

2023年9月15日

全県理科教育研究会講演草稿

渡辺規夫

市民向け科学講座の取り組み

科学講座を始めるための理論と方法

渡辺です。今日は全県理科教育研究会にお招きいただきありがとうございます。

私は再任用教諭を退職してからすでに8年が経過しています。

自己紹介

私は今から50年前に長野県の高校の理科の教員になりました。その年に仮説実験授業という授業があることを知り、それ以来仮説実験授業を退職までやってきました。

今日は私のやっている社会教育としての仮説実験授業の一端を紹介しようと思います。

私は定年退職の時、仮説実験授業をやりたいと思い、再任用を希望しました。野沢北高校で1年間、上田高校で4年間、仮説実験授業をやりました。

ここで仮説実験授業について説明します。

しばしば誤解されることですが、仮説実験授業は予想を立てて実験する授業ではありません。

科学的認識の成立条件の研究をした板倉さんは、

科学的認識の成立には自然観が大きな役割を果たしたことを明らかにしました。

たとえば、鉄の球を落としてみます。このとき、鉄球は一定の速さで落ちたのでしょうか。

はじめはだんだん速くなるがすぐに一定の速さになっているのでしょうか。

落ちている間じゅうどんどん速くやっているのでしょうか。

という問題を出すと、生徒の予想はバラバラに分かれてしまいます。

授業で落下の公式をやった後でも予想は分かれてしまうのです。

生徒は授業をよく聞いていなかったのでしょうか。聞いていたけれども忘れてしまったのでしょうか。生徒は授業を受けるときは問題の解き方を覚えようとして聞いているのです。

ところがこのように問題を出されると、初めて自分の頭で考えます。すると、すでに持っている自然観にもとづいて予想を立てます。この自然観は実験結果を見てもなかなか変わりません。

実は、この問題を京都大学でもやっています。私が上田東高校の非常勤講師をしていたとき、まったく同じ授業書で京都大学でも授業をしていたのです。そのときの予想分布は上田東高校と京都大学ではまったく同じでした。京都大学の学生はその4分の3は高校で物理を履修した学生です。

板倉さんは特に重要な自然観として原子論的自然観を挙げました。近代科学の成立には合理的思考と実証的な考え方だけでは近代科学は成立しなかったことを明らかにしました。

江戸時代の砲術家が弾道が放物線になることを明らかにした。それはガリレオより遅れること21年である。そこから近代科学が生まれたか。生まれなかった。日本には原子論的自然観がなかった

からである。これが板倉さんの論文の趣旨です。

この板倉さんの見解は特殊なものではありません。

この人は誰でしょうか。そうファインマンという物理学者です。

ファインマンはその教科書の最初に

「もし人類が科学の知識を全部失ったとして、たったひとつの文章で最も多くの科学の知識を伝えるにはどうしたらいいか」と問い、「ものは原子からできている」という文章を挙げています。

シュレーディンガーという物理学者は『自然とギリシャ人』という本の中で、現代物理学にとって古代ギリシャの原子論がいかに重要であるかを力説しています。『すごい物理学講義』という本もあります。この本では最初の50ページは古代ギリシャの原子論です。

これほど重要な原子論がなぜきちんと教えられていないかについては科学史研究に論文を乗せましたのでご覧いただければと思います。

仮説実験授業は自然観を確立する授業です。そのためには法則を覚えることが大切なのではなく、概念を把握すること、イメージを持つことができるようになることが大切です。

それでは、大道仮説実験しゅぼしゅぼの一部を紹介します。みなさんは、お子さんやお孫さんおじいちゃんおばあちゃんと一緒に参加しているつもりでご参加ください。

質問1 何に使う道具？

問題1 空き缶をしゅぼしゅぼすると

問題2 1升びんをしゅぼしゅぼすると

問題3 動物を入れてしゅぼしゅぼすると

問題4 ビールをしゅぼしゅぼすると

パチパチパンチの話まで

このように講座を進めています。この講座の最重要点は、原子論的自然観です。空気の分子が衝突することで圧力が生じていて、分子がない状態が真空である。ということです。

近代科学の成立に大きな役割を果たしたのが原子論的自然観です。ものが原子でできているということは原子と原子の間には何もない。つまり真空だということになります。自然は原子と真空でできているとなると、神の存在する場所がなくなります。そこで原子論的自然観というのは、ものの考え方を大きく変えるものでした。

ゲーリケは太陽と地球の間が真空であると考えると、真空をつくるということは宇宙をこの手にすることができると思えました。こうした話は紙芝居という形で伝えています。

紙芝居 実験実験また実験

科学講座というのは

理科おもしろ実験、専門家による講演、ものづくりがあるようです。

理科おもしろ実験は続きません。

専門家による講演は大抵おもしろくない。

ものづくりは人は集まりますが、これは科学を教えているのとは違います。

仮説実験授業

持続可能。しかし、学校教育で発展したので社会教育向きではない。

私が昔、教研集会に出席して不満に思ったのは、先行研究を調べていない研究が多いということでした。授業研究も科学研究と同じように、先行研究の肩の上に意識的に乗るという努力が必要だと思ったのです。自分の思い付きでいろいろやっても大したことはできません。医者が患者ごとに創意工夫して治療するとしたら、どうでしょうか。そんな医者には恐ろしくてかかれません。しかし、教育では創意工夫が大切と言われることに非常に違和感を覚えたのです。社会教育としての科学教育をどう進めるかを考える場合も社会教育の先行研究をきちんと調べなければなりません。あるいは調べた人の研究をまねすることが大切です。

先駆的な試みとしては板倉さんが始めたサイエンスシアターという運動がありました。これは500人くらいを集めて盛会でしたが、その後続きませんでした。これも持続可能な運動形態ではなかったのです。

次にまちかど科学クラブに注目しました。これは京都の村西さんという人が始めたもので、これは全国に広がりました。

2度目の退職の時、先行研究としてまちかど科学クラブについて調べそれをまねることにしました。このまちかど科学クラブをやった経験が、今やっている社会教育としての仮説実験授業に役立っています。

まちかど科学クラブというのは、全国で展開されましたが、最近京都のまちかど科学クラブは無期限休止状態になりました。まちかど科学クラブというシステムは持続可能なしくみではなかったようです。

2018年の春に心臓病で救急搬送され、カテーテル手術を受け、危ないところを助かりました。助かったものの、それほど長く生きられるわけではないということがよくわかりました。そうであるなら、死ぬまでに何をしたいかを考えて出た結論は

科学史の研究をやりたい

ということと

親子孫講座をやりたい

ということでした。

科学史については5年間5回にわたって科学史学会で仮説実験授業成立史について発表し、論文を『科学史研究』に載せてもらいました。

私が注目したのは楽知ん研究所という組織でした。これがよさそうと思い、そのワークショップにしばしば参加しました。そしてゆくゆくは、親子孫講座を自分でも主催したいと思いました。

まちかど科学クラブはそれへの橋渡しと考えたのです。

まちかど科学クラブはうまく行っていますが、持続可能性がない。そろそろ終わりにしようと思っています。

私たちは社会教育としての科学教育の先行研究としてキナズリーという人物に注目しました。この人はフランクリンから静電気実験を教わって、静電気を教える科学講座をお金をとって20年以上も続けた人です。当時、静電気のおもしろ実験という講座をやる人はたくさんいましたが、そのような講座は2~3年でなくなりました。飽きられてしまったのです。キナズリーの講座は、その宣伝が新聞広告に乗っていますが、それを調べると電気の流れが次第に目に見えてくるように講座を組み立てていました。

これは、大きな先行研究です。理科おもしろ実験では、持続的な講座はできないという教訓です。おもしろい現象を見せる講座は続かないのです。科学が次第にわかってくるように講座を組み立てなければならないのです。

楽知ん研究所はこのような先行研究からよく学んで、科学講座をやるためのノウハウとしくみをつくっています。

ここに磁鉄鉱があります。これは親子孫講座の参加者に渡される実験セットに入っています。これを1000個つくるには、誰かが1000個に割らなければなりません。普通の人には無理です。これを1000個一括である人をお願いしています。

磁気たんカードがあります。これを鳥取の人が1000枚つくりました。

ぶんしっし職人という5000万倍の分子模型をつくる道具があります。これは栃木県の人が1000個作りました。このような組織がなければとても科学講座はやれません。

私のやっている科学講座には

親子孫講座、大道仮説実験講座、ぶんしっし講座があります。

持続可能な運動になるように日々考えています。

こうした講座をやってみると、学校でやっていた頃よりずっと理想的な条件で授業ができています。

子どもも楽しめるというと、大人にはわかりすぎて退屈ということはありません。大人が楽しめると言っても子どもも楽しめます。どうしてそんなことができるのでしょうか。

1700年代のヨーロッパやアメリカでは、科学講座が盛んでした。これらの講座には大人も子どもも参加していました。今日、音楽やミュージカルなどを見るときに大人と子どもが一緒に見るのと同じです。音楽や演劇などを見るときに将来のためになどと考えるはいません。ですから高齢者も楽しんでます。科学講座もそれと同じです。先日は80歳のおじいさんが参加して盛んに意見を言っていました。これは将来のための勉強でしょうか。今楽しむために科学を学んでいるのです。

大道仮説実験講座では科学にきちんと入門するところまで行きません。科学入門の入門という位置づけです。

これらの大道仮説実験講座は人が集まります。ここから親子孫講座に参加してくれる人が出てくることを期待していますが、実際にはなかなかそうはなりません。最初から親子孫講座をやった方がいいのではないかと思います。

仮説実験授業は科学入門教育です。板倉さんは社会教育でやることを構想していたのですが、思いがけず学校教育でもうまく行くことがわかり、学校教育の中で発展しました。

親子孫でたのしい仮説実験講座というのは、社会教育としての仮説実験授業です。ところがこれを社会教育としてやるには、そのままではその授業書は使えません。まず、小学校低学年の子どもは漢字が読めません。授業書にはお話がありますが、これが長いと子どもたちは聞いていません。言葉遣いも難しすぎます。

そこで親子孫講座では、漢字にフリガナをつけ、お話は授業書に残しますが、講座では配るだけで読みません。そのかわりに紙芝居をやります。

それでは、私のやっている科学講座の現状を説明します。

参加者数が減ってきていることに危機感を持っています。

どうも、大道仮説実験講座を宣伝用にして親子孫講座に誘おうという方針はよくなかったようです。

社会教育は学校教育の延長ではありません。

学校教育にうんざりしている人たちが大量にいる社会になっているのです。

たとえば、「高校の授業でよくわからなかったところをよくわかるように説明します。」

という講座を受講しようとする人がいるでしょうか。まずいないと思います。

市民向けの科学講座に足を向けてもらうには、学校教育の延長では人は集まりません。

生徒だから授業に耐えることもできたのです。生徒でなくなってからもう一度高校の授業を受けようと思う人はいません。

市民向けの科学講座をやっていくためには、科学入門できるような内容と方法が必要なのです。

この講座を50年後も100年後も持続するためのしくみづくりや教材開発を進めていく必要があります。講師、主催者は、学校教育の中での常識から脱却する必要があります。

まず、科学講座は自営業です。何をどのくらい仕入れるかすべて自分で決めなければなりません。

これはいくら考えても方針は決まりません。そこでうまく行っている人のまねをするのが最良の選択になります。ただし、方法だけまねしてもすぐうまく行かなくなります。まだ研究途中なので、うまく行っている人の考え方をまねしなければうまく行きません。

大道仮説実験講座を学校の授業でやるのはどうか

学校でやっている人もいます。私もやりました。生徒の反応はとてもいいです。

聞くとところによると、高校の先生で仮説実験授業しかやっていない先生もいるそうです。何も文句が出ないそうです。親子孫講座の授業書でやっている人もいます。何ら問題はないそうです。

大道仮説実験講座びりりんというのは静電気の実験ですが、これはすごい人気で、上田東高校で非常勤講師をしたとき、高校の授業でやりましたが、圧倒的人気で、年度末の「1年間でよかった

授業」で1位になりました。

もし、外部講師として呼んでいただければ、日程の都合がつく限り、講師をさせてもらいたいと思っています。

科学講座をやってみてつくづく感じたのは、自分が学校でやっていた授業は本当につまらないことをやっていたなということです。かなり思い切ったことをやっていたつもりでしたが、やはりいろいろ制約されているという意識があったのだと思います。

先日、昔の教え子が訪ねて来た時、「今教えればもっとうまく教えられる。」と言ったら「いまさらそんなことを言われても困る」と言われました。しかし、実感です。

知識の伝達でなく、考える場を与えるのが役目だと自覚できるようになったからです。

仮説実験授業をやってみようかと思う人に一言。

仮説実験授業は自分の考えでやることであって、教科会で決めたりしてやるべきものではないということです。ある若い教員が仮説実験授業をやってみたいということで、相談に来ました。やるつもりになってそれを教科会に出したら全員に反対されたそうです。それでできなくなったということです。馬鹿じゃないか。そんなのは勝手にやっちゃえばいいんだ。文句を言われたらすみません。と言っておけばいいんだ。この話には後日談があって、反対した先生が授業書の最初の問題をおもしろそうと思って生徒に出したそうです。すると生徒がいろいろ意見を言っておもしろかったと言っていたということです。しかし、そこで仮説実験授業は中断、後は教科書のつまらない授業になったそうです。センス悪いなとしか思えません。

もし、私のやっている講座がどんなものか知りたいという人は、是非講座にご参加ください。見学はお断りしています。スタッフもお断りしています。というのは、スタッフをやるにはいろいろ勉強してもらわなければならないのです。学校教育の常識を講座に持ち込まれたら台無しです。まずは参加者になってください。私も初めてやるときに、千葉県まで出かけて行って講座を受講しました。佐久市でやった講座では大阪から参加者がいました。この人は退職してから科学講座をやろうと思っていたのに気が付いたら9年が過ぎていた。何と無駄な時間を過ごしたかということで、私の講座に参加しました。現在、京都の人と組んで講座のスタッフをしています。

いつかやろうと思っていれば、いつまでもできないです。しかも、退職者のセカンドライフはやり直しができません。退職してから始めるのは遅すぎます。退職したとたん世間とのつながりがなくなります。なくす前に始めなければなかなかできないと思います。

最後にまとめます。

社会をよくするために親子孫講座をやる。

親子孫講座はノーミソが喜ぶ場を売っている。

親子孫講座はイベントではない。

楽知ん研究所の事業として講座をやる。

時間がかかる事業だから、早くに始めることが必要。

ご清聴ありがとうございました。