

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月17日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究（A）

研究期間：2009～2011

課題番号：21680053

研究課題名（和文） 仮想現実とタンジブルの技術を用いて空間認識能力を育成する科学教育方法論の確立

研究課題名（英文）

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

研究成果の概要（和文）：本研究では、タンジブル技術を応用し、空間認識能力を育成するため拡張現実（AR）の技術を応用したタンジブル教材を開発するとともに、実践的活用における有用性を評価した。小学校での実践的研究の結果、タンジブル教材は、空間認識力の高い児童の「月の満ち欠け」に関する理解を促進したことが明らかとなった。中学校での実践的研究の結果、「金星の満ち欠け」に関する理解度テストの得点は、授業後に有意に上昇していた。高等学校では、理解度テストの得点は上昇しなかったが、空間認識テストの得点が有意に上昇していた。これらの結果から、タンジブル教材を用いた授業は、小・中学校における理解度の促進、並びに高校生の空間認識力の育成に有効であることが示された。

研究成果の概要（英文）：In this practical research, tangible learning system using augmented reality (AR) technology was developed to cultivate students' spatial recognition, and evaluated the system in elementary, secondary, and high school science classes. First, the tangible learning system could progress elementary school students who had high spatial recognition about "the phase of the Moon." Second, the tangible learning system was implemented in secondary science classes, and it progressed students' understanding about "the phase of the Venus." Third, high school students who had already studied couldn't take better comprehension scores after the classes, however, they took better scores of special recognition test after the science activity.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
23年度	2,800,000	840,000	3,640,000
22年度	2,809,606	842,882	3,652,488
21年度	8,900,000	2,670,000	11,570,000
年度			
年度			
総計	14,509,606	4,352,882	18,862,488

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：

1. 研究開始当初の背景
空間認識は、理科の天体領域の理解だけで

なく日常の様々な現象の理解に必要とされる重要な能力である。理科の天体領域な

どの現象の理解に必要な相対的位置関係の把握は児童・生徒にとって容易ではない。また、指導する教師にとっても教えにくい領域である。空間認識の育成を目的とした天体のデジタル教材として、国立天文台による4D2U(4次元デジタル宇宙プロジェクト)、バーチャルリアリティ太陽系シミュレーション、JSTによる映像教材の開発、NHK 学校放送番組などのビデオクリップなどがある。学校教育で活用できる教材としては、Web3D教材、偏光スクリーン式立体提示装置で提示できるVR教材がある。しかしながら、タンジブル教材(触れるコンピュータ教材)を使って空間認識の育成に言及した研究はなかった。そこで、本研究は、タンジブル技術を応用し、空間認識能力を育成するための教材を開発するとともに、実践的活用における有用性を検討した。

2. 研究の目的

本研究の目的は次の2点であった。

(1)教材開発

天体学習における空間認識能力の育成を目的としたタンジブル教材を開発する。

(2)実践的活用による有用性の検討

開発した教材を用いて、小学校・中学校・高等学校等で実践的活用を行う。そして、開発したタンジブル教材の有効性について検討する。

3. 研究方法

(1)教材開発

児童・生徒が容易に操作できるように実物模型と仮想空間を連動させ、視点移動を行うことが可能な、テーブルトップ型インタフェースのタンジブル教材を設計した。そして、AR(Augmented Reality:拡張現実)の技術を応用し、タンジブル教材を開発した。タンジブル教材は、テーブル上の実物模型を見る視点(児童・生徒自身の眼)からの視点移動を提示することができる。まず、小学校理科「月の満ち欠け」での学習を想定し、模型からの2視点(太陽、地球、月、宇宙船)をモニタに投影することが可能なバージョンを開発した。次に、中学校理科第二分野「金星の満ち欠け」での学習を想定し、模型からの2視点(太陽、地球、金星、宇宙船)をモニタに投影することが可能なバージョンを開発した。加えて、タンジブル教材を保管するデジタル教科書(ARテキスト)を開発した。

(2)実践研究

小・中・高等学校において、開発した教材を実践的に評価し、有用性を検討した。まず、愛知県内公立小学校の協力を経て、小学校6年生児童20名を対象に「月の満ち

欠け」単元の実践研究を行った。実践研究では、教諭らと共同で、天体領域における授業案を作成した。そして、約4週間に渡る実践授業を実施し、児童の理解度等を測定した。次に、埼玉県内公立中学校において、中学校3年生107名を対象に「金星の満ち欠け」単元の授業を実施した。続いて、福岡県内私立高校において、VR教材を使った授業を体験したことがあり、タンジブル教材の有用性について評価することが可能な高等学校の生徒を被験者として評価実験を行った。実験では、3人~4人のグループを構成し、4つの課題を実施した。また、課題の前後に理解度テストと空間認識テストを実施した。課題終了時にはアンケート調査を実施した。

4. 研究成果

(1)小学校での実践研究

図1に、小学校での実践的研究における理解度テストの分析結果を示す。児童を空間認識力の高群と低群に分け、理解度テストの得点の変化を比較した。その結果、空間認識力高群は、ビデオやCG教材を用いた授業と比較し、タンジブル教材やボール・ライト教材などの具体物を用いた授業の前後で理解度の得点に有意な差が見られた。一方、空間認識力低群は、すべての授業の前後で理解度テストの得点に有意な差は見られなかった。

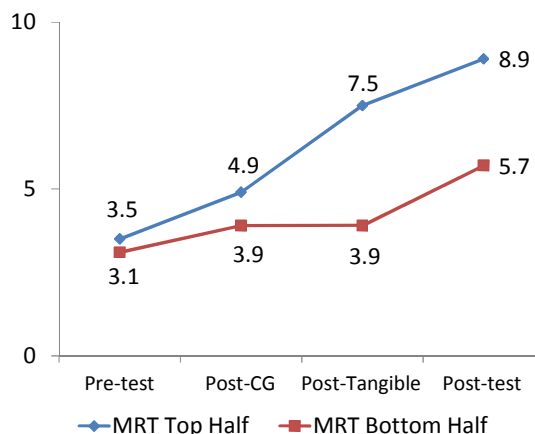


図1 タンジブル教材の効果(小学校)

(2)中学校での実践的研究

図2に、中学校での実践的研究における理解度テストの分析結果を示す。タンジブル教材を用いた実践授業の前後において、理解度テストの得点が有意に上昇したことが明らかになった。また、アンケートの結果から、授業単元への興味が上昇したことが示された。生徒らは、タンジブル教材が理解促進に有効であったと回答していた。

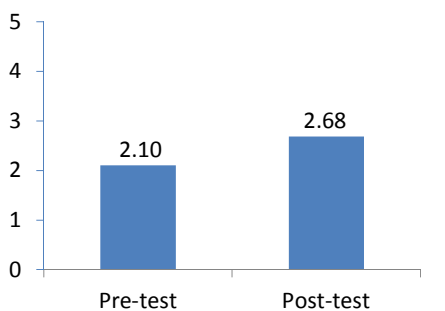


図2 タンジブル教材の効果 (中学校)

(3)高等学校での実践的研究

分析の結果、タンジブル教材を使った実践の前後において、空間認識テストの得点が上昇する傾向が見られた。また、グループ活動を分析した結果、生徒は能動的かつ協調的に教材を操作し、思考錯誤しながら現象を説明する課題を遂行していたことが明らかになった。さらに、アンケートの結果からタンジブル教材の有用性が示唆された。

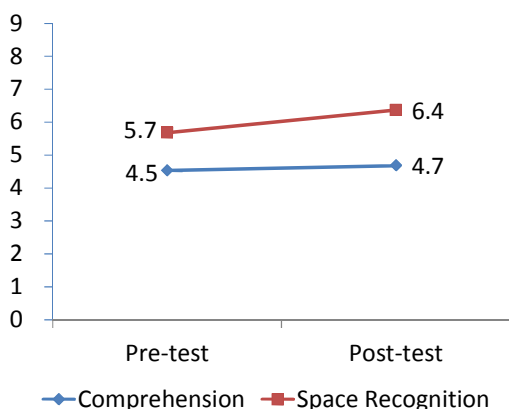


図3 タンジブル教材の効果 (高等学校)

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)

[雑誌論文] (計4件)

- [1] 瀬戸崎典夫・森田裕介・竹田仰 (2009) 多視点型太陽系VR教材の効果的な活用に関する検討, 科学教育研究, 33(4), 370-377.
- [2] 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.
- [3] 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な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.

- [4] 森田裕介, 藤島宏彰, 瀬戸崎典夫, 岩崎勤 (2011) デジタル教材を重畳提示する天体学習用ARテキストの開発と評価, 日本教育工学会論文誌, 35(Suppl.), 81-84.

[学会発表] (計19件)

- [1] 森田裕介・瀬戸崎典夫・岩崎勤・竹田仰 (2009)実空間と仮想空間を結んだインタラクティブな学習のデザイン, 日本科学教育学会第33回年会発表論文集, 33, 89-90. (8/25-26 同志社女子大学)
- [2] 瀬戸崎典夫・森田裕介・竹田仰(2009)VR教材の効果的な活用場面に関する検討, 日本科学教育学会第33回年会発表論文集, 33, 341-342. (8/25-26 同志社女子大学)
- [3] 森田裕介・瀬戸崎典夫・岩崎勤・竹田仰 (2009)実空間と仮想空間が連動するインタラクティブな教材の開発, 日本科学教育学会第33回年会発表論文集, 33, 501-502. (8/25-26 同志社女子大学)
- [4] 瀬戸崎典夫・岩崎勤・森田裕介・竹田仰 (2009) 模型を用いた具体的操作による学習効果の検討, 日本教育工学会第25回全国大会講演論文集, 947-948. (9/19-21 東京大学本郷キャンパス)
- [5] Yusuke Morita, Norio Setozaki, Tsutomu Iwasaki (2010) Development and Evaluation of a Tangible Learning System for Astronomy Education: A Pilot Study, *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA)*, 3666-3671. (June 28 - July 3, Toronto/Canada, Outstanding Poster Award 授賞)
- [6] 瀬戸崎典夫・岩崎勤・森田裕介 (2010) 多視点型インタラクティブ教材を用いた能動的学習による理解度の評価, 日本科学教育学会第34回年会論文集, 289-290. (9/11-12 広島大学)
- [7] 森田裕介・瀬戸崎典夫・岩崎勤 (2010) 実空間と仮想空間が連動するインタラクティブな教材の有用性, 日本科学教育学会第34回年会論文集, 157-158. (9/11-12 広島大学)
- [8] 瀬戸崎典夫・岩崎勤・森田裕介 (2010) 多視点型インタラクティブ教材の効果的な活用に関する検討, 日本教育工学会第26回全国大会講演論文集, 369-370. (9/18-20 金城学院大学)
- [9] 森田裕介・瀬戸崎典夫・岩崎勤 (2010) タンジブル学習システムを用いた協調学習に関する一分析, 日本教育工学会第26回全国大会講演論文集, 671-672. (9/18-20 金城学院大学)
- [10] 瀬戸崎典夫・岩崎勤・森田裕介 (2010) 多視点型インタラクティブ教材を用い

た効果的な学習の検討, 電子情報通信学会技術研究報告(ET2010-49), 110(312), 71-76. (11/26 東京工業大学)

- [11] Norio Setozaki, Tsutomu Iwasaki, Yusuke Morita (2010) Study on Learning Effect by Active Manipulation using Tangible Solar System Teaching Equipment, *Proceedings of 18th International Conference on Computers in Education (ICCE)*, 211-213. (Nov 29 - Dec 3, Putrajaya / Malaysia)
- [12] 藤島宏彰・瀬戸崎典夫・岩崎勤・森田裕介 (2011) 非同期的 e ラーニングを想定した天体学習用 AR テキストの試作と評価, 電子情報通信学会技術報告, 110(405), 27-30. (1/28 早稲田大学)
- [13] 瀬戸崎典夫・渡辺阿利紗・岩崎勤・森田裕介 (2011) タンジブル太陽系教材における実物模型インタフェースの効果, 日本科学教育学会第 35 回年会論文集 (USB). (8/23-25 東工大すずかけ台キャンパス)
- [14] 瀬戸崎典夫・上妻堯甫・岩崎勤・森田裕介 (2011) モバイル端末用アプリケーションソフトウェアを活用した AR テキストの試作, 日本教育工学会第 27 回全国大会講演論文集, 879-880. (9/17-19 首都大学東京)
- [15] 森田裕介・瀬戸崎典夫・岩崎勤 (2011) AR 技術を活用した教科書の可能性, 日本教育工学会第 27 回全国大会講演論文集, 881-882. (9/17-19 首都大学東京)
- [16] 渡辺阿利紗, 瀬戸崎典夫, 岩崎勤, 森田裕介 (2011) タンジブル太陽系教材における実物模型操作の有用性, 電子情報通信学会技術報告, 111(273), 85-90. (11/4 琉球大学西原町千原キャンパス)
- [17] 上妻堯甫, 瀬戸崎典夫, 岩崎勤, 森田裕介 (2011) 天体学習用 AR テキストの試作と効果的な情報提示の検討, 電子情報通信学会技術報告, 111(273), 91-96. (11/4 琉球大学西原町千原キャンパス)
- [18] Norio Setozaki, Tsutomu Iwasaki, Yusuke Morita (2011) Effectiveness of Information Presentation using Augmented Reality Teaching Equipment for Statue Appreciation, *Proceedings of 19th International Conference on Computers in Education (ICCE)*, 522-524. (Nov 28 - Dec 2, Chiang Mai / Thailand)
- [19] Yusuke Morita, Norio Setozaki (2012) Practical Evaluation of Tangible Learning System: Lunar Phase Class Case Study, *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (SITE)*, 3718-3722. (Mar 5 - 9, Austin, TX / USA)

[その他]

<http://www.morita-lab.net/>

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：20314891