

生徒が主体的に取り組む数学学習

～仮説実験授業の手法を用いて～

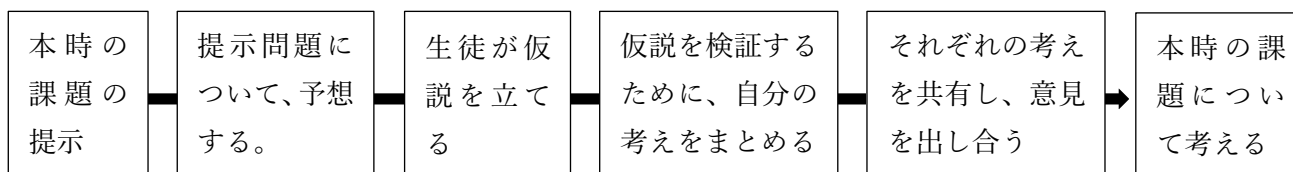
名古屋市立牧の池中学校

1 研究のねらい

学習指導要領解説数学編(2017)では「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の推進が掲げられている。主体的な学びについて、荻米(2019)は、「自ら課題を把握し、既習事項や問題文・図からわかることを基に見通しをもち、既存の知識、技能を基に思考力を駆使して課題解決に取り組もうとすること」と定義している。また、そのための授業の要件として、「①できた・わかった充実感が実感できること。②学ぶ必然性、数学のよさを生徒が実感できる題材を扱うこと。③本時のねらい・目標が明確で、授業の展開がわかりやすいこと。④問いが明確であること。⑤生徒の考え・意見が授業展開や板書に反映される授業であること。⑥操作して取り組める作業を取り入れること。」の6つを挙げている。

私もこのような授業を実現させ、生徒に主体的に取り組んでほしいと考えた。そのために、上記の理想の授業形態に近い、板倉(1977)が提唱した仮説実験授業に着目した。仮説実験授業とは、「問題」→「予想・仮説」→「討論」→「実験」の反復を中心とした授業形態である。板倉は著者の中で、「科学的認識は対象に対して目的意識的に問いかけるという意味における“実験”を通してのみ成立する」と述べている。また、「数学でも実験は可能である。客観的に予想・仮説を確かめる行為はすべて実験といえるからである。」としている。

以上のことから本実践では、単元を通して授業の中での導入、展開、まとめの各場面において仮説実験授業の手法を用いた手立てを講じることで、生徒が主体的に取り組めるようになることを目指し、研究を進めていく。なお、本研究での授業の流れは以下のようなものである。【図1】



【図1 授業の流れ】

2 本校の生徒の実態

本校の生徒は明るく、素朴である。授業の中で扱う問題に対しても、真面目に臨む姿勢が見られる。しかし、生徒アンケートによると、「本時の課題を把握し、見通しをもって問題に取り組んでいるか」という質問に対して、肯定的に回答した生徒は67%にとどまった。また、「既に習った知識・技能をもとに課題を解決しているか」という質問に対しても肯定的な回答は68%にとどまっており、およそ3人に1人がなんとなく問題に取り組んでいる様子が伺える。

3 研究の手立て

(1) 根拠をもった仮説を立てる場面

本時の課題の解決につながる問題について、生徒がどうなるか予想できるものを提示する。その予想を基に、どのような方法で解決ができそうか仮説を立てさせることで、生徒自身が自ら課題を把握し、既習事項や問題文・図からわかることを基に見通しをもつことができるようにする。

(2) マイベストを基に討論する場面

個人で自身ができる最大限の説明（マイベスト）を作成させ自ら立てた仮説が正しいか、またそのように考えた理由について、自身の仮説をグループで共有し、討論をさせることで、既存の知識、技能を基に思考力を駆使して課題解決に取り組むことができるようにする。

4 検証方法

- (1) 手立て1について、生徒自身が自ら課題を把握し、既習事項や問題文・図からわかることを基に見通しをもつことができたか、生徒の記述から検証する。
- (2) 手立て2について、討論をしたことにより、既存の知識・技能を基に思考力を駆使して課題解決に取り組もうとしているか生徒の記述から検証する。

5 一次実践

- (1) 単元 2年「一次関数」(本時 1/20)
- (2) 目標 一次関数とはどのようなものかを、理解することができる。
- (3) 指導過程

| 教師の主な働きかけ | 生徒の主な活動 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------------------------|-------------------------------|-----------|---|-------------------------------|-----------------------------|---|------------|--------------------------------|---|--------------|----------------|-----------|-----------|---|---|-----|---|-----|---|--|--|-------|-----------|-----------|--|---|-----|---|-----|---|--|--|
| <p>本時の課題の提示</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> 一次関数とはどのようなものかを、理解することができる </div> <p>根拠をもった仮説を立てる場面</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> 提示問題 A~C の関数くんについて、100を入れたときに一番大きい数になるのはどれだろう？ </div> <p>T：どうなると予想しますか。</p> <p>T：自分の予想が正しいかを確認するためには、何をどのように調べればよいでしょうか。仮説をたててみましょう。</p> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">関数くんA</td> <td style="text-align: center;">入力した数字(x)</td> <td style="text-align: center;">出力する数字(y)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">13</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">関数くんB</td> <td style="text-align: center;">入力した数字(x)</td> <td style="text-align: center;">出力する数字(y)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">-97</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">-82</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">関数くんC</td> <td style="text-align: center;">入力した数字(x)</td> <td style="text-align: center;">出力する数字(y)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">695</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">670</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | 関数くんA | 入力した数字(x) | 出力する数字(y) |  | 1 | 3 | 6 | 13 | A | | | 関数くんB | 入力した数字(x) | 出力する数字(y) |  | 1 | -97 | 6 | -82 | B | | | 関数くんC | 入力した数字(x) | 出力する数字(y) |  | 1 | 695 | 6 | 670 | C | | |
| 関数くんA | 入力した数字(x) | 出力する数字(y) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 関数くんB | 入力した数字(x) | 出力する数字(y) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | 1 | -97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | -82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 関数くんC | 入力した数字(x) | 出力する数字(y) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | 1 | 695 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 670 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p><生徒が立てた仮説とその評価></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">評価</th> <th style="width: 40%;">生徒の記述例</th> <th style="width: 50%;">評価の理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">◎</td> <td>規則性をみつけて、式にすれば100を入れたときの数が分かる</td> <td>規則性、式にして代入にするなど見通しが確かにもっている</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">○</td> <td>表をつくる</td> <td>表にして調べようとしている。そこから解決までつながれば尚よい</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">△</td> <td>マイナスの数も入れてみる</td> <td>問題の解決につながっていない</td> </tr> </tbody> </table> | | 評価 | 生徒の記述例 | 評価の理由 | ◎ | 規則性をみつけて、式にすれば100を入れたときの数が分かる | 規則性、式にして代入にするなど見通しが確かにもっている | ○ | 表をつくる | 表にして調べようとしている。そこから解決までつながれば尚よい | △ | マイナスの数も入れてみる | 問題の解決につながっていない | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 評価 | 生徒の記述例 | 評価の理由 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ◎ | 規則性をみつけて、式にすれば100を入れたときの数が分かる | 規則性、式にして代入にするなど見通しが確かにもっている | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ○ | 表をつくる | 表にして調べようとしている。そこから解決までつながれば尚よい | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| △ | マイナスの数も入れてみる | 問題の解決につながっていない | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【検証①】 どのような方法で解決ができそうか仮説を立てさせることで、生徒自身が自ら課題を把握し、既習事項や問題文・図からわかることを基に見通しをもつことができたか、生徒の記述から検証する。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">◎</td> <td>既習事項や問題文、図からわかることを基に見通しがもっている</td> <td style="text-align: center;">14人</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">○</td> <td>見通しが途中までもっている</td> <td style="text-align: center;">6人</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">△</td> <td>見通しがもっていない</td> <td style="text-align: center;">8人</td> </tr> </tbody> </table> <p>仮説を立てさせることで既習事項や問題文、図からわかることを基に見通しがもっている生徒が14人いた。これは、提示問題が生徒にとって予想をたてやすいものであったためと考える。しかし、見通しがもっていない生徒、また途中まで見通しがもっている生徒も合計で14人いた。これは仮説を設定する段階で、「なんとなく」考えてしまっておりそのように自分が考えた理由を自分自身が追究できていないことが原因と考えられる。</p> | | ◎ | 既習事項や問題文、図からわかることを基に見通しがもっている | 14人 | ○ | 見通しが途中までもっている | 6人 | △ | 見通しがもっていない | 8人 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ◎ | 既習事項や問題文、図からわかることを基に見通しがもっている | 14人 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ○ | 見通しが途中までもっている | 6人 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| △ | 見通しがもっていない | 8人 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>マイベストを基に討論する場面</p> <p>T：関数くん A~C にいろいろな数を入れて実験しよう。その結果と予想が正しいかについて、自分のできる最大限の説明(マイベスト)を考えて、まとめよう。</p> | <p>【生徒の作成したマイベスト】</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------------|---|-------------------------|-----|---|--------------------------|----|---|------------------|----|
| T: 予想と考えたマイベストについてグループで共有して、意見を出し合おう。 T: 一次関数とはどのようなものだろうか。 | S1: 一次関数とは、 x を○倍してから□の数を引いたり足したりして y を計算するもの。 S2: 一次関数は、去年の何倍するという比例から、 $+b$ という数字が増えたもの。 | | | | | | | | | | |
| <生徒とのまとめその評価> | | | | | | | | | | | |
| 評価 | 生徒の記述例 | 評価の理由 | | | | | | | | | |
| ◎ | 一次関数は、式にすると「□ x +△」の形になるものだとわかった。 | 本時の問題から一次関数の式の形を見つけ、理解している。 | | | | | | | | | |
| ○ | 表で調べるのが簡単だとわかった。 | 調べ方のよさは理解しているが、一次関数とは何かについて言及していない。 | | | | | | | | | |
| △ | 数の増え方や減り方がわかった。 | 一次関数とは何か、理解できていない。 | | | | | | | | | |
| <p>【検証②】自ら立てた仮説が正しいか、またそのように考えた理由について、自身の仮説をグループで共有し、討論をさせることで、既有的知識・技能を基に思考力を駆使して課題解決に取り組もうとしているか生徒の記述から検証する。</p> <table border="1"> <tr> <td>◎</td> <td>思考力を駆使して課題解決に取り組もうとしている</td> <td>14人</td> </tr> <tr> <td>○</td> <td>思考力を駆使せずに課題解決に取り組もうとしている</td> <td>7人</td> </tr> <tr> <td>△</td> <td>課題解決に取り組もうとしていない</td> <td>7人</td> </tr> </table> <p>自らが仮説を立てた理由について討論させたことで、既有的知識・技能を駆使して課題解決に取り組もうとしていた生徒が14人いた。一方、思考力を駆使せずに課題解決に取り組もうとする生徒も7人おり、これは仮説について討論した際に、本時の課題に焦点を当てていなかったことが原因だと考えられる。</p> | | | ◎ | 思考力を駆使して課題解決に取り組もうとしている | 14人 | ○ | 思考力を駆使せずに課題解決に取り組もうとしている | 7人 | △ | 課題解決に取り組もうとしていない | 7人 |
| ◎ | 思考力を駆使して課題解決に取り組もうとしている | 14人 | | | | | | | | | |
| ○ | 思考力を駆使せずに課題解決に取り組もうとしている | 7人 | | | | | | | | | |
| △ | 課題解決に取り組もうとしていない | 7人 | | | | | | | | | |

6 手立ての改善

- (1) 根拠をもった仮説を立てる場面
⇒仮説を立てさせる場面で、なぜそのように考えたのか理由も一緒に記述させる。
- (2) マイベストを基に討論する場面
⇒討論の際に、本日の課題と関連させて進められるように視点を与える。

7 二次実践

- (1) 単元 2年「一次関数」(本時 3/20)
- (2) 目標 変化の割合がどのようなものか、理解することができる。
- (3) 指導過程

| | | |
|---|---|-------------------------------------|
| 教師の主な働きかけ | 生徒の主な活動 | |
| 本時の課題の提示 | | |
| 変化の割合がどのようなものか、理解することができる | | |
| 根拠をもった仮説を立てる場面 | | |
| <p>提示問題 A~Cの竹について、最初に10mになるのはどれだろうか？</p> | | |
| T: 予想を確かめるために、何をどのように調べればよいでしょうか。理由も書きましょ | S2: Bだと思う。かかる日数も多いけど、その分、竹の伸びも大きいから。 | |
| <生徒が立てた仮説とその評価> | | |
| 評価 | 生徒の記述例 | 評価の理由 |
| ◎ | 竹の長さ÷日数をして、伸びる割合を計算する。成長速度が知りたいから。 | 竹の成長速度を割合で考え、どの竹が一番早く伸びるか考えられている。 |
| ○ | 日にちを x 、竹の長さを y とする。関数にするといいと思ったから。 | 文字で置くところまではよいが、A~Cの調べ方について言及できていない。 |
| △ | 一次関数を使う。計算で求めるから。 | 何をどう計算するかの見通しが無い。 |

【検証①】どのような方法で解決ができそうか仮説を立てさせることで、生徒自身が自ら課題を把握し、既習事項や問題文・図からわかることを基に見通しをもつことができたか、生徒の記述から検証する。

| | | |
|---|-------------------------------|-----|
| ◎ | 既習事項や問題文、図からわかることを基に見通しがもっている | 18人 |
| ○ | 見通しが途中までもっている | 4人 |
| △ | 見通しがもっていない | 6人 |

仮説を立てさせ、またその理由を記述させることで既習事項や問題文、図からわかることを基に見通しがもっている生徒は、途中までの見通しも含め一次実践と比べて5人増加した。見通しがもっていない生徒がまだ6人おり、仮説を立てる段階でつまづいている様子が見られた。今後実践する中で授業の最後に仮説の振り返りを行うなどをして、自分で仮説が立てられるようになるようにしていきたい。

マイベストを基に討論する場面

T：プリントに A～C の竹についていろいろな視点から調べてみよう。その際に、予想と考えたマイベストについてグループで共有して、意見を出し合おう。

T：「変化の割合」がどのようなものかわかるのが本時の課題です。学んだこととの関連を考えながら、まとめましょう。

S1：1日あたりの変化を調べたところはみんな同じだった。

S2：式にできればすぐに調べられたよ。

S1：竹の伸び方を変化の割合として考えればいいね。

S2：1日ごとにいくつ増えるかが大事だね。

<生徒とのまとめその評価>

| 評価 | 生徒の記述例 | 評価の理由 |
|----|--|------------------------------------|
| ◎ | 変化の割合とは、 x が1増加したときに y がいくつ増加するかを表す。 | 変化の割合がどのようなものかを、本時の問題と関連付けて理解している。 |
| ○ | 基準を同じにして計算することを学んだ。 | 割合の考え方は理解しているが、関数の変化の部分に着目できていない。 |
| △ | B の竹が一番伸びることがわかった。 | 変化の割合に着目できていない。 |

【検証②】自ら立てた仮説が正しいか、またそのように考えた理由について、自身の仮説をグループで共有し、討論をさせることで、既存の知識・技能を基に思考力を駆使して課題解決に取り組もうとしているか生徒の記述から検証する。

| | | |
|---|--------------------------|-----|
| ◎ | 思考力を駆使して課題解決に取り組もうとしている | 17人 |
| ○ | 思考力を駆使せずに課題解決に取り組もうとしている | 7人 |
| △ | 課題解決に取り組もうとしていない | 4人 |

自らが仮説を立てた理由について視点を与えて討論させたことで、既存の知識・技能を駆使して課題解決に取り組もうとしていた生徒が17人いた。一方、仮説や仮説を検証できていないものの、課題解決につながっていない生徒が未だ7名見られた。考えたことが本時の課題解決につながるように、適切な問題を設定していきたい。

7 研究のまとめ

生徒が主体的に取り組む数学学習をテーマに実践を行ってきた。生徒自身が課題を把握し、見通しをもつことができるようになってきた生徒は1限時と3限時と比べて5人増えた。これは、仮説をたてる際に理由まで考えさせたことが有効であったと考える。また、既存の知識・技能を基に思考力を駆使して、課題解決に取り組むことができるようになってきた生徒は1限時と3限時と比べて6人増加した。これは討論に工夫をしたことが有効であったと考える。これにより、仮説実験授業の手法を用いることは、主体的に学習に取り組む一助になっていると考えられる。一方で、未だに見通しがもてなかったり、既存の知識・技能を基に思考力を駆使して課題解決に取り組めなかったりする生徒がいる。今後も単元を通して実践を継続し、生徒が主体的に取り組める工夫をしていきたい。