

生徒が数学的な見方・考え方を働かせながら、知識及び技能を習得できる授業づくりを目指して －数学的な性質を発見させる問題提示と数学的活動の工夫を通して－

丸森町立丸森中学校 市川 翔

1 主題設定の理由

(1) 授業づくりの課題から

これまで実施してきた授業は、見通しと振り返りを意識して、基礎的・基本的な知識及び技能の習得に力を入れたものであった。その結果、授業の流れが、目標の提示、解法の説明、適用問題、振り返りと一定の型になっており、問題が解けることが授業の目標となっていることが多かった。また、生徒の中には、問題の解法を授業中に理解できていても、知識及び技能の定着までに至らないものが多く見られた。知識及び技能を確実に習得させることができていない原因として、数学的な見方・考え方を働かせながら、知識及び技能を習得したり、習得した知識及び技能を活用して探求したりする場面が少なかったことが考えられる。

(2) 生徒の実態から

数学に関する意識調査の結果から数学の授業が好きだと回答した生徒が76.0%と多くおり、意欲的に授業に取り組んでいる様子が見られる。表1は、令和3年5月に第2学年3組（25名）を対象に実施したアンケート結果の一部である。

表1 意識調査の結果（A：あてはまる、B：どちらかといえばあてはまる、C：どちらかといえばあてはまらない、D：あてはまらない 単位は%）（25名）

	設問	A	B	C	D
1	数学の授業は好きですか。	28.0	48.0	24.0	0
2	数学は得意ですか。	12.0	32.0	32.0	24.0

この結果から、数学の授業が好きだと答えていても、数学を得意だと回答した生徒は44.0%にとどまっており、苦手意識を感じている生徒が過半数を占めていることが分かる。また、数学の授業が好きだと回答した生徒はその理由を、問題が解けたときの達成感、難しい計算問題に挑戦することの楽しさ、先生の説明が分かりやすいこととしている。授業では、自分から進んで新しい問題に取り組もうという姿よりも、問題の解き方を教えてもらうことを求めている姿が多く見られる。数学の世界に疑問を持ち、進んで調べてみたいと思うなど、数学に興味・関心を抱いて好きだと感じている姿はあまり見られない状況にある。

表2 標準学力調査の結果（正答率 単位は%）

領域・観点	校内	全国	比較
教科の正答率（数学）	50.3	58.6	-8.3

領域別	数と式	57.7	61.9	-4.2
	図形	56.2	68.2	-12.0
	関数	45.2	50.5	-5.3
	資料の活用	31.5	48.3	-16.8
観点別	数学への関心・意欲・態度	42.8	49.8	-7.0
	数学的な見方や考え方	41.7	49.3	-7.6
	数学的な技能	58.5	66.0	-7.5
	数量や図形などについての知識・理解	45.6	56.9	-11.3

4月に本校で実施した標準学力調査の結果（表2）では、全領域・観点において全国平均正答率を下回っていた。数学的な技能では7.5ポイント、数量や図形などについての知識・理解では11.3ポイント、それぞれ下回り、知識及び技能が十分に定着していないことが分かった。

以上のことから、生徒が自分たちで数学的な性質を発見するなど、主体的に考え、数学的な見方・考え方を働かせながら問題を解決して、知識及び技能を習得できる授業づくりをすることが課題であると考え、研究主題・副題を設定した。

2 研究の内容と方法

(1) 主な手立て

本主題に迫るためには、教師が一方的に問題の解法や手順を教えて、生徒が問題を解けるようにするのはではなく、問題の考え方や新しく学習する定理等について生徒が自ら発見できるような発問をしていくことが必要になると考える。

そこで、次の2つを手立てとして授業づくりを行っていくこととした。

① 数学的な見方・考え方を働かせて、数学的な性質を発見する問題の提示

既習事項を生かし、数量や図形及びそれらの関係などに着目して、数学的な性質を自分たちで発見することができる問題を提示する。

また、問題提示の場面だけでなく、普段の発問を工夫し、生徒が授業の中で継続的に数学的な見方・考え方を働かせることができるようにしていく。

② 数学的な性質を発見・考察することができる数学的活動の設定

問題の解き方や考え方を互いに説明し合う活動や、見付けた性質を話し合って考えを深める活動、図形を操作して性質を見付ける活動など、数学的な性質を発見・考察することができる数学的活動を設定し

ていく。また、数学的活動を効果的なものにするために、今年度から生徒に1人1台導入されたタブレット端末を活用した活動を考えていく。

(2) 研究計画

表3 研究計画

時期	内容
5月下旬	意識調査
7月13日(火)	授業実践Ⅰ
7月下旬	実践Ⅰにおける手立てとその結果の検証 意識調査
10月26日(火)	授業実践Ⅱ
11月上旬	実践Ⅱにおける手立てとその結果の検証
12月	意識調査 成果と課題の整理 最終報告

(3) 効果検証の方法

数学的な性質を発見することができるような問題の提示を行い、数学的活動を工夫することによって、どのような変容が表れるかを以下の方法で調査することにした。

- ①意識調査を実施する。(5月、12月)
- ②学力調査等で知識及び技能の定着を確認する。
- ③授業内での生徒の発言の変化を確認する。

3 I期の授業実践の結果と考察

(1) 実践内容

① 実践内容の概要

実践日	令和3年7月13日(火) 2校時
対象	丸森町立丸森中学校第2学年3組(30名)
単元	1次関数(19時間扱い 本時3/19)
目標	変化の割合を求めることができる。1次関数 $y=ax+b$ では、変化の割合は一定で、 a に等しいことを理解する。(知識・技能)

② 研究課題解決に関わる具体的な手立て

①問題	1次関数の $y=ax+b$ の a と b の値を決めて、1次関数の値の変化の様子を調べてみよう。
②数学的活動	自分で調べた1次関数の変化の割合について気が付いたことをグループで発表し合い、 a や b の値の違い、正負の違いがあっても成り立つ変化の割合の特徴を考察する活動

本授業では1次関数の変化の割合が一定であることを見いださせるために、1次関数の式 $y=ax+b$ の a と b の値を様々な値で考え、変化の割合を求めさせる問題を提示し、1次関数の変化の割合が一定であることや x の係数 a に等しいことを発見できるようにした。また、その発見した性質をグループで発

表し合い、考えを深める数学的活動に取り組ませ、様々な式で確認させることで、帰納的に変化の割合の特徴を考察することができるようにした。

(2) 知識及び技能の定着度合

表4は、変化の割合についての知識及び技能を確認したテストの結果である。

表4 変化の割合のテスト結果(正答率 単位は%)

問題	正答率
(1) 変化の割合を表す式	89.3
(2) $y=2x+6$ の変化の割合	85.7
(3) (2) で x の増加量が3のときの y の増加量	85.7

全ての問題で正答率が8割を超えていた。

(3) 考察

① 数学的な見方・考え方を働かせて、数学的な性質を発見する問題について

1次関数 $y=ax+b$ の a と b を様々な値にして変化の割合を求めさせる問題を行うことで、求めた変化の割合から変化の割合の特徴を発見させようとしたが、変化の割合を求めるところで計算を間違える生徒が見られた。特に a の値を負の数にした生徒で間違いが多く見られた。その結果、変化の割合の特徴を発見できない生徒がいた。計算につまずいてしまう生徒への手立てや配慮が不十分であった。数学的な性質を発見させる問題を考える際に、数値の設定なども生徒の実態に合わせて吟味する必要があると感じた。

② 数学的な性質を発見・考察することができる数学的活動について

発見した変化の割合の特徴をグループで発表し合い、考えを深める数学的活動を行うことで、複数の式を用いて考えたことから、変化の割合の特徴を帰納的に考察させようとした。しかし、変化の割合を求める問題の段階で計算を間違い、特徴を見付けられない生徒が多くいたことから、話し合う活動がうまくいかなかった。また、特徴を見付けられていても、発表するだけで終わっているグループが多く、それらを共有し考えを深めさせる方法に工夫が必要であった。

③ 知識及び技能の定着について

教師が一方的に変化の割合の求め方を教えるのではなく、小学校で学習した割合の知識を活用させ、生徒たちに求め方を考えさせた。授業後に行ったテストでは、89.3%が変化の割合を表す式の定義を理解しており、定着度合は十分であったと判断できる。

4 II期の授業実践の結果と考察

(1) I期からの改善点

I期の実践では、数学的な性質を発見する問題に取り組ませ、その性質を考察する数学的活動を取り入れて知識及び技能を習得させることを目指したが、

問題につまずく生徒が多かったり、数学的活動が効果的に行われなかったりした。そのため、その後の授業では以下の2点に留意しながら授業づくりを行った。

① 考えを深めるために効果的な数学的活動を行わせる工夫

I期の授業実践で、1次関数の変化の割合について見付けた性質を話し合わせる数学的活動を取り入れたが、あまり活発に話し合いが行われず、考えが深まらなかった。考えを深めるための数学的活動になるように、生徒に1人1台導入されたタブレット端末を活用して、クラウド型ホワイトボードアプリケーションソフトなどで考えを交流したり、図を操作して考察したりできるような工夫を取り入れる。

② 努力を要する生徒への手立てや配慮

I期の授業実践では、計算が苦手な生徒への手立てや配慮が不十分だったことで、生徒が計算を間違い、変化の割合が一定であることに気付くことができなかったり、計算に時間がかかったりした。予想されるつまずきを事前に把握しておき、机間指導で一人一人に個別の支援を行う場合と、全体で確認することで支援を行う場合と状況に応じた支援を行う。

(2) 実践内容

① 実践内容の概要

実践日	令和3年10月26日（火）2校時
対象	丸森町立丸森中学校第2学年3組（30名）
単元	平行と合同（14時間扱い 本時2／14）
目標	n 角形の外角の和の求め方を、根拠となる図形の性質を明らかにして説明することができる。（思考・判断・表現）

② 研究課題解決に関わる具体的な手立て

①問題	全ての多角形の外角の和が 360° になっていることを説明しよう。
②数学的活動	内角と外角を組み合わせた図形を複数組み合わせ、様々な多角形をつくり、その操作を通して、どのような多角形でも外角の和が 360° になることを発見する活動

本授業では生徒一人一人がタブレット端末を活用し、内角と外角を組み合わせた図形（図1）を複数組み合わせ、様々な多角形をつくる数学的活動（図2）を行い、その操作を通して、どのような多角形でも外角の和が 360° になることを発見できるようにした。そして、図形を操作して外角の和が 360°

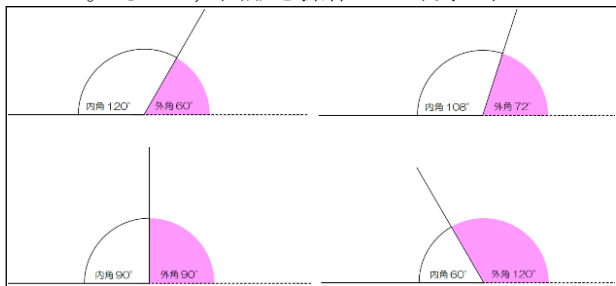


図1 内角と外角を組み合わせた図形

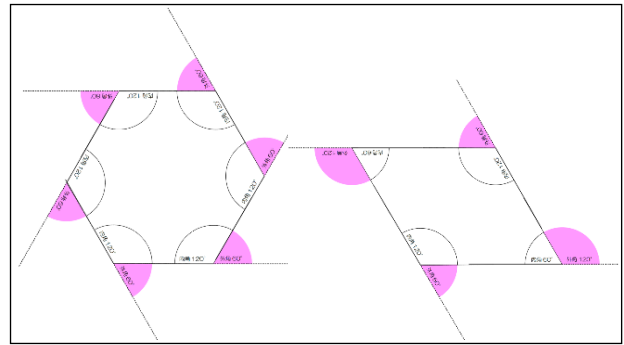


図2 多角形をつくる数学的活動（作成した多角形の例）

になる様子から、 n 角形でも成り立つのか、根拠となる図形の性質を明らかにし、式での表現（図3）を利用して説明する問題に取り組ませた。また、終末にアンケートフォームを活用し、多角形の外角の和に関する知識及び技能の定着を確認した。

$$\begin{aligned}
 & 180^\circ \times n - 180^\circ \times (n-2) \\
 &= 180n^\circ - 180n^\circ + 360^\circ \\
 &= 360^\circ
 \end{aligned}
 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{分配法則}$$

図3 式での表現

(3) 知識及び技能の定着度合

表5は、多角形の外角の和についての知識及び技能を確認した問題の結果である。

表5 多角形の外角の和についての問題の結果

（正答率 単位は％）

問題	正答率
(1) 多角形の外角の和	96.4
(2) 正八角形の1つの外角の大きさ	71.4
(3) 1つの外角の大きさが 36° の正多角形	82.1
(4) 4つの外角が 60° 、 70° 、 80° 、 90° の五角形で、もう1つの外角の大きさ	67.9

多角形の外角の和が 360° になることについては、正答率が96.4%であり、ほとんどの生徒が知識を習得することができたと感じる。しかし、正八角形の1つの外角の大きさを求める問題では71.4%、1つの外角の大きさが 36° の正多角形を求める問題では82.1%、4つの外角が 60° 、 70° 、 80° 、 90° の五角形で、もう1つの外角の大きさを求める問題では67.9%と多角形の外角の和を利用して角度を求める問題の正答率は低かった。

(4) 考察

① 数学的な見方・考え方を働かせて、数学的な性質を発見する問題について

n 角形の外角の和が 360° になることを式で説明することで、全ての多角形の外角の和が 360° になっていること発見させる問題に取り組ませた。 n 角形の外角の和を式で説明する問題を自力解決できていた生徒は半数だった。予想されるつまずきとして、式の計算の途中の分配法則を用いる部分（図3）で、マイナスの掛け忘れなどが多く見られることを想定して、文字式の計算方法を全体で確認する支援を行

う予定でいたが、個別の支援にとどまってしまった。計算以前に、 n 角形の内角の和を、文字を用いて表現することができない生徒が多く、導入段階で n 角形の内角の和を確認していたが、うまく活用させることができなかった。しかし、 n 角形の外角の和を式で説明する問題を自力解決し、全体に発表することができた数学が苦手だと感じている生徒もいた。

② 数学的な性質を発見・考察することができる数学的活動について

内角と外角を組み合わせた図形を複数組み合わせ、様々な多角形をつくる数学的活動を行うことで、操作を通して、どのような多角形でも外角の和が 360° になることを視覚的に発見できるようにした。しかし、タブレット端末を使ってホワイトボードアプリケーション上で多角形をつくる操作が難しく、全員が正しく多角形をつくることができなかった。多角形をつくるルールの説明が不足していたことが原因であると考えられる。その点を踏まえて、ルールの説明や数学的活動の意図を明確に指示しなければならないと改めて感じた。

③ 知識及び技能の定着について

知識及び技能の定着を確認するためにアンケートフォームを活用して問題を解かせた。その結果から、本時で学習した多角形の外角の和が 360° になることについて 96.4% の生徒が理解していることが分かった。しかし、その知識を利用する問題の正答率は低く、知識を活用するまでには至っていなかった。

5 研究の成果と課題

(1) 効果検証

① 意識調査の結果から

☐ あてはまる ☐ どちらかといえばあてはまる
☐ どちらかといえばあてはまらない ☐ あてはまらない (25 名)

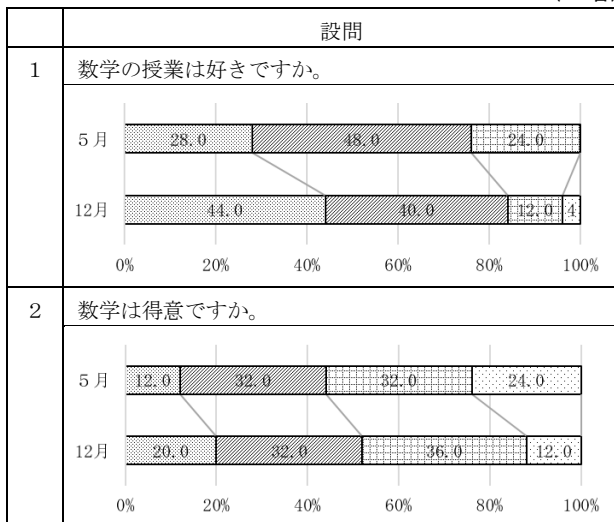


図4 意識調査の結果（5，12月）

年度当初、数学が得意だという質問に対してあてはまる、どちらかといえばあてはまると答えていた生徒は 44.0% にとどまっていたが、52.0% になった。

また、あてはまらないと答えていた生徒は減少した。しかし、5 月には数学の授業が好きではないという生徒はいなかったが、勉強しても問題が正答できないという理由から、12 月の調査では数学の授業が好きではないと回答していた生徒が 1 名いた。

② 学力調査等での知識及び技能の定着の確認から

期末テストでの知識及び技能を問う問題の正答率の変化を見ると、1 学期末が 74.2%、2 学期末が 67.2% と下がっていた。単元や問題が違うため、一概には言い切れないが、知識及び技能の定着度合が低下した。一方、思考力・判断力・表現力を問う問題の正答率は、1 学期末が 52.9%、2 学期末が 60.0% と上がっていた。

③ 授業内での生徒の発言の変化から

教師が与えた問題をそのまま解くのではなく、工夫して考えるようになった。例えば、連立方程式の利用の授業で、立式した方程式をそのまま解くのではなく、「簡単な式に直してから解いた方が良い」など、生徒からの発言に変化が表れるようになった。しかし、数学的な見方・考え方を働かせることができるような発問の工夫を行う中で、まだ単語での回答にとどまっている場面が見られる。例えば、三角形の合同の証明で、角が等しくなる理由を問うと、「対頂角」や「錯角」などの発言にとどまり、「対頂角は等しいから」「平行線の錯角は等しいから」など根拠を明らかにした説明には至っていない。

(2) 研究の成果

数学的な性質を発見する問題の提示と数学的な性質を発見・考察することができる数学的活動を工夫することで、従来の授業よりも生徒が考える機会が増えた。生徒が教師から問題の解法や手順を説明されることを待つのではなく、自分たちで考え、問題を解決しようとする場面が増えた。また、指示されるまま問題に取り組むのではなく、「このようにしたらもっと簡単に考えることができそう」など、問題に対して工夫して考えるような発言や姿勢が見られるようになり、数学的な見方・考え方を働かせる授業ができてきていると感じる。以前は思考力・判断力・表現力を問う問題の解答を諦めていた生徒も、問題に取り組むようになり、その結果として期末テストにおける全体の正答率が向上したと考えられる。

(3) 今後の課題

数学的な性質を発見する問題の提示と数学的な性質を発見・考察することができる数学的活動を工夫した結果として、知識及び技能の習得に結び付いたとまでは言えない。以前よりも数学ができるようになってきたと感じる生徒は増えたものの、実際の結果として表れるまでには更なる実践が必要である。また、数学的活動を行う際には、その活動の意図を明確にすることや努力を要する生徒への個別支援の在り方が重要であることが分かった。その点を課題とし、更に実践を積んでいきたい。