

令和 3 年 6 月 30 日現在

機関番号：43109

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K09714

研究課題名(和文) 三次元空間把握能力を涵養する実習教材と教育評価システム

研究課題名(英文) Educational evaluation system using application for nurturing 3 dimensional space grasping ability

研究代表者

木暮 ミカ (KOGURE, MIKA)

明倫短期大学・歯科衛生士学科・教授

研究者番号：10300104

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：歯科技工分野においても歯科用CAD/CAMによる補綴装置製作の実用化が急速に進みつつある。その際、PC上の仮想空間における空間把握能力が必須となるが、これを獲得する訓練方法は未だ確立されていない。そこで我々は空間認識力を向上させるために、自習到達目標を重畳表示することで実空間に自分の成果物と目標物との差分を三次元的に目視確認できる「ARによる実践的トレーニング支援アプリケーション」とこれによる訓練方法を開発し、ARを使った心的回転テスト(MRT)および切断面実形視テスト(MCT)と従来の紙面で行う方法とを比較することで本教材の有効性を検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、歯科技工のCAD/CAM導入が急速に進んでいるが、これにより歯科技工士は作業を自動化・効率化し生産性を向上させることが可能となり、従来の定型的な仕事から解放され、人によってしかできない審美的あるいは複雑かつ高度な業務に特化されていくことが期待できると同時に、現在厳しい環境下にある歯科技工業が、先進的で夢のある産業に変わることで歯科技工士を目指す若者が増え、我が国の新しい産業の一つとして大きく成長していくことが可能となる。今回我々が開発したシステムを用いれば、歯科用CAD操作に必要な空間把握能力を迅速に獲得することができるので、これからの歯科技工教育に大いに寄与できるものと思われる。

研究成果の概要(英文)：We developed "AR-based Practical Training Support Application" which enables three-dimensional visual confirmation of differences between your deliverables and targets in real space by superposing and displaying self-study targets. In practical training, it is necessary to always confirm the difference from the sample model at completion in the process, but if this system is used, students can evaluate their work intuitively, so the efficiency of practical training can be achieved.

As a verification experiment, a spatial cognitive ability test including Mental Cutting Test(MCT) and Mental Rotation Test(MRT) were made and comparison between the case of displaying it 2D and the case of displaying it by 3D by AR. By doing so, we verified the effectiveness of this learning support method.

研究分野：医歯薬学教育、口腔解剖学、情報デザイン

キーワード：AR 拡張現実 歯科用CAD/CAM 空間把握能力 歯科技工 実習教材 実習支援 アプリケーション

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 三次元空間把握能力を涵養する実習教材と教育評価システム

Educational evaluation system using application for nurturing 3 dimensional space grasping ability

#### 1. 研究開始当初の背景

2020年に歯科CAD/CAM冠が全歯適用となり、義歯や矯正についても歯科技工のCAD/CAM導入が急速に進んでいるが、これにより歯科技工士は作業を自動化・効率化し生産性を向上させることが可能となり、従来の定型的な仕事から解放され、人によってしかできない審美的あるいは複雑かつ高度な業務に特化されていくことが期待できると同時に、現在厳しい環境下にある歯科技工業が、先進的で夢のある産業に変わることによって歯科技工士を目指す若者が増え、我が国の新しい産業の一つとして大きく成長していくことが可能となる。

しかしCAD/CAMによる歯科補綴操作を遂行するためにはPC上の仮想空間における空間認識能力が必須となるが、これを獲得する訓練方法は未だ確立されていない。三次元空間における物体の状態や位置関係を正確に把握し認識する能力である「空間認識力」は、幾何学教育や建築分野など、多様な場面で重要視されている。特に物の位置関係や距離・大きさの把握は日常的にも必要とされており、例えば設計図から完成図をイメージした組み立て作業や地図の読み取りなどで空間認識力は利用される。しかし、誰もが迅速かつ正確に空間を認識することは難しく、指導者側にとっても教授し難い。

そこで我々は空間認識力を向上させるために、自習到達目標を重畳表示することで実空間に自分の成果物と目標物との差分を三次元的に目視確認できる「ARベースの実践的トレーニング支援アプリケーション」とこれによる訓練方法を開発し(図1)空間認識力を評価する心的回転テスト(MRT)および切断面実形視テスト(MCT)を用いてARと従来の紙面上で行う方法とを比較することで本システムの有効性を検証した。

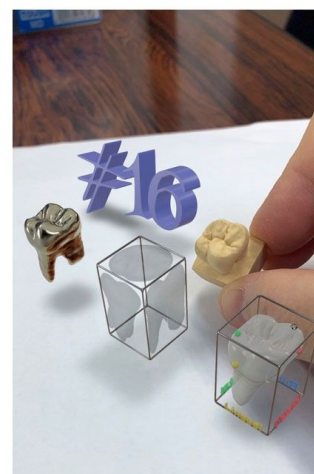


図1.開発したアプリ

#### 2. 研究の目的

学生が本システムでトレーニングすることにより、対象を自由に回転させたり断面を見たりさまざまな視点から立体オブジェクトを観察することで立体構造を容易に理解することが可能となる。そこでこのシステムを使って訓練することがCAD操作と空間認識力の向上、そして技術習得にどの程度の効果があるか明らかにすることを目的としている。

#### 3. 研究の方法

ARを使ったMRT、MCTを制作し、従来の紙面上で行う方法と比較することでAR教材の効果を総合的に分析することを目的として、明倫短期大学学生を被験者とする実験を行う。

##### 1) 教材制作

- 開発環境: Apple社製 iPhone および iPad (iOS12)
- 3Dモデル: CTのDicomデータを元に adobe社 Photoshop CCで制作したobjファイルを apple社の統合開発環境「Xcode10」Command Line Toolsを利用してUSDZファイルに変換し、実装する(図2)

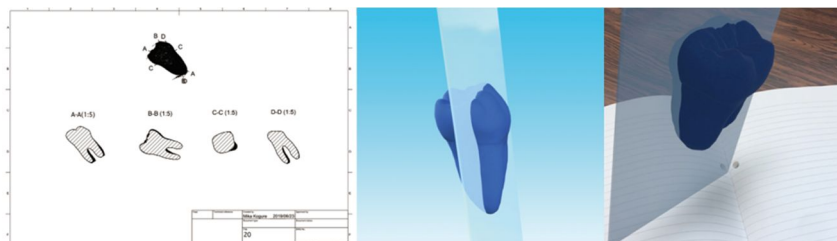


図2.ARを使ったMCT教材

- 2) 対象: 明倫短期大学の本科1年生43名(歯科技工士学科15名, 歯科衛生士学科28名)

- 3) 方法：通常の MCT を実施後、AR により任意の方向から立体視できる MCT を実施し、両者の平均得点を比較した。別日に MRT についても同様の方法で実施した。統計は t 検定を用いた。

#### 4. 研究成果

AR による MCT の平均は  $70.5 \pm 12.4$  であり、通常の MCT の平均 ( $55.0 \pm 14.3$ ) よりも有意に高かった。また、AR による MRT の平均は  $12.67 \pm 0.24$  であり、通常の MRT の平均 ( $11.50 \pm 0.17$ ) よりも有意に高かった (表 1)。

表 1. AR と従来法による MCT・MRT の平均得点 ( $p < 0.05$ )

	MCT		MRT	
	Traditional method	AR method	Traditional method	AR method
Average	54.96	70.77	11.50	12.67
SD	1.50	1.31	0.17	0.12

今回我々が開発したシステムを用いれば、歯科用 CAD 操作に必要である空間把握能力を迅速に獲得することができるので、これからの歯科技工教育に大いに寄与できるものと思われる。

現在、歯科に特化した MCT・MRT の増設、実際の歯科用 CAD/CAM の操作をシミュレーションできるロールプレイを実装し、プログラム言語 Python を用いて自動評価を行う AI を組み込んだシステムの開発を引き続き継続している (図 3)。



図 3. 学生が AR 教材を実習に利用しているところ

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 木暮ミカ	4. 巻 22
2. 論文標題 三次元空間把握能力を涵養する 実習教材と教育評価システム	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 明倫短期大学紀要	6. 最初と最後の頁 33-34
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Mika Kogure	4. 巻 21
2. 論文標題 三次元空間把握能力を涵養する実習器材と教育評価システムの開発 -ARによる立体教材の試作-	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 明倫短期大学紀要	6. 最初と最後の頁 91-94
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 1件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 木暮ミカ, 高橋英和
2. 発表標題 Effectiveness of AR-based Practical Training Support Approach using smartphone
3. 学会等名 2021 IADR/AADR/CADR General Session (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木暮ミカ, 宮崎秀夫, 飛田滋, 高橋英和
2. 発表標題 歯冠形態学習におけるスマートフォンを活用した拡張現実型実技実習支援手法
3. 学会等名 令和元年度 全国歯科技工教育協議会 第7回専任教員講習会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木暮ミカ, 宮崎秀夫, 飛田滋, 高橋英和
2. 発表標題 Effectiveness of AR-based Practical Training Support Approach using smartphone
3. 学会等名 4th Asia Pacific Regional Congress of the IADR (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木暮ミカ, 宮崎秀夫, 飛田滋, 高橋英和
2. 発表標題 ARを利用した空間把握力育成教材の開発とMCTによる有効性評価
3. 学会等名 日本歯科技工学会第41回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木暮ミカ
2. 発表標題 三次元空間把握能力を涵養する実習器材と教育評価システムの開発
3. 学会等名 明倫短期大学学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木暮ミカ
2. 発表標題 三次元空間把握能力を涵養するアプリケーションを用いた教育評価システムの開発
3. 学会等名 第37回日本歯科医学教育学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

・ARによる実践的トレーニング支援アプリケーションはApple社のコンテンツ配信サービスiTunes Storeで無料公開している。タイトル「ToothCarving」  
<https://itunes.apple.com/jp/app/toothcarving/id1093077464?mt=8>

・2019.11.3：日本歯科技工学会第41回学術大会において、「ARを利用した空間把握力育成教材の開発とMCTによる有効性評価」が最優秀ポスター賞を受賞した。

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	伊藤 圭一  (Itoh Keiichi)  (60389955)	明倫短期大学・その他部局等・講師   (43109)	
研究分担者	高橋 英和  (Hidekazu Takahashi)  (90175430)	東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授   (12602)	
研究分担者	宮崎 秀夫  (Hideo Miyazaki)  (00157629)	明倫短期大学・その他部局等・教授   (43109)	
研究分担者	飛田 滋  (Shigeru Tobita)  (90323980)	明倫短期大学・その他部局等・教授   (43109)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------