

筋道を立てて自分の考えを発表できる生徒の育成

— 数学の授業における探究学習 —

杉 浦 俊 光 (星城中学校)

高等学校1年生の数学の授業を担当した際、中学校までの解答の書き方との違いに戸惑う生徒が多いと感じていた。というのは、途中過程を詳細に書く練習を積まないまま高等学校の数学でそれを要求されるためである。そこで、思考過程を意識し筋道を立てた考え方が必要であると思い、中学校3年生の授業で改善に取り組むこととした。

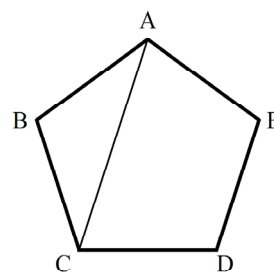
1. 教材の精選とグループ学習

今までの授業では、教科書に載っている例題を解説し、その演習問題を行うことで該当単元の内容を生徒に説明し理解させていた。このような方法で中学生に筋道立った考え方の習得は難しいと感じたため、①生徒が興味関心を持ちそうな話題を教材とする、②一問一答形式ではない問題を用いる、③やや難易度の高い問題で探究学習を行う、の3つの方針で教材を選び、④話し合いによるグループ学習を行う、⑤出された意見を生徒が発表する時間を設ける、という2つのスタイルによって、「筋道を立てて自分の意見を発表できる生徒の育成」を目指した。

授業の様子はビデオカメラで撮影し、ICレコーダーで音声録音を行った。それらをもとに授業記録として書き起こしたものをを用いて授業分析を行った。

2. 正五角形の対角線

3年生で2次方程式の導入にあたり、4名ずつのグループに対して正五角形が描かれたワークシート [図1] を配布し、『1辺が2cmの正五角形の対角線の長さを考えよう』という課題を与え、グループごとでの話し合いを行わせた。ここでは主に1班の学習の推移をみることにする。



[図1] 正五角形

(1) ものさしで測る

1班 [写真1] は、ものさしを用いて実際のワークシートに描かれている正五角形の対角線の長さを測り始めた。その測定結果と与えられた条件（正五角形の1辺は2cm）とを比べ、その比率を考えることで対角線の長さを計算によって求めようと2人の生徒SSとTMが主張していた。

特にTMは、辺ABと対角線ACの長さをものさしで測った結果、それぞれ5.5cm、9cmであったことから、その値を用いて計算すると、対角線の長さは3.27cmであることを主張した。TMの行ったと思われる計算を挙げると次のとおりである。

[TMの計算]

実測値は $AB=5.5\text{cm}$ 、 $AC=9\text{cm}$ であった。与えられた条件は $AB=2\text{cm}$ であるから、 $5.5 : 9 = 2 : (\text{対角線の長さ})$ が成り立ち、これを解いて、対角線の長さは 3.27cm と求めた。

ここで、なぜ「ものさしで測る」ことになったかについて考察してみたい。グループ学習を始める直前、教師は「どうやったら対角線の長さが出せるかな、というのをね、考えてもらいたい」、「対角線の長さはどうやったら出せるか、ちょっと考えてください」と指示している。この指示に対して生徒の多くは、「対角線の長さを求めよ」と理解しており、長さが、何cmになるかを求めることに集中したと思われる。では、なぜ生徒はそのように理解したのであろうか。生徒SSは



[写真1] 1班のグループ学習の様子

- 「だって、迷ったら実際に測るってのが俺のあれだぞ、真理だぞ。」と発言しており、
- ・ 一問一答形式に慣れており、具体的な数値を答えるのが当たり前だと思っていた
 - ・ 成り立つ性質から方程式を作り、それを解くという複数過程までの見通しがつかなかった
 - ・ 教師の発問を正確に聞き取れていなかった

等の原因が考えられる。これを改善するためには、

- ・ 論理展開を重視する課題設定を増やす
- ・ 教師からの指示をきちんと理解させた上でグループ活動を開始させることが必要である。

また、学習指導案 [資料1] では「ものさしで測る方法は不可である旨を伝える」との指導上の留意点や、与える正五角形について「配布されたプリントの正五角形は1辺の長さが56mmであるが、1辺の長さは2cmで考えさせる。(ものさしで長さを測るのを防ぐため)」と記載したにもかかわらず生徒への指示を忘れた。実際の授業では、対角線の本数を確認し、現れたペンタグラムの用語を説明し、1辺の長さ2cmと指示をし、と立て続けに教師が発言している。生徒の理解状況をきちんと把握できていないまま、次の段階である「対角線のうちの1つであるACをxcmと考えさせる」ことを強く意識していたために、ものさしで測る方法は不可である旨を伝え忘れたと思われる。このことが1班での話し合いに大きく影響を与えた。

[資料1] 学習指導案から抜粋

段階	学習活動	類	指導上の留意点
展開	<p>(2) 正五角形の対角線の長さを求める際に、成り立つ関係式は何かを次の指示された方法で各自考える。</p> <p>◇ 1・2 班の生徒 $AC=x\text{cm}$ として、成り立つ関係式を見つける。</p> <p>◇ 3・4 班の生徒 $FC=x\text{cm}$ として、成り立つ関係式を見つける。</p>	8	<p>・ 正五角形の対角線の長さを求めるにあたって、次の①、②をグループを指定して考えさせる。</p> <p>① [図2]で $AC=x\text{cm}$ とする場合、どのような関係式が成り立つか。〈1・2 班〉</p> <p>② [図3]で $FC=x\text{cm}$ とする場合、どのような関係式が成り立つか。〈3・4 班〉</p> <div style="text-align: center;"> <p>[図2]</p> <p>[図3]</p> </div> <p>・ どのような関係式が出るかまでを考えさせ、xの値まではこの時点では考えさせない。</p> <p>・ 三角形の相似に着目できていない生徒には、長さが等しい辺に着目させ、内角の大きさを考えるよう助言する。</p> <p>20</p> <p>・ ものさしで測る方法は不可である旨を伝える。</p>

(2) 辺の長さや角の大きさへの着目

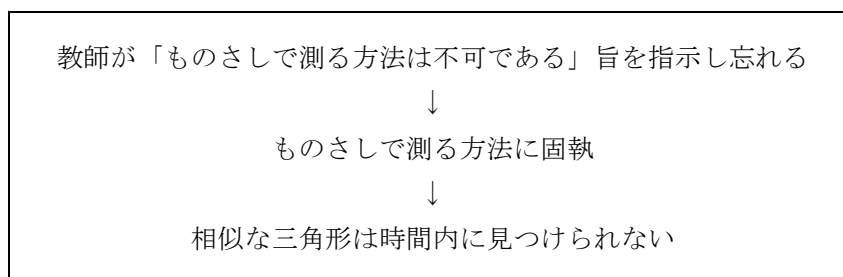
グループでの話し合いが始まって2分ほど経過した頃、1班の生徒WTが、「(ものさしで) 測っちゃだめ」と発言した。これを機にものさしで測る方法を考えていた生徒SS、TMとの間で活発な意見交換がなされ、それ以外の方法に目が向けられた。つまり、与えられた条件と、実際の図形を計測したものとの比率を考える方法では不十分だという意見が出たわけである。その後、話し合いが続き、三角形の辺の長さを文字を使って表そうという考えが出た。(授業開始26分頃)

いろいろな辺の長さを文字で表していくうちに同じ長さの辺を見つけ、そこから二等辺三角形に気づき、底角が等しいことから、角度が何度になるかを考えるようになった。(授業開始28分頃)

教師が意図していた三角形の相似には気づかなかったことから、1班は対応する辺の比を考えるとところまではたどり着くことができず、2次方程式を作り出すには至らなかった。では、なぜ教師が予想していた部分までたどり着かなかったかを、次で考察したい。

3. 教師の対応の省察

まず、1班での話し合いでは辺の長さや角の大きさにまで目を向けながら、三角形の相似まで至らなかった。つまり、1班では、



という流れであることが分かる。このときの教師の対応としては、

- (i) グループでの話し合いを継続する
- (ii) 机間指導時に教師がヒントを与える
- (iii) グループでの話し合いを終了させ、出た意見をクラス全体に発表させる

などが考えられるが、1班の場合は、あと2～3分、話し合いを続ければ相似まで考えられたと思う。

一方、2班については、三角形の相似に着目し、対応する辺の比が等しいことから成り立つ関係式を求めることができた。教師が意図していたとおりの話し合いが進んだわけである。また、3班についても最終的には相似に着目し関係式を考えていた。

ここでポイントとなるのが「ものさしで測る」ということである。1班では話し合いが始まってからの数分はものさしで測る方法に固執する生徒がおり、話の進展が遅くなったため考える時間が不足したのである。一方、他の班をみると、3班でもものさしで測る方法を考えたが、それに固執することなく辺の長さの関係に目を向け、三角形の相似に結びつけていた。同じ教師の指示でもその後の生徒の活動に違いが出た例である。このような多様な考え方をクラス全体で共有し、筋道を立てたものを見方を学ぶ機会を増やすべきであると感じた。

なお、この授業においては、相似な三角形の性質から2次方程式を求める部分に時間がかかり、出された意見をクラス全体に発表することができなかった。教師の意図としては、1・2班と3・4班にあえて異なる線分の長さを x cmと設定させることで、それぞれの考え方を他のグループの生徒に伝え、

多様な考え方ができることを認識させたかったわけであるが、立案どおりの時間で進められなかった。

4. 今後の課題

冒頭で示した①から⑤の方針で計画した授業において、何が得られ、何が課題として残ったのかを振り返りたい。

2次方程式の単元に正五角形という図形を採り入れるという斬新な発想の教材であった。しかし、三角形の相似を学習したのは半年ほど前であり、きちんと定着していない生徒にとっては考える際にかなりの時間を要することとなった。既習内容をどれだけ理解し定着しているかを教師は把握しておく必要があり、復習できる要素がある発問を取り入れ、学習指導案での時間配分を再検討した上で、次年度以降も扱いたい学習課題である。このように、

- ・既習内容の定着が不十分な生徒への復習をいつどのように行うか

また、

- ・話し合いが停滞しているグループへの助言をどうするか

が新たな課題として浮かび上がった。次年度はこの2つの課題を意識しながら、生徒が意見を発表する時間を設けた授業を増やしたい。

政府は「学校の高速度ブロードバンド接続、1人1台の情報端末配備、電子黒板や無線LAN環境の整備、デジタル教科書・教材の活用」を掲げ、「2010年代中には、全ての小学校、中学校、高等学校、特別支援学校で教育環境のIT化を実現するとともに、学校と家庭がシームレスでつながる教育・学習環境を構築する」と謳っている。教育の情報化、IT化の波が押し寄せており、今後はさまざまな教育機器の登場で今までとは異なる形での授業も予想されるが、興味関心を持ちそうな教材で、グループ活動による探究学習を進め、論理展開を重視した解答の板書をクラス全体で共有することで生徒の表現力を向上させたい。そして、「筋道を立てて自分の意見を発表できる生徒の育成」を目指してさらなる授業改善に取り組みたい。