

深い学びを具現する数学教育の創造 ～主体的で対話的な学びを通して～

瑞穂市立巣南中学校 教諭 杉田 岳史

1. 研究主題について

(1) 研究主題

【瑞穂市の研究テーマ】

深い学びを具現する数学教育の創造
～主体的で対話的な学びを通して～

数学的な活動を通して身に付けた、数量や図形などについての基礎的・基本的な知識及び技能を活用し、問題を解決するために必要な数学的な思考力、判断力、表現力を高め、算数・数学と日常生活とを関連付けながら、学ぶ楽しさや充実感を得られる姿

(2) 主題設定の理由

岐阜県中数部会の研究主題は「深い学びを具現する数学教育の創造～主体的で対話的な学びを通して～」である。県の研究主題を受け、瑞穂市でも研究主題を「深い学びを具現する数学教育の創造～主体的で対話的な学びを通して～」と設定し、各領域で身に付ける資質・能力を育成することを目的として研究を行ってきた。

特に瑞穂市の生徒には、以下のような実態がある。

- 既習内容を基にしながら、課題に対して自分の考えをもてるように、粘り強く取り組むことができる。
- 仲間と意見を交わしながら解決に取り組むことができる。
- 図や式、言葉を関連付けて考察したり、相手意識をもって説明したりする力に弱さがみられる。
- 仲間の考えと関わらせながら表現する力に弱さがみられる。

これらを踏まえて、瑞穂市中学校数学部会が目指す生徒の姿を以下のように設定した。

2. 研究仮説

瑞穂市中学校数学部会で設定した目指す姿の具現のために、研究仮説を次のように立てた。

数量や図形に関する基礎的・基本的な知識及び技能を身に付ける活動や、習得した知識及び技能を用いて日常生活と関わる問題を解決する活動を適切に位置づけ、根拠を基に自分の考えを表現する力を身に付ける指導を重ねていけば、数学を学ぶ楽しさや充実感を得ることができる。

3. 研究内容

- (1) 単位時間の役割を明確にするとともに、ねらいの達成に向けて主体的に学ぶための数学的活動を明確にした授業展開の工夫
 - ① 単位時間の役割を明確にした単元構造図の作成
 - ② 授業のねらいに応じたペアワーク、グループワークの設定
- (2) 根拠を基に、自分の考えを表現する力を身に付ける指導や、見届ける場面の工夫
 - ① 教師による、根拠に迫る問い返しの工夫

- ② ICT の効果的な活用
- ③ レポート課題の適切な位置づけ

4. 研究実践

【研究内容 1】単位時間の役割を明確にするとともに、ねらいの達成に向けて主体的に学ぶための数学的活動を明確にした授業展開の工夫

(1) 単位時間の役割を明確にした単元構造図の作成

単元構造図を作成する際には、単元で育成したい資質・能力を具現した姿を確認した。そして、各単位時間の役割を考える中で、単元の中での指導内容のまとまり毎に生徒に身に付けさせる資質・能力や考える内容を明確にし、そのまとまりの中で「指導に生かす評価」を行う単位時間と、「記録に残す評価」を行う単位時間を明確にした。

【3年生「相似と比」の単元における実践】

(資料 1) は 3 年生「相似と比」の単元で育成したい資質・能力を具現した姿をまとめ、各単位時間や指導内容のまとまりごとの役割を明確にした単元構造図を作成した。

指導内容を (i) ～ (v) のまとまりで分け、それぞれのまとまりの最後の授業で「記録に残す評価」を残すようにした。

単元で育成したい資質・能力を明確にしたことで、その姿まで高めるためにどのような指導を行うべきか、どのような授業課題を提示するべきかなど、指導の明確化につながった。

(2) 授業のねらいに応じたペアワーク、グループワークの設定

授業の中で、意図的にペアワークやグループワークを取り入れ、生徒同士が対話する機会を設け

「5 章:相似と比」(20 時間) 単元構造図

＜図形領域の学習到達目標＞…平面図形や空間図形についての基礎的な概念や性質についての理解を深めたり、図形の性質や関係を直観的に捉え、数学的な推論により論理的に考察し表現したりできるようにする。	＜3年生の図形領域の学習到達目標＞ 図形の構成要素の関係に着目し、図形の性質や計量について論理的に考察し表現する力を養う。								
＜単元の出口で目指す姿＞ 平面図形の性質や合同について、数学的活動を通して、次の事項を身に付けた姿の具現を目指す。 知識・技能 ①平面図形の相似の意味及び三角形の相似条件について理解している。 ②平行線と線分の比についての性質をもとにして、線分の長さを求めることができる。 ③基本的な立体の相似の意味及び相似な図形の相似比と面積比や体積比との関係について理解している。 思考・判断・表現 ①三角形の相似条件などを基にして図形の基本的な性質を論理的に確かめることができる。 ②平行線と線分の比についての性質を見出し、それらを確かめることができる。 ③相似な図形の性質を具体的な場面で活用することができる。 主体的に学習に取り組む態度 ①相似な図形の性質のよさを実感して粘り強く考えようとしている。 ②図形の相似について学んだことを生活や学習に生かそうとしている。 ③相似な図形の性質を活用した問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとしている。	中学2年…数学的な推論の過程に着目し、図形の性質や関係を論理的に考察し表現する力を養う。 中学1年…図形の構成要素や構成の仕方に着目し、図形の性質や関係を直観的に捉え論理的に考察する力を養う。								
＜単元指導の流れ・各単位時間の役割＞ (i)～(v)のまとまりでの主なねらい (i)相似について新しい知識を学ぶ。 (ii)三角形の相似条件について学ぶ。 (iii)三角形の相似条件をもとに新たな図形の性質を見出し、線分の長さの求め方を学ぶ。 (iv)相似な図形に対する体積や面積に着目し、性質を見出す。 (v)学習内容を用いて、図形の性質を説明する。	単元を貫く課題 「相似な図形の性質から、新たな図形の性質を見出し、いつでもその性質が成り立つといえるのか明らかにする。」 <table border="1"> <tr> <td data-bbox="628 1516 1018 1621"> (v) 第17時 主に『思考・判断・表現』思③態③③ 課 相似な図形の性質を使って、長さを求める。 </td><td data-bbox="1018 1516 1409 1621"> 第19時 主に『思考・判断・表現』思③態③③ 課 意見が正しいといえるのか、根拠を明確にしながら説明しよう。 第18時 主に『思考・判断・表現』思③態③③ 課 相似な図形の性質をもとに縮図を書き、問題を解決しよう。 </td></tr> <tr> <td data-bbox="459 1621 967 1736"> (iv) 第14時 主に『知識・技能』知③ 課 条件を変えてもいつでも相似比の2乗が面積の比になるかというのだろうか。 第16時 主に『知識・技能』知③ 課 相似な立体の相似比と体積の比との関係を明らかにしよう。 第12時 主に『知識・技能』知① 課 平行線と線分の比に着目して、三角形の面積の比を明らかにしよう。 第15時 主に『知識・技能』知③ 課 相似な立体の相似比と表面積の比との関係を明らかにしよう。 </td><td></td></tr> <tr> <td data-bbox="264 1736 888 1832"> (iii) 第9時 主に『思考・判断・表現』思② 課 平行線と線分の比が成り立つことを証明しよう。 第11時 主に『思考・判断・表現』思② 課 三角形の角の二等分線と比の定理を、自分の選んだ方法で証明しよう。 第7時 主に『思考・判断・表現』思② 課 三角形と比の定理が成り立つことを証明しよう。 第8時 主に『思考・判断・表現』思② 課 三角形と比の定理の逆が成り立つことを証明しよう。 第10時 主に『思考・判断・表現』思②態③③ 課 中点連結定理を利用して、四角形 PQRS がどのような四角形になるのか明らかにしよう。 </td><td></td></tr> <tr> <td data-bbox="264 1832 888 1991"> (i) 第3時 主に『知識・技能』知① 課 相似な図形をいろいろな方法で描いてみよう。 第2時 主に『知識・技能』知① 課 辺や角に着目して、相似な図形の性質を明らかにしよう。 第1時 主に『知識・技能』知①態① 課 図形を拡大・縮小することの意味と、それらの図形の性質について調べよう。 </td><td data-bbox="888 1832 1409 1991"> (ii) 第6時 主に『思考・判断・表現』思①態③③ 課 三角形の相似条件を使って、2つの三角形が相似であることを証明しよう。 第5時 主に『思考・判断・表現』思① 課 三角形が相似であることを、根拠を明らかにして判断しよう。 第4時 主に『思考・判断・表現』思① 課 三角形の合同条件をもとに、三角形の相似条件を見出し説明しよう。 </td></tr> </table>	(v) 第17時 主に『思考・判断・表現』思③態③③ 課 相似な図形の性質を使って、長さを求める。	第19時 主に『思考・判断・表現』思③態③③ 課 意見が正しいといえるのか、根拠を明確にしながら説明しよう。 第18時 主に『思考・判断・表現』思③態③③ 課 相似な図形の性質をもとに縮図を書き、問題を解決しよう。	(iv) 第14時 主に『知識・技能』知③ 課 条件を変えてもいつでも相似比の2乗が面積の比になるかというのだろうか。 第16時 主に『知識・技能』知③ 課 相似な立体の相似比と体積の比との関係を明らかにしよう。 第12時 主に『知識・技能』知① 課 平行線と線分の比に着目して、三角形の面積の比を明らかにしよう。 第15時 主に『知識・技能』知③ 課 相似な立体の相似比と表面積の比との関係を明らかにしよう。		(iii) 第9時 主に『思考・判断・表現』思② 課 平行線と線分の比が成り立つことを証明しよう。 第11時 主に『思考・判断・表現』思② 課 三角形の角の二等分線と比の定理を、自分の選んだ方法で証明しよう。 第7時 主に『思考・判断・表現』思② 課 三角形と比の定理が成り立つことを証明しよう。 第8時 主に『思考・判断・表現』思② 課 三角形と比の定理の逆が成り立つことを証明しよう。 第10時 主に『思考・判断・表現』思②態③③ 課 中点連結定理を利用して、四角形 PQRS がどのような四角形になるのか明らかにしよう。		(i) 第3時 主に『知識・技能』知① 課 相似な図形をいろいろな方法で描いてみよう。 第2時 主に『知識・技能』知① 課 辺や角に着目して、相似な図形の性質を明らかにしよう。 第1時 主に『知識・技能』知①態① 課 図形を拡大・縮小することの意味と、それらの図形の性質について調べよう。	(ii) 第6時 主に『思考・判断・表現』思①態③③ 課 三角形の相似条件を使って、2つの三角形が相似であることを証明しよう。 第5時 主に『思考・判断・表現』思① 課 三角形が相似であることを、根拠を明らかにして判断しよう。 第4時 主に『思考・判断・表現』思① 課 三角形の合同条件をもとに、三角形の相似条件を見出し説明しよう。
(v) 第17時 主に『思考・判断・表現』思③態③③ 課 相似な図形の性質を使って、長さを求める。	第19時 主に『思考・判断・表現』思③態③③ 課 意見が正しいといえるのか、根拠を明確にしながら説明しよう。 第18時 主に『思考・判断・表現』思③態③③ 課 相似な図形の性質をもとに縮図を書き、問題を解決しよう。								
(iv) 第14時 主に『知識・技能』知③ 課 条件を変えてもいつでも相似比の2乗が面積の比になるかというのだろうか。 第16時 主に『知識・技能』知③ 課 相似な立体の相似比と体積の比との関係を明らかにしよう。 第12時 主に『知識・技能』知① 課 平行線と線分の比に着目して、三角形の面積の比を明らかにしよう。 第15時 主に『知識・技能』知③ 課 相似な立体の相似比と表面積の比との関係を明らかにしよう。									
(iii) 第9時 主に『思考・判断・表現』思② 課 平行線と線分の比が成り立つことを証明しよう。 第11時 主に『思考・判断・表現』思② 課 三角形の角の二等分線と比の定理を、自分の選んだ方法で証明しよう。 第7時 主に『思考・判断・表現』思② 課 三角形と比の定理が成り立つことを証明しよう。 第8時 主に『思考・判断・表現』思② 課 三角形と比の定理の逆が成り立つことを証明しよう。 第10時 主に『思考・判断・表現』思②態③③ 課 中点連結定理を利用して、四角形 PQRS がどのような四角形になるのか明らかにしよう。									
(i) 第3時 主に『知識・技能』知① 課 相似な図形をいろいろな方法で描いてみよう。 第2時 主に『知識・技能』知① 課 辺や角に着目して、相似な図形の性質を明らかにしよう。 第1時 主に『知識・技能』知①態① 課 図形を拡大・縮小することの意味と、それらの図形の性質について調べよう。	(ii) 第6時 主に『思考・判断・表現』思①態③③ 課 三角形の相似条件を使って、2つの三角形が相似であることを証明しよう。 第5時 主に『思考・判断・表現』思① 課 三角形が相似であることを、根拠を明らかにして判断しよう。 第4時 主に『思考・判断・表現』思① 課 三角形の合同条件をもとに、三角形の相似条件を見出し説明しよう。								

た。1 グループを3～4人ほどとし、課題解決に向けて探究することができるようにした。グループのつくり方は、普段生活している生活班をベースとしたグループや、授業の中で見られた人間関係や思考の傾向、学力を基にしたグループ、生徒の自主性に任せた2～4人のグループなど、授業のねらいに応じて工夫した。

例えば、グループの中で教え合いが活発に起きるように、知識・技能の習得を主な目的とする時間には生活班をベースとしたグループや、授業の中で見られた人間関係や思考の傾向、レディネス調査の結果やアンケートの結果を基に教師がグループをつくった。また、思考・判断・表現の力を育成しようとする授業の際には、生徒の問題解決の方法などを学級に共有し、自分と同じ考え方をしている生徒とグループをつくったり、異なる考え方の生徒同士でグループをつくったりした。生徒にはグループの中で個人探究と協働学習を繰り返し、自分の学習進度に合わせて個人で学習に取り組む時間と、仲間と共に学習に取り組む時間を調整するように伝えた。これは、生徒によって一人で課題に取り組める時間には差があり、できるだけ個人で探究して考えをまとめたいと思う生徒がいたり、早めに仲間と交流したいと思う生徒がいたりするためである。課題を全体で共通理解した後には、すぐにグループで時間を調節した学び合いに移行することで生徒一人一人が自らのペースで課題に取り組める時間を確保した。

教師はグループワークの際に、生徒の自主的な交流を促すよう、下記のような関わりをすることに努めた。

- ①生徒の考え方の根拠を尋ねる
- ②生徒の考えの方向付けを行う
- ③生徒の疑問に対して、交流する生徒を紹介し、交流を促す
- ④生徒の考えを他のグループに紹介する
- ⑤生徒の疑問を言語化する

【3年生「相似と比」の単元における実践】

瑞穂市立穂積中学校では「Sony Global Education」が示している「5つの思考回路」を基にしてグループをつくり、交流を行った。

「5つの思考回路」とは問題解決のためのアプローチの仕方のことを意味しており、下記の5つの思考回路があるとされている。

【5つの思考回路】

○ステップ回路

手順を組み立てる思考回路

○リバース回路

問題解決のために逆算する思考回路

○クリエイト回路

これまでにない方法を思いつく思考回路

○ノック回路

可能性を洗い出す思考回路

○スキャン回路

問題の本質を読み取る思考回路

交流の目的に応じて、様々な考え方に気付かせたいときには思考回路が異なる生徒同士でグループをつくり、1つの考え方を深く調べていきたいときには同じ思考回路の生徒同士でグループをつくった。

ここでは、相似な図形の面積比について考える授業での実践を紹介する。様々な種類の図形について「相似比が $m:n$ である2つの図形の面積の比は、 $m^2:n^2$ になるのか」を考えるために、はじめは異なる思考回路の生徒同士でグループをつくり、探究を始めた。すると、教科書に示されている三角形や五角形だけでなく、台形や平行四辺形などの四角形や六角形以上の多角形ではどうかという疑問をもち、グループ内に問いかける姿が生まれた。さらに、グループ内でその疑問を解決するための方法として、具体的な例を示しながら説明しようとする生徒、文字を使って一般化を

しようとする生徒、多角形だけではなくどのような図形に対しても言い切るためにはどうしたらよいのかを考える生徒、というように探究の方向性が分かれていった。そのため、同じ探究の方向性かつ同じ思考回路をもつ生徒でグループをつくりなおして探究を行った。すると、同じ思考回路をもつ生徒同士でグループをつくったためか、お互いの論理を見直し合い、より簡単にまとめることができるのではないか、この部分の考えの根拠を示したほうが良いのではないかなど、論理を修正・改善し合う姿が生まれた。



(写真1) グループワークの様子

【研究内容2】根拠を基に、自分の考えを表現する力を身に付ける指導や、見届ける場面の工夫

(1) 教師による、根拠に迫る問い返しの工夫

中学校学習指導要領の各学年の目標には論理的に考察する力が位置づいており、2年生からは論理的に考察し表現する力を育成することが求められている。これらの力を育成するためには、生徒に根拠を基に、自分の考えを表現する力を身に付ける必要があると考えた。

そのため、生徒に対して考えを深める問いかけを1年生より継続的に行ってきた。個人追究の時間や協働学習の時間を問わず、生徒の考えに対して「なぜそうなのと言えるのか」という根拠を明

確にするための問いかけや、「数学的にはどのように表現できるのかな」という数学の用語を活用しながら正しく表現することを大切にしたい問いかけを行った。

(2) ICTの効果的な活用

図形の単元では、学習した平面図形や立体図形の基本的な性質から、問題解決のために何を用いることができるのかを考えることが大切である。そのためにはまず、問題場面の図形を正しく理解することが必要になってくる。

瑞穂市では一人一台端末としてiPadが配付されており、生徒とはTeamsを用いてデータのやり取りを行うことができる。そこで、図形の性質を文章だけでは問題場面の図形と関連付けて理解することが苦手な生徒に、問題場面の図形を個人のタブレットで確認できるよう配信した。この操作を行うことによって生徒は、タブレット上で図形に適応される性質を書き込みながら、根拠を基に自分の考えを表現することができると考えたからである。

このように、図形に直接書き込むことで視覚的に図形の性質を理解しやすくする指導援助を行った。

また、交流の場面では自分の考えを説明する際に、タブレット上の図形を用いて説明することによって自分の問題解決の過程を振り返りながら説明することができるようにした。

【2年生「三角形と四角形」の単元における実践】

「三角形と四角形」の単元では、2つの三角形が合同であることを用いて、図形の性質を習得することが多い。

そこで、生徒のタブレットへ問題場面の図形を送信し、個人探究や交流の時間に自由に考えを書き込めるようにした。

等しい辺や角を見つけたときには、等しい辺や角同士を同じ色で図形に書き込んでいくこと

で情報を整理することが容易になる。特に証明問題などでは等しい角や辺などを色分けして表すことで三角形の合同条件を満たしている図形を見つけやすくなった。



(写真2) タブレット上の図に
情報を書き込む生徒

生徒は、根拠を明らかにしながら、図形の説明をするために、口述の説明だけでなく、タブレットに表示された図形を相手に見せながら、等しい辺や角を同じ色で対応づけ、指で指し示しながら説明することができていた。このように相手に伝えたい内容を容易に提示することができるという利点があった。

また、タブレット上であるため何度でも書き直すことができ、図形の学習において苦手意識をもっている生徒も粘り強く試行錯誤を繰り返すことができた。

(3) レポート課題の適切な位置づけ

学習を見届ける手立てとして、【研究内容1】の(1)でも述べたが、単元を指導内容のまとまりごとに分け、そのまとまりの中で「指導に生かす評価」と「記録に残す評価」を位置づけた。「記録に残す評価」として小テストの結果やノートの記録などに加え、レポート課題を複数回位置づけた。レポート課題を行う授業では他者との交流を行いながら、課題に対する

自分の考えをまとめていく活動を行った。

【1年生「空間図形」の単元における実践】

1年生の「空間図形」の単元においてレポート課題の実践を行った。

単元を通して様々な空間図形の名称や位置関係、表面積や体積の求め方を学習していく。そこで単元末の課題として「身の周りの建物の体積と表面積を求めよう」というレポート課題を行った。大日本図書の教科書には「アンバーホール[岩手県久慈市]」や「名古屋市博物館[愛知県名古屋市]」などいくつかの立体図形が組み合わされたような建物が紹介されていた。生徒にはこれらの建物を一例として紹介し、建物の高さなどの限られた情報から、写真の縦横比などを用いて、建物の長さの概算を求める方法を伝えた。



(写真3) 授業の様子

その後生徒は、自分が調べたい建物を自己決定し、表面積と体積を求めていった。レポート作成の過程で自分一人では解決できない問題に直面したら仲間と協力するように伝えため、多くの生徒が積極的に自らのレポートを完成させていった。

さらに、レポート課題を位置づける良さとして、その場で説明が直接聞けなくてもレポート

を読んだ人に自分の考えが伝わるようにしたいと思う生徒がいた。そこで、提出されたレポートには図で示したり、根拠を明確にしながら自分の考えを示したりする工夫がみられた。

また、レポートを返却する際に、より相手にわかりやすいようにするための新たな課題を示すなど生徒にフィードバックをすることができ、生徒の今後の探究につなげることができた。

5. 成果と課題

(1) 単位時間の役割を明確にするとともに、ねらいの達成に向けて主体的に学ぶための数学的活動を明確にした授業展開の工夫

○本時の学習内容とつながっている既習内容は何か、今後学習する内容とどのようにつながっていくのかを意識しながら授業を行うことができた。そのため、「指導に生かす評価」に添って、毎時間の指導を修正していくことが、生徒にとって確かな知識・技能を身に付け、さらなる探究の具現につながったと考える。

○意図的なペアワークやグループワークの位置づけにより、生徒同士で学び合う姿が増加した。生活班のみでグループワークを行っていた時に比べ、意見がより活発になり、自分の疑問を解決しようと学習に向かう姿が増加した。グループのつくり方を工夫することで、生徒が主体的に疑問や解決方法を出し合い、対話的に探究を行うことができた。

○「Sony Global Education」が示している「5つの思考回路」を基にして、異なる思考回路の生徒を集めたグループワークではインプットからアウトプットまでの思考の流れの中で各々が得意な分野で補い合い、普段よりもより深い学びまで到達する姿が見られた。この「5つの思考回路」を基にしたグループワークは今後も瑞穂市中学校数学部会で実践して

いきたいと考える。

●教師は単元の中の指導内容のまとまりを意識し、見通しを持った問いかけを行うことができた一方で、単元の学習内容の見通しが持っていない生徒も一定数存在した。今後は生徒と共に単元末の目指す姿を共有したい。そうすることで、生徒も毎時間の学習の意味や必要性、次時へのつながりを意識して学習に向かうことができ、より主体的な学びの具現につながると考える。

●ペアワークやグループワークの際に各生徒の状況の把握が甘く、個に応じた指導援助をしきれなかった。そのため、中には思考が止まってしまったり、活発な交流が行えなかったりした生徒もいた。今後は生徒が学び方を選択し、主体的に学びに向かうことができるよう、授業のルール作りや交流の仕方を考えていく必要がある。

(2) 根拠を基に、自分の考えを表現する力を身に付ける指導や、見届ける場面の工夫

○常に生徒の考えに対して根拠に迫る問いかけを行ってきたことで、生徒同士でもお互いの考えについて根拠を聞き返したり、根拠について確かめたりする姿が増えてきた。このような問いかけを常に行ったことで根拠を基に自分の考えを表現する力を育成することができた。

○個人で追究する際にも生徒はタブレット上の図を何度も書き直しながら課題解決に迫ろうとした。また、交流の際にタブレット上の図形を操作しながら相手に説明する生徒が多くいた。このように、ICTを効果的に活用することで、粘り強く追究することや、活発な交流が行えた。

○レポート課題を位置づけることで、自分で学習内容を選択したり、自分の考えを他者にも伝わるようにしたりする姿があった。結果と

してただ解法を求めるだけでなくその根拠や、考えを表現する方法まで考えが及んでいる生徒が増えた。

- 生徒同士の交流が増えた一方、間違った考えが広まってしまうということがあった。グループワークなどの時間に教員が確実に見届け、生徒自身が間違いに気付くことができる問いかけを行う必要があった。今後は「指導に生かす評価」をより一層活用し、つまずきに対する手立てを工夫し、基本的な知識・技能の定着を図っていきたい。

【参考・引用文献】

- [1] 文部科学省 (2017). 『中学校学習指導要領 数学編』
- [2] ソニー・グローバルエデュケーション.
“5つの思考回路”. 2024-7-7.
<https://mmind.sonyged.com/ja/mmind/fthin king/>
- [3] ソニー・グローバルエデュケーション (2019). 『5分で論理的思考力ドリル』. 学研プラス