

算数・数学教育のこれから

北海道教育大学助教授 宮下英明先生

こんにちは、ただいまご紹介の中にありましたように、金沢に十年間お世話になりました。こういう形で呼んでいただき、ありがたく思います。

本題に入らせていただきますけれど、「算数・数学教育のこれから」という大それたテーマを出しました。テーマを先につくった、内容より先につくったということがあるんですけど、これから話すことは、言えば皆さん「そうだろう」と思うような、常識的な見解です。それを確認するという、そういうお話をしたいと思います。ただ、言えばちょっと行儀悪いかなということで口に出さないことを、率直に言うかも知れない。それは、わたしのサービス精神です。

三つのパートでお話したいと思います。

最初に、算数・数学教育の行き詰まりというところからスタートします。「行き詰まり」といってもこれはデリケートな問題で、「行き詰まり」と言えば行き詰まりなのですが、一方で、「今日の算数・数学教育はうまくいっている」という見方もあるわけです。ただ、「算数・数学教育のこれから」という結論に向かうためには、行き詰まっていた方が話がしやすいわけで、そうさせていただきます。

パート2では、その行き詰まりを打開する、それがもし可能であるとしたならばその根本的な打開策、本質的な打開策は何か、もしできるとすればそれはどんなんだろうか、考えてみたい。

そして最後のパート3では、根本的な打開がもしかしたらできるかもしれない、そういうことに勝算があるような状況があるんじゃないか、もしかしたらというよりもそういう状況が現に来てるんじゃないか、というような予感について話してみます。

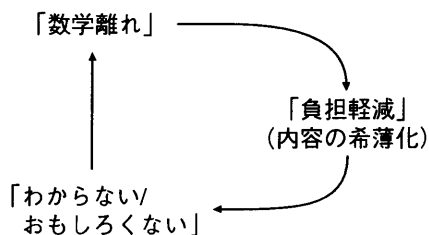
繰り返させていただきますと、行き詰まりということから出発しまして、その本質的な打開の道はあるのか、そのような打開を許すような状況を見込めるのか、という話をしたいと思います。

まず、「行き詰まり」というときに、安直ですけど、「数学離れ」という状況にとびつきたいと思います。

数学離れ・数学嫌いは、今に始まったわけじゃなく、ずっと昔からある。ただ、今日現象として「数学離れ・理数離れ」が問題になってきている。どういう現象かということ、「数学おもしろくない」が実にあっけらかんとしている。あっけらかんとしているというのはどういうことかということ、今まではある程度、数学学習にしばりをいれるような個人的な幻想があったんですね。今日そういう幻想が無くなってきた。フリーな所で数学を見る立場ができてきたということでもあるわけです。

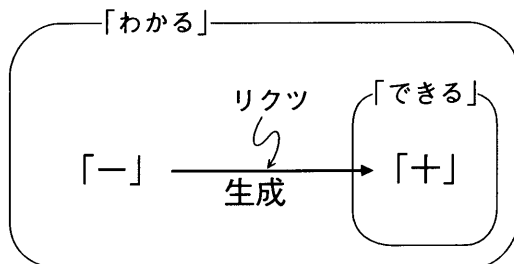
この数学離れに対する行政の方からの対応は、対症療法的なものでして、「負担軽減」という形でさしあたり進めてきている。ところが、この「負担軽減」というのは、「わかる」と直結しない。数学というのは系統的な学問ですから、足し算・引き算的に「負担軽減」はできない。負担軽減措置というのは減算ではあり得ず、全体の「希薄化」になってしまう。「内容の希薄化」というと、

「わからない」「おもしろくない」という方向に進む。そうすると、「わからない」「おもしろくない」からまた数学離れする。で、数学離れがさらに深まる。そしてこれにまた対症療法を打とうとする。悪循環を招くことが予想されます。



「行き詰まり」としてもう一点、算数数学科のカリキュラム自体に、指導法自体に、行き詰まりが見えていないかということを書きたいと思います。

数学学習は「わかる」という形で進まない、すぐに挫折します。ここで「わかる」と言うのは、「できる」に対する「わかる」です。「一を聞いて十を知る」と言いますね。その「一」と理屈を知り、「一」に理屈を使って「十」を生成していく。これが数学の勉強の仕方です。



ところがこれは結構たいへんです。 「一」から「十」を生成する形の勉強、「わかる」という形の勉強はとてもたいへんなので、われわれはどうしても結果の方へ飛びつきたくなる。つまり、結果だけを取りたくなる。しかし、これをやると実は困ってくるんですね。

「わかる」と「できる」を比較する意味で、つぎの問題を考えてみます。

「毎秒 $3/2$ m では、何秒たつと $4/5$ m か」

この問題で式「 $4/5 \div 3/2$ 」を立てますね。子どもに立てさせますね。これの指導はどうなるか考えてみます。

「できる」路線でいきますと、「距離÷速度＝時間」の公式を覚えさせてこれを使わせる。ただしこの公式も方便でして、本当は

「時間の単位 a ，距離の単位 b に対し， b/a を速さの単位にとるとき，

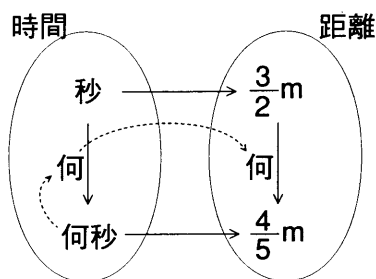
$$(b \text{ に対する距離の値}) \div (a \text{ に対する時間の値}) \\ = (b/a \text{ に対する速さの値})$$

です。そして「 b/a 」とは，時間と距離の間の比例関係で a に b が対応するものの表記です。

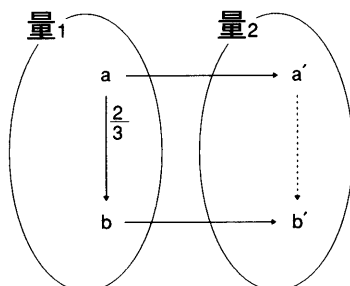
「わかる」という方向でやるとどうなるか。

まず，時間と距離の間の比例関係，この比例関係が何かをわかってないといけない。「比例関係というのは一つの対応が決まればそれからすべての対応が決定される関係だ」ということがわかってないといけない。一方が2倍，3倍，……になれば他方も2倍，3倍，……になるという関係だから，一つの対応ですべてが決定される。そこでさっきの「 b/a 」のような表現が可能になる。この問題の場合では，「毎秒 $3/2$ m」が比例関係の表現になる。

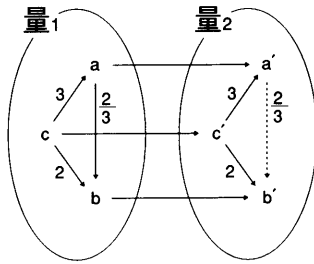
これがわかっていることにより，問題の「何」をつぎのように移行させることができます。



ただ，まだ一つ飛躍している。何が飛躍しているかということ，教科書での比例関係の定義は「一方の2倍，3倍，……に対して他方も2倍，3倍，……」で，「一方の分数倍に対し他方も同じ分数倍」とは言っていないわけですね。「わかる」路線では，これも本当は押さえておかなければいけない。わたしたちの教材研究ということで改めて押さえておきましょう。

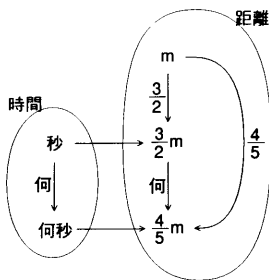


この例で a から b が $2/3$ 倍だということは，ある量 c があって c から a を見ると3倍， b を見ると2倍だということです。この c に比例関係で対応している量を c' とすると，比例関係の定義から c' と a' ， b' の間は3倍と2倍の関係。よって， a' と b' の間は $2/3$ 倍。

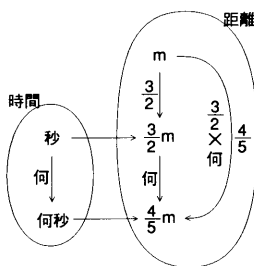


このことがわかっていて、最初の比例関係の問題は、距離の倍関係の問題へとおちました。つぎのステップは、「 $3/2 m$ 」「 $4/5 m$ 」の言い回しの分析です。

「 $3/2 m$ 」は、「 m の $3/2$ 倍」という言い回しの縮小形です。同様に、「 $4/5 m$ 」は「 m の $4/5$ 倍」という言い回しの縮小形です。



この絵をかいたことでどう進むようになるかという、 $4/5$ 倍は $3/2$ 倍と「何」倍を合成したもと同じだということです。この合成は、「 $3/2 \times$ 何」倍となります。なぜか。距離を量と見ていることのしぼりです。もしここで「 $3/2 \times$ 何」としないということは、距離を量と見ていないということです。



ここで問題がさらに一歩進みます。「 $3/2$ と何をかけると $4/5$ 」という問題に進みます。つまり最初は比例関係の問題だったものが、つぎに距離の倍の問題にかわり、さらにそれが数の積の問題に変わる。

結局、求めようとしている「何」は、「 $3/2$ とかけて $4/5$ になる分数」です。そしてこれの縮約した表現が「 $4/5 \div 3/2$ 」というわけです。以上の経過をまとめると、このようになります。

「毎秒 $\frac{3}{2}$ m では何秒で $\frac{4}{5}$ m」

↓還元

「 $\frac{3}{2}$ m の何倍が $\frac{4}{5}$ m」

↓還元

「 $\frac{3}{2}$ と何をかけると $\frac{4}{5}$ 」

「何」は、

「 $\frac{3}{2}$ とかけて $\frac{4}{5}$ になる分数」

↓簡略表現

「 $\frac{4}{5} \div \frac{3}{2}$ 」

これが「わかる」路線の流れです。

いま「できる」に対する「わかる」をごらんになって、これを指導できると考える先生はおそらくいないでしょうね。「これはひどいな」という感想でしょうね。つまり、現行のやり方は「わかる」をはしょって結果をとっているが、これには理がある。

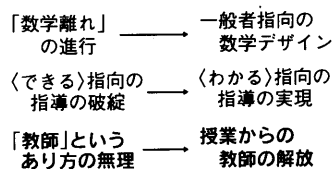
しかし、これで済めばいいですけど済まなくなります。「わかる」を実際にやることは難しい、しかし「わかる」なしでは済まなくなる。つらいところです。

ところで、現行でも「わかる」をやっているように見えます。実際、結果だけを知らせるというのではなく、説明があります。しかし、その説明は、「わかる」路線の説明じゃなくて、方便なんですね。例えば、「 $2/3 \times 3/4 = (2 \times 3)/(3 \times 4)$ 」の説明。苦しい方便を使っています。

方便を重ねていくと、やがてその方便が重くなってきます。方便に方便を重ねていくと、説明が苦しくなってくる。しかしいまさら戻れない。

もう一つ、大きな弊害があります。「できる」路線は算数・数学というものを学習者に誤解させることになる。「一」から「十」までの途中をはしょって結果だけを見せるということは、算数・数学を暗記科目としてやっちゃうことです。「一」という初歩的な単純なアイデア、根本的なアイデア、生活的なアイデアがわからないで、ルーツなしで、「幹」がなく「枝葉」だけがあるというようになる。「できる」路線で仕方がない現状だとはいえ、考えなきゃいけない。

つぎにパート2ですけれども、その根本的な解決・打開の方向は、実際にできるかできないかはおいといて、論理的にはどうなるのか。一応こう考えています。



一般者指向の数学のデザインということですがけれども、プロダクト・アウト、マーケット・インということがある。この対比で生産者の意識は変わってきている。一昔前は、「良い物を作れば消費

者はそれを買ってくれる」,「良い物を作ったのに消費者がついてこないのは消費者のできが悪いからだ」という考えでした。いまどういうふうに変わってきているかというところ、「消費者がついてこないのは良い物じゃないからだ」,「消費者がついてこなくてなにが良い物か」というように進んできている。

数学離れという事態を謙虚に受けとめた時に、これは一つの方向を示しています。つまり、「数学は素晴らしい、さあ教えよう」ではなく、先ず「本当に学習者が学習できるようにデザインできているか」というように考えなければならない。これが達成されて、はじめて「算数・数学を教えよう」となる。マーケット・インの発想です。

大学の授業は、プロダクト・アウト。わからないのは学生の問題といった感じの授業が伝統的に多かった。しかし肝心なことは、学習できるように数学がデザインされているのかどうかなんですね。みんなの課題です。

もう一つ、「わかる」指向の指導の実現ということ。「わかる」が無理でも、「わからない・おもしろくない」を根本的に解決しようとするれば、「わかる」を目指すしかない。

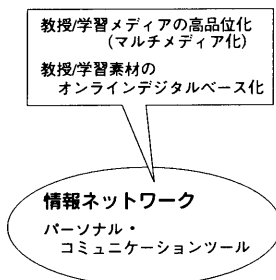
数学離れ解消の方向と「わかる」指向の方向は同じです。つまり、数学のデザインなんですね。算数・数学を十分相手が受け取ってくれるよう、機能が伝わるよう、デザインすること。

数学は「もの」ではなく「こと」です。それを今まで文字で表していた。文字テキストに表現されたアイデアをその文字テキストから再現するのは、容易なことではない。実際、イメージを既に持っている者のみが、文字からイメージを再現できる。持っていない者は読めない。文字からそこで行っていることを再現することは飛躍なんですね。

で、課題は情報デザイン。この方向が果たしてできる状況か。できる状況にだんだん行きつつあるのではないかということ、話していきたいと思います。パート3です。

いま、既成の崩壊ということがヒタヒタと浸透してきている。「情報革命」,「メディア革命」,「デジタル革命」,「流通革命」と、マス・メディアでやたら「革命」とセットで熟語が出てきている。つまりそのことは何を全体で表現しようとしているのか。「いま起きていることは産業革命である」,時代の認識はこうですね。革命の革命たるゆえんは、あたりまえと思っていること、意識にも上らないことが無くなるということ。革命の意義ですね。

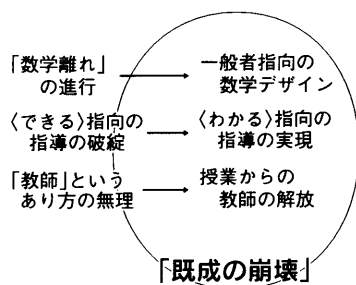
さて、この当たり前で、意識にも上らなくて、しかし無くなってしまうものの中に、もしかして学校というシステムとか教師という存在が入ることがあり得るんじゃないか。実際、情報革命を教育に引き寄せたとき、こんなシナリオが考えられてきます。



算数数学教育の行き詰まり打開の課題は情報デザインだといいましたが、さて、だれがこれを遂行するか。いま本当に力を持っているのは民間の企業でしょう。そこでもしかしたら、産学協同の大規模な仕事になるかもしれない。いま最もノウハウを持っていて、有力視されているのが、映画会社です。教師という存在が、学校が、バイパスされてしまうかもしれない。

バイパスができて不思議はないですね。バイパスができることを「流通革命」と言っている。流通革命のもたらすものは、価格破壊であり、賃金破壊です。バイパスは、低コスト、高品質、消費者の満足をねらうことでつくられる。いちばんの既成は学校ですから、この流通革命の価格破壊・賃金破壊が比喩になるような形のものをここに読めても、不思議はないです。

そこでパート2で問題にした根本的打開ですが、これを可能にする状況は現実的なものかも知れない。それは、時代の方からいま着々と用意されているのかも知れない。つまり、「流通革命」という形の「既成の崩壊」です。



そろそろ結論に向かいたいと思います。情報の高品質化は、それで誰がわりを食おうと、学習者にとっては望ましいことです。いままで伝えたいものが伝えられなかったのは僕たちが持っている情報メディアが貧しかったからだと思えば、そのメディアをすごくリッチにパワフルにすれば相手に伝わるかも知れない。リッチなメディアを手に入れて学習メディアに使うという形で、算数数学教育の行き詰まり打開の課題に勝算が見えてきます。全体的な傾向としては、すごく歓迎すべきことです。

いま「産業革命」であろうと言われているこの時代に、わたしたちはどういうふう、どういうスタンスで臨んでいったらいいだろうか。デリケートな問題です。それぞれの問題にしたいと思います。ここでこうした方がいいんじゃないかというのは、大きなお世話でしょう。実際、色々なスタンスがあり得ます。対立するとか、加担するとか、保守に回るとか。

ただ、おもしろさということでは、可能性のあるものには飛びつき、時流によって進むというのが絶対おもしろい。この方向は学校破壊だ、教師破壊だとか言うんじゃないで、こういう過程を経て学校や教師の新しい意義が現れてくる過程だと見ていったらどうだろうか。おそらくこの流れは進むでしょうし、学校や教師は無関係ではあり得ず、いろいろな形でわたしたちの課題になってきます。

飛躍した話になってしまいましたが、もとはといえば「算数・数学教育のこれから」という大それたテーマをつけてしまった私の責任です。しかし、つけてしまった以上真剣に考えてみると、い

まの私の能力の中で引き出せる展望というのはこういうことになります。みなさんどう思われるか、問題を共有してみたいなというつもりで、話しました。今日ではありふれた見解を繰り返すだけの講演でしたけれど、最後まで付き合っ下さってありがとうございました。

記録者 東 京子（石・大倉小）