

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：11302

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24730721

研究課題名(和文)子ども達の技能の家庭学習を支援し遠隔でトレーニングできる総合的学習システムの開発

研究課題名(英文)Development of an integrated learning system for training a learner's vocational skill as a homework

研究代表者

安藤 明伸 (ANDO, Akinobu)

宮城教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：60344743

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：スマートフォンとタブレットPCを利用して、鋸挽き、鉋がけ、釘打ち動作の自学学習を行うアプリケーションの開発と、それらから送信される動作評価データを管理するPractice Learning Management System(PLMS)を開発した。これにより学習者は指導者が不在な中でも、動作練習が可能になり、技能の家庭学習のための有効な手段を提供できるようになった。

研究成果の概要(英文)：This research completed to develop three skill training applications work on a smartphone and tablet PC; sawing, planing and driving a nail using a hammer. In addition, a PLMS(Practice Learning Management System) was also developed for managing students' learning numerical data and visualizing these data such as radar charts and tables. According to this system, a learner can practice how to move tools and how to perform their own body motion without the guidance of a teacher. This can provide meaningful method for students to acquire and develop their skill for a homework.

研究分野：技術教育，教育工学

キーワード：技術教育 技能のeラーニング スマートフォン 動作のセンシング

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 第4期科学技術基本計画にみる社会的意義

第3期計画で重要視された「将来のものづくり人材を含めた技術者養成のための実践的教育を進める」ことを踏まえ、今期の科学技術基本計画では「技術者の養成及び能力開発、次代を担う人材の育成、次代を担う才能豊かな子ども達を継続的、体系的に育成していく必要がある」と述べている。

しかし技能指導は、道具や環境が無ければ学校外でトレーニングをすることができず、技能習得の機会が学校のみである。故に授業時数の少ない学校では「技能の体験」に留り、「技能の習得」まで到達できない。科学教育としても、子どもらの生活経験不足が問題視されている中[1]、学校での実技を伴う指導には新たなアプローチが必要とされているとすることができる。

## (2) 先行研究のレビュー

技術科教育および教育工学の分野において本研究のアプローチは極めて希である。そのため2011年に本課題代表者らが発表した論文がレビュー的な位置づけとなる[2]。

この中で技能の遠隔指導・学習に最低限必要な3要素として、完成物の空間的認知、死角の生じない視点からの観察による動作の理解、そして動きのトレーニングと暗黙知の獲得が重要と述べている。

では、生徒にとって教科書の小さな写真や数値だけでは完成物の大きさや構造を十分に認識できない点が指摘され、それに対し拡張現実感(AR)技術の有用性に関する基礎研究を行った[3](ARとは実際の様子をカメラ撮影した映像の位置や奥行きに合わせて三次元のコンピュータグラフィックスが追従して表示される技術)。この技術を使うと、空間における長さの感覚をより正確に掴めるという基礎データを示すことができた。しかし、ものづくりのプロセスに適用できる具体的なAR教材の作成や学習の効果は未検証である。

では、仮想空間とモーションキャプチャを用いた人体アニメーションを、視点を自在に変更して観察できる教材開発を行い実証授業まで行っている[4]。

では、「単に繰り返すだけではなく結果に対するフィードバックが重要である」ことが述べられている[5]。スキルを養うためには、「珍しい状況で練習すること」と「安全に失敗すること」が重要であり、実際にその場面に直面する前にシミュレーションをすることが効果的と述べられている。これについて安藤らは、汎用のスマートフォンを身につけて動作することで、搭載されている加速度センサ等から動きの状態を把握する可能性に注目している[6]。

(3) 教育現場の抱える問題とニーズと「技能

の家庭学習」の必要性

日本の小・中学校では教員の高齢化や大量退職を向かえ、若手教員が育ちにくい現状がある。また教員養成課程の学生自体も、ものを作って考えることや技能を指導するのに十分な力量を形成できずに現場に出る傾向がある。現場教員のアンケート[7]からは、副免許状での指導実態や、知識伝達型の授業しか行えず、子ども達はスキルアップができずにいる現状が浮き彫りとなった。また経験の浅い子ども達にとっては、単に観察したり闇雲に練習しても効果が薄く、自分自身の動作も相対化して認識することが困難である。そこに必要なのは、子ども達に高い動機付けを与え、多くの教員が技能の指導に役立てられる「技能の家庭学習教材」である。

- [1] 文部科学省：生活体験・自然体験が日本の子どもの心をはぐくむ - 「青少年の[生きる力]をはぐくむ地域社会の環境の充実方策について」 - (答申) 1999 [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/12/shougai/toushin/990602.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/12/shougai/toushin/990602.htm)
- [2] 安藤明伸, 高久敏宏 (他2名): 技術科教育としての技能の遠隔指導の実現に向けて, 日本教育工学会第27回全国大会講演要旨集, pp.311-312(2011)
- [3] 安藤明伸, 安孫子啓, 勝又辰広: 拡張現実感が空間把握能力に与える影響, 日本産業技術教育学会第53回全国大会講演要旨集, p.126 (2010).
- [4] 安藤明伸, 安孫子啓(他2名): 仮想空間を利用した技能観察教材の開発と授業実践, 日本産業技術教育学会東北支部研究論文集2009, 第4巻, pp.19-24 (2009).
- [5] Dorothy Leonard & Walter Swap 池村千秋訳: 「経験知」を伝える技術, ランダムハウス講談社 (2008).
- [6] 安藤明伸, 高久敏宏: スマートフォンを利用して作業の状況を把握する方法の検討, 日本産業技術教育学会第54回全国大会講演要旨集, p.106 (2011).
- [7] 安孫子啓, 安藤明伸, 河合康則: 小学校におけるものづくり教育に関する実態調査, 宮城教育大学紀要第37巻, pp.223-232 (2003).

## 2. 研究の目的

本研究のゴールは、技能経験の乏しい小・中学生を対象に、ものづくりにおける「技能の家庭学習」を実現するための総合的な遠隔指導・自学自習およびその支援を可能にする教材と学習管理システムを開発し、教育現場での少ない実習時間の中で、より高い技能習得を実現させることである。そのため、

対象物を空間的に認知できる教材(飛び出す教科書)の開発、

身体動作の状況を定量的に遠隔でも把握できる方法と学習者へのフィードバックの実現とその教材化、

最終的には、技能習得の総合的な学習管理システムを開発し効果を検証する。

### 3. 研究の方法

#### (1)第1フェーズ

教科書掲載の製作物を3DCADで立体データを作り、それをARで原寸大に表示し製作物を空間的に把握できる「飛び出す教科書」教材を作成する。また教科書掲載の工具について、スマートフォンを学習者の体や工具に装着し、予め取得した理想状態の加速度変化と比較分析・蓄積し、その結果を学習者にフィードバックするシステムを開発する。

#### (2)第2フェーズ

作成した教材を用いた実践と教育効果の測定を行う。まず教員養成大学の学生を対象に、作成した教材を元に技能の予習（家庭学習）と実際の作業学習を行い、結果をフィードバックし教材としての機能を充実させる。その後協力学校のカリキュラムに合わせて実証授業を行う。練習記録、授業アンケート、作業結果評価を分析して教育効果を測定する。

### 4. 研究成果

本研究は、従来学習者の技能動作の評価が指導者の主観評価に依存し、学習者自身が自分自身の動作をメタ認知することができないことが理由となって、独学による技能練習が困難であることに対して、市販されているスマートフォンの加速度センサ、ジャイロセンサによるセンシングによって技能の独学を支援し、技能の家庭学習を行うための教材開発を行うことを目的として研究を進めた。

成果として、現行の技術の教科書で扱っている工具について3DCGによるモデリングを行い、AR(拡張現実感)による補助指導教材を作成し、実物を目にすることができない環境であっても、実際の工具類の形状や大きさを把握できる教材の開発に成功した。

本研究でスマートフォンでセンシングを行い学習者が自分自身で技能動作の状態・結果を把握することが可能となった技能動作は、鋸挽き、鉋がけ、釘打ちによる玄翁の叩打動作の3つである。実際の工具や工具に見立てることの可能なものにスマートフォンを取り付けるため3Dプリンタでアタッチメントを作成し、安定感を伴って装着できるようになった。鋸挽き動作では、引きの回数、刃の左右傾き、引き込み角度、切削時間を計測しており、練習後に総合評価として、得点とセンシング結果から言葉によるアドバイスを表示することができる。また、これらの観点における練習毎の結果をグラフ表示することで技能の上達を確認することが可能となった。鉋がけ動作では、鉋に見立てた木片にスマートフォンを載せて鉋がけ動作における、鉋の移動速度、鉋のぶれ、そしてスマートフォンをさらにもう1台、学習者の腰に取り付けることで鉋がけ動作における身体コーディネ

イトを評価できるようになった。これらの動作は、独自に開発したPractice Learning Management System (PLMS)で統合的に管理することを可能にし、PLMSにアクセスすることで指導者は、学習者全員の技能上達の様子や推移を確認することができる。本研究成果の実証授業では、教員がタブレットを用いてPLMSからのデータを参照しながら、実際の生徒への個別指導に活かすことを確認できた。釘打ち動作では、手首の振り上げ角度、釘に当たったときの玄翁の頭の角度、繰り返し動作のタイミングをセンシングし評価が可能になった。この動作では、ゲームフィクションの要素を取り入れ、リズムに合わせてタイミング良く操作する練習や、Bluetoothにより端末同士を連携させることで対戦モードを開発し、学習者同士で競い合っただけ練習することを可能にした。こうした新たなアプローチも取り入れることで、学習者の独学時のモチベーション向上を図った。実践授業後のアンケート調査からは、開発したアプリケーションの準備や操作に関する改善点を見いだすことができた。学習者に対する練習へのモチベーションの向上や動作技能の収斂効果が見られた。作業結果に対する評価が今後の課題である。

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

板垣翔大, 安藤明伸, 鉋がけ技能 e-Learning 専用鉋の開発, 宮城教育大学 技術科研究報告, 第17巻, 2015, pp.16-17, (査読無し)

Akinobu Ando, Shota Itagaki, Hidetoshi Takeno, Takashi Torii and Darold Davis, Development a Multiple Skill Practice Management and result feedback System for "Smart Vocational Learning" by using smartphones, 2014 IEEE 3rd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), 2014, pp.323-326, (査読有り)

Itagaki, S., Ando, A., Takaku, T., Takeno, H. & Torii, T., Development of a Skill Practice Management System (PMS) for Learning Japanese Traditional Craft Tools by Using Smartphones., In Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications.,

Chesapeake, VA: AACE. Association for the advancement of Computing in Education (AACE), 2014, pp. 1001-1009, (査読有り)

Akinobu Ando, Toshihiro Takaku, Shota Itagaki, Takashi Torii, Hidetoshi Takeno and Darold Davis, Development of a Skill Learning System using Sensors in a Smart

Phone for Vocational Education ,  
CSEDU 2013 Proceedings of the 5th  
International Conference on  
Computer Supported Education. 2013 ,  
pp.683-687

( DOI: 10.5220/0004384500430047 )  
( 査読有り )

Akihiro Aoyagi, Darold Davis, Takuya  
Kato and Akinobu Ando , Development  
of an Analysis System and Class  
Recordings linked to More than One  
Course Evaluation Data using  
Smartphones , CSEDU 2013  
Proceedings of the 5th International  
Conference on Computer Supported  
Education, pp.43-47

(DOI: 10.5220/0004384500430047)  
( 査読有り )

〔学会発表〕(計 13 件)

安藤明伸 ,鳥居隆司 ,竹野英敏 ,大谷忠 ,  
板垣翔大 ,伊藤亮太 , 基本動作習得のた  
めにゲーミフィケーション要素を取り  
入れた体感型独学教材の開発,日本産業  
技術教育学会第 57 回全国大会(熊本)要  
旨集, p.125, 2014 年 8 月 23 日,熊本  
大学(熊本県熊本市)

竹野英敏 ,安藤明伸 ,小祝達朗 , 非熟練  
者の動作分析による小さな平面のやす  
り仕上げ技能指導に関する検討,日本産  
業技術教育学会第 57 回全国大会(熊本)  
要旨集, p.3, 2014 年 8 月 23 日,熊本  
大学(熊本県熊本市)

竹野英敏 ,安藤明伸 ,小祝達朗 , 非熟練  
者の視覚・力覚情報分析による刷毛運行  
の技能指導に関する検討,日本産業技術  
教育学会第 57 回全国大会(熊本)要旨集,  
p.2, 2014 年 8 月 23 日,熊本大学(熊  
本県熊本市)

板垣翔大 ,安藤明伸 ,高久敏宏 ,安孫子  
啓 , 鉋の平削り動作の学習履歴管理シ  
ステムに必要な要件とは何か,日本産業  
技術教育学会第 19 回技術教育分科会講演  
要旨集, 2013 年 12 月 15 日, pp.11-12,  
名古屋カネジュービル(愛知県名古屋  
市)

安藤明伸 ,太田 あゆみ ,安孫子 啓 , 中  
学校技術分野における AR(拡張現実感)  
を用いた教科書付属教材の開発, 第 31  
回日本産業技術教育学会東北支部大会  
/ 第 16 回モバイル学会モバイル研究会,  
2013 年 12 月 1 日, pp.41-42, 宮城教育  
大学(宮城県仙台市)

竹野英敏 ,安藤明伸 , 力覚フィードバッ  
ク装置を用いた平面仕上げ技能習得支  
援システムの開発,日本産業技術教育学  
会第 56 回全国大会(山口)要旨集, 2013  
年 8 月 30 日, p.137, 山口大学(山口県山  
口市)

安藤明伸 , 竹野英敏 , 鳥居隆司 , 板垣翔

大高久敏宏 , 技能の家庭学習を実現する  
ための ICT 活用の枠組み,日本産業技術  
教育学会第 56 回全国大会(山口)要旨集,  
2013 年 8 月 29 日, p.50, 山口大学(山  
口県山口市)

板垣翔大 ,安藤明伸 ,安孫子啓 ,高久敏  
宏 ,浅水智也 , 2 台のスマートフォンに  
対応させた鉋がけ動作習得用アプリケ  
ーションの開発,日本産業技術教育学会  
第 56 回全国大会(山口)要旨集, 2013 年  
8 月 29 日, p.51, 山口大学(山口県山  
口市)

板垣翔大 ,安藤明伸 ,高久敏宏 ,福谷遼  
太 , 技能の可視化は MOOTs(Massive  
Open Online Training)を可能にするか,  
日本教育工学会第 29 回全国大会講演論  
文集, 2013 年 9 月 21 日, pp.255-256,  
秋田大学(秋田県秋田市)

板垣翔大 ,安藤明伸 ,高久敏宏 ,鳥居  
隆司 ,竹野英敏 ,平鉋削りの身体コーデ  
ィネイトのずれをスマートフォンで取  
得する試み, モバイル学会モバイル'13  
研究論文集, 2013 年 3 月 7 日, pp.73-76,  
青山学院大学(東京都渋谷区)

安藤明伸 ,高久敏宏 ,板垣翔大 ,鳥居  
隆司 ,竹野英敏 , スマートフォンによる  
センサーアシストトレーニング法の開  
発, モバイル学会モバイル'13 研究論文  
集, 2013 年 3 月 7 日, pp.71-72, 青山  
学院大学(東京都渋谷区)

高久敏宏 ,安藤明伸 ,板垣翔大 ,安孫子  
啓 ,浅水智也 , スマートフォンのセンサ  
は技能の家庭学習を可能にするか?, 日  
本教育工学会第 28 回全国大会講演論文  
集, 2012 年 9 月 15 日, pp.317-318, 長  
崎大学(長崎県長崎市)

安藤明伸 ,住川泰希 ,佐藤智巳 ,斎藤友  
克 , 人の動きを自由な視点から繰り返し  
観察できるデジタル教材を用いた授業  
実践, 日本デジタル教科書学会 年次大  
会発表原稿集, 第 1 号, 2012 年 8 月 18  
日, pp.5-6, 青山学院大学(東京都渋谷区)

〔その他〕

ホームページ等

<http://staff.miyakyo-u.ac.jp/~andy/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安藤 明伸 (ANDO AKINOBU)

宮城教育大学・教育学部・准教授

研究者番号: 60344743