
技術・家庭科研究主題

「工夫し創造する能力の深化」(1年次)

3Dプリンタを活用し、材料加工の可能性を深く考える授業(技術分野)

「これからの生活を展望できる学習内容の工夫」(家庭分野)

山主 公彦 河野美由紀

1. 研究主題設定の理由

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と態度を育成すること。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、組み合わせて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、更なる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・評価し、主体的に活用しようとする態度に着目する。本研究では3Dプリンタを取り上げ、材料と加工に関する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に夢を持ち、進んで理解し活用できる態度を育成すると同時に新しい教材の授業提案を行うこととする。

家庭分野では、今回の学習指導要領の具体的改善事項において、衣食住に関する実践的・体験的な学習活動、問題解決的な学習を通して、中学生としての自己の生活の自立を図り、子育てや心の安らぎなどの家庭の機能を理解するとともに、これからの生活を展望し、課題を持って主体的によりよい生活を工夫できる能力と態度の育成を重視している。中学生が、身近な生活の課題を主体的に見だし、解決を目指す活動を通して学習を深めていくためには、生活に必要な基礎的・基本的な知識及び技術を習得でき、興味・関心をもつ題材の設定が必要と考える。将来の生活を営む能力や実践的な態度を育む学習内容の工夫を研究し進めていきたいと考え、本テーマを設定した。

【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。技術分野の授業においても材料加工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であろう。

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プリンタの技術を理解し、評価・活用できることを目的として生徒への事前・事後調査を行い、生徒に理解しやすい3Dプリンタの授業とはどのような授業か研究を行うこととする。

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）

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。産業の発達で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。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。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、完成に一歩一歩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。自分の経験や今の生活を振り返り、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。授業においても深く考えることができる場面を意図的に配置し、生徒の考えが、より深まるように展開する。

4. 研究の内容

- (1) 3Dプリンタについての事前調査
- (2) 3Dプリンタの技術を理解する授業
- (3) 3Dプリンタの技術についての事前・事後アンケート（未実施）

(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5問からなる。

対象生徒はF中学校中学1年生の70名に行った。
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。

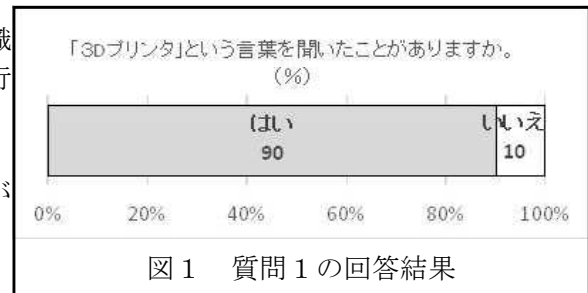


図1 質問1の回答結果

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。図を用いて書いて構いません。

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。



図2 質問2の回答結果



図3 質問6の回答結果

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。
- ・素材は粘土、下から熱で固める。
- ・パソコンを利用して型をつくり、プラスチックを流し込む
- ・プラスチックを溶かして流し込んで作る
- ・多分プラスチックを重ねて作る
- ・糸みたいなものを積んでいく
- ・台が左右に動いて物を作っていく

質問5の回答結果

- ・コップ
- ・中が空洞なもの
- ・ペン
- ・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
- ・リンゴ（CMで見た）
- ・覆面

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、「3Dプリンタ」という言葉は聞いたことがある生徒はほとんどであり、ほとんどの生徒が使ってみたく興味があることもわかった。しかしながら、その仕組みを説明できる人やわかっている人は少なく、まったくグラフは逆転することがわかった。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。次世代のものづくりを代表する最先端技術の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性がこのアンケートからあることがわかった。

(2) 3Dプリンタの技術を理解する授業

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, 図6)。

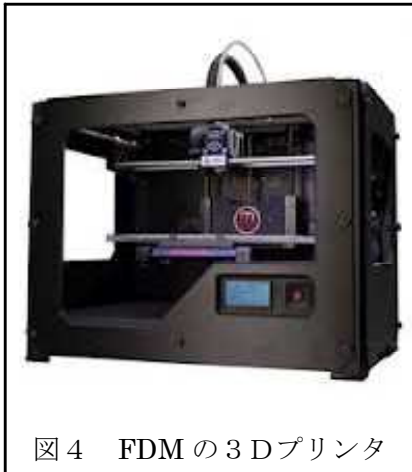


図4 FDMの3Dプリンタ



図5 FDMの3Dプリンタ

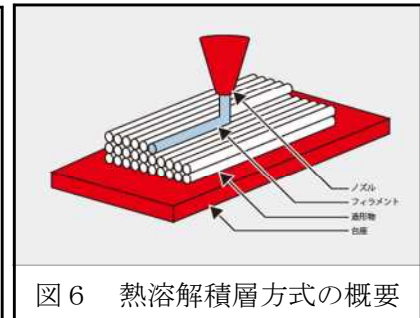


図6 熱溶解積層方式の概要

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します。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。本研究では図5の米Cubify社のCubeを利用する。また熱溶解積層法の特徴は表1に示す。

表1 熱溶解積層法の特徴

	メリット	デメリット
熱溶解積層法	ABSなどの材料を使うので強度があり, 状態によっては機械部品などの機能テストにも使える。	光造形等と比べると, 層間の断層が目立ちやすくはっきり階段状になる。表面が平滑な造形が必要な場合には向きません。

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。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7)

STLファイルから3Dプリンタ用のファイルに変換するためにはCube Softwareがあり, そのソフトウェアで再度データを変換し3Dプリンタで印刷を行うこととする。

授業では, Autodesk社の123D Designを練習課題に取り組みながら操作方法を学習していく(図8), ロボットコンテストの取り組みを行っているのでロボット

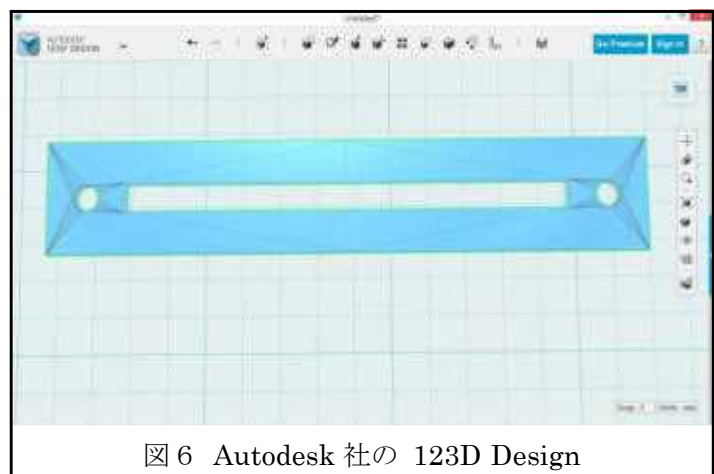


図6 Autodesk社の123D Design

コンテストで「こんな部品があったらいいな」という課題を設定し, チームで3Dプリンタを利用

して独自の部品を話し合い、構想し、製作を行っていくこととする。その過程で、生徒達はチームで話し合い（図9）、より効果的でロボットコンテストに有効な部品を作りあげていくことができる。生徒達が考えたロボットコンテスト用の部品とソフトウェアで製作したデータの様子を示す（図10、図11、図12、図13）。このような部品をつくり、3Dプリンタの可能性を理解できる授業を行う。

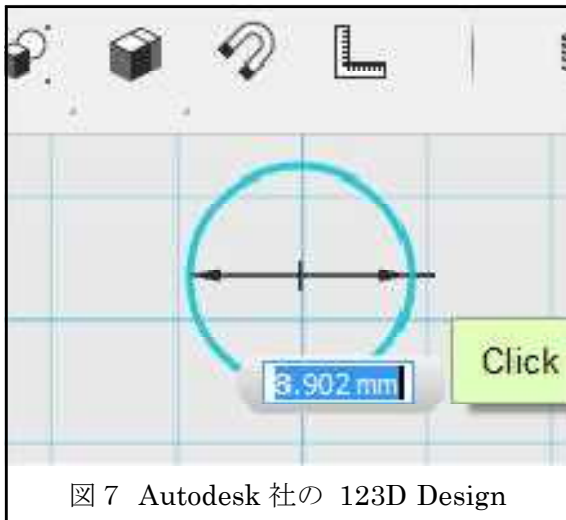


図7 Autodesk社の123D Design



図8 コンピュータ室での設計様子

3Dプリンタが立体的に印刷するしくみを知る前に、3Dではないプリンタの仕組みを説明し、その平面が積み重なって3Dの物体を印刷していくことに気がつかせる。x軸y軸、そしてz軸への応用が3Dプリンタを可能にしている。また3Dプリンタでなければつくることができない題材を提示すると共に、3Dプリンタの可能性ついて生徒達が考えるきっかけとなるような授業を提案する。



図9 コンピュータ室での設計様子

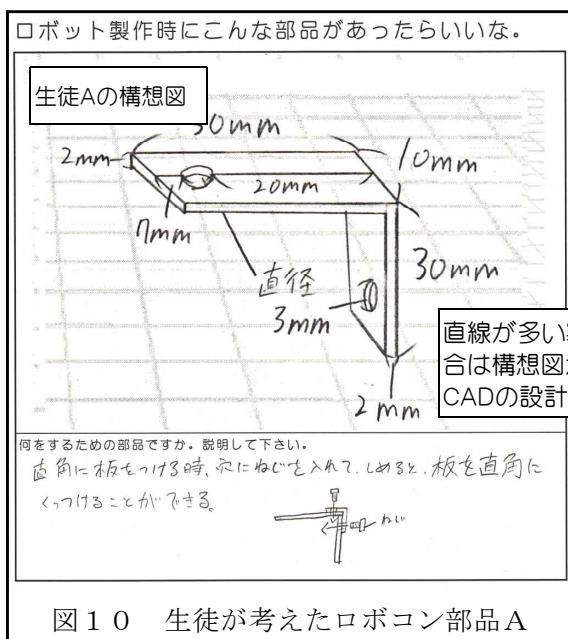
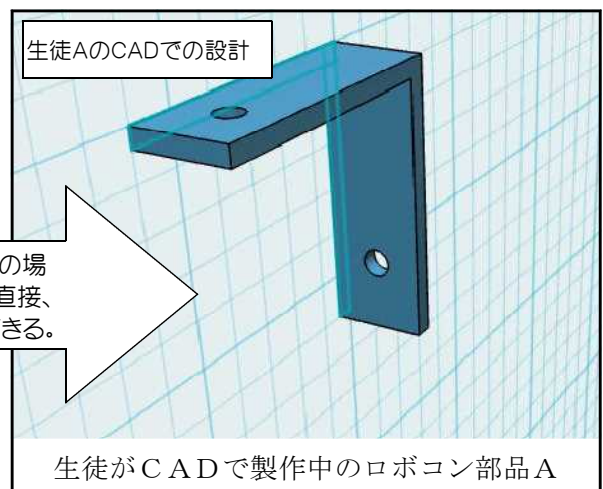


図10 生徒が考えたロボコン部品A



どのような部品ですか。はっきりと濃く書きましょう。

生徒Bの構想図

ねじ、または はもたを通すための取っ手

2cm

4cm

直線が多い製品の場合は構想図から直接、CADの設計ができる。

何をするための部品ですか。説明して下さい。

カンとひっかけるためのフック。通常の三日月形のフックだと、カンが不安定になり落ちてしまう確率が高くなる(図A)。そこで、「ひっかけ」というより「はこむ」イメージでこのF字型フックを考えました。(図B)。

図 1 1 生徒が考えたロボコン部品B

生徒BのCADでの設計

3Dプリント後

どのような部品ですか。はっきりと濃く書きましょう。

上から見た図

45mm

9mm

9mm

20mm

20mm

3mm

直径2mm

ナットを最大45個まで積み重ねられる。

直線が多い製品の場合は構想図から直接、CADの設計ができる。

何をするための部品ですか。説明して下さい。

ナットがいつもテーブルの上で散らばっているのので、そのナットを1つにまとめられるようにこれを考えました。真ん中にある棒にナットの穴を通して、積み重ねていけるようにしました。必要な時すぐにナットを取ることができます。

図 1 2 生徒が考えたロボコン部品C

3Dプリント後

実際に活用

ロボット製作時にこんな部品があったらいいな。

どのような部品ですか。はっきりと濃く書きましょう。

5mm

5mm

5mm

ロボットに使う

曲線が多い製品の場合は詳細な設計図を必要とする

何をするための部品ですか。説明して下さい。

カンをひっかける

ひっかける際に、おちにくるために穴と凹みをつける。

図 1 3 生徒が考えたロボコン部品D

表現できていない。CADでプログラムするには構想図の情報は少ない。

・ 3Dプリンタの技術を利用したモデルの提示について

本授業では3Dプリンタの技術を効果的に伝えるために、株式会社クロスエフェクトから心臓の内側まで再現されている心臓シミュレータを提示する(図14)。実際は患者個体ごとのCTスキャンデータを用いて心臓モデルを成形し、術前の緻密な検討や若手医師の教育訓練用として利用されている。



図14 心臓シミュレータ

本物の心臓に酷似した精密性・質感・強度を有するリアルな心臓シミュレータであり、第5回「ものづくり日本大賞」内閣総理大臣賞を受賞している。

《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3組 技術・家庭科(技術分野) 学習指導案(略案)

- (1)日時 平成26年7月4日(土) 50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 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ろう(4/6)
 (5)本時の評価規準
 ・3Dプリンタの技術を理解し、関心を示している。(関心・意欲)
 (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	5	○「つなぎ目のないチェーンをどのようにして作ったか」	○3Dプリンタの授業であること気づかせる。 ○生徒達の興味・関心を高める。 ・3Dプリンタという言葉聞いたことがあるか。 ・本授業は3Dプリンタの授業であることを伝える。 ○最後まで課題を追求する姿勢を求める。	発問 PPT ビデオ	
3Dプリンタの仕組み					
展開	25	○3Dプリンタ→「3次元プリンタ」。「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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○123Designでチェーンを作っていることを実演する。	・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。 ・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。 ・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。	PPT ビデオ	
	3Dプリンタはどのように利用されているか				
			○製品を作る ○日常生活で利用 ○身のまわりの製品 ○学校で利用 ○医療分野での利用 ○3D心臓模型の提示	・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。 ・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。 ・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。 ・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。	ビデオ
3Dプリンタの種類					
		○3Dプリンタには様々な種類があることを知る。	主に熱溶解積層、光造形、粉末焼結、インクジェットがあるが、現在一番普及してる熱溶解積層方式の3Dプリンタについて学習を進める。 ・熱溶解積層法は、熱に溶ける樹脂を1層ずつ積み上げていく方式。プラスチックやABSを	ビデオ PPT	

		利用している。 ・過去数百万円したプリンタが現在では 10 万円前後で購入できるようになった。	
		3Dプリンタの影の部分	
	○3Dプリンタの影の部分は何だろう。	・最近のニュースから ・拳銃問題 ・著作権問題 ・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。	ビデオ PPT
		ロボコンに必要な部品を考えコンピュータで設計しよう	
15	○二人に1台のノートパソコンを使用する ○練習課題とした「リング」も参考にして、精巧すぎる製作品はこの機械では作ることができない。	・ノートパソコン起動し「123D Design」を起動。前回までの自分の作品を読み込む。 ・製作品に改良を加える。	PPT
		3Dプリンタのまとめ	
まとめ	5 ○3Dプリンタの技術とは ○次回の授業について知る。 ○教具の片付けを行う。	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。	PPT