

平成 29 年 6 月 29 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350337

研究課題名(和文)空間的思考力の育成を目的としたタンジブル学習システムの開発と評価

研究課題名(英文)Development and Evaluation on Tangible Learning System to Cultivate Learners' Spatial Thinking Skills

研究代表者

森田 裕介 (MORITA, Yusuke)

早稲田大学・人間科学学術院・准教授

研究者番号：20314891

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、空間的思考力の育成を目的として、科学技術教育に関連した理数系科目を中心に、空間的思考力に関わる課題の抽出を行なった。本研究課題では、理科における「月の満ち欠け」に着目し、太陽、地球、月の位置関係を回答させる課題を抽出した。また、情報科における「プログラミング」にも着目し、研究を進めた。また、タンジブル学習システムの改良ならびに評価を行った。タンジブル学習システムは、具体的なものを用いて空間的思考力を育成するシステムである。本研究では、太陽、地球、月の位置関係を学ばせるシステムとして、開発を進めた。そして、教員養成大学の大学生を対象としてシステムの実践的な評価を行なった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to cultivate students' spacial thinking skills using Tangible Learning System. First, some learning domain were chosen from Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education area. In this research, we focused on the lunar phases in Science. Then, the Tangible Learning System, which was developed based on the idea of Tangible User Interface, was reconsidered. 26 who want to be teachers were participated in a class using Tangible Learning System, and compared the top camera method and under camera method. Also we analyzed the effects on the system to cultivate spatial thinking skills. As a result, there are relationships between students' understanding on the phenomena and their spatial thinking skills. One of the future work is to developed learning systems more practical in the K-12 classroom.

研究分野：教育工学

キーワード：教材開発 空間的思考力 科学 天体 タンジブルユーザインタフェース

1. 研究開始当初の背景

米国では、21世紀型スキルの育成を背景にSTEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 教育と呼ばれる理数系の教科横断型学習が注目されていた。本申請で着目した空間的思考力は、STEM教育において重要でかつ育成しにくい知的スキルの一つに挙げられる。

一方で、仮想現実感 (Virtual Reality) や拡張現実感 (Augmented Reality) の開発が進化した。コンピュータの性能向上、オーサリングソフトウェアの高機能化に伴い、実世界指向インタフェースの開発も安易かつ安価で行われるようになった (石井 2012)。

これらの背景から、空間的思考力を育成するためのタンジブル学習システムを着装した (森田ほか 2010)。タンジブル学習システムとは、マウスやキーボードを使わずに、物体に触れたり操作したりする人間の自然な行動を、画像認識等のテクノロジーを用いて自動的に計算処理し、学習者にフィードバックを返すシステムである (瀬戸崎ほか 2010)。

2. 研究の目的

本研究では、空間的思考力の育成を目的として、次の2点について研究を行なった。(1) 科学技術教育に関連した理数系科目中心に、空間的思考力に関わる課題の抽出を行なった。(2) タンジブル学習システムの改良ならびに評価を行った。

3. 研究の方法

(1) 空間的思考力の育成に関わる課題

空間的思考力育成課題の例として、理科では、「金星の動き」「日食」の各事象における惑星と太陽の位置関係を回答させる課題や、「地層」の断面図を回答させる課題などが抽出された。また、算数・数学科領域では、「空間図形」の断面図を回答させる課題、技術科領域では、「材料と加工に関する技術」の平面設計図から立体模型を回答させる課題、情報科では、プログラミングにおける思考力の育成が挙げられた。

(2) タンジブル学習システムの改良と評価

まず、従来のマーカ型下方認識の仕組みを改良し、マーカ型上方認識によるシステムへと改良を行なった。次に、3Dオブジェクトトラッキングによるシステムの実装を行なった。

4. 研究成果

(1) 本研究課題では、理科における「月の満ち欠け」「金星の動き」「日食」の各事象における惑星と太陽の位置関係を回答させる課題と、情報科における「プログラミング」に焦点化し、研究を推進した。

(2) タンジブル学習システムの改良については、マーカ型上方認識への改良を行なった (図1)。大学生24名を対象に、マーカを使用した下方認識型と上方認識型を比較した結果、上方認識型の方が模型の操作が容易で

あることが明らかになった ($t(23)=2.07$, $p<.05$: 図2参照)。しかし、安定性に課題も残った。

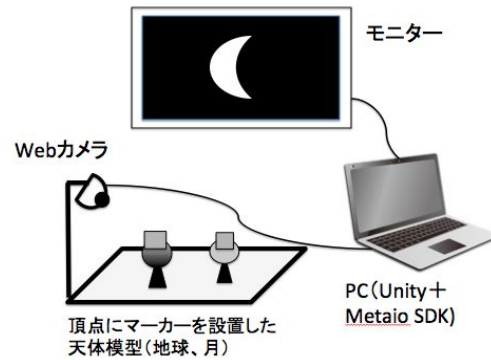


図1 上方認識タンジブル学習システム

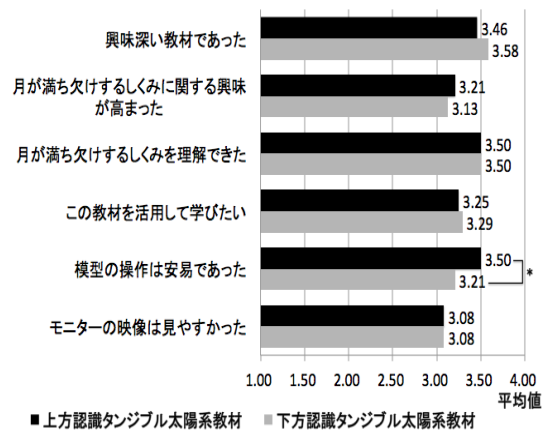


図2 主観評価結果

続いて、マーカレスの3Dトラッキングの開発を行った。しかしながら、天体学習課題において使用する球体では、特徴点の抽出がうまくいかなかった。最終的に、従来型のタンジブル学習システムの使用を決定し、教員養成大学において、空間的思考力の測定ならびにタンジブル学習システムの有用性検証を行った。

図4に実証実験時の様子を示す。23名の教員養成系大学の学生を対象に実証実験を行なった結果、理科の天体学習の内容について理解度が高い群は、メンタルローテーションテストの得点が高いことが明らかになった。空間的思考力の育成においては、さらなる検討が必要である。



図3 実証実験時の様子

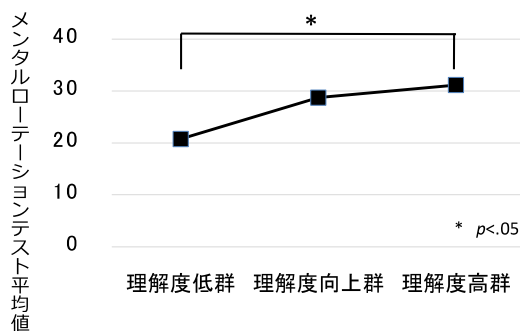


図4 メンタルローテーションテストと天体領域の理解度の関係

以上、本研究では、空間的思考力の育成を目的として、(1) 科学技術教育に関連した理数系科目中心に、空間的思考力に関わる課題の抽出を行なった。本研究課題では、理科における「月の満ち欠け」に着目し、太陽、地球、月の位置関係を回答させる課題を抽出した。また、情報科における「プログラミング」にも着目し、研究を進めた。また、(2) タンジブル学習システムの改良ならびに評価を行った。タンジブル学習システムは、具体的なものを用いて空間的思考力を育成するシステムである。本研究では、太陽、地球、月の位置関係を学ばせるシステムとして、開発を進めた。

<引用文献>

石井裕 (2002) タンジブル・ビット：情報と物理世界を融合する、新しいユーザ・インターフェース・デザイン, 情報処理, 43(3): 222-229
 瀬戸崎典夫・岩崎勤・森田 裕介 (2010) タンジブル太陽系教材を用いた能動的操作による学習効果の検討, 日本教育工学会論文誌, 34(Suppl.): 105-108.
 森田 裕介・瀬戸崎典夫・岩崎勤 (2010) 模型操作と連動するタンジブル太陽系教材の開発と評価, 科学教育研究, 34(2): 128-137

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計14件)

[1] 瀬戸崎典夫, 鈴木滉平, 森田裕介 (2014) タンジブル天体学習用 AR 教材を用いた協調学習における発話分析, 日本科学教育学会研究会研究報告, 29(3), 67-70. (2014/12/13 神戸大学)
 [2] 森田和行, 瀬戸崎典夫, 森田裕介 (2014) テーブルトップ型顕微鏡画像提示システムを用いた実践授業における学習効

果, 日本教育工学会研究報告集, 14(5), 271-274. (2014/12/13 椋山女学園大学)
 [3] 渡邊裕, 瀬戸崎典夫, 森田裕介 (2014) 高等学校情報科 AR テキストの有用性に関する検討, 日本教育工学会第 30 回全国大会講演論文集, 30, 173-174. (2014/9/19-21 岐阜大学)
 [4] 森田和行, 瀬戸崎典夫, 森田裕介 (2014) テーブルトップ型顕微鏡画像提示システムを用いた実践授業の評価, 日本教育工学会第 30 回全国大会講演論文集, 30, 375-376. (2014/9/19-21 岐阜大学)
 [5] 北澤武, 瀬戸崎典夫, 森田裕介, 福本徹 (2015) 教員養成系大学における ICT 活用の直接体験が教員の ICT 活用指導力に与える影響, 日本教育工学会第 31 回全国大会 (2015/9/21-23 電気通信大学)
 [6] 伊藤満里奈, 瀬戸崎典夫, 岩崎勤, 森田裕介 (2015) 拡張現実の技術を応用した天体学習用タンジブル教材の改善の試み, 日本教育工学会第 31 回全国大会 (2015/9/21-23 電気通信大学)
 [7] 渡邊裕, 瀬戸崎典夫, 森田裕介 (2015) 担当教員のコメント映像を重畳提示可能な AR テキストの有用性に関する一検討, 日本教育工学会第 31 回全国大会 (2015/9/21-23 電気通信大学)
 [8] 森田和行, 瀬戸崎典夫, 森田裕介 (2015) 実践授業におけるテーブルトップ型顕微鏡画像提示システムの操作性改善の試み, 日本教育工学会第 31 回全国大会 (2015/9/21-23 電気通信大学)
 [9] 森田裕介, 長濱澄, 瀬戸崎典夫, 田尻圭祐, 北澤武 (2016) タンジブル学習システムを用いた教員養成における空間的思考力の育成に関する一検討, 日本教育工学会第 32 回全国大会要項, 589-590 (2016/9/17-19 大阪大学)
 [10] 伊藤満里奈, 森田裕介, 齊藤貴浩, 森秀樹, 栗山直子, 西原明法 (2016) 小学校のプログラミング学習における理解度と批判的思考態度の関係についての一検討, 日本教育工学会第 32 回全国大会要項, 617-618. (2016/9/17-19 大阪大学)
 [11] 田尻圭祐, 瀬戸崎典夫, 森田裕介 (2016) 3次元ジェスチャ操作による全天周型天体教材の開発, 日本教育工学会第 32 回全国大会要項, 839-840. (2016/9/17-19 大阪大学)
 [12] Yusuke Morita, Toru Nagahama, Norio Setozaki, Keisuke Tajiri, Takeshi Kitazawa (2016) A Pilot Study on the Effects of a Tangible Learning System for Pre-Service Teacher Training, Proceedings of the 24th International Conference on Computers in Education, 642-644. (2016/11/30 Indian Institute of Technology Bombay)
 [13] 森田裕介, 長濱澄, 宮西祐香子 (2016) 反転授業における学習者の活動と

学習者特性の関連についての一考察, 日本教育工学会研究報告集, 16(3), 135-138. (2016/7/2 鳴門教育大学)

- [14] 伊藤満里奈, 森田裕介, 齊藤貴浩, 森秀樹, 栗山直子, 西原明法 (2016) 小学校のプログラミング学習における批判的思考の影響に関する検討, 日本教育工学会研究報告集, 16(3), 77-82. (2016/7/2 鳴門教育大学)

〔図書〕(計 1 件)

- [1] 森田裕介(2016) パーチャルワールドにおける学び, 学習科学ハンドブック第二版 第 2 巻:効果的な学びを促進する実践/共に学ぶ, pp.237-254, 北大路書房

6. 研究組織

(1)研究代表者

森田 裕介 (MORITA, Yusuke)
早稲田大学・人間科学学術院・准教授
研究者番号: 2 0 3 1 4 8 9 1

(2)研究分担者

瀬戸崎 典夫 (SETOZAKI, Norio)
長崎大学・教育学部・准教授
研究者番号: 7 0 5 8 6 6 3 5

(3)連携研究者

北澤 武 (KITAZAWA, Takeshi)
東京学芸大学・教育学部・准教授
研究者番号: 8 0 4 5 3 0 3 3