〈数学〉

# 空間図形における論理的に考察する力を育む授業づくり

## ――タブレット端末を活用した活動を通して（第１学年）――

石垣市立石垣中学校教諭　宮　良　用　馬

## Ⅰ　テーマ設定の理由

『中学校学習指導要領（平成 29 年告示)』では、目指す資質・能力を明確化し、「知識及び技能」、「思考力，判断力，表現力等」、「学びに向かう力，人間性等」の三つの柱で整理して示された。また、『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説　数学編（以下『解説数学編』)』では、「思考力，判断力，表現力等」の一つとして、中学校第１学年の目標に「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，考察する力を養う」が示された。

令和３年度全国学力・学習状況調査の結果から、図形領域の本校の正答率は四つの領域の中で最も低く 38.1％であり、全国や本県と比較しても大きな差がある。特に、これまでの学習指導や定期テストの結果から、本校生徒は平面上に表現された空間図形の構成要素や構成の仕方を考察することに課題があると感じている。例えば、ピラミッドの写真を提示した上で、ピラミッドを空間図形と捉えると立体の名称は何か質問すると、三角錐と答える生徒がいる。ピラミッドの立面図が二等辺三角形になることから、視覚的な情報に影響されて判断していることに原因があると考える。私の空間図形における学習指導を振り返ってみると、教具やＩＣＴ機器を活用し立体模型や回転体模型を観察させる場面を設定してきたものの、生徒に操作や実験などの活動をさせるまでには至らなかった。空間図形の指導にあたっては、平面上への表現が難しいことから、観察だけでなく操作や実験などの活動を通して、図形の構成要素や構成の仕方について理解が深まるように工夫することが大切ではないだろうか。先に挙げたピラミッドを空間図形と捉える場面の指導にあたっては、空間図形を様々な角度から観察できるように操作させることで、構成要素や構成の仕方に着目させ、空間図形に対する理解を深めることができると考える。このような過程を踏まえると底面が正方形で、４つの側面が二等辺三角形であることから、正四角錐であると、論理的に考察することができるのではないだろうか。

一方、ＧＩＧＡスクール構想の実現から本校では、昨年度 12 月に一人一台タブレット端末が貸与され、教材の取扱いや授業の進め方にも変化が求められている。『解説数学編』では、「主体的・対話的で深い学び」の過程において、コンピュータなどを活用することも効果的であると示された。そのため、タブレット端末を効果的に活用することで、図形の構成要素や構成の仕方に着目させ、実感を伴った図形への理解を深め、論理的に考察する力の育成を図りたい。これまでは、教師が教材を提示するなど指導方法を工夫する道具としてＩＣＴ機器を活用していたが、今後は生徒自身がタブレット端末を活用し観察や操作、実験などの活動を行う。つまり、理解を深めるための道具として、ＩＣＴ機器の活用の幅を広げることに取り組んでいく。このように、タブレット端末を活用した活動を通して、実感を伴って図形への理解を深めることができ、その理解の深まりから図形を論理的に考察する力の育成を目指すことができると考える。

したがって、本研究では、タブレット端末を活用した観察や操作、実験などの活動を通して、空間図形を構成要素や構成の仕方に着目させることで図形の理解を深め、図形を目的に応じて平面へと表現する際に必要な論理的に考察する力を育成することができるであろうと考え、本テーマを設定した。

〈研究仮説〉

中学校第１学年空間図形の学習指導において、タブレット端末を活用して観察や操作、実験などの活動を充実させることで、空間図形の理解が深まり論理的に考察する力を育むことができるであろう。

## Ⅱ　研究内容

### １　図形を論理的に考察する力とは

『解説数学編』では、図形領域の指導において論理的に考察し表現することを「ア　図形を直観的にとらえること」、「イ　数学的な推論に基づいて考察し表現すること」の２つで示されている。本研究では、イのうち数学的推論に基づいて論理的に考察する力の育成を目指す。図形を論理的に考察する力とは、問題解決の過程において解決の見通しを持ち、解決して得られた結果が正しいことを確かな根拠に基づいて考察する力である。このような力は、帰納、類推、演繹などの数学的活動を通して養われていく。第１学年の図形指導においては『解説数学編』に示されているように論理的に考察する力の育成が重要である。具体的には、空間図形は平面図形の運動によって構成されたものとみるために平面図形を平行に移動させたり、回転させたりするなどの観察や操作、実験などの活動の充実が重要である。その際に投影図や展開図などこれまでの知識が観察や操作、実験して得られた知識を数学的な推論を基にして論理的に考察するための材料となる。さらに、得られた理解を基に共通している事象を見つけるなどの数学的推論が活発となり論理的に考察する力の育成につながる。したがって、論理的に考察する力を育成するためには空間図形を構成要素や構成の仕方に着目させるなど直観的に捉える力と空間図形に対する確かな理解を図る観察や操作、実験などの活動の充実が重要である。本研究では、論理的に考察する力の高まりを検証するために、検証授業前後のアンケートとテストの正答率及び理由の記述で見取る。

### ２　空間図形の指導の系統を踏まえた授業づくり

図形領域は平面図形と空間図形に分けることができる。この項では、空間図形を取り上げ、指導の系統を踏まえた授業づくりについて研究する。

小学校第３学年で初めて球という数学としての用語を扱い、第４学年では立方体や直方体、第５学年では角柱や円柱の基本的な概念や性質について指導する。中学校第１学年では空間内における直線や平面の位置関係や角錐や円錐を含めた基本的な図形の計量などについて指導する（表１）。また、小学校算数科では、図形を直観的に捉える力を育成するために図形を構成する要素とその関係、図形間の関係に着目して図形の性質、図形の構成の仕方、図形の計量について考察することや図形の学習を通して道筋を立てた考察の仕方を知り、道筋を立てて説明することを指導している。その上で中学校数学科では前述のとおり数学的推論に基づいて考察し表現する力の育成を目指す。本研究では、中学校第２・３学年で論理的に考察し表現する力が育成さるよう第１学年の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の育成を目指す（表２）。具体的には、小学校第１学年の形の特徴と捉え方では、立体を平面上に写しとるなどの活動を通して図形の構成要素に着目させる指導がされている。第４学年の展開図では、

表１　空間図形の内容の系統

| | 小中の空間図形の内容の系統 |
|---|---|
| 小１ | 形とその特徴の捉え方／<br>形の構成と分解 |
| 小２ | 正方形や長方形の面で構成される箱の形 |
| 小３ | 球 |
| 小４ | 直線や平面の平行や垂直の関係／<br>立方体／直方体／見取図／展開図 |
| 小５ | 角柱や円柱／体積の単位と測定／<br>立方体及び直方体の体積の求め方 |
| 小６ | 角柱及び円柱の体積の求め方 |
| 中１ | 角錐及び円錐/直線や平面の位置関係/<br>基本的な図形の計量/<br>空間図形の構成と平面上の表現 |
| 中２ | |
| 中３ | 相似な図形の相似比と面積比及び体積比の関係/三平方の定理とその証明 |

表２　「Ｂ図形」領域のねらいの系統

| | 小中の「B 図形」領域のねらいの系統 |
|---|---|
| 小算 | 図形を構成する要素とその関係，図形間の関係に着目して，図形の性質，図形の構成の仕方，図形の計量について考察すること。図形の学習を通して，道筋を立てた考察の仕方を知り，道筋を立てて説明すること。 |
| 中数1 | 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こと。 |
| 中数2 | 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こと。 |
| 中数3 | 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こと。 |

直方体を展開図に表したり、展開図から直方体を構成したりする活動から図形の構成の仕方に着目させ図形を直観的に捉える力が培われている。中学校数学科では、その力をさらに伸ばし、取り扱う図形を錐体まで広げ、図形に対する概念的理解をより深め、数学的推論による論理的に考察する力を育成することが大切である。本研究では、空間図形の理解の深まりを検証するために検証授業前後のアンケートとテストで見取る。

## ３　タブレット端末（GeoGebra などの数学ソフト）の活用について

『解説数学編』では、コンピュータ、情報通信ネットワークなどの情報手段の活用として、「各領域の指導に当たっては，必要に応じ，そろばんや電卓，コンピュータ，情報通信ネットワークなどの情報手段を適切に活用し，学習の効果を高めること」と示されている。中学校数学科におけるコンピュータ､情報通信ネットワークなどの情報手段の活用は大きく分けて３つある(表３)。本研究では、②教具としての活用の仕方に重点を置き、空間図形において観察や操作、実験などの活動の場面で教具としてのコンピュータの効果的な活用の仕方を手立てとして考える。

表３　数学におけるコンピュータ等の活用

| | |
|---|---|
| コンピュータ、情報通信ネットワークなどの情報手段の活用 | ①計算機器としての活用 |
| | ②教具としての活用 |
| | ③情報通信ネットワークとしての活用 |

これまでのＩＣＴ機器は教師が電子黒板を用いて立体を展開図に表現する過程を表示したり、回転体模型を表示したりするなどの教具として活用してきた。昨年度、ＧＩＧＡスクール構想により全生徒に１台ずつタブレット端末（Surface Go 2）が貸与された。これによって、これからは教師が教材の提示として活用していたＩＣＴ機器を生徒自身が観察や操作、実験の活動が充実し理解を深めるために活用することができるであろうと考える。具体的には、タブレット端末を活用し生徒自身が立体を展開する様子など観察したり、平面図形を平行に移動させたり、回転させるなど操作したり、底面の半径が等しく高さが異なる円錐で高さをいろいろと変化させると展開図のおうぎ形がどのように変化するのか実験したりすることで、実感を伴った理解につながる。さらに、教師が提示して指導するより多くの数学的活動がなされると考える。

なお、その際に電子黒板の活用でも使用していた GeoGebra（数学ソフトウェア）を併用することで図形の構成要素や構成の仕方についての理解を視覚的に得られ、より効果的に深めることができると考える。ここで、紹介する GeoGebra とは数学や科学を学習指導するための幾何・代数・統計・解析を結び付けた動的な数学ソフトウェアである。Markus Hohenwarter（2001）により開発され世界中のオープンソース開発者の協力を得て現在ソフトウェアとクラウドサービスを提供している。複数のプラットホームで動作するため誰でも教材を作成することができる。また、クラウドサービスを利用して指導したい内容の教材を検索することも可能である。これまで GeoGebra は電子黒板で教材を提示するために活用してきた。本研究では、タブレット端末で観察や操作、実験などの活動を充実させるために活用する。具体的には、第１学年の空間図形の学習において立体を展開図に表したり、平面を動かす際に残像を集合させたり、試行錯誤するなど数学的な活動のツールとして効果的に活用する。

## ４　タブレット端末を活用した授業と数学的活動の関連

『解説数学編』において数学的活動とは、事象を数理的に捉え、数学の問題を見いだし、問題を自立的、協働的に解決する過程（図１）を遂行することであり問題解決の形で行われる。内容に位置づけられた活動にはその過程は、①日常の事象や社会の事象から問題を見いだし解決する活動、②数学の事象から問題を見いだし解決する活動、③数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動の３つがある。それらの活動の

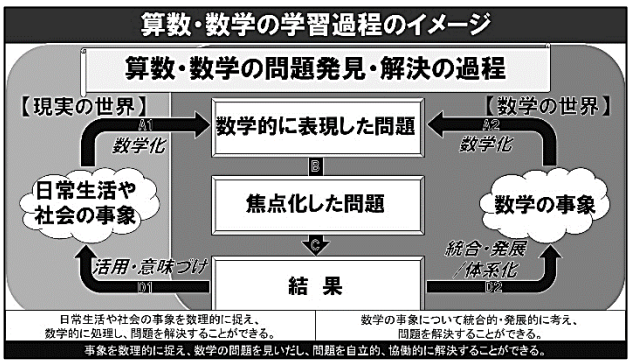


図１　算数・数学の学習過程のイメージ

中では、試行錯誤をしたり、操作したり、データを収集したり、実験したり、観察したりするなど数学に関わりのある様々な営みが行われる。これらの活動が数学の四つの領域の内容やそれらを相互に関連付けた内容の学習を通して実現されるものである。本研究では、②数学の事象から問題を見いだし解決する活動において、図形の構成要素や構成の仕方に着目させ、観察や操作、実験などの活動を通して、問題を見いだす活動を重視する。その際に、タブレット端末と GeoGebra を活用することで、問題を見いだし解決する活動を充実させることで論理的に考察する力が育まれると考える。具体的には、直方体の構成要素や構成の仕方に着目させる場面では、直方体が長方形で構成されていることは前述の通り既習事項である。しかし、タブレット端末を活用し長方形を自由に観察や操作、実験させることで直方体の構成の仕方は長方形が垂直に移動したものだと理解することができる。この活動では、GeoGebra を活用すると移動させた頂点と辺を常時接続させておくことができる(図２)。さらに、移動させる平面図形を変えることで垂直に移動させると共通して柱体になることが帰納的に理解できるようになる。また、回転体につても同様に観察や操作、実験させることで帰納的に理解できるようになる。このように、論理的に考察する力を育成するためにＩＣＴ機器の活用はとても効果的である。教師が教材を提示する指導よりも生徒がタブレット端末を活用して活動する学習の方が、論理的に考察する力の育成に効果がある。本研究では、タブレット端末を活用した授業の効果を授業実践の実感と生徒へのアンケートで見取る。

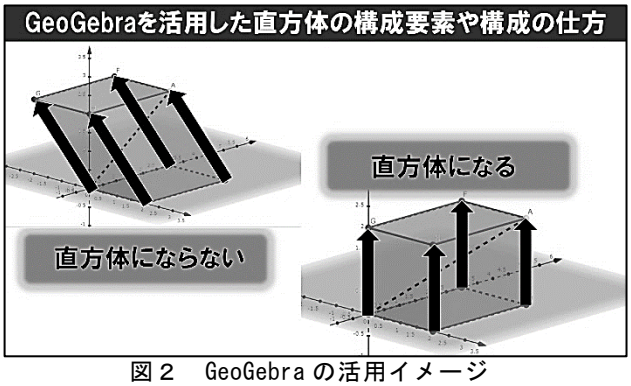


図２　GeoGebra の活用イメージ

## Ⅲ　指導の実際

### １　単元名　６章　「空間図形」

図形領域の検証を行うため単元を入れ替えて検証授業を実施する。本単元の第 12 時以降は「文字と式」「平面図形」の内容が未習のため、本単元の第１時から第 11 時の間で検証授業を行う。

### ２　単元の目標

(1) 空間図形についての基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに、事象を数理的に捉えたり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付ける。

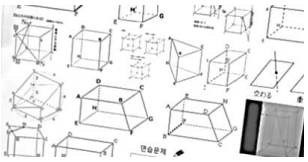
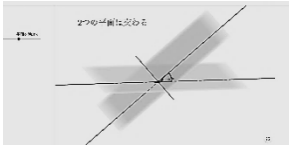
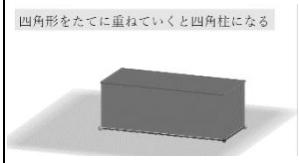
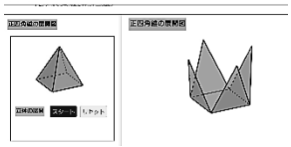
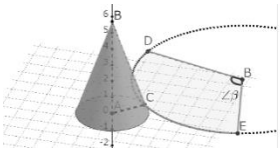
(2) 空間図形の構成要素や構成の仕方に着目し、空間図形の性質や関係を直感的に捉え論理的に考察する力を養う。

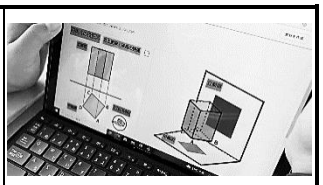
(3) 空間図形について、数学的活動の楽しさや数学のよさを実感して粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとする態度、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度を身に付ける。

### ３　単元の評価規準

| 知識・技能 | 思考・判断・表現 | 主体的に学習に取り組む態度 |
|---|---|---|
| ①　多面体や角錐・円錐の意味を理解し、正多面体の意味とその特徴を理解している。<br>②　空間における直線や平面の位置関係を理解している。<br>③　立体の展開図や投影図について理解している。<br>④　柱体や錐体、球の表面積と体積を求めることができる。 | ①　空間図形を直線や平面図形の運動によって構成されるものと捉えることができる。<br>②　空間図形を平面上に表現して平面上の表現から空間図形の性質を見いだすことができる。<br>③　立体の表面積や体積の求め方を考察し表現することができる。 | ①　空間図形の性質や関係を捉えることの必要性や意味を考えようとしている。<br>②　空間図形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。<br>③　空間図形における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。 |

### ４　単元の指導計画と評価計画

| 時 | 学習活動 | 重点 | 記録 | 評価の方法 | タブレット<br>端末の活用 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 立体の特徴に着目し、直方体・三角柱・円柱・三角錐・四角錐・円錐・球の７種類の立体を観察し共通点を見つけ分類し､多面体の意味を理解する。<br>［用語・記号］多面体 | 知<br>態 | | 知①：行動観察<br>態①：行動観察 | |
| 2 | 三角錐、四角錐、円錐について観察し、共通点や相違点を見つけ錐体の特徴を理解する。<br>［用語・記号］角錐、円錐 | 知 | | 知①：行動観察 | |
| 3<br>検証授業① | 正多面体の面の形、１つの頂点に集まる面の数、面の数、辺の数、頂点の数を観察し、正多面体の特徴を理解する。<br>［用語・記号］正多面体 | 知<br>態 | ○<br>○ | 知①：ノート<br>態①：ノート | |
| 4 | 空間内にある平面が１つ決まるのは直線上にない３点が必要であることを下敷き支えゲームで実感し、平面と平面の平行と交わる位置関係を観察し理解する。<br>［用語・記号］交線 | 知<br>態 | | 知②：行動観察<br>態②：行動観察 | |
| 5 | 空間内にある直線と直線の平行と交わる、ねじれの位置にある位置関係を理解し、ねじれの位置にある直線を見つける簡単な方法をインターネット検索で探し出す。<br>［用語・記号］ねじれの位置にある | 知 | | 知②：行動観察 |  |
| 6 | 空間内にある平面と平面のつくる角について理解し平面の垂直にある位置関係や平面と平面の距離、点と平面の距離について観察し理解する。 | 知 | | 知②：行動観察 |  |
| 7 | 直線は点の集合、平面は直線の集合、空間は平面の集合であることを理解し、平面図形を垂直に移動させたり、回転の軸を中心として回転させどのように空間図形が構成されているか考える。<br>［用語・記号］母線、回転体 | 思 | | 思①：行動観察 |  |
| 8 | 角錐の展開図がどのように構成されているか観察しノートに書き表すことで展開図の理解を深め、柱体の側面にかけられたヒモが展開図上ではどのように表されるか考える。 | 知<br>思 | | 知③：行動観察<br>思②：行動観察 |  |
| 9 | 円錐の展開図はどのようになるか予想し、観察することでおうぎ形と円で構成されていることを理解し、円周とおうぎ形の弧が対応することを理解する。 | 知<br>思 | | 知③：行動観察<br>思②：ノート |  |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10<br>検証授業② | 四角柱、三角柱、四角錐、円柱、円錐の投影図を観察し投影図のどの部分に空間図形の特徴があるか理解し、立面図、平面図だけでなく側面図の必要性も考える。<br>［用語・記号］投影図 | 知<br>思 | | 知③：行動観察<br>思②：行動観察 |  |
| 11 | ・基本の問題・小テスト | 知<br>思 | ○<br>○ | 知①～③：テスト<br>思①②：テスト | |
| 12 | 小学校で既習の柱体の体積の求め方から底面が階段形の柱体や円柱の体積を求める。 | 知<br>思 | | 知④：行動観察<br>思③：行動観察 | GeoGebra<br>観察・操作 |
| 13 | 底面積と高さが等しい柱体と錐体の体積を比べて錐体の体積の求め方を考える。 | 思 | | 思③：行動観察 | GeoGebra<br>観察・操作・実験 |
| 14 | 角錐や円柱、円錐の表面積の求め方を、展開図をもとにして考える。<br>［用語・記号］表面積、側面積、底面積 | 思<br>態 | | 思③：行動観察<br>態③：行動観察 | GeoGebra<br>観察・操作 |
| 15 | 半径と高さが等しい円柱、円錐、球の体積を実験的に比べながら球の体積の求め方を考える。 | 思 | | 思③：行動観察 | GeoGebra<br>観察・操作・実験 |
| 16 | ・基本の問題・小テスト | 知<br>思 | ○<br>○ | 知④：テスト<br>思③：テスト | |
| 17 | ・単元テスト | 知<br>思 | ○<br>○ | 知①～④：テスト<br>思①～③：テスト | |

**５　検証授業①（３/17 時間）６月９日（木）２校時**

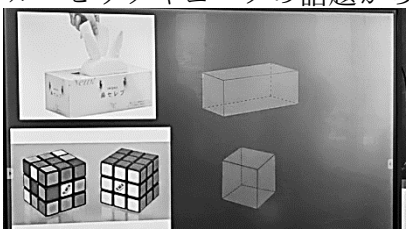
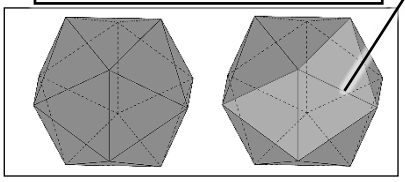
(1) 指導目標

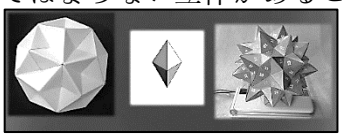
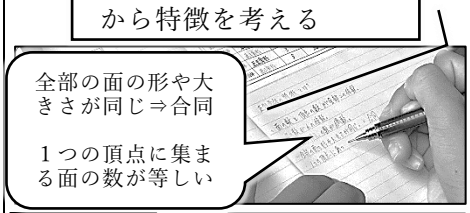
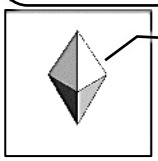
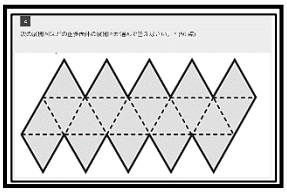
正多面体について観察や操作することで共通点を見いだし正多面体の性質について理解することができる。

(2) 評価規準

正多面体の意味とその特徴を理解している。

(3) 本時の展開

| | 学習活動 | タブレット端末の活用 |
|---|---|---|
| 導入 | 1 ルービックキューブの話題から課題にせまる<br>  <br>2 めあてを提示する | 空間図形を動かし操作する<br> |
| 展開 | 3 見通しを立てる<br>**課題**<br>次の５つの正多面体の辺、頂点、面に着目して表を完成させなさい。<br> <br><br>どこに着目するか⇒辺、頂点、面<br>⇒数や形<br><br>4 タブレットで観察や操作し、表を完成する<br>（ペアで確認する）<br>視点⇒面の形・１つの頂点に集まる面の数<br>・面の数・辺の数・頂点の数<br><br>5 全体で解答を共有し、正多面体の性質を考える | 数える箇所をタップしながら観察しノートに記述する<br> <br>一度数えたものは色が黒から赤に変わる<br>  |

| | | |
|---|---|---|
| | 〈発問〉表から正多面体にはどのような特徴が見えてくるだろうか？<br>生徒の反応<br>共通点⇒どの面も合同な正多角形でできている<br>⇒１つの頂点に集まる面の数が等しい<br><br>６まとめをする<br>正多面体とは<br>・どの面も合同な正多角形である<br>・どの頂点にも面が同じ数だけ集まる<br>・へこみがない<br>ものである。<br><br>合同な正多角形だけでできた立体でも正多面体の定義に当てはまらない立体があることを理解する<br>  | 観察して得られた情報から特徴を考える<br>  <br>全部の面の形や大きさが同じ⇒合同<br>１つの頂点に集まる面の数が等しい<br>  <br>定義に合わない図形もタブレットで観察できるようにする<br>  <br> <br>面が 20 面あるから正二十面体だ |
| 終末 | ７確認問題<br>振り返りを行う | |

６　検証授業②（10/17 時間）６月 28 日（火）３校時

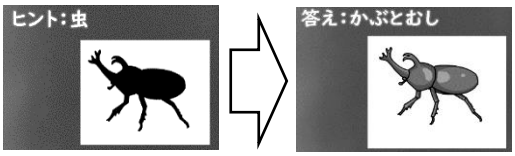
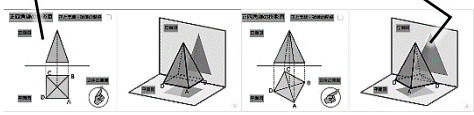
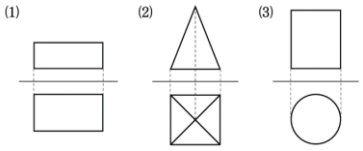
(1) 指導目標

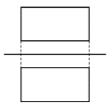
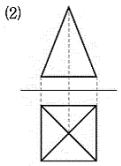
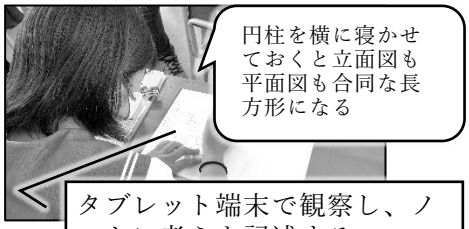
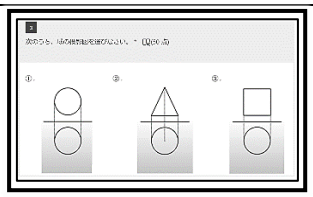
投影図について理解し、観察や操作することで投影図から空間図形の特徴を捉え立体を判断することができる。

(2) 評価規準

空間図形を平面上に表現して平面上の表現から空間図形の性質を見いだすことができる。

(3) 本時の展開

| | 学習活動 | タブレット端末の活用 |
|---|---|---|
| 導入 | １シルエットクイズから課題にせまる<br>  <br><br>２めあてを提示する | 空間図形と投影図がどのように対応するか観察する<br>空間図形を回転させるとどのようになるか操作、観察する<br>  |
| 展 | ３投影図、立面図、平面図の見方を確認し観察、操作する<br><br>４課題①に挑戦（個人→ペア）<br>**課題①**<br>下の(1)～(3)の投影図は、直方体、三角錐、四角錐、円柱、円錐、球のうち、どの立体を表したものか答えなさい。<br>  <br> | <br>選んだ立体の投影図を観察し確かめる |

| | | |
|---|---|---|
| 開 | 生徒の反応<br>(1)直方体(2)四角錐、三角錐(3)円柱、円錐、球<br><br>５課題②に挑戦（個人→小グループ）<br>**課題②**<br>次の投影図に表された立体を答えなさい。<br>どちらも合同な長方形である。<br>  <br><br>生徒の反応<br>直方体、三角柱、円柱、柱体すべて<br><br>〈発問〉立面図、平面図の他にどんな情報があれば判断できるだろうか？（ペア）<br>生徒の反応<br>正面､真上の他に真横から見た図があれば判断できる<br><br>６まとめをする<br>投影図では<br>立面図に側面、<br>平面図に底面の特徴が表れ<br>立体を判断することができる<br>  |  <br>円柱を横に寝かせておくと立面図も平面図も合同な長方形になる<br>タブレット端末で観察し、ノートに考えを記述する<br> <br>真横から見ると分かるんじゃない？<br> <br>時には実物教材を用いて観察する |
| 終末 | ７確認問題<br>振り返りを行う<br>  | <br>立面図も平面図も円になっているのが球だな<br>理由は、球はどの方向から見ても円になるから |

## Ⅳ　仮説の検証

### １　タブレット端末を活用した授業の効果

ここでは、タブレット端末を活用した授業の効果を、教師の指導の実感で検証する。

検証授業①では、タブレット端末を活用して５つの正多面体の面や辺、頂点に着目し、生徒自ら空間図形を操作し様々な方向から観察することを行った（図３）。その際に観察した結果を自分のノートの表に面の形、１つの頂点に集まる面の数、面の数、辺の数、頂点の数の５つの項目についてまとめる。十分に操作、観察した事柄と表にまとめた内容から正多面体の定義を見いだす。これまでの指導と比べても生徒がスムーズに表をまとめることができた。数える時に重複や漏れがほぼ無かったと感じる。

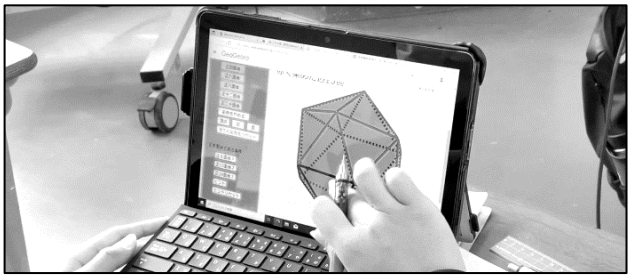


図３　正多面体の観察、操作

検証授業②では、空間図形を様々な方向に回転させながら操作し、投影図とどのように対応するのか観察することを行った（図４）。十分に操作、観察を行った後に、投影図から空間図形

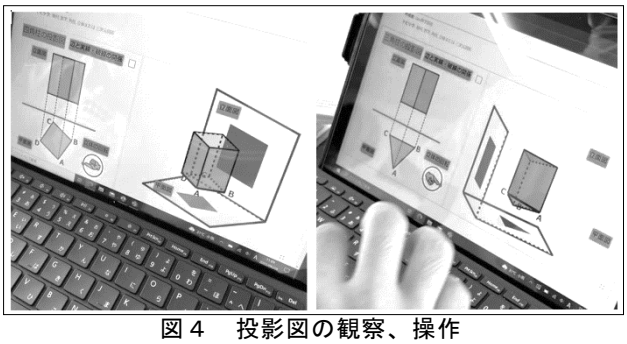


図４　投影図の観察、操作

を判断した。そのときになぜそうなるのかペアと説明し合うことで空間図形の特徴が立面図、平面図にどのように表れてくるのか論理的に考察する力の育成を図った。

検証授業通して、タブレット端末を活用したことにより、観察や操作、実験などの活動が充実し、空間図形の構成要素や構成の仕方に着目させる授業が実践できた。

## ２　空間図形についての理解の変容

ここでは、空間図形への理解の深まりを確かめるためにテストとアンケートで検証する。

検証授業①においては、タブレット端末を活用し正多面体の面や辺、頂点を操作や観察しながら数える場面では、数えた箇所に色付けしながら数えることで、正確に数えることができた。検証授業②においては、タブレット端末を活用し十分に観察や操作をしたことで、投影図から見取図を正しく判断することができた。空間図形についての理解の深まりを検証するため、第１回は本単元を始める前に、第２回は検証授業②の後にテストを実施した。どちらのテストも、小学校算数科から出題し、比較しやすくすることにした。そこで、６つの合同な正方形で構成された複数の図の中から立方体の展開図を選択する問題を出題した（図５）。正答率は、第１回 38.8%、第２回 85.3%であり、第１回より 46.5pt 増加した。増加の要因は第８・９時に行った角錐や円錐の展開図の観察や操作の活動が充実したことだと考える。この結果から空間図形の構成の仕方についての理解が深まったと考えられる。また、検証授業後のアンケートにおいても、「タブレット端末を使うと実感を持って学習内容を理解することができた。」に対して「よくできた」「できた」と肯定的に答えた生徒が 91.9%であった（図６）。

検証授業における生徒の様子の観察やテスト、アンケートの分析・考察を通して、単元を通してタブレット端末を活用し観察や操作、実験の活動が充実したため、空間図形についての理解が深まったと考えられる。

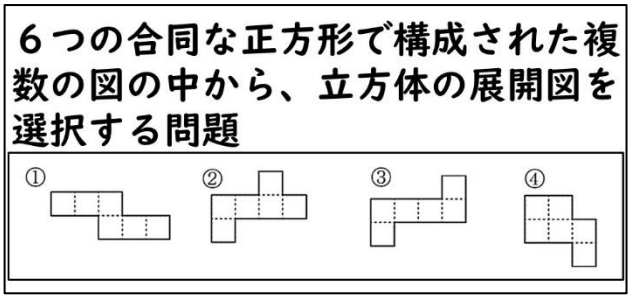



図５　立方体の展開図を選択する問題

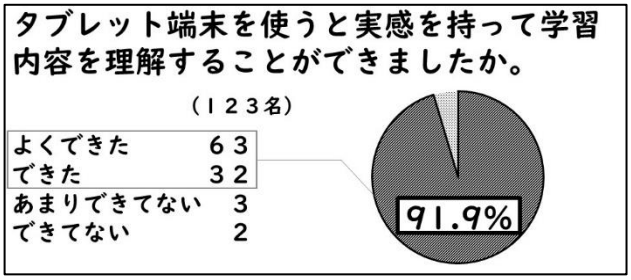



図６　第 11 時終了後アンケート

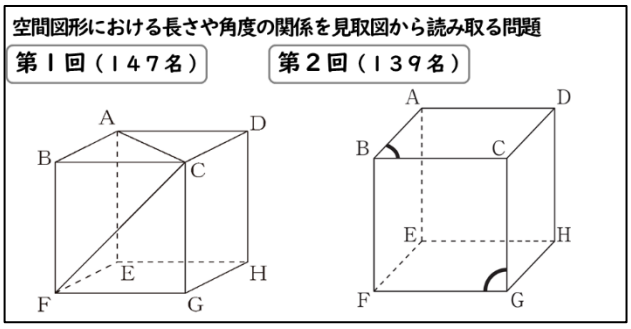



図７　長さ（角度）の関係を読み取る問題

## ３　空間図形における論理的に考察する力の変容

ここでは、論理的に考察する力が高まったかどうかについて、検証授業前後テストの正答率及び理由の記述と、アンケートで検証する。なお、１学年では論理的に考察する力までであり表現力までは求められていない。

テストの出題は、全国学力・学習状況調査中学校数学Ａから抜粋したものである（図７）。第１回は平成 22 年度、第２回は平成 28 年度に行われたものである。その解答を選択した理由を記述させ内容を分類した（表４）。出題の趣旨は、空間図形における長さや角度の関

表４　テストの解答類型

| 番 | 選んだ理由 | 検証授業①前（147 人） | | 検証授業②後（138 人） | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 人 | % | 人 | % |
| 1 | 見た目の辺の長さ（角の大きさ）が大きいから | 5 | 3.4 | 4 | 2.9 |
| 2 | 情報が不足して分からないから | 20 | 13.6 | 9 | 6.5 |
| 3 | どの面も合同な正方形だから辺の長さ（角の大きさ）が等しい | 56 | 38.1 | 83 | 60.1 |
| 4 | 正方形だから | 58 | 39.5 | 31 | 22.5 |
| 0 | その他 | 8 | 5.4 | 11 | 8.0 |

係を見取図から読み取ることができるとした。正答率は第１回 77.6%、第２回 82.6%であり、第２回テストは平成 28 年度全国学力・学習状況調査の全国平均正答率 79.2%を上回った。正答率が増加したことから空間図形についての理解が深まったと考えられる。また、生徒の記述から「どの面も合同な正方形だから辺の長さや角の大きさが等しい」と記述した生徒が第１回 38.1%、第２回 60.1%である。22.0pt 増加したことから、見取図から必要な情報を見いだし論理的に考察していることが分かる。具体的な生徒の変容を挙げると、生徒Ａは第１回では「なんとなく」と記述し、第２回では「合同な正方形は全ての角や辺の長さが等しいから」と記述している。生徒Ａは、根拠となる事柄を理解していることが分かる（図８）。

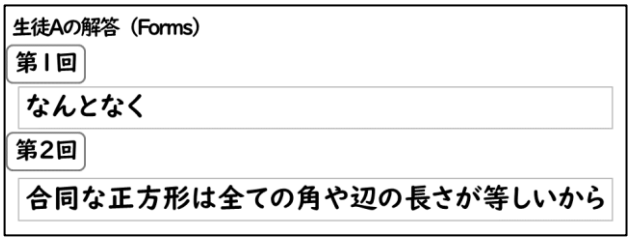



図８　生徒Ａの記述の変容

アンケートでは、「数学の図形に関する問題を解く際に、どんな情報を重視していますか。」と質問した。第１回と第２回の回答結果を比較すると、「見た目の情報」が減少し、「根拠となる情報」が増加した。視覚的な情報に左右されず論理的に考察する生徒が増加したと考えられる。一方で、検証授業後に「情報を重視しない」と答えた生徒が 12.3%であった（図９）。情報を利用できず勘で答える生徒や、理解が十分で情報をあまり重要視しない生徒が含まれていると考えられる。今後、情報を必要としない理由について分析し、論理的に考察するための手立てを講じる必要があるかどうか検討する。

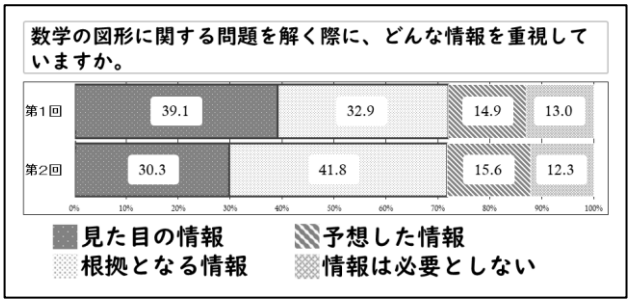



図９　アンケートの変容

テストの正答率及び理由の記述とアンケートの分析から、タブレット端末を活用し観察や操作、実験の活動が充実したことにより、空間図形について論理的に考察する力が育成されたと考えられる。

## Ⅴ　成果と課題

### １　成果

(1) 観察や操作、実験などの活動が充実し、空間図形の構成要素や構成の仕方に着目させる授業が実践できた。今後、図形領域以外でもタブレット端末の活用が有効かどうか研究していきたい。

(2) タブレット端末を活用した活動を通して、図形の構成要素や構成の仕方に着目するなど空間図形について理解を深めることができた。

(3) 空間図形の学習において、タブレット端末を活用し観察や操作、実験の活動が充実したことにより、空間図形について論理的に考察する力を育むことができた。

### ２　課題

(1) アンケートから問題解決において何も情報を必要としない生徒への新たな手立てを講じる必要があるかどうか検討が必要である。

(2) タブレット端末を活用する際、学校の通信環境や生徒の操作能力などにより、様々なトラブルが生じる可能性があるという懸念が残る。

## 〈参考文献〉

飯島康之　2021　『ＩＣＴで変わる数学的探究　次世代の学びを成功に導く７つの条件』　明治図書出版株式会社
樋口万太郎　2021　『ＧＩＧＡスクール構想で変える！１人１台端末時代の授業づくり２』　明治図書出版株式会社
『数学教育』編集部　2021　『ＩＣＴ×数学　ＧＩＧＡスクールに対応した１人１台端末の授業づくり』　明治図書出版株式会社
文部科学省国立教育政策研究所　2020　『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料　中学校　数学』東洋館出版社
文部科学省　2018　『小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説　算数編』　日本文教出版株式会社
文部科学省　2018　『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説　数学編』　日本文教出版株式会社
文部科学省国立教育政策研究所　2016『平成 28 年度全国学力・学習状況調査　報告書　中学校　数学』
文部科学省国立教育政策研究所　2010『平成 22 年度全国学力・学習状況調査　報告書　中学校　数学』

## 〈参考 Web サイト〉

文部科学省　2018　『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説　算数編』
https://www.mext.go.jp/content/20211102-mxt_kyoiku02-100002607_04.pdf（最終閲覧 2022 年７月）
文部科学省　2018　『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説　数学編』
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_004.pdf（最終閲覧 2022 年７月）
文部科学省国立教育政策研究所　2016『平成 28 年度全国学力・学習状況調査　報告書　中学校　数学』
https://www.nier.go.jp/16chousakekkahoukoku/report/data/16mmath.pdf（最終閲覧 2022 年７月）

©GeoGebra　2022　『GeoGebra』
https://www.geogebra.org/?lang=ja（最終閲覧 2022 年７月）