

研究の方法について

冬の大会（徳島大会）に参加して考えたこと

長野県 上田仮説サークル 渡辺規夫

冬の大会はサークルを大きくしたような雰囲気でもとても充実していたと思う。「仮説実験授業をやって感激した」という発表が何人からもあり、そういう人たちの存在がなければ研究は活性化しないだろうと思った。しかし、一方で気になることもあった。

1. 生徒が歓迎すればいい授業書か

以前松崎重広さんが提案した《広さと面積》の授業書案を検討したことがあった。松崎さんの授業は大成功で、ほとんどの子どもがこの授業を大歓迎していた。子どもが歓迎すればよいということであれば、これ以上検討することもないはずである。しかし、検討すべきことがたくさんあったのである。

大会で《ロケットと反動》という授業書案が提案されたときもあった。このときも授業を受けた子どもたちはこの授業を大歓迎していた。しかし、その授業書案は力学についての理解不足にもとづく案だったのである。板倉さんがそのとき、「授業書を作るにはその内容をよく理解している人と、感激する能力のある人が協力することが必要である」ということを助言していた。これは研究の組織論である。

これまで、板倉さんがたくさん授業書をつくることができたのはなぜか。それは板倉さんに専門的な知識があり（専門的知識があらかじめない場合もあったが、板倉さんはそのことについて世界で一番の権威と言えるほど専門的な勉強をしていた）、かつ、感激する能力があったからである。そういう人はあまりいない。だから専門的知識のある人と、感激する能力がある人が協力する必要があるのである。

2. 授業書の作成、改訂について

《せきつい動物の分類と進化》の改訂が提案された。提案の理由ははっきりしなかった。とにかく、この授業をやって感激したという話と、入門講座で参加者が非常に感激していたという話があり、授業する上でよくないと思ったところを改訂しようというのである。

これについては、犬塚清和さんから、「1973年に増山明夫さんが発表した分類と進化の授業書案があり、それをもとに犬塚さんが授業書を作り授業した記録が『科学教育研究』に載っていて、それをさらに愛知の宮地祐司さんや静岡の山本海行さんたちが原論文にまで遡って検討して発表した授業書がある。授業書の改訂作業が『たのしい授業』に載った授業書から始まるのはおかしい」という趣旨の発言があった。分科会で改訂を検討することになっていたが、分科会で改訂しないことになったという発表があった。

板倉さんが今『たのしい授業』に連載している「私の研究史と発想法」では、偶然をとらえることが強調されていて、偶然をとらえた後、何をすることが研究なのかという話が書かれていない。

これまでも、授業をしてみて思いついたことをもとに改訂が提案されることが何度もあった。偶然をとらえた研究ということになるのかも知れないが、実はそれだけでは研究はできず、授業書の改訂はできないということが何度も確認されてきたのである。《力と運動》の授業書の第2版は授業をやった人の意見を取り入れた結果、大変な改悪になったのであった。少なくともその授業書の作成・改訂の歴史を調べることなしに研究はできないということをごここで再度確認する必要があると思う。

仮説実験授業の中で子どもたちはさまざまな思いつきをする。これはすばらしいことである。しかし、思いついたことはそのままでは研究ではない。それは仮説である。仮説は実験してみなければならない。幸いなことに仮説実験授業ではその思いつきが正しいかどうかを実験するように授業書が作られている。そのため、授業を受けると科学的認識が成立していくのである。仮説実験授業研究会の中でもいろいろな思いつきがどんどん出てくる。これはすばらしいことである。しかし、それは仮説である。仮説は実験してみなければならない。そのことを指摘する人が世代交代とともにいなくなってくるのではないかという危険性を感じた会であった。

以下、今回の大会で提案されたことに対して私見を述べる。

3. 地球はもえかすか《燃焼》の改定案のお話について

「ガラスはなぜ燃えないのか」という疑問に「それは燃えかすだから」と答えたら、とても納得されたということをもとに、「地球はもえかす」というお話の提案もあった。「地球は燃えかすだから燃えない」という説明である。岩石は燃えない。それは酸化物だからこれ以上酸化されない。燃えかす

も燃えない。それは燃えかすが酸化物であるからもうこれ以上酸化されない。地球が燃えないということと、燃えかすが燃えないということは、「酸化物はもうこれ以上酸化されないので燃えない」という意味では同じである。しかし、地球はできる過程で燃えたわけではない。これは犬塚さんも指摘していた。大変おもしろい思いつきであるが、きちんと調べれば（実験すれば）「地球は燃えかすとは言えない」と言わざるを得ない。

4. 《燃焼》の授業で、水素ガスをボンベから吹き出させて直接点火することについて

この実験のやり方が入門講座や体験講座でも紹介されているという。安全性について疑問が出されると「安全です」との答。しかし、「私がやってみて安全でした」ということで安全が保証されるものではない。非常に多くの事故を詳細に分析してどのような場合に事後が起こるかを研究して、安全性は保証されるのである。「自分はこのように運転したけれど、交通事故を起こさなかった。」と言って、その運転方法が安全だと主張するようなものである。

電車の運行や、工場での生産活動では同じことが何度も繰り返される。何度も繰り返す中で、起きた事故の分析を通じて事故が起きることを未然に防ぐ方法が確立されてきた。電車や工場での生産活動に比べると遊園地の乗り物は、運行経験ははるかに少ない。そこで、机上の検討では安全と考えられたことも、実際には想定外のことが起きて事故が起きる。遊園地の遊具の事故が多いのは、経験不足のため事故を未然に防ぐ技術が未熟なためである。

学校の授業における実験の回数は、工場での製作や工事の回数よりはるかに少ない。学校の理科の実験器具1つをとってみれば1年に数回実験されるに過ぎない。遊園地の乗り物の運行回数は、電車の運行回数や工場での機械の運行回数よりはるかに少ない。その遊園地と比べても学校での理科の実験回数ははるかに少ない。従って学校での理科の実験の経験も少なく、どういった場合に事故になるかという研究もなかなか進まない。化学を専攻する学生や化学の研究者はそういう事故を防ぐ訓練を受けているが、それでも事故は起きているのである。

さて、仮説実験授業をする教師の場合はどうだろう。仮説実験授業で実験する回数は、工場などで化学反応させる回数よりはるかに少ない。そのため、事故を防ぐためのノウハウの確立もはるかに困難である。さらに仮説実験授業の授業書は特に理科が得意という教員でなくてもできるように作られてい

る。実験の危険性を知らない教員も実験をやるのである。さらに、仮説実験授業を受けて楽しいと感じた生徒は自分でも同じ実験をしようとする可能性がある。先生がボンベから出る水素に直接火をつけるのを見た生徒の中に同じことをやったり、その応用問題を自分で考えてやったりする可能性は非常に高いと考えなければならない。

そのような可能性のある実験のやり方を入門講座などで紹介することはきわめて危険で仮説実験授業を危険にさらすやり方だと思う。ある学会に問い合わせたら、安全だと言ったというが、その学会の人は生徒がまねするかも知れないということまで考えていないと思う。

以前、楽しい授業フェスティバルで爆発実験を規模を大きくして見せようとして、その側にいた人の聴力に障害を生じさせてしまうという事故があった。爆発実験などは、生徒が感激したりすると、さらに大きな爆発を起こして見せたくなる。しかし、大きくすることにより事故が起きる危険があるということを知らなければならない。

牧衷さんは事故はどのようなときに起きるかを教えてくれた。おっかなびっくりやる場合とはしゃいで興奮してやる場合が危険だというのである。仮説実験授業がたのしくて興奮しているときこそ、気をつけなければならない。

授業書では水素の燃焼のところはお話になっている。授業書どおりに進めてほしいと思う。授業書から1歩踏み出す場合は、化学実験の専門家の協力が不可欠であると思う。

5. 誘電分極は静電誘導の一種か

夏の大会で発表された湯沢さんの《ものとその電気》のパワーポイント版では、誘電分極を静電誘導の一部であるかの如き説明になっている。岡山の高原周一さんがこの説明はおかしいという主張をした。私も誘電分極と静電誘導は区別すべきであると思う。この点について犬塚さんと話したが、「不導体は誘電分極し、導体は静電誘導する」という従来の説明がよいのではないかという意見であった。

6. あかりと油

阿部徳昭さんの授業書案はすぐにも授業したいような授業書案だった。中村文さんは、この授業をやったときの感激を夢中になって報告していた。

高原さんは《あかりと油》の授業書案について、すすの出るしくみを研究

した学位論文を探してきて、単純な説明法には問題があると指摘していたが、その指摘は貴重である。内容の間違いについて指摘する人がいないといけないという状況になってきているように思う。

仮説実験授業研究会の初期にはこのようなことは問題にならなかった。というのは、仮説実験授業は権威を持っていなかったため、「授業書というならやってみよう」などという人はいなかったからである。ところが今や、授業書は仮説実験授業をやる教員の中では大きな権威となっている。授業書案であっても、内容や授業運営について既に十分検討されていると思う人もいる。専門家との協力が不可欠であると思う。さもなければ、そのことについて世界で一番の権威となるくらいの勉強が必要である。

7. 熱はどこにたくわえられるか

大黒さんの板倉賞受賞記念講演は《光のスペクトルと原子》の授業をやって楽しかったという話だった。犬塚さんが「なぜ大黒さんが板倉賞を受賞したのかな」と疑問に感じ、白浜大会での板倉講演を探し出して、印刷して紹介してくれた。その講演で、板倉さんはこの授業書を古典物理学と量子物理学の違いを教える、すなわち科学の階層性を教える授業書になりうると言っている。このことなら、私の専門分野である。もう一度よく調べて、その意味がはっきりするようにしたいと思っている。

今、教員大量退職時代である。多くの仮説実験授業研究会会員の退職とともに仮説実験授業研究の貴重なノウハウが失われることになりかねない。

研究とは何かということを考えなおした大会だった。