

2019年東北学院大学文学部教育学科公開連続講義 第4回
2019年11月30日(土) 13:00~14:30

テーマ：「論述力・記述力を鍛える算数科の授業」

“Arithmetic Classes to Improve Writing Skills”

講師：加藤 卓（東北学院大学文学部教育学科 教授）

キーワード：論述，記述，算数，初等教育法

Key words : Description, Argument, Mathematics, Primary Education Methods

1. はじめに

全国学力・学習状況調査の実施後，文部科学省，国立教育政策研究所から報告書が出され，解答類型と反応例を明示し，正答とする要件が示されている。その中でも，2010年（平成22年度）の全国学力・学習状況調査 算数 B問題5-(2)のヒントが示されず記述させるタイプの記述式の問題（図1）の正答率は，17.4%と著しく低かった。また，2013年の算数 B問題5-(2)では，記述例を提示した後に記述させるタイプに変更された。それでも記述式の問題正答率は，44.7%と5割に届かなかった。型に入れ込んだ記述もできない状況が読み取れる。

記述式の問題を実際に解くとなると，大人でもどのように記述すればよいか戸惑うであろう。この記述にまつわる微妙な不安感は，自身の記述について確信が持てないことによる。その原因は，そもそも日本人は学校で記述の仕方を学んでいないからである。

2. 表現に関する具体的な方法の確認

表現をする際の要点は，要素を落ち重なりなく，より分かりやすい順序に並べて伝達することである。

次の場合，具体的にこのように表現すればよいと確信をもって答えられる日本人はどれだけいるだろう。

- ・意見を発言する際の表現
- ・あるものの様子を伝える際の表現

(1) 意見を発言する際の表現

意見の要素には，話し手の立場（賛成・反対・中立等）と，理由・根拠がある。

(2) ひろしさんは、下のような定価で売られているシャツ、ズボン、くつを1品ずつ買います。



ひろしさんは、右の図のような割引券を1枚持っています。その割引券には、「1品に限り、定価の20%引き」と書かれています。



シャツ、ズボン、くつのうち、どれに割引券を使うと、値引きされる金額がいちばん大きくなりますか。

上のアからウまでの中から1つ選んで、その記号を書きましょう。またその記号の商品に割引券を使うと、値引きされる金額がいちばん大きくなる

図1

聞き手が話し手の意見を理解するという事は、話し手の立場（賛成・反対・中立等）がわかり、その理由や根拠が脳内で構造化されることである。構造化とは、複数存在する理由や根拠と話し手の立場の関連を理解することである。

そのためには、聞き手が安心して聞くことができるように、最初に自分の立場を話し、最後にまとめとして再度自分の立場を話すことが必要になる。聞き手の脳内に理由や根拠が構造化されるためには、理由や根拠の数を予告し、ナンバリングして話す。すなわち、ナンバリングをサンドイッチして表現すればよい。意見を発言する際の表現は、あまたのビジネス書のせい、できる人が増えてきた。

(2) あるものの様子を伝える際の表現

あるものの様子の要素には、色・柄、外形、寸法（縦・横・高さ）、重さ、付属物、新旧などがある。

話し手が伝えるあるものの様子を聞き手が理解するという事は、聞き手が脳内に明確なイメージ（映像）を構築できることである。そのためには、聞き手が脳内に映像を描きやすい順序に従って要素を伝えればよい。寸法、外形、色・柄、付属物、新旧という絵を描く順序ならば、聞き手の脳内作業がスムーズになる。あるものの様子を伝える際の表現は、あまり修得できている人が多くないようである。映像の撮影・転送・共有が容易にできるようになり、記述・論述する必要性が減ったからである。

以上、2つの例を挙げたが、このほかにも感想文の書き方、物語の書き方、レポートの書き方など、表現は多様に存在する。それらのベストな表現方法を明確に言える人は多くはない。

表現の学習方法としては、表現の要素と順序に関する知識を暗記すればよいというものではない。なぜならば、多様な表現に関して自ら思考・判断し、ベストな表現方法を創造できる問題解決力が必要であるからである。

そのため、要素の抽出と要素の並べ替え活動を通したよりよい表現に関する考察を行い、課題解決的な学習を行う必要がある。カードを使って表現の要素と順序について試行錯誤をここでは行ったが、このような学習経験がある人はほほいない。日本人はパターンに則ったよりよい表現を生み出すことができないのである。

では、算数の文章題の記述式問題に解答する際の表現については、どのようにすればよいのであろうか。

3. 算数の文章題の記述式問題に解答する際の表現

小学校での記述式問題の到達度だけでなく、中学校での図形の論証も到達度が低く課題となっている。中学校で急に論証を行うことになっても、記述の根本も習得されていないならば、到達度が低いのは当然のことである。そこで、中学での論証まで見据えて、小学校から記述のスキルを育成することが必要である。

記述式の問題の回答の要素には、条件となる数、数の関係、立式の理由、式、答えなどがある。これに加えて、求める答えの宣言（証明する内容の宣言）が必要になる。これらの内容を、どのような順序で記述すればよいのか。

記述の要点も、記述の要素と順序を明確に指導することである。その順序は、「① 求める答えの宣言、② 条件の整理、③ 図、④ 立式の理由、⑤ 立式、⑥ 答」の順序で記述すればよい。欧米ではどのように教育されているかといえば、ドイツの教科書（Element der Mathematik, 2015）には、具体的な回答例の記載があり、「① 与えられた条件、② 求める答え、③ 検討する図、④ 計算式、⑤ 結果」のように内容・順序が明記されており、ほぼ加藤ら（2016）の提案と同じである（加藤，2019）。

記述式の問題への解答での表現方法は、他の分野で実によく研究されている表現がある。それは、「① 作成する料理の宣言、② 必要な材料（条件）、③ 切り方等の図、④ 調理方法・順序の理由、⑤ 時系列に従った調理、⑥ 料理の完成。」すなわち、お料理番組での説明（要素・順序）のようにすればよい。

現在の日本の教科書には、記述に関する要素と順序に関する記載はないが、記述に関す

る教育の均質化と充実を図るためには、今後、日本の教科書にも記述の具体的な記載が必要となろう。

4. 複合量の記述式問題の解決方法

さて、冒頭に示したように、全国学力・学習状況調査の記述式の問題で、特に到達度が低いものは、複合量（割合や速さなど）に関する問題である。複合量に関する問題は、比の3用法の関係になっており、乗除の式が中心となる演算（以後、主演算と記載）によって解決される。この複合量に関する乗除の関係は、小学校では、割合・速さ、理科でのてこ、中学校では、理科での密度・圧力・湿度・濃度、高等学校では物理・化学での電力・仕事・モル濃度と同じである。つまり、小学校の学習での躓きが、中学校・高等学校以降のすべての理数系の学習を嫌うことにつながるという根本原因になる可能性を持つ。

しかし、従来の指導においては、次のような困難点がある。

- ・教科書に掲載されている数直線は、実は、問題解決への貢献が少ない（進藤ら、2015）。
- ・描くこと自体が難しく、大きい数や分数の場合は、描画が困難になるので、大きさを長さで表す視覚化のメリットが破綻する。
- ・条件（過剰な提示もあり）の整理が大変。
- ・公式は3つあるので、選択しなければならない。
- ・立式の理由の記述が難しい。

また、正答率向上のため、民間で様々な図が考案されたが、形式的で意味理解が深まらないと非難されてきた。

そもそも、文章問題の到達度を向上させるためには、領域固有の知識を獲得させなければならぬため、多くの文章問題を体験させるより方法が無いとされてきた。

これらの指導の困難点を克服すべく、以下の具体的な取組みと授業実践を行った。

- (1) 数量関係図を用いて条件整理を行う。
- (2) 図の読みにより立式の理由とし、第2用法に統一して立式する。
- (3) 記述スキルの育成を、ワークシート（図2）を使用して繰り返し記述し、習得させる。

① 求めるものは、シャツの値引きされる金額です。
 (中略)

② 求めるものは、ズボンの値引きされる金額です。
 (中略)

③ 求めるものは、くつの値引きされる金額です。

20% $\frac{\text{割合}}{\%} = \frac{5800}{x} \frac{\text{円}}{\text{円}}$ $\frac{20}{100} = \frac{5800}{x}$

20%は0.2倍です。
 1倍が5800円とき
 0.2倍がx円です。

$20 \div 100 = 0.2$
 $5800 \times 0.2 = 1160$
 A値引きされる金額は1160円

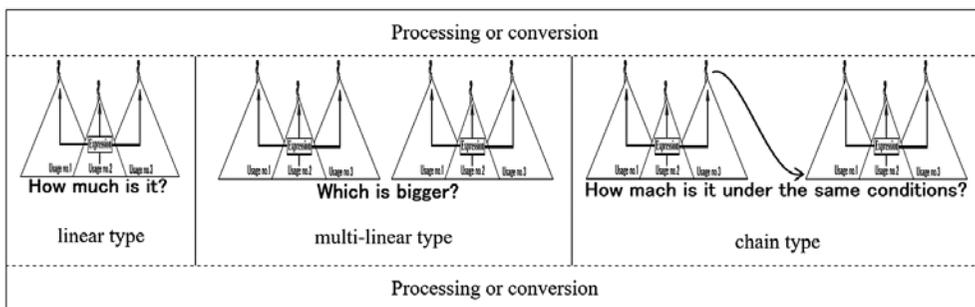
Aは380円、Bは980円、Cは160円なので、
 ④ 7

④ 1倍の数が多いと答えの数も大きくなるから

図 2

これらの取組みにより、従来以上の到達度を記録している（2017，加藤ら）。

また、指導者側の指導力を高める必要がある。特に、演算構造の分類による B 問題のタイプを指導者が認識すること。文章問題をより確実に解決できる方略のイメージ（図 3）を認識すること。さらに、B 問題のような複雑な問題を練習させるために、作問能力を習得させることが求められる。この取組は、教員免許更新講習の講義を通して、2015（平成 27）年度から継続して行っている。



Three types of word problems solved via the proposed solution method

図 3

5. まとめ

伝え方（記述・論述）に関しては、スキルであると指導者が認識することがスタートになる。次に、単元で特に重要な表現を取り上げ、記述に関するベストな要素と順番を検討させ、表現に関する問題解決力・表現スキルを習得させることが必要である。算数の授業では、乗除数量関係図で条件を整理し、図を読んで数量の関係を把握し、第2用法で立式をしてから式変形で計算するように指導する。ワークシートを使用して、記述を反復練習し、記述スキルを習得させる。具体的な表現方法を知れば、子供も大人も安心して表現ができるようになる。

参考文献・引用文献

- [1] Takashi KATOU, 'Effects of diagrams showing relationships between variables in solutions to problems concerning Speed.' Gesellschaft für Didaktik der Mathematik, 2019
- [2] 加藤卓, 「第9章 変化と関係」, 『教科指導法シリーズ 算数 改訂版』, 玉川大学出版部, 2019
- [3] 進藤聡彦・守屋誠司「割合に関する問題解決の困難さ—数直線の把握の観点から—」『日本教育心理学会第57回総会発表論文集』, 2015
- [4] 加藤卓, 守屋誠司, 進藤聡彦, 乗除数量関係（ボックス図）を使用した割合に関する教育実践と結果について, 数学教育学会, 数学教育学会2017年度 春季年会予稿集, pp. 119-121, 2017
- [5] Prof. Dr. Heinz Griesel・andere, Element der Mathematik Rheinland—Pfalz G7, Schroedel, 2015
- [6] 国立教育政策研究所「全国学力・学習状況調査の調査問題・正答例・解説資料について」, 2010・2013
- [7] 文部科学省, 国立教育政策研究所「全国学力・学習状況調査【小学校】報告書」, 2010・2013

本研究はJSPS 科研費 18K02588 の助成を受けたものです。