講演録

分かるとはどういうことか*

吉　田　　　甫

1．学力をめぐるさまざまな問題

ここでは，分かるということは，心理学的に見ればどのような過程であるかを考える。分かるということは，学びそのものであり，学んで分かることは，本来，とても楽しいことである。

今の日本の社会では，学びに直接に関わっている学校においてさまざまなことが社会的な問題になっている。その１つとしては，学力低下があげられよう。小学生だけでなく大学生の学力低下も言われている。ある有名大学の学生が分数の計算ができないというショッキングな事例も報告されて，学力低下が進行しているという大いなる危惧の念が出ているわけである。

そこで，日本の子どもが世界の中でどんな位置にあるかをまず考える。世界の40か国が参加している学力達成度調査（IEA）がある（長崎，1997)。世界各国でもかなりの人数の子どもたちが参加しているので，５年，10年おきにしかできない調査である。調査される教科は，数学と理科だけであるが，これまでの過去の２回の調査では，日本はトップの位置を保っていた。こうした結果が世界の人にあまねく知られたことから，日本の子どもたちの学力が高いというのは，世界の中では定説になっている。しかし第３回目の結果では，日本の子どもは，シンガポール，韓国などの子どもに抜かれており，少なくとも，学力の面ではかつてのようにダントツではなくなりつつある。わが国の子どもでは，学力にややかげりがあるといえるだろう。

今回の調査でもっとも深刻な問題として明らかになったのは，学びに対する子どもたちの意欲である。勉強して楽しい，もっと勉強したいといった学びに対する意欲や動機づけを調べてみると，世界40カ国の中で日本は39位であった。こうして，学力水準は最高のレベルにあるけれど，学びに対する意欲，やる気，動機づけは世界最低に近いという，日本の子どもの現在の姿が浮かび上がった。これはきわめて大きな問題であろう。このままいけば，日本の教育，学力，ひいては日本の科学技術自体が崩壊する可能性もありうるということで，大問題になっている。このことは，学びについて社会がどのような関心をもっているかという１つの例である。

分かることあるいは学びについては，こうした社会的な関心事が常につきまとっているが，そのことに関する論を展開するのが，本稿の狙いではない。ここでは，学ぶとはどういうことか，学びの意味を考えることが目的である。一方で, 学びを軽々と越えていく子どももいるが, 学びが高いハードルになっている子どももたくさんいる。なぜ，彼らにとっては学びが難しいのであろうか。

学びが難しいという時，いろんな理由があるだろう。新聞とかテレビでよく解説されているが，さざまな理由が指摘されている。たとえば，教えるべき内容がだんだん減ってきたといったカリキュラムの問題が，まず挙げられる。今度の文部省の改定では，学習の内容を３割カット

*本稿は，立命館大学土曜講座（第2559回，2001年６月２日）の講演に基づいて執筆したものである。

することになった。今でさえやや学力低下の問題が起きてきているのに，さらに３割も削れば日本の子どもの学力は大丈夫かという議論が，沸き起っている。別の問題として，クラスサイズの問題もあげられる。日本は，１クラスの子どもの数はアメリカ，ヨーロッパの国のほぼ倍で，32～33名くらいが平均である。つまり，欧米各国に比べれば，一人の教師が教える人数が多い。マスコミでよく取りあげられるこうした理由は，どちらかというと，学びにおける外在的な要因について分析したものである。そうした外在的な要因も，子どもの学びの困難さを考えるさいには，とても大事なことである。しかし，私の専門は心理学なので，子どもの頭の中で進行していること，彼らの頭の中で一体どんなことが起きているかを基にして，どうして子どもにとって学びが難しいのかということを考察する。

学びが進んでいけば，子どもの中にだんだん「知識」が増えていく。小学校１年，２年，３年と，学校で子どもたちはいろんなことを学んでいく。その時，子どもの頭の中の状態，つまり，頭の中の知識は学びが進めばどうなるかを考えてみる。これについて，「子どもの頭の中がどんなふうになっていますか？」と質問すると，多くの人は「知識が少しずつ増えていく」と答える。これは，ちょうどバケツの中に水をためていくと，水かさがだんだんと上がっていくように，学びが進むと頭の中に知識が増えていくと考える人がほとんどである。こういう姿が，人々が常識的に考える学びの捉え方であろう。

２．行動主義と学び

そうした考え方は，じつは心理学の理論とも大いに関連している。そしてまた，分からない子どもたちがいた時，大人や教師がどう教えるかということとも関係している。だんだんと知識が増えていくという考え方に立てば，どのような指導になるのであろうか。

心理学が学問として成立したのは，19世紀の終わりである。ドイツのライプチッヒという古い町で，ウイルヘルム・ブントがライプチッヒ大学の哲学科の中に心理学の実験室を作った。これが心理学成立の記念すべき年だと言われている。それから100年少々経っているが，その当時から1960年代までの主要な考え方は，行動主義と呼ばれ，心理学とは，人の行動を研究する学問であるというとらえ方である。行動に先立ってある刺激と行動との関係や結合を研究しようというのが，19世紀に心理学が成立してからの基本的な枠組みである。つまり，ある行動を研究しようとすれば，その行動の前にある刺激と行動との関係を調べてみるという形で，1960年代終わりまでの研究は行われてきた（吉田，2000）。

そういう考え方に立つと，子どもに教える時にどんな教え方になるか。１つの例を取りあげてみよう。私の知っている大学生が中学３年生の子どもの家庭教師に行っていた。ある日，その大学生が私の研究室に飛びこんで来て，「家庭教師をしている子どもに13－３の答えはいくつ？と聞くと，０と言うんです。先生，どうしたらいいですか？」と質問した。中学３年生で13－３＝０と答える。近くにそういう子どもがいたら，おとなは実際にどういう指導をするだろうか？　多くの人は，13個の○を紙に書いて，そこから３を取り去って，「残りはいくつ？」と数えさせるだろうと思われる。まったく間違いのない方法であり，当然そのとおりである。しかし考えてほしいことは，その子どもは中学３年生ということだ。その子は，そういう方法を一度も習ってこなかったのかといえば，そんなことはない。中学３年になるまでに，教師が，親が，あるいは兄や姉が教えたはずだ。

ところが，中学３年になって13－３＝０と答えるわけだから，先ほどの指導がその子どもにとっては何の役にも立っていなかったことは，明らかである。ではどうすればいいのかということになる。

多くの人は，その場合に，５－２，７－３などといったやさしい問題を与える，もう一度説明し直す，さらにはわかりやすい言葉で説明するなどといった教え方をするであろう。それ以外の方法をとる人はまずいないだろうと思われる。こうした方法を心理学的に考えてみると，やさしい問題に変える，教師が説明し直すということは，子どもに刺激を与えていることになる。今紹介した指導は，いずれも子どもに与える刺激を変える方法といえる。一方，子どもが分からないというのが反応である。教師がどんなに説明しても子どもは，理解しない。そうすると，「こいつは頭が悪い。教えてもしようがない」という信念を教師はもつようになり，その子どもに対して指導しなくなるかもしれない。教室の中ではお客さんになるが，そうした子どもが教室の中には結構いるのである。

では，こうした指導や考え方の何が問題であろうか？　問題を突破するには，じつは，別の新たな考え方が必要なのだ。

３．認知心理学とは

革新的な考え方は，1970年代になって花開いた新しい心理学の理論からもたらされた。それを認知心理学というが，この枠組みが登場してからは，それまでの行動主義に基づいたさまざまな研究はほとんど消失したと言ってもいいぐらいの強大な影響を与えた。その考え方では，頭の中でどのような働きがあるかを研究の対象にした。ここでは，行動主義のような刺激と行動との関連は重要ではなくなり，頭の中で何が起きているかといったことがもっとも重要な研究テーマとなっている。行動主義では，この内部過程をほとんど考慮していない。しかし，内部過程を考慮しなければ，人間のもっとも中核となる部分については，いつまでもブラックボックスとなる。今，そういう考え方になって30年近くが経過した。その考え方によれば，人の内部でどういうことが起きているか，そのプロセスを研究しようとしているので，人の中身が見えてくる。こうして，新しい考え方が出てくると，行動主義の枠組みからは考えられもしないような研究が誘発されるようになった。

そこで，認知心理学という枠組みを下敷きにして，子どもの学びを考えてみよう。学びの場面では，当然，子どもたちにいろんなことを教える。子どもに与えられた情報が，子どもの頭の中にそのまま取り込まれるとすれば，つまり教師や親が子どもに話をしてそのままの形で子どもが理解してくれるのであれば，人に教える，教育をするということは，わりに簡単なことになる。教員免許を取るために，大学で勉強することは要らないかもしれない。では，与えられた情報は，子どもの中にそのままで取り込まれるのであろうか。知人の子どもが小学校１年の時の話だが，理科の種まきの時間があった。植木鉢に種を植えるだが，植木鉢に土を入れて種を入れる。土のどの付近に入れるかというと，教師は子どもたちの親指が届くくらいのところに種を入れなさいと指導した。しばらくたって，このことについてのペーパーテストがあった。「種を植える位置はどこか正しいでしょう」という問題で，そこでは植木鉢と種がいくつか描かれている。種が土の上にある，土のちょっと下にある，種が土よりずっと下にある。そういう問題で，その子どもは，種が土よりずっと下にある図を選んで間違った。親が，どうしてこんな問題で間違ったのかと聞いてみると，子どもが言うには，「先生が『親指を出してこの付近に入れなさい』と言ったから，テスト用紙に

親指を当ててみた」と答えたそうである。この例は，教えたことがそのまま取り込まれた場合である。しかし，このケースは，きわめて希な例である。

ところが，人の内部でどういうプロセスが働いているか，人がどんなふうに考えるか，どんなふうに知識が構成されるかを見ていくと，以下のようなことが分かってきた。われわれは，すでに知識を持っているが，これを既有知識という。われわれは，新しい情報を受け取ってそれを理解しようとすると，その新しい情報と頭の中にあるこの既有知識とが相互作用をする。その相互作用は，多くが無意図的に働く。まったくといってよいほど意図しない形で頭の中の知識を引っ張りだしてくる。そうすることで，与えられた情報を解釈したり，推理したりするのである。与えられた情報をそのまま単に頭の中に入れているのではなく，相互作用をしているわけだ。

その場合，どんな働きがあるのだろうか。その機能としては，既有知識が促進的に働くことがある（Carpenter, 1986）。あるいは反対に妨害的な働き，つまり新しい情報の理解に対して邪魔をすることもある（Leinhardt, 1988）。既有知識との相互作用がうまくいけば，促進的な働きになるし，うまくいかなければ妨害的な機能になるというわけだ。このことを単に言葉だけで説明しても分かりにくいことが多いので，実感してもらうことが必要だ。

そこで，簡単な実体験をしてもらいたい。次の資料（文章）を読んでほしい。それを読んで，その文章は何を言っているのか，言っていることはどういうことか考えていただきたい。

> 手続きは，じつに簡単である。まず，ものをいくつかの山に分ける。もちろん量によっては一山でもよい。もし必要なものがその場になければ他の場所に行かねばならないことになるが，そうでなければ準備は完了である。かんじんなのは一度にあまりやりすぎないことである。一度に多くやりすぎるより，むしろ少なすぎるくらいの方がましである。この注意が大事だということはすぐにはわからないかもしれない。しかしすぐにやっかいなことが起こるし，お金も余分にかかることになる。最初は手順が複雑なものに見えるが，すぐにそれは生活の単なる部分になってしまうだろう。近い将来，この作業が必要でなくなるという見通しはたてにくいし，誰にもそう予言することはできないであろう。手順どおりにすべてが完了したら，ものをまたいくつかの山に分けて整理する。それからそれをしかるべき場所にしまう。やがてそれらはもう一度使われ，再び同じサイクルを繰り返さなければならない。やっかいなことだが，ともかく，これは生活の一部なのである。

この文章は，多分１つひとつの文の意味は理解できても，全体として何を言っているのか，分からないのではないだろうか。じつはこの文章は，「衣類の洗濯」である。そこで，この手がかりを頭においてもう一度読み直してみると，ほとんどすべての文がしっかりとつながって理解できたのではないかと思う。

この簡単な実験は，新しい情報を与えられたときに，われわれが持っている既有知識との相互作用がなければ，与えられたものが何のことか分からないことを示している。何のことか分からなければ，習っていても理解できない，意味が分からないことになる。こういうことが，教室の中で起きていなければよいのだが，残念なことにかなり頻繁に起きていることは，学力低下や学業不振などからも示唆されるとおりである。分からない状態で１日５〜６時間も固い椅子に座ってじっとしていることは，子どもにとってどういう状態であるかは，すぐに想像できると思う。そうした子どもにとっては，学校は楽しいどころか，耐え難いほどの苦痛を与えているということになる。

それでは，次の例にいってみよう。下記の文章を読んでほしい。課題は，この文章を読み，

一応分かったと思ったらこの文章を見ないで思い出すことである。

大尉は，ずっと前に死んでいたに相違ない。部下が帰ってくるのを数えていたのである。空中戦が終わってから，日本の飛行機は３機または４機の小編隊に分かれて基地に帰ってきた。そして胸に一発敵弾を受けており，それが致命傷となったことが分かった。司令部について司令官に報告した。ところが報告を終えるや否，突然彼は崩れるように地上に倒れた。愛機からおりたこの大尉は，地上につったって双眼鏡で空をみつめていた。最初に帰着した数機のなかの一機に，一人の大尉が搭乗していた。死体を調べてみるとすでに冷たくなっていた。にもかかわらず大尉の体は氷のように冷たくなっていた。彼は，最後の飛行機が帰着したのを見届けてから，報告書を作成し，司令部に向かった。その場に居合わせた士官たちは，急いで駆け寄り助けおこそうとしたが，そのとき彼はこときれていた。報告をしたのは，その魂だったのだ。いま息をひきとったばかりの身体が冷たくなるわけはない。少し顔色が青ざめていたが，まったくしっかりしていた。戦死した大尉のもっていた厳格な責任感によって，このような奇跡的な事実が成し遂げられたのに相違ない。

ほとんど全員の人が，この文章を読んで，話の順序を入れ換えて意味がとおるように思い出すことができたであろう。そのような指示は一言も与えられていないのに，この文章を読んだ人は自発的に新しい材料を入れ替えて意味がとおるようにして，よりよく理解しているのである。この文章を，「大尉はずっと前に死んでいたに相違ない。部下が帰ってくるのを数えていたのである」と思い出した方はいないであろう。

この簡単な実験は，何を示しているのだろうか。この実験では，読者がもっている既有知識を活性化してそれと与えられた文章との相互作用を活発におこない，その結果が深い理解につながったというわけだ。それでは，どのような既有知識が使われたのであろうか。われわれ日本人は，物語に関する構造，つまり，物語には起承転結という構造があることを既有知識としてもっている。順序がバラバラになった物語を読むときには，既有知識である物語構造を活性化して新しい情報をよりよく理解しようとするわけだ。こうした相互作用があると，新しい情報は与えられたレベルよりははるかに良く理解できる。学びが，そういう形で生じているとすれば，子どもにとってきわめて望ましいことであるが，残念ながら，学び一般に生じていることはあまり多くはない。最初の衣類の洗濯の例のように，新しい情報と既有知識がなかなか相互作用しない。そのために何となくわからない。これが学校で起きている学びの状況の多くであると考えられる。

これらの例が示しているように，何かを学ぶという時のプロセスは，頭の中に新しい情報が少しずつ蓄積されるというプロセスではなく，新しい情報と頭の中の既有知識が相互作用をするプロセスである。そうした相互作用によって，頭の中の知識が再編される，つまり新たに構造化され，頭の中が新たな構造になり，それまでの知識が再構成されるというわけだ。これが，学びのプロセスである。

４．インフォーマルな知識が先行している場合：数唱の発達とたし算・ひき算

学校の中で学びの対象者は，子どもである。子どもの学びの中でどういうことが起きているのだろうか。４月，子どもが小学校に入学する。小学１年生に，「学校はどういうところ？」と質問すると，どの子も「学校は勉強するところ。幼稚園は遊ぶところ」とはっきり区別している。ただ昔と違って，小学校１年生では，社会と理科はないので，算数と国語が勉強らしい勉強であろう。算数で４～５月に習うのは，足し算と引き算である。「３＋６は？　６－３は？」といった問題を習う。小学校１年生にとっては，

こうした問題は大変簡単である。子どもたちは学校は勉強するところだと期待してきて，授業を受けると簡単なので，「学校の勉強は，簡単だな，楽しいな。学校へ行きたい」という思いは強くなる。分かるということで，勉強は楽しいものとなる。だから，学校はとても行きたいところになる。このことは，学びという点からも意欲の点からもきわめて大事なことである。

それでは，小学校１年生にとって，４月や５月に学ぶ足し算や引き算は，なぜ小学１年生にとっては簡単なのであろうか？　やさしい理由は何であろうか？　そうした質問を多くの人にしてみると，「10本の指で計算できるから」，「数が小さいから」，「子どもがすでに知っているから」などといった答が出てくる。教師や大人が，一般的に考えるこうした理由を知っておくことは，重要であろう。たとえば，中学３年生になっても13－３＝０と答える子どもがいた時，その子どもにどうやって教えるかを考えるときに，問題がやさしい理由が分かっていれば，その理由を基に教える方向性が出てくるからである。これについては，最近の研究からいろんなことがわかってきた。新しく学習する時，人は心理的な側面でいろんな発達をしている。つまり，いろんな認知的な能力が人間の内部で発達してくる。そうした発達が所与のレベルに達しているために，結果としてある課題やある概念の学びがやさしくなるという考え方である（吉田，1991）。

さらに，別の質問をしてみよう。今，３＋６の答えが分からない子どもに，人はどう教えるだろうか？　多分多くの人は，○を並べて数えさせ，３＋６＝９だと教える方法をとるであろう。それで分かれば何の問題もないわけだが，それでも分からない場合には，どうするだろうか。

この疑問への答えを考える前に，人間の発達が課題解決の前提になっているということを考えてみよう。やや理論的に言えば，足し算や引き算に関係する機能が発達した結果として足し算や引き算ができるということである。数を数えることを数唱と呼ぶが，たとえば６つのものがあった時，「1，2，3，4，5，6」と数える能力と関係している。こうした数唱は，ある年齢以上の人にとっては単純すぎることだが，じつは，単純なことにも発達がある。数唱でこれを説明すると，まず数を覚える最初は，機械的に覚える段階がある。普通の子どもであれば，２歳頃から数を覚えだす。覚えてすぐの子どもでも，「1，2，3，4，5，6」と言うことができる。ただ，これは機械的に記憶しているだけで，数唱を使って何かを考えたり，推理したりする認識の道具としては使えない段階である。それは，ちょうど外国語のシャンソンやカンツォーネが好きな人がいたとして，その歌を外国語で歌っているとき途中でふっと止まってしまうと，よく知らない外国語の歌の場合には，止まったところの次から歌い出すことが，なかなかできない。最初から歌い始めないと歌えないが，これとほぼ同じ状態であると考えてよい。棒暗記しているので，数の途中から数え始めることはできない。だから，途中からではなく１から始める。その段階が終わり次の段階に進むと，数と数を区別できるようになる。「１と２」「２と３」「３と４」という具合に，数と数を区切って，違うものであることが理解できるようになる。数と数の違いを区別できるようになると，モノと数詞との「１対１対応」をつけることができる。“１対１”対応とは，一つのモノに１という数詞を割り当てることである。ただ，この段階の子どもに，「１から８まで数えてごらん」というように途中で数唱を停止するように要求しても，指定された数で数唱を停止することはできず，その子が知っている数まで言い続ける。その例として，たとえば，４月や５月に小学校１年生の教室を覗いてみると，教師が黒板に数

を数えるために丸を書いている場面をよく見かける。たとえば，６つのものを数える時，ほとんどの子どもは先生に合わせて６で数唱を停止するが，子どもの中には「7，8，9」と言い続ける子どもがいる。先生は，「ふざけちゃだめよ」と注意するが，ふざけているわけではないのに，中には数唱を停止できない子どもが含まれていることがある。

それがもう少し発達すると，１から指定されたある数まで上昇方向に数唱ができるようになる。つまり，「１から７まで，１から13まで言ってごらん」と要求すると，数えられるようになる。３歳後半か４歳代になると，そういう数唱ができるようになる。この段階に達すると，足し算が結果的にできるようになる。足し算はある年齢になればひとりでにできるようになると考えられがちだが，勝手にできるように見えるのは，子どもの内部にこうした数唱の機能が発達しているからである。数唱の発達は，今説明したまでの段階ではなく，さらに発達していく。ただ，足し算をするためには，まったく当然のことだが，数え終わったら数唱を止めないといけない。数唱を止められないと足し算はできないのであり，これが可能となるのが，上述した年齢である。

次の段階になると，指定されたある数から上昇方向への数唱が可能となる。たとえば，「６から13まで数えてごらん」といった要求にも答えられるようになる。この段階に達すると，先ほどのすべての要素を数える足し算とは別の方法を使った足し算，“ count-on ”と呼ばれている方略が使えるようになる。年齢的には，５歳台ぐらいである。ちなみに，すべての要素を数える足し算は，“ count-all ”と呼ばれている。“ count-on ”は，きわめて複雑な方略であるが，３つの過程をとる。まず第１に，２つの数の大小を判断する。３＋６であれば，６が大きいと判断する。第２ステップでは，大きい数を頭の中にセットする。この年代の子どもの足し算を見ていると，６と口で言いながら足し算をおこなうが，それはこのステップに対応したものである。最後に，残った方の小さい数を数え足す。“ count-on ”の方略は，いろんな面で便利である。たとえば，数える回数が少ないというのが，特徴だが，そのため足し算にかかる時間も少ない。ということは，間違いも少ない。そういう足し算ができるようになってくるのが，平均的には，５歳代である。

さて，ここで前の質問，「小学校１年生の子どもにとって，入学してすぐに学ぶ足し算はなぜ簡単か」ということを考えてみよう。先ほど説明したように，入学するまでに約半数の子どもは，“ count-on ”の方略を使って足し算ができるようになっている。この方略を，子どもはいったい誰から習うのであろうか。親が教えるのだろうか。それとも，幼稚園で教えるのだろうか。これほどに複雑な方略を入学前の子どもに教える親や幼稚園の教師がいるとは，まず考えられない。親や教師は教えないけど，子どもは足し算の方法を自ら考案していくのである。そういう子どもが小学校に入ってくるわけだ。しかし彼らが入学してすぐに学ぶ足し算は，以下ように教えられる。それは，たとえば３＋６であれば，お皿の上に３を書いて，右の皿に６を書いて足し合わせ，その合計を数えるというものである。これは，先ほど説明した“ count-all ”と呼ばれる方略そのものである。つまり子どもからすると，学校で習う足し算は，すでに入学する２，３年前に，自ら考案した足し算を先生が教えていることになる。これであれば，学校で習う足し算はとても簡単だということになる。子どもたちにとっては小学校１年生で学習する足し算は，数年前に獲得した知識でであり，子どもの知識の方が先行している（吉田，1991）。

５．フォーマルな知識が先行している場合：分数の学習

以上は，子どもの知識の方が先行している例であるが，こういう例はじつは少ない。学校で教える知識が，子どものそれよりも先行している場合の方が，圧倒的に多いといえる。そういう状況では，学びはどうなるであろうか。

その例として，今度は分数を取りあげてみる。子どもが理解できない領域としてマスコミによく登場する例が，分数であることは周知の事実だろう。高校生で分数ができない，あるいは大学生さえも分数ができないといわれる。今度のカリキュラム改訂でもっとも大きく削減されるのも，分数である。それほどに話題性の多い概念であるが，なぜ分数が社会の中で話題になるかといえば，その１つは分数という概念がもつ複雑性にある。そうした複雑性をここで細かく説明してもあまり面白くないので，１つだけ紹介しよう。まず分数は，小学校では３年生から６年生までの４年間にわたって教えられる大きな概念で，４年間にもわたって教えられる概念は，小学校では他にはない。分数の基本となる意味には，いくつもの側面があるが，ここではもっとも基本となる等値性または大小について考察する。つまり，どういう分数が大きくて，どういう分数が小さいか，あるいはどの分数とどの分数は等しいかといった側面である。これは，もっとも基本の意味であるため，分数を教える最初の学年の最初の授業で導入される。基本的な概念ではあるが，じつはこれを理解することはかなり難しいことが，分かっている。分数の記号として表せば，$\frac{2}{3}$と$\frac{2}{5}$ではどっちが大きいか？ $\frac{2}{3}$と$\frac{4}{6}$は同じか違うか？といった質問となり，それらへの解答から，子どもが捉えている意味を理解することができる。子どもが正しい答えを適切な方略で解答しても，そこから子どもの理解の姿を知ることもできるが，子どもが間違った方略で解答すると，そこからも子どもがどのように理解しどのような知識をもっているかが浮かび上がってくる。

子どもの間違いの背景を考えてみよう。これに対する一般的な理由としては，問題が解けないときには，子どもはでたらめに答える，不注意，ケアレスミスなどといったことが考えられる。たとえば，不注意で足し算を引き算と間違えたり，１を４と書き間違えたりする。むちゃくちゃに間違う場合やでたらめな間違いもあるかもしれない。しかしそれらとは別に，まったく別の背景がある。それは，子どもの誤りの中にこそ子どもの知識や思考のあり方が反映されているというものである（吉田・栗山，1991）。このタイプの誤りは，子どもの中では一貫した方略として表現される。問題が異なれば，その表現形態は異なるが，基本となる方略は同じである。こうした方略を私は，“誤り方略”と読んでいる。この誤り方略の中身を具体的に知ることができれば，それはとりもなおさず，子どもを理解することそのものにつながるのである。

こうしたことを分数を対象にして具体的に考えてみよう。まず先述した分数の大小についての問題，$\frac{2}{5}$，$\frac{2}{3}$，$\frac{2}{7}$の３つの分数を大きい順に答えさせる問題である。もっとも典型的な誤りは，

$$\frac{2}{3} < \frac{2}{5} < \frac{2}{7}$$

とするものである。このように答える子どもであれば，$\frac{4}{7}$，$\frac{2}{7}$，$\frac{6}{7}$については，

$$\frac{2}{7} < \frac{4}{7} < \frac{6}{7}$$

と答える。後者の問題については，正解であるが，しかし前者の問題については，間違っている。こういうタイプの間違いをする子どもは，問題にある分母か分子かのどちらかが同じなので，違っている数に目を向けて，数の大きい分数が大きいと考える子どもである。前者は，分

子が同じなので，分母の大きい方が大きい分数となるし，後者は分母が同じなので，分子が大きい分数が大きいと考える。となると，後者の問題に対する答えは正解だが，真の意味での正解とは言えない。このタイプの子どもは，分数の問題を解決するのに整数の知識を使って解こうとしている子どもである。分数の問題を，分数の知識ではなく整数の知識で解こうとする。そういう子どもが，じつはたくさんいる。

別のタイプの間違いを紹介しよう。問題は，分数の大小を問う先ほどと同じ２つの問題だが，順に，

$$\frac{2}{7}<\frac{2}{5}<\frac{2}{3},$$
$$\frac{6}{7}<\frac{4}{7}<\frac{2}{7}$$

と答える子どもがいる。このタイプの子どもは，どのような知識をもっているからこのように答えるのであろうか。このタイプでは，分数の基本となる部分－全体の意味を，ある程度獲得している子どもである。つまり，分数では（といっても分数に限ったことではないが），全体を部分に等しく分けるが，等分割するさいに部分に分ける数が多くなるほど，１つの部分は小さくなる。つまり，部分に分ける数とその部分の大きさとの間には逆の関係があり，２つの問題に上のように答える子どもは，この逆の関係を一応知ってはいるが，その適用の仕方を分数全体ではなく，分数における２つの数の内のどちらか一方に適用しているタイプなのである。そういう意味では，整数の知識のみで考えるタイプとは違って，分数の理解という意味からいえば不完全な段階にいる子どもと言える。

それでは，３年生から学習し始めて，子どもはどのように分数の概念を獲得していくのであろうか。図１は，同一の子どもが４年間にわたって分数をどのように理解しているかを縦断的に追跡した結果を示したものである。当然のことだが，分数を学習する前は子どもは整数の知識のみをもっている。

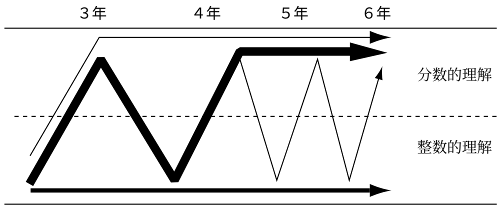

図１　分数の大きさの理解に関する発達的変化

３年生で分数を学習して，すぐに分数の知識だけで分数の大きさを理解できるようになるのは，全体の子どもの内の１割ほどである。つまり，３年生の単元できちっとわかる子どもは１割くらいといえる。５割ぐらいの子どもは，３年生で分数を学習すると，一旦は理解したように見える。しかし４年生で学習するまでに１年間の空白期間があり，この空白期間があると，またもとの整数の知識に戻っていくタイプの子どもである。さらに，２割くらいの子どもは，分数を学習し続けて３，４，５年生になっても，分数をあくまで既有知識である整数の視点から捉えようとする。

最後に，子どもがもっている誤り方略がどのように具体的に現れてくるかを考えてみよう。この誤り方略は，先に述べたように，ある方略が子どもの解答の中にそれぞれ形を変えて現れる。したがって，こうした方略を見抜くことは，ほとんどの教師にとっては不可能といえる。

では，子どもは実際にどんな反応を示すのであろうか。以下の問題と答えを見ていただきたい。

(1)　$2\frac{5}{6}+\frac{10}{12}=2\frac{8}{12}$，　$2\frac{3}{8}-\frac{5}{6}=\ \frac{5}{24}$

(2)　$2\frac{3}{11}-\frac{9}{11}=1\frac{4}{11}$，　$3\frac{3}{4}+\frac{1}{3}=4\frac{3}{12}$

これは，小学校５年生が解いた答である。ここで，子どもがもっている誤り方略を推定してみてほしい。上の段(1)に２つの問題と答えがあるが，同じ子どもが両方の問題を解いたものであり，左と右の問題は，同一の方略で解かれね

ばならない。左の問題は，ある方略で解決できるが，右の問題にはそれが当てはまらないとすれば，誤り方略の推定が間違っていることを意味する。下の段(2)の答えについても，同じように，どのような方略を子どもが用いたかを推定してほしい。・・・すぐに推定できたであろうか。子どもの方略を推定することは，かなり難しかったのではないだろうか。正しい方略を説明してみると，上の段の問題をこのように解く子どもは，帯分数を過分数に変換する仕方は知っている。つまり，整数の2と分母の6を掛けて，12になる。さらに通分の仕方も知っている。$\frac{5}{6}$だけを共通の分母である12に変換すると，$\frac{10}{12}$になる。そこで，過分数に直すために計算した2と6を掛けた12と，通分で使った10を足して，$\frac{22}{12}$にする。その結果，$\frac{22}{12}+\frac{10}{12}$となって，$\frac{32}{12}$，これを帯分数に変換して2と$\frac{8}{12}$となる。下の段の問題は，各自で考えてほしい。

こうした子どもの答えを見た時，今説明したような子どもの誤り方略の内容を直ちに分かる教師がいるであろうか。答えは「否」である。毎日教えている教師でも，子どもがどういうふうに間違っているかを見抜くことはできない。もしもそうした方略内容を正確に推定できて，その子どもの方略に従って採点すると，子どもの視点からの正解はかなり大きく増加する。普通につければ15点の子どもが，その子どもの基準では70点や80点になるのである。このような誤り方略の推定ができると，教師や大人に何らかの影響が生じてくるだろうか。こうした事実を理解し納得することは，単なる技術的な枠をこえて，少し大げさにいえば子ども観といった信念の変更にいたるような大きな衝撃をもたらすことが多い。教師の場合であれば，実際の指導にも大きな変更をもたらすことになる。そうした変更への努力は，具体的には，カリキュラムそのものを見直して「教科の論理」に従ったカリキュラムから「子どもの論理」に従ったカリキュラムを模索し実行する研究へとつながっていく（Yoshida & Sawano, 2001）。

このような間違った方略を持っている子どもは，学校にかなりの数で存在している。どういう子どもたちがそういう方略を持っているかを分析してみたのが，表1である。

表1　誤り方略をもつ子どもの割合と平均数

能力群	子どもの割合	平均所持数
5（高）	2.8％（3/108）	0.03
4	16.0　（20/126）	0.19
3	50.9　（45/89）	0.68
2	80.6　（42/52）	1.32
1（低）	87.0　（34/39）	1.94

この表は，計算の能力で子どもを分類しているが，能力の5がもっとも高い能力を持った子どもで，1がもっとも低い子どもを指す。この表の結果によれば，子どもを能力別に分類すると，能力が高くて誤った一貫した方略を持っている子どもは，わずか3％くらいであり，平均的な段階3の子どもになると，約50％，つまり半分くらいが間違った方略を持っている。ところが，平均より下の段階の子どもになると，8～9割の子どもが誤った方略を持っている。さらに，1人が1個をもっていれば分かりやすいのだが，そうはいかない。1人が持っている方略の種類を調べてみると，平均的な子どもでは1個弱，平均より下になると1～2個，多い子は7種類もの誤り方略をもっていたのである。そうした子どもの方略の中身が分かり，その子どもの視点で採点すると，ほぼ100点に近くなる。子どもからすれば，正しいと思っている方略で問題を解いているのだが，教師から返される答案には，ほとんどバツがついている。教師から見れば，訳の分からない間違いをしている子どもという見方となり，教師と子どもの間に完全なすれ違いが生じている。それでは，子どもの

内面に立ち入った理解はまったくできないことになる。このように，子どもの学びには，いろんな側面があるということを考える必要がある。

引用文献

Carpenter, T. P. 1986 Conceptual knowledge as a foundation for procedural knowledge. In J. Hiebert (Ed.), Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics. Hillsdale: Erlbaum.

Leinhardt, G. 1988 Getting to know: Tracing student's mathematical knowledge from intuition to competence. Educational Psychologist, 23, 119-144.

長崎栄三　1997　第３回国際理科・数学教育調査結果　国立教育研究所広報110号，1-3.

吉田　甫　1991　子どもは数をどのように理解しているか　新曜社

吉田　甫　2000　20世紀の心理学を振り返る　教育心理学年報，39，132-145.

吉田甫・栗山和広　1991　分数概念の習得過程に関する発達的研究　教育心理学研究，39, 382-391.

Yoshida, H., & Sawano, K. 2001 A study about calculations up to 100 in an instructional intervention study. A paper presented at the Symposium of the 9th European Conference for Research on Learning and Instruction held in University of Fribourg, Switzerland