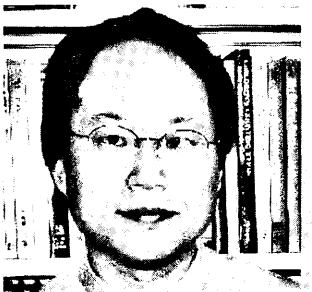
リレー連載　教育のゆくえ

算数における「あれかこれか」を越えて

布川　和彦■
上越教育大学学習臨床講座助教授



1 「あれかこれか」

集中講義にいらした先生が講義の中で紹介下さった、ワシントン大学の創造性の研究者が昨年出版したという本を少しずつ読んでいたところ、次のような文面に出会った。「デューイの『経験』概念は、行為主体と環境との相互作用についての理論であった」。探究を重視するデューイが経験を大切にしているであろうことは、なんとなくわかっていたものの、不勉強の私は、デューイが「行為主体と環境との相互作用」といった表現をしていることを恥ずかしながら意識していなかった。こうした見方は自分も採ってきたつもりであったので、デューイの経験概念についてさらに知る必要を感じ、「経験と教育」を改めて読んでみることにした。

読んでみると、今から七十年近く前に書かれたこの短い論考の中に、相互作用としての経験という考え方のほかにも、今日でも考えねばならない課題がいくつか提示されているように思われた。その一つが「あれかこれか」という考えに陥ったり、何らかの主義の見地から考えたりするのではなく、「教育」それ自体の側面から考えよ、という課題である。もちろんデューイがこの書で念頭においているのは、体系的な知識の伝達を中心に据える伝統的な教育と、新教育あるいは進歩主義教育とであった。しかし、今日の教育問題に対する考察を見ると（例えば、西原、2006；岡本、2006）、我々もある主義からの見方に陥りがちであることは否めない。

算数の授業において「あれかこれか」の議論になりがちなことの一つとして、知識重視か考え方重視かという問題がある。この問題についても「あれかこれか」という考え方は避けるべきであろう。日本の学力論争だけでなく、後に見

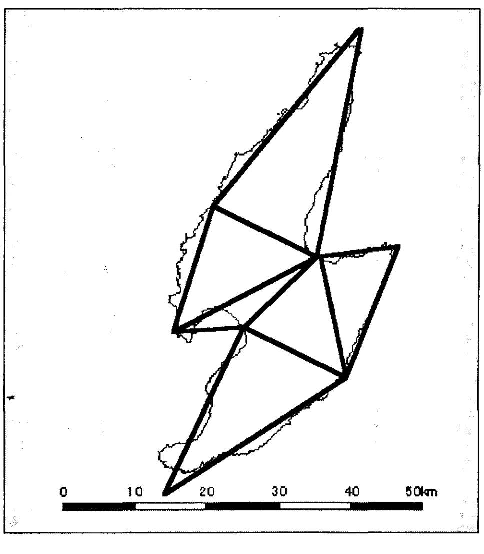
るBaroody (2003)などの論文などを見ても、ここでの「あれかこれか」に陥らない方向性は今日的にも考える余地があると思われる。そこで、以下ではいくつかの論文も参考にしながら、自分の考えで述べてみたい。なお、以下の考えはあくまで筆者の私見であり、必ずしもデューイの考え自体ではないことをあらかじめご了解いただきたい。

❷ 考えることと知識・技能の関わり

算数の問題解決、あるいは算数を生活や他教科の学習に生かすことは、そこで直面している場面と自分が持っている算数の知識との接点を探ることだと考えられる（Nunokawa, 2005）。このように考えただけで、「あれかこれか」の考えが成り立たないことは自明である。問題場面と算数の知識はすぐに結びつかないことも多いので、場面を探究して手掛かりを探っていくこと、つまり考え方が大切であることは確かである。しかし他方において、算数の知識を多く持っていれば、より多くの場面と自分の知識が結びつく、あるいは少ない手掛かりで場面と知識が結びつく可能性が高くなることも確かであろう。

例えば、よく引用されるPISA2003のグラフの読みとり問題（p.48）を考えてみよう。この問題が思考力や判断力を要求するものであることは確かであろう。しかし他方において、グラフを正しく読むという基本的な知識が必要とされることも事実である。さらに、割合という算数的な知識がこの場面と結びつくかも重要なポイントになるであろうし、8件の約510件に対する割合を約1・6%として求められることも大切であろう。このとき、1・6%がどのようなことを表すのかの理解も必要であろうが、今の割合が本当に1・6%であると納得できること、つまりその割合を自分で求められるということも、この場面に対して実感を伴って考えていく上では重要なことである。またそもそも、自分である程度実行できるアイデアでなければ、場面に適用してみようとは思いつかないかもしれない。このように、日常で新聞やテレビに接する際にも起こりえそうなメディアリテラシー的な判断を求められる場面においても、そこで主体的な判断を行っていくことができるかは、算数の基本的な知識や技能を十分に修得しているのかということと無関係ではないであろう。

さらに逆の関係にも目を向けてみよう。次に示す図は、筆者が佐渡島の面積を求めてみようと思い、佐渡島を6つの三角形で近似をしてみたものである。図中に示された縮尺なども用いながら実際に計算をしたところ、面積は862・4平方キロメートルとなった。インターネットで調べてみると、その面積は854・88平方キロメートルとなっているので、0・9%弱の誤差で求められたことになる。この作業はもちろん三角形の面積の公式を私が実行することができたからこそ、可能となったものである。またそうした公式をここで使ったのは、その公式が三角形の面積を与えてくれるものであることを私が理解していたからである。しかし実際のこの作業を行ってみたときのことを思い出すと、インターネットで調べた佐渡島の面積が、自分が三角形の面積の公式を用いて求めた値とほぼ一致したときには、少なからず驚きを覚えた。



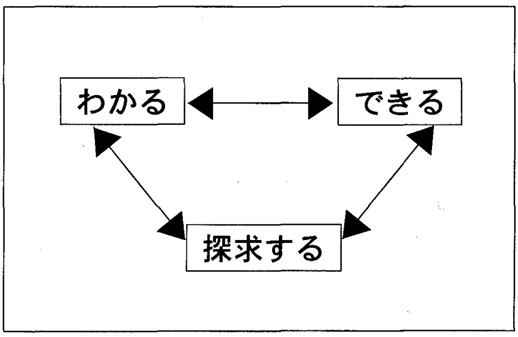
「これで確かに求まるんだ」という感じであった。

ここで自分に起こったことを振り返ると、次のようなことが言える。自分では使えるようになっており、またよく理解していたはずの算数の知識を、練習問題とは異なる場面で実際に使ってみたときに、適切な情報を確かに与えてくれることが実感できた。これにより、その知識が自分の経験とつながるものとして感じることができたとともに、その知識の妥当性もより強く納得することができた。今の事例では、知識を適用した結果が正しいことは、外から得た情報と一致するという形で示されていたが、別の形での感じ方もある。以前必要があり、円の含まれている絵の入ったプリントをコピーしようとした。その際に、円の直径を1センチメートルにしたかったので、元のプリントでの円の直径をもとにコピーの倍率を計算し、実際にコピーをしてみた。出てきたコピーに描かれた円の直径が確かに1センチメートルになっていることを定規で測って確かめたときには、割合の考えにより確かに情報を得ることができることが実感された。この場合は、自分が算数の知識により得た情報に基づいて行動してみて、その行動の結果が予想した通りにほぼなるということにより、その予想を生み出した算数の知識についての妥当性が納得されたことになろう。

3 反復運動の中での発展

前節で見たような考え方は、算数教育における最近の「わかる」と「できる」の議論を参考にすると、より明確に述べることができよう。Baroody (2003) は、算数における「わかる」と「できる」の関係に関わるこれまでの諸研究を概観しながら、両者の関係を反復的な発達として捉えることを提唱している。すなわち「わかる」ことは「できる」における発達を導くが、その「できる」ことを応用することは今度は「わかる」の発達を導くという (p. 11)。ここでの応用としてBaroodyは必ずしも前節のような応用を考えているわけではなく、例えば計算を繰り返す中で、より効率的な計算の仕方を見出すようなことを想定している。×小数の計算において、自分の手続きとその結果を振り返ることにより、かける数が1より大きいか小さいかで積がかけられる数より大きくなったり小さくなったりすることを実感するようなことも、ここに含めてよいであろう。

ところで前節の例を思い出すと、複雑な問題場面を探究する際に、「わかる」はもちろん、「できる」も探究を支えており、また問題場面を探究した結果として「わかる」や「できる」に対する感覚が新たになっていた。となると、この「わかる」と「できる」の反復的な発達に加えて、「わかる」や「できる」と「探究する」こともまた反復的に発達していくのではないかと考えられる。このことをイメージ的に表現すると次のような図になる。



ここでは3つのことが互いに影響を与えながら、徐々に高まり合っていくことが期待されている。また「わかる」が完全にできてから「できる」に移り、「できる」が完全になってから「探究する」を行うというよりも、素朴な「わかる」「できる」「探究する」が、他の側面を通して次第に成長することが期待されており、その意味での反復（行ったり来たり）が大切にされている。

わが国の教科書を見ると、導入部分では具体的な場面の探究から入っていることも多く、最初の段階で「探究する」から「わかる」「で

きる」に向かうことはかなり意識され、また実践例も蓄積されてきた。一方、一旦「わかる」「できる」の局面に入った後で、再び「探究する」に戻ってきているかについては検討が必要であろう。確かに、教科書の章末には具体的場面に基づく応用問題が載せられている。しかしそこでは学習した「わかる」「できる」を適用して答えを出して終わりということが多いのではないだろうか。算数の「わかる」「できる」を適用した結果、場面について何かが新しく見えたと子どもたちが実感できるかどうかにはあまり注意が向けられていないのではないだろうか。例えば、5年生「割合」では2つのくじであたりが出やすいものを選ぶという問題がよく載っている。割合を計算し、その値を基に答えを選ぶわけだが、以前、問題の通りに2つのくじを作り、50回ずつ引いて当たりの回数を比べたことがある。確かに当たりくじの割合が高いくじの方が当たりの回数が多くなり、割合で確かに判断ができることを実感できた。佐渡島の面積を求めたり、コピーで大きさを調節したりしたのと同様の感覚である。

ここまで「探究する」の部分では、現実的な場面を例としてきたが、高学年などでは、子どもたちがそれまでに学校で学んできたことも探究の対象として捉えることもできよう。

$$
\begin{aligned}
&150 \div 75 \times 100\\
&= \frac{150}{75} \times 100\\
&= \frac{150 \times 100}{75}\\
&= 150 \times \frac{100}{75}\\
&= 150 \div \frac{75}{100}\\
&= 150 \div 0.75
\end{aligned}
$$

例えば、5年生「割合」の、75%が150円のときに元の値段を求めるという問題を考えてみる。これは150÷0.75として求められるが、1%分を求めて、そこから100%である元の値段を求める方がわかりやすいという子も多い。すなわち150÷75=2、2×100=200という考え方である。両者が同じになることはもちろん小数の範囲で式の変形をしても示すことはできるが、÷0.75を÷(75÷100)とし、ここから÷75×100とする部分が理解しにくいかもしれない。もし6年生「分数のかけ算・わり算」で学習する内容を使えるならば、上のように示すことができる。ここでは割合に関する考え方について探究し、それについて新しく見えてくる部分があると同時に、他方ではそこで用いる分数のかけ算・わり算と自分の経験とのつながりを感ずることができよう。

大切なのは、探究する場面が現実的なものかどうかではなく、算数で学習したことを通して自分の経験が広がったことを実感できるかどうか、そうした実感を通して学習した内容が自分の経験とつながりうると感じられるかどうかであろう(布川、2003)。この点から言えば、計算練習をすることや知識を覚えること自体が悪いわけではなく、知識を獲得したことで場面を探究する仕方や、あるいは自分の経験が広がったことを実感できる場が、そうした獲得の局面の後に必ずしも保証されていないところに問題があると言えよう。「過去に達成されたものこそ、現在を理解するための自由が保障される唯一の手段を提供するものである」(デューイ、2004, p.124)。経験が、行為主体と環境との相互作用であるならば、主体の状態によって経験できることはより豊かになるはずである。

4 世界との向き合い方と教科の学習

学習の契機として子どもたちの興味・関心に注意を払うことは、わが国においては広く行われている。しかし、授業を考える教育心理学者の会(1999)が指摘するように、興味・関心もまた知識・技能に支えられている。おそらく

知識・技能を獲得すると経験や世界に対する見方も変わり、そこに新たな興味・関心が生まれるのであろう。こう考えると、前節の図式には興味・関心も関与することになる。そして本稿での考察を踏まえるならば、その反復運動的な高まりを通して、子どもたちが経験できることや、場面を探究する仕方が徐々に広がっていくことが期待されることになる。総合的な学習の時間だけでなく、教科の学習についてもまた、その教科独自の知識・技能を生かしながら、子どもたちが世界と向き合う仕方をより豊かなものとしていくことが、重要なのだと考えられる。

子どもたちの考える機会に注意を払わず知識・技能の獲得を目指す授業をすることも、知識・技能が身に付くかどうかに注意を払わずただいろいろと考えるだけの授業をすることも、どちらもそれほど難しいことではないのではないか。しかしデューイ（2004）が指摘するように、「あれかこれか」に陥らない教育を実践することは、「あれ」や「これ」を実践することよりも困難な道を歩むことになる。子どもたちの世界との向き合い方を豊かにするような授業やカリキュラムについての知恵を見出し、共有していくことが、今後の私たちの課題であると考える。

★参考文献

・Baroody, A. J. (2003). The development of adaptive expertise and flexibility: The integration of conceptual and procedural knowledge. In A. J. Baroody & A. Dowker (Eds.), The development of arithmetic concepts and skills: Constructing adaptive expertise (pp. 1-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
・デューイ, J. (2004)。　経験と教育　（市村尚久訳）講談社(原著は1938年)
授業を考える教育心理学者の会(1999)　いじめられた知識からのメッセージ：ホントは知識が「興味・関心・意欲」を生み出す　北大路書房
・文部科学省(2006)　指導資料：PISA2003（数学的リテラシー）及びTIMSS2003（算数・数学）結果の分析と指導改善の方向。　東洋館出版社
・西原博史(2006)　良心の自由と子どもたち　岩波新書
・布川和彦(2003)　有効な迂回路としての算数・数学　上越数学教育研究会Σ会(編)、今こそDo Math!(pp. 25-34)　上越数学教育研究会
・Nunokawa, K. (2005). Mathematical problem solving and learning mathematics: What we expect students to obtain. Journal of Mathematical Behavior, 24, 325-340.
・岡本　薫(2006)　日本を滅ぼす教育論議　講談社現代新書