

ICT を活用した AR テキストの開発

～ タブレットとスマートグラスの活用 ～

伊勢訓練センター 石沢 智也, 上野 亮, 多々良 敏也

1. はじめに

機械図面を描く上では、第三角法による投影図や断面図などさまざまな図形を理解する必要がある。製図を教える際に、受講者が初めにつまずくのは、平面の図から立体形状をイメージできないところである。平面の教科書だけでは、3次元のイメージは伝わらない。ゆえに、指導員によっては、3次元CADを用いて見せたり、実物を用意して受講者の理解度を上げている。しかし、この方法では、CADがある教室で教えるなど環境に依存し、実物を購入したり、加工したりするとコストや労力がかかる。

一億総活躍社会の昨今、ものづくり関連の職業訓練においては、今まで少数であった女性や高齢者も多く受講されている。このように受講者の幅が広がり、最新技術も含めた訓練カリキュラムを実施するためには、効率よく効果的に訓練を実施しなければならない。一方、学校教育に目を向けると、2019年6月25日に文部科学省は「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策（最終まとめ）」¹⁾を公表し、Society5.0^{*1}を見据えた新時代に求められる教育を示している。その中では「現在、学校現場においては、様々な教材等における動画の利用や、教科書におけるURLやQRコードを通じたウェブサイトへの誘導が行われており、ICT^{*2}の活用は必須のものとなりつつある」とされている。例えば、地球の断面のイラストにタブレットをかざすと地球の立体イメージが浮き出て、あらゆる角度から地球を観察す

ることができる教科書などが活用されている。そこで、職業訓練現場においても今後ICT環境が導入されていくことを見据え、効果的かつ効率的に習得できる機械製図のICT教材を作成することとした。

2. 教材の概要

作成した教材は、システム・ユニット訓練用テキスト（以下「SUテキスト」という。）を補完する補助教材とした。SUテキストのイラストや2次元の図では立体を想像し難い形状を、容易に想像することができるようにAR^{*3}マーカーを埋め込んだテキストと3D表示アプリケーションが入ったタブレットの教材である。教材の構成概要を表1に示す。

表1 ICT を活用した AR テキストの構成概要

対象者	テクニカルオペレーション科の受講者
対象科目	MS409 「機械製図及びCAD基本」 ²⁾ 6 ユニット (108 時間)
使用目的	SU テキストの補助教材として使用
製作物	SU テキストに連動したペーパーテキスト タブレット用アプリケーション

*1 日本政府が提唱する未来社会のこと。サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）。

*2 「Information and Communication Technology」の略称。通信技術を活用したコミュニケーションのこと。

*3 「Augmented Reality」の略称。拡張現実のこと。現実世界に仮想世界を反映（拡張）させる技術。

受講者自らが、イメージが湧かない図面の立体形状をいつでもどこでも確認することができ、繰り返し立体イメージを確認することによって、平面的な図形を空間図形に帰着させて考えられるようになることを目的としている。

具体的な“平面イメージの立体化”については後述するが、本教材の活用により、段階的にイメージの定着化と応用を図ることができる。段階としてまず、表示された立体イメージを自由に回転させて基礎的な理解を図れるようになる。次に、そうして立体形状へのイメージ変換について身に付いてきた先のさらなる理解の深化・応用として、複雑な形状の図形に対して理解を深めることができる。これは、表示された立体イメージの断面図や組立図をも本教材を活用して自由に確認できるためである。これにより、複雑な形状の図形の内部構造や構成詳細についても、平面的画像のテキストからイメージを発展させることができるようになる。以上の効果を、従来の製図の訓練につまずきを感じていた受講者に対してもたらすことができる。

従って、この補助教材を用いた製図の訓練では、イメージが湧かないなどでつまずくことがなくなり、受講者の空間把握能力が上がるため、JIS規格に基づいた図形を描く習得度が早く向上すると期待できる。

3. 教材の構成

3.1 構成概要

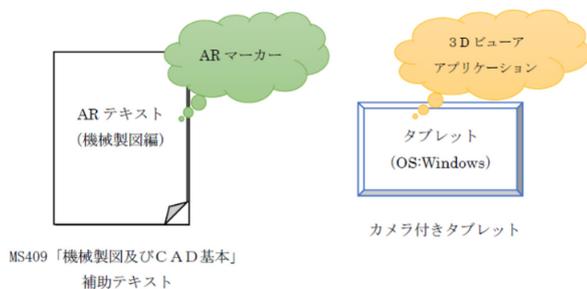


図1 ICTを活用したARテキストの構成概要

作成した教材の構成概要を図1に示す。ペーパーテキストとして各図面にARマーカーが付いたテキ

ストを作成した。カメラ付きのタブレットに、作成したARマーカーの読み込みと3Dビューアアプリケーションを入れる。

3.2 ARテキスト詳細

ARテキストは、SUテキスト「機械製図及びCAD基本」の補助資料として、SUテキストにあるイラストや図面を抜き出し、各図面に応じた3次元表示をするためのARマーカーを付与したテキストである。

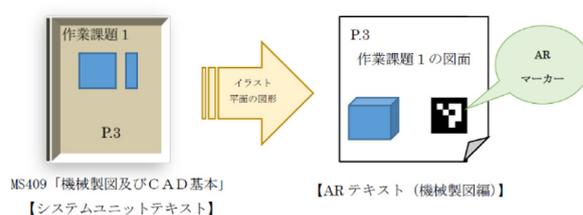


図2 ARテキストの構成

3.3 タブレット用アプリケーションの詳細

タブレット用のアプリケーションは、最近AI（人工知能）の開発でもよく使用されているPython³⁾というプログラミング言語を使用した。この言語は、ARマーカーの読み取りや3次元表示などのライブラリが豊富に用意されており、容易に実現できるからである。また、さまざまなOSに対応しており、将来的にAIを搭載したかったのも理由の一つである。なお、今回はWindowsタブレットを使用した。

3.3.1 アプリケーションの機能

図3はアプリケーションの構成図である。

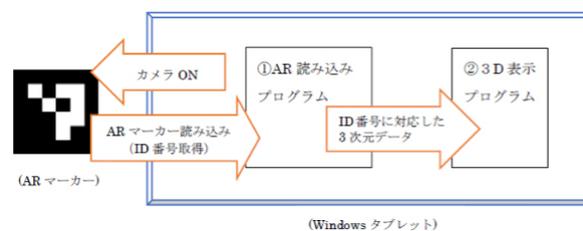


図3 タブレット用アプリケーションの構成

テキストのARマーカーにタブレットをかざすと、3次元の立体イメージが表示され、画面を操作することにより自由に回転し、あらゆる角度・断面から

形状を確認できるような仕様とした。

①AR読み込みプログラムの機能

背面カメラをONにし、カメラ映像をタブレットに表示する。カメラがテキスト上のARマーカを捉えるとその情報（ID番号）を取得する。

②3D表示プログラムの機能

取得したID番号に対応した3Dモデルデータを表示する。表示された立体モデルをスワイプすると、3Dモデルが自由に回転する。平面図、正面図、側面図など各投影図や断面図、組立図の表示ができる。

3Dモデルの表示も、当初Pythonで作成していたが、自由回転だけでなく、ボタン一つで上から見た図、横から見た図などさまざまな投影図を表示できるようにしたかったため、以下4つの理由から無料ソフトウェア「CAD Assistant」(図4参照)を活用することとした。

- ・無料であり、さまざまなOSに対応している。
- ・直観的で操作性に優れている。
- ・さまざまなCADデータに対応している。
- ・自作プログラムでここまでの機能を実現するのは時間と労力がかかる。

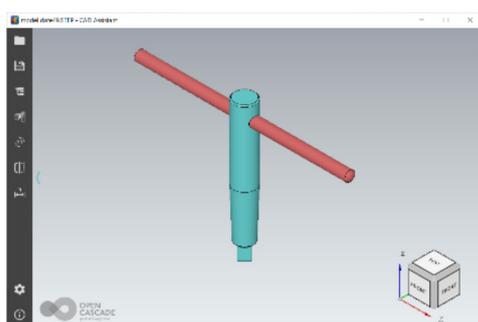


図4 Open Cascade社「CAD Assistant」の画面

また、Pythonでは、STLデータを扱っていたため、モデルに色を付けることができなかったが、「CAD Assistant」はSTEPファイルに対応しているため、3DモデルのデータはSTEPファイルのAP214 (ISO 10303-214) で扱うこととした。

4. 作成した教材の使用方法

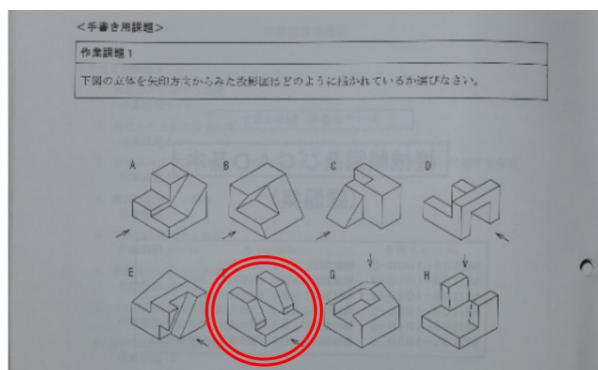
4.1 準備するもの

- ① システムユニットテキスト
MS409「機械製図及びCAD基本」
- ② ARテキスト（機械製図編）
- ③ タブレット端末（ARアプリケーション実装）



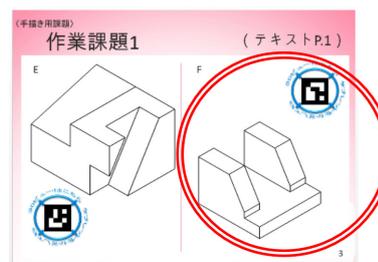
4.2 使用例

①SUテキストのうち、3次元表示をしたい図面を確認する。



図① SUテキスト P.1 作業課題1 Fの図

②ARテキストの該当ページを確認する。



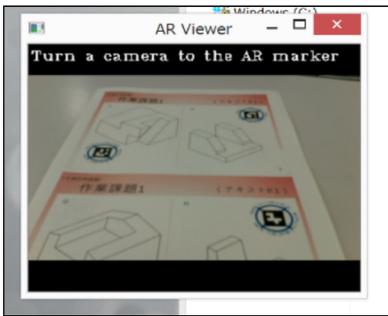
図② ARテキストを参照（作業課題1のF）

③タブレットのARアプリケーションを起動する。



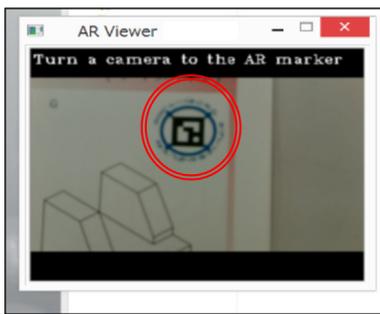
図③ ARtext.exe を起動

④背面カメラの映像が表示される。



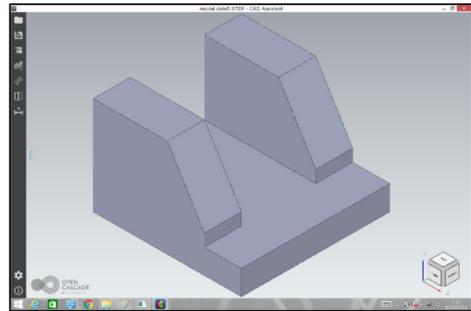
図④ AR マーカー読み取りウィンドウが起動

⑤ARテキストの図面横にあるARマーカーにカメラを近づける。



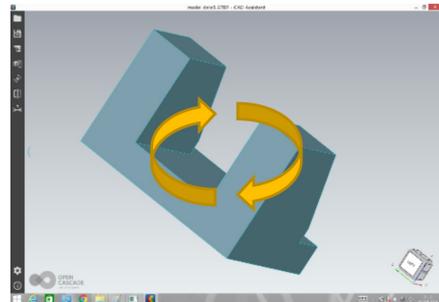
図⑤ テキストにある AR マーカーを読み取る

⑥3Dビューア「CAD Assistant」が起動し、目的の3Dモデルが表示される。



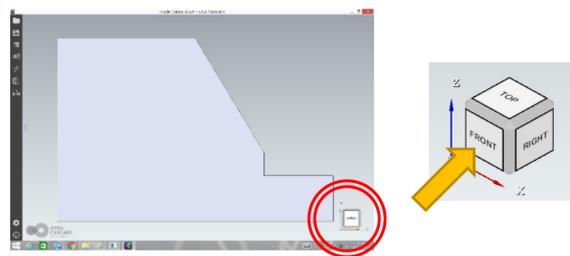
図⑥ 3D ビューアで 3 次元モデルを表示

⑦自由に回転して見る。



図⑦ スワイプして自由に回転

⑧正面図を見る。



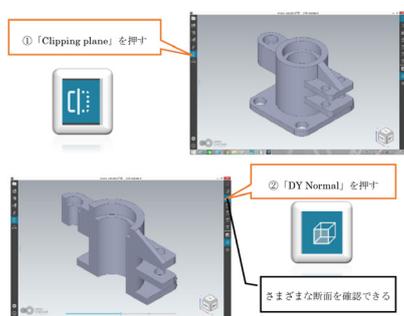
図⑧ FRONT ボタンを押す

⑨側面図を見る。



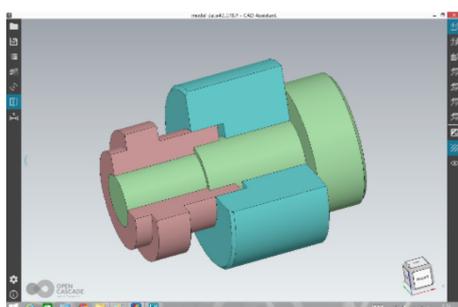
図⑨ RIGHT ボタンを押す

⑩断面図を見る。



図⑩ 作業課題9の断面図

⑪組立図を見る。



図⑪ 作業課題16の3次元モデル

5. スマートグラスの活用

スマートグラスとは、メガネのように装着して現実世界にディスプレイ上のデジタル情報を重ねて見ることができるウェアラブルコンピュータである。

近年では、医療、建設、製造、物流業界など、さまざまな分野においてスマートグラスを活用した遠隔支援や、作業現場のデジタル化を実現することに

より、生産性の向上や業務の効率化が行われている。

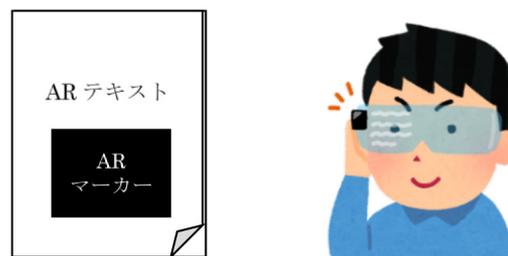


図5 スマートグラス活用イメージ

今回作成したようなARテキストにスマートグラスを活用すると、受講者がスマートグラスを装着してテキストを見るだけで、ウェアラブルディスプレイ上に3Dモデルの表示がされるため、タブレット等をかざす手間なく、機械図面と立体表示された3Dモデルを比較しながら見ることができる。



図6 RealWear社のスマートグラスを使用した例

加えて、受講者はタッチセンサーや音声、ジェスチャー等を用いて、3Dモデルを自由に回転し、あらゆる角度・断面から形状を確認できるようになる。この機能は、スマートグラスのインターフェースによるものの、受講者の視覚上で、テキスト上の平面的図形が立体イメージとより一層結びつく体験を実現可能なのである。

6. 総括

6.1 まとめ

今回は、効果的かつ効率的に習得できる機械製図のICT教材として、ARマーカーを埋め込んだテキス

トとタブレットを使用した3Dモデルの表示ができる教材を作成した。SUテキストにある図面を立体表現し、あらゆる角度・断面から形状を確認することができる教材となった。

今後は、本教材の職業訓練現場における検証を行う。今年度導入されるオンライン訓練用端末を使用すれば、受講者一人一人の手で確認することができるため、機械製図の職業訓練にこの教材を活用し、その効果を測る予定である。

6.2 スマートグラスの可能性

今回は、受講者がスマートグラスを掛けて3Dモデルを表示した例を提示したが、ARの技術を活用すれば、図7-2のように組図の部品イメージをアニメーション表示することもできる。

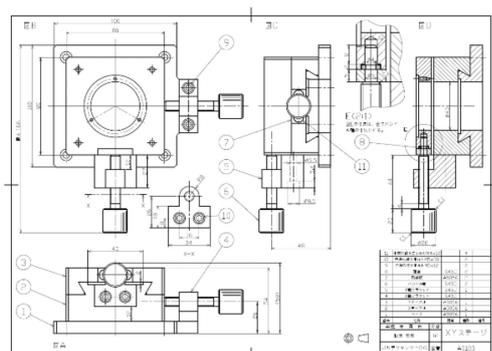


図 7-1 X-Y テーブルの組図

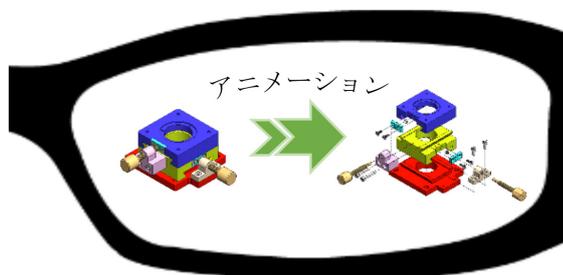


図 7-2 組図のアニメーションをスマートグラスで見る

スマートグラスをかけて図面を見れば、省略されている部分のイメージ図やアニメーション、説明の吹き出しが出てくる等、図面におけるポイントとなる箇所をより分かりやすく伝えられる。

その他、職業訓練におけるスマートグラスの活用

は、無限の可能性を秘めている。例えば、実物を正面から見たら正面図の図面が浮き出て表示されたり、機械加工の訓練においては、安全の注意喚起や作業指示などをARで表現したりと、次世代の職業訓練現場の発展をも、本教材は示唆している。

6.3 今後の展開

今後、職業訓練現場においてICT環境が整備される。このような教材が普及してくることを考えると、今回は、簡易的なアプリケーションとして端末に実装するプログラムを作成したが、異なる端末（OS）等に対応するためには、Webアプリケーションとして、実現する方が望ましい。Webブラウザさえ入っていれば、どの端末からも実行できるためである。

また、今後のSUテキストは、その紙面上にARマーカーを付けておき、Webアプリケーションと3次元のモデルデータは、基盤整備センターのサーバ等に置き、スマートフォンやスマートグラス等をかざすとサーバにあるモデルが画面上に表示され、操作できるようにすると、使い勝手のよいICT教材となるだろう。さらに、テキストの特定の図自体をARマーカーとすれば、テキストに別途マーカーを付ける作業も必要なくなる。そして、アプリケーションにAIを搭載すれば、平面の図形を見せるだけで3次元形状をモデリングして表示できるようになるだろう。

今回の取り組みが、来るSociety5.0時代の職業訓練教材の礎となることを期待する。

<参考文献>

- 1) 「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策（最終まとめ）」、文部科学省（2019）。
- 2) システムユニットテキスト「機械製図及びCAD基本（課題集）」、職業訓練教材研究会（2014）。
- 3) AI Sweigart 著、相川愛三 訳：「退屈なことはPythonにやらせよう」、O'Reilly Japan（2017）。

<使用機器>

- [1] タブレットPC「Surface Pro 4」、Microsoft社。
- [2] 3D CADビューアー「CAD Assistant Version 1.4」、Open Cascade社。
- [3] プログラミング言語「Python 3」、<https://www.python.org/>。
- [4] 産業用スマートグラス「HMT-1」、RealWear社。