

問いの進展としての理科の授業①

——川嶋環の『溶解』を読み直す

宮崎清孝

一、はじめに——小説的対話主義の授業観

教授学千葉茨城の会で、小説的授業論と呼ぶ対話主義(dialogism)的な授業観を開発していることについては、『事実と創造』でも既に何回か報告している。この小論では、この「小説的対話主義授業観」を理科の、それも斎藤教授学の古典的な成果である、島小での川嶋環の『溶解』の授業と出会わせることで、この授業観をより一層発展させるための手がかりを得たい。

なぜそれをおこなうのか説明する前に、小説的対話主義授業観についてごく簡単に述べておこう。

この授業観では、授業を子どもと教師が教材についてさまざまな問いを生み出し、ぶつけあっていく場として見ようとする。よい授業では、新しい問いがぶつけ合いの中からどんどん生まれていく。「問い」という言葉がキーワードだ。これは「発問」とは違う。発問は教師の側のものだが、問いは子どもも持っている。また教師の

側にしても発問という形で表に出ることなく持っている問いもある。ここで「問い」といい「新たな問いが出てくる」といって、「理解」とか「理解が進展した」といういい方をしないのは、教師と学習者達による「探求」が授業にとつて重要だと考えるからだ。「問う」とは「探求」していくことを意味している。「理解が進展した」というと、探求はそこで終わってしまう。だが人は理解しようとする問いを発する中で、常に新しい問いにぶつかる。あることを理解したと感じたとき、そこには常に新しい問いが生まれる。理解したとは、新しい問いを発見したということなのだ。

この授業観からすると、よい授業のための教師の仕事として大事なものは、教材についての新しい問いを子どもたちの発言や行動の中から発見し、それを引き出し、子どもと共に追求していくということだ。教師が、子どもの「問い」を聴く、ということだ。その問いは、教師が持っていた問い、提出した発問とは異なるものである可能性がある。教師が子どもの中に新しく発見する問いを、

私は「教師にとつての未知の問い」(unknown question)と呼んでいる。

「教師にとつての未知の問い」は、しばしば子どもの、教師の発問に対する意外な、予想していなかった、もつと極端にいうと間違つた、あるいは「おかしい」答えの中で発見される。予想していなかった答えは、子どもが教師の問いとは違う問いを持っていて、そこから考えた結果だということがあるからだ。前にいったように、問うとは「探求する」ことである。子どもと教師が違う問いを持つとは、同じ事柄を、違う方向から探求しているということだ。同じ事柄について未知のことを探求しようとしているのだが、それぞれ前提としていることが違うのだ。しかし授業の中では同じ事柄を探求しているので、前提としていることが違い、探求の方向が違うというところに子どもはもとより教師も自覚しにくい。

教師が、子どもと自分の前提とすることの違い、探求の方向性の違いに気づくことが、子どもの問いを聴く、ということだ。教師がその問いに気づき、子どもたちに返していくことにより、子どもの側からすれば、押しつけられた問いではなく、自分のそれまでの理解、自分の問いに基づいた探求として、自分の考えを発展させることができる。教師の側からすれば、教師自身の教材につ

たとえば最近でも、斎藤の「わからない未知」と、宮崎の「教師にとつての未知の問い」の類似性と違いについて本誌上で検討している(宮崎 二〇一六a、b)。また個別の実践については塚本(二〇一三)が、斎藤の「あとかくしの雪」の授業での発問の検討をおこなっている。小論もその流れの中にある。

というわけで、ここでは島小学校で昭和三十七年(一九六二年)におこなわれた「溶解」の授業を見ていく。

資料として、最近一莖書房から出版された、『創造する授業Ⅰ——島小での実践』(川嶋・岡崎 二〇一五)(二四八ページから二八一ページまで)を用いる。なお同書には、「溶解」実践を巡るいろいろな事情が書かれた文章も収められており、実践の読みとりにあたり役に立つ八十ページから九十六ページまで(『島小での叱られればなし』より)、一五四ページから一五八ページまで(『島小の女教師』初出)である。以後、引用の際にページ数のみを示している場合には、本書からの引用である。なお、本書二九八ページ以降に、編者の岡崎による解題があり、理科教育史上でのこの授業の意義について知ることができる。また、この授業などについて、二〇一六年七月一二日に川嶋環本人へのインタビューをおこなった。

いての理解を変え、新しいものへと進展させていくことにつながる。そしてそこからまた、新しい発問が生まれて学習者に投げかけられ、それが刺激となって学習者がまた新しく考え、その中でまた自分なりの新しい問いを発見していく。学びが進展するというのはそういうことだ。

このような私たちの考えを、川嶋環の『溶解』、およびそれに代表される彼女や、島小での授業観と出会わせようとするのは、私たちの考えの源泉が斎藤喜博の授業観にあることを確認したいからだ。

私たちは自分たちの考えを、斎藤喜博の著作や斎藤教授の先達たちのさまざまな実践に学びつつ、千葉茨城の会での実践の積み重ねと、その理論的な振り返りから作り出してきた。当然のことながら私たちは、私たちの考えが斎藤たちの考えを発展させてきたものだと考えている。ただし、私たちの考えは、たとえば斎藤喜博全集の中のどこかに明確な形で書かれている考えをそのまま取り出し定式化した、というものではない。あくまでも私たち自身の実践とその振り返りに基づく。だから私たちは、いろいろな機会に、私たちの考えを斎藤の、またその指導した実践と関わらせ、検討を深めていきたい。

二、溶解の授業——目的と最初の教材解釈

さて、溶解の授業である。これは島小学校で、昭和三十一年度(一九六二年)、三年生でおこなわれた。

溶解を選んだ理由は、

- ・溶解を使って分子を子どもに教えた
- ・溶解はすべての化学操作のものになる、

ということだった。

またこの時点での溶解についての教材解釈は、「溶解」というものは、溶媒(水)の分子と分子とが自由に運動している間に、溶質(みょうばん、硫酸銅)の分子がこまかくわかれてまざりこむこと」とされていた。だから完全に透明になる。ただし目に見えなくても「小さな分子にわかれて、溶媒(水)の分子と分子の間にはたしかにはいっている」ので、「再結晶として得られる」。(以上引用はいずれも一五一ページ、一五二ページ)

ここでちょっと川嶋から離れて「溶解」ということについて考えておこう。ありふれた現象だが、これはなかなか理解するのが難しい概念であるように思われる。化合の方が、私にはまだ理解しやすい。というのは化合で

は異なる物質が化学反応して別の物質ができる。物質間に新しい結合が生じる。それに対して溶解では別の物質ができるわけではない。しかし溶質と溶媒は無関係ではなく、ある種の結合が生じ、その結果新しい性質が生まれたりする。

たとえば硫酸銅(CuSO_4)の場合、媒質(水)の中に入った硫酸銅は、硫酸銅五水和物といわれる。ここで一つの銅イオン(Cu^{2+})に対して四つの水分子(H_2O)が結合しており、また硫酸イオンの(O^{2-})には二つの銅イオンが結合している。さらにこの集まり一つに対し、一個の H_2O が存在しているという(坂根二〇一六)。

また水が存在していない硫酸銅は白い。水と関わると青くなる。これは、水分子と結合することで銅の電子の状態が変わり、青の補色を吸収するようになるので、青く見えるようになる(キリヤ化学 二〇一六)。

これらの情報はネットをちょっとあさっただけのものだが、それにしても溶解が手強い現象であることは見て取れる。特に溶媒水と溶質の結合というもののがどのようなものなのか、その理解がいかに難しい。そして実際、この部分は川嶋の授業の授業でも焦点となっていく。

さて、以下溶解の授業を見ていくにあたり、授業を私なりに二つの部分に分ける。前半は授業記録でいうと二

をとっちゃったら、残りの青い水はなんだべな？

という疑問がでて、教師はこの問題を考えさせたいと思った。これを考えさせれば、

- ・硫酸銅の水溶液の中に硫酸銅が入っている、
- ・透明だが、硫酸銅がなくなったのではない。水の分子の間に、硫酸銅の分子が入り込んで、一つの状態になっている、

- ・この状態を、完全に溶解した、という、

ということがわかるだろうと考えた。

【コメント】

このときの教師の中に、私たちがいうところの問いとして、どんなものがあるのか、考えてみよう。

前に、問いとは、「方向性を持った探求」だといった。では、ここでの「方向性」は何だろう。このとき川嶋は、おそらく「色は当然硫酸銅(であれ何であれ溶けているもの)の固有の性質だ」という前提を持っていた。これを前提として、では「溶けているもの(それがとけていることは青い色からわかる)は何で、それはどのような水の中にあるのか？」という問いを川嶋は持ち、子どもたちに投げかけていた。この、「色は硫酸銅の性質だ」

五九ページまで。硫酸銅結晶が水に溶けて青い溶液ができた。多くの子どもたちは、その青さを硫酸銅自体の色ではなく、それとは別のもの、硫酸銅結晶の表面の青さだと誤解した。その誤解が克服されるまでのところだ。後半は、硫酸銅が青いものそのものなのだ、ということを理解した子どもたちに、では硫酸銅は水の中に本当に入っているのか、見えないのに、どう入っているのかを、「溶解」と「混合」の現象を対比させて考えさせる。結果的に硫酸銅と青チヨークでは違うことを理解した子どもたちが、教師と共に硫酸銅は水の中でのようにあるのかという問題に苦闘していく。以下一つずつ見ていくが、前半と後半それぞれをさらに展開の区切りで区分し、その一つ一つについてまず授業の流れを紹介し、次にコメントという形で、私の考えを述べていく。

三、溶解の授業——前半

三——硫酸銅溶液の青さについての教師の考え
始めに、硫酸銅の結晶を水に溶かした。明るい水色になった。栄という子どもから

栄：青い水からぜんぶ硫酸銅(溶けきれていない残り)「

という前提から、溶液のあり方を問うところに、川嶋の問いの方向性がある。

三——子どもたちの理解と、教師の理解のすれ違い
栄の疑問に対する子どもの答えには、栄本人の「硫酸銅と、あと水」という正解もあったが、むしろ多かったのはあきらかに代表される考えだった。

あきら：それは、硫酸銅の色のついた水だよ。

あきらだけではなかった。

文夫：だから、青い水にかすを入ると、そまってカスが青く見えるんだよ。

川嶋はそれに反撃を加える。

川嶋：青い水にカスを入れると、青くなるだろうか。みんながカスといっているものは、もともと青い色をしているのではないだろうか？

だがそれは効かない。

子ども…それは、カスに水の青いのがくつついているからだよ。よくとれば、白くなるよ。

子ども…青い水の中に入っているれば、白いかすだつて青いようにみえるよ。

川嶋はさらに反撃する。

川嶋…カスだつて硫酸銅だよ。りっぱに青い色をしているはずだ。だから、取り出して、いくらふいたつて白くならないし、ふいて青い水をとつても、とつても、必ず青いはずだよ。

だがこれも、効かなかった。

【コメント】

あきらたち多くの子どもの発言の背後にある問いは、教師のそれとは違った。その問いは「色は硫酸銅とは独立に存在し得る」という前提から、「色」の出所を探ろうとする方向性を持った、「青い色はどこからきたか?」「青い色はカスの表面からきたのでは?」という問いだった。そこでの答え、「青い色はカスの表面からきた」という考えはむしろ誤りである。ただこの種の誤りの多くが

によると、実はこの発問は齋藤喜博のものだという。

齋藤…「新しい水にのこり(カス)を入れるとどうなるか」ということを、子どもは問題にしているのでしょう。

どちらにしても、この発問で子どもたちの表情は「そうなのだ」と変わった。さらに子どもたちは、そうやって明確化された問いを自分たちで展開していった。

百合子…カスをまたあたたため、また水に入れ、またそのカスをあたたため、だんだんやっていくと、しまいに白くなってしまふかもしれないよ。

それに対し別の子どもから、それでは「うんと日にちがかかってやりきれねえがな」と声がかかると、百合子はさらに「一日ずつやるんじゃないで、一日でみんなやつちゃうんだよ」と自分の提案を発展させた。

この提案は実行され、ビーカーを三個ずつ使つて硫酸銅を溶かしていく実験がおこなわれた。ところがその実験の結果はどうもはつきりせず、実験結果についての子どもたちの報告は分かれた。

そうであるように、これもまた色紙を水につけると色が水に出、紙は白くなる、という日常経験での事実に基づいたものだ。

川嶋は、子どもたちのこの問いの自分の問いとの違いを気づいてはいたようだ。だが、この時点では本当の意味で子どもたちの問いを理解していなかったように思える。だから川嶋のこの時点での反撃は、自分の、子どものそれとは違う前提を、子どもたちにつけるだけになっていた。「みんながカスといっているものは、もともと青い色をしている」といったように。だから自ずと、その反撃は子どもの中に入らず、跳ね返されるだけであつた。

三—三、齋藤による子どもの問いの発見とその発展

授業記録によると(二五三ページ)、この後川嶋から新しい発問がなされた。

川嶋…新しい水に残り(カス)を入れると、どうなるか、ということを考えればいいんじゃないだろうか。もしカスが白ければ、白くなるし、青ければ、みずがあおくなるだろうし……。」

ところで、『創造する授業Ⅰ』の別の箇所(九一ページ)

子ども…これ前の硫酸銅より白つべえだんべ。

子ども…俺は、もつと青くなったように見えるけど。

教師も、確信が持てなくなった。と、子どもの方からまた新たな提案がおこなわれた。

きよみ…せんせい! これを割ってみようよ。そうすれば、中が白いかもしれないよ。カスなら、中がきつと白いよ。

子どもたちはさつそく中を割り、白くないことを確認した。そこから、さらに思考が次のように展開した。

子ども…カスじゃあねえかなア。

子ども…じゃあ、これをとかすと、水がまた青くなるはずだね。

子ども…いくら小さくしても、色がついているんだな。

子ども…硫酸銅には、カスはねえみてえな。

子ども…硫酸銅は、青いもんでつくつたんだよ。

子ども…青いもののものなんだよ。

そして、また新しい提案が生まれた。

百合子…そんなら、青い水から、硫酸銅が取れるかね。

そのやり方については教師の提案で、ピーカーをそのままにしておいて再結晶させることとなり、数日後、硫酸銅の結晶が出てきて、子どもたちの予想は確認された。

【コメント】

この授業の白眉というべき、前半の転換点である。子どもたちが、自分たちの問いを追求することで、その問いの前提となっていた誤りを自分たちで克服した。そこには、斎藤による、子どもとの問いの発見があり、それが子どもたちの探求を進める大きな手助けとなっていた。

子どもとのここでの問いが、今想定しているように、「色は硫酸銅とは独立に存在し得る」という前提から、色の出所を探ろうとする方向性を持った「青い色はカスの表面からきたのでは？」というものとすると、斎藤のいう子どもとの問題、「新しい水にのこり（カス）を入れるとうくなるか？」という問題は、まさにその問いの発展である。「表面からきているなら、新しい水にいった場合、表面からは出尽くしてしまつて、もう青くならないうだろう」という予想を含んだ問題だからだ。

川嶋にしても、子どもが自分とは違う問いを持つていることには気づいていた。だが斎藤は、さらに一歩を進めて、その子どもとの問いをもっと深いレベルで発見し、理解し、それを展開させた形で明確にすることができた、というべきなのだ。その意味で、これは子どもの中にあつて、しかし教師の側ではあまりはつきりとしていなかった問いの斎藤による発見、私のいう「教師にとっての未知の問い」unknown questionの発見である。

ここから子どもたちは、ぐいぐいと子どもたち自身で、問いを展開していった。教師により、自分たちの持つていた問い、その探求の方向性が明確になったからだ。人から押しつけられた問題ではなく、自分たちの持つていた問いだからだ。

子どもたちはまず、教師によつて具体化された自分たちの問いを、さらに具体的な実験のやり方へと発展させた。その結果が曖昧だったときにも、すぐにそれを解決するやり方のアイディアが出た。自分たちの考えの展開をとおして、子どもたちは自分たちの問いの前提となつていた「色は硫酸銅と独立に存在しうる」という前提を、否定することができた。誤つた前提に立っていたにせよ、自分たちの問いを発展させ、それを事実につづけることで、自分たちの問いを克服することができたのだ。