

3Dプリンタで印刷し活用する授業(技術分野)

課題を深く考え、生活をよりよくしようとする能力と態度の育成(家庭分野)

山主 公彦 山本 裕子

1. 研究主題設定の理由

今の子供たちやこれから誕生する子供たちが、成人して社会で活躍する頃には、我が国は、厳しい挑戦の時代を迎えていると予想される。生産年齢人口の減少、グローバル化の進展や絶え間ない技術革新等により、社会構造や雇用環境は大きく変化し、子供たちが就くことになる職業の在り方についても、現在とは様変わりすることになるだろうと指摘されてもいる。また、成熟社会を迎えた我が国が、個人と社会の豊かさを追求していくためには、一人一人の多様性を原動力とし、新たな価値を生み出していくことが必要となる。

これからは、新しい知識・情報・技術が政治・経済・文化をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要性を増す、いわゆる「知識基盤」の時代であると言われている。このような知識基盤社会化やグローバル化は、アイデアなど知識そのものや人材をめぐる国際競争を加速させる一方で、異なる文化や文明との共存や国際協力の必要性を増大させている。そして、このような社会の中ではこれからの生活を見通し、よりよい生活を創造するとともに、社会の変化に主体的に対応する知識と技術を習得させていくことが必要とされている。それは、体験から、知識と技術などを獲得し、基本的な概念などの理解を深め、実際に活用する能力を育成すること。実践的・体験的な学習活動をより一層重視する必要性があり、知識と技術などを活用して、自ら課題を見だし解決を図る問題解決的な学習がより一層求められている。

技術・家庭科の研究主題として、習得した知識と技術を積極的に活用し、生活を工夫したり創造する能力を育成し深化させていくこととする。実生活において直面する様々な問題において、今まで学んだ知識と技術を応用した解決方法を探究したり、組み合わせ活用したりすること、それらを基に自分なりの新しい方法を創造することが本教科において重要である。そして、将来にわたって変化し続ける社会に主体的に対応していくためには、生活を営む上で生じる課題に対して、自分なりに根拠を持った判断をして課題を解決すること、最適解を求めることができる能力をもつことが必要である。これまでも工夫し創造する能力の育成について本校では研究を行ってきたが、更にもその能力を深めて研究を進めたいと考え主題設定を行った。

技術分野では、現代社会を支える技術について関心を持ち、その活用の仕方などに対して判断・評価する能力に着目する。本研究では3Dプリンタを取り上げ、現代の技術力の高さを知り、利点・欠点、そして可能性を理解させる。生徒達が新しい技術を理解し、活用できる能力の育成と同時に授業方法の検討を行うこととする。

家庭分野の学習のねらいは、生活の自立を目指し、家庭生活をよりよく豊かに創造しようとする能力と態度を育成することである。実践的・体験的な学習活動、課題解決的な学習を通して、家族や家庭の機能を理解し、衣食住などの生活にかかわる基礎的・基本的な知識及び技術を習得を目指し、生活を営む能力と態度をはぐくむ。生活は周囲の人々に支えられていることに気づき、家族とのかかわり、仲間とのかかわり、地域の人との関わりなどを大切にした学習を進めていく。身近な課題に直面したとき、自分の力で解決をめざすことができるよう、将来の生活を営む能力や実践的な態度を育む学習課題の工夫を研究し進めていきたいと考える。

【技術分野】

2. 研究の目的

近年、3Dプリンティング（3Dプリンタ）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。この技術は20年以上も前から存在している。3Dプリンタの研究開発の元となる積層造形技術は1980年代に名古屋市工業試験所の小玉秀男氏が最初に開発し、その後、米国の3Dシステムズ社が基本特許を取得し開発が進んだ。

3Dプリンティングの技術はクリス・アンダーソンの「MAKERS」でも取り上げられたことも注目された一因であるが、基本特許の有効期限が切れたことで多くのメーカーが参入できるようになったことも大きな注目される理由の一つである。多くの人のアイデアと実際の体験に基づく意見の交換やハードウェア、ソフトウェアの普及が大きなブームを巻き起こしている。3Dプリンタのハードウェアは低価格化、小型化していき、造形データをはじめとするソフトウェアやデータはインターネットの普及によって流通が増大している。そして、使用できる材料が多様化してきており、現在では樹脂系の材料が中心ではあるが、金属材料も取り扱えるようになってきた。

今後、3Dプリンティングの技術は産業界のみならず個人の用途として普及していくことと予想され、使いやすく身近で取り組みやすい技術になることが容易に想像できる。新しい技術は便利さと同時に影となる部分もあり、技術分野の授業においても情報やものづくりの場面で取り上げる必要も今後大きくなると考えられる。しかし、現行の技術分野の教科書には3Dプリンタは取り上げられてはいない。

本研究では3Dプリンタの技術がどのようなものであるのか生徒に教え、3Dプリンタの技術を授業に活用することを目的とする。

また、本校の技術分野における昨年度までの研究の経緯は以下の通りである。

- 平成13年度 「起業家精神育成の視点を取り入れた授業」（技術分野）
- 平成14年度 「知識と技能の総合化をめざした授業」（技術分野）
- 平成15年度 「知識と技能を密接にかかわらせていく学習内容の工夫と実践」（技術分野）
- 平成16年度 「学習を生活に活用する学習内容の工夫と実践」（技術分野）
- 平成17.18年度 「生徒一人一人が達成感を感じられる学習内容の工夫と実践」（技術分野）
- 平成19年度 「生徒が達成感を感じられる授業の工夫」（技術分野）
- 平成20.21.22年度 「かかわりを生かして力をのばす授業」（技術分野）
- 平成23年度 「計測・制御の技術を評価する「問い」を求めて」（技術分野）
- 平成24年度 「新しいエネルギー変換の技術」 有機ELを活用した教材提案（技術分野）
- 平成25年度 「エネルギー変換に関する技術」～ エネルギー変換からみるハイブリッド自動車の授業～（技術分野）
- 平成26年度 「3Dプリンタを活用し、材料加工を深く考える授業」（技術分野）

3. 全体研究とかかわり

今日までのめざましい技術革新により、私達の生活は飛躍的に便利になった。産業の発達が大量生産を可能にし、物質的な豊かさという恩恵をわたしたちに与えてくれている。この技術革新を支えているのが、よりよい生活を創り出そうとするものづくりの精神であると考えられる。さらによりよい生活を送るために、生活の中から問題を見つけ、解決していく姿勢こそ本教科には必要であると考えられる。また、自分を取り巻く家庭生活や社会生活においても、よりよくしようとするために見つけた問題の解決が自分に有益であり、解決策を見つけて満足するだけでなく、それを実際に行動にうつしたり、発信したりする実践的な態度や技術、工夫・創造し評価する能力を身につけることが重要である。

本校の研究テーマとして「深く考える」授業の創造と設定した。作品が完成したときは大きな達成感や成就感を得る。そのような思いはものづくりの多くの段階で感じられるものである。無心に製作活動に取り組み、完成に一步一步近づいていると実感するときの充実感は大きい。さらに、完成したものを有効に活用する自分の姿や、喜んで使ってくれる人のことを思いながら製作しているときには、ものづくりの楽しさの中に、期待感や温かな思いまでも感じられる。わたしたちは、ものづくりの過程を終えたときに学びや考えが深まるとは考えない。ものづくりの過程にこそ深まりは存在すると考える。自分の経験やこれまでの生活を振り返り、基礎・基本の知識や技能を習得し

た後、次にどのようにするかという見通しを持つときにこそ、学びは深まると考える。本研究において「視点を変える」「PDCAサイクル」を導入することで、これまで以上に深く考えることができると考えた。自らの学びを俯瞰できる場面に授業で展開し、生徒の考えが、より深まるように授業を行う。

4. 研究の内容

- (1) 3Dプリンタについての事前調査
- (2) 3Dプリンタを活用する授業
- (3) 授業についての事前・事後アンケート



- (1) 3Dプリンタについての事前調査

生徒達が3Dプリンタに対してどのような既存知識があるのか「3Dプリンタについての事前調査」を行った。質問は以下の6問からなる。

対象生徒はF中学校1年生の70名に2015年4月に行った。

質問1 「3Dプリンタ」という言葉を聞いたことがありますか。

質問2 「3Dプリンタ」の仕組みを説明できますか。

質問3 「3Dプリンタ」はどのようなものか、説明して下さい。

質問4 「3Dプリンタ」はどのようなものを作ることができるか知っていたら書いて下さい。

質問5 「3Dプリンタ」でどのようなものを作りたいですか。

質問6 「3Dプリンタ」を使ってみたくありませんか。



質問4の回答結果

- ・型に材料を入れて作る
- ・上から何かを落として並べて立体的になったら熱でくっつける。
- ・たくさんの場所から画像を取り込み、型を作り、その中にプラスチックを流し込み固める。
- ・固いプラスチックを設計図を頼りに凹ませたいところに熱を加えて凹凸を作っていく。
- ・あらかじめ本体にプラスチック素材があり、土台から徐々に作っていく。

質問5の回答結果

- ・医療機関で使う臓器のレプリカ
- ・飲食店の食べ物のレプリカ
- ・歴史の物、土器、壊れやすい物
- ・内蔵の模型
- ・電車のねじ
- ・中が空洞なもの
- ・ペン

質問6の回答結果

- ・フィギュア
- ・野球のボール
- ・ロケットの模型
- ・未来の携帯電話
- ・キーホルダー
- ・サッカーボール
- ・機械のアームが粘土を削って作っていく
- ・教育用リアル人体
- ・シャープペン
- ・小物入れ
- ・将棋の駒
- ・チェスの駒
- ・中まで再現されたお城
- ・鉛筆と消しゴム
- ・動物
- ・富士山のオブジェ
- ・東京タワー
- ・東京スカイツリー
- ・豚の貯金箱

実施した事前調査の結果より、90%の生徒が「3Dプリンタ」という言葉は聞いたことがあることがわかり、97.5%の生徒が3Dプリンタを使ってみたく考えていることがわかった。しかし、その仕組みを説明できる人は7.5%と少ないことがわかった。これは、TVのCMや本やインターネット、そして様々な場所で見たり聞いたりする3Dプリンタであるが、仕組みや技術を知らないままである生徒が多くいる現状であることが理解できる。次世代の技術のひとつである3Dプリンタの仕組みについて、生徒たちが理解できるような学習教材を考えていく必要があることが、このアンケートからあることがわかった。

(2) 3Dプリンタを活用する授業

本研究では3Dプリンタの種類として様々な方式（熱溶解積層，光造形，粉末焼結，インクジェット，プロジェクション，インクジェット粉末積層）があるが，熱溶解積層法 FDM 法(Fused Deposition Modeling)の3Dプリンタを取り上げることとする。この方式は現在一般的にパーソナルユースにおいて安価で主流となっている方式である（図4，図5）。

熱溶解積層法はプリンタヘッドが動き溶けた樹脂を押し出しながら積層する方式である。材料は糸や繊維状で提供され，その繊維を溶解しながら積層する。材料はABSやプラスチック樹脂となる。現在低価格3Dプリンタにおいて主流となっている方式である。

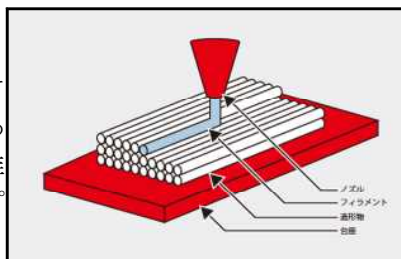


図4 熱溶解積層方式の概要

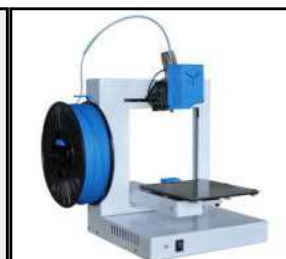


図5 3Dプリンタ

本研究では図5のDelta-Microfactory社の

UP Plus2を利用する。安価で中学校でも導入しやすく精度の高い印刷を可能とした3Dプリンタである。

ソフトウェアは学校で導入しやすい性能と値段を考慮し，英語版ではあるが，Autodesk社の123D Designをコンピュータ室に導入した（図6）。無料で難しい操作も少なく，より精度の高い設計や必要とされる3Dファイル(.STL)に出力ができる。（図6）練習課題に取り組みながら操作方法を学習させた。

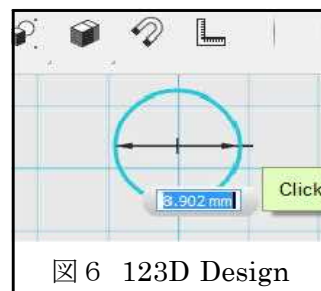


図6 123D Design

本題材は「3Dプリンタで作ったコマを回そう」として取り組んできた。コマは6世紀頃から大陸から日本に伝わり現在様々なコマが存在する。その中には「竹製の鳴り独楽」や「木製の江戸鳴り独楽」のように，日本独自の発展したコマも数多くある。事前調査ではコマを作った経験のある生徒は皆無であり，コマ自体を回した経験が無い生徒も30%いることがわかった。コマを製作する場合に多くは旋盤を利用して製作することが一般的である。それは，回転するコマは中心軸が重要であり，旋盤を利用することで製作する精度が高くなるからである。中学校技術分野でも昭和30年頃まで旋盤を使った授業が行われたこともあったようである。しかし現在，中学校では旋盤を設置している学校は少なく，精度の高いコマを製作することは難しい。また図7，図8のように旋盤では製作できないコマを製作する場合には別の方法が求められる。本題材ではコマが回る要素を学習しながら自由に構想したコマを3Dプリンタで造形し，授業で回して評価することとする。その過程で，3Dプリンタがどのような技術であるのか学び，回るコマを製作するためにはどのような工夫をするのか学習する。

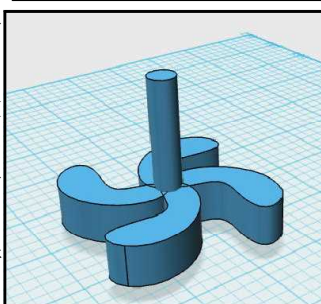


図7 旋盤で製作できないコマ例

3Dプリンタの仕組みについての授業は，昨年度の研究で取り組んできた成果をもとに，前時までに行った。また，授業で取り組んで3Dプリンタで製作する関係上，製作するコマには以下の制約条件をつけて行った。

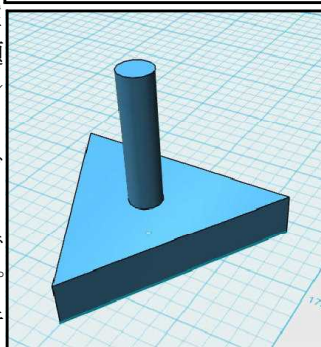


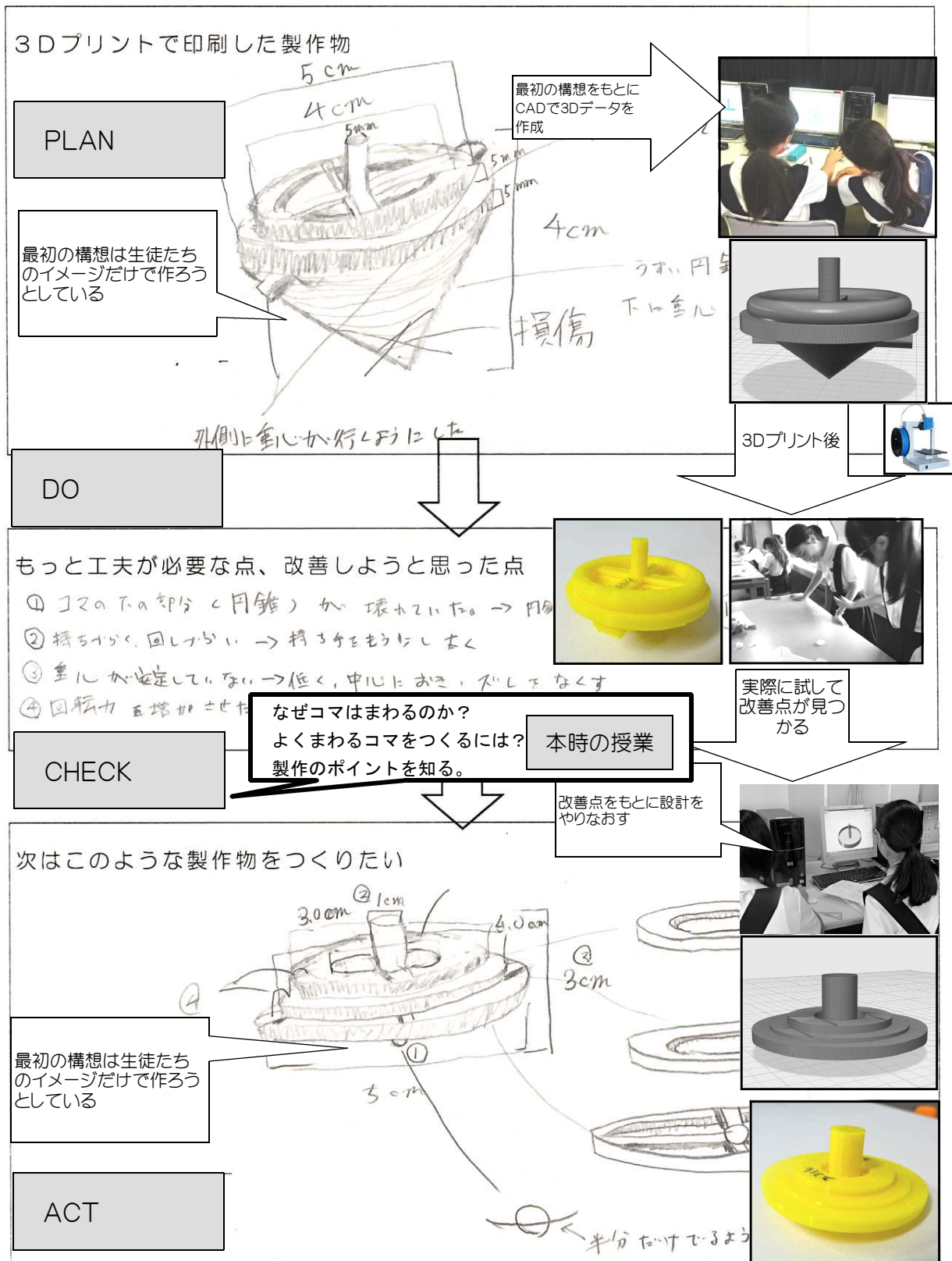
図8 旋盤で製作できないコマ例

製作するコマの制約条件

- ・大きさの制約 50 mm³ (立方ミリメートル)
- ・重さの制約 重すぎるほどに不利になるようにする

要検討

製作したコマは家庭分野において幼稚園交流をする際に利用することとした。生徒達はグループで話し合い，よりよく回るコマを構想し，造形し，評価，改善して再構想することで3Dプリンタを活用してコマの授業を行う。



(3) 3Dプリンタの技術についての事前・事後アンケート

本研究において、授業の有効性や妥当性を検討するためにも、より詳細な3Dプリンタの仕組みの理解度を調査するための事前・事後テスト問題を用意した(図9)。事前・事後テスト問題は問題1から3までとして、問題1はこれまで一般に使用されてきたプリンタ技術の問題である。問題2は3Dプリンタの技術や仕組みの問題である。問題3は3Dプリンタがどのような場面で使用されているのか問う問題である。この事前・事後テストを授業前後で行い、理解度を比較する。

アンケート結果が入る予定です。

《参考・引用文献》

- 「中学校学習指導要領解説―技術・家庭科編―」 文部科学省 (平成20年9月)
「教科目標 評価の観点及びその趣旨等」 国立教育政策研究所 (平成22年7月)
安東 茂樹「中学校 新学習指導要領の展開」 明治図書 (2008/11)
国立教育政策研究所 「評価規準の作成 評価方法等の工夫改善のための参考資料」(平成23年7月)
河野 義顕「技術科の授業を創る ―学力への挑戦―」 学文社 (1999/05)
大谷 良光「子供の生活概念の再構成を促すカリキュラム開発論―技術教育研究―」 学文社 (2009/03)
佐伯 胖「「学び」を問いつづけて―授業改革の原点」 小学館 (2003/07)
佐野 義幸・柳生 浄勲・結石 友宏・河島 巖著「3Dプリンタの本」日刊工業新聞社 (2014/05)
国立大学法人 愛知教育大学附属岡崎中学校研究紀要 (2009/12)

5. 実践事例 第2学年1組 技術・家庭科（技術分野）学習指導案（略案）

- (1)日時 平成27年7月3日(金) 60分授業として実施
 (2)場所 山梨大学教育人間科学部附属中学校 別館2F 第2コンピュータ室
 (3)題材名 「3Dプリンタで作ったコマを回そう」 情報に関する技術 D(2)
 (4)本時の目標
 ・コマを回して改善しよう(4/7)
 (5)本時の評価規準
 ・利用目的を考え、構想したコマを工夫することができる。(工夫・創造)
 (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	○前時までの授業を振り返ろう	<ul style="list-style-type: none"> ・3Dプリンタの技術について理解していることを確認 ・3Dプリンタでコマを作っていることを説明 ・前時までにコマのデータを作ったことを確認 	発問 PPT ビデオ
自分で設計したコマを回そう				
展開	25	○コマを回して、評価しよう。 <ul style="list-style-type: none"> ・サポート材を丁寧に取り除く指示 ・回る時間を測ろう。 	<ul style="list-style-type: none"> ○印刷したコマをグループごとに渡す ○ワークシートの配布、用具の準備 ・前回の自分のコマと回っている時間がどのように変化したかをワークシートに記入。 	PPT ビデオ
		○コマが回る仕組みについて説明 <ul style="list-style-type: none"> ・様々なコマ ・慣性モーメントの説明 	○全員に伝わりやすいように場所の工夫	PPT ビデオ
		○改善したコマの形を構想してみよう	○ワークシートに改善した形や大きさを構想するように伝える。	PPT
	20	○改善したコマをCADを利用して3Dデータを作ってみよう	・グループでデータを作成し保存する。	PPT
まとめ	5	○次回の授業について知る。 ○教具の片付けを行う。	○次回の授業は改善したコマを回すことを伝える。	