

# 小中学校をつなぐ関数指導の一方策

— 7人の児童生徒の活動に着目して —

東條みどり\*, 金児 正史\*\*

(キーワード: 小中接続, 関数, 比例, 表・式・グラフ)

## 1 問題の所在

筆頭筆者の置籍校では、学習や様々な活動に積極的に取り組み、数学に興味がある生徒や数学の学習が楽しいと感じる生徒が多い。また、基本的な知識技能は身に付いている生徒が多く、正答を導き出すことには長けている。しかしながら、正答を導くための知識技能の背景にある原理や概念の理解は不十分であることも頻繁に見受けられ、答えを出すまでの過程を正確に示したり筋道立ててその考え方を説明したりすることに、課題がある。こうした実態のもとで、教師は、与えられた問題が解決できるように、児童生徒の知識技能を育成するだけでなく、それらの背景を能動的に知ろうとする意欲の喚起や、既存の知識技能を活用して新しい課題を解決する力の育成が必要である。したがって教師は、柔軟に活用可能な知識技能（以下、生きて使える智とする）を、児童生徒が獲得できるように、指導内容と指導方法を綿密に検討しなければならない。生きて使える智を育てることは、幼小の発達段階から必要であることはいうまでもない。

附属中学校は附属小学校から7割程度の生徒が進学する環境である。筆者らは、この環境を活用して小中接続をもくろみながら、生きて使える智を育てる指導の確立を目指そうと考えた。学校間の接続を意識した授業の実践力を高めるためには、教師は小中高等学校の学習内容がどのように接続しているのか理解していることが必要不可欠である。中学校の教員が小学校と高等学校を視野に入れた系統性のある指導観や学習内容を広く把握しておくことが必要である。こうした小中高等学校を見通した学習指導の考え方は、次期学習指導要領にも明記されている。中学校学習指導要領（平成29年告示）（文部科学省，2017b, p.23）は「小学校学習指導要領を踏まえ、小学校教育までの学習の成果が中学校教育に円滑に接続され、義務教育段階の終わりまで」に資質・能力を確実に身に付けること、「中等教育6年間を見通した計画的かつ継続的な教育課程を編成すること」のように小学校、

中学校、高等学校等の学校段階間の円滑な接続の重要性を説いている。そこで本研究では、生きて使える智を育てるために、小中学校をつなぐ授業を計画し、その実践を通して、授業実践から見えた課題とその対応策を探ろうとした。

なお、鳴門教育大学と附属学校園は幼小中一貫型教育を目指している。その取組の一つとして、数学科に関する教育目標の設定、教育課程の編成、教育組織・体制の整備の計画実践等が求められている。筆者らは、本研究がその一助ともなると考えて研究を進めた。

## 2 学校間接続の領域として関数を取り上げた理由

筆頭筆者の中学校数学の授業での経験から、「関数が分からない」「関数が難しい」「関数の問題が苦手である」といった生徒の声を、何度となく聞いてきた。それは、関数が生きて使える智となって、活用できていないからではないかと考えられる。生徒が関数の学習内容を正確に理解し、生きて使える智とするには、根幹である関数の概念を十分に理解し、関数的な見方ができるようになることが必要である。

関数は他の領域以上に系統性が強い。小中学校の関数に関わる学習は、小学校5年で、簡単な比例の学習を行い、小学校6年で、比例の特徴を調べたり反比例の関係について学習したりする。そして、中学校の3年間で、改めて比例、反比例を学習するとともに、関数の概念や一次関数、2乗に比例する関数について学習する。さらに高等学校で、二次関数、三角関数、指数関数、対数関数などの学習へと発展していく。だからこそ小学校から始まる、学校種を超えた関数の学習の系統性を、小中高等学校の教師が理解した上で、目の前の児童生徒に指導することが必要である。このことに筆者らは着目し、小中高等学校の算数・数学の学習に関連する、しかも児童生徒が苦手意識を持つ関数の領域や単元の指導の改善に取り組もうと考えた。

\*鳴門教育大学附属中学校

\*\*鳴門教育大学 高度学校教育実践専攻（教職系）

また筆者らは、校種を超えた学校間接続の指導に着目した。学校現場を見渡しても、教師が学習内容を系統的に理解し、それらのつながりを意識した指導が十分にできていないと言いがたい。一方、どのような指導をすれば児童生徒の理解が進むのか、悩みを抱えつつ指導している教師が多いのも事実である。平成13年度小中学校教育課程実施状況調査報告書中学校数学<sup>1)</sup>では、比例や反比例についての理解が小学校で学習した数の範囲にとどまっていることを指摘し、その工夫改善を求めている。熊倉(2003)は、学ぶ意義を実感させる関数の指導に関する研究<sup>2)</sup>を行い、関数の理解を深めるためには、関数の導入場面で比例や一次関数以外にも様々な関数を扱うことが重要であると述べている。また、変化を調べるための方法としての表、式、グラフについて、それぞれの特徴を理解させた上で、特に表を基にして変化を調べていく活動を積極的に取り入れるべきであると述べている。

筆者らは、関数の領域を取り上げ、特に小中接続に着目して学習指導の内容と方策を探り、関数が苦手に感じる生徒を少しでも減らすことを目標と位置付けた。そして、次期学習指導要領が主張するように、具体的な事象を数学的に捉え関数を活用して考察する場面を設定するとともに、熊倉の研究成果を援用して、関数の導入時に比例以外の他の関数を取り上げることとした。また、熊倉が指摘する関数の導入場面を、筆者らは小学校6年と中学校1年の学習内容に位置付け、小中接続の関数指導について系統性を重視しながら学習指導案を立案し、授業実践することを通して、課題を明確にすることにした。

### 3 研究のねらいと方法

本研究のねらいは、関数に関する小学校の接続授業と、中学校の接続授業の、両校種で行う接続授業(以下、本授業とする)を計画・実践し、授業における児童生徒の反応を捉えることで、本授業の評価を行い、関数の指導における配慮事項を明確にすることである。そこで、次に示す手順で本研究を進めた。

- 1) 関数の領域や単元について、小中高等学校の学習指導要領や学習指導要領解説を検討し、小中学校の関数指導の接続に際して配慮すべき点を明確にする。
- 2) 小中学校の教科書を用いて、関数の領域の学習内容を検討し、本授業における指導目標を明確にする。
- 3) 教材の取り扱いを検討し、学習指導案を作成する。
- 4) 本授業の成果と課題を評価するために、小学校の接続授業の前後、及び中学校の接続授業の前後に実施する、合計4回の調査問題を作成する。
- 5) 上記4)で作成した調査問題を、小学校及び中学校の接続授業の前後に実施する。
- 6) 本授業を実施する。

7) 本授業の成果と課題を、調査問題を通して分析・考察する。特に、小学校の事後調査で特徴的な反応を示した7名の児童に着目し、彼らの全調査問題における反応を分析・考察する。

8) 上記7)の分析・考察と本授業における児童生徒の反応から、関数指導に関する配慮すべき点を明確にする。

## 4 関数に関する小中学校の接続授業の構想と内容

### (1) 本授業の構想

本授業を構想するにあたり、小中学校の学習指導要領解説と、それぞれの教科書を利用して、指導内容の確認を行った。その上で、本授業の指導目標を確定した。

#### ① 学習指導要領解説による小中学校の指導内容の確認

小中学校の学習指導要領解説の、小学校「D 数量関係」と中学校「C 関数」の指導のねらい<sup>3)</sup>および配慮すべき事柄等<sup>4)</sup>を確認した。

学習指導要領解説の指導のねらいでは、小学校で求められている力は、関数の考え(数量や図形の変化や対応の規則性に着目して問題を解決していく考え)によって数量の関係を理解することであるのに対し、中学校では関数関係を見いだして考察する能力を養っていくことが求められている。また、小学校ではすでに与えられている二つの数量について考察することにとどまっているが、中学校では、事象の中から二つの数量を自ら見つけ出し、その関係について考察することが求められている。

学習指導要領解説の配慮すべき事柄等では、小学校は、二つの変数に着目すること、主に表を用いて変化や対応の特徴を調べることを通して関数の考えを定着させることに重点がおかれている。中学校は、負の数まで拡張すること、文字式との関連を重視することが新たに加わり、さらに関数の概念や性質を理解することや、表、式、グラフを関連付けて調べることも必要とされている。

関数の定義を学習するのは中学校1年で、小学校段階では、比例や反比例についての学習はするが、変化や対応の規則性に着目して二つの数量の関係を考察する程度にとどまっている。また、小学校では、グラフより表を用いることを重視している。一方、中学校では、表、式、グラフで表すことのよさを感じ、それらを用いて表すことで能動的に関数の特徴を見いだすことなどが求められている。小中学校ともに、表などを用いて関数の特徴を調べるのであるが、小学校と中学校の間には、指導内容の目的や内容にかなりの違いがある。

#### ② 教科書による小中学校の指導内容の確認

次に、学習指導要領解説が示している小中学校の差異を、教科書で確認した。そこで、附属小学校と附属中学


校が使用している教科書（啓林館）の小学校6年「比例と反比例」と中学校1年「変化と対応」の単元を比較した。その結果、小中学校でともに学ぶ学習内容でも、その扱い方に差異があることが明らかになった。

例えば、小学校では、表を用いて $x$ と $y$ の変化のようすに着目し比例を定義しているが、中学校は、式を用いて定義している（図1）。また、小学校では、表は $x$ の変域（以下、定義域とする）が1（分）から始まっているが、

中学校では、定義域が0（分）から始まっている（図2）。細かなことであるが重要な違いとして、小学校の表には、対応する値の組と組の間を区切る縦の線があり、中学校の表には、その縦の線がない。定義域が連続量でも、小学校では離散的に考えることが強調されている印象があり、中学校では変数を連続する実数として扱う場合があることを意識させようとする違いが表れている。

ともなって変わる2つの量 $x$ 、 $y$ があって、 $x$ の値が2倍、3倍、……になると、 $y$ の値も2倍、3倍、……になるとき、 $y$ は $x$ に比例するといえます。

⑥では、 $x$ は時間、 $y$ は水の深さです。



〔わくわく算数6 p.130（啓林館）〕

---

$y$ が $x$ の関数で、その間の関係が、 $y = ax$   $a$ は定数で表されるとき、 $y$ は $x$ に比例するといえます。また、定数 $a$ を比例定数といえます。比例の関係 $y = ax$ を、関数 $y = ax$ ということもあります。

〔未来にひろがる数学1 p.110（啓林館）〕

図1 小中学校の比例の定義

1 128ページの⑥の時間と水の深さは、どんな変わり方をしているか、くわしく調べてみましょう。

時 間(分)	1	2	3	4	5	6
水の深さ(cm)	2	4	6	8	10	12

〔わくわく算数6 p.130（啓林館）〕

---

前ページの線香を燃やす実験で、火をつけてからの時間 $x$ 分と燃えた長さ $y$  mmの関係は、次の表のようになりました。

$x$	0	1	2	3	4	5	6	7
$y$	0	3	6	9	12	15	18	21

〔未来にひろがる数学1 p.110（啓林館）〕

図2 小中学校の表の表し方

### ③ 本授業の指導目標の設定

小中学校の学習指導要領解説や教科書の分析を通して、小学校6年や中学校1年では関数関係を見いだすことを目標にしているが、さらに学習が進んだ段階では、関数を捉えられることが目標となっていることも分かった。しかし、関数関係や関数の指導をどの学年でどのように扱うとよいか、その手立てまでは明確に示されていない。一方熊倉（2003）の主張では、複数の関数を扱いながら考察を深めることの重要性を指摘している。そこで筆者らは、小学校の接続授業では、関数関係の理解をさらに一歩進めて、独立変数と従属変数の違いを意識した、小学校6年の指導を目指した。また本授業では、具体的な事象を扱い、児童生徒自らがその事象の中から変数を取り出す学習活動を盛り込むことにした。一見すると、学習内容の先取りにもとられかねないが、関数の意味理解を深める布石に位置付けることができると考えた。

そこで、小学校6年と中学校1年の指導内容のうち、重複する部分について、統合して学習指導案を作成し、本授業の指導目標に関連性を持たせるとともに、中学校1年の指導において、中学校2、3年、あるいは高等学校

まで視野に入れた指導目標も設定することにした。筆者らが考えた小学校6年での接続授業と、中学校1年での接続授業の指導目標は、図3、4のとおりである。

- ⑦具体的な事象の中で、授業者が与えた独立変数に伴って変わる数量（従属変数）を自ら取り出すことができる。
  - ①関数関係について知る。
  - ②座標の概念を知る。
  - ⑤比例しない関数関係について、表やグラフを用いて表すことができる。
  - ④表やグラフの表し方を相互に関連付けて理解できる。

図3 小学校の接続授業の指導目標

指導目標①と⑦は中学校1年の指導目標、指導目標⑤は中学校2年の指導目標、指導目標⑦と④は中学校3年間を通して養うことをねらった指導目標である。これらの指導目標は、単に中学校での指導を先取りするというのではなく、児童生徒が主体性を持って、小中高等学校と段階的に関数を理解していくための基盤となる小学

校での学習を充実させることをねらいとしている。

- ㊸ 具体的な事象の中から変数を自ら取り出すことができる。
- ㊹ 具体的な事象から取り出した変数の中から関係のある二つの変数を見つけるとともに、独立変数と従属変数を明確に捉え、「…は…の関数である」と表現できる。
- ㊺ 式の後ろに  $x$  の変域をつけるなど、変域について正確に表現できる。
- ㊻ 変域を負の数まで拡張し、小学校で学習したグラフとの相違点を意識し、グラフを理解することができる。
- ㊼ 比例しない関数（一次関数）の関係について、表、式、グラフで表し、比例の関係と比較することができる。
- ㊽ 表、式、グラフを関連付けて、変化や対応の特徴を考察することができる。

図 4 中学校の接続授業の指導目標

指導目標㊸と㊹は小学校の接続授業の指導目標㊶と㊷との関連がある。中学校学習指導要領解説の「C 関数」の指導のねらいで「具体的な事象の中から二つの数量を取り出し、それらの変化や対応を調べることを通して、関数関係を見だし表現し考察する能力を3年間を通して徐々に高めていくことが大切である。(pp.44 - 45)」に示されていることから、強調して扱った。指導目標㊺は中学校1年の指導目標であるが、特に定義域については、高等学校での表記の仕方まで扱うこととした。指導目標㊼と㊽も中学校1年の指導目標であるが、指導目標㊸と㊹との関連を意識した。指導目標㊺は中学校2年の指導目標であるが、指導目標㊽との関連を意識した。

(2) 本授業の概要

本授業の指導目標を達成するために、小学校は3時間、中学校は9時間の指導計画を作成し、授業実践を行った。それらの授業における学習内容の概要を次に示す。

<小学校の接続授業における学習内容>

- [1] 独立変数に伴って変わる数量を取り出す。
- [2] 水を入れ始めてからの時間と水の深さの関係について、表、式、グラフに表し、その特徴を調べる。
- [3] 水を入れ始めてからの時間とそれに伴って変わる数量の関係について、表、グラフに表し、その特徴を説明する。
- [4] 関数の定義と座標について知る。

<中学校の接続授業における学習内容>

- [5] 具体的な事象の中から変数を取り出す。
- [6] 関数関係の意味と「(従属変数)は(独立変数)の関数である」という表現を知る。
- [7] 比例の関係について、表、式に表し、変化や対応の特徴を調べる。

- [8] 変数を負の数にまで拡張する。
- [9] 比例定数が負の数の比例の関係について、表、式に表し、変化や対応の特徴を調べる。
- [10] 条件が与えられた比例の関係について、式に表したり対応する値を求めたりする。
- [11] 座標について知る。
- [12] 比例のグラフをかく。
- [13] 比例のグラフの特徴を見いだす。
- [14] 比例の関係を、表、式、グラフに表したときの相互の関連について考える。
- [15] 具体的な事象の中で、ともなって変わる二つの数量の関係について、表、式、グラフで表し、その特徴を説明する。
- [16] 一次関数について知ることで、比例の関係についての理解を深める。

なお、小学校の接続授業では、具体的な事象として、直方体の水槽に水を入れる事象(図5)を、中学校の接続授業では、2台のケーブルカーが下駅と山上駅間を走る事象(図6)を一貫して扱うこととした。

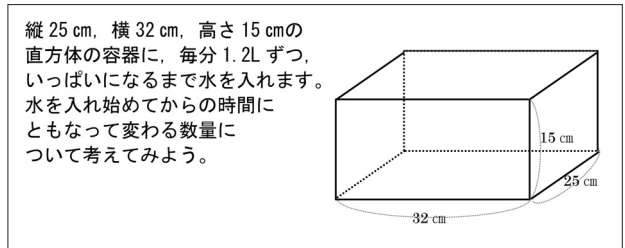


図 5 小学校の接続授業で用いた事象

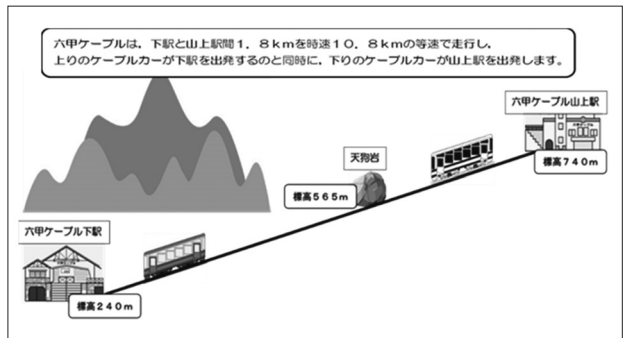


図 6 中学校の接続授業で用いた事象

(3) 授業の実際

本授業の学習内容 [1] から [16] までのうち、学習内容 [3], [5], [6], [9] で、児童生徒の特徴的な学習活動が見られた。学習内容 [3] ではジグソー学習の手法を用いて、児童が比例や一次関数の関係を表す表、グラフの特徴を深く理解する学習で、積極的な対話が見られる活動が多かった。学習内容 [5], [6] では、具体的な事象の中から関係する2変数を生徒が自ら見だし、関数として捉える学習で、2変数を独立変数と従属

変数としての確に捉えるなど、ここでも主体的な活動が見られた。学習内容〔9〕では、比例定数や変数が負の数まで拡張された場合について考察した。この学習は、正の数の範囲で捉えてきた比例について、その特徴を拡張する場面であるが、生徒は筆頭筆者が予想していた以上に混乱し、特徴を整理しなおす活動に時間を要した。本稿では、生徒の混乱が見られた学習内容〔9〕に限定して、授業の実際を示す。

学習内容〔9〕は、中学校の第3次の授業にあたる。この授業では、図6の事象における下りのケーブルカーの進んだ時間と距離の関係を用いて、比例定数が負の数の場合の比例について学習した。どのような表になるか、生徒に確認する場面では、 $x$ の値に対応する $y$ の値を、図でその位置を確認しながら考えるように促した。下りのケーブルカーが天狗岩を通り過ぎて1分後、つまり $x = 1$ のとき、ケーブルカーは天狗岩より50m下ったところにいるので、 $y = -50$ となること、また、下りのケーブルカーが天狗岩を通り過ぎる1分前が $x = -1$ のときにあたることなど、変数が負の数の場合についての確にイメージし、対応する $x$ と $y$ の値を正確に見いだすことが、生徒にとってはとても難しいことだった。

表と式をつくった後に、この二つの数量が比例かどうか問いかけた学習場面では、「比例ではない。」「なんとなく比例じゃないような気がする。」という意見の生徒が予想以上に多かった。なぜ比例ではないのかとその理由を聞くと、「今まで比例というと、上に上がっていくものしか見たことがないんで、下に下がっているものは比例じゃないんじゃないかという気持ちがしてきた。」という迷いがある発言が出された。一方、比例だと正しい判断をした生徒は「 $x$ が増えると $y$ は減っている。でも $x$ が2倍になると、負の数だけ $y$ も2倍になっています。」「式の形をみると、 $y = ax$ になっている。」といった理由を述べた。比例でないと考えた理由として挙がっていた「 $x$ が増えたとき $y$ が減っているから。」という反応は、平成13年度小中学校教育課程実施状況調査報告書中学校数学の考察にある、比例の「性質や特徴の理解が正の数の範囲にとどまっていること」による課題そのものである。ただ、比例ではないと思った生徒や迷っていた生徒も、小学校で学習する比例の定義が表から見いだせることを確認すると、皆納得していた。また、中学校の比例の定義を示されたときに、式の形で比例であると分かるのは便利だと気付く生徒もいた。

筆頭筆者は、小学校で扱った比例の事例はすべて $x$ の値が増えたとき $y$ の値も増えていたことを根拠にして、 $x$ の値が増えたとき $y$ の値も増えなければ比例ではないと誤った概念（以下、素朴概念とする）を持っている生徒がいることに、授業中に気が付いた。そこで筆頭筆者は、小学校で学習している表の変化のようすに着目した

比例の定義や中学校で学習した式による比例の定義にあてはまるかどうかを丁寧に確認し、 $x$ の値が増えたとき $y$ の値が減る比例の事象があることを強調した。

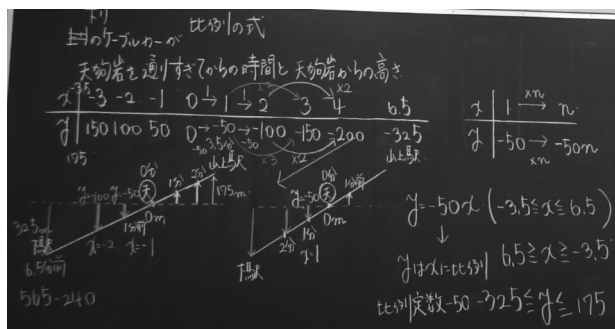


図7 学習内容〔9〕の板書

## 5 本授業の評価

本研究では、小学校の接続授業前後と中学校の接続授業前後に、それぞれ事前調査と事後調査を行った。そして調査問題の分析を通して、本授業における指導目標の達成度や指導の成果と課題を見いだそうとした。以下に、4回の調査問題の概要を示す。

### (1) 調査問題の概要

小学校の接続授業前の2018年2月上旬に、附属小学校6年生94人<sup>5)</sup>を対象に、事前調査問題（以下、小学校プレ問題とする）とアンケートを実施した。アンケートは、比例や反比例の学習に対する質問、中学校数学の学習に関する興味関心を問う質問を行った。同じ児童を

〔問1〕次の図のように、平行四辺形の底辺の長さを3cmに決めるとき、高さが変わるにつれて面積は変わります。このような平行四辺形の高さと面積の関係について、次の問いに答えなさい。（図は略）

- ① 底辺が3cmの平行四辺形の高さと面積の関係を、下の表に表しなさい。
- ② ①の表から分かることを、すべて答えなさい。
- ③ 底辺が3cmの平行四辺形の面積は、高さに比例するといえますか、いえませんか。また、その理由を説明しなさい。
- ④  $x$ と $y$ の関係を式で表しなさい。ただし、平行四辺形の高さを $x$ cm、面積を $y$ cm<sup>2</sup>とします。
- ⑤  $x$ と $y$ の関係を表すグラフをかきなさい。また、このグラフの特徴を答えなさい。
- ⑥ 面積以外に、底辺が3cmの平行四辺形の高さが変わると、それにもなって変化する数量を答えなさい。

〔問2〕長さ6cmのろうそくを燃やしたところ、毎分5mmずつ燃えました。このとき、火をつけてからの時間が変わるにつれて、ろうそくの長さは変わります。火をつけてからの時間とろうそくの長さの関係について、次の問いに答えなさい。

図8 小学校プレ問題

〔問1〕 次の図のように、直方体のたての長さを2cm、横の長さを3cmに決めたとき、高さが変わるとつれて体積は変わります。このような直方体の高さや体積の関係について、次の問いに答えなさい。(図は略)

〔問2〕 みどりさんは、家から1.2km離れた公園まで、分速80mで歩きました。家を出発してから時間と公園までの残りの道のりとの関係について、次の問いに答えなさい。

図9 小学校ポスト問題

対象に、小学校の接続授業後の2018年3月上旬に、事後調査問題(以下、小学校ポスト問題とする)を実施した。さらに、中学校の接続授業前の2018年7月上旬に、附属中学校1年生131人を対象に、事前調査問題(以下、中学校プレ問題とする)を実施した。同じ生徒を対象に、中学校の接続授業後の2018年10月上旬に、事後調査問題(以下、中学校ポスト問題とする)を実施した。

この4回のすべての問題では、図8～図11に示すように、大問1では比例する事象、大問2では比例しない事象をそれぞれ扱った。中学校ポスト問題の大問3は、図11に示した反比例の事象を取り上げた。すべての大問において、表をつくること、表から分かること、比例するといえるかどうかとその理由、式をつくること、グラフをかくこと、グラフの特徴、変数を見つけることなどを問いかけ、ほぼ同質の問題とした(図8)。

〔問1〕 6kmを4分で走る車があります。この車が同じ速さで走ったときの時間と進んだ距離の関係について、次の問いに答えなさい。

〔問2〕 下の図のような窓があります。この窓を開けるとき、開けた部分の横の長さが変わるとともなって、開けた部分の周囲の長さが変わります。この窓を横に10cm開けたとき、開けた部分の周囲の長さ(下の図の点線の長さ)は120cmでした。このとき、次の問いに答えなさい。(図は略)

図10 中学校プレ問題

〔問1〕 8kmを6分で走る列車があります。この列車が同じ速さで走ったときの時間と進んだ道のりの関係について、次の問いに答えなさい。

〔問2〕 小学校ポスト問題の大問2と同一問題

〔問3〕 多目的ホールに椅子を横に $x$ 脚、縦に $y$ 脚ずつ並べて、ちょうど60脚にしたい。次の問いに答えなさい。(図は略)

図11 中学校ポスト問題

(2) 調査問題の全般的な分析

小学校で実施した接続授業前のアンケートでは、8割

程度の児童が、「比例と反比例で学習したことはほぼ理解できている。」「中学校での数学の学習は楽しみである。」と答えている。また、小学校6年で学習した比例と反比例の学習で難しいと感じたことについては、「比例しているか、反比例しているか、それ以外か見分けること、また、その理由を言葉で答えること」と答えている児童が47%(44人)、「グラフをかくこと」と答えている児童が31%(29人)いた。4回の調査問題のうち、表と比例の定義についての通過率を表1にまとめた。

小学校プレ問題では、既習内容である比例の関係における問いや表の作成などは、9割程度の児童が正答しており、十分に知識技能を習得しているといえる。しかしながら、小学校ポスト問題では、比例しない事象についての問いが、小学校プレ問題と比べて通過率が下がった。筆頭筆者は、速さに関する事象を扱ったことが要因となっている可能性があるのではないかと考えた。

中学校プレ問題の大問1では、比例する理由を「時間が進むと距離が増えるから」や「時間が1分増えるごとに距離も1.5kmずつ増えているから」のように、増減や変化率を根拠とする誤答の生徒が8%、無解答の生徒も8%いた。中学校プレ問題の大問2では、比例しない事象を、誤って比例すると答えた生徒が16%いた。そのうち67%の生徒が、誤った表をつくっていた。中学校ポスト問題の大問2は、小学校ポスト問題の大問2と同一問題で、比例しない事象を扱っている。比例しないと正答した児童生徒の通過率は、85%から94%に増加した。94%の正答者のうち64%の生徒が「 $x$ の値が2倍、3倍になっても、 $y$ の値が2倍、3倍にならないから。」と小学校で学習した、変化のようすに着目した比例の定義を理由に挙げ、94%の正答者のうち21%の生徒が、中学校で学習した式 $y = ax$ を用いた定義を理由に挙げていた。この段階では、まだ中学校の比例の定義を活用するまでには至っていないと考えられる。また、94%の正答者のうち9%の生徒が「 $x$ が増えても $y$ が減っているから」「反比例しているから」など、誤った理由を挙げていた。

表1 調査問題の大問1, 2の表, 比例の定義の通過率

		小学校		中学校	
		プレ問題 (94人)	ポスト問題 (94人)	プレ問題 (131人)	ポスト問題 (131人)
大問1	表	99%	96%	90%	90%
	定義	99%	98%	該当無	99%
	理由	87%	91%	82%	93%
大問2	表	97%	66%	73%	88%
	定義	100%	85%	82%	94%
	理由	69%	83%	85%	89%

注) 理由の数値は、定義を正解した者に対する通過率である。

## 6 着目した7人の児童生徒の活動に関する分析と考察

5章(2)で述べたように、4回の調査問題から非常に多くの生徒が関数の理解を深めている様子が分かった。筆者らはさらに、本授業の課題や成果を見いだすために、誤答した児童生徒に着目し、その内容や背景を分析することにした。そこで、小学校ポスト問題で、表による考察が不十分だった7人の児童に着目し、小学校ポスト問題以降でどのような変容があるか、分析することにした。この分析を通して、小中接続の関数指導の課題が見いだせると考えたからである。

該当児童は、小学校ポスト問題の大問2で、つくった表と表から分かることの内容に矛盾がある者(被験者①, ②, ④, ⑥), 特異な表をつくっている者(被験者⑦), 無解答の者(被験者③, ⑤)を抽出した。本稿では被験者③, ④, ⑤, ⑦について、関数の定義、表に関する分析、総合的な分析と考察を示す。なお、被験者⑦は、式とグラフについても分析する。

### (1) 関数の定義に関する分析

被験者③は、小学校プレ問題の大問1, 2ともに、比例かどうか正しく判断している。しかし、大問1の比例する理由は「高くなれば2倍, 3倍になるから」、大問2の比例しない理由は「 $\frac{1}{2}$ 倍,  $\frac{1}{3}$ 倍にならず5mmずつ減っているから」と答えている。大問1では、表の値の増加量の見方「高くなれば」と変化の見方「2倍, 3倍になる」が混在している(以下、変化と増加量の混在とする)。大問2では、 $x$ が増えたときの $y$ の増減で比例かどうかの判断をしている(以下、増減を根拠とする誤りとする)。小学校ポスト問題の大問2と中学校プレ問題の大問2では、正しい表がつかれないことから、どちらも比例すると誤答している。

被験者⑤は、中学校プレ問題の大問2は、正しい表ができていないが、比例すると誤答している。中学校ポスト問題の大問2は、比例しないと正しく判断しているが、その理由を反比例だからと答えている。増減を根拠とする誤りをして反比例と捉えた可能性がある。

被験者⑦は、小学校プレ問題の大問1の比例する理由を、「高さが高くなるにつれ面積は3cm<sup>2</sup>ずつ増えているから」と答えており、平均変化率が一定であるから比例と判断している(以下、変化率を根拠とする誤りとする)。小学校プレ問題の大問2の比例しない理由を「1分増えるにつれ長さが小さくなっているから」と答えており、増減を根拠とする誤りが見られる。中学校プレ問題の大問2の比例しない理由を「周囲の長さは10から20cmになると120ずついくが、横の長さは120じゃなく10cmずついくから」と答えており、変化と増加量の混在が見られる。定義の意味理解ができていないと思われる。中学校ポスト問題の大問2では、比例しないとしながらも、

理由は「 $x$ が $\frac{1}{2}$ 倍,  $\frac{1}{3}$ 倍…になっていくにつれ、 $y$ も $\frac{1}{2}$ 倍,  $\frac{1}{3}$ 倍…となっていくから」と小学校の比例の定義を述べている。また、中学校ポスト問題の大問3では、反比例する理由は「 $x$ が $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ となると $y$ も $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ となっているから」と、比例の定義が反比例する理由となっている。

### (2) 表に関する分析

被験者③は、小学校ポスト問題の大問2, 中学校プレ問題の大問1は、速さや割合の理解不足から、 $x$ が1増えたときの $y$ の増加量を求めることができず、表をつくることができていない。中学校プレ問題の大問2は、 $x$ と $y$ の変化の特徴を正しく捉えることができず、 $x$ が1増えると $y$ は20ずつ増えるところを、120ずつ増えると誤って捉えた表をつくっている。

被験者④は、小学校ポスト問題の大問2は、 $x=0$ のとき $y=1200$ であるのに、 $x=1$ のとき $y=1200$ と誤っている(図12)。また、残りの道のりが時間に反比例する表を作成している。中学校ポスト問題の大問2では、分速80mと速さが与えられているが、全体の道のり÷速さで求めた15を利用して、 $x$ が1増えると $y$ が15ずつ減ると考え、表を作っている。被験者③と同様に、速さや割合の理解ができていない。中学校プレ問題の大問1では、表の上段に従属変数である距離を、下段に独立変数である時間を書いている。しかしこの誤りは、中学校の接続授業後は見られなくなった。中学校の接続授業で、表を作成する活動を何度か取り入れ、表における独立変数と従属変数を書く位置について指導したことによる成果だろう。中学校ポスト問題の大問3は、反比例の関係なので $x=0$ は定義域ではないが、 $x=0$ のとき $y=0$ と誤っている。このように表の取り扱いに複合的な誤りが見られる。

【中学校プレ問題の大問1】					
この汽車の走った時間と進んだ距離の関係を、下の表に表しなさい。					
距離	$\frac{3}{2}$	3	$\frac{9}{2}$	6	$\frac{15}{2}$
時間	1	2	3	4	5
【小学校ポスト問題の大問2】					
時間(分)	1	2	3	4	5
道のり(m)	1200	600	400	300	240
【中学校ポスト問題の大問2】					
$x$ (分速) [km/h]	0	1	2	...	80
$y$ (残り) [m]	1200	1185	1170	...	10

図12 被験者④が作成した表

被験者⑤は、小学校ポスト問題の大問2では、 $x = 0$ のときの $y$ の値は1200と正しく捉えられているが、 $x = 2$ 以上の $y$ の値は答えられていない。中学校ポスト問題の大問2においても、単位の変換の誤りや速さや割合の理解不足から、誤った表をつくっている。中学校ポスト問題の大問1では、被験者④と同様に、表の上段と下段にそれぞれ距離と時間を書いている。さらに、グラフでも $x$ 座標が従属変数、 $y$ 座標が独立変数になっており、二つの変数を正しく捉えることができていない。

被験者⑦は、小学校ポスト問題の大問2は、 $x$ の値が右へいくほど減少する表をつくっている(図17)。中学校ポスト問題の大問2は、 $x = 0$ のとき $y = 1200$ のように正しいが、 $x = 2$ 以上の範囲では、残りの道のりが時間に反比例する表を作成している。変化のようすを捉えることができておらず、独特な誤った捉え方が見られる。

【小学校ポスト問題の大問2】

時間(分)	15	14	13	12	11
道のり(m)	200	1199	1198	1197	1196

【中学校ポスト問題の大問2】

$x$ (時間)[分]	0	2	4	6	8
$y$ (道のり)[m]	1200	600	300	200	150

図13 被験者⑦の作成した表

(3) 式に関する分析

被験者⑦は、中学校プレ問題の大問2は、比例しないが比例の式を答えている。中学校ポスト問題の大問1は、比例するが比例の式になっていない。中学校ポスト問題の大問2は、反比例ではないが反比例の式を答えている。中学校ポスト問題の大問3は、反比例であるが比例の式を答えている。

(4) グラフに関する分析

被験者⑦は、小学校プレ問題の大問1, 2, 小学校ポスト問題の大問1では、軸に数値を書き入れずにグラフをかいている。図14と図16では、 $x$ 軸に書き入れた数値が右へいくほど小さくなっている。さらに、図16では、 $x$ 軸と $y$ 軸が逆になっている。図15では、表は誤答だが、その表を基にして点を正確にプロットはできている。しかしグラフは柱状グラフである。グラフについて、基本的な理解ができずに、表面的な知識で問題を処理している可能性がある。

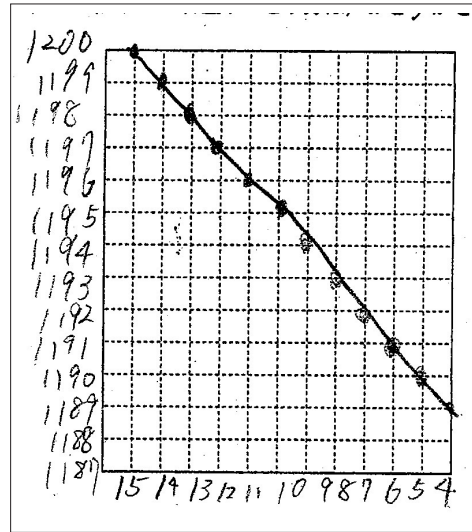


図14 小ポスト大問2

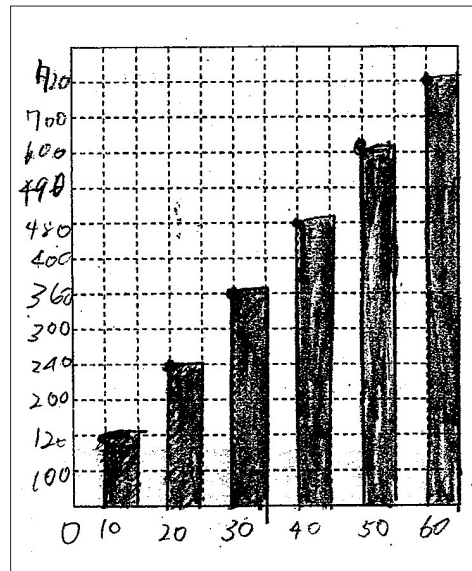


図15 中プレ大問2

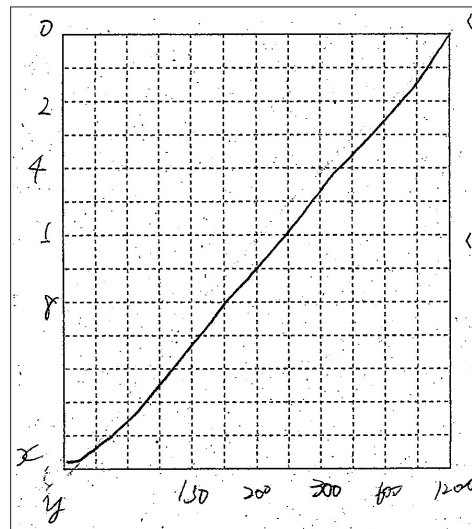


図16 中ポスト大問2



(5) 着目した7人の児童生徒の総合的な分析と考察

小学校ポスト問題の段階では、被験者①、②はそれぞれ、関数の定義や二つの数量の関係を式、グラフに表すこと、 $x = 0$ に対応する $y$ の値を求めることやグラフを正確にかくことに課題があった。しかしいずれも、中学校の接続授業後にはそれらの課題が解決している。

また、被験者③は、中学校ポスト問題はすべて正答している。比例かどうかの判断において、増減を根拠とする誤りや変化率を根拠とする誤りがなくなった。速さや割合の理解も深まったようで、正しい表がつけられるようになり、比例かどうかの判断や、式やグラフを正確にかくことができるようになった。中学校の接続授業の学びが、正しい知識の習得につながったといえる。

一方、他の被験者については、中学校の接続授業後も課題が見いだせる。被験者④は、小学校ポスト問題の大問2では、表は反比例、式は比例、グラフは右下がりの直線だった。同じ問題に対する解答に一貫性がない。しかし、中学校ポスト問題の時点では、表と式、グラフに一貫性が見られるようになった。また中学校の接続授業によって、比例や反比例の定義の理解が進み、正しい根拠を持って比例や反比例するかどうか判断できるようになった。ところが、中学校ポスト問題の大問1の「( )は( )に比例する」に変数を書き入れる問題では、「この列車の(走った時間)は(進んだ道のり)に比例する」と答えており、独立変数と従属変数を正確に理解できていない。速さや割合についての理解不足などの要因から、正確な表をつくることができず、式やグラフも誤っていると考えられる。事象から変化や対応の規則性を的確に読み取って表に表すことは、関数の理解にはとても重要なことだといえる。

被験者⑤は、小学校プレ問題の大問2では、表から反比例であると判断している。比例しない関係なら反比例の関係であるという素朴概念を持っている可能性がある。中学校ポスト問題の大問2では、1.2kmを120mとしており、単位変換の誤りがある。また、 $120 - 80 = 30$ という計算間違いもある。中学校ポスト問題の大問3は、反比例の事象であるが、比例定数6の比例と誤って捉え、表、式、グラフを答えている。速さや割合の基本的な理解ができておらず、事象から正確に数量関係を読み取ることができないため、表をつくれぬ。また、表から数量関係を読み取って、比例や反比例かどうかを的確に判断することもできない。さらに、中学校ポスト問題の大問2は、 $x = 0$ のとき $y = 120$ で、 $x$ が増加したとき $y$ が減少する表をつくらせているが、グラフは原点を通る右上がりの直線をかいている。表とグラフに矛盾がある。知識を関連付けて理解し、相互に活用できていない。

被験者⑥は、独立変数と従属変数を峻別できず、正確に関数を捉えることができない。また無解答が多く、ど

のようなつまづきや誤りがあるのかが分からない状況である。

被験者⑦は、速さや割合の理解不足や、誤った独特な考え方をしており、様々な課題が複合している。中学校の接続授業後は、増減を根拠とする誤りや変化率を根拠とする誤り、変化と増加量の混在は、見られなくなった。しかし、事象から数量関係を読み取って表をつくること、表の変化のようすを正しく読み取って、比例や反比例しているかどうかを根拠を持って判断すること、その情報を基に式やグラフに表すことなどができていない。関数の定義や比例や反比例の特徴など、表面的に得た知識を意味理解しないまま、感覚的に用いて解答しているように感じる。被験者⑦に対しては、具体的な事象について、状況がイメージできるように、映像やイラストなどを用いたり図に示したりして、数量関係を正確に把握し理解できるようにすること、教師と一緒に考えながら条件を整理して具体的な数値を求めて表をつくることなどの指導の工夫が必要である。また、関数の定義や比例や反比例の性質などを、関連性を意識させながら理解できるように、指導することが必要である。例えば、表を用いた比例や反比例の定義を確認したり、変化や対応の特徴を見いだす指導である。さらにまた、基本的な表やグラフの表し方が習得できるように、振り返りや繰り返しの指導を充実させる必要がある。

このように、7人の被験者の反応を見ると、小中学校の接続授業の有用性があると思われる被験者①、②、③の反応もあるが、さらに対応すべき課題があることも明らかにできた(表2)。なお、7人の分析と考察を行うことで、特徴的な7つの課題を捉え、小中学校を接続する際の示唆も得ることができた。

表2 小中学校の接続授業前後に見られる誤り

	誤答分析から見いだされた課題	調査問題で誤りがあった被験者
①	増減を根拠とする誤り	①・②・③・⑤・⑦
	変化率を根拠とする誤り	①・②・⑦
	比例でない関数は反比例	②・⑤・⑦
②	速さや割合の理解不足	③・④・⑤・⑦
③	表の誤り(独立変数と従属変数の峻別)	④・⑤・⑥
	表の誤り(変化量を正確に捉えること)	③・④・⑤・⑦
④	$x = 0$ に対応する $y$ の値の誤り	①・②・④・⑤・⑥
⑤	変化と増加量の混在	①・③・⑦
⑥	グラフのかき方の誤り	①・②・⑤・⑦
⑦	表・式・グラフに一貫性がない	④・⑤・⑦

(注1) ゴシック太字は、中学校の接続授業後においても改善が見られないことを示す。

## 7 接続の示唆

7人の児童生徒の分析を通して、小中学校の接続時に見られる課題として、①小学校での学習で起こりうる素朴概念の扱い方、②速さや割合の指導、③表のつくり方、④ $x=0$ のときの表の扱い方、⑤表から特徴を読み取ること、⑥グラフのかき方、⑦表とグラフの関連付け、の7点が見つかった。これらの7課題に対して、どのように配慮すべきか、以下で提案する。

### (1) 小学校での学習で起こりうる素朴概念の扱い方

小学校では、正の数の範囲における比例と反比例の事例しか扱わないので、次のような素朴概念を持つ可能性がある。小中学校の教員はともに、児童生徒が小学校での比例と反比例の学習において、図17に示した素朴概念A～Dを持つ可能性があることを念頭において、指導にあたるべきである。特に中学校の教員は、これらの素朴概念の誤りに対して、生徒が自ら気づき、正確な比例や反比例の定義を理解することができるような学習活動を取り入れるべきである。

- A 比例では $x$ の値が増えると $y$ の値も増える事例しか扱わないために、「 $x$ の値が増えたとき $y$ の値が増える」と比例である、「 $x$ の値が増えたとき $y$ の値が減ると比例ではない」と認知。  
→比例かどうかの判断で増減を根拠とする誤りにつながる。
- B 反比例では $x$ の値が増えると $y$ の値は減る事例しか扱わないために、「 $x$ の値が増えたとき $y$ の値が減ると反比例である」と認知。  
→反比例かどうかの判断で増減を根拠とする誤りにつながる。
- C 比例では $x$ の値が $a$ 増えるごとに $y$ の値は $b$ ずつ増える（平均変化率が一定）事例しか扱わないために「平均変化率が一定であれば比例である」と認知。  
→比例かどうかの判断で変化率を根拠とする誤りにつながる。
- D 比例と反比例の事例しか扱わないために、「比例でない関数は反比例である」と認知。

図17 誤答分析から見いだされた素朴概念の具体的な内容

小学校では、「 $x$ の値を2倍、3倍・すると $y$ の値も2倍、3倍・となるから比例であること」、また「 $x$ の値を2倍、3倍・すると $y$ の値が $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ ・となるから反比例であること」のように、 $x$ と $y$ の変化のようすに着目して比例と反比例を定義する。小学校では特に、値の変化に注目し、定義を満たしているかどうかを丁寧に確認するように促し、判断できるように指導する必要がある。このことは、小中学校の算数・数学を指導する教員が皆理解している必要がある。

小学校で扱う比例は、比例定数が正の数なので $x$ の値が増加すると $y$ の値も必ず増加する。また、反比例は、 $x$ の値が増加すると $y$ の値は必ず減少する。小学校で比例や反比例の定義を明確に指導しているはずであるが、児童は「増えると増える場合が比例、増えると減る場合が反比例」と捉えてしまう可能性があることが、調査問題の分析から明らかになった。この点については平成13年度小中学校教育課程実施状況調査報告書中学校数学も指摘している通りである。 $x$ の値が増加したときの $y$ の値の増減で比例や反比例かどうかの判断をしてはいけないことを、小学校の段階で強調して指導する必要がある。さらに、比例の表の変化の仕方に、 $x$ の値が $a$ 増えると $y$ の値が $b$ ずつ増える、つまり平均変化率が一定となる特徴がある。平均変化率が一定だから比例であると判断してはいけないことも、小学校の段階で指導する必要がある。また、 $x$ の値が増加したとき $y$ の値が減少する比例、 $x$ の値が増加したとき $y$ の値も増加する反比例、平均変化率が一定であるが比例ではない一次関数を、中学校で学習することを児童に伝えることも必要である。さらに、小中学校ともに、比例や反比例以外の関数にも触れることが、比例や反比例のより深い理解につながる機会であると認識すべきである。

### (2) 速さや割合の指導

割合や単位量あたりの大きさは小学校5年、速さは小学校6年で学習するが、意味を理解することが難しい学習内容である。速さは異種の二つの量の割合であるが、速さと時間から距離を求めたり距離と速さから時間を求めたりすることができる。小学校では意味理解の伴わない公式の暗記にならないような指導の工夫が必要ではないかと、本研究を通して実感した。また、中学校においても、この公式の確認のみにならないような復習を、必要に応じて行うことが重要である。そのためには、中学校の教員も、小学校での教科書の内容や指導の仕方等を知ることが必要である。速さや割合についての理解不足が、これらに関連する事象を関数的な見方で捉えるときの理解の妨げになってしまうことを、指導者は認識する必要がある。

### (3) 表のつくり方

関数は独立変数 $x$ の値が決まると従属変数 $y$ の値がただ1つ決まる。独立変数が決まらなると従属変数が決まらないことを意識化できるように、表では独立変数 $x$ を上段に書き、従属変数 $y$ を下段に書くことを、児童生徒に自覚できるようにする必要がある。しかし小中学校ともに、教科書の問題では、あらかじめ変数が記入されている表に適切な数値を入れていく活動がほとんどである。児童生徒にとってみれば、教科書だけでは表を自らつくる経験はほとんどなく、どちらの変数が独立変数なのか考える機会もない。そのため、独立変数と従属変数を逆

にして表をつくる生徒がいても不思議ではない。教員にとっては当たり前のことでも、児童生徒にとっては未習の学習内容であることを念頭において、当たり前のように変数を書き込んで表をつくり始めるのではなく、変数を書き込む際の助言に気配りするべきである。

表がつかれないとグラフはかけない。また中学校以降では、式で関数を特定できるように指導するが、小中学校ともに、表を基にどんな関数が判断したり変化や対応の特徴を見いだしたりする学習をする。本研究で実施した調査問題を分析すると、表をつくることのできている児童生徒は、式やグラフに表すこともできており、授業での学びが確実な知識となっている。一方、表をつくることのできていない児童生徒は、その他の問題において誤答する傾向があった。

小学校の表では  $x = 0$  の場合がなかったり、数と数を区切る縦の線が入っていたりする。表のつくり方の相違点に触れることも、関数指導の小中接続のためには重要である。

(4)  $x = 0$  のときの表の扱い方

小学校の教科書では、表で  $x = 0$  のときを扱うことはない。しかし、グラフをかく場面では、 $x = 0$  のときの  $y$  の値を求めている。このように、 $x = 0$  に対応する  $y$  の値を求めることについて、表とグラフに不統一感があり、戸惑う児童生徒がいることが想定できる。小学校の表は、 $x = 1$  から始まっていることから、定義域も  $x \geq 1$  と誤って捉える児童がいる可能性がある。しかし、変数が連続量の場合、 $x = 0.5$  の場合なども考える必要がある。児童生徒が混乱しないためにも、変数を連続量として捉え、 $x = 0$  に対応する  $y$  の値を正しく読み取ることができるよう表の指導を行う必要があることを、小中学校の教員は理解しておくべきである。

(5) 表から特徴を読み取ること

関数の定義や性質が言葉だけの表面的な理解にならないようにするには、児童生徒が表を用いて、変化や対応の特徴を見いだせるように指導することが必要である (図18)。変化の捉え方には、「 $x$ の値が2倍、3倍になると、 $y$ の値も2倍、3倍になる」見方と「 $x$ の値が1増加すると $y$ の値が  $a$  ずつ増加する」見方がある。児童生徒に「 $x$ の値が2倍、3倍になると、 $y$ の値が5mm ずつ減っている。」のような変化と増加量の混在がおこることのないように、表を用いて具体的にそれぞれの変化がどのようになっているか丁寧に確認する指導が、小中学校ともに非常に重要である。特に中学校では、表から特徴を読み取ることについては小学校で既に学習しているから簡単に扱ってしまうのではなく、重要なことであるので繰り返し指導するようにしたい。その上で、変数や比例定数を負の数に拡張した際には、表を基に具体的な数値を用いて変化や対応を捉え、変数や比例定数が正の数

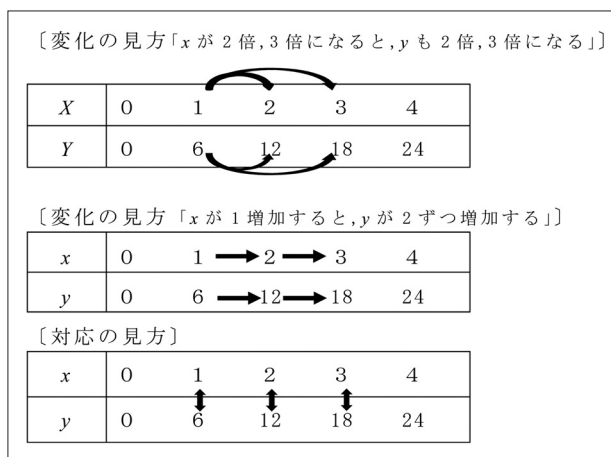


図18 表から捉えることのできる特徴

の場合と比較する指導を行うべきである。比例定数が正の数の比例や反比例、比例定数が負の数の比例や反比例、一次関数など、いろいろな関数を扱う際に、表を活用して変化と対応の特徴を見いだすことが有用な考察の方法であることを、児童生徒に実感できるように指導したい。

(6) グラフをかくこと

小学校では、表に比べると、グラフの扱いは軽微である。特に、反比例のグラフはグラフの概形を確認する程度である。中学校の教員は、このことを知った上で、中学校1年のグラフの指導では、座標軸の取り方から丁寧に指導を行うべきである。座標軸は、横軸が  $x$  軸で縦軸が  $y$  軸である。また、どんな数量関係を表す場合でも、横軸は右へいくほど、縦軸は上へいくほど、値は大きくなる。中学校で、座標を導入する場面では、これらのことも、丁寧に伝えるように心がけるべきである。また、授業中や事前・事後の調査問題において、図19のように省略を示す波線をかいている児童生徒がいた。中学校以降の関数のグラフでは、こうした表記はほとんどしないことも伝える必要がある。

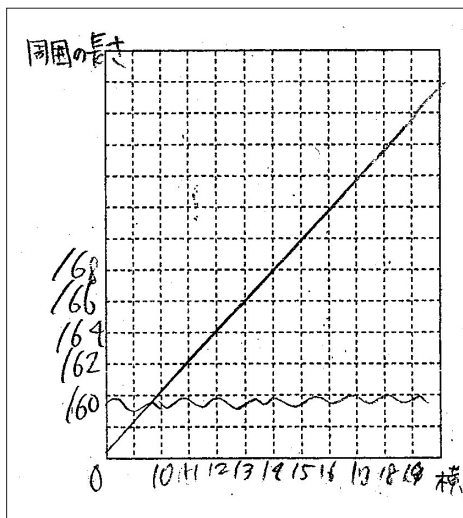


図19 被験者②の中プレ問題

## (7) 表とグラフの関連付け

小学校では、二つの数量の関係を表、式、グラフに表すこと、それらを用いて関数の変化のようすを読み取ることがねらいであることから、主に表を活用して変化のようすを読み取ることが重視されている。また中学校では、表を用いてグラフをかくものの、グラフを読み取って表の特徴と関連付ける指導は少ない。グラフと $y$ 軸の交点の座標が表の $x=0$ のときの $y$ の値と一致することや、 $x$ の値が増加したときのグラフの特徴と表の変化のようすを関連付けることなどを、児童生徒が自ら発見できるような機会を設け、表とグラフが関連していることを、意識化できるように指導するべきである。

## 8 おわりに

筆頭筆者は、小中学校の学習指導要領解説や教科書の検討を通して、比例や反比例の指導内容や重きをおくべき事柄の違いを詳しく知ることができた。また、改めて小中高等学校それぞれの関数の指導のねらいやつながりを、整理することもできた。さらに、本授業における児童生徒の活動の姿や調査問題の分析・考察を通して、児童生徒の誤答内容を知り、どんなつまづきが児童生徒の知識の習得を阻んでいるのかなどを知ることができた。児童生徒の立場に立つと、校種が変わっても、スムーズに学ぶことができる環境は欠かせない。そのためには、教員自身が校種の接続を強く意識して、学習指導案を構想し配慮事項を明確にするべきであると考えに至った。この研究を通して、関数の指導において教員が認識しておくべき事柄や指導上の考慮すべき事柄の一端を、見いだすことができたのではないかと感じている。

今後は、小中学校両方の接続授業を受けた者と、中学校の接続授業のみを受けた者との傾向の違いについて分析・考察を行うことで、さらなる考慮すべき事柄を浮き彫りにしたい。また本授業では、水槽に水を入れる事象とケーブルカーが走る事象を扱った。児童生徒にとって身近で具体的な事象を取り扱ったつもりだった。しかし、問題提示の場面で、例えばケーブルカーが走る斜面の傾斜が一定であるとみなして問題を提示するなど、理想化や単純化した問題を提示していた。できることであればより現実的な事象を児童生徒に与え、数学の問題に捉え直して主体的に考察していく機会にすることも必要だったと考えている。現実場面を活用することが可能な学習場面であるだけに、今後は提示する課題を、より日常的な事象にしていくような学習指導にも取り組む必要があることに気付かされた。また、本研究のような接続授業を他の単元でも模索し、児童生徒が苦手とする内容の苦手意識が払拭できるような学習指導の構想に取り組みたい。校種が変わっても学ぶ意欲が持続し、学習内容が活

きて使える智となるように、今後も指導の改善とその啓発に努めたい。

## 註

1) 平成13年度小中学校教育課程実施状況調査報告書 中学校数学は、学習指導上の改善事項として「今回の調査結果から比例や反比例の性質や特徴の理解が正の数の範囲にとどまっていることが分かった。正の数でいえる性質や特徴を、負の数を含む範囲まで拡げ、特徴を再構成していく学習活動が大切である。(中略) また、具体的な事象の中にある比例や反比例の関係についての理解を一層重視することの必要性が明らかになった。身の回りから比例や反比例の関係にある二つの数量を見いだしたり、具体的な事象の中にある関数関係を考察したりする活動を、指導計画に明確に位置付けるようにしたい。(中略) 調査結果からは、比例の関係を表す式 $y=ax$ と、二つの数量の値の特徴とが、結び付いて理解されていないことが明らかになった。

(中略) 式 $y=ax$ で、 $a$ の値の正の数や負の数によって変化や対応の様子が想起できるようになるための指導を重視する必要がある。そのためには、表やグラフを十分に理解し、 $a$ が正の数か負の数によって変数の値の増減が異なっていることを明確にすることが重要である。特に、 $a$ の値が負の数の場合について、表やグラフでは $x$ の値が増加すると $y$ の値が減少すること、グラフは右下がりの直線であること等の特徴を、 $a$ の値が正の数の場合と比較して明確にしておきたい。その一方でまた、 $x=0$ のとき $y=0$ であることや、グラフが原点を通る直線であることなど、 $a$ の値が正の数・負の数によらない共通の性質を明確にしておくことも重要である。」と示している。

2) 学ぶ意義を実感させる関数の指導に関する研究(熊倉啓之, 2003)は「関数を学ぶ意義を「変化する2つの量の関係を調べて、未知の部分を予測する」ことととらえて、そのことを実感させるためには、次のような点が重要であると指摘した。①導入で、比例や一次関数以外にも様々な関数を扱うこと、②表作成、グラフ表示、関数予想、式表現、未知の部分の予測という手順に基づく活動を取り入れること、③特に、表を基にして変化の特徴を調べる、という活動を積極的に取り入れること」また「現在の関数指導は、関数の種類に応じて、学年毎に指導することになっているが、関数を学ぶ意義を実感させるには、様々な関数を同時に扱う方がよい」と示している。

3) 小学校のねらいを「関数の考えによって、数量や図形についての内容や方法をよりよく理解したり、それらを活用したりできるようにすること。」「伴って変わ

る二つの数量の関係を考察し、特徴や傾向を表したり読み取ったりできるようにすること。」と示している

(小学校学習指導要領解説算数編 pp.49 - 50)。また、中学校のねらいを「いろいろな事象の中に潜む関係や法則を数理的にとらえ、数学的に考察し処理できるようにすること。」「具体的な事象の中から二つの数量を取り出し、それらの変化や対応を調べることを通して、関数関係を見だし表現し考察する能力を3年間を通して徐々に高めていくことが大切である。」と示している(中学校学習指導要領解説数学編 pp.44 - 45)。

- 4) 配慮すべき事柄等として、小学校は「ある場面での数量や図形についての事柄が、ほかのどんな事柄と関係するか着目すること」「二つの事柄の変化や対応の特徴を調べていくこと」「上のようにして見いだした変化や対応の規則性を、様々な問題の解決に活用し、その思考過程や結果を表現したり、説明したりすること。」と示している(小学校学習指導要領解説算数編 p.50)。また、中学校は「小学校算数科における学習の上に立ち、数の範囲の拡張や文字を用いた式と関連付けて関数の概念を理解するとともに、関数を用いて具体的な事象をとらえ説明することを通して、関数関係を見だし表現し考察する能力を養い、関数的な見方や考え方を一層伸ばす。」「関数についての基礎的な概念や性質を理解できるようにする。」「表、式、グラフを相互に関連付けて関数について調べる能力を伸ばす。」と示している(中学校学習指導要領解説数学編 p.45)。
- 5) 小学校での事前調査に回答した児童数と、事後調査に回答した児童数は、いずれも94人である。ただし、事前調査と事後調査どちらにも回答した児童数は89人である。
- 6) 図9から図15は、大問の最初の設問のみ示した。

## 文 献

- 国立教育政策研究所, 「平成13年度小中学校教育課程実施状況調査報告書中学校数学」, ぎょうせい, pp.82 - 85, 2003.
- 熊倉啓之, 「学ぶ意欲を実感させる関数の指導に関する研究」, 日本数学教育学会誌数学教育, 85 - 11, pp.40 - 49, 2003.
- 文部科学省, 「小学校学習指導要領解説算数編」, 東洋館出版社, 2008.
- 文部科学省, 「中学校学習指導要領解説数学編」, 教育出版, 2008.
- 文部科学省, 「高等学校学習指導要領解説数学編理数編」, 実教出版, 2009.
- 文部科学省, 「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説算数編」, 日本文教出版, 2017a.

文部科学省, 「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説数学編」, 日本文教出版, 2017b.

岡本和夫他, 「未来へひろがる数学1」, 啓林館, 2016.

六甲山観光株式会社, 「六甲ケーブルの仕組み」

(Retrieved from <https://www.rokkosan.com/cable/rc/structure/>, 2019.1.14)

清水静海他, 「わくわく算数6」, 啓林館, 2015.

