

デジタルものづくりと技術教育

～デジタルファブリケーションに焦点を当てて～



JSTE
The Japan Society of Technology Education

国立大学法人 埼玉大学 教育学部
一般社団法人日本産業技術教育学会

山本利一



本日の講義の概要

1 中学校技術・家庭科 技術分野の学習指導は何を目指しているのか？

→ご存じのことかと思いますが、一度、再確認してみましょう

2 なぜ、デジタル技術を学習が必要なのか？

→簡単な事例を通してその効果を確認してみましょう

それらを通して、明日からの授業改善のプランを構想

これからの社会

技術・家庭科技術分野
どのようなこと学ぶ
のであろうか？
これからの社会で
どんなことに役立つのか

技術がつくる
明るい未来。

未来の創り手を育てる皆さんへ

中学校技術・家庭科(技術分野)



技術
って？

現代社会において、
技術(テクノロジー)は重要な役割を果たしており、
私たちの生活を豊かにしています。
学校教育の「中学校技術・家庭科(技術分野)」では、
「材料と加工」、「生物育成」、「エネルギー変換」、「情報」の
4つの技術について学習し、知識や技能を習得するだけでなく、
創造的な思考力や問題解決能力を養います。



私たちの未来は、
私たちがより良くしていく。

切り拓く

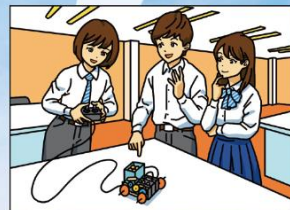
これからやってくる困難や障害を乗り越えて、
未来の進路を切り拓いていく。

探究する

社会における問題を解決するために、
その本質を探って見極めていく。



情報の技術



エネルギー変換の技術

創発する

ひとり一人の能力や発想を組み合わせ、
今までにない独創的な成果を生み出していく。



生物育成の技術



材料と加工の技術

課題解決の入口は、
ものづくりへの情熱

技術分野を学ぶことで、
社会を支える技術の仕組みが分かり、
未来をどう作ったらいいかが見えてきます。
そして、自分自身で技術を選択し、
その活用について意思決定することが重要です。
技術分野の学びは未来につながっています。
高校や大学では、全員が数理・
データサイエンス・AIの基礎を学びます。
社会が発展していく上で、
なくてはならないものが技術なのです。

技術を
学ぶって？



社会の課題解決

技術が社会の課題を解決

技術を評価・活用

社会を支えている技術を学んで、
問題を解決できないか？



技術分野の時間は
ものを作るだけではなく、
自分で問題を見つけ解決することを
手を動かして学ぶ時間です。
いま私たちの周りにあるさまざまな社会問題を解決して、
これからも地球で暮らし続けられる
「持続可能な社会」を実現するための基礎として、
とても大切なものなのです。



社会を支えている技術を学んで、
問題を解決できないか？



技術がつくる
明るい未来。

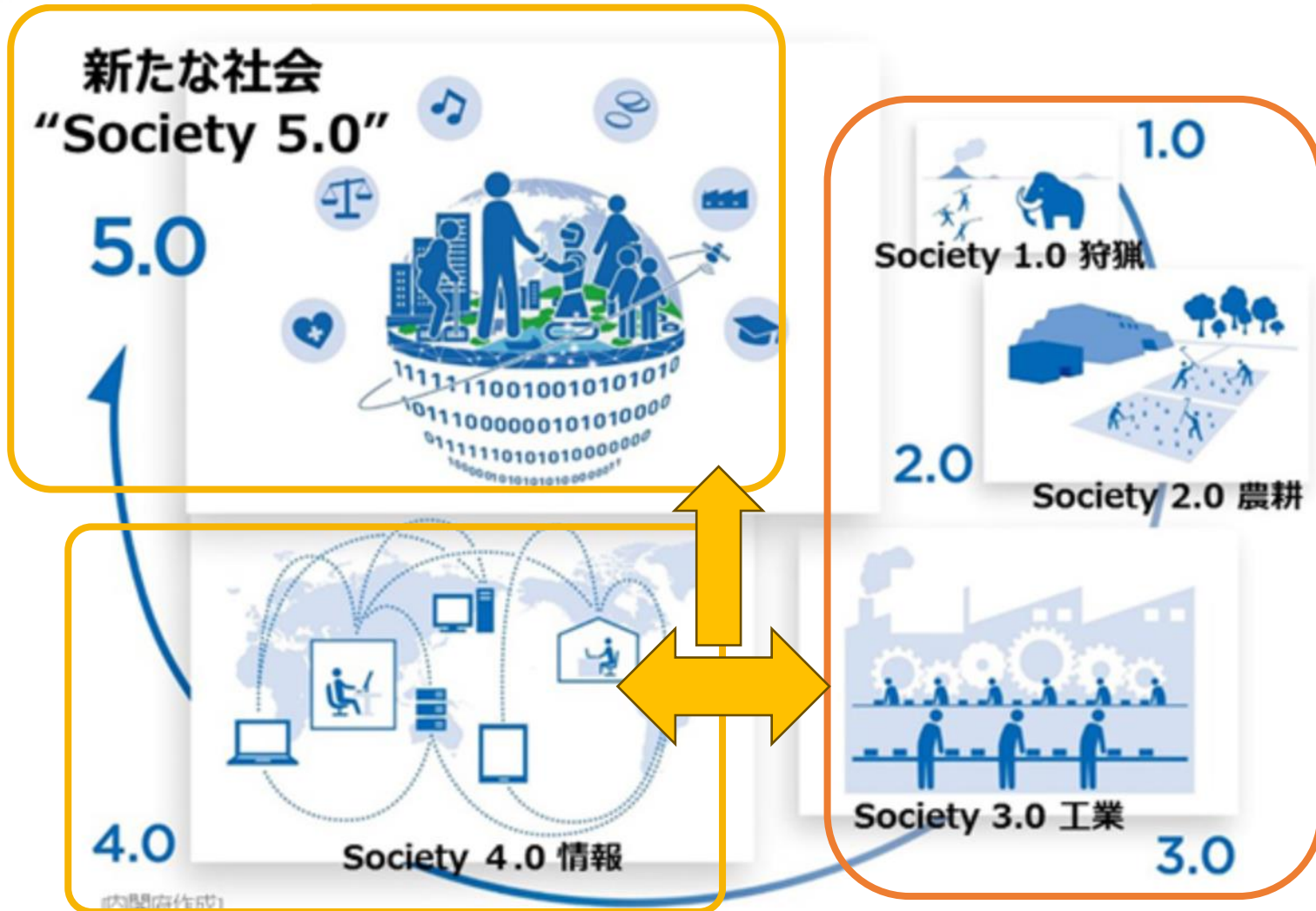


持続可能な発展と社会課題の解決との両立

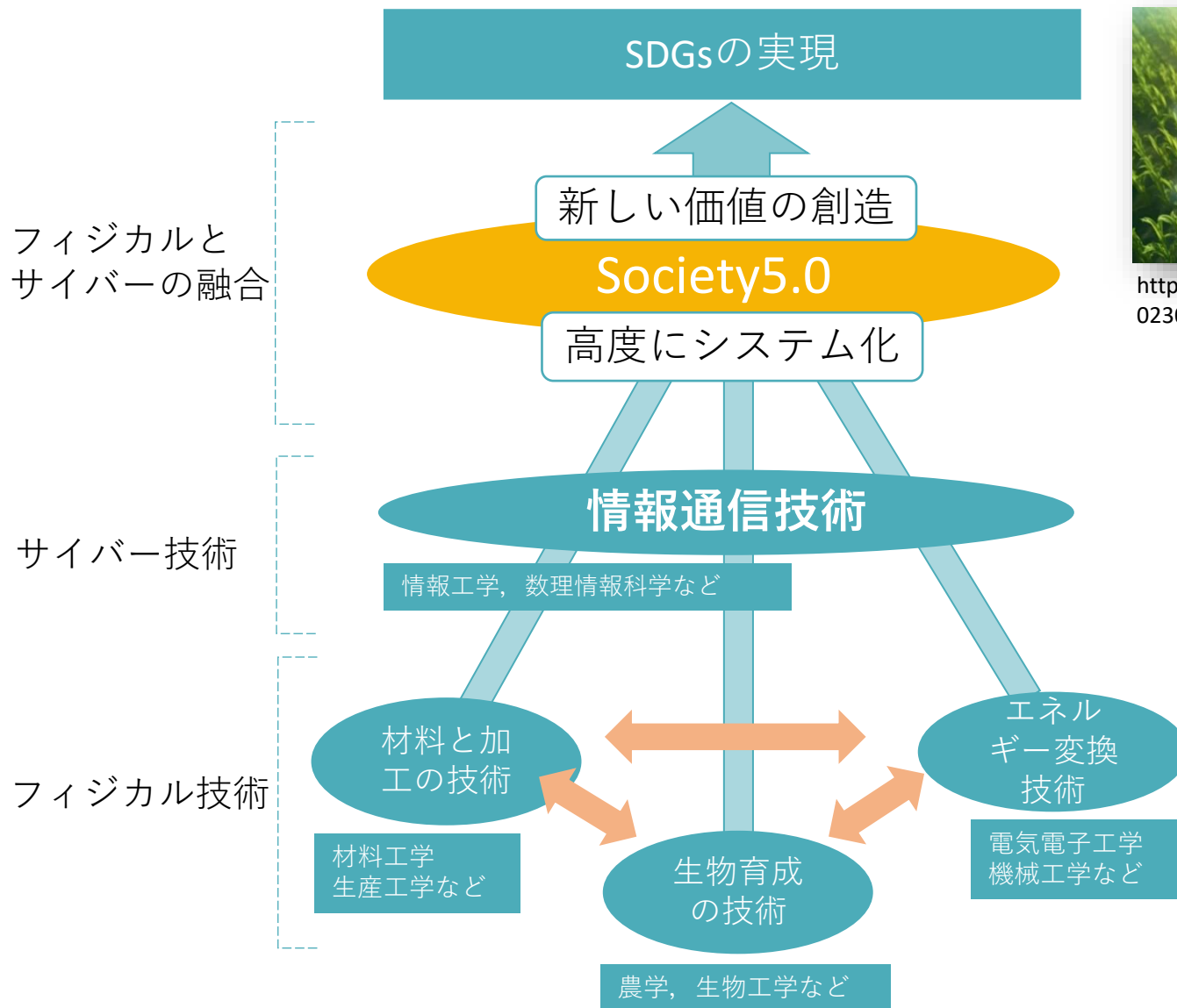


内閣府

Cabinet Office, Government of Japan



技術分野を通してSociety5.0を実現

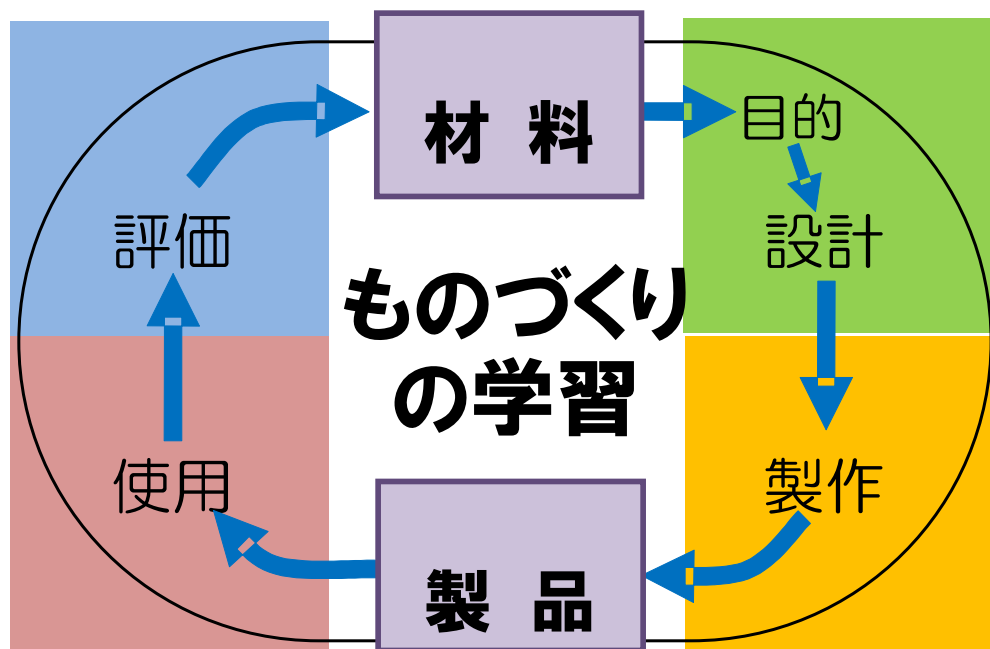


<https://noukiya.co.jp/blogs/column/20230818>

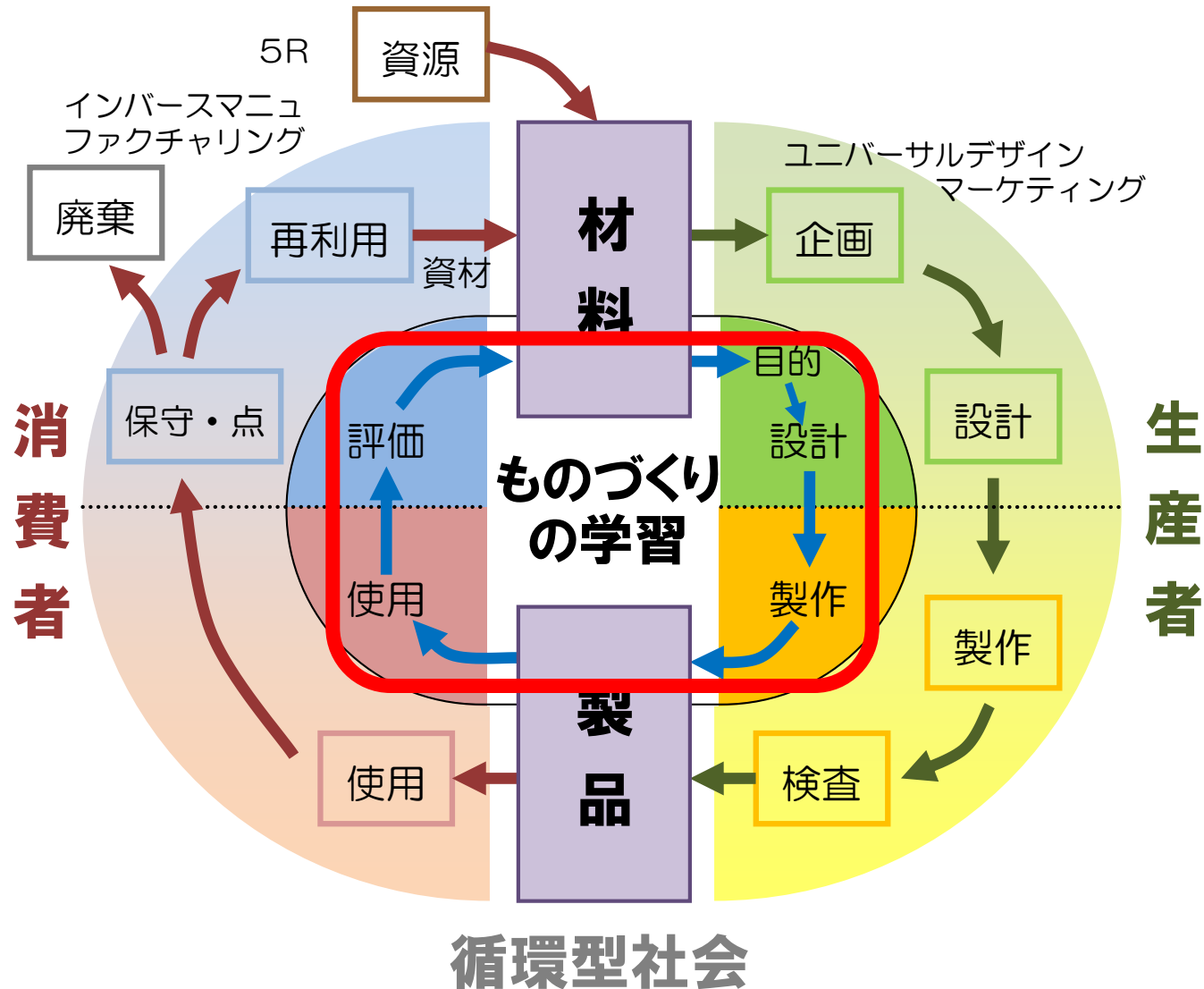


https://digital-shift.jp/flash_news/s_201216_19

現在の技術分野：「ものづくり学習」の学習過程は・・・



技術分野の学習の目的（社会の縮図の学び）



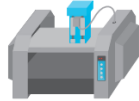
社会の変化



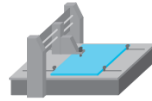
3Dプリンタ



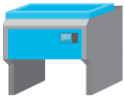
ペーパーカッター



CNCフライス



CNCミリングマシン



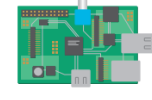
レーザーカッター



デジタル刺繍ミシン



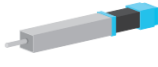
ロボットアーム



小型マイコンボード



センサ



アクチュエータ

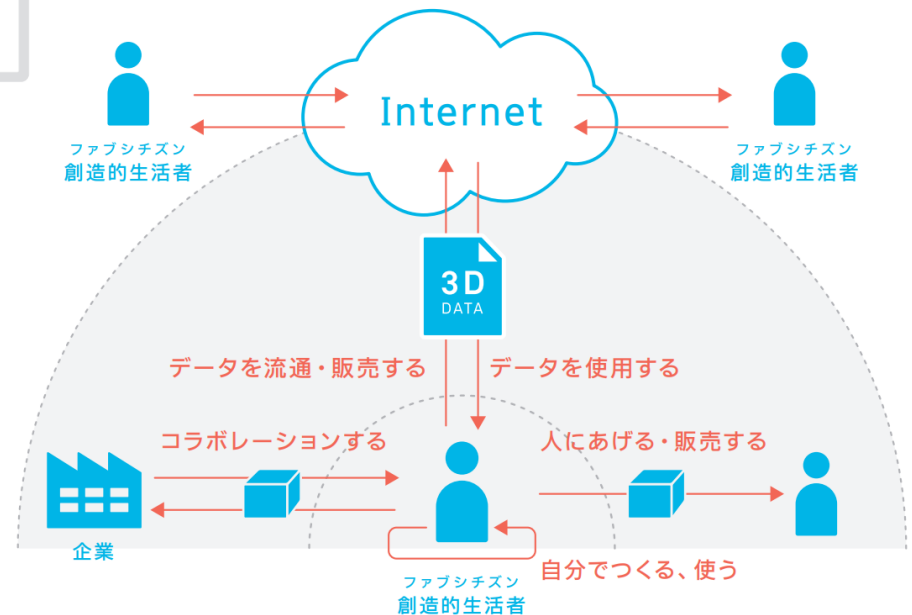


3Dスキャナ

▶ デジタルファブリケーションの普及に伴い、ものの生産・流通・消費が変化している。

今後、デジタルファブリケーションを活用する能力はより求められてくる

ファブ社会



出典：総務省「ファブ社会推進戦略」

教育課程におけるデジタル捉え

中学校学習指導要領 (H29年告示) 解説 技術・家庭編p. 59

A 材料と加工の技術 (2)イ

課題の解決策を構想する際には、自分の考えを整理し、実際の材料取りや部品加工等を行う前に設計の問題点を明らかにするとともに、よりよい発想を生み出せるよう、製作図等を適切に用いることについて指導する。また、課題の解決策を具体化する際には、**3DCAD**や**3Dプリンタ**を活用して試作させることも考えられる。

出典：中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 技術・家庭編



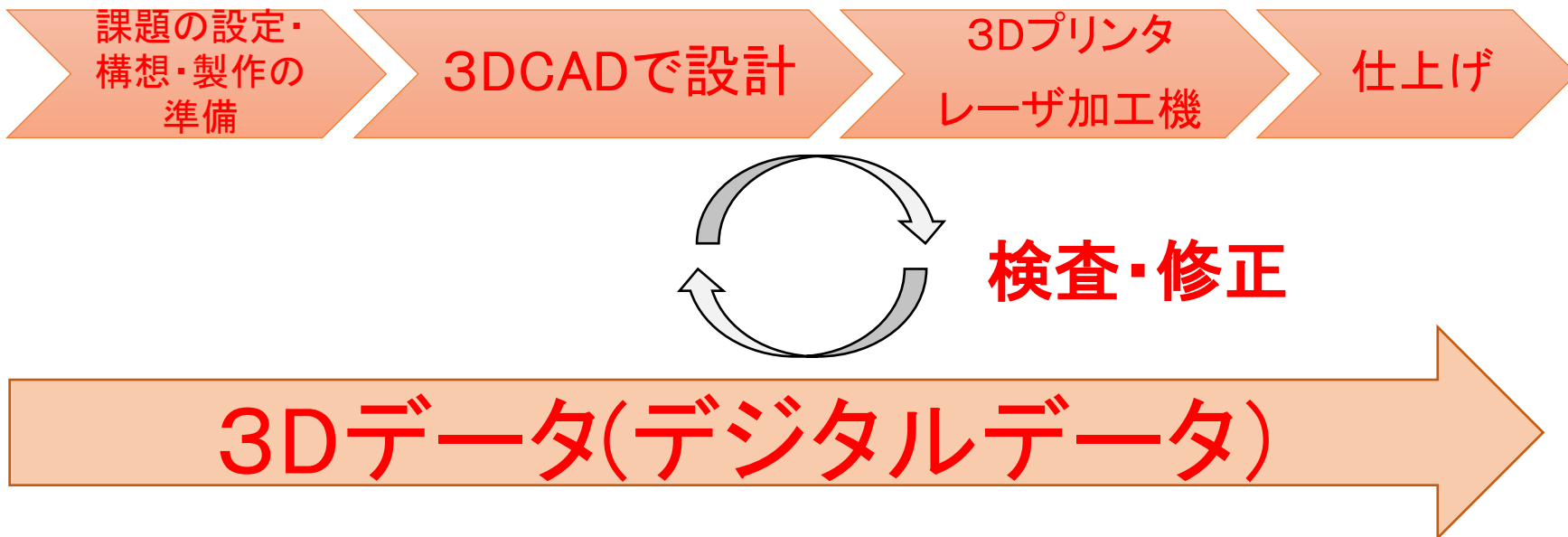
○デジタル技術：3DCADや3Dプリンタを効果的に活用
⇒社会の生産方法の変化に対応した学習が求められている

デジタル技術を活用した製作過程

従来のものづくり



デジタル技術の活用



3 DCADの使用における課題

課題

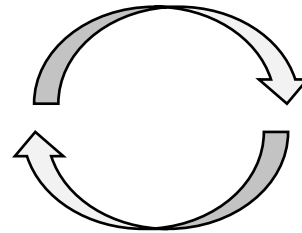
印刷時間
イメージの掌握

課題の設定・構
想・製作の準備

3DCADで設計

3Dプリンタ
レーザ加工機

仕上げ



検査・修正

3Dデータ(デジタルデータ)

▶ デジタルデータを元に**ものづくり**を考察する



デジタル技術を学習する必要性

社会のものづくりを学習対象としている技術分野
→社会・企業で導入が進むデジタル製造技術

技術・技能への理解を促進するためにデジタル技術の活用すると

→技術・技能の暗黙知 →可視化、数値化
→技術・技能の理解促進



デジタル技術の特徴

- **高品質・高精度**

デジタル技術→数値化, プログラム化
→正確な機械の制御
→高精度・高品質のものづくりが実現

- **経済的側面（コスト）メリット**

デジタル技術→製造の自動化→多くの製品を早く・安価
※デジタルデータ → 地理的制約がなくなる

- **ものづくりのプロセス全体のデジタル化が進んでいる**



主なデジタル技術

ソフトウェア

- **3DCAD**
- シミュレーション
(CAE、CAM、VR・**AR**)

ハードウェア（機器：デジタルファブリケーション）

- 3Dプリンタ
- レーザー加工機、
- CNC機械

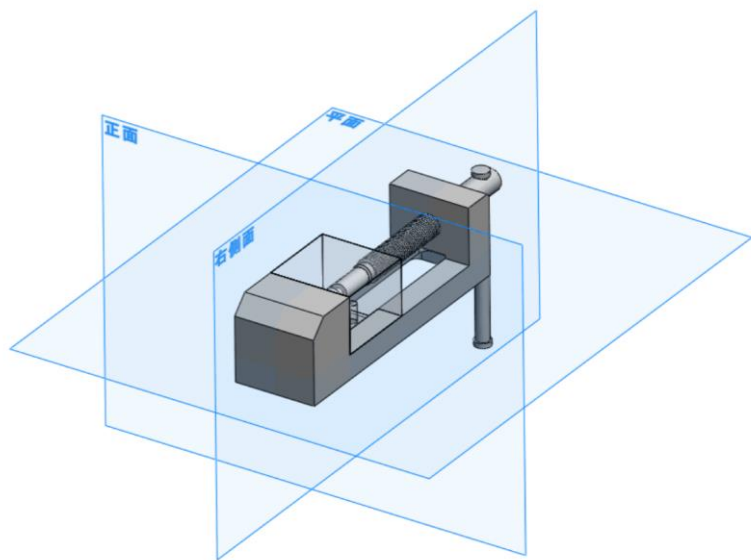
教材の予算申請：教材整備指針

中学校教材整備指針に掲載されている関連教材

教科等分類	機能別分類	例示品名
技術・家庭（技術）	（情報）	・ ネットワークを利用したコンテンツプログラミング用教材 （ネットワークケーブル、ルータ、デジタルカメラ、 USBカメラ、デジタルビデオカメラなど） ・ コンテンツ用プログラミング言語 ・ 計測・制御プログラミング用教材（制御用ロボットなど） ・ 計測・制御用プログラミング言語専用単機能言語
	（材料と加工）	3Dプリンター
総合的な学習の時間	（プログラミング）	プログラミングに関するデジタル教材

この指針を根拠に予算申請

3 DCAD



特徴

3DCADとは、仮想の3次元空間上に、「縦」「横」「奥行き」のある立体的な形状を作っていくツールのこと。この3次元空間上に作成した形状を3Dモデルと呼び、形状が立体的に検証することが可能。

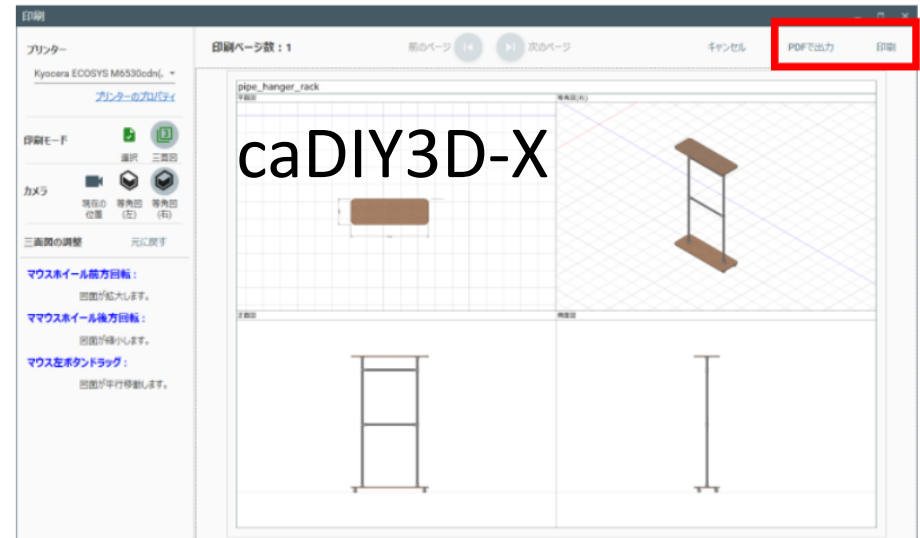


出典 : https://pub.nikkan.co.jp/uploads/book/pdf_file523bf1db55106.pdf

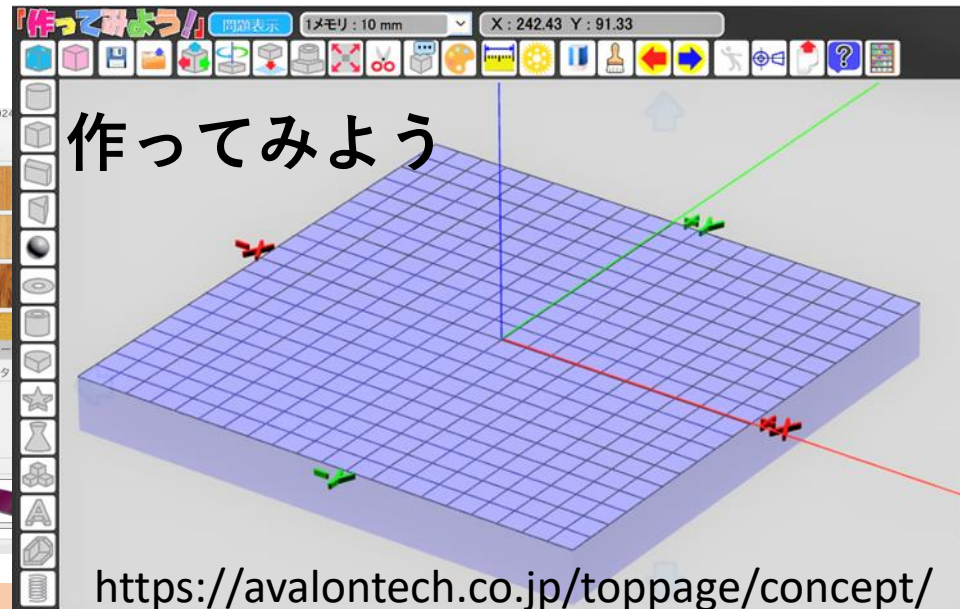
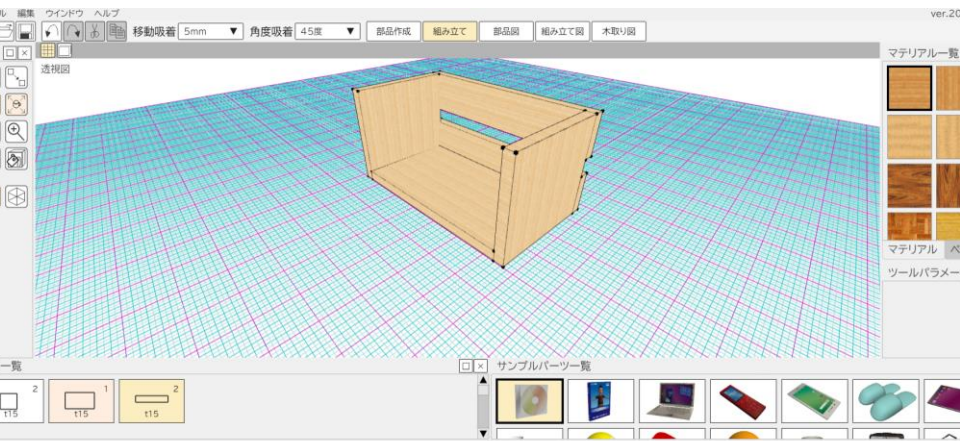
〈教育現場的課題〉

- 3DCADは多機能・高度な技術が必要
- 機材の調達

教育現場で活用可能な 3DCAD（例）



https://cadiy3d.com/wp/product_download/



創web(開発中)

<https://avalontech.co.jp/toppage/concept/>

産業で活用されているデジタル技術

CAE Computer Aided Engineering

コンピュータを利用した工学支援システム

CAM Computer Aided Manufacturing

コンピュータ支援による製造

CADで作成した図面→ NC(数値制御)プログラム

CMC Computer Numerical Control

コンピューター数値制御の意味

レーザ加工機, 3Dプリンター

AR(拡張現実)



周辺の空間を認識し，現実世界にデジタル情報を合成した映像をリアルタイムにディスプレイ上に表示を行う技術

○情報が3D化，可視化され，体験に基づく学習が可能
⇒興味・関心の向上や学習内容の理解の促進が期待される



授業での活用事例

学習内容 「材料と加工の技術」
活用するデジタル技術

設計段階 事例1

3DCAD

AR(拡張現実)

試作・製作段階 事例2

3Dプリンタ, レーザ加工機

実践事例1

設計の学習指導計画

① 製作品の構想

導入

- ものづくりにおける設計の重要性
- 本時の目標の確認

展開

- 日常生活での問題の発見と課題の設定
- 製作品のアイデアスケッチと材料取り図
- ARを用いた規格の確認

まとめ

- 本時のまとめ
- 本時の振り返り
- 次時の活動の確認

②③ 3DCADを用いた設計

導入

- 前時の学習の振り返り
- 本時の目標の確認

展開

- 3DCADの使用法の習得
- 3DCADを用いた製作品の設計

まとめ

- 本時の振り返り
- 次時の活動の確認

④ 設計の評価・改善

導入

- 前時の学習の振り返り
- 本時の目標の確認

展開

- ARを用いた規格の確認
- 製作品の評価
- 設計の修正

まとめ

- 本時のまとめ
- 本時の振り返り
- 次回の活動の確認

今回使用するアプリケーション

「Adobe Aero」



このアプリケーションは取得した空間情報を元に、簡単にオブジェクトの設置が可能。

また、Aeroでは、OBJ, GLB, glTFファイルを含む様々なアセットをAR向けに最適化し、リアルタイムに視覚化できる。本提案で使用を予定している「つくってみよう」はOBJでの作成が可能であるため互換性がある。

出典 : <https://www.adobe.com/jp/products/aero.html>

- 作成した3Dデータを元に製作物を再現する
- 実際の規格をイメージしやすくさせる

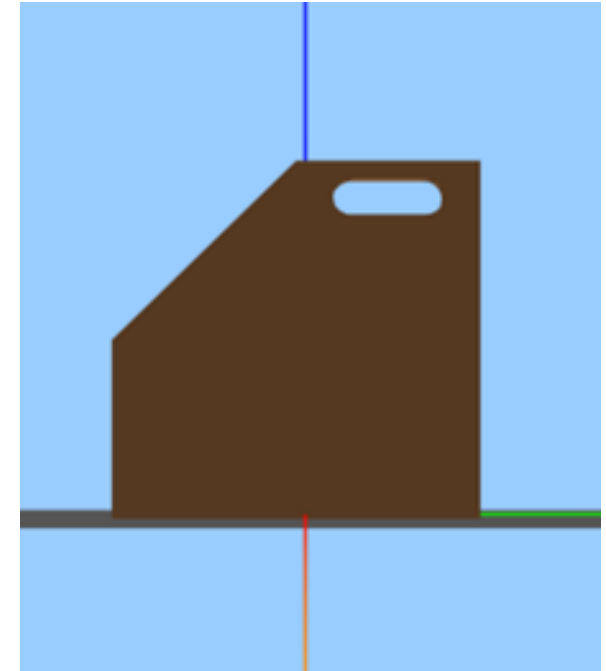
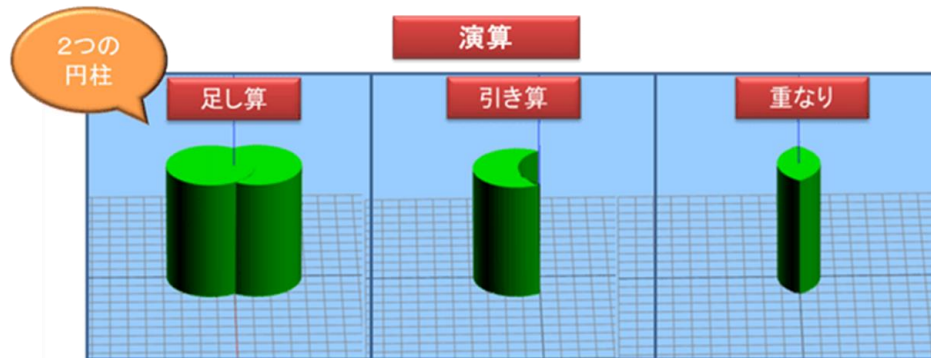
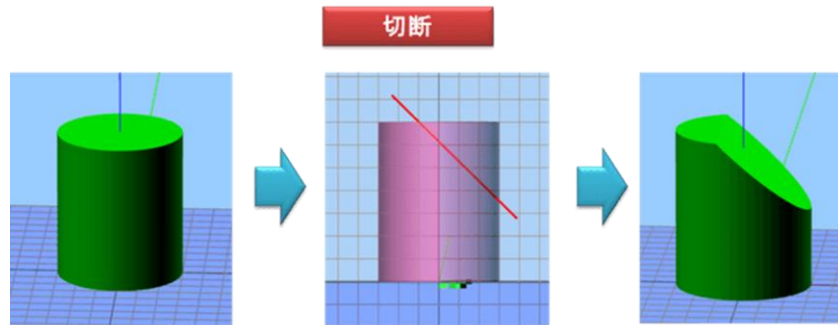
1 時間目：制約条件（外観）

○製作品のアイディアスケッチと材料取り図を作成する場面



○実際に設置する場所にデジタル情報を付加することで、製作品をイメージしやすくする効果が期待される

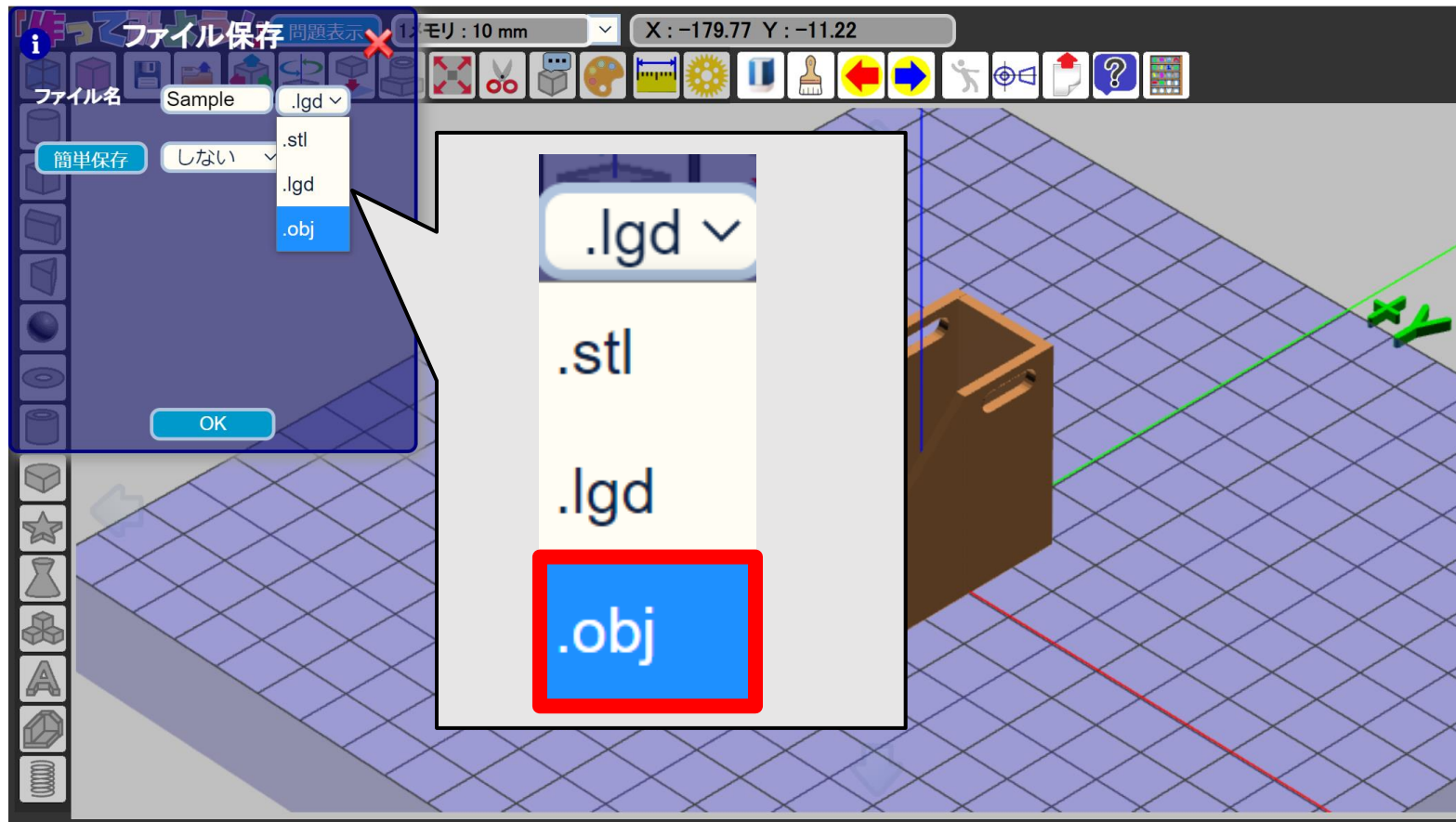
2, 3時間目 : 3DCADを用いた製作品の設計



○図形の作成以外に、図形の加工を行う事ができる
⇒目的に応じた実際に行う加工を想定しながら設計を行うことが可能

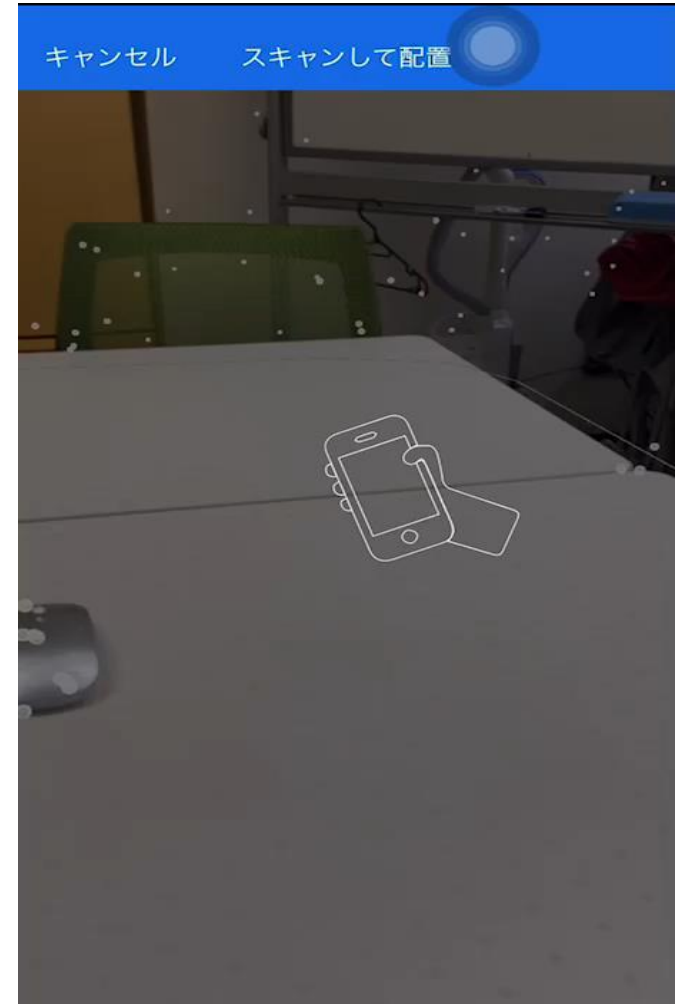
4 時間目 : ARを用いた規格の確認

①設計した 3Dデータを .obj で保存



4 時間目：ARを用いた規格の確認

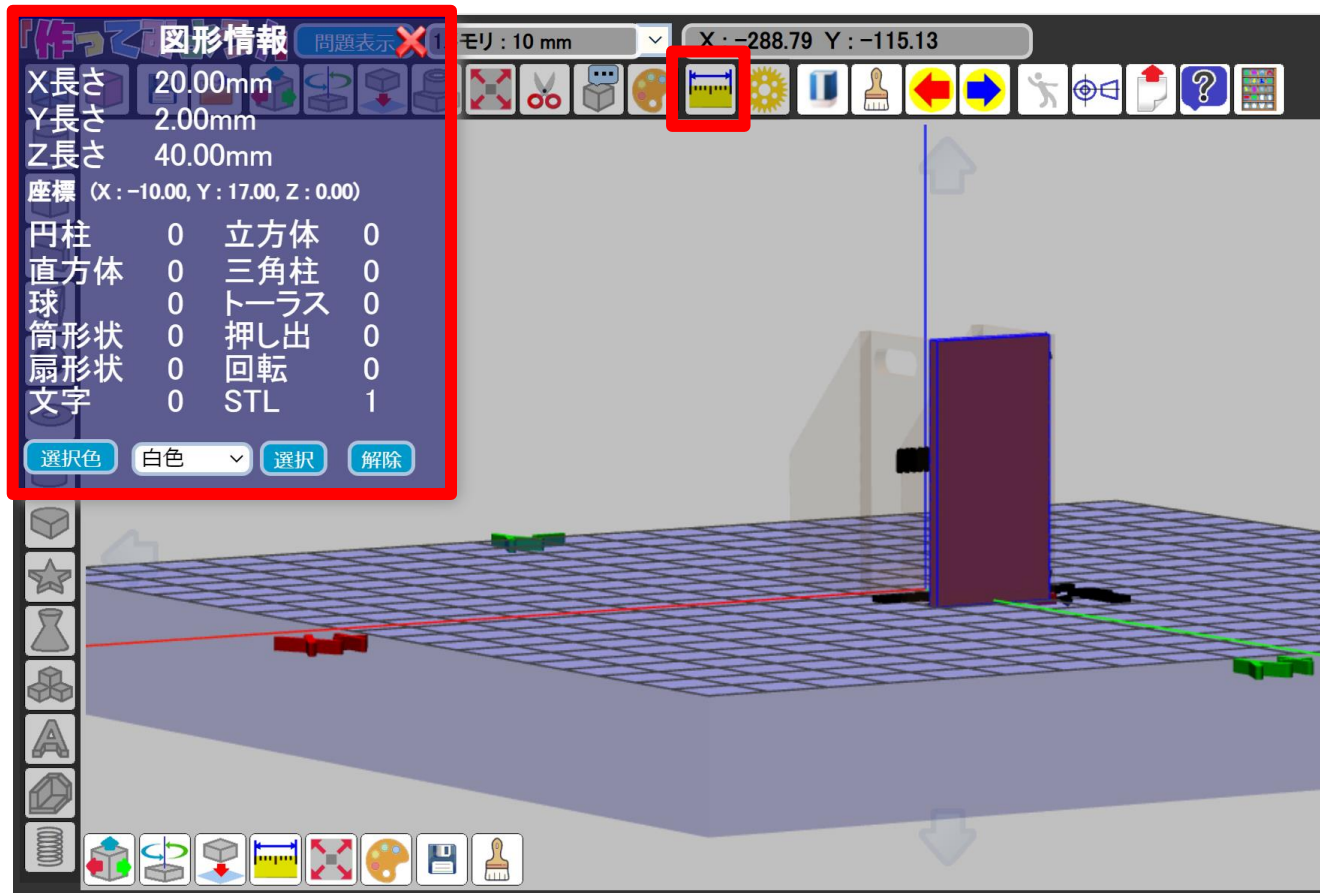
②「Adobe Aero」で3Dデータ(.obj)を開き，設置予定の場所に重ねる。



- ARで設置し，サイズ等の変更が可能
- 製作品のイメージを明確に持ち，改善を加える

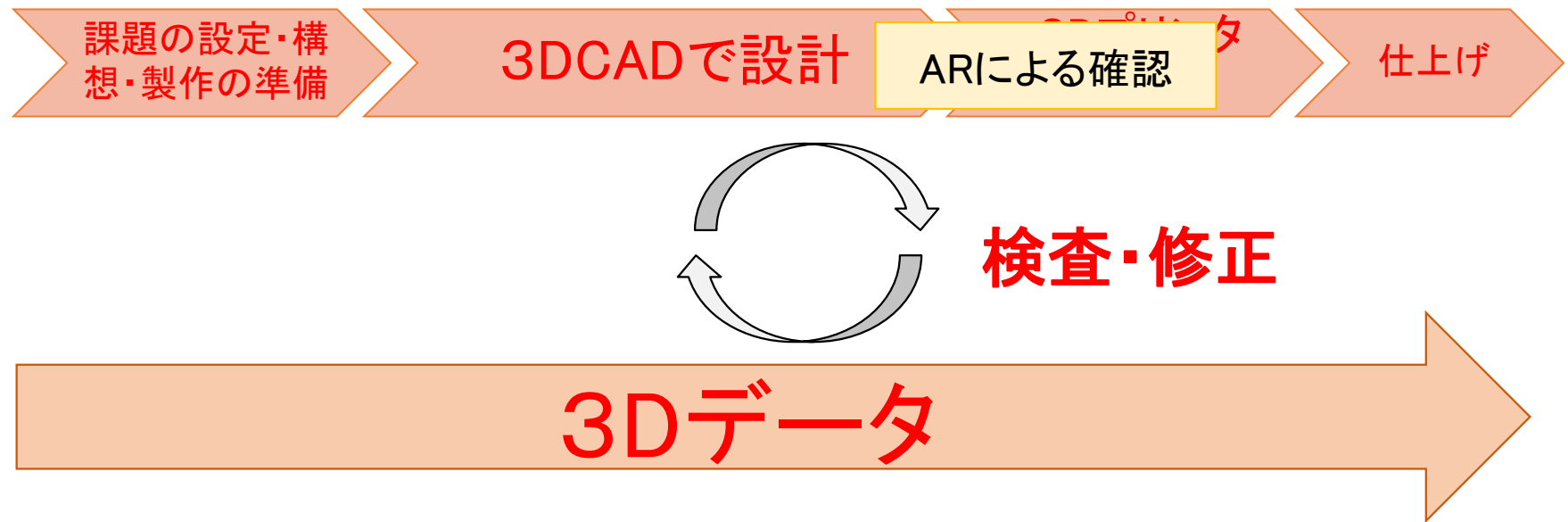
4 時間目：ARを用いた規格の確認・修正

③ 3DCADで修正を行うとともに，材料取り図を完成させる。



ARによる設計の支援を行うことで...

3DCADによる製作



○設計した作品を実寸を把握し修正することができる
完成した作品の満足感が高い



設計にデジタル技術を活用した効果

「A 材料と加工の技術」の設計場面において、3DCADで製作物の設計を行い、AR技術を用いて現実世界とデジタル情報を重ねることで課題解決を行う指導過程

- ARによる製作品の表示を行うことでイメージを明確に持ち、実習に臨むことが可能になる。
- 3DCADを用いることで、ARで表示を行った後の改善が容易に行えるようになるた。
- 生徒の学習意欲の向上、デジタル技術への興味関心の高まり



参考資料および実践校

設計の問題の発見を支援するAR技術を活用した「材料と加工の技術」の授業実践

日本産業技術教育学会誌, 第65巻, 第1号, pp.73-80
山本利一・竹澤則乃・木村 僚・金澤彰 2023.3

【実践校】

埼玉大学附属中学校

山形大学附属中学校

さいたま市立八王子中学校

埼玉県立伊奈学園中学校



実践事例2

①試作品の製作

3DCAD設計 → レーザ加工機による試作品の作成
→ 3DCADの設計変更 → 作品製作

②完成した作品の改良

完成した作品を活用 → 改善点の洗い出し
→ 販売を想定した作品の改良
→ レーザ加工機による試作品の作成

指導内容

3校時目

4校時目

導入

学習目標「設計変更を行った作品について工業高校生と相談し、さらに修正・改善をしよう」

工業高校生の紹介、設計図の確認

工業高校生と教員が机間巡視を行いながら、設計作業に対してアドバイスや、疑問、質問に対しての支援を実施

中学生はそれをもとに自信の設計の修正

材料取り図、組み立て図の確認
試作品の作成の連絡

展開

まとめ

学習目標「設計変更した試作品の材料を組み立て、再度、設計を確認しよう」

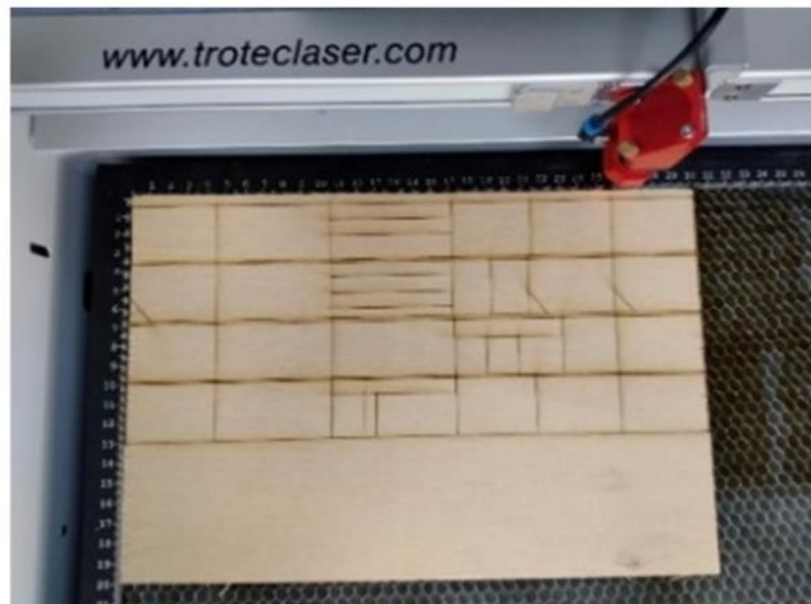
材料取り図とレーザー加工機の材料の確認

レーザー加工機で切断した材料を用いて試作品の組み立て

組み立てた試作品をもとに課題点の確認

試作品によって分かった修正点
改善点の記入
設計変更の感想の発表

生徒作品例





参考資料および実践校

中高連携による3DCADを活用した「設計」に関する授業実践
工業技術教育研究, 第27号, 第1号, pp.1-10 2022.3
山本利一, 中村茉耶, 小浦一, 木村 僚, 工藤雄司

【実践校】

埼玉大学附属中学校

埼玉県立浦和工業高等学校

埼玉県立伊奈学園中学校



これからの材料と加工の技術

これまでの材料と加工の技術の指導

制約条件 木材などの大きさ(厚さ, 素材)

○素材の大きさに合わせて目的の製品設計

未来の材料と加工の技術の指導

制約条件 木材などの大きさは不要では??

→フィラメントの体積

自由な長さ, 厚さ(自分で設定できる)

◎ものづくりの考え方が変わるのではないか

デジタル技術を組み込んだ技術分野の学習指導

- ①社会で進むデジタル技術の現状の理解
- ②計画，実践，評価・改善するという一連の学習過程にデジタル技術を活用し，メリット・デメリットを体験的に学習する
- ③技術の発達を主体的に支え，技術革新を牽引することができるよう，技術を評価，選択，管理・運用，改良，応用する

教育実践における参考資料・教材

公益社団法人 全国中学校産業教育教材振興協会

各種教材に関する動画集

https://ced.jp/research/zsk_mvsp/



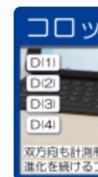
特集：デジタルと技術分野（AR・CAD・AI・IoT・



【AR】3Dモデルビューアを使おう



【CAD】創 by Shade 3D製品紹介

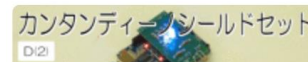


コロッケ

日本産業技術教育学会からの研修動画

<https://www.jste.jp/main/index.php>

(近日公開)



講座1 デジタルものづくり 学習事例提案

講師：中原久志(大分大学)

材料と加工の技術におけるものづくりについて、3DCAD、3Dプリンタ、CNC加工機、レーザーカッター等の機器を活用した具体的な事例を紹介します。



講座2 計測・制御システム プログラミング学習 事例提案

講師：萩嶺直孝(大分大学)

情報の技術における計測・制御システムについて、問題発見や課題設定、モデルの構想、統合的な問題解決につながる具体的な学習事例について解説します。



講座の詳細は、学会実践支援サイトにて順次、公開していきます！ <https://jste.info/support/>
本講座は、兵庫教育大学を介してNITSの全国教員研修プラットフォーム(Plant)にて運用します。



研修用 URL, PW

URL <https://frproj.jp/WGL/>

ID test104@taiken

パスワード taiken20240710



ログイン画面

「作ってみよう！」

ID test104@taiken
パスワード taiken20240710



ユーザーID

パスワード

.....

ログイン