

「説明し伝え合う活動」を大切にした学習指導の工夫・改善

－ 中学1年「文字の式」の実践から －

1. 授業の構想

(1) 算数・数学科で考える思考力・判断力・表現力の育成と本単元のかかわり

中等部（特に中学校数学科）では、これまでに初等部前期から後期にかけて養ってきた直観的な思考や類推的な考え方、帰納的な考え方をさらに深めていくことも大切であるが、図形の論証などに代表されるような演繹的な考え方による論理的な思考ができるようになり、その思考の過程や判断の根拠を適切に表現する力を高めていくことが重要になってくる。特に中学1年生の段階は、思考のパターンを広げ深めていく大切な接続期でもあり、中学校で学習する2つ目となる本単元においてもこうした背景を意識しながら学習を展開していこうと考える。

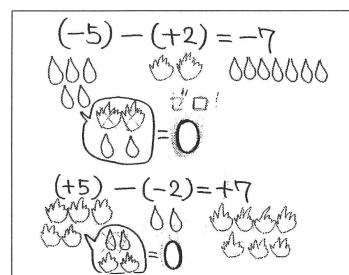
また、新学習指導要領における各学年の内容の第1学年「A数と式」(2)では、「文字を用いて数量の関係や法則などを式に表現したり式の意味を読み取ったりする能力を培うとともに、文字を用いた式の計算ができるようにする。」ことが示されている。これは従来の内容とほぼ同様であるが、この項目の中に、新たに「エ 数量の関係や法則などを文字を用いた式に表すことができることを理解し、式を用いて表したり読み取ったりすること。」が加えられた。このことは、まさに今回の改訂で数学的な思考力や判断力、表現力が重視されている現れである。例えば問題解決の場面において、ある程度の範囲までは頭の中だけで考えたり、場合によっては□や△などを用いて解決していくことができる。しかし複雑な問題を解決するためには、 a や x などの文字を用いた式で考えることが非常に有効であり、さらに思考を深めていくことを可能にする。また文字を用いた式には、自分の思考の過程や判断の根拠を的確に表現し、他者に説明できるよさもある。本単元では、このように文字を用いた式を適切に表すことよさを実感できるような授業を構想していきたい。

一方、算数・数学学習の中で、思考力・判断力・表現力を高めていくには、教師やまわりの友達とのかかわり合いが重要になってくる。算数・数学科において、こうしたかかわり合いをベースとした学習活動の柱になるのが、算数・数学的活動であると考えられる。特に新学習指導要領の中で、中学校1年生における数学的活動の内容の1つとして示されている「数学的な表現を用いて、自分なりに説明し伝え合う活動」を工夫改善していくことが大切である。一般的に「説明する」ということは、「ものごとをわかりやすく工夫して述べること」であり、わかりやすく伝えるためには、お互いに共有できる言葉を用いて、伝える側はうまく表現し、伝えられる側は適切に解釈する必要がある。したがって、「説明し伝え合う活動」においては常にまわりとのかかわりが非常に重要になってくる。また、自分の思考したことを説明し伝えようとすることによって、自らの思考を整理したり、その考えを深め発展させることも可能になり、他者の考えを聞くことで、新たな見方や考え方に気づいたりできる。本単元では、こうした生徒どうしが互いに高め合うことができるかかわりをもたせるために、授業の中で意図的にペア学習や4～5人ごとのグループ学習を取り入れることによって、自分の考えを表出させ、友達に説明する場面を数多く設けていく。

(2) 子どものとらえと本単元のかかわり

本校の1年生は、学習課題に対して意欲的に取り組める生徒が多く、授業中に積極的に発言できる生徒も数多くいる。また4月以降、どのクラスも4～5名で構成される生活班をベースにグループ学習を取り入れているが、話し合うことを具体的に示すことやまとめるためのワークシート、発表用ボードを活用することにより、徐々に活発な話し合いができるようになってきた。最初の「正の数・負の数」の単元では、こうした自分の考えたことを班の中で共有し、みんなで考えたことを表現する活動を繰り返し取り入れていった。具体的には、計算の仕方を見いだす学習において、同符号の2数の加法 [例： $(+2) + (+3)$] から異符号の2数の加法 [例： $(+2) + (-3)$]、そして減法や乗法、除法へと、自分なりに計算の意味についての説明を考え、説明し合う機会をつなげていった。

次の図は、異符号の2数の減法の説明を考えたときの発表用シートの一例である。この班の生徒は、前回までの学習を基にして負の数を水、正の数を炎とした独自のモデルを用いて自分なりに説明を考え発表していった。しかし実際の発表場面では、自分だけ、または自分のグループだけ納得している説明となってしまった。こうした点を明らかにすることによって、生徒の中にはもっと合理的で論理的な説明はできないだろうかという思いが強くなっていった。このように自分たちが考えたことを工夫して説明し、伝え合う活動を繰り返し経験していくことが、思考力・判断力・表現力の育成につながると考える。そこで本単元でも、このようなこれまでの学習の流れを大切にしていきたい。



また今回の学習指導要領の改訂で、小学校算数科における式についての学習の中で再び「数量を表す言葉や□、△などの代わりに、a、xなどの文字を用いる」ことになった。よって今後は、小学校で既に文字を用いた式で関係を表す学習をしていることを前提に、中学1年生では文字式の学習を行うことになる。(しかし現在の中学1年生については、ここで初めて文字を用いた式を扱うことになる。)したがって、今後はより一層、小学校算数科との接続も踏まえた上で、学び直しの機会からも特に文字の式の導入を丁寧に扱う必要がある。実際には、導入場面においては「マッチ棒で正方形の一边を共有するように横につくっていくとき、必要なマッチ棒の本数を求める式を考える」という学習課題に取り組み、言葉や図、式などの多様な表現を用いてその関係が式に表されることを説明する場を大切にすることで、文字を用いることのよさを感じさせたい。

そして、中学校におけるこれからの学習をみたととき、どの単元においても文字を用いた式の活用が行われることになる。よって本単元の学習は、今後の数学を学習する上での基盤となる内容でもある。さらに問題解決の際に、数量の関係を類推や帰納によって発見的にとらえ、その思考の過程を文字を用いた式を使って一般的に説明することの必要性と意味を理解させることも、非常に重要である。そこで最後に文字式の利用として「複雑な計算(6桁の数5つの和)の結果をあらかじめ予想できる」という不思議な計算や「思い浮かべた数を計算していくと、すべての答えが3になる」という不思議な計算のしくみについて考える学習を行う。こうした文字を用いた式の活用の学習は中学2年生以降が中心となるが、中学1年生の段階で意図的に取り入れることで、生徒の思考の幅を広げていきたい。また問題を解決する上で、説明するための数学的な表現手段の1つとして文字を用いることができることにも気づかせたい。

2. 授業の展開計画

(1) 活動展開計画 (全15時間)

次	主な学習活動・内容	時	具体的な学習計画
1	数量を文字で表すこと 「必要なマッチ棒の本数は？」	1 2	<ul style="list-style-type: none"> ・マッチ棒で正方形の1辺を共有するように横につくっていくとき、必要なマッチ棒の本数を求める式を考える。 ・個数や代金などの数量を文字を使って表す。
2	文字式の表し方	3 4 5	<ul style="list-style-type: none"> ・文字式を書くときの約束を理解し、数量を文字を使って表す。 ・文字式がどのような数量を表しているかを考える。
3	式の値	6 7	<ul style="list-style-type: none"> ・文字式の文字に数を代入して、式の値を求める。
4	文字式の計算 文字式の加法、減法 文字式と数の乗法、除法	8 9 10 11 12	<ul style="list-style-type: none"> ・一次式の加法や減法の意味を理解し、加法や減法の計算をする。 ・一次式と数の乗法、除法の意味を理解し、乗法、除法の計算やかっこのついた式の計算をする。 ・必要なマッチ棒を求める式を簡単な式にまとめる。

5	文字式の利用 「不思議な計算のしくみを考えよう」	13	・「複雑な計算（6桁の数5つの和）の結果をあらかじめ予想できる」という不思議な計算についてのしくみの説明を考える。
		14	・「思い浮かべた数を計算していくと、すべての答えが3になる」という不思議な計算についてのしくみの説明を考える。
		15	・不思議な計算（1）（2）について、計算のしくみの説明をまとめ、自分でオリジナルの問題を考える。

(2) 評価計画

次	時	数学への 関心・意欲・態度	数学的な 見方や考え方	数学的な 表現・処理	数量、図形などについて の知識・理解	数学科における思考力・ 判断力・表現力
1	1 2	正方形の個数と必要なマッチ棒の本数の関係を式に表そうとしたり、いろいろな数量関係を文字を使って表そうとしたりする。	文字を使うと、必要なマッチ棒の本数などいろいろな数量が一般的にかつ簡潔に表されるよさを理解している。	必要なマッチ棒の本数や個数、代金などの数量を、文字を使って表している。	必要なマッチ棒の本数などを表すのに、文字を用いることの必要性和意味を理解している。	必要なマッチ棒の本数を求める式を、言葉や図などの表現方法を用いて、自分なりに筋道立てて説明している。
2	3 4 5	文字を書くときの約束に関心をもって、数量を文字で表したり、文字式から数量を読み取ったりしようとしている。	文字を使った式が、計算のしかただけでなく、結果も表しているともみることができ、文字式がどのような数量を表しているかを考えている。	文字式を書くときの約束にしたがって、数量を文字を使って表している。	文字を書くときの約束を理解している。	×や÷の記号を省略することの必然性を、乗除優先の計算順序や帯分数などの加法記号の省略との比較によって自分なりにまとめている。
3	6 7	文字に値を代入して、式の値を求めようとしている。	文字の値を式に代入して求めた値から、文字式が表す数量の意味をとらえている。	文字に値を代入することで、式の値を求めている。	代入する、文字の値、式の値の意味を理解している。	一つ一つの式に数を代入しながら帰納的に確かめることで、文字は数の代わりで式は計算結果を表していることを自分なりに説明している。
4	8 9 10 11 12	文字を用いた式の計算に関心をもち、数の計算と対比しながら進んで文字式の計算をしようとしている。	文字を用いた式の計算も数の計算と同じようにみて計算の方法を考えている。	一次式の加法や減法の計算を正確にしている。 一次式と数の乗除法、かっこの計算を正確にしている。	項、係数、一次式などの用語を理解している。 一次式における項のまとめ方や乗除の計算の仕方を理解している。	既習の数の計算から類推して、文字を用いた式の計算の仕方を考え、自分なりに説明している。
5	13 14 15	不思議な計算のしくみに関心をもち、そのしくみを文字式を使って説明しようとしている。	不思議な計算のしくみを説明するために、文字式を用いて、一般的な説明ができることに気づき、一般的に考察している。	不思議な計算のしくみを説明するために、文字式を使って表現し、説明している。	文字式を用いることによって、不思議な計算のしくみが説明できることを理解している。	類推や帰納によってみつけた不思議な計算のしくみを、文字式を用いることによって演繹的な説明ができるよう自分なりにまとめている。

3. 授業の実際

本单元の中で、特に数学科における思考力・判断力・表現力の育成をめざした具体的な実践事例として、次の2つの取り組みを紹介する。

(1) 言葉や図などの表現方法を用いて、説明する学習活動（1次1時間目）

～文字の式の導入「必要なマッチ棒の本数は？」より～

この学習で扱う「正方形をつくるのに必要なマッチ棒の本数を考える」という課題は、東京書籍の教科書等でも取り上げられている導入課題である。本時の最終的なねらいは、正方形をつくるのに必要なマッチ棒の本数を一般的に表現する場合を通じて、文字を用いることのよさを感じさせることである。その思考の過程の中で、実際にマッチ棒を使いながら考えたり、言葉や図を利用しながら必要なマッチ棒を求める式を何通りも考え出すことができる課題であり、多様な考え方を工夫しながら自分でまとめ、まわりの友だちに説明し合う場面を大切にしていた。

①展開

i) 課題をつかむ場面

[課題] マッチ棒を並べて横に正方形をつくるのに必要なマッチ棒の本数を考えよう。
正方形が20個のとき、必要なマッチ棒の本数を式で求めるにはどうしたらよいでしょうか。



実際にマッチ棒を用いて具体的な操作を取り入れながら、正方形を1個、2個、・・・5個、10個、20個・・・50個、100個の場合を考えていった。

ii) 自分で考える場面

「正方形が20個のとき、必要なマッチ棒の本数を式で求めるにはどうしたらよいか」について、ワークシートに自分でできるだけ多様な方法を考えまとめていった。

iii) 説明し合う場面

まず各自で考えた説明を班の中で発表し合い、その後学級全体で多様な考え方を共有しまとめる場をもった。

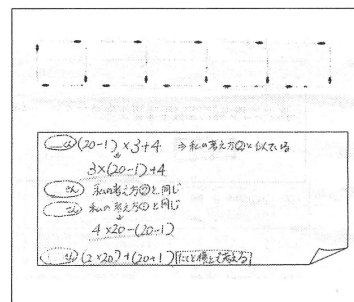
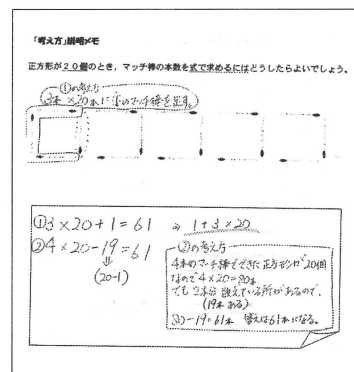
iv) まとめる場面

求めた式を、正方形の個数を x とした文字の式で表し、数量を文字を用いた式で表すことをまとめた。

ただし、ここでは $1 + 3 \times x$, $4 + 3 \times (x - 1)$, $2 \times x + (x + 1)$, $4 \times x - (x - 1)$ と書き直すが、式を計算して簡略化し、 $1 + 3x$ と統一することは後の文字式の計算（4次11時間目）に行った。

②考察

実際の授業では、上記にあるように必要なマッチ棒の本数を求める多様な方法を生徒から引き出すことができた。「何がわかれば、必要なマッチ棒の本数が求められるだろうか」「例えば、5個のときはどうだろうか」「何かきまりはないだろうか」「もっとわかりやすく工夫した説明はできないだろうか」など、まず生徒の思考を促し、表現することを促すような発問を心がけた。また思考したことをまとめるための手立てとしてワークシートの中に「考え方説明メモ」欄を設け、説明することを意識して自分の考えを記入していくようにしていた。右上のワークシートは、その際の生徒の書いたものであるが、言葉や図など自分なりに工夫している生徒が多数いる。しかしまだ説明としての表現が不十分なものが多く、説明し合う場面でもこうした課題が顕著に現れた。説明するという活動を



より充実させていく必要があるといえる。

(2) 文字式を用いて、一般的に説明する学習活動（5次13～15時間目）

～文字式の利用「不思議な計算のしくみを考えよう」より～

この学習で扱う「不思議な計算」という課題は、生徒の知的好奇心をくすぐり、算数・数学のおもしろさを体感させることができる題材である。必要な計算は基本的な四則計算であり、小学生でも楽しむことができる。また負の数を学習した中学1年生にとっては、数の範囲を広げて考えることもできる。そして文字の式を学習したことによって計算のしくみが一般的に説明できるようになる。

今回は特に、生徒に「自分が思考したことをどのように説明したらよいか」ということを考えさせる場を大切にしたい。「なぜ計算の答えをあてることができるのだろうか」「なぜ答えがいつも3になるのか」について、どんな数でも成り立つことを一般的に説明するためには文字を用いた式の計算が使えるということに気づき、文字式という数学的な表現を用いて、自分なりに説明し伝え合う学習活動を取り入れていった。

①展開

i) 課題をつかむ場面

それぞれ13, 14時間目に不思議な計算①, ②に取り組んだ。いずれも生徒が驚くような導入を工夫し、「なぜ?」という疑問を引き出すことを意識した。

ii) みんなで考える場面

まず不思議な計算のきまりをみつけること、例えば不思議な計算①では「答えが最初の数に200万を加えて2引いたものになっていること」「2番目の数と4番目の数を加えると999999になっていること」「3番目と5番目も同様になっていること」など、また不思議な計算②では「最初に思い浮かべた数がどんな数でも最後の答えが3になっていること」などを考えていった。ここでは、帰納的にいろいろな数をあてはめて確かめようとする生徒が多数見られた。そして次の段階として、なぜ、そうなるのかを説明するための手立てを考えた。「どんな数でも成り立つことを説明するためにはどうしたらよのだろうか」などの発問から、文字を用いることによって説明ができそうなことを確認していった。

iii) 自分で説明を考え、まとめる場面

みんなで考えたことをもとに、文字を用いた式を利用して不思議な計算の説明を考え、まとめる活動に取り組み、まとめたものを班の中で相互に伝え合う活動を行った。

不思議な計算①

[例]	5 8 9 1 7 4
	8 4 0 2 5 6
	3 4 7 9 1 8
	1 5 9 7 4 3
+	6 5 2 0 8 1

不思議な計算②

- ある数を1つ思い浮かべる。
- その数に3を加えてください。
- その答えを4倍してください。
- その答えから6をひいてください。
- その答えを2でわってください。
- その答えからはじめに考えた数の2倍をひいてください。

○不思議な計算(1)のしくみを説明しよう。

$$\begin{aligned} & \begin{array}{r} a \\ c \\ d \\ +e \end{array} \\ & (a+b+c+d+e) \\ & = a + (b+d) + (c+e) \\ & = a + (999999 + 999999) \\ & = a + 1999998 \\ & \quad \downarrow \text{これは} \\ & \quad 2000000 - 2 \\ & \quad \alpha \text{に } 2000000 \text{ をたすと} \\ & \quad 1999998 \text{ たすと } \alpha \text{ にならないので} \\ & \quad -2 \text{ をします} \\ & \quad \text{そうするとこの計算ができます。} \end{aligned}$$

○不思議な計算(2)のしくみを説明しよう。

<p>ある数 x ①</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>x に 3 をたす ②</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>4 をかける ③</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>6 を引く ④</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>2 で割る ⑤</p>	<p>はじめの数の2倍を引く ⑥</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>$2x + 3 - 2x$</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>$2x$ がなくなり 3 になる</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>3</p>
---	---

⑤
 $(4x + 6) \div 2 = 2x + 3$

iv) 発展させる場面

今回の学習をレポートにまとめ、さらに発展的に自分でオリジナル問題づくりに取り組んだ。

②考察

この学習は本単元の最後であり、これまでこの単位を通して自分なりに考えたことをまとめ説明する活動を繰り返し行ってきた。「友達と協力して考えながら、自分が一番納得できる説明を考えることができたので良かったです。」これは生徒の学習のふりかえりの一部である。生徒の「説明し伝え合う活動」への意識の高まりが伺える。また「説明しようとする」と難しくてなかなかできなかったけど、班のみんなと協力すると課題が解決できた。」といったふりかえりも多く、まわりとのかかわりも学習を進める上で重要な役割を果たしているといえる。

次に学習内容に関する生徒の感想を紹介する。「今日の授業で学んだことは、不思議な計算のしくみを見つけると簡単に計算できることと、そのしくみを説明するには初めの数を文字にかえて考えるとよいということがわかりました。」「ある数を文字にして答え(3)を出すように努力しましたが、考え方が難しかったです。」「説明の式の意味がわかった時、すごくすっきりしました。文字をあてはめ、順番に1つずつ式を計算していくことが大事だと思いました。」など、生徒にとっては文字を用いた式を使って一般的に説明するという経験は初めてのことであり、かなり難しく感じたようだが、その分、理解できたときの充実感も大きかったようである。今後、中学校数学では文字を用いた式によって一般的に考え、演繹的な考え方をもとに説明する機会も多くなる。このような数学的な表現の仕方を学ぶ機会を意識しながら授業を行っていくことが大切であると感じた。しかし今回の学習は、中学1年生にとっては発展的な学習内容であり、実際には理解が不十分な生徒も多い。生徒の思考力や表現力を高める上でも、数学的な表現方法を丁寧に取り扱っていく必要がある。

4. 成果と課題

本単元の学習を進める上での柱として、「説明し伝え合う活動」の機会を多く設定し取り組んだことによって、生徒の「説明」に対する意識は徐々に変容してきた。自分の考えたことをまとめ、「わかりやすく説明する」ためには、いくつかの条件がある。その1つが、言葉や図、そして文字を用いた式など数学的な表現を適切に活用してまとめていくことであり、自分でまとめたものをベースにしてさらにまわりの友達とのかかわりによって、より高めていくことができるようになってきた。またわかりやすく説明するには、特に算数・数学科では根拠を明らかにして論理的に、つまり筋道を立てて自分の考えを説明することが必要である。その手立てとして、ワークシートの中に「考え方説明メモ欄」を設け、後で説明できるように自分の考えを簡潔に記述させたことは有効であった。しかし、記述したワークシートや実際の説明を聞いているとまだまだ不十分な生徒が多い。また数学特有の言語表現、例えば「正方形の個数をn個とする」「最初の数をaとする」など生徒にとってはまだ慣れていない表現であり、こうした数学学習の中で説明する上での適切な表現をする力も高めていく必要がある。

説明するという活動は、単に表現力を高めるだけでなく、上述したように筋道を立てて説明するということは論理的に考えることが必要であり、よって思考力や判断力を高めることにつながる。今後も一貫教育おける発達段階や系統性を踏まえながら、「説明し伝え合う活動」を意識した授業づくりを通して算数・数学科における思考力・判断力・表現力の育成を図っていきたい。

(文責 後藤 幸広)

〔参考文献〕・中学校数学の教材開発・授業プラン1年(下田好行編, 学事出版, 2008年12月)

