

中学生における計算間違いとその原因及び改善策について

羽鳥 新吏

上越教育大学教職大学院 1 年

1. はじめに

令和 4 年 8 月下旬から 12 月下旬まで, 学校支援プロジェクトを実施し, 上越市内の中学校で学校実習を行った. 学校支援プロジェクトとは, 上越教育大学大学院専門職課程で実施されている学校実習における科目の一つである. 数学分野では, 主に算数・数学科を中心とする学校教育現場における喫緊の教育課題の解決に参画することを目的としている. 年間 150 時間が実習時間として定められている.

今回の学校実習では, 主に数学の授業支援や適応指導教室利用の生徒への学習支援を行った. 小学校で学習してきた自然数や分数, 小数の四則演算や中学校 1 学年で学習する正の数・負の数を学習してきた生徒らであるが, 授業参観での机間巡視や適応指導教室利用の生徒への個別学習支援を行っている中で, 計算間違いを見つける頻度が高かった. ここでは, 実際に見つけた中学生の計算間違いについて, 報告していく.

本研究の目的は, 中学生がどのような計算間違いをしているのか原因を分析し, そこから, 計算間違いを改善するためにはどのような面からどのような指導をすればよいか具体的な改善策を示す.

2. 先行研究

稲葉 (2016) によると, 計算間違いを「計算ミス」と呼んでいる. 応用数学における計

算ミスのパターンには以下の 4 つあると定義している.

- (1) 問題を理解していない・解法の公式の間違い
- (2) 計算規則の間違い
- (3) 暗算ミス
- (4) 文字や数字、式の読み間違いや転記ミス、記述のミス

ここでは, この定義の (2) ~ (4) の計算間違いを重点的に取り上げていき, 計算ミスではなく「計算間違い」と呼んでいく.

近年の学校のカリキュラムについて, 植木 & 中村 (2022) は, 問題解決能力の指導を重視しているため, 計算能力の指導が減少している傾向にあると述べている. 計算能力は買物, 時間, 測定など様々な場面で役立つと考えられるが, 計算能力を早い段階から習得していなければ, 複雑な計算ができなかったり, 新たな課題を解決しようとしたりすることは困難になりやすい.

小学校の算数と中学校の数学では, 数の概念の拡張が行われ, 新しい記号も導入される. さらに, 必ずしも日常生活に直接関係するとは限らない概念と向き合うことが多くなる. そのため, 計算につまずく生徒や数学に対して苦手意識をもつ生徒が多くなると考えられる. それが顕著に表れるのが中学校一年生で学習する正の数・負の数である. 負の数にまで数の概念を拡張することで, 計算のルールの把握が曖昧になりやすく, 計算間違い

が多発する。

高橋教授の口頭での分析報告によると、小学校第6学年の算数の全国学力状況調査（令和4年度実施）では、割合の問題やある量の求め方を式や言葉を使って書く問題において、全国の児童の正答率と比較すると、新潟市や新潟県の児童の正答率が低い。

しかし、 1050×4 を計算するような基礎的な計算問題については、新潟市及び新潟県の正答率は全国の児童の正答率をわずかに上回っていた。

以下の表1は、割合の問題を“割合”，ある量の求め方を式や言葉を使って書く問題を“求め方”， 1050×4 を計算する問題を“ 1050×4 ”と表記し、それぞれの問題の正答率を全国と新潟市，新潟県で比較したものである。

表1 令和4年度に実施された小学校第6学年の全国学力状況調査の正答率

	割合	求め方	1050×4
全国	71.1	48.0	92.4
新潟市	69.7	45.7	93.0
新潟県	67.5	43.8	92.6

この分析を踏まえて、割合について、中村（2002）は、二量の関係を表すためには数の相対的な見方が必要であると述べている。例えば、2と5の割合は、2をもとにするならば5は2.5と表せ、5をもとにするならば2を0.4と表すことができる。どちらの数をもとにするかによって、相対的な関係を数値化した結果が異なることに難しさの要因がある。

さらに、高橋教授の口頭での分析報告によると、中学校第3学年の数学の全国学力状況調査（令和4年度）では、素因数分解や連立方程式、一次関数の変化の割合を求める問題

において、全国の生徒の正答率と比較すると、新潟県の生徒の正答率が低い。要するに、全国の生徒に比べ新潟県の生徒は基礎的な計算能力が不足している。

以下の表2は、素因数分解する問題を“素因数分解”，連立方程式の解を求める問題を“連立方程式”，一次関数の変化の割合を求める問題を“一次関数”と表記し、それぞれの問題の正答率を全国と新潟市，新潟県で比較したものである。

表2 令和4年度に実施された中学校第3学年の全国学力状況調査の正答率

	素因数分解	連立方程式	一次関数
全国	52.2	75.1	38.7
新潟市	52.0	71.3	33.9
新潟県	48.3	70.8	32.3

生徒らが数学を学んでいく上での課題として、江森&飯島（2008）は以下のように述べている。数学の授業中において、あるいは数学を勉強する上で、生徒の気持ちや数学に対する考えは、数学を学ぶ上での背景として、とても大きな力を持ったものであるというのである。例えば、数学が嫌いな生徒は、問題を解く際につまずくと、簡単に挫折して、問題を解くのをやめてしまう。このような生徒を前にしては、教師がどんなにすばらしい授業をしていたとしても、そのときの気持ちには勝てないのである。理解認知における課題以上に生徒らの情意形成の課題は深刻であると述べている。

「計算見積り能力」とは、与えられた計算の答えがおおよそどの程度になるかを瞬時に暗算によって出す能力である。これに対して山本&浦川（1993）は、これまで算数・数学科の授業においては指導の内容として十分に

意識されてこなかった能力の1つであると指摘している。計算指導の中でその指導をどのように行うか、算数・数学科の指導計画の中にどう位置づけるかということに関して、いくつか提案もなされている。実際、小学校の算数科の指導内容として導入されている現状からすれば、計算見積り指導は重要であるといえる。

3. 研究方法

本研究で用いるデータは、すべて筆者が作成したフィールドノートをもとに取り出している。このフィールドノートには、生徒の計算間違いを見つけたら、どのような計算間違いをしていたかその間違いと間違えた問題を必ず記録にしていた。余裕があれば、計算間違いをした原因や指導した際の生徒の反応、計算間違いが起こった場面、教師が指導した内容を記録するようにしていた。

今後、A～Hという生徒が登場するが、すべて仮名である。

(1) 授業補助で確認した場合

主に観察に入った学級は、1学年は1組と2組の2学級、2学年は1組のみで、3学年は1組と2組の2学級の計5学級である。5学級の組番号はすべて仮に付した番号である。この5学級について、毎時間授業補助に参加したわけではない。実習期間の4か月にわたって長期的かつ断片的に生徒を観察している。その中でも、3年2組の生徒で計算間違いが顕著に見られた2名の生徒をA、Bとする。

計算間違いを見つけた場面として多くは、授業の冒頭5分間で高校入試対策として取り上げられた問題であった。3学年の2学級では、各都道府県で出題された5問からなる過去問題集を教材として扱っており、1回の授業につき1つの都道府県の問題を学習していた。この5問はすべて基礎的な計算問題であ

った。この場面を【場面X】とする。

1学年でも【場面X】と似たような場面があったが、どこの都道府県の過去問題から出題しているかは明らかではない。問題集は特に使用しておらず、教師が基礎的な計算問題を3問板書し、それを生徒が解いていくというような流れになっていた。この場面を【場面X'】とする。2年1組では、【場面X】や【場面X'】のような高校入試対策の問題演習をする場面はなかった。

2年1組と3学年の【場面X】及び1学年の【場面X'】以外の場面については、例ごとに記述する。計算間違いをしていた生徒の人数は大抵1人であるが、複数人観察していた場合は、何人の生徒が計算間違いをしていたか記述することにする。1人確認した場合は、生徒に名前を付している。

記録に残っており、かつ、計算間違いをしていた生徒に対しては、授業補助者として毎回指導している訳でなく、指導した場合と指導していない場合がある。指導している場合は具体例1つごとにどのような指導したか記述し、指導しなかった場合は記述していない。

(2) 適応指導教室利用の生徒への学習支援で確認した場合

2学年のC生徒に対して、1週間に1回、計13回にわたって個別学習支援を行った。

主に教科書を使用し、一次関数、図形の性質の調べ方、三角形・四角形を学習した。学習する中で、教科書の用語を押さえたり、例題の解説をしたり、実際に問題を解いたりした。基本的には、教科書の練習問題を解いていき、章末問題は時間の都合上重点的に扱わなかった。予習を終えた後は教科書ワークで復習し、宿題として提示した範囲が終わっているか、わからないところがなかったか、次週確認した。

Cの実態は、非常に繊細であり、自身の周

りの様子をよく見ることができ、成績も優秀な生徒である。教師側の説明を1回聞いただけで理解することができ、問題を解く際にも解法に困ることがほとんどない。応用問題にも十分対応できている。一次関数のグラフの描き方及び一次関数の利用の問題、図形の内容で指定された角度を求める問題、合同な図形の証明の仕方等の数学的な内容を十分に理解していた。

どのような計算間違いをしていたのか、1回1回の個別支援が終了するごとに、フィールドノートに記録していたが、計算間違いをしていた場合としていなかった場合があるため、計算間違いは数個しか記録できていなかった。

4. 計算間違いの例

(1) 【場面X】において3年2組のA生徒がしていた計算間違い

例1

$$6x^2 - 6x^2 = 12x^2$$

例1の正答は $6x^2$ から $6x^2$ を引き算して0になるが、引き算ではなく足し算をしてしまった結果 $12x^2$ になってしまった。引き算と足し算を間違えてしまったのである。

例2

$$\begin{aligned} & \frac{x+3y}{4} - \frac{2x-y}{3} \\ &= \frac{3x+9y-8x-4y}{12} \\ &= \frac{-5x+5y}{12} \end{aligned}$$

例2の正答は $\frac{-5x+13y}{12}$ であるが、2行目の式で分子の $8x-4y$ にかっこがついていないため、このような解答になっている。通分するように指導した後、計算を進めていく

とかっこをつけておらず、なぜかっこがつくのかを理解できていなかった。

(2) 【場面X】において3年2組のB生徒がしていた計算間違い

例3

$$x+x=x^2$$

例3の正答は x を2つ足して $2x$ になるが、2回掛けて x^2 になっている。足し算と掛け算を間違えてしまったのである。同じもの(x)を2回足す計算であることを指導しても理解していないようだった。文字でなく具体的な数の計算($3+3$)を取り上げて指導すると理解できていた。

例4

$$x \times x = 2x$$

例4の正答は x を掛けて x^2 であるが、2回足して $2x$ になっている。例3と同様、足し算と掛け算を間違えてしまったのである。

同じものを2回かけた記号(\circ^2)があることすら理解していなかった。B女子生徒が認知している範囲の数学記号で2乗する記号を表そうとしたのである。

(3) 適応指導教室を利用するC生徒の計算間違い

例5

$$4a = 2$$

$$a = 2$$

一次関数の利用の内容を学習する中で、比例の式を求める場面があった。比例の式のグラフの通る1点(4,2)が分かっている、比例の式 $y=ax$ に $x=4$ 、 $y=2$ を代入して a を解き、比例の式を解答するという問題であった。

この一次方程式を解くには、両辺を4で割る必要がある。左辺は4で割ることができて

いるが、右辺は $2 \div 4 = \frac{1}{2}$ で、正しくは

$a = \frac{1}{2}$ となる。しかし、2となってしまう

ている。割られる数が分子に、割る数が分母になるはずが、逆になっていた。C生徒は

「1より小さくなるはずなのに2はおかしい」と自身で解を吟味し、計算間違いを見つけ自身の計算間違いを修正していた。

この $\frac{1}{2}$ とは、4をもとにしたときの2の値である。中村(2002)の割合の困難性を否定することはできない。

例6

$$180 - 160 = 30$$

図形の性質の調べ方の内容で、三角形の内角が2つ判明している場合において、もう1つの内角は何度か問題演習をしている場面だった。この時、2つの内角の和は 160° であった。

例6の正答は20である。筆算をせず頭の中で暗算した後、ノートにこの例6の式を書こうとすると、なぜか30と書いてしまったのである。C男子生徒はなぜこうなったのか理解できていなかったが、自分で気付き間違いを修正していた。

(4) 【場面X'】において1年1、2組の生徒がしていた計算間違い

例7

$$7x - 5x = 35x$$

例7の正答は $7x$ から $5x$ を引き算して $2x$ になるが、掛け算をしてしまい $35x$ になってしまった。引き算と掛け算を間違えてしまったのである。計算が間違っていると言葉がけ

をしたところ、この計算間違いをしたD生徒は、少しの間考えて自分で計算間違いを修正していた。

例8

$$(-18) \div 2 = -6$$

1年1組と2組の生徒合わせて4人はこの計算間違いをしていた。4人の内訳は1組で1人、2組で3人である。

例8の正答は-9であるが、なぜ-6となったのか4人の生徒に問うても原因がわからない。

例9

$$-2 + 9 = -7$$

例9の正答は7であるが、この解答は符号が負になっている。この計算間違いは、複数人確認できた。生徒の反応を見ると、2と9だけで安易に7と決めつけている印象がし、符号を意識していないかのようにだった。

例10

$$\begin{aligned} & (-2) \times (-5) + 3 \\ & = -10 + 3 \\ & = -7 \end{aligned}$$

例10の正答は13であるが、 $(-2) \times (-5)$ の計算を-10としているため、解答が-7になっている。

この計算間違いをした生徒は1人ではなく数人いた。2行目のような途中式を書いている生徒自体少ししか確認できなかった。「面倒だ」と思って途中式を書かなかったのだろう。

(5) その他主に2、3学年の生徒がしていた計算間違い

例11

$$\begin{aligned}
& 1 + 3 \times \left(-\frac{2}{7}\right) \\
& = 1 + \left(-\frac{2}{21}\right) \\
& = \frac{15}{21}
\end{aligned}$$

【場面X】において3年1組のE生徒がしていた計算間違いである。

例11の正答は $\frac{1}{7}$ であるが、2行目の式において分数の分子の2に3をかけないといけないのにも関わらず、分母の7にかけてしまっている。さらに、2行目の整数と分数の足し算が間違っており、1つの問題に計算間違いが2つも起こっていた。E生徒以外にも、 $-\frac{1}{7}$ や $\frac{7}{3}$ という解答をする生徒もいた。小学校の分数の計算が定着していない生徒が少なからずいるということが言える。

例12

$$\begin{aligned}
& \frac{x+y}{3} - \frac{x+3y}{6} \\
& = \frac{2x+2y}{6} - \frac{x+3y}{6} \\
& = \frac{2x+2y-(x+3y)}{6} \\
& = x-y
\end{aligned}$$

【場面X】における3年1組のF生徒がしていた計算間違いである。

3つ目の等号の後には、正しくは $\frac{x-y}{6}$ であるが、通分して分子は計算しているが、分母を書き忘れている。分子の計算だけにとらわれてしまっていると考えられる。

例13

$$180 - 125 = 65$$

2年1組の授業で、図形の性質の調べ方の内容において教科書の章末問題を解く時間があり、その問題の中の1問であった。この学級のG生徒がしていた計算間違いである。この生徒は、数学の学力が高く暗算もできるが、いつも授業を退屈そうに受けている印象であった。筆算をすることなく暗算し解答のみを書いていた。

しかし例13の正答は、55である。暗算した後、ノートに解答のみを書こうとするとなぜか65になってしまうという解答の書き間違いであった。

例14

$$x^2 - 7x + 3 = 0$$

を解の公式を使って求めると、

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

に $a = 1, b = -7, c = 3$ を代入して、

$$x = \frac{7 \pm \sqrt{(-7)^2 - 4 \times 1 \times 3}}{2a}$$

となり、

$$x = \frac{7 \pm \sqrt{37}}{2a}$$

3年2組のH生徒がしていた計算間違いである。授業において、2次方程式の解の公式をプリントで復習する時間が与えられていた。この問題は、復習プリントにあった。教師は解の公式を覚えるよう言葉がけをしていた。

例14の正答は、 $x = \frac{7 \pm \sqrt{37}}{2}$ であるが、 $a = 1$ を代入しても分母に a が残っている。代入したのに文字が残っていることを指導すると、この間違いをした生徒はなぜこのような間違いをしてしまったか理解できていなかった。

5. 考察

(1) 計算間違いの原因

①【場面X】において3年2組のA生徒がしていた計算間違いの原因

A生徒は、元気で明るい、授業中常に隣の席の生徒と私語をしていたり、問題演習をする時間が与えられていても自分から問題を解こうとせず、授業者や授業補助者が問題演習をするよう言葉がけをすると解いたりするだけである。「勉強したくない」という感情の現れである。

さらに、言葉がけをして計算問題を解かせても、四則演算の記号の意味の誤解やかっこの付け忘れがあったということは、基礎的な計算能力も不足している。

当該生徒は、情意面と基礎的な計算能力の不足の双方による問題点がある。ここで、「基礎的な計算能力」とは算数で習熟しなければならなかった計算技能のことである。江森&飯島(2008)のいう、理解認知以上に情意形成が重要であるという考察は非常に有力である。生徒の情意形成をしないままでは、認知形成ができず計算能力が不足してしまい、計算間違いに陥ってしまう。

②【場面X】において3年2組のB生徒がしていた計算間違いの原因

B生徒は、「わからない」と何度も言いながらも主体的に学習に取り組んでいたが、足し算と掛け算と捉えてしまう、掛け算を足し算と捉えてしまっていた。さらに、具体的な数値で理解できているということは、一般化された文字の計算になると計算間違いをしてしまうという可能性もある。

当該生徒は、基礎的な計算能力の不足や四則演算の記号の意味の誤解による計算間違いである。

③適応指導教室を利用するC生徒の計算間違いの原因

C生徒の計算間違いは、概ね情意面が原因

である。宿題で出した教科書ワークを確認したところ、計算間違いをしている箇所はほぼなかった。教師が当該生徒の席の隣に座って指導しているという状況が計算間違いを起こしてしまっていたということであり、C生徒の情意面を支援できていなかったということになる。

④A～C以外の生徒に共通する計算間違いの原因

授業補助者が指導する中で、「うっかりしてしまった」「なぜこうなったのかわからない」「そう思って計算していたのに」という発言が生徒から多く聞かれた。これらの生徒の計算間違いは、解答の見直し不足や不注意によるものである。正確に間違いなく解答しようという意識が不足していたり、自分自身の解答を1回出しただけで満足していたり、計算間違いをしていることに気付かなかつたりする生徒が多かった。山本&浦川(1993)の計算見積もり能力が不足しているという指摘も否めない。

さらに、小学校で学習する分数の計算が定着していない生徒も確認できた。これは、全国学力状況調査の結果からも納得できる。算数で学習した基礎的な計算問題が身に付いているにも関わらず、素因数分解や連立方程式などの中学生にとっては基礎的な計算問題になるとできていない。

A～C以外の生徒の計算間違いの原因は、情意的な側面によるものと、基礎的な計算能力の不足によるものの2つである。

⑤原因の総括

計算間違いには、主に認知面と情意面の2つの原因があることが分かった。この原因を解消するために、それぞれの面からの改善策を次の節で述べていく。

(2) 改善案

①認知面に対する改善策

認知面に対する改善策としては、ハイライト手法などの計算間違いに対処する手立ての指導が求められている。植木&中村(2022)によるこの手法は、数式内にある括弧の色を変えたり、括弧でくくられた数式へマーカーをひいたりするというものである。数式の一部に色付けを行い見やすくし、理解促進をするものであると述べている。

このことから、計算間違いを防止するには、視覚的に数式を見やすくするための手立てが必要である。例えば、 $-2+9$ を $9-2$ のように式を変形し工夫して計算したり、頭の中での暗算だけを頼りにするのではなく、筆算をして検算したり、途中式を省略せずに書いたりするといったことである。計算問題に忠実に向き合うのではなく、自分なりの計算方法を生徒が習得すべきである。

しかし、自分なりの工夫した計算方法を習得するだけでなく、計算練習をする時間を積極的に作らなければならない。近年の学校のカリキュラムでは、計算能力の指導が減少しているという植木&中村(2022)の指摘もあったように、数式を見やすくするための手立てを習得していてもそれを使用する時間がないと習得することができない。計算練習をする時間を授業時間内や放課後で取り入れることができなくとも、家庭学習や宿題として計算練習をする時間を確保すべきである。

②情意面に対する改善策

情意面に対する改善策としては、生徒が安心感をもって学習に取り組めるような指導を教師が行わなければならない。

安心感を与えるような支援がないと、生徒はどのような感情を抱いてしまうのだろうか。「計算間違いをしてしまうなんて私はダメだ」というネガティブな感情を抱いてしまうだろう。そのような感情にならないように、計算間違いを防止する環境づくりが必要

である。そうした支援があると、不注意による計算間違いや情意面が原因である計算間違いを防止することができる。

そうした環境を作るためには、教師の存在が大切になってくる。教師には、丁寧で温かな態度での指導や集中力をあげるような言葉がけが求められる。

6. 結語

本研究は生徒が実際にしていた計算間違いから原因と改善策を提示してきた。しかし、原因には奥深いものがあるだろう。さらに、改善策がまだまだ考えられる。これからは生徒にとって有用なものであったかを研究していく。

文献

- 稲葉宏和. (2017). 「応用数学の試験答案における計算ミスのパターンについて」. 石川県立大学年報, 28, 42-48.
- 植木里帆, & 中村聡史. (2022). 数学の基礎計算におけるミス防止のためのハイライト手法の比較検討. HCGシンポジウム 2022, C-5-3, 1-8.
- 中村享史. (2002). 割合指導に関する研究の動向と今後の方向. 日本数学教育学会誌, 84, 14-21.
- 山本信也, & 浦川健一郎. (1993). 中学生の筆算計算の能力と計算見積り能力の関連に関する研究. 熊本大学教育実践研究, 10, 19-25.
- 江森英世, & 飯島智隆. (2008). 数学の問題解決における情動的な経験に関する基本モデル. 群馬大学教育学部紀要 自然科学編, 56, 17-26.
- 桑原利恵. (2012). 算数・数学に対する子どもの情意面の変容に関する研究: 態度概念に焦点を当てて. 上越数学教育研究, 27, 143-150.