

令和 2 年 4 月 20 日現在

機関番号：12301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K04844

研究課題名(和文)4QSに基づいたタブレット理科実験による学習者のグラフ読解力の変容調査

研究課題名(英文)A study on the change of learner's graph reading ability by tablet device based on 4QS

研究代表者

青木 悠樹 (Aoki, Yuki)

群馬大学・教育学部・准教授

研究者番号：60514271

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：ICTを用いた新しい科学教育法として次の2点に関して開発・研究を実施した。1) AR/VRを用いた新たな教材開発。AR/VRを用いて現象の可視化を行うことが学習者の理解に結びつくことが期待される。特にARでは、従来は2次元マーカーが用いられていたが、3次元マーカーやマーカーレスの技術を取り入れた教材を開発することで、空間的な理解の補助につながることを期待される。2)学習支援システムにおける4QSの活用開発。教育におけるタブレットの活用法として学習支援システムの有効性が挙げられる。学習支援システムを用いることで学習者の意見を瞬時に共有することができるが、4QSにおける効果的な共有法を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

GIGAスクール構想により、学校現場におけるタブレットの導入が一気に加速している。タブレットを用いることで学習の進め方が大きく変わるが、タブレットの新しい使い方の開発、学習支援システムの有効な使い方の開発を行った。

研究成果の概要(英文)：We developed and researched the following two points as a new science education method using ICT.

1) Development of new teaching materials using AR / VR. It is expected that visualization of phenomena using AR / VR will lead to learners' understanding. Especially in AR, two-dimensional markers have been used in the past, but it is expected that the development of teaching materials that incorporate three-dimensional markers and markerless technology will help spatial understanding.

2) Development of utilization of 4QS in learning support system. The effectiveness of the learning support system is one of the ways to use tablets in education. By using a learning support system, learners' opinions can be instantly shared, but we have established an effective sharing method in 4QS.

研究分野：科学教育

キーワード：AR/VR タブレット 可視化 4QS

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

PISA2012におけるICT習熟度調査から、日本ではICT化された現代においてその教育利用が遅れていることが報告されており、ICTリテラシーを向上させないとグローバルな人材獲得競争が起きている中で、今後必要とされる人材資本の貯蓄を欠く事が危惧されている。文科省はこの遅れを取り戻すべく、2020年までに一人一台のタブレットを用いた授業の実施を目標に定めており、タブレットを授業に如何に活用するかが課題となっている。既にタブレットを用いた様々な教材開発が行われているが、教育現場への導入は進んでいない。

2. 研究の目的

ICTを用いた新しい科学教育法として次の2点に関して開発・研究を実施することを目的とする。

1) AR/VRを用いた新たな教材開発

AR/VRを用いて現象の可視化を行うことが学習者の理解に結びつくことが期待される。特にARでは、従来は2次元マーカーが用いられていたが、3次元マーカーやマーカーレスの技術を取り入れた教材を開発することで、空間的な理解の補助につながることを期待される。

2) 学習支援システムにおける4QSの活用開発

教育におけるタブレットの活用法として学習支援システムの有効性が挙げられる。学習支援システムを用いることで学習者の意見を瞬時に共有することができるが、4QSにおける効果的な共有法を確立する。

3. 研究の方法

1) AR/VRを用いた新たな教材開発

VR教材として日周運動のバーチャル観察の教材、AR教材として音波の可視化教材、磁場の可視化教材を開発し、それぞれの教育効果を検証する。

2) 学習支援システムにおける4QSの活用開発

4QSにおける各ステップにおいて学習支援システムをどのように活用するのが有効であるかを検証する。

4. 研究成果

査読付き論文

1. **Yuki Aoki**, Takeshi Kase, Kenji Nakamura and Yasushi Yuminaka, “Middle School Science Education Teaching Aids for Industry 4.0”, (2020, accepted).
2. **Yuki Aoki**, “Augmented Reality Teaching Aid for Electromagnetic Induction for Middle School Students”, JSISE, **18-1**, 40-44 (2019).
3. 氏原慎吾, **青木悠樹**: 「日周運動のバーチャル観察から視点移動の概念を理解するタブレット教材の開発と実践」, 教材学研究, **30**, 29-36 (2019).
4. **Yuki Aoki** and Izuho Funatsu, “Development of a Teaching Aid for Teaching Dynamic Motion Using the Tango Platform”, JSISE, **18-1**, 7-10 (2019).
5. **Y. Aoki**, S. Imachi, and T. Kase, “The Learning Effects of Visualizing Sound Waves using Augmented Reality in Middle School Science Education”, J. Tech. Soc. Sci., **2-3**, 6-13 (2018).
6. **青木悠樹**, 井上湧登, 岡田直之: 「タブレットを用いた生徒実験用力学教材の開発と実践」, 物理教育, **66-2**, 93-98 (2018).
7. **青木悠樹**, 井町翔: 「音波を可視化させたタブレットによる拡張現実教材の開発」, 教育システム情報学会誌, **35-3**, 297-300 (2018).
8. **青木悠樹**, 山中薫: 「タブレットを用いた簡便な位相検波教材の開発と実践」 教育システム情報学会誌, **35-3**, 293-296 (2018).

9. **青木悠樹**, 氏原慎吾:「星の日周運動を体感的に学ぶタブレット教材の開発と実践」, 教材学研究, **29**, 75-82 (2018).
10. 佐藤綾, 山野井貴浩, 柏木純, **青木悠樹**:「タブレットを用いたシミュレーション活動が中学校理科での遺伝の規則性の学習と優性の概念へ与える影響」, 生物教育, **59-2**, 64-74 (2018).
11. **青木悠樹**:「タブレットに内蔵されるセンサーを利用した電磁誘導を学習する教材開発と実践」, 応用物理教育, **41-2**, 63-68 (2017).
12. **青木悠樹**:「液体の粒子モデルを学ぶ教材・教育プログラムの開発」, 教材学研究, **28**, 69-76 (2017).

査読付きプロシーディング

1. **Y. Aoki**, Kenji Nakamura and Yasushi Yuminaka, “Science Education for Society 5.0”, Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2019.
2. Kenji Nakamura, Takashi Sakamoto, Miwa Murata, Takeshi Katayama and **Yuki Aoki**, “Teaching Material Used Machine Learning and Trial Lesson for AI Education”, Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2019.
3. Kana Tagai, Yasushi Yuminaka, Takahiro Shimoda and **Yuki Aoki**, ”Active Learning Assistance Systems Utilizing AR-based Virtual Blackboards”, Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2019.
4. Takanori Saito, Yasushi Yuminaka, Takahiro Shimoda and **Yuki Aoki**, “Development of AR Teaching Aid for Diurnal Motion Understanding”, Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2019.
5. **Y. Aoki** and I. Saitoh, “Preliminary Report: Development of a Learning Management System in Middle School Science Education”, Proceedings of International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018.
6. I. Saitoh, Y. Koibuchi, and **Y. Aoki**, “Development of Teaching Aid for Electromagnetic Induction utilizing Augmented Reality”, Proceedings of International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018.
7. I. Funatsu and **Y. Aoki**, “Development of a Teaching Aid for Mechanics using the Spatial Recognition Smartphone”, Proceedings of International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018.
8. T. Ohno and **Y. Aoki**, “Preliminary Report: Development of Virtual Mechanics Simulation with Tablet Device”, Proceedings of International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018.
9. **Y. Aoki**, “Review of Augmented and Virtual Reality for Middle School Science Education”, Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2018.
10. **Y. Aoki** and S. Imachi, “Development of AR Teaching Material by Tablet for Beginning Students of Sound Wave Propagation and Detection”, Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2018.
11. S. Ujihara and **Y. Aoki**, “The Development of a VR Teaching Aid for Use by Middle School Students Studying the Diurnal Motion of Stars”, Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2018.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 18件）

1. 著者名 Yuki Aoki and Izuho Funatsu	4. 巻 18
2. 論文標題 Development of a Teaching Aid for Teaching Dynamic Motion Using the Tango Platform	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Information and System in Education	6. 最初と最後の頁 7-10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.12937/ejsise.18.7	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 氏原慎吾, 青木悠樹	4. 巻 30
2. 論文標題 日周運動のバーチャル観察から視点移動の概念を理解するタブレット教材の開発と実践	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 教材学研究	6. 最初と最後の頁 29-36
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Y. Aoki, S. Imachi, and T. Kase	4. 巻 2-3
2. 論文標題 The Learning Effects of Visualizing Sound Waves using Augmented Reality in Middle School Science Education	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Tech. Soc. Sci.	6. 最初と最後の頁 6-13
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 青木悠樹, 井上湧登, 岡田直之	4. 巻 66
2. 論文標題 タブレットを用いた生徒実験用力学教材の開発と実践	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 物理教育	6. 最初と最後の頁 93-98
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.20653/pesj.66.2_93	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 青木悠樹, 井町翔	4. 巻 35
2. 論文標題 音波を可視化させたタブレットによる拡張現実教材の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 297-300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.14926/jsise.35.297	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 茂木孝浩, 青木悠樹	4. 巻 42
2. 論文標題 干渉の条件式を満たす単層反射防止膜教材の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 応用物理教育	6. 最初と最後の頁 1-6
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 青木悠樹, 山中薫	4. 巻 35
2. 論文標題 タブレットを用いた簡便な位相検波教材の開発と実践	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 293-296
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.14926/jsise.35.293	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 佐藤綾, 山野井貴浩, 柏木純, 青木悠樹	4. 巻 59
2. 論文標題 タブレットを用いたシミュレーション活動が中学校理科での遺伝の規則性の学習と優性の概念へ与える影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 生物教育	6. 最初と最後の頁 64-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.24718/jjbe.59.2_64	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 Y. Aoki and I. Saitoh	4. 巻 -
2. 論文標題 Preliminary Report: Development of a Learning Management System in Middle School Science Education	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018	6. 最初と最後の頁 -
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 I. Saitoh, Y. Koibuchi, and Y. Aoki	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of Teaching Aid for Electromagnetic Induction utilizing Augmented Reality	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018	6. 最初と最後の頁 -
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 I. Funatsu and Y. Aoki	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of a Teaching Aid for Mechanics using the Spatial Recognition Smartphone	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018	6. 最初と最後の頁 -
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 T. Ohno and Y. Aoki	4. 巻 -
2. 論文標題 Preliminary Report: Development of Virtual Mechanics Simulation with Tablet Device	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018	6. 最初と最後の頁 -
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 Y. Aoki	4. 巻 -
2. 論文標題 Review of Augmented and Virtual Reality for Middle School Science Education	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2018	6. 最初と最後の頁 -
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 Y. Aoki and S. Imachi	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of AR Teaching Material by Tablet for Beginning Students of Sound Wave Propagation and Detection	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2018	6. 最初と最後の頁 -
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 S. Ujihara and Y. Aoki	4. 巻 -
2. 論文標題 The Development of a VR Teaching Aid for Use by Middle School Students Studying the Diurnal Motion of Stars	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Technology and Social Science 2018	6. 最初と最後の頁 -
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 青木悠樹, 山中薫	4. 巻 35-3
2. 論文標題 タブレットを用いた簡便な位相検波教材の開発と実践	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 青木悠樹, 井町翔	4. 巻 35-3
2. 論文標題 音波を可視化させたタブレットによる拡張現実教材の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 青木悠樹, 氏原慎吾	4. 巻 29
2. 論文標題 星の日周運動を体感的に学ぶタブレット教材の開発と実践	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 教材学研究	6. 最初と最後の頁 75-82
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 佐藤綾, 山野井貴浩, 柏木純, 青木悠樹	4. 巻 59-2
2. 論文標題 遺伝分野でのタブレット教材を用いた授業実践	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 生物教育	6. 最初と最後の頁 64-74
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 青木悠樹	4. 巻 41-2
2. 論文標題 タブレットに内蔵されるセンサーを利用した電磁誘導を学習する教材開発と実践	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 応用物理教育	6. 最初と最後の頁 63-68
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 青木悠樹	4. 巻 27
2. 論文標題 液体の粒子モデルを学ぶ教材・教育プログラムの開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 教材学研究	6. 最初と最後の頁 69-76
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13件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 青木悠樹
2. 発表標題 ARを用いた磁力線の3次元提示教材の開発と実践
3. 学会等名 第74回日本物理学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 青木悠樹
2. 発表標題 中学校理科における音の性質を理解する拡張現実教材の開発と実践
3. 学会等名 第23回日本バーチャルリアリティ学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青木悠樹
2. 発表標題 中学生を対象とした音を理解するための拡張現実教材の開発と実践
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Aoki and I. Saitoh
2. 発表標題 Preliminary Report: Development of a Learning Management System in Middle School Science Education
3. 学会等名 International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 I. Saitoh, Y. Koibuchi, and Y. Aoki
2. 発表標題 Development of Teaching Aid for Electromagnetic Induction utilizing Augmented Reality
3. 学会等名 International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 I. Funatsu and Y. Aoki
2. 発表標題 Development of a Teaching Aid for Mechanics using the Spatial Recognition Smartphone
3. 学会等名 International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Ohno and Y. Aoki
2. 発表標題 Preliminary Report: Development of Virtual Mechanics Simulation with Tablet Device
3. 学会等名 International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Aoki
2. 発表標題 Review of Augmented and Virtual Reality for Middle School Science Education
3. 学会等名 International Conference on Technology and Social Science 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Aoki and S. Imachi
2. 発表標題 Development of AR Teaching Material by Tablet for Beginning Students of Sound Wave Propagation and Detection
3. 学会等名 International Conference on Technology and Social Science 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Ujihara and Y. Aoki
2. 発表標題 The Development of a VR Teaching Aid for Use by Middle School Students Studying the Diurnal Motion of Stars
3. 学会等名 International Conference on Technology and Social Science 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青木悠樹, 井町翔
2. 発表標題 音の波形を理解するための拡張現実教材の開発
3. 学会等名 第73回日本物理学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青木悠樹
2. 発表標題 中学校理科教育での「音」の性質を理解するためのAR教材の開発
3. 学会等名 第22回日本バーチャルリアリティ学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青木悠樹
2. 発表標題 タブレットを用いた生徒実験用力学教材
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	栗原 淳一 (Kurihara Junichi) (90583922)	群馬大学・教育学部・准教授 (12301)	