

中学校技術科内容 A における 3DCAD を用いた授業の実践と効果

栗田 竜輔
教科領域コース

1. はじめに

中学校学習指導要領解説技術・家庭編¹⁾において、内容「A 材料と加工の技術」(以下、内容 A とする)における構想の表示方法について、「社会で主に利用されている図法の中で、CAD による表示といった発展性に配慮」するといった CAD (Computer Aided Design : コンピュータ援用設計)に発展する指導を意識した記述がある。これまで栗田ら²⁾は、2022 年時点で無償使用が可能な 3DCAD を活用した授業の提案を行い、3DCAD を用いた授業を提案した。しかし、提案した授業の授業内容、ワークシート及び教師用資料には改善の余地があり、さらに提案した授業の効果の検証も実施されていなかった。そこで本研究では、内容 A の「構想の表現方法」を学習する場面で 3DCAD を用いる授業を開発し、中学生を対象に授業実践を行うとともに授業の効果を検証した。

2. 開発した授業の内容

本授業は中学校技術科の内容 A(2)アの「生活や社会における問題を、材料と加工の技術によって解決する活動」における「構想の表現方法」を学習する場面を取り上げた。「構想の表現方法」は手描きまたは 3DCAD の 2 種類の方法とし、学習効果について調べるためにどちらも同様の学習内容とした。具体的には、生徒が立体の基本的な表現方法を学習するための L 字型ブックエンド (55×60×60mm, 図 1)の製図と本授業の前までに思い描いていた作品のイメージを構想する製図の学習である。3DCAD の方法では Autodesk 社の Tinkercad³⁾を使用し、立体形状を変化させることで製図を行う。一方、手描きの方法では、等角図を使って教科書に記載されている手順に沿って製図を行う。また、二時間続きの授業の中で各時間に一つの作図方法とし、次の時間では作図方法を入れ替えて授業行った(図 2)。手描きによる授業を最初に行う群(以下、手描き-3DCAD 群とする)と 3DCAD による授業を最初に行う群(以下、3DCAD-手描き群とする)とで分けて授業を実施した。

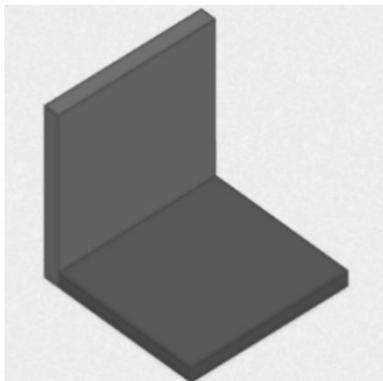


図 1 3DCAD による製図の際に用いた L 字型ブックエンド(BE)



図 2 各群の授業の流れ

3. 調査及び分析の方法

調査の対象は、国立大学教育学部附属中学校の第1学年の生徒72名(男子36名、女子36名)である(有効回答56人)。なお、実施日は2023年7月11日及び7月13日である。調査は、授業で作成した構想図と授業後におけるアンケート調査とした。構想図の評価では、手描きによる構想図と3DCADによる構想図を5つのレベルに評価した後、「白紙」「未完成」及び「完成」の3つに分類し、件数と割合を求め各調査との比較を行った。分類は3人の分析者で行い、判断が異なる場合には協議し合意を図った。構想図の評価規準について表1に示す。アンケート調査では13項目の質問をMicrosoft Formsで作成し、5件法(「1: そう思う」「2: どちらかといえばそう思う」「3: どちらでもない」「4: どちらかといえばそう思わない」「5: そう思わない」)による調査を行った。なお、図2に示す調査A(手描き後)と調査D(3DCAD-手描き後)では手描きによる方法について調査し、調査B(手描き-3DCAD後)と調査C(3DCAD後)では3DCADによる方法を調査した。そのため、質問項目における「3DCAD」や「手描き」の部分を変えて質問項目を作成した。手描き-3DCAD群と3DCAD-手描き群の比較のためにウィルコクソンの順位和検定を行い、調査Aと調査C、調査Aと調査D、調査Bと調査Cのそれぞれで比較した。

表1 構想図の評価規準

レベル1	何も描けていない(白紙)
レベル2	製作品としての意図を読み取ることができない立体(未完成)
レベル3	製作品としての意図を読み取ることができる立体(未完成)
レベル4	製作品が完成しているが板厚が考慮できていない立体(未完成)
レベル5	製作品が完成しており板厚の考慮ができていない立体(完成)

4. 結果及び考察

4.1 構想図の比較

調査Aから調査Dにおける構想図の評価を表2から表5示す。まず、調査Aと調査Cを比較したところ、調査Cでは「完成」が12件(44.4%)であり、手描きの方法よりも3DCADの方法が板厚の考慮ができていない製図が多く、描き終えている製作品の件数が上回る結果となった。このことは、手描きの方法よりも3DCADの方法が短い時間で構想を表現できる方法であると考えられる。また、調査Dでは、2回目の製図にもかかわらず「完成」が2件(7.4%)と4つの調査の中で最も少なく、「未完成」が18件(66.7%)、「白紙」が7件(25.9%)と4つの調査の中で最も多い結果となった。そし

表2 調査Aにおける構想図の評価

分類	レベル	件数(割合)	
白紙	1	4(13.8%)	
未完成	2	9(31.0%)	20(69.0%)
	3	3(10.3%)	
	4	8(27.6%)	
完成	5	5(17.2%)	

表3 調査Cにおける構想図の評価

分類	レベル	件数(割合)	
白紙	1	2(7.4%)	
未完成	2	9(33.3%)	13(48.1%)
	3	2(7.4%)	
	4	2(7.4%)	
完成	5	12(44.4%)	

表4 調査Bにおける構想図の評価

分類	レベル	件数 (割合)	
白紙	1	0 (0.0%)	
未完成	2	10 (34.5%)	13 (44.8%)
	3	0 (0.0%)	
	4	3 (10.3%)	
完成	5	16 (55.2%)	

表5 調査Dにおける構想図の評価

分類	レベル	件数 (割合)	
白紙	1	7 (25.9%)	
未完成	2	7 (25.9%)	18 (66.7%)
	3	3 (11.1%)	
	4	8 (29.6%)	
完成	5	2 (7.4%)	

て、調査Bと調査Cの比較では、調査Bにおいて「白紙」が0件(0.0%)、「未完成」が13件(44.8%)、「完成」が16件(55.2%)と、描き終えた製図が半数を超える割合となった。これらのことから、3DCADのみで製図するより、手描きの後に3DCADによる製図を行った方が生徒はより製図や構想の具体化ができることが分かった。

4.2 アンケート調査の比較

調査Aと調査Cにおけるアンケート調査の比較では、問⑦の質問項目に対してのみ、p値が0.024と5%水準の有意な差が見られた。また、問⑦の平均値を比べると調査A(手描き後)が有意に高いことが明らかとなったことから、初めて「構想の表現方法」を学習した際は頭の中のイメージを3DCADで表現することに慣れておらず慣れ親しんだ手描きの方法が有意に高くなったと考えられる。調査

表6 調査Bと調査Cの比較

質問項目	調査B		調査C		p値
	平均値	S.D.	平均値	S.D.	
① 3DCADによる製図を使った設計は面白かったですか	4.66	0.86	4.07	1.27	0.030*
② もう一度設計をする際に、3DCADによる方法でやりたいですか	4.41	1.21	3.67	1.24	0.005**
③ 3DCADによる製図の方法は、分かりやすかったですか	4.14	1.03	3.44	1.28	0.023*
④ 3DCADによる製図では、頭の中のアイデアを表現することが難しいと感じましたか	2.90	1.47	3.30	1.38	0.282
⑤ 3DCADによる製図では、頭の中で考えたアイデアを思った通りに表すことができなかったため、作りたいものを簡単なものに変更しましたか	2.38	1.42	2.89	1.53	0.201
⑥ 3DCADによる製図では、アイデアを忘れることなく、すぐに表現することができましたか	4.00	1.13	3.70	1.20	0.289
⑦ 3DCADによる製図では、修正をしたいときに思い通りに修正することができましたか	3.86	1.38	2.52	1.48	0.002**
⑧ 3DCADによる製図では、板の厚みを考えながら設計することが大変でしたか	3.03	1.52	3.67	1.41	0.114
⑨ 3DCADによる製図では、頭の中でイメージを考えるとときと同じように自由に設計することができましたか	4.03	1.27	3.26	1.43	0.027*
⑩ これからの生活や社会の中で、3DCADによる製図を用いた設計を活用していきたいですか	4.07	1.13	3.52	1.34	0.100
⑪ 3DCADによる製図によって、設定した課題を解決することができるもの考えることができましたか	4.21	0.86	3.44	1.19	0.006**
⑫ 3DCADによる製図によって、構想の表現方法について理解することができましたか	4.24	1.15	4.41	0.75	0.946
⑬ 3DCADによる製図では、設計の時に頭の中のアイデアを膨らますことができましたか	4.21	0.90	3.81	1.08	0.147

* : p<0.05, ** : p<0.01

A と調査 D の比較では、すべての質問項目に対して統計的な差が見られなかった。調査 B と調査 C では 1%水準の有意差が見られた質問項目が問②⑦⑩であり、5%水準の有意差が見られた質問項目は問①③⑨であった(表 6)。問①②③から 3DCAD を使った製図の方法は面白いことや分かりやすいこと、再び設計を行う際に 3DCAD を使いたいことの意識が高いことから、3DCAD による方法は肯定的な印象を持つ方法であると考えられる。また、問⑦⑨⑩から課題を解決できる製作品を考えると、思い通りに修正すること、頭の中でイメージするように自由に設計することができた意識が高いことから操作性についても高い方法であることが分かった。以上のことから、構想図の比較結果と合わせて考えると、手描きの後に 3DCAD による製図を行った方が、生徒は製図や構想の具体化がよりできるようになることに加え、3DCAD に対して肯定的な意識を持つことが分かった。

5. おわりに

本研究では、中学校技術科内容 A(2)「構想の表現方法」において、手描きと 3DCAD による製図の授業実践と効果の検証をした。まず、手描きによる構想図と 3DCAD による構想図を 5 つのレベルに分けた後、「白紙」「未完成」及び「完成」の 3 つに分類しそれぞれの件数と割合を調べた。その結果、調査 A(手描き後)と調査 C(3DCAD 後)では、調査 C の「完成」が 12 件(44.4%)となり、手描きの方法よりも 3DCAD の方法が短い時間で構想を表現できる方法であると考えられる。また、調査 D (3DCAD-手描き後)では 2 回目の製図にもかかわらず、「完成」が 2 件(7.4%)と 4 つの調査の中で最も少なく、「未完成」が 18 件(66.7%)、「白紙」が 7 件(25.9%)と 4 つの調査の中で最も多い結果となった。今回の研究では、なぜ調査 D において「完成」が少なく「未完成」「白紙」が多くなったか理由を問うような調査をしていないため今後の研究で調べる必要がある。そして、調査 B(手描き-3DCAD 後)と調査 C の比較では、調査 B において「白紙」が 0 件(0.0%)、「未完成」が 13 件(44.8%)、「完成」が 16 件(55.2%)と、描き終えた製図が半数を超える割合となった。これらのことから、3DCAD のみで製図するより、手描きの後に 3DCAD による製図を行った方が生徒はより製図や構想の具体化ができることが分かった。

次に、アンケート調査結果においてウィルコクソンの順位と検定を行い手描きの方法と 3DCAD の方法の比較を行った。その結果、調査 B と調査 C の比較において、3DCAD の方法は面白いことや分かりやすいこと、再び設計を行う際に 3DCAD を使いたい等、肯定的な意識を持つ方法であることが分かった。また、課題を解決できる製作品を考えると、思い通りに修正すること、頭の中でイメージするように自由に設計することができることから操作性についても高い結果となった。以上のことから、今回実施した授業の中では、手描きの後に 3DCAD による製図を行う場合が、生徒が製図や構想の具体化に対して最も肯定的な印象を持つという結果が得られた。

参考文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 技術・家庭編，開隆堂，p.29 (2018)
- 2) 栗田竜輔・野崎英明：中学校技術科内容 A における 3DCAD の活用に関する研究，日本産業技術教育学会第 34 回関東支部大会講演要旨集，pp.70-71 (2022)
- 3) AUTODESK Tinkercad 公式ホームページ：https://www.Tinkercad.com/（最終ログイン日：2024 年 1 月 1 日）