



数学的活動の楽しさを味わわせる教材の工夫

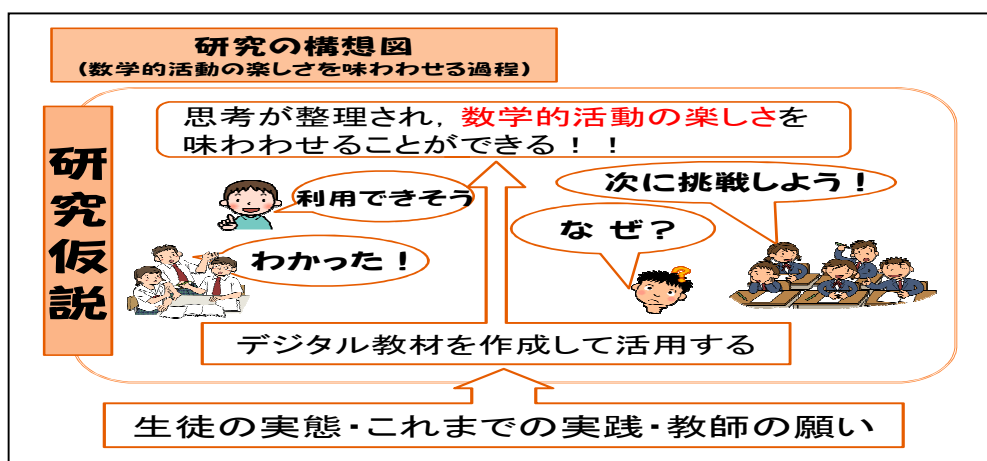
～図形学習のデジタル教材作成を通して～

与那原町立与那原中学校教諭 吉 元 康 王

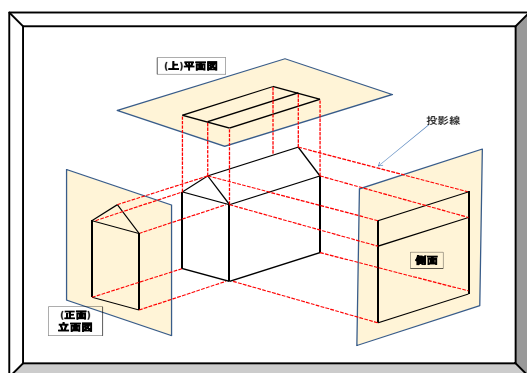
1 研究のテーマについて

これまで、学習指導を進めていく中で、「授業を生徒自ら進んで受けてもらいたい。」という思いがあった。また実践を振り返ることで、生徒の内面に働きかけるような手だてが必要だと気付いた。そこで視覚的に分かりやすい教材の工夫を行うことは、生徒に「数学的活動の楽しさを味わわせる」ことに有効だと考え、本テーマを設定した。

2 研究の方法



3 研究の実際



シミュレーション映像(投影図を学ぶ)



映像をヒントにして問題に取り組む

4 研究の成果

- ① 自作のデジタル教材を活用することで、生徒に視覚的に分かりやすく、イメージを捉えさせることができた。それによって思考の整理がスムーズにでき、多様な考えのヒントとなって「数学的活動の楽しさを味わわせる」のに有効であった。
- ② 自作のデジタル教材を活用して、生徒の意欲を引き出すことができた。

数学的活動の楽しさを味わわせる教材の工夫

～図形学習のデジタル教材作成を通して～

与那原町立与那原中学校教諭 吉 元 康 王

I テーマ設定の理由

中学校学習指導要領の中学校数学科の目標に「数学的活動を通して」が加えられた。また「数学的活動の楽しさを知る」から「数学的活動の楽しさを実感する」ことと改められた。そして「数学的活動を通じた指導によって、数学を活用して考えたり判断したりすることが一層できるようにするとともに、その楽しさを実感することで数学を学ぶことへ意欲を一層高めることが必要である。」と強調された。特に「数学的活動の楽しさ」が取り上げられたことは、指導の視点を「生徒の内面への働きかけ」に目を向けさせるためである。また単に楽しく活動する側面だけでなく、それによって生徒にどのような知的成長がもたらされるかという質的側面にも目を向けることが必要とされた。「数学的活動の楽しさ」を味わわせることは、中学校学習指導要領の本来のねらいである生徒の主体的な活動を内面から引き出すことにつながる重要な視点である。

これまでの私の授業の進め方は、下記の通りであった。

- ① 発問や板書を工夫し自作プリントの活用を通して問題を考えやすく、また類似問題で反復練習。
- ② 「毎時間のねらい」を所要所で確認をしたり、机間指導の中で見つけた良い点やミスの特徴を生徒と一緒に考えてみる。
- ③ つまづいた原因を探り、注意を促し、再度問題へ取り組ませる。

この実践は、基礎・基本の知識や技能を習得させることに追われ、教師主導型の授業に偏り過ぎていたのではないかと反省している。生徒が主体的に考え数学の学習に意欲的に取り組んでいたとは思えない。

標準学力調査の結果は、図1のように全国との差が-8.1%と大きい。また、問題の内容別正答率を見てみると基礎・基本の「三角形と四角形」や「立体」では期待正答率を上回っているが活用の「面積と体積」では期待正答率を9.8%も大きく下回った。

確かに私の授業でも進んで取り組む生徒が少なく、習得した基礎・基本を活用するまでに至っていない。授業の中で「数学的活動の楽しさ」を味わわせる必要がある。興味・関心をひきつけ、学ぶ意欲を高めることができれば、学習した知識・技能を活用して生徒が主体的に活動できるのではないかと考える。

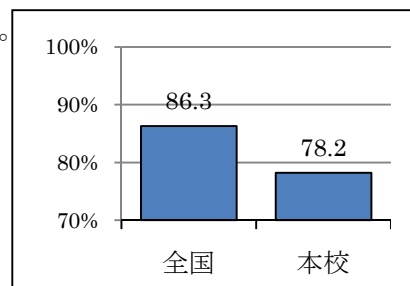


図1 標準学力調査(平成22年図形領域)

そこで、本研究では生徒の実態を把握し、そのデータに即した資料を収集して「数学的活動の楽しさ」を味わわせる教材の開発を行う。一斉学習では、導入や展開、まとめでの活用を行い、個別学習では単元の演習で活用するなど学習状況に応じた授業展開が可能なデジタル教材を作成し、より一層学ぶ意欲を高めたい。以上のことよりデジタル教材を活用して学習の指導を行うことで、生徒に「数学的活動の楽しさ」を味わわせ、学ぶ意欲を高めることができると考え、本テーマを設定した。

II 研究仮説と検証計画

1 研究仮説

図形学習において、デジタル教材を作成し授業で活用することは、視覚的に分かりやすく、思考の整理ができ、多様な考えのヒントとなって、「数学的活動の楽しさを味わわせる」指導に有効であろう。

2 検証計画

事前調査で図形に関するアンケート及び学力調査を行い、それを基にして「数学的活動の楽しさを味わわせる」ための教材を工夫・改善し作成する。その際、生徒の実態を客観的に把握するため、教師から見た生徒の実態調査も参考にする。このようにして作成した教材を検証授業の一斉学習や個別学習(演習)の場面で、複数の学級を対象に行い、ワークシートや自己評価(記述式)、教師の観察を基に比較分析をする。さらに図形に関するアンケートの事後調査を行って、事前調査と比較する。以上の方法で、作成したデジタル教材の活用は、視覚的に分かりやすく、思考が整理でき、多様な考えのヒントとなって「数学的活動の楽しさを味わわせる」指導に有効であることを検証する。

① 事前調査	調査内容：図形に関するアンケート及び学力調査 ・調査方法：アンケート，標準学力調査，準備テスト ・調査時期：10 月下旬～12 月上旬 ・調査対象：島尻地区数学科教師 47 名，検証実施数学科教師 5 名，検証実施中学校 1 年生 391 名		
② 教材作成	・時期：11 月～1 月 ・事前調査を参考に資料の収集と作成，編集		○学習指導要領，教科書等の記載内容の分析 ○身近な事象の分析（具体物や実験等の様々な映像）
単元名：第 6 章「空間図形」 研究対象生徒：与那原中 1 学年 5 学級，協力中学校 3 校 1 学年 7 学級			
検 証 場 面		検 証 の 観 点	検証の方法
③ 検証授業	・時期：1 月～2 月上旬 自作デジタル教材の活用 ・空間図形についての見方を深めたり，図形の求積を行う場面 ・検証授業全 15 時間，他依頼（3 校） ・実施学校 島尻地区（与那原中） 中頭地区（A 中学校），国頭地区（B・C 中学校）		・授業観察 ・ワークシート ・自己評価 ・授業後のアンケートの分析
	一斉学習	・導入や展開 ----- ・まとめ (A 注意) 興味・関心を持ち，本時の学習に取り組もうとしていたか。 (R 関連性) 既に持っている数学的知識や技能と関連させ，課題に取り組もうとしていたか。 (C 自信) 達成可能な問題に取り組ませた後，自信を持って類似問題に進んで挑戦しようとしていたか。	
	個別学習	・展 開 (C 自信) 達成感を味わい，自信を持って類似問題に進んで挑戦しようとしていたか。 (S 満足) 身につけた知識や技能を使って問題を解こうとしていたか。	
④ 事後調査	・調査内容：図形に関するアンケート ・調査方法：アンケート ・調査時期：（検証期間 1 月中旬～2 月上旬） ・調査対象：検証実施数学科教師 5 名，検証実施中学校 1 年生 391 名		
作成したデジタル教材を活用した授業展開は，「数学的活動の楽しさを味わわせる」ことができたか。			・①～④の結果

Ⅲ 研究内容

1 「数学的活動の楽しさを味わわせる」について

(1) 「数学的活動」とは

中学校学習指導要領によれば、「数学的活動とは、生徒が目的意識をもって主体的に取り組む数学にかかわりのある様々な営みを意味している。しかし教師の説明を一方的に聞いたり、単なる計算練習を行うだけの学習は含まれない。」である。そして中学校数学科で特に重視している「数学的活動」は、次の図2各学年における「数学的活動」の内容の三つである。

学 年	数 学 的 活 動
第 1 学 年	ア. 既習の数学を基にして、数や図形の性質などを見いだす活動 イ. 日常生活で数学を利用する活動 ウ. 数学的な表現を用いて、自分なりに説明し伝え合う活動
第 2・3 学 年	ア. 既習の数学を基にして、数や図形の性質などを見だし、 <u>発展させる</u> 活動 イ. 日常生活や <u>社会</u> で数学を利用する活動 ウ. 数学的な表現を用いて、 <u>根拠を明らかにし筋道立てて</u> 説明し伝え合う活動

図2 各学年における「数学的活動」の内容

図2のアについては、数学的な見方や考え方が重要な役割を果たして発展的、創造的な活動であることから数学についての概念や性質、定理など新たな数学を生み出す活動でもある。図2のイについては「数学的活動」を生かすことができるようにすることを目指しているという意味で、数学を学ぶ目的でもある。図2のウについては、異なる考え方を相互に取り入れ深めていくなど、互いに理解し合うことにもつながって、より数学の必要性に気付く機会となることから「数学的活動」の動機付けを強化することになる。よってこれら三つの内容を中心とする「数学的活動」とは数学を学ぶための方法でもあり、「数学的活動をする」こと自体を学ぶという意味で内容ととらえることができる。だから「数学的活動」を通して生徒は、数学を学ぶことの面白さや考えることの楽しさ、数学の必要性や有用性を実感する機会に触れることができる。そこでは粘り強く考え抜くことも必要になり、成就感や達成感などを基にして自信を高め自尊感情をはぐくむことができると考える。したがって「数学的活動」は、これら三つの内容を一層重視して進めていくことが求められている。

- 正の数・負の数の四則計算の意味を理解する活動（←図2のアに関連・数の概念の拡張）
- 比例(身近な事象)について考察し、理解を深める活動（←図2のイに関連）
- ある課題の解決法をペアで説明し合う活動（←図2のウに関連）
- 空間における直線や平面の位置関係を理解する活動（←図2のアに関連・平面から空間への拡張）
- 立体などの線分の構成を説明する活動（図2のウに関連）
- 立体の表面積や体積等の求積を行う活動（図2のアに関連） など。

図3 「数学的活動」の例

(2) 「数学的活動の楽しさ」について

中学校数学科においては、「数学的活動の楽しさ」を実感させることが求められている。ただし単に楽しく活動することだけではなく、それによって生徒にどのような知的成長をもたらされるかという質的側面にも目を向ける必要があるとされた。つまり、これまで以上に情意的な側面を大切に与えたことは、生徒の数学を学ぶ意欲を高め、主体的に「数学的活動」に取り組み、数学を学ぶ過程を大切にしたい趣旨がある。すなわち、単にでき上がった数学を知るだけでなく「数学的活動」を通して様々な工夫、驚き、感動を味わって数学を学ぶことの面白さ、考えることの楽しさを実感させることを重視している。さらに「数学的活動をする」過程では数学的な知識及び技能、数

学的な見方や考え方も用いられることから、質的に高まることも期待されている。このことから「数学的活動の楽しさ」を実感させることが必要であり、これはアメリカの教育工学者ジョン・M・ケーのARCS動機付けモデルの4つの視点を満たした次のような場面で味わうことができると考える。

- ① 興味・関心がひきつけられる課題に触れたとき。(Attention おもしろそうだ)
- ② 経験や考え方に関連があったり、役に立つなど有効性を感じたとき。
(Relevance やりがいがありそうだ)。
- ③ 成功の体験が出来るレベルと感じたときなど。(Confidence やればできそうだ)
- ④ 習得した知識や技能を使った時や考えの良さが認められたとき。
(Satisfaction やってよかった)

このような場面で生徒一人一人が充実感・達成感を味わうことで、次への学習意欲に結びつき、さらなる知識や技能の習得とその探求のスパイラルが生まれる。よって、学習で得た知識を自分の中で理解し、それを利用する経験を積むことが、日常生活への数学の活用につながっていくと考える。つまり興味・関心をひきつけられる課題に触れた瞬間、疑問や問いの発生から自分の経験や考えに関連づけ問題解決に至る。その一連の過程を体験することで、数学を学ぶことの面白さや考えることの楽しさ、数学の必要性や有用性を実感することができる。

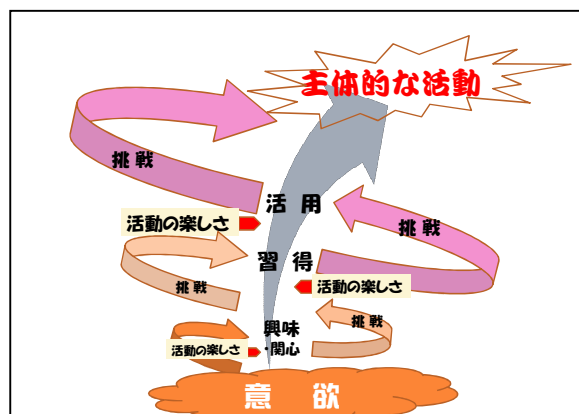


図4「数学的活動の楽しさ」を味わわせるイメージ図

2 学校現場の実態から

(1) アンケート結果

- ① 指導者の実態（アンケートは島尻地区数学教師47名及び検証協力教師5名対象）

図形の学習における指導の実態調査を行った結果、図5「生徒が課題にじっくり取り組むための時間の確保を心がけていますか。」の質問に86%の教師が心がけていて、図6「「数学的活動」を意識して授業を計画していますか。」の質問に83%の教師が意識して授業計画を行っていることから、指導に対する熱心さがうかがえる。一方、「指導が難しいと考えているところはどんな点ですか。」の質問に対し「実際に図を見せてあげる機会が少ない」、「図をノートに書き写すことが苦手な生徒が多い」、「意欲がない生徒への手だて」、「生徒側と教師側の熱意の違い」、「教材研究の時間の確保」などの回答があった。このことから教師は、図形の学習を指導する上で、生徒へ実物を見せる方法や興味・関心をひきつけることが必要と感じているのが分かる。また、生徒が図形をイメージできるようになるために、生徒へ図形の構成を的確に把握する力を付けさせることも必要である。したがって、教材の工夫が一段と重要になってくる。

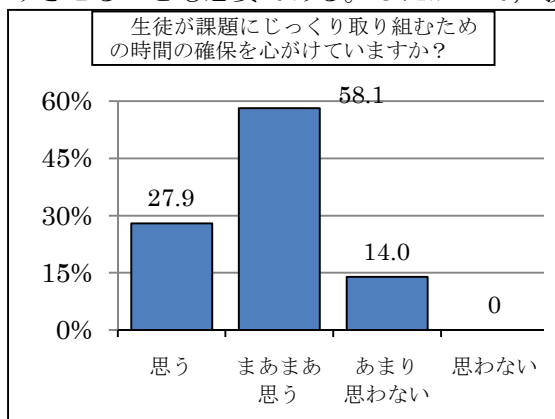


図5 課題解決の時間確保について

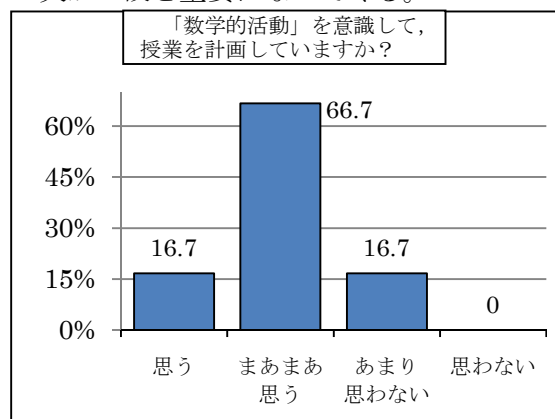


図6「数学的活動」について

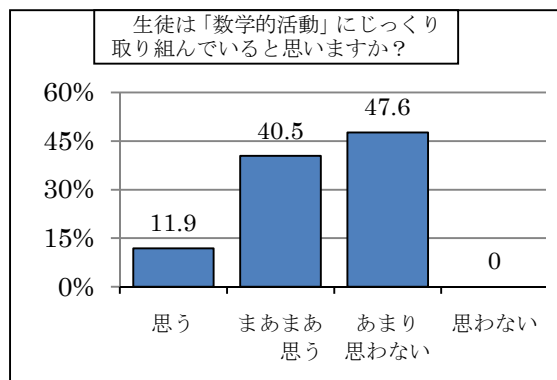


図 7 生徒の「数学的活動」について

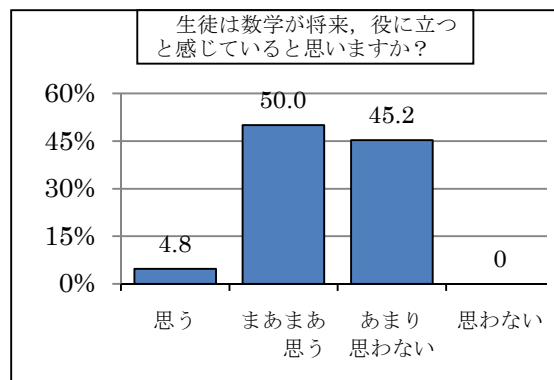


図 8 数学の有用性について

しかし、教師から見た生徒の実態は、図 7「生徒は数学的活動にじっくり取り組んでいますか。」の質問に 52%の教師が「生徒は数学的活動にじっくり取り組んでいる」と答えた。また図 8「生徒は数学が役に立つと感じていると思いますか。」の質問に 55%の教師が生徒は数学を役に立つと感じている」と答えた。どちらもほぼ半数で、あまりにも低い数値である。このことから、さらに指導法の工夫・改善が必要で、生徒にじっくりと数学的活動に取り組ませ、有用感を味わわせる必要がある。

② 生徒の実態（アンケートは検証対象中学校 1 年 391 名対象）

数学の授業についてアンケートを実施した結果、「数学の学習は好きですか。」の質問に 60%の生徒が「好き」と答えたが、「図形の学習は好きですか。」の質問では、「好き」と答えた生徒は 54%であった。また、男女間を比べてみると、「図形の学習は好き」と答えた 66%の男子に対し、女子は 37%とほぼ半数の結果となった。しかし、「数学や図形の学習が好き」と答えなかった生徒でも記述式の欄に「立体図形を上手に描けるようになりたい」と答えた生徒は多かった。

そして 59%の女子が「数学で学んだことが生活のどんなところで活かされているか知ることは大切だ」、66%の女子が図 9「図形の学習は日常生活で役に立つとは思わない」と答えている。数学の学習がどこで活かされているか知らないために、特に図形を学習する必要性を見いだせずにいる実態も分かった。つまり、生徒が「学習する内容が生活のどこで活かされているか」知ることは、「学習する価値」を感じて授業に臨む大事な経験である。つまり、身近な題材を用いて指導することは、生徒に学習する意味を感じ取らせて、学習した内容を生活の場に結び付けて考える機会へつなげられると考える。また、このアンケート結果から「図形の学習」を指導する際に、身近な生活にある立体や具体物などを用いることも大事な要素だと思われる。それを可能にする教材の一つとして本研究で作成するデジタル教材は、「図形の学習」で効果が期待できる。

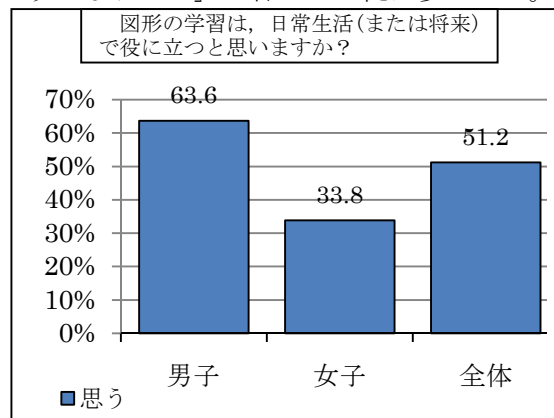


図 9 図形の学習の有用性について

③ ARCS モデルとの関連

ARCS モデルによれば、情動的な側面を加味した活用が可能な教材でなければならない。生徒の意識をひきつける内容または、その活用が重要である。つまり、生徒にとって学習する必要性や役に立つものであると感じさせることも念頭に置きながら作成しなければならない。このことから「立体図形をきれいに描きたい」と思っている生徒に、立体を空間の図形として正確に認識してイメージする経験を擬似的に行えるデジタル教材は効果的だと考える。

3 図形学習のデジタル教材 作成について

(1) デジタル教材 作成について

基礎・基本的な知識や技能は、何度も反復練習することで習得することは可能だが、それらの知識や技能を活用するには、より内容を理解する必要がある。つまり、学習過程で生徒の知的成長に及ぼす影響を考えれば、「数学的活動」における「楽しさ」を実感させることは、必要不可欠である。なぜなら、情意的な側面を刺激し、興味・関心や学ぶ意欲が高まって主体的に活動し、学習した知識・技能を活用する態度をはぐくむことへつながると考えられるからである。

「空間図形」の目標は、「観察、操作や実験などの活動を通して、空間図形についての理解を深めるとともに、図形の計量についての能力を伸ばす。」である。空間図形については、日常生活の至るところで立体や具体物に出会うことができる。しかし、実際に建造物を教室に持ち込んだり、壁や柱などを透かして見ることはできない。また、空間図形を学習する際には、実際の具体物を何の加工もなしに活用することは複雑で扱いにくい。よって、空間図形における教材は、その観察・操作・実験などの観点から選択する必要がある。デジタル教材は、写真や動画による観察やイメージ映像を活用することで見通しを持った実験が可能となる。さらにイメージ映像を活用して指導することで、生徒が空間における立体の構成を把握しやすくなる。そこで写真や動画、イメージ映像の取り扱いがしやすいプレゼンテーションソフトを用いたデジタル教材を作成して活用する。

(2) デジタル教材作成上の留意点

デジタル教材を作成する上で、アンケートの結果をもとに次のような点に留意したい。

- ① 視覚的に分かりやすく、思考の整理ができるような映像にする。
- ② 日常生活に結び付きのある立体や具体物を取り入れる。
- ③ 時間のかかる実験をデジタル化して取り入れる。
- ④ 教師による活用、生徒による活用の二点を含んだ形式にする。
- ⑤ 演習は、解答のヒントを入れ、何度も繰り返しできるようにする。

以上の点から、教師が本教材を活用する場合、授業の導入や展開、まとめて説明の補助教材として活用し、指導を行う。また生徒が本教材を活用する場合は、個別学習において、単元の演習で、生徒自らパソコンを操作し、何度も繰り返して自分のペースで学習ができるようにする。またヒントを取り入れることで、単に答えだけの確かめではなく、解き方や考え方を生徒自身が確認できるようにする。さらにデジタル化することで、簡単な操作で見直せ、基礎・基本の習得を高めることもできるようにする。

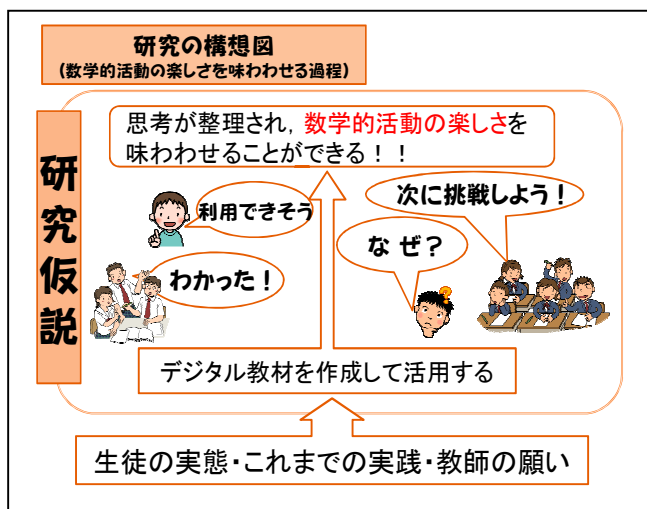


図5 研究構想図

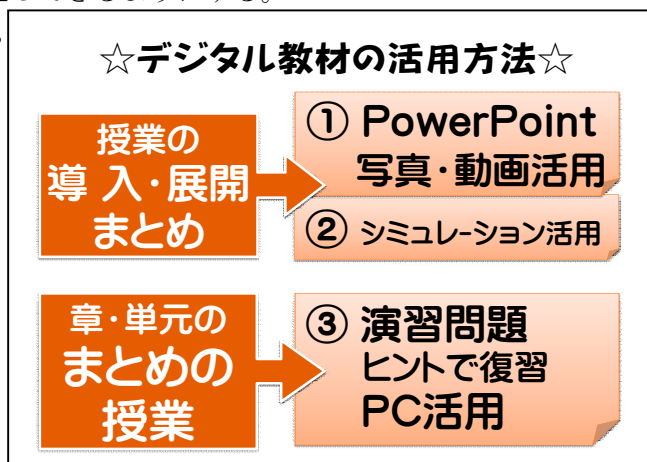


図6 デジタル教材の活用について

IV 授業実践

1 研究テーマ 数学的活動の楽しさを味わわせる教材の工夫 ～図形学習のデジタル教材作成を通して～

2 研究仮説

図形学習において、デジタル教材を作成し授業で活用することは、視覚的に分かりやすく、思考の整理ができ、多様な考えのヒントとなって、数学的活動の楽しさを味わわせる指導に有効であろう。

3 単元名 第6章「空間図形」【円錐の表面積を調べよう】 節 2/6 時間、単元全15時間

4 単元設定の理由

(1) 教材観（省略） (2) 生徒観（省略）

(3) 指導観

本単元では、空間図形の構造を把握するための数学的活動を支え楽しむことを目的としてデジタル教材を活用していく。単元の前半では、空間図形の性質をいろいろな見方でつかみ取って、見取図や展開図、投影図による空間図形の平面的な見方を学んでいくが、具体物を紙面上でイメージしていくことは難しい。特に平面図形の移動によって作り出される立体は、実際に存在するわけではない空想の世界であるために生徒は、理解に苦しむ。よって、そのイメージをつかませる手だてを、具体物に触れ考察する場において、デジタル教材で補助していく。また単元の後半では、柱体や錐体、球の表面積や体積を求める。これら空間図形の構成の理解を立体の大きさや量といった点から深めていく過程においても、思考を促す補助的な道具としてデジタル教材を活用する。以上を年間指導計画を基に単元を小単元に区切って、「数学的活動の楽しさを味わわせる」ことを「驚き」や「関連性」、「自信」、「満足」など生徒の情意面を刺激する視点を持って指導していく。

5 単元の指導目標（観点別評価規準）

(1) 単元の目標

- ① 図形を観察、操作や実験を通して考察し、空間図形についての理解を深めることができるようにする。
 - ・空間における直線や平面の位置関係を調べることができるようにする。
 - ・空間図形を直線や平面図形の運動によって構成されていると見るができるようにする。
 - ・空間図形を見取図や展開図、投影図を用いて平面上に表現することができるようにする。
- ② 図形の計量をすることができるようにする。
 - ・扇形の弧の長さや面積を求めることができる。
 - ・基本的な柱体や錐体、球の表面積と体積を求めることができるようにする。
 - ・観察、操作や実験などを通して、空間図形についての理解を深めるとともに、図形の計量についての能力を伸ばす。

(2) 観点別評価規準 第6章「空間図形」

数学への 関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	数学的な表現・処理	数量、図形などについて の知識・理解
○直線や平面の位置関係に関心をもち、それらについて、観察、操作や実験を通して調べようとする。	○空間内における平行や垂直などの位置関係について、観察、操作や実験を通して考えることができる。	○立体模型などを用いて、直線や平面の位置関係にはどんな場合があるかを説明することができる。	○直線と平面や平面と平面など、空間における位置関係を理解している。
○平面図形と空間図形の関係に関心をもち、観察、操作や実験を通して、直線や平面図形の運動によって構成される図形を見いだそうとする。	○面や立体を、線分や平面図形の運動によって構成されているという見方で見ることができる。	○直線と平面や平面と平面など、空間における位置関係を分類することができる。	○空間図形が直線や平面図形の運動によって構成されていることを理解している。
○空間図形を、見取図や展開図、投影図を用いて平	○見取図や展開図、投影図を目的に応じて用い、空間図形の性質を平面図形に帰着させて考察することができる。	○直線や平面の位置関係を用語を用いて的確に説明したり、記号で表現したりすることができる。	○母線、回転体の意味を理解している。
	○観察、操作や実験などを通して、柱体や錐体、球の表面積や体積の求	○直線や平面図形の運動として空間図形の構成のしかたをとらえ、それを図に表したり、母線や回転体などの用語を用いて説明したりすることができる。	○見取図、展開図、投影図の意味を理解してい

面上に表し、その性質を調べようとする。） ○柱体や錐体、球の表面積や体積の求め方を、立体の観察、操作や実験を通して調べようとする。 ○おうぎ形の弧の長さや面積について、観察、操作や実験を通して、求め方を考えようとする。	め方を考えることができる。 ○球の表面積と体積の求め方を、その球がちょうど入る円柱の表面積、体積をもとにして導くことができる。 ○おうぎ形の弧の長さや面積が中心角に比例することを利用して、その求め方を考えることができる。	○見取図や展開図、投影図を用いて空間図形を表したり、見取図や展開図、投影図から空間図形の性質を読み取ったりすることができる。 ○柱体や錐体、球の表面積や体積を求めたり、その求め方を説明したりすることができる。 ○おうぎ形の弧の長さや面積を求めることができる。	る。 ○柱体や錐体、球の表面積や体積について、その求め方を理解している。 ○おうぎ形の弧の長さや面積について、その求め方を理解している。
--	---	--	---

6 指導計画と評価計画 (15 時間)

単 元	時 間	学 習 計 画 (デジタル教材 の活用場面)	評 価 規 準 (観点・評価方法)	A 十分満足できる	C 努力を要する 個への指導の手だて	検証の視点 *デジタル教材の 有効性について
3 立 の 表 面 積 と 体 積	10	①底面積、側面積、表面積について調べる。 ②角柱、円柱の表面積を求める。	①底面積、側面積、表面積の意味が理解できる。 ②角柱、円柱の表面積を求めることができる。 (知・表：観察、ノート、ワークシート・自己評価票)	①底面積、側面積、表面積の意味を自ら進んで展開図等を利用して、理解することができる。 ②角柱、円柱の表面積を進んで求めることができる。	①立体を見る角度によって、底面、側面、表面を見分ける練習をさせる。 ②角柱、円柱の展開図から、部分的に面積を求めていく練習をさせる。	(R 関連性)各面の名称から、底面積、側面積、表面積の意味を推測しようとしたか。 (C 自信)円柱の表面積を、展開図を用いて求めようとしたか。
	11	①角錐、円錐の表面積を求める。	①角錐、円錐の表面積を求めることができる。 (表：観察、ノート、ワークシート・自己評価票)	①角錐、円錐の表面積を進んで求めることができる。	①錐体の展開図をかき、部分的に面積を求めていく練習をさせる。	(R 関連性)展開図を利用して錐体の表面積を求めようとしたか。 (C 自信)円錐の表面積を求めるのに必要な辺や弧の長さを求めようとしたか。
	12	①角柱、円柱の体積を求める。	①角柱、円柱の体積を求めることができる。 (表：観察、ノート、ワークシート・自己評価票)	①角柱、円柱の体積を進んで求めることができる。	①柱体の底面積と高さを調べる練習をさせる。	(R 関連性)四角柱の体積を求めようとしたか。 (C 自信)いろいろな柱体の体積を求めようとしたか。
	13	①角錐、円錐の体積を求める。	①角錐・円錐の体積を求めることができる。 (表：観察、ノート、ワークシート・自己評価票)	①角錐・円錐の体積を進んで求めることができる。	①錐体の底面積と高さを調べる練習をさせる。	(A 注意)錐体の体積と柱体の体積の関係を調べる実験に興味を持って参加できたか。 (C 自信)錐体の体積を求めようとしたか。
	14	①球の表面積と体積を求める。	①球の表面積と体積を求めることができる。 (表：観察、ノート、ワークシート・自己評価票)	①球の表面積と体積を進んで求めることができる。	①球の表面積を体積の公式に、その求める球の半径を代入して計算する練習をさせる。	(A 注意)錐体の体積と柱体の体積の関係を調べる実験に興味を持って参加できたか。 (C 自信)球の表面積や体積を求めようとしたか。

7 本時の学習 (11/15)

(1) 本時のねらい

角錐や円錐の表面積を求めることができる。

(2) 本時の授業仮説 (手だて)

自作のデジタル教材を活用して、図形の性質や求積の確認を行うことにより、思考が整理され、意欲的に錐体の表面積を求める数学的活動をすることができるであろう。

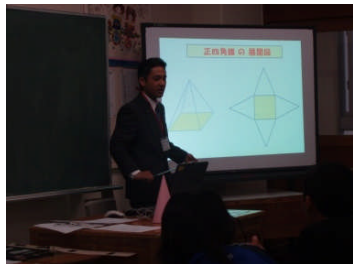
① 錐体の表面積を展開図を用いて、底面積、側面積に分けて、考えようとするであろう。(RC)

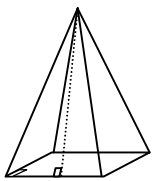
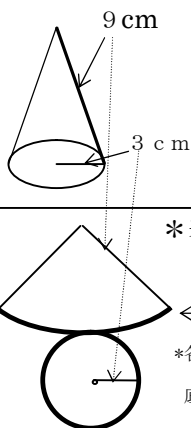
② 円錐のおうぎ形の側面積を三つの解き方を参考に求めようと挑戦するであろう。(R)

③ 円錐の表面積の求め方について、相談や説明など話し合い活動をしようとするであろう。(R)

(3) 本時の展開

準備：学習計画表、デジタル教材、自己評価表、ワークシート、パソコン、スクリーン、プロジェクター、模型

段階	学 習 活 動	○ 教師の支援と留意点 ◀ 教材・教具の活用	■ 授業仮説の検証の視点 ◇ 本時の評価(評価方法) * 数学的活動場面
導 入	1 本時の学習の流れを確認する 2 前時までの学習を復習する。 (円柱の表面積を求めた方法で展開図、底面積、側面積の考えや、おうぎ形の面積を求めた方法を確認する。) 	○本時の流れを説明する ○前時の復習 (内容) *展開図を用いた円柱の表面積 *おうぎ形の面積の求め方 三つの方法 ○立体の表面積の求め方の手順を円柱の復習で押さえ、本時の学習との関連を示唆する。 ○おうぎ形の面積を求める三つの方法を確認し、本時の学習をスムーズに取り組ませる。 ○その後、おうぎ形の面積を求める三つの方法を掲示しておく。	  
	3 本時の「めあて」を確認する。 【めあて】：円錐の表面積を求めよう。	○本時の「めあて」の提示 *ワークシート1 配布	

展 開	4 問1で錐体の表面積を求める基本的な考え方を確認する。 問1「正四角錐の表面積を求めるにはどの部分の長さが必要ですか」  5 問2に各自で取り組む 問2「円錐の表面積を求めよう」  *表面積の求め方について考える。 ← l *各辺・弧の長さを記入し、底面積、側面積を求める 6 各自の考えをもとに、班でおうぎ形の面積の求め方について話し合い活動をする。  7 本時を振り返る。	○問1の提示 その後、正四角錐の展開図を見せる。(復) 表面積＝(底面積)＋(側面積)を確認する。 ○生徒から、考え方を聞き出す方法で一緒に問題を解く。 *ワークシート2配布 ○問2の提示 円錐の展開図まで、見せる。 ○円錐の展開図の形を生徒から引き出す。 ○円錐のおうぎ形の側面積を求める場合、どの部分の長さが必要か考えるように促す。 (調べた線分を書き入れさせる) ○展開図を通して、おうぎ形の<u>弧の長さ</u>lと<u>底面の円周</u>が等しいことに気づかせる。 ○おうぎ形の面積の求めた方法を発表させる。 ○円錐の表面積を求める方法を振り返り、確認する。	■①(R 関連性)【問1】前時の考えを用いて、角錐の表面積の解く手順を自力で、考えようとしたか。 →【問2】につなげる。 *円錐の展開図を考える場面 *円錐の底面積と側面積を求める場面 ■②(R 関連性)おうぎ形の面積の求め方を用いて円錐の表面積を求めようとしたか。  ■③(R 関連性)円錐の表面積の求め方について、話し合いをしたか。 ◇円錐の表面積を求めることができる。 A:進んで前時の考えを用いて展開図を利用し、円錐の表面積を効率よく求めることができる。 C:円錐の展開図をかき、部分的に面積を求めるよう助言する。円の面積や円周の公式を確認するよう助言する。 (観察・ワークシート・自己評価)
ま と め	8 自己評価表を記入する。 9 次時の確認をする。	○本時の学習で分かった点などを自己評価表に記述させる。 ○次時に学習する内容(柱体の体積を求める)を知らせ、見通しを持たせる。	*おうぎ形の面積をどのように求めるか考える場面

8 授業仮説の検証

本時の授業仮説について、自作ワークシートや自己評価、観察者が見た学級全体(34名・欠席2名)の評価をもとに考察する。

表1 観察者から見た評価の観点と規準

観 点	評 価 規 準				検 証 方 法
	A	B	C	D	
	十分満足できる	概ね満足できる	やや努力が必要	努力を要する	
①表面積を求めるために展開図をかこうとしたか。	自ら進んで長さを記入して展開図をかこうとしている。 (5人:14.7%)	映し出されたデジタル教材を参考におうぎ形の弧の長さを求め、展開図をかこうとしている。 (23人:67.6%)	デジタル教材の円錐の展開図を写して考えようとしている。 (6人:17.6%)	展開図をかこうとせず、授業に参加しようとしていない。 (0人)	観 察 ワークシート 自己評価
②三つのおうぎ形の面積の求め方を参考に円錐の側面積を求めようとしたか。	二つのおうぎ形の面積を求める方法を利用して円錐の側面積を求めようとしている。 (6人:17.6%)	おうぎ形の面積の求め方を参考に円錐の側面積を求めようとしている。 (22人:64.7%)	おうぎ形の面積を求める式を利用しようとしている。 (6人:17.6%)	円錐の側面であるおうぎ形の面積を求めようとしていない。 (0人)	観 察 ワークシート 自己評価
③話し合い活動をしようとしたか。	積極的に相互の考えを交換し、問題解決を図ろうとしている。 (8人:23.5%)	友人に問題解決の方法を教えてもらいながら問題解決を図ろうとしている。 (22人:64.7%)	上手く意見の交換ができないが話し合おうとしている。 (4人:11.8%)	問題解決のための話し合いに参加しようとしていない。 (0人)	観 察 ワークシート 自己評価

- ① 錐体の表面積を展開図を用いて、底面積、側面積に分けて、考えようとしたか。

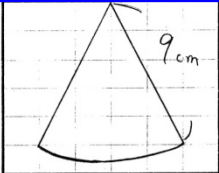
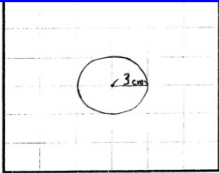
デジタル教材で円錐の展開の様子を見て、側面のおうぎ形の弧の長さが底面の円周と一致することに気付けたことで表1の①B以上が82%を示したと思われる。しかし、展開図に線分の長さを書き入れることができなかった生徒が18%もいた。既習事項の円周の求め方や基本的な計算、デジタル教材と具体物の両方を活用した指導が必要だと思われる。

- ② 円錐のおうぎ形の側面積を三つの解き方を参考に求めようとしたか。

おうぎ形の面積の求め方をデジタル教材で確認することで、個々の思考を整理し、求積を行わせる予定であった。しかし、おうぎ形の面積の求め方の説明に時間がかかり、既習事項として、簡潔に確認することができなかった。そのため、自力解決の時間の確保が十分に取れず、また解決の妨げになってしまった部分があったように思われる。しかし、表1の②で結果B以上が82%に達したことや資料1のワークシートの結果は、資料2の自己評価の様子から③の話し合いによる生徒間の活動によるものと思われる。

- ③ 円錐の表面積の求め方について、相談や説明など話し合い活動をしようとしたか。

自力解決のあと、「自分の考え」や「つまずき」を③のグループ内でほとんどの生徒が話し合うことができた。表1の③でB以上が88%に達したのは、デジタル教材が助けとなり、おうぎ形の面積を求める方法に気付いた生徒が中心となって話し合いがなされた結果と思われる。またやや努力が必要な生徒も話し合い活動において、おうぎ形の面積を求めることができた生徒もいた。

	+		$\text{表面積} = \text{側面積} + \text{底面積} = 27\pi + 9\pi = 36\pi$
解答 6π $6\pi \times 9 \times \frac{1}{2} = 27\pi \text{ cm}^2$ $3 \times 3 \times \pi = 9\pi \text{ cm}^2$ $27\pi + 9\pi = 36\pi \text{ cm}^2$			

資料1 ワークシート1 (円錐の表面積を求める)

。グループで話し合。て問題をとくと 自分で考えるエレメントだ。た。 。とけ方か。チャレとわかってよかった。	円錐の表面積の求め方が最初全然分からなかったけど グループでや。てやり方が分かった。
おうぎ形の面積の式の表し方が少しわかってきた。円錐の表面積を求めることができた。	円錐は、展開して計算する。 おうぎ形の面積の求め方がわかった

資料2 自己評価からの感想

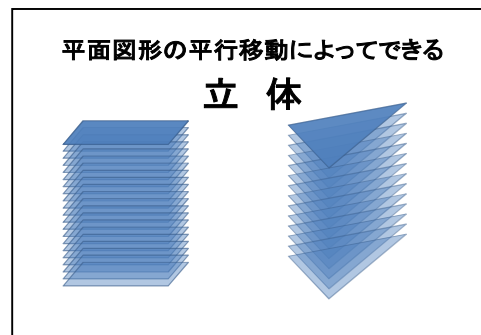
V 研究の考察

研究仮説の考察は、デジタル教材を開発して検証授業を行い、授業観察や生徒の自己評価とワークシート、事前・事後のアンケート結果を基に行う。また、検証協力校のアンケート結果も参考にする。

1 デジタル教材作成について

資料3のように、数学的活動の楽しさを味わわせるために、視覚的に分かりやすく、思考が整理でき、多様な思考のヒントとなるイメージ映像やシミュレーション映像を教科書の内容に沿って、作成した。

一斉学習では、教師が授業の導入やまとめで活用するために、問題(資料3：平面図形の平行移動によってできる立体)や公式(例:球の表面積)の意味をシミュレーション映像や実験の様子をデジタル化し、映像で見ることができるようにした。



資料3 教材の一例(シミュレーション映像)

個別学習では、生徒個々がパソコンを操作し、学習できるように演習プリントの問題をデジタル化し、問題解決の考え方やヒント、解答をクリックして見ることができるようにした。さらに小単元に区切ったことで、個々の習得状況に応じて学習ができるように仕上げた。

本デジタル教材の主な内容は、次のようなものである。

【一斉学習：教師が活用し、生徒に映像を見せる】

- ア 平面図形の平行移動や回転移動による残像によってできる空想の立体(シミュレーション映像)
- イ 立体を正面や上から見た投影図より、実際の立体を予想する。(シミュレーション映像)
- ウ 球体の表面積や体積の公式の意味を知る。(実験映像) など。

【個別学習：生徒個々がパソコンを操作し、習得状況に応じて学習できる】

- エ 演習問題のヒント(考え方)と解答・解説をクリックで確認できる。

2 検証授業についての生徒のアンケート及び自己評価(感想)と検証協力教師のアンケートの分析

本デジタル教材を活用した授業の事前・事後のデータ及び、生徒の自己評価(感想)をデジタル教材の活用頻度によって資料4と資料5にまとめた。

	島尻地区 与那原中 1 年 2/5 学級 【36 人学級×2】本人授業	中頭地区 A 中学校 1 年 5 学級 【36 人学級×5】A 教諭協力	国頭地区 B 中学校 1 年 1 学級 【13 人学級】B 教諭協力																																				
イメージの助けになりましたか？	<table><tr><th>性別</th><th>割合 (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>92.5</td></tr><tr><td>女子</td><td>93.5</td></tr><tr><td>全体</td><td>93.0</td></tr></table>	性別	割合 (%)	男子	92.5	女子	93.5	全体	93.0	<table><tr><th>性別</th><th>割合 (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>90.6</td></tr><tr><td>女子</td><td>94.7</td></tr><tr><td>全体</td><td>92.7</td></tr></table>	性別	割合 (%)	男子	90.6	女子	94.7	全体	92.7	<table><tr><th>性別</th><th>割合 (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>100</td></tr><tr><td>女子</td><td>100</td></tr><tr><td>全体</td><td>100</td></tr></table>	性別	割合 (%)	男子	100	女子	100	全体	100												
性別	割合 (%)																																						
男子	92.5																																						
女子	93.5																																						
全体	93.0																																						
性別	割合 (%)																																						
男子	90.6																																						
女子	94.7																																						
全体	92.7																																						
性別	割合 (%)																																						
男子	100																																						
女子	100																																						
全体	100																																						
図形の学習は、将来役に立つと思いますか？	役に立つと答えた生徒の割合 <table><tr><th>性別</th><th>事前 (%)</th><th>事後 (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>67</td><td>75</td></tr><tr><td>女子</td><td>32</td><td>61</td></tr><tr><td>全体</td><td>52</td><td>69</td></tr></table>	性別	事前 (%)	事後 (%)	男子	67	75	女子	32	61	全体	52	69	役に立つと答えた生徒の割合 <table><tr><th>性別</th><th>事前 (%)</th><th>事後 (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>70</td><td>64</td></tr><tr><td>女子</td><td>70</td><td>50</td></tr><tr><td>全体</td><td>70</td><td>57</td></tr></table>	性別	事前 (%)	事後 (%)	男子	70	64	女子	70	50	全体	70	57	役に立つと答えた生徒の割合 <table><tr><th>性別</th><th>事前 (%)</th><th>事後 (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>69</td><td>75</td></tr><tr><td>女子</td><td>67</td><td>100</td></tr><tr><td>全体</td><td>68</td><td>85</td></tr></table>	性別	事前 (%)	事後 (%)	男子	69	75	女子	67	100	全体	68	85
性別	事前 (%)	事後 (%)																																					
男子	67	75																																					
女子	32	61																																					
全体	52	69																																					
性別	事前 (%)	事後 (%)																																					
男子	70	64																																					
女子	70	50																																					
全体	70	57																																					
性別	事前 (%)	事後 (%)																																					
男子	69	75																																					
女子	67	100																																					
全体	68	85																																					
生徒の（自己評価）感想	○映像で図形を見ながら勉強しやすかった。 ○平行移動の時にイメージがしやすかった。 ○楽しく授業ができた。 ○映像があったので、分かりやすかった。 ○映像を使った授業の方がいい。 ○これからも映像を使って欲しい。 ○イメージトレーニングになった。 ○円錐の開く様子が分かりやすかった。 △分かりやすいのと、分かりにくいのがあった。	○映像を見たら何かイメージしやすくて分かりやすかった。 ○映像を見ることで考え方が分かり、数学が楽しくなっていた。 ○どうなっているだろうと疑問や不思議な気持ちになって興味心が沸いた。もっとやりたい。 △眠くなったけど分かりやすくて楽しかった。 △分かりやすいものもあったし、分かりにくいのも少しあった。 ●テレビの映像が悪い？ ●あまり意味が分からなかった。 ●字が見にくかった。	○回転体が面白かった。 ○映像を使ってやったので楽しくできた。 ○映像がまあまあ面白かった。 ○映像で見てやったので分かりやすかった。 ○ちゃんと立体に見えて分かりやすかった。 ○映像を使ったのはとても良かった。																																				

資料4 デジタル教材を授業で5～15 時間活用した学級のアンケートの結果

	国頭地区 C 中学校 1 年 1 学級 【22 人学級】 C 教諭協力	島尻地区与那原中 1 年 1/5 学級 【32 人学級】 D 教諭協力	島尻地区与那原中 1 年 2/5 学級 【36 人学級× 2】 E 教諭協力																																				
イメージの助けになりましたか？	<table><tr><th>性別</th><th>助けになった (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>69.2</td></tr><tr><td>女子</td><td>100</td></tr><tr><td>全体</td><td>83.3</td></tr></table>	性別	助けになった (%)	男子	69.2	女子	100	全体	83.3	<table><tr><th>性別</th><th>助けになった (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>85.0</td></tr><tr><td>女子</td><td>91.7</td></tr><tr><td>全体</td><td>87.5</td></tr></table>	性別	助けになった (%)	男子	85.0	女子	91.7	全体	87.5	<table><tr><th>性別</th><th>助けになった (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>89.5</td></tr><tr><td>女子</td><td>89.7</td></tr><tr><td>全体</td><td>89.6</td></tr></table>	性別	助けになった (%)	男子	89.5	女子	89.7	全体	89.6												
性別	助けになった (%)																																						
男子	69.2																																						
女子	100																																						
全体	83.3																																						
性別	助けになった (%)																																						
男子	85.0																																						
女子	91.7																																						
全体	87.5																																						
性別	助けになった (%)																																						
男子	89.5																																						
女子	89.7																																						
全体	89.6																																						
図形の学習は、将来、役に立つと思いますか？	役に立つと答えた生徒の割合 <table><tr><th>性別</th><th>事前 (%)</th><th>事後 (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>55</td><td>38</td></tr><tr><td>女子</td><td>18</td><td>40</td></tr><tr><td>全体</td><td>36</td><td>38</td></tr></table>	性別	事前 (%)	事後 (%)	男子	55	38	女子	18	40	全体	36	38	役に立つと答えた生徒の割合 <table><tr><th>性別</th><th>事前 (%)</th><th>事後 (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>63</td><td>95</td></tr><tr><td>女子</td><td>46</td><td>92</td></tr><tr><td>全体</td><td>55</td><td>94</td></tr></table>	性別	事前 (%)	事後 (%)	男子	63	95	女子	46	92	全体	55	94	役に立つと答えた生徒の割合 <table><tr><th>性別</th><th>事前 (%)</th><th>事後 (%)</th></tr><tr><td>男子</td><td>61</td><td>55</td></tr><tr><td>女子</td><td>28</td><td>38</td></tr><tr><td>全体</td><td>47</td><td>48</td></tr></table>	性別	事前 (%)	事後 (%)	男子	61	55	女子	28	38	全体	47	48
性別	事前 (%)	事後 (%)																																					
男子	55	38																																					
女子	18	40																																					
全体	36	38																																					
性別	事前 (%)	事後 (%)																																					
男子	63	95																																					
女子	46	92																																					
全体	55	94																																					
性別	事前 (%)	事後 (%)																																					
男子	61	55																																					
女子	28	38																																					
全体	47	48																																					
生徒の（自己評価）感想	○映像の方がイメージしやすく、分かりやすかった。 ○映像を使うと楽しかった。 ○その図形がどのような形なのか分かりやすかった。 ○映像が動いたり、奥行きなども表現されていて見やすかった。 △あまり変わらない。 ●黒板の方が分かりやすかった。 ●普通の授業の方がよい。	○普通の授業と比べて、イメージがしやすい。 ○予想が当たっていたのを映像で確認できてうれしかった。 ○動きがリアルで分かりやすい ○いつも映像を使う授業がいい ○黒板や教科書より分かる。 ○内容や意味が伝わりやすい。 ○先生の説明を聞きながら映像が見れて分かりやすい。 ○新しい単元にも映像を使って。 △まあまあ分かりやすい。 ●前の映像が見れなくなった。 ●映像ばかり見ていて暇。	○映像を使った勉強が分かりやすかった。 ○回転体は映像の方が分かりやすかった。 ○映像などでイメージがしやすくなった。 ○映像でのものは意味が分かりやすい。 ○映像を取り入れた授業をもっと増やして欲しい ○黒板より、映像の方が分かりやすかった。 △映像を見なくても、頭でイメージができる。																																				

資料5 デジタル教材を授業で1時間のみ活用した学級のアンケートの結果

(1) デジタル教材の効果について

① 生徒のアンケートと自己評価(感想)から

ア 授業の導入や展開におけるデジタル教材の活用回数から

資料4のように本教材を多く活用した学級は、どの学級でも空間図形を学習する際、「イメージの助けになりましたか。」の項目について、地区、学校を問わず、イメージの助けになったと90%以上の生徒が答えている。また生徒の感想から、シミュレーション映像の展開の順序など一部改善が必要ではあるが、視覚的に分かりやすく、思考の整理ができ、「数学的活動の楽しさを味わわせる」指導に有効であったといえる。

一方、資料5のように本教材を1時間のみ活用した学級の同項目でも、一部男女の開きがあったものの80%以上の生徒がイメージの助けになったと答えた。さらに、全体を通して、生徒の感想に本デジタル教材を活用した授業を望む声が多くみられることから、「数学的活動の楽しさを味わわせる」指導に有効であったといえる。

イ 個別学習におけるデジタル教材の活用から

個別学習に関しては、実施したのが2学級だったため、比較分析するのは困難だが、資料6の生徒の感想から、多様な考えのヒントとなる学習効果は期待できると思われる。解法のヒントなどを取り入れたことや小単元に区切って、個々の習得状況に応じて、学習内容を選択できるようにした点が、良かったと思われる。

【個別学習】

- 自分のペースで問題が解けた。
- 忘れていたところを思い出せて良かった。
- 次回もやりたい。
- ヒントが役に立った。
- △操作に戸惑ったけど分かりやすかった。
- 問題が難しかった。

資料6 個別学習後の生徒の感想

② 教師のアンケートから

5名の教師の協力のもと検証授業を行ってもらい、その後「実際に活用できる教材であるか否か」、「どんな点が良くて、どんな改善が必要であるか」の二項目を中心に意見や感想をまとめた。

【良かった点】	【改善を要すると指摘された点】
○ 回転体や辺や面を対応させるなど立体をイメージしにくい点は、伝わりやすいと感じた。 ○ 黒板だけの授業より、生徒の興味関心をひきだすことに役立っていた。 ○ 部分的に使用できる点がいい。 ○ 授業のまとめでは使いやすい。 ○ 映像を見せながら説明することで、生徒に考える時間の確保ができた。	△ 計算の仕方については、黒板の方が生徒のレベルや反応に対応しやすい。 △ うまく起動できなかったところがあった。 △ 流れを自分なりに変えられたらいい。 △ 環境によって画面が見にくい。(色など) △ 学習素材(位置関係の映像、回転体の映像とかその部分だけの素材)として、分けできるとより使いやすくなるかと思います。

資料7 デジタル教材(活用後)の評価

○ 分かりやすいという意見が多く聞こえる。 ○ 図形学習に映像を取り入れたことで、生徒の反応が良くなった。 ○ 投影図では、生徒がテンポ良く答えてくれて、とても良かった。 ○ 各授業者が作成したプリントにあわせて活用することで効果が大きい。 ○ 生徒がイメージの中で、立体を動かす考え方を自然と身に付けるきっかけになる。 △ 液晶テレビを使ったため、画面が見づらくもったいないことをした。プロジェクターを使っていれば問題なかった。 △ 教具と本教材の活用の組み合わせにより、さらに効果を発揮することができると思う。 * 本教材を活用していくうちに、自分(協力者自身)で手を加えて教材研究をするようになった。

資料8 教師の意見や感想

本デジタル教材を活用しての授業は、実際に検証を行った私自身の反省や資料 7～9 から、改善点がいくつか上げられたが、具体物と組み合わせて活用することで、より視覚的効果が大きいことも分かった。よって、本デジタル教材の視覚的に分かりやすい部分は、思考の整理ができ、生徒の内面を刺激して「数学的活動の楽しさを味わわせる」指導に有効であったといえるだろう。

そのままでも活用できる	少し改良したら活用できる	授業で活用するのは難しい
2 人	3 人	0 人

資料 9 デジタル教材の評価

次に「図形の学習が将来、役に立つと思いますか。」の項目について学校間によって結果にばらつきがでたのは、資料 7, 8 の教師のアンケート結果から改善の必要性が感じ取れる。また私の担当した学級の結果については、授業の導入場面で、前時の学習内容に関連した日常生活の具体例を写真で見せ、復習を行ったことによるものが大きいと思われる。一方、A 中学校の結果は、生徒の反省や教師の感想から映像が見にくい環境があったからと推測される。このことから、日常生活に関連のある具体物や具体例などのデータを多く取り入れたり、シミュレーション映像の配色などの工夫改善を行う必要があることが分かった。

VI 研究の成果と今後の課題

1 研究の成果

- (1) 作成したデジタル教材を授業で活用したことによって、視覚的に分かりやすく思考の整理ができ、「数学的活動の楽しさを味わわせる」指導に有効であった(V-2)。
- (2) 作成したデジタル教材は、シミュレーション映像の展開の順序など一部改善が必要だが、本教材を活用しての授業は、生徒の意欲を引き出すことができた。(V-2)。

2 今後の課題

- (1) 作成したデジタル教材を「導入」「展開」「まとめ」のどの指導過程で活用した方が効果的なのかを明確にする(V-2-(1)-(2))。
- (2) 作成したデジタル教材を工夫して改良することによって、生徒の授業における数学的活動の深化を図り、数学のよさや有用感をさらに味わわせる(V-2)。

＜主な参考文献及び参考ホームページ＞

文部科学省	『中学校学習指導要領』	株式会社ぎょうせい	2008 年
文部科学省	『中学校学習指導要領解説 総則編』	株式会社ぎょうせい	2008 年
文部科学省	『中学校学習指導要領解説 数学編』	株式会社ぎょうせい	2008 年
大野寛武 著	『教育科学数学教育月刊誌』	明治図書	2010 年
坪田耕三 著	『楽しい算数的活動の授業』	東洋館出版社	2000 年

上越教育大学大学院

南部昌敏教授 『ARCS 動機付けモデルについて』「授業作りの方法」の講義より

文部科学省『教育用コンテンツ開発事業』「算数・数学 の思考過程をイメージ化する動画素材集」
<http://dainippon-tosho.co.jp/mext/nhk/index.html>