

問い合わせ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合わせを生み出し、ぶつけあっていく場として見ようとする。よい授業では、新しい問い合わせがぶつけ合いの中からどんどん生れていく。「問い合わせ」という言葉がキーワードだ。これは「発問」とは違う。発問は教師のものだが、問い合わせは子どもも持っている。また教師の側のものだが、問い合わせは子どもも持っている。また教師の側のものだが、問い合わせは子どもも持っている。

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合わせもある。ここで「問い合わせ」とい「新たな問い合わせが出てくる」といつて、「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」が授業にとっ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問い合わせを発する中で、常に新しい問い合わせにぶつかる。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合わせが生まれる。理解したとは、新しい問い合わせを発見したことなのだ。

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のは、教材についての新しい問い合わせ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ことだ。教師が、子どもたちの「問い合わせ」を聞く、ということだ。その問い合わせは、教師が持っていた問い合わせと、提出した問い合わせ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合わせを、

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

「教師にとっての未知の問い」は、しばしば子どもの、教師の発問に対する意外な、予想していなかつた、もつと極端にいうと間違つた、あるいは「おかしな」答えの中で発見される。予想していなかつた答えは、子どもが教師の問い合わせを持つていて、そこから考えた結果だということがあるからだ。前にいつたように、問うとは「探求する」ことである。子どもと教師が違う問い合わせを持つとは、同じ事柄を、違う方向から探求しているのだ。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ことだ。同じ事柄について未知のことを探求しようと/orしてはいるのだが、それそ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ふこと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、子どもの問いを聞く、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、自分の問い合わせ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「教師にとっての未知の問い」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。八十九ページから九十六ページまで(『島小での叱られなし』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つた。

ということだった。

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

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、昭和三十七年度(一九六二年)、三年生でおこなわれた。

溶解を選んだ理由は、

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しまざりこむこと」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とも「小さな分子にわかれ、溶媒(水)の分子と分子の間にはたしかにはいつている」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)

ここでちょっとと川嶋から離れて「溶解」ということに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

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た考え方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。

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、それが刺激となつ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。

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)の中に入つた硫酸銅は、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(SO_4^{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(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つただけのものだが、それに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がどのようなものなのか、そこでの理解がいかにも難しい。そして実際、この部分は川嶋の溶解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

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ど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

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

栄・青い水からせんぶ硫酸銅(溶けきれていない残り)

をとつちやつたら、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つた。これを考えさせれば、

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

【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合わせ、どんなんものがあるのか、考えてみよう。

前に、問い合わせ、「方向性を持った探求」だといった。では、ここで「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

に水の中にあるのか?」という問い合わせを川嶋は持ち、子どもたちに投げかけていた。この、「色は硫酸銅の性質だ」

文夫・だから、青い水にかすを入れると、そまつ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。みんながカスといつているものは、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…青い水の中に入つていれば、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。りつ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、効かなかつた。

【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、教師のそれとは違つた。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つた、「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?」という問い合わせだつた。そこでの答え、「青い色はカスの表面からきた」という考えはむろん誤りである。ただこの種の誤りの多くが

によると、実はこの発問は斎藤喜博のものだという。

斎藤…「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よう。

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」と変わつた。さらに子どもたちは、そうやつて明確化された問いを自分たちで展開していつた。

百合子…カスをまたあたため、また水に入れ、またそのカスをあたため、だんだんやつていくと、しまいには白くなつ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るつてやりきれねえがな」と声がかかると、百合子はさらに「一日ずつやるんじやなくて、一日でみんなやつちやうんだよ」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つたように思える。だから川嶋のこの時点での反撃は、自分の、子どもとのそれは違つた前提を、子どもたちにぶつけるだけになつてゐた。「みんながカスといつてゐるものは、もともと青い色をしている」といつたように。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。

三一三、斎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やないだろか。もしカスが白ければ、白くなるし、青ければ、みずが青くなるだろうし……」

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、もつと青くなつたよう見えるけど。

教師も、確信が持てなくなつた。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！これを割つてみようよ。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…カスじゃあねえんかなア。
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、色がついてゐるんだな。
子ども…硫酸銅には、カスはねえみてえな。
子ども…硫酸銅は、青いもんつくつたんだよ。
子ども…青いものそのものなんだよ。

そして、また新たな提案が生まれた。

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、ビ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もいうべき、前半の転換点である。子どもたちが、自分たちの問い合わせを追求することで、その問い合わせ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、子どもの問い合わせの発見があり、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。

子どものここで問い合わせ、「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?」というものだとすると、斎藤のい

川嶋にしても、子どもが自分とは違う問い合わせを持つていることには気づいていた。だが斎藤は、さらに一步を進めて、その子どもの問い合わせをもつ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つた問い合わせの斎藤による発見、私のいう「教師にとつての未知の問い合わせ」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、問い合わせを展開していく。教師により、自分たちの持つていた問い合わせ、その探求の方向性が明確になつたからだ。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合わせだからだ。

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合わせを、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アが出た。自分たちの考え方の展開をとおして、子どもたちは自分たちの問い合わせの前提となつていて「色は硫酸銅と独立に存在し得る」という前提を、否定することができた。誤った前提に立つていてにせよ、自分たちの問い合わせを発展させ、それを事実にぶつけることで、自分たちの問い合わせを克服することができたのだ。