

3号 学識者たちの声

ノーベル生理学・医学賞の本庶佑さん

本庶佑さんは研究の原動力を聞かれると「何かを知りたいという好奇心だ」と即答する。研究する上で大切なことは「好奇心」「勇気」「挑戦」「確信」「集中」「継続」。それぞれの英語の頭文字から「6つのC」と表現する。それは自身の人生そのものだ。

「定説を覆す研究でなければ科学は進歩しない。学問の世界も保守的で、定説に沿わないような論文はなかなか認められず苦勞するものだが、後世に残る研究とはそういうものだ」

平成17年、京都大医学部の最終講義では、こう語った。「目標は難しいほど魅力がある。誰もが見向きをしないような石ころを拾い上げて、ダイヤモンドに仕上げていく。どうなるかわからない混沌とした状態の中から立ち上げていくところに大きな魅力を感じる」

科学者を目指す若い人には、こんな言葉を贈る。

「教科書に書いてあることが全部正しいと思ったら、それでおしまいだ。教科書は嘘だと思う人は見込みがある。丸暗記して、良い答案を書こうと思う人は学者には向かない。『こんなことが書いてあるけど、おかしい』という学生は見どころがある。疑って、自分の頭で納得できるかどうか大切だ」

「現在も特別教授として研究チームを引っ張る。世界との競争は激しいが「僕らは100メートル走のような競争はしない。皆があっちを向いているときは、こっちを向いてやる。わが道を行く」と語った。」

数学者たちの「順序」についての見解

- ◆ 京都大学名誉教授で、学校図書の算数教科書『みんなと学ぶ 小学校 算数』の代表の1人である一松信氏が、2015年1月刊行の新書『数の世界』の中で次のように書き(pp.37-38), **みかんを配る問題で 2×3 でも 3×2 でもよいと解説しています。**

交換法則は図1.8のように縦横に整然と並べた方形配列を考え、縦横どちらもそれぞれの並びごとに数えてまとめれば総数は同じと説明します。しかし単位にこだわって例えばみかんを3人に1人2個ずつ配る総数の計算で、 **$2 \times 3 = 6$ 個を正解とし、 3×2 を誤りとする先生が多いというのが気になります。**3人にまず1個ずつ配り、それを2回反復したと考えれば $3 \times 2 = 6$ 個で正しいでしょう。これは交換法則 $2 \times 3 = 3 \times 2$ の説明にもなると思います。

- ◆ 東京大学名誉教授で、学習院大学理学部数学科教授*1の松本幸夫氏は、数学セミナー2015年2月号に「 3×5 vs. 5×3 の問題」と題する記事を書き(pp.54-58)、以下の主張を中心として、交換法則を学べば 3×5 と 5×3 の区別をすべきではないと説いています。

初めて掛け算を習う子供たちに、「みかんが3つのったお皿が5つあります。このときのみかん全部の数を計算するのが掛け算です」と説明してもまったく問題ない。そのあと、掛け算を表す式を教えなければならない。上の問題は 3×5 でも 5×3 でもどちらでもよい。

しかし、初めて掛け算を習う子供たちに「どちらでもいいんだよ」と教えれば、戸惑う子もでてくるであろう。そこで、とりあえずどちらかの書き方、たとえば、このときの掛け算の式を $3 \times 5 = 15$ と書くように指導する。導入の段階では、どちらかの書き方に決めておいたほうが説明しやすいであろう。そして、現行の教科書がやっているように、掛け算を使ういろいろな場面を考えたり、九九の表を作ったりして、掛け算に慣れさせる。そして交換法則 $3 \times 5 = 5 \times 3$ に気づかせる。交換法則によって、「みかんが3つのった皿が5つある」ときの掛け算の式を 3×5 と書いたのが**暫定的な約束だったことを説明することができる。**

つまり、この問題を式で書くとき、みかんの数(3)を先にして 3×5 と書いても、お皿の数(5)を先にして 5×3 と書いてもいいんだよ、ということをお教えることができる。

ところが、あくまでも暫定的な約束「ひとつ分 \times いくつ分」にこだわる人がいて、交換法則の意味は「みかんが3つのった皿が5つあるとき」のみかんの総数と「みかんが5つのった皿が3つあるとき」のみかんの総数が等しいという意味だ、**という解釈しか認めないようである。**

そのように解釈しないのは間違った考えだと主張するのはおかしい。交換法則の登場は掛け算の順序には意味がないことを気づかせるよいチャンスであるのに、教えるほうが掛け算の順序にこだわるあまり、そのチャンスを逃しているのだ。

『教科書会社の「横並び志向」のため、本来は「暫定的」であったはずのかけ算の順序が1つ分 \times いくつ分の順序に40年以上も固定されている。そのために、これこそ正しいかけ算の順序であるという意識が芽生え、交換法則が軽視されている。逆の順序で答えた生徒がバツをもらったり、「間違った考え」として矯正される事態も起こっている。これでは「逆の順序でも良い」と指導する教師が「目を付けられる」こともあるのではないかと心配になる。なにやら「思想統制的」な気配も感じられる事態である。**かけ算の順序を決めておけば、教育上それなりに便利なのかも知れないが、しかしどんな教育理論にせよ、そのアウトプットとしてのかけ算の特定の順序が正しいというような指導に行き着くとしたならば、その教育理論は間違っていると云わざるを得ない。」**

◆ 東北大学大学院理学研究科数学専攻助教の黒木玄氏は、季刊理科の探検2014秋号に「かけ算の順序強制問題」と題する特別寄稿をよせ(pp.112-115)、歴史的なことや教育・調査の現状を示した上で、「教科書などにある論外な教え方は教育現場からきちんと排除されるべき」「この問題は単なる氷山の一角」と主張しています。

◆ 名古屋大学名誉教授で椋山女学園大学教育学部教授の浪川幸彦氏は、数学セミナー2014年9月号の連載記事「変化と関係」(pp.62-65)の脚注で、以下のように記し、順序の問題に対する教育的な観点からの見解を述べています。

aを被加数、bを加数と呼ぶ。この意味付けの場合、aとbとは交換可能ではない(結果としてはそうなるが)。文章題を式に直したとき、順序を問題にすべきかがいつも議論になるが、教育的な観点から見たときの結論は明らかである。

すなわち子どもが足し算(あるいはかけ算)の意味がきちんと分かるようになるまでは表示の順序は厳密であるべきで、それが自由にできるようになったら気にしなくてもよい。

◆ プリンストン大学名誉教授の志村五郎氏は、2014年8月刊行(書き下ろし)の著書『数学をいかに教えるか』で「掛け算の順序」の章を設けて(pp.45-48)、以下の通り記し、**数の掛け算においてはどちらでもよく、順序の指導はやめるべきと結論づけています。**

私は三年ばかり前までこの奇妙な事実を知らなかった。私が小学生であった時からその話を聞いた三年前までそんな区別をする人がいるとは思ってもよらなかった。どうやら1950年代に一部の教育家が「乗数」と「被乗数」という**言葉を発明して「掛け算の順序」という愚劣なことを言い出したのが始まりらしい。**それを正確に調べる意味もないと思うので、単に私の立場を書く。

その問題を示されたならば、これは掛け算の問題であるとすぐ認識する。そしてふたつの数がある。だからそのふたつの数を掛け合わせればよいので、頭の中にあるのは「ふたつの数の積」という概念だけであって、その順序は問題にならない。強いて言えば示された数の順に 3×5 と書くのが自然かも知れないが、後の方を先に書いて 5×3 にしたってよい。それだけの話である。

単なる数の掛け算の話に戻ると、**結局どちらでもよいのにどちらが正しいかを考えさせるのは余計なあるいは無駄なことを考えさせているわけである。だからそんなことはやめるべきである。**

- ◆ 中央大学名誉教授で数学教育協議会委員長を務めた小林道正氏は、2012年に著書『数とは何か?』の中で、「かけ算の意味」(pp.41-46)および「かけ算の順序」(pp.46-47)という項目を設け、以下のようにパー書きの数がかけられる数・かける数に来る式を例示しながら、**どちらも正しい式であるとし、教育環境の改善を呼びかけています。**

「どのお皿にもミカンが3個のっています。お皿は全部で4皿あります。みかんを集めて大きな袋に入れると、全部でいくつになるか?」という問題の答えを**3個/皿×4皿=12個という順序で表さなくてはいけない、と思い込んでいる人が多い。**

4×3=12 だから、12個 とか、4皿×3個/皿=12個 と書くと間違っていると思う人がいるというのだから困ったものである。

1皿当たり3個のミカンがのっていて、そのような皿が4皿あるのだから、 $4\text{皿} \times 3\text{個}/\text{皿} = 12\text{個}$ と考えるのは自然な発想なのである。この自然な、ある意味では合理的な思考を無理にやめさせようという考えは無理が生じるのである。

「かけ算の順序」について、「(1当たり量) × (いくつ分)」にしなければならないかを、子どもたちにいかに教えたかという小学校教師の奮闘記が新聞で紹介されたことがあるが、**そんな先生の苦労を解放してやらなければならない。「意味のないこと」「無駄なこと」「間違ったこと」を一生懸命教える先生がいなくなることを願うばかりである。**

生徒は数学者ではありません。生徒に分かりやすい楽しい算数にしていきたい。

- ◆ そもそも、教科書でかけ算の順序を定めるのは、「**教育用に考えられた教室の共通言語のようなルール。本来の数学的な正否とは別物**」と、中村光一・東京学芸大教授(数学教育)は解説します。

順番があれば、式を書いた子が「何」を「何倍」しようとしたのかが一目瞭然で、教室の**共通理解が進みやすい**。後に小数のかけ算を学ぶときも、後ろの数字が「何倍」かを表す感覚でいれば、そこに小数を入れることで「小数倍する」という新概念に気付きやすいなど、後々の発展学習の指導にも役立つ。こうした**理解促進のために「順序」が考えられたと、中村さんは指摘します。**

「順序は教育上有効な仕掛けですが、算数や数学は本来、どんな発想でも論理が正しければ正解という自由な教科。式の順序が逆の式を『教科書と違う』だけで不正解にするべきではありません。多忙な現場では困難でしょうが、児童と語り、理解度を確かめながら行う教育が望ましいです」

- ◆ **教科書と違う計算はバツ、漢字などの先取り学習はダメ**——。児童が学ぶ内容やその進度を学習指導要領や教科書の範囲に縛るような指導について、油布佐和子・早稲田大教授（教育社会学）は「**柔軟性と批判性に欠けるマニュアル的な指導**ですね」と指摘します。

児童の状況に合わせて指導する柔軟性や自らの指導を常に省みる批判性は、教師に必要な資質です。「指導教科の一つでも学問として深めた経験があれば、**批判性は身につきます。**でも、**ほぼ全教科を1人で担う小学校教師は大変で、学びは広く浅くになりがち。かつてのように、教師が教えながら、得意教科の研究ができる時間を、行政は確保すべきです**」

- ◆ 「学問」は児童にも大切です。石井英真（てるまさ）・京都大准教授（学習指導論）は「**主体的に学び、深める楽しさ、いわば『学問の香り』を知ることは重要。**昔、学校に数人はいたそんな香りのする先生が、活躍しづらい時代になりました」と語ります。

OECD（経済協力開発機構）の学習到達度調査（PISA）では2015年、日本の数学力は参加72カ国・地域中5位。石井さんによれば、こうした国際調査でも上位の学力を支える日本の教育の基礎は、戦後30年ほどで築かれました。まずは1958年、学習指導要領が教育内容の「基準」となり、バラバラだった学校教育を一律化。50～60年代は教師らによる教育研究も活発化し、かけ算の教え方も含め、様々な指導法が確立されました。

基準化で教育は底上げされる一方、一部の單元には「歯止め規定」という教育内容の上限も設定。いわゆる落ちこぼれの児童を減らすためでしたが、**児童が自主的に教科書を超えた学習をするのもダメとの誤解を生んだ可能性もある**と、石井さんはみます。新たな指導法も教科書に入りましたが、**教師の理解度が低いと、論理性のない形式的な内容の押しつけが起きかねない**と考えます。

「90年代以降、多忙化や保護者らからのクレームの増加で、やりがいを失った教師は形式的な指導に陥りやすい。子どもたちが生き生きと学べるために、保護者や地域は教師を孤立させず、よりよい教育を目指す仲間として向き合うべきでしょう」

- ◆ 「**数学は自由**」。取材中、東京学芸大の中村教授の口からその言葉が出た瞬間、何か懐かしい、スカッとした感覚が込み上げました。大学受験の頃、最も好きな教科は数学でした。理屈さえ通ればどう解いてもOK。**模範解答にない解法を思いつき、正解までたどり着いた時の快感。「自由」の味わいだったのかな、と改めて思いました。**

たとえ答えが合っても、式の順番が違うからダメ——。そんな指導をする先生方の事情もさまざまでしょう。忙しすぎたり、皆と違うことをよしとしなかったり。どこか不自由さを感じます。

強いられて勉（つと）める「勉強」が楽しくないのは当然です。自由にワクワクすることが本来の「学び」では。子供たちに学びの喜びを。そして先生も自由に。そんな道を、多くの方と一緒に考えたいです。（長野剛）

数学という学問は、人類の長い歴史とともに進化してきたもので、しっかりした体系が、しっかりとした根拠のもとに出来上がっています。算数は、勝手に個人の思いつきで作りに上げていいみたくないですね。

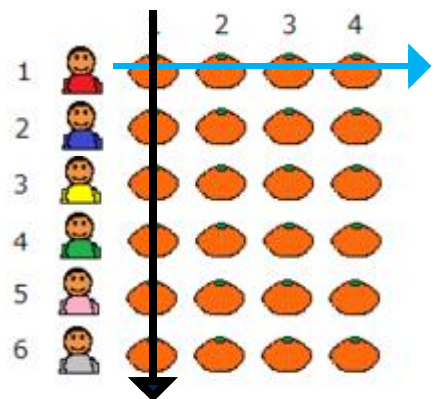
1つぶんの数を決めつけるのはよくない

遠山啓、量とは何か I, p116

「6人のこどもに、1人4こずつみかんをあたえたい」というかけ算の問題において、みかんを配るのに、トランプを配るときのやり方で配ると、1回分が6こ、それを4回くばるのだから、それを思い浮かべる子どもは、むしろ、 $6 \times 4 = 24$ という方式をたてるほうが合理的だといえる。

「6人のこどもに、1人4こずつみかんをあたえたい」というかけ算の問題において、「1つぶんの数」が1人に配る4こであるとは限らない。

トランプ配りのように6人に1こずつみかんを配る場合、1巡で配る6こを「1つぶんの数」と考えてもおかしくない。それを4巡するという式「 $6 \times 4 = 24$ 」は、1つぶんの数 \times いくつ分 = ぜんぶの数という数学的思考に基づいたかけ算になる。



出題者が恣意的に想定する「1つぶんの数」は、むしろ正しい数学的思考に対する障害要因ともなりうることから、解答の正不正に影響すべきではない。

1つ分の数は、どちらでも良かったり、決まらなかつたりする場合があります。小学生に教えるときに、無駄なことは何も付け加えないで、純粋な計算のみにして欲しいです。大人の意見もなかなかまとまらないのに、子どもには、この方法以外ダメというのはちょっと無理があります。ポイントはかけ算すれば答えが出ると頭に浮かぶことではないでしょうか？足し算をするのか、かけ算をするのかを区別できることは意外に難しいものです。