法）など活発な討論があった。

⑦ 『ガリレオの木星衛星の観察法の復元』と『ジョビラーベを使った授業』をやってみて

春日秀夫（北海道札幌清田高校）

ガリレオが考案した木星の観測方法や解析機器を、現代の材料を使い、創意工夫を加えて再現した成果と、それを授業で利

用した実践結果の報告である。木星の衛星の写真撮影は、フィールドスコープに紙製アダプターを付けてデジタルカメラを装着し、セルフタイマーを使うことで簡単にできること、ガリレオが行った望遠鏡観察の手法（両目を開けて望遠鏡の視野と望遠鏡の外に取り付けた自作のマイクロメーターを重ね合わせて見る）を再現して、木星に対する衛星の位置を正確に測定した当時の方法とその苦労を実感できたことが紹介された。ガリレオは衛星の運動を解析するジョビラーベと呼ばれる機器を作っている。清田高校科学部の生徒たちが、イタリアの博物館にあるジョビラーベのデータをインターネットで入手し、その原理を理解し、現代でも使える機器として再現している。百円ショップの材料を利用し、さまざまな工夫が盛り込まれた力作である。この清田高校版ジョビラーベ（「ジョビタ」と命名）を授業で使つて、生徒が木星の衛星の位置を予想する作業を行った。授業では、パソコンソフトのステラナビゲータも使われているが、巧妙な仕組みをもつアナログ機器で衛星の位置が正確に予想できることを体験する教育的意義は大きい。科学史を科学教育に活用する見事な実践である。

⑧ 化学実験の年間計画

高橋理恵（北海道砂川高校）

二年生と三年生の化学Ⅰと三年生の化学Ⅱで一年間に行う化

学実験の計画表の報告である。マイクロスケール実験で行うものの、既に実施したもの、予定しているもの、今年度は未実施になるものが紹介された。討論では、実験内容の詳細についての情報交換や実験に対する小中高の意識の違いが議論された。高校教育関係者からは、たくさんの実験が時間をやりくりする中で計画されているという感想が出る一方で、小学校教育に携わっている参加者からは、高校ではもつと多くの実験を行っていると思うといったという感想が出された。小中高の意見高交換ができた。

⑨科学教育と放射能リテラシーについてのメモ

梅津徹郎（北海道大学）

「内部被爆」と「食の安全」を中心とした保育園セミナーの取り組みが報告された。「持続可能な社会」というキーワードが普及しているが、その意味を確認し、原発が「持続可能な社会」とは共存できないことを述べ、田中実と真船和夫の理科教育の目的論をふまえて、これまでの学校教育では、「放射能リテラシー」を獲得する機会が奪われてきたことを論じている。

大人も学び直しが必要であることが述べられ、保育園（保育士、職員、父母会）を対象に、ビデオ上映とスライド・資料を使って実践した講義が紹介された。文科省の副読本や自治体の副読本も紹介され、批判的な検討が加えられていた。討論では、総

合的な学習の時間でこのセミナーのような授業が学校でできるだろうかという問いかけに対して、その難しさと教科教育の中で実践すべきだという意見が出され、活発な意見交換が行われた。

⑩放射能問題をしっかりと考えることができる子どもを育てるために、基礎科学の学習はどうあるべきか

埴良一（北海道美唄尚栄高校）

現在の高校理科教育への疑問が述べられ、「俺は、こんなもとの、一生で絶対使わないから（学ぶ必要がない）」と言う高校生の実状が紹介された。福島第一原発の事故により、国民一人ひとりが「科学の目」をもつことが喫緊の課題となっているにもかかわらず、文科省の放射線副読本は科学の目をもつことができない教育であることが具体的に指摘された。たとえば、表紙にある半減期のグラフと覚しき絵は根本的に間違っているが、放射線の有用性に誘導するために水仙の写真が使われているが、放射能で汚染された植物の写真と一緒に掲載されていないことである。そして、最後に、「科学の目」を育てるための理科教育として、生物教育の内容充実や、物理教育で量子論を教えることの必要性など、重要な論点が出された。

①渡島地域における外来種の分布と教育による拡散防止

田中邦明・亀井雅代・角地北斗（北海道教育大学函館校）

一 外来種のアメリカザリガニが北海道南部地域の下水処理水や温泉で越冬している現状を水質調査や聞き取り調査によって明らかにしたこと、拡散防止に向けてさまざまな取り組みが重要であることが報告された。種の多様性の意義をふまえた上で、アメリカザリガニのような外来種の繁殖が生態系かく乱を引き起こすことや、外来種の分布がどのように拡散していくのかを理解し、適切な対処方法は何かを学び実践していく環境教育が説明され、ワークシヨップによる実践の様子が報告された。討論では、継続調査が重要であることや、調査や結果公表で必要になる配慮、ザリガニを見分ける難しさ、小学校でアメリカザリガニが教材に使われている実状、ザリガニ料理などの文化など、活発な議論が展開された。