

## 研究主題「自立的、協働的な活動を通して、表現・処理する能力の育成 －数学の問題を作成させる指導の工夫－

東京都教職員研修センター研修部専門教育向上課  
杉並区立天沼中学校 主幹教諭 藤原 哲也

### 第1 研究のねらい

平成29年度東京都立高等学校入学者選抜学力検査結果に関する調査によると、「事象を数理的に考察し、文字を用いて処理する能力や推論の過程を的確に表現する能力に課題が見られる」ことが明らかになっている。この課題の解決には、考えたことや工夫したこと等を数学的な表現を用いて説明し、伝え合う活動を通して、表現する能力を一層高める必要があると示されている。

中学校学習指導要領解説 数学編(平成29年7月)の改訂の趣旨では、「主として、日常生活や社会の事象に関わる過程と、数学の事象に関わる過程の二つの問題発見・解決の過程を重視した」と示されている。また、東京都教育ビジョン(第3次・一部改定)では、「これからの社会を生き抜くために必要なことは、習得した知識・技能を活用し、課題を発見する力や、知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力、新たな価値を生み出す創造力等を身に付けることである。」と示されている。このことから、授業においては、日常生活や社会の事象を数理的に捉え、数学的に処理し、問題を解決する過程(現実の世界)と、数学的な事象について統合的・発展的に考え問題を解決する過程(数学の世界)を相互に関わり合わせることを意図的に設定する必要があると考える。また、課題を発見・解決する生徒の活動の一つとして、事象を数理的に捉え、数学の問題を自立的、協働的に作成し解決する活動を、既習事項の全てを活用する単元の終盤に設定し、思考力・判断力・表現力、創造力等を育てることが重要であると考えます。

そこで本研究では、生活や他教科等の事象を数理的に捉え、数学の問題を自立的、協働的に作成する活動に取り組むことで、表現・処理する能力が高められるだろうと考えた。よって、主題及び副題を「自立的、協働的な活動を通して表現・処理する能力の育成－数学の問題を作成させる指導の工夫－」と設定した。また、本研究を通して、「生活や他教科等の事象を数理的に捉え、数学の問題を作成することができる授業展開モデル」を開発する。

### 第2 研究仮説

数学の既習事項を活用し、生活や他教科等の事象を数理的に捉え、数学の問題を自立的、協働的に作成する活動に取り組むことで、表現・処理する能力が高められるだろう。

### 第3 調査研究

#### 1 教員を対象にした調査結果

中学校数学科教員の数学教育推進上の課題や、数学の問題を作成する活動、数学と生活や他教科等との関連について現状を把握するために、意識調査を7月に実施した。都内公立中学校の第1学年を担当している

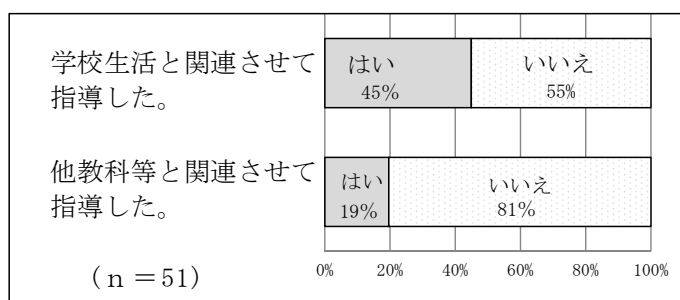


図1 数学を学校生活や他教科等と関連させて指導した教員の割合

数学科教員51名から得られた調査結果によると、数学の授業で学校生活と関連させて指導している教員の割合は45%であった。

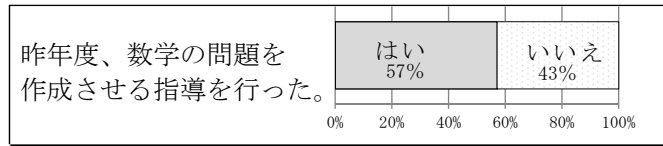


図2 昨年度数学の授業の中で問題を作成させる指導を行った教員の割合

また、他教科等と関連させている教員の割合は19%であった（図1）。「数学の問題を作成する活動を行っているか」では、57%の教員が指導を行っていることが分かった（図2）。

また、複数の学年に渡って指導した教員の割合は29%であることが分かった。「数学の問題を作成させる活動を行う上での課題」については、「習熟の程度に差があるため、一斉に指導することが難しい。」と回答した教員の割合は40%であった。また、「授業準備の時間が足りない。」を課題としている教員の割合は50%であった。「数学の問題を作成する活動を行うことでどのような力が高められたか」では、「既習事項を活用する力」「想像力を働かせる力」「自分の考えを深めたり・広げたりする力」と肯定的に回答した教員の割合がそれぞれ88%を超える結果であった。

## 2 生徒を対象にした調査結果

生徒の数学の授業に対する意識について及び、数学の問題を作成する活動や、数学と生活や他教科等との関連について現状を把握するため、意識調査を7月に実施した。都内公立中学校5校の第1学年生徒348名から得た調査結果から、数学の既習事項を日常生活や数学以外の他教科等と関連させて考えている割合は約

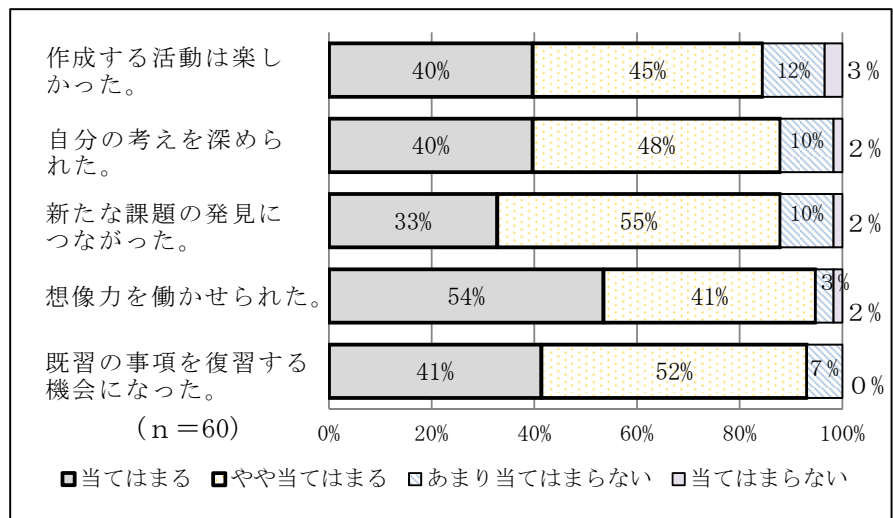


図3 数学の問題を作成させる指導について

60%であった。また、数学の問題を作成し解決する活動については、「今年の4月からの数学の授業で数学の問題を作成する活動を行いましたか。」との質問に対し、「はい」と答えた割合は17%であった。「はい」と答えた生徒に、「数学の問題を作成する活動はこれまでの学習を復習する機会になりましたか。」や「数学の問題を作成する活動は自分の考えを深めたり広げたりすることになりましたか。」等の質問をしたところ、「なった」「少しなった」を合わせた肯定的な回答をした割合は全て80%を超えた（図3）。このことから、数学の問題を作成する活動は、習得した知識を更に深く定着させる活動として有効であると考えられる。また「数学の問題を作成する活動」と、「友達と学び合う学習は楽しい」についての相関関係と、「数学の問題を作成する活動」と、「これまで学習してきた数学の内容を用いた発展的な学習は楽しい」についての相関関係を調べた。それによると、どちらも関連させて指導することで、生徒にとってよりよい効果が得られると分かった。

## 第4 開発研究

### (1) 授業展開モデルの作成

生徒が数学の問題を自立的、協働的に作成・解決できるようにするために、授業展開モデルを作成した。20単位時間で構成される単元指導の中の9単位時間において、それぞれの授業終了前の15分程度を、問題を作成・解決する時間に設定した。設定した時間の例では、生徒一人一人が  $x$  と  $y$  の数値を任意に決め、比例、反比例の式を求める問題や、比例、反比例のグラフをかかせる問題を作成・解決させた。また、協働的な学習をさせる上で、生徒に一人一台貸与したタブレット端末の活用は特に効果的であった。活用の場面は「数学の問題を友達と共有する」、「作成・解決した問題を発表する」等である。「数学の問題を友達と共有する」場面では、作成した問題をタブレット端末のカメラ機能を用いて、作成した問題の画面を相互に撮影させた。これにより、生徒は友達の問題をノートに写すことなく共有できる。問題を友達と共有したことで、自身が作成した問題の課題に気づき、問題の加筆・修正を行うときに有効であった。「作成・解決した問題を発表する」場面では、個人が作成した数学の問題をクラス全員のタブレット端末に投影することで、作成意図及び作成した問題の解き方等を生徒一人一人の目の前で表現することができた。

### (2) ヒントカードの作成

生徒が数学の問題を自立的に作成・解決をできるようにし、また、前述の課題「習熟の程度に差があるため、一斉に指導ができない。」を解決する手だてとなるように、生徒の理解の段階に合わせたヒントカード1から3を作成した。ヒントカード1では、比例、反比例の学習内容をおおむね理解している生徒を対象とし、生徒が比例、反比例の表、式、グラフの特徴を意識することで、生活の事象の中から関連するものを見付けられると考えた。ヒントカード2では、いくつか例示された、伴って変わる二つの抽象的な事象について考えることで、生徒が生活の中の具体的な事象を見付けることができると考えた。ヒントカード3では、教員からの支援を十分に必要としている生徒を対象にし、生徒が問題文の中の空欄に数値や具体名を入れることで、生活の中の具体的な場面を想像できると考えた。このヒントカード1から3は、単元を通して活用した。ヒントカード2及びヒントカード3については、「比例と反比例」の学習の第1時「 $y$  は  $x$  の関数である」の学習の中で、生活の中で「一方を決めると、それに対応する他方がただ一つに決まる」事象を見付けさせるために用いた。ヒントカード1は、比例、反比例の活用を学習する中で、表、式、グラフの特徴を相互に関連付けさせるために生徒全員に提示した。

## 第5 研究の成果

### (1) 表現・処理する能力の育成

都内公立中学校第1学年の習熟度別授業の標準発展クラスにおいて、検証授業を11月末に実施した。また、検証授業後に記述式のアンケート調査を行った。アンケート調査の中には、表現・処理する能力が育成されたかを図るために、平成30年度全国学力・学習状況調査に出題された比例、反比例の問題の中の一問を出題した。その問題の全国の平均正答率は53%であったのに対し、検証授業後のクラスの平均正答率は87%であった。この結果から、問題を自立的、協働的に作成する活動に取り組むことで、表現・処理する能力が高められたと考える。

## (2) 数学の問題を作成する活動

検証授業を実施した習熟度別少人数クラスの生徒全員が、自立的、協働的な活動を通して生活や他教科等の事象を数理的に捉え、数学の問題を作成することができた。生徒が作成した問題を分類してみると、比例の問題の割合は92%、反比例の問題の割合は8%であ

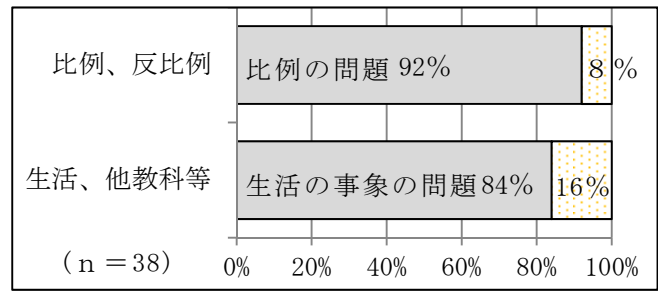


図4 生徒が作成した問題の分類

った。また、生活の事象を数理的に捉えた問題の割合は84%、他教科等の事象を数理的に捉えた問題の割合は16%であった(図4)。生徒が生活や他教科等の事象を数理的に捉え比例、反比例とみなした事柄を示す(表1)。

表1 生徒が生活や他教科等の事象を数理的に捉え比例、反比例とみなした事柄(一部抜粋)

生活の事象	時間と読書量、充電機の充電時間と充電量、折り鶴の作製時間と個数、問題集を解く日数と量、惣菜の量と金額、降雪の時間と積雪量、車の走行距離と排気ガス量、りんごの個数とりんごジュースの量
他教科等の事象	(理科) 初期微動継続時間と震源からの距離 (家庭科) ミシンを使用した時間と縫った長さ

生活や他教科等の事象を数理的に捉えた問題を作成させたことで、生徒はその事象について深く思考したり、数学の学びを現実の世界と関わらせたりすることができていた。また、生徒はこのような数学的な活動を行ったことで、現実の世界の事象を数学の世界で考えるために、事象を理想化したり、単純化したりすることの大切さを学ぶことができた。例えば、時間と読書量の関係を比例とみなした問題の作成に当たっては、1時間ごとに読むページ数は一定として考える理想化や単純化をする必要がある。生徒にとって事象の中にある様々な要因を想像し、簡潔にまとめ、分かりやすく表現することはとても難しいが、生徒は問題を作成する際に備考として考えることができていた。また、生徒の授業後の感想に、「単にでき上がった数学を知るだけでなく、主体的に考える中で、数学を学ぶことの面白さや考えることの楽しさも同時に味わうことができた。」という意見があったことは、大きな成果であると考えている。さらに、7月に実施した意識調査の結果と検証授業後の意識調査の結果を比較すると、「思う」と「やや思う」の肯定的な回答を選んだ割合はどれも増加した(表2)。

表2 7月に実施した意識調査の結果と、検証時授業後の意識調査の結果比較

設問	7月の意識調査	検証授業後の意識調査
既習事項を活用する発展的な学習は楽しい。	72%	84%
また、数学の問題を作成する活動を行いたい。	84%	89%
数学は、あなたの日常生活に役立っている。	73%	82%

## 第6 今後の課題

- ・ 授業のねらいや、1単位時間の中で自立的に問題を作成させる時間の配分を見直すこと。
- ・ ヒントカードの種類や数を増やし、数学が苦手な生徒に自立的に思考させること。
- ・ 教科横断的な視点を更に広げた授業を行うこと。