

3Dプリンターとものづくり教育

3D Printer and Manufacturing Education

佐藤 博* 山主 公彦**

SATO Hiroshi YAMANUSHI Kimihiko

要約：本研究では、3Dプリンターがどのような仕組みであるのかを教え、3Dプリンターの技術を理解し、ものづくりにおいてどのようなことができるのかを教えるために検討を行い、実験授業を行った。その結果、日本の技術に興味をおこさせ、3Dプリンターの仕組みを教え、ものづくり教育を教えるための有効な授業になったことがわかった。

キーワード：3D 2D プリンター ものづくり 技術科

I はじめに

科学技術の発達は、身の周りの生活の向上や産業などに多くの変化をもたらしてきた。伝統的な製品などの緻密な加工や仕上げにもものづくりの技術が使われている。「もの」とは鉄を意味するという説もあり、日本のものづくりは海外から入ってきた技術だけで成り立っているのではなく、日本の伝統技術の延長上にあると考えられている。伝統的な製品などの緻密な加工や仕上げにもものづくりの技術が使われている。その一つとして、3Dプリンターが様々なメディアで取り上げられ一般的に知られた言葉となっている。3Dプリンターとは、コンピュータ上で設計した3Dデータを元にして、断面形状を積層して行き、3次元の立体物を作成するプリンターである。液状の樹脂に紫外線などを2次元上の断面に照射し硬化させ、繰り返すことにより立体を作成するインクジェット方式、熱で溶融した樹脂を積み上げて立体を作成する熱溶解積層方式、粉末の樹脂に溶剤を吹き付けて立体を作成する粉末固着方式などがある。3Dプリンターは、製造分野では製品や部品などのデザイン、機能の検討のための試作として、建築分野ではプレゼンテーション用の建築模型として、医療分野ではコンピュータ断層撮影や核磁気共鳴画像法などのデータを元にした術前検討用モデルとして、先端研究分野ではそれぞれの研究用途に合わせたテストパーツの作成用途で使用されている。このような内容を中学校技術科および理科ではふれられていない⁽¹⁾⁻⁽⁷⁾。

本研究では3Dプリンターの技術がどのような仕組みなのかを生徒に教え、3Dプリンターの技術を理解し、ものづくりにおいてどのようなことができるのか教えるために検討を行い、その結果をもとに実験授業を行った。

II 実験授業

学習の目標は、「3Dプリンターの技術を知り、ものづくりとの関わりを知ろう」である。実験授業は甲府市内のF中学校の第2学年男女79名について、平成26年10月に行った。授業は1時間を設定した。指導計画を表1に示す。「3Dプリンターでロボコンの部品を作る」の6時間の中で、単元の目標としての中で、「3Dプリンターの技術を知ろう」の授業を行った。

* 教育人間科学域 教育学系 ** 附属中学校

表1 授業計画

授業計画	
1 時間目	3Dプリンタの技術を知り、ものづくりとの関わりを知ろう。(本時)
2 時間目	ロボコンに必要な部品を検討し設計する。
3 時間目	部品をコンピュータで設計する。
4 時間目	部品をコンピュータで設計する。
5 時間目	3Dプリンタで設計した部品の印刷
6 時間目	3Dプリンタで製作した部品を利用してロボコンに参加しよう。

現在普及しているインクジェットプリンタを2Dプリンタと呼び、インクが横方向に移動する方向をx軸、紙が動く方向をy軸とし、x軸にインクが移動して文字を印字していくことを1次元として説明し、紙おくりすることによりy軸方向に印字していくので2次元になることを説明して2Dプリンタとなることを説明した。更に垂直方向(z軸方向)にインクの代わりに樹脂等が積み重なり3次元の造形ができ、3Dプリンタになることを説明した。

実験授業の展開を表2に示す。実験授業の内容として、まずチェーンがどのようにして作られるのかを問い、つなぎ目のないチェーンを製作するにはどうしたらよいか考えさせた。製作方法の一つとして3Dプリンタをあげて、3Dプリンタでどのようにして製作するのか知らせた。コンピュータ上のソフトを使って3次元的に設計する様子を見せた。図1に作成した設計した図を示す。さらに図2に示すように3Dプリンターを見せた。3Dプリンターで製作したチェーンを見せた。3Dデータを元に、x軸、y軸、z軸の3次元のヘッドの動きから様々な製品を製作することができ、製造分野や建築分野、医療分野でも導入されていることを説明した。実際に3Dプリンターで製作された頭蓋骨や心臓モデルなどを生徒達に手にとって精巧さや重量感を確かめさせた。3Dプリンターは活用すれば新しいものづくりのきっかけとなるが、使い方によっては銃の製造やコピー商品製造などのマイナス面もあることを教えた。

表2 学習指導案

実践事例 第2学年3組 技術・家庭科(技術分野) 指導案

- (1) 日時 平成26年10月18日(土) 50分授業として実施
- (2) 場所 F中学校 本館3F 第1コンピュータ室
- (3) 題材名 3Dプリンタの加工技術 「材料と加工に関する技術」A(2) 材料と加工法
- (4) 本時の目標
 - ・3Dプリンタの技術を知り、ものづくりとの関わりを知ろう。(1/6)
- (5) 本時の評価規準
 - ・3Dプリンタを利用した製品製作法の知識を身につけている。(知識・理解)
- (6) 本時の展開

段階	時間	学習活動	教師の指導・支援	備考
導入	10	○「ロボットコンテスト用に必要な部品」はどのように製作していくのがよいか。 ○「つなぎ目のないチェーンをどのようにして作ったか」	○木で作る。プラスチックで作る。鉄で作る。作れない部品はどのように作るのか。 ○これまで製作できなかった難しい製品を製造するにはどのような方法があるか。 ○生徒達の興味・関心を高める。 ○最後まで課題を追求する姿勢を求める。	発問 PPT ビデオ

3Dプリンターとものづくり教育

展開	25	<p>○コンピュータで製作した画像や文章などはどのようにして出力するのか→プリンタを利用する。</p> <p>○「2Dプリンタ」について知る。2Dプリンタの仕組みの応用に3Dプリンタがあることを説明する。</p> <p>○プリンタヘッドがx軸、紙送りがy軸としてプリンタが2Dプリンタがあること。高さのz軸を追加して3Dプリンタとなる。</p> <p>○x軸では点と線があり、紙送りのy軸が増えることで、線は面になることを伝える。</p> <p>○3Dプリンタは3Dデータをつくるソフトがないと設計できない。</p> <p>○3Dデータの中身はどのようにになっているか。3Dプリンタをどのように動かすか、</p> <p>○123Designでチェーンを作っていることを実演する。</p>	<p>・学校やみんなの家庭にもあるようにコンピュータで印刷しているプリンタが2Dプリンタとなる。</p> <p>・2Dを積み重ねることで3Dになっていく。・3Dプリンタにしかできないことがたくさんある。</p> <p>・簡単に操作はできるが、細かい部分などはソフトウェアの性能や製作者のスキルによる。</p> <p>○3Dデータの中身は3Dプリンタのヘッドをどのように動かして、どのように材料を吹き出すのかという情報が入っている。</p>	PPT ビデオ
		<p>○製品を作る</p> <p>○日常生活で利用</p> <p>○身のまわりの製品</p> <p>○学校で利用</p> <p>○医療分野での利用（頭蓋骨の3D模型）</p> <p>○3D心臓模型の提示</p>	<p>・家庭や学校でも機械と3Dデータあれば、自分で製品を作ることができるようになった。</p> <p>・これまで製品を作るためには、試作品を時間とコストをかけて、金型から作成する必要があったが、金型なしに試作品を製作できるようになった。</p> <p>・フィギュアやアクセサリ、模型、文化財のレプリカなどにも活用されている。</p> <p>・人工骨や義肢装具、歯型、インプラント、手術の事前確認のための模型など既に活用されている。</p>	ビデオ
		○3Dプリンタの影の部分は何だろう。	<p>・最近のニュースから</p> <p>・自作拳銃問題 ・著作権問題</p> <p>・ソフトウェアや設計データがなければ製作することができない。</p>	ビデオ PPT
	10	○考えた部品を発表しよう。	<p>・考えた部品を発表し、利点と、課題点を発表する。</p> <p>・製作品に改良を加える。</p>	PPT
まとめ	5	<p>○3Dプリンタの技術とは</p> <p>○次回の授業について知る。</p> <p>○教具の片付けを行う。</p>	その技術が様々な場所で、これまでつくることができなかったものまでつくることができるようになってきた。新しい製造の可能性を広げる	PPT

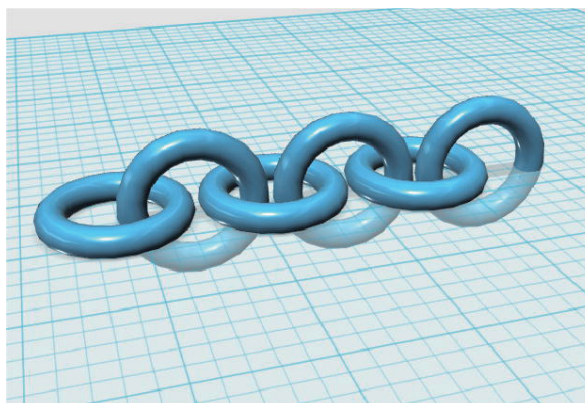


図1 3次元グラフィックで設計したチェーン



図2 3Dプリンターの説明

Ⅲ 結果及び考察

調査問題を表3に示す。調査問題は事前、事後とも問題1～3の3題からなる。問題1は2Dプリンターについて、問題2は3Dプリンターについて、問題3は3Dプリンターの使用について、それぞれ記述する問題であった。カッコ内の赤字は、正答を示している。

表3 事前・事後調査問題

事前・事後調査問題	
	年 組 番 氏名
問題1	2Dとは(① 2 dimensions)の略で、 日本語では(② 2次元)という。 2Dプリンタは通常の(③ 紙)に(④ 平面または2次元)的に(⑤ 印刷)する機械である。
問題2	3Dとは(⑥ 3 dimensions)の略で、 日本語では(⑦ 3次元)という。 3Dプリンタは機種によって多少の違いはあるが、 基本的な仕組みは、(⑧ コンピュータ)上で作った(⑨ 3Dデータ)を(⑩ 設計図)として、(⑪ 断面形状)を(⑫ 積層)していくことで(⑬ 立体物)を(⑭ 造形)する機械である。
問題3	3Dプリンタは、製造分野では製品や部品などの(⑮ デザイン)、(⑯ 機能)の検討のための試作として、建築分野では(⑰ 建築模型)として、医療分野では(⑱ MRI)などのデータを元にした(⑲ 術前検討用)モデルとして、先端研究分野ではそれぞれの研究用途に合わせた(⑳ 試作品)の作成用途で使用されている。

3-1 問題1の回答結果

事前・事後調査問題1は2Dプリンターがどのような仕組みで動いているかを問う問題で、①、②、③、④、⑤の回答結果を図3、4、5、6、7に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前で①の正答である「2 dimensions」と回答したものは0%、「デジタル」が4%、「ディレクション」が4%、空欄が92%であった。事後で正答である「2 dimensions」と回答したものは97%、空欄が3%であった。事前で②の正答である「2次元」と答えたのは39%あった。「平面」が19%、「ツーデー」が8%、空欄が34%あった。事後で正答である「2次元」と回答したものは100%全員回答した。事前で③の正答である「紙」と回答したものは37%、「平面」が19%、「プリント」が8%、空欄が36%であった。事後で正答である「紙」と答えたのは89%、「平面」が8%、空欄が3%であった。事前で④の正答である「平面」と回答したものは26%、「表面」が19%、「プリンタ」が5%、「機械的」が3%、「客観的」が3%、空欄が44%であった。事後で正答である「平面」と答えたのは97%と多く、「空欄」が3%あった。事前で⑤の正答である「印刷」と答えたのは34%であり、「製作」が19%、「コピー」が8%、「撮影」が3%、「模写」が3%、空欄が33%であった。事後で正答である「印刷」と答えたのは100%と多かった。

3Dプリンターとものづくり教育

問題1－①

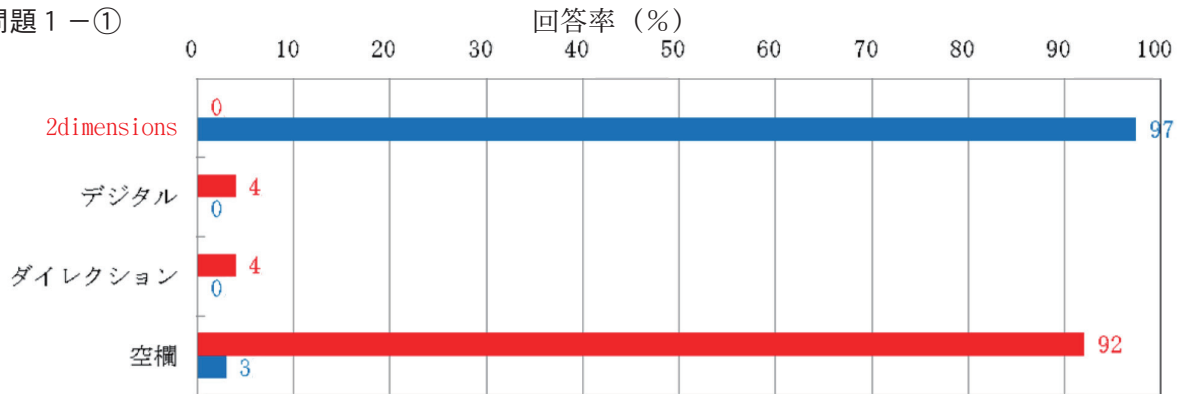


図3 事前・事後問題1の①の回答結果

問題1－②

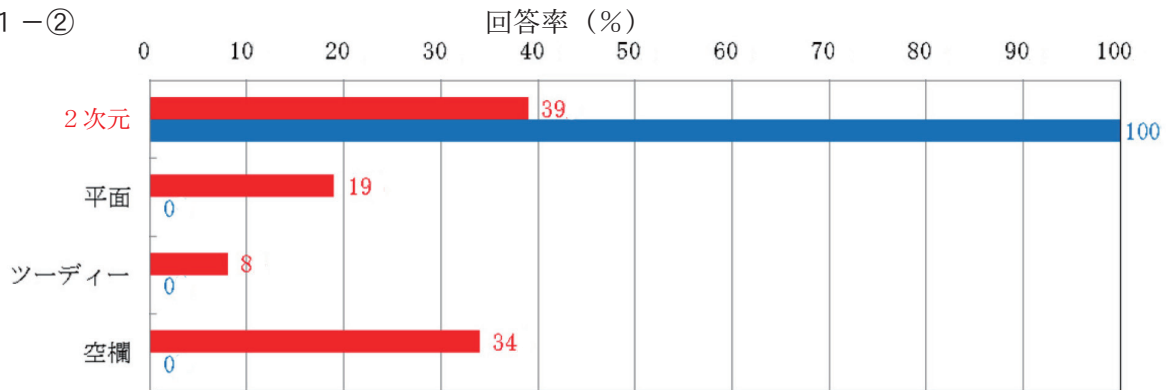


図4 事前・事後問題1の②の回答結果

問題1－③

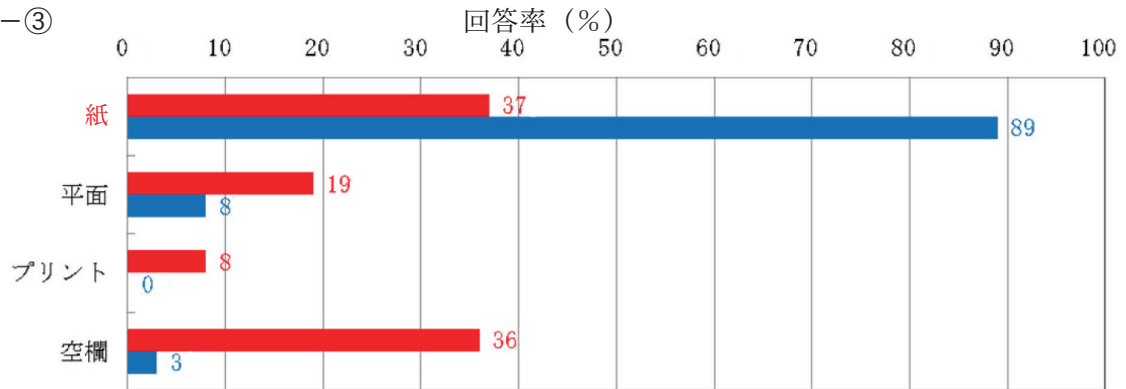


図5 事前・事後問題1の③の回答結果

問題1－④

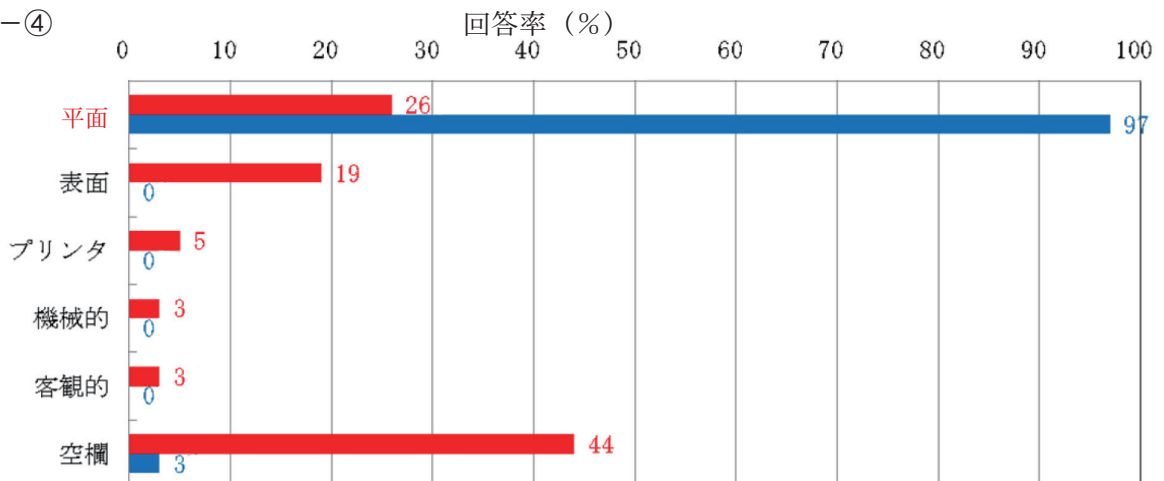


図6 事前・事後問題1の④の回答結果

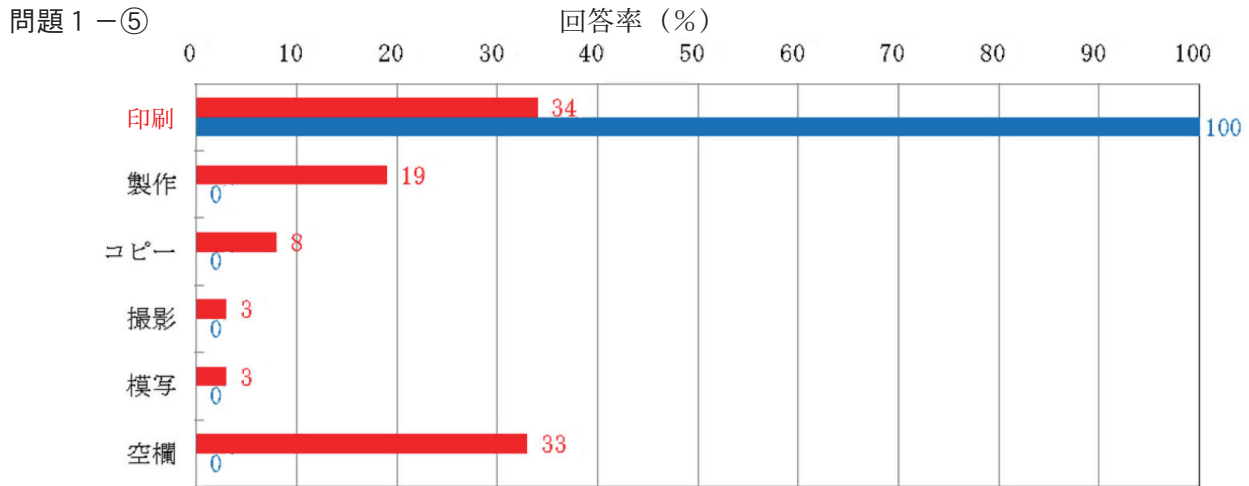


図7 事前・事後問題1の⑤の回答結果

3-2 問題2の回答結果

事前・事後調査問題1は3Dプリンターがどのような仕組みで動いているかを問う問題で、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩、⑪、⑫、⑬、⑭の回答結果を図8、9、10、11、12、13、14、15、16に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前で⑥の正答である「3 dimensions」と答えたのは0%であり、「デジタル」が4%、「ディレクション」が4%、空欄が92%であった。事後で正答である「3 dimensions」と答えたのは100%と多かった。事前で⑦の正答である「3次元」と答えたのは34%あった。「立体」が43%、「ツーデュー」が4%、空欄が19%あった。事後で正答である「3次元」と回答したものは100%全員回答した。事前で⑧の正答である「コンピュータ」と回答したものは27%、「平面」が19%、「プリント」が8%、空欄が36%であった。事後で正答である「紙」と答えたのは89%、「平面」が34%、「イメージ」が6%、「ソフト」が3%、「モザイクソフト」が3%、空欄が28%であった。事後で正答である「コンピュータ」と回答したものは79%、空欄が21%であった。事前で⑨の正答である「3Dデータ」と回答したものは5%、「図形」が29%、「モデル」が5%、「絵」が2%、「想像図」が3%、空欄が53%であった。事後で正答である「3Dデータ」と答えたのは61%、「図形」が14%、「モデル」が3%、「想像図」が3%、空欄が15%であった。

事前で⑩の正答である「設計図」と回答したものは8%、「立体」が29%、「モデル」が5%、「イメージ」が5%、「元」が3%、空欄が54%であった。事後で正答である「設計図」と答えたのは50%、「立体」が14%、空欄が36%であった。事前で⑪の正答である「断面形状」と回答したものは0%、「樹脂」が14%、「プラスチック」が28%、「3Dデータ」が14%、「材料」が3%、「物」が3%、空欄が38%であった。事後で正答である「断面形状」と答えたのは55%、「樹脂」が12%、空欄が33%であった。事前で⑫の正答である「積層」と回答したものは0%、「プリント」が3%、「印刷」が5%、空欄が92%であった。事後で正答である「積層」と答えたのは71%、「印刷」が3%、空欄が26%であった。

事前で⑬の正答である「立体的」と回答したものは0%、「物体」が3%、「製品」が5%、「見ているもの」が3%、「つくったもの」が3%、空欄が86%であった。事後で正答である「立体的」と答えたのは61%、「製品」が3%、空欄が37%であった。前で⑭の正答である「造形」と回答したものは0%、「立体的に」が14%、「製作」が5%、「構成」が3%、「表現」が3%、「製造」が5%、空欄が70%であった。事後で正答である「造形」と答えたのは58%、「立体的」が3%、「製作」が5%、空欄が38%であった。

問題2-⑥

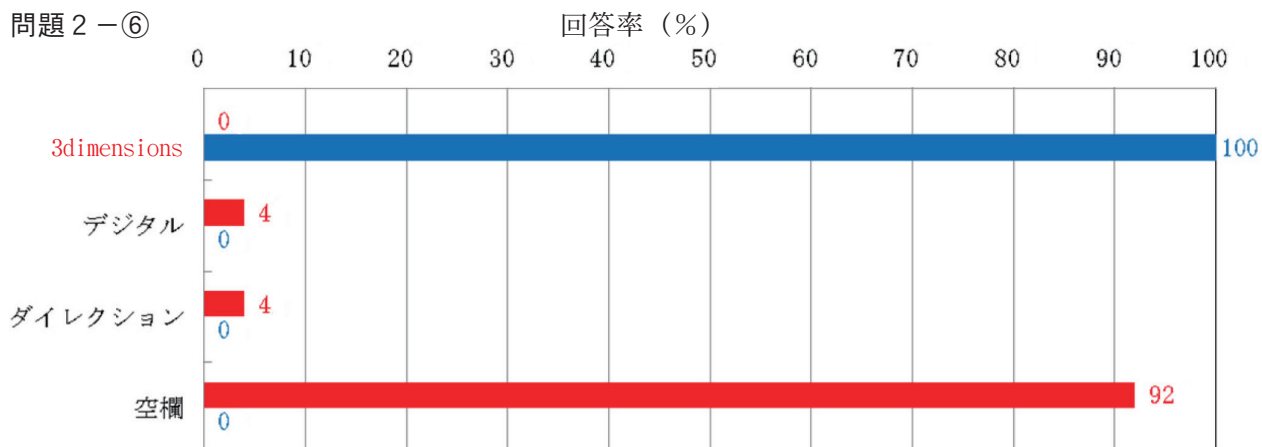


図8 事前・事後問題2の⑥の回答結果

問題2-⑦

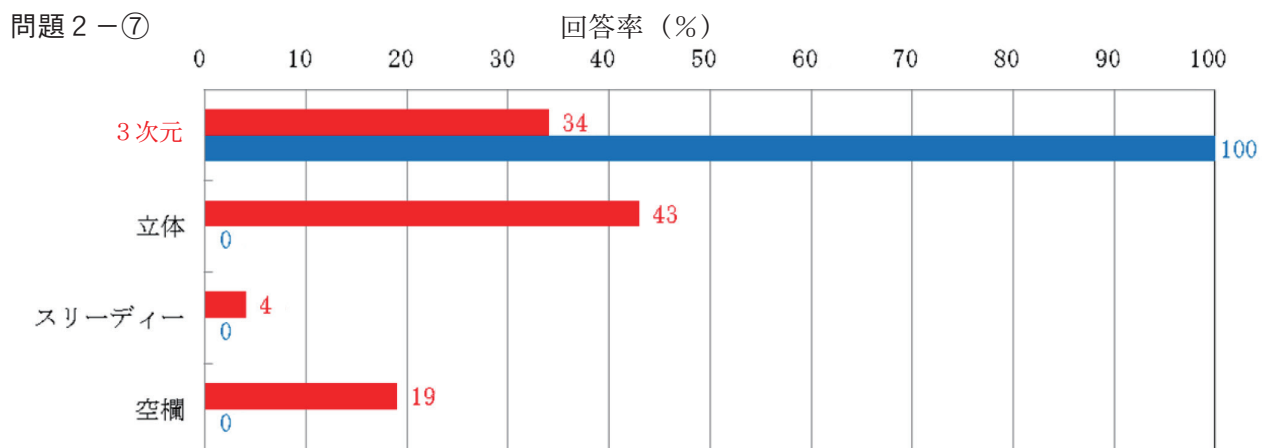


図9 事前・事後問題2の⑦の回答結果

問題2-⑧

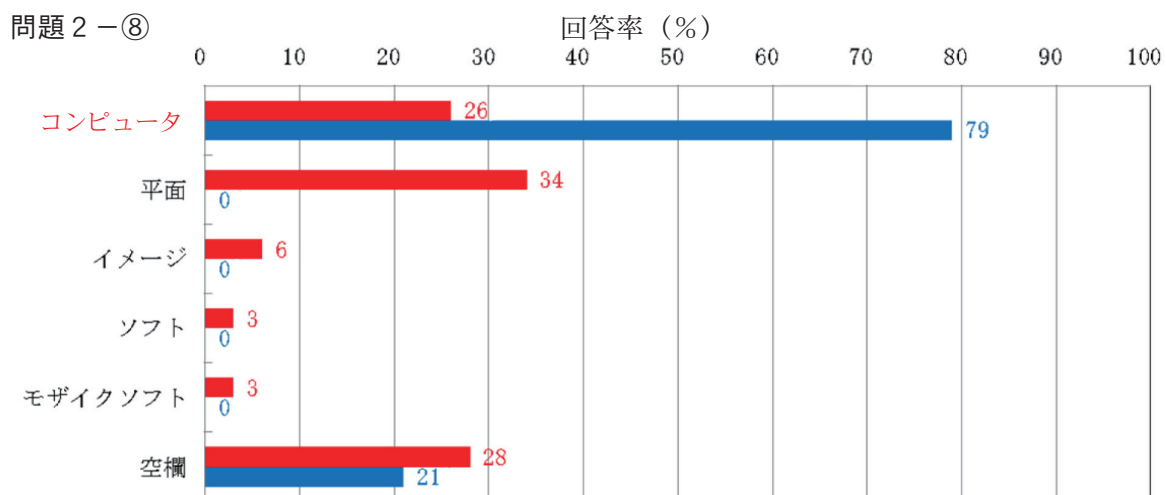


図10 事前・事後問題2の⑧の回答結果

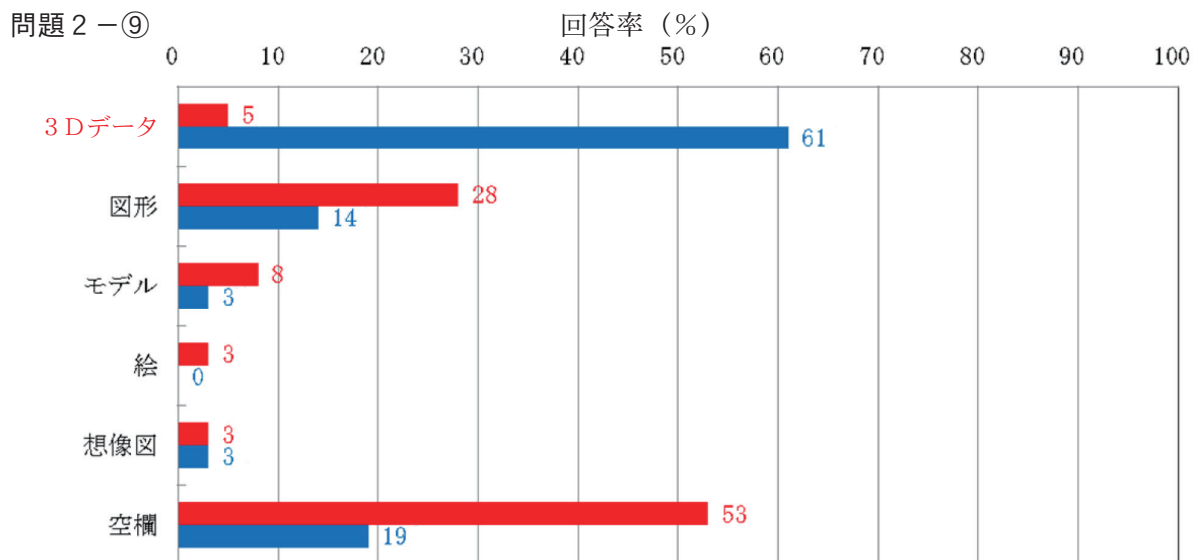


図 11 事前・事後問題 2 の⑨の回答結果

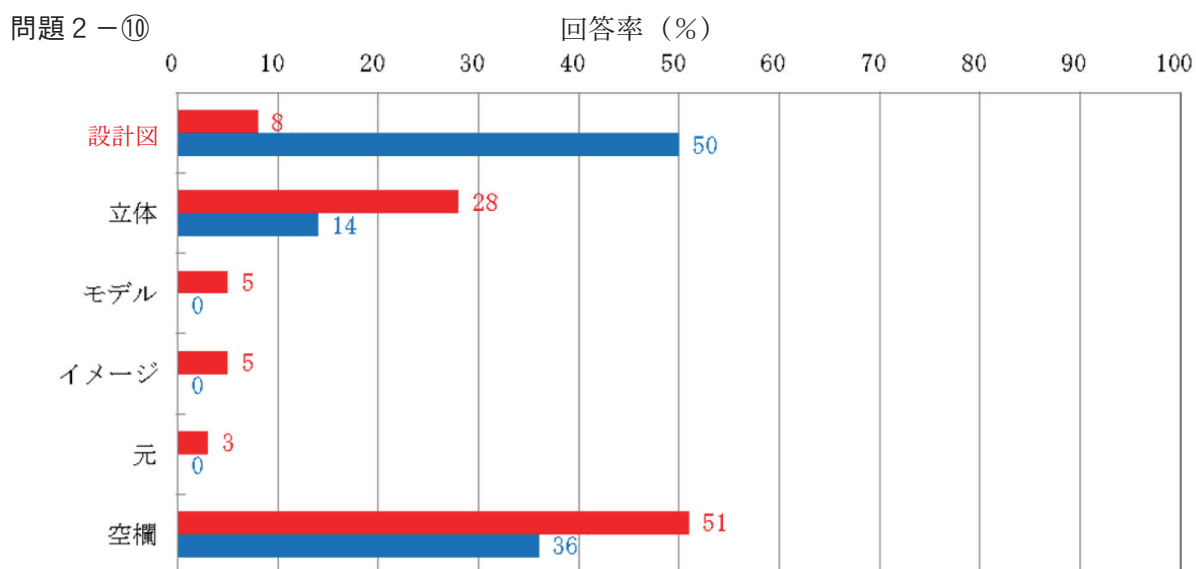


図 12 事前・事後問題 2 の⑩の回答結果

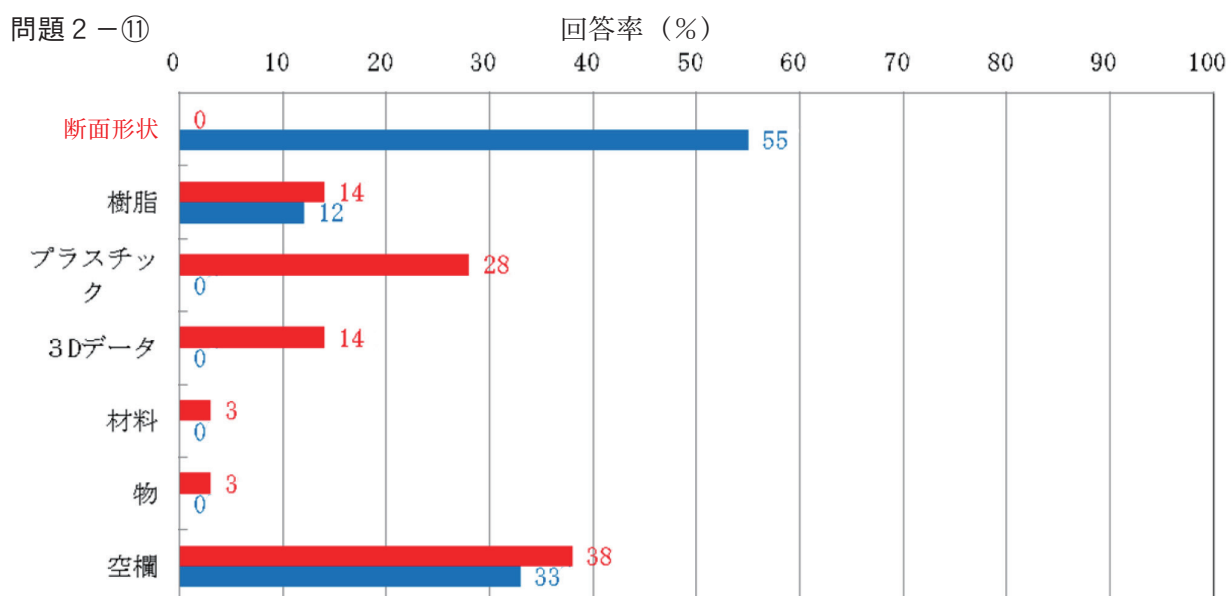


図 13 事前・事後問題 2 の⑪の回答結果

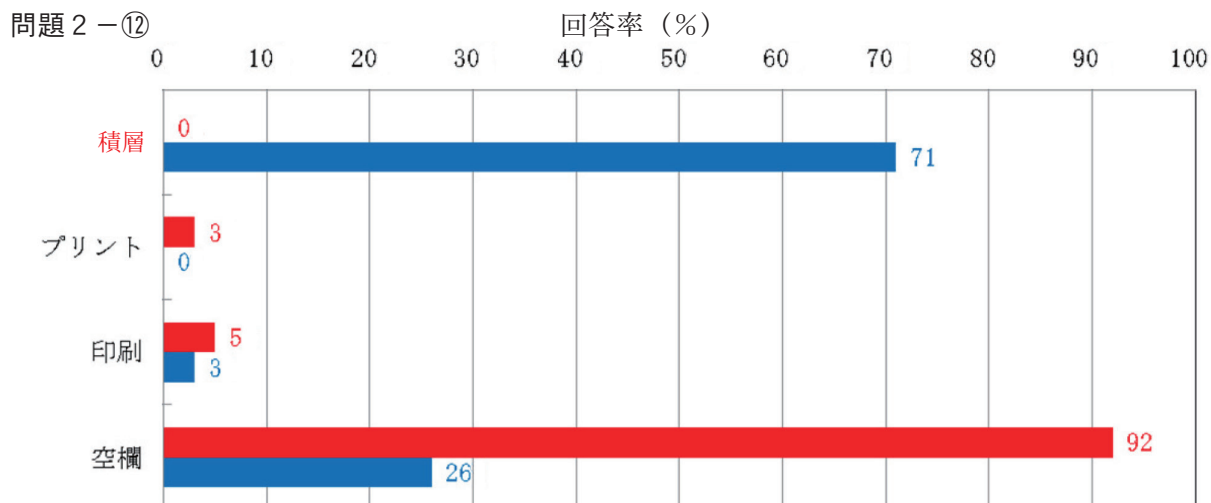


図 14 事前・事後問題 2 の⑫の回答結果

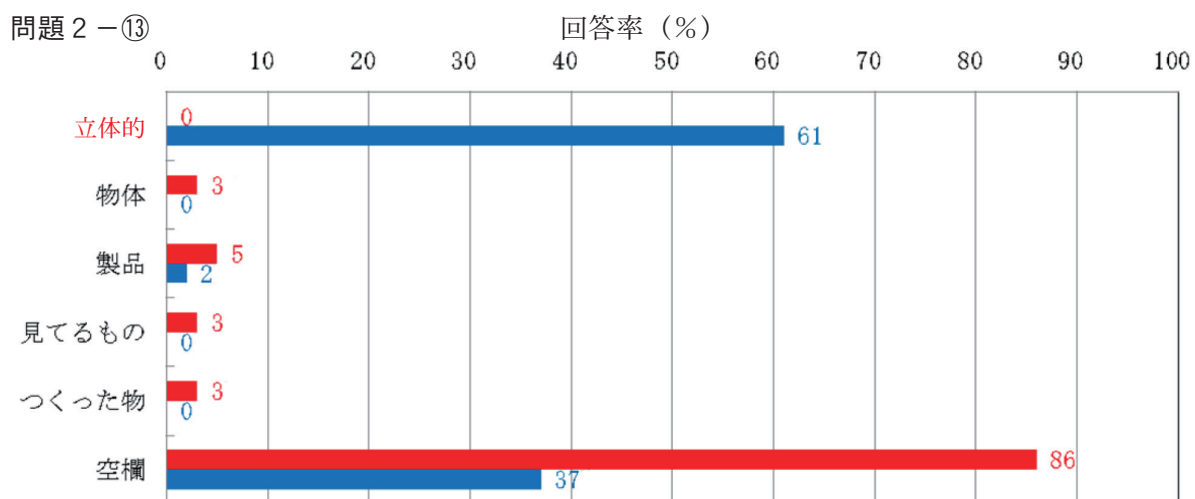


図 15 事前・事後問題 2 の⑬の回答結果

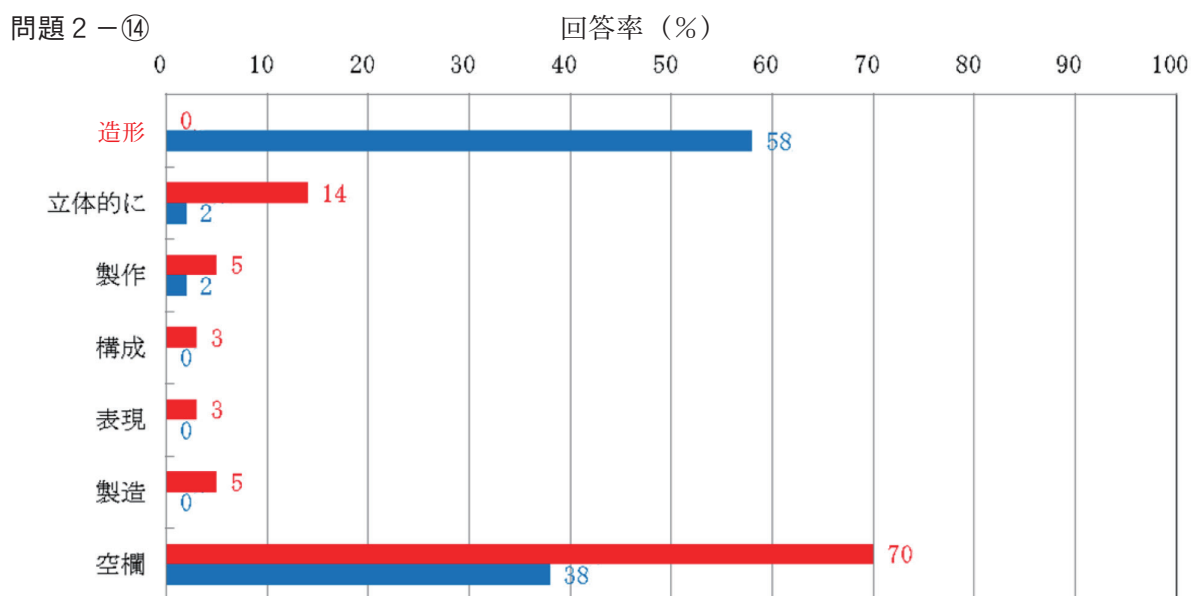


図 16 事前・事後問題 2 の⑭の回答結果

3-3 問題3の回答結果

事前・事後調査問題1は3Dプリンターの使用についてどのように考えているかを問う問題で、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩の回答結果を図17、18、19、20、21、22に示す。上段が事前調査、下段が事後調査結果となっている。事前で⑤の正答である「デザイン」と答えたのは0%であり、「試作品」が28%、「見本」が12%、「設計」が6%、「構造」が6%、「安全性」が3%、「医療」が5%、「便利性」が3%、空欄が56%であった。事後で正答である「デザイン」と答えたのは74%、「商品」が3%、空欄が56%であった。事前で⑥の正答である「機能」と答えたのは0%あった。「商品」が24%、「改良」が12%、空欄が19%あった。事後で正答である「機能」と回答したものは61%、「商品」が3%、空欄が23%であった。事前で⑦の正答である「建築模型」と回答したものは11%、「部品」が28%、「完成品」が6%、「家具」が6%、「建築物」が4%、空欄が45%であった。事後で正答である「建築模型」と答えたのは87%、「部品」が3%、空欄が10%であった。事前で⑧の正答である「MRI」と答えたのは0%、「カルテ」が32%、「臓器」が14%、「医療」が12%、空欄が42%であった。事後で正答である「MRI」と回答したものは92%、「カルテ」が2%、空欄が6%であった。事前で⑨の正答である「3Dデータ」と回答したものは5%、「図形」が29%、「モデル」が5%、「絵」が2%、「想像図」が3%、空欄が53%であった。事後で正答である「3Dデータ」と答えたのは61%、「図形」が14%、「モデル」が3%、「想像図」が3%、空欄が15%であった。事前で⑩の正答である「術前検討用」と回答したものは0%、「臓器」が29%、「医療」が6%、「立体」が6%、「治療」が3%、「手術」が3%、「患者」が3%、空欄が52%であった。事後で正答である「術前検討用」と答えたのは92%、「臓器」が6%、空欄が2%であった。事前で⑩の正答である「試作品」と回答したものは8%、「製品」が22%、「部品」が14%、「電子機器」が6%、「道具」が3%、空欄が47%であった。事後で正答である「試作品」と答えたのは84%、「製品」が3%、空欄が13%であった。

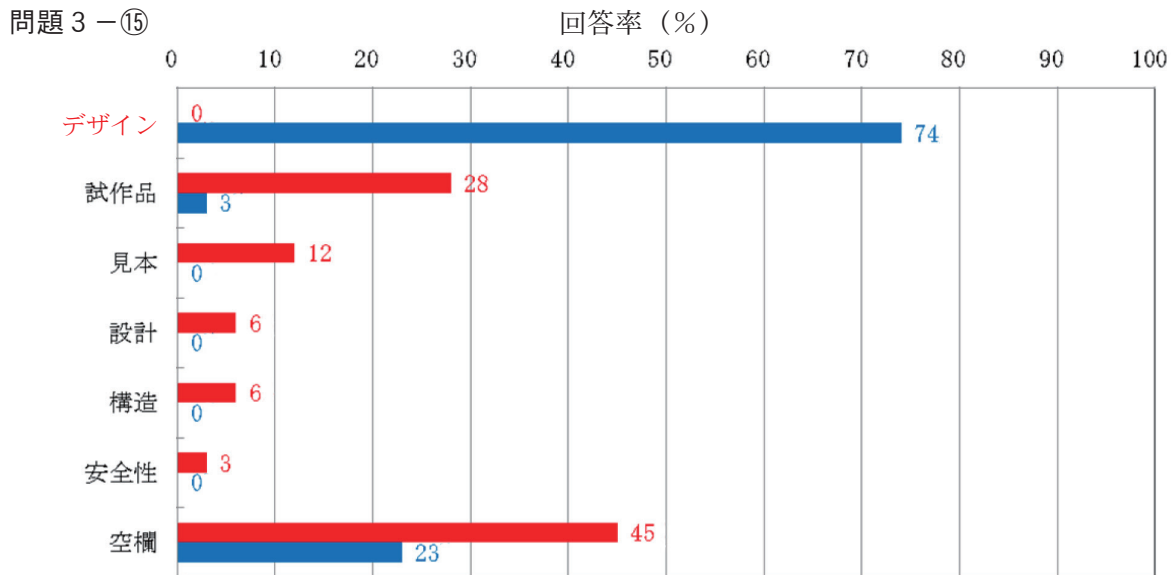


図17 事前・事後問題3の⑤の回答結果

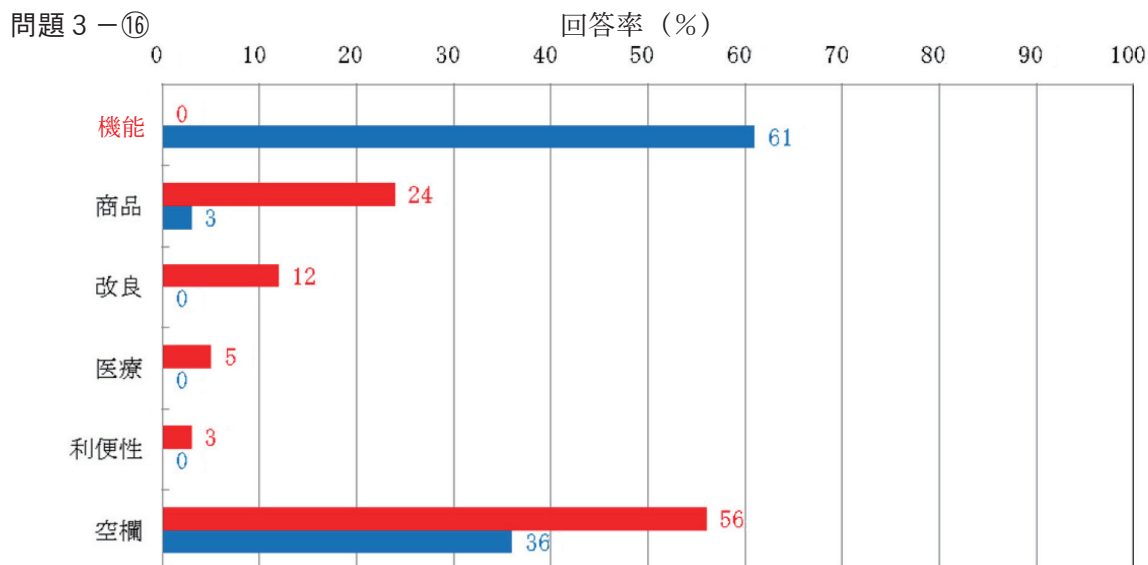


図 18 事前・事後問題 3 の⑯の回答結果

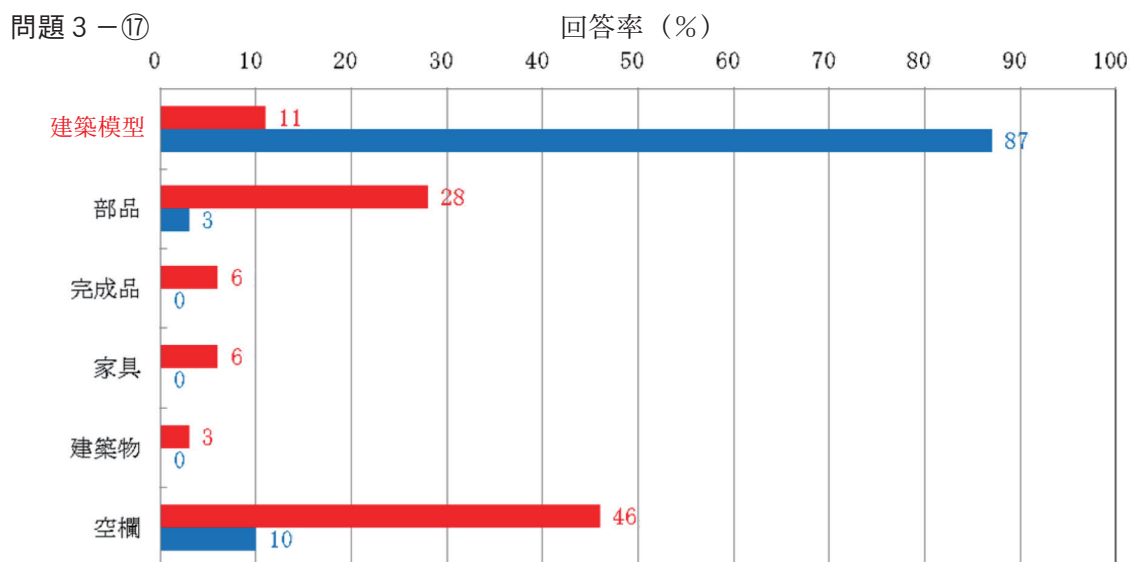


図 19 事前・事後問題 3 の⑰の回答結果

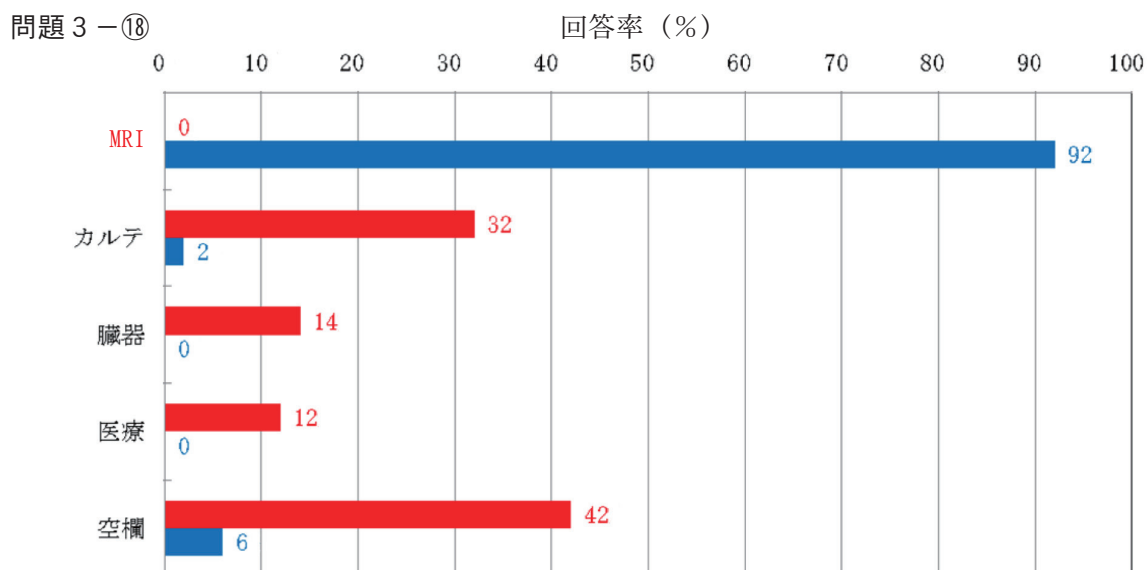


図 20 事前・事後問題 3 の⑱の回答結果

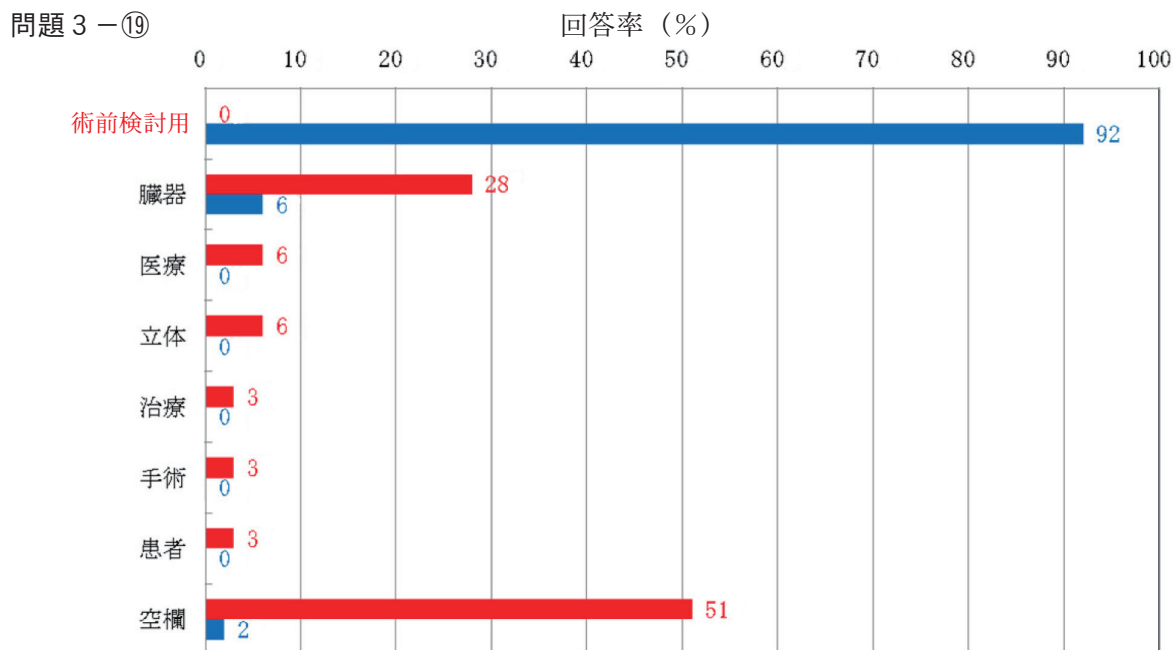


図 21 事前・事後問題 3 の⑱の回答結果

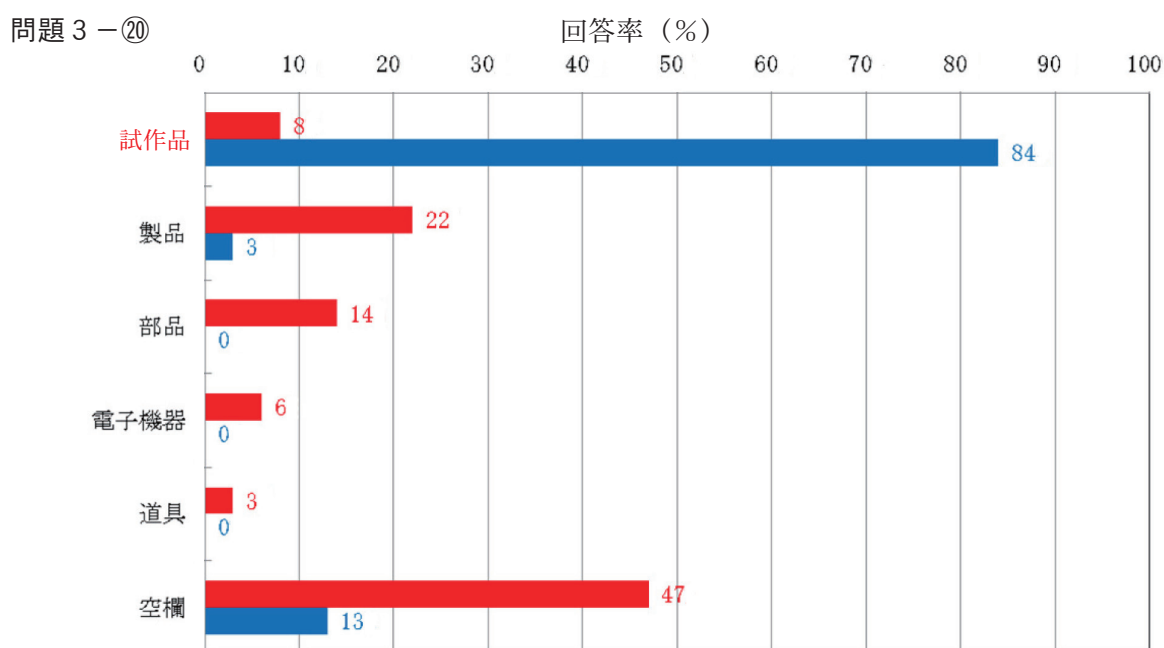


図 22 事前・事後問題 3 の⑳の回答結果

IV おわりに

本研究では3Dプリンターがどのような仕組みなのかを生徒に教え、3Dプリンターの技術を理解し、ものづくりにおいてどのようなことができるのか教えるために検討を行い、その実験授業を行った。その結果、日本の技術に興味をおこさせ、3Dプリンターの仕組みを教え、ものづくり教育を考える授業を行うことが有効な方法であることがわかった。

文献

- 1) 開隆堂, 技術・家庭 技術分野, 2012,
- 2) 東京書籍, 技術・家庭 技術分野, 2012,
- 3) 教育図書, 技術・家庭 技術分野, 2012,
- 4) 東京書籍, 新しい科学1 分野上, 2012,
- 5) 東京書籍, 新しい科学1 分野下, 2012,
- 6) 大日本図書, 理科の世界1 分野上, 2012,
- 7) 大日本図書, 理科の世界1 分野下, 2012,