

## MRによる磁界の可視化を用いた授業の実践結果

## Results of Lessons Using Magnetic Field Visualization by MR

○植田 達郎\*, 川田 博基\*\*

UEDA Tatsuro\*, KAWADA Hiroki\*\*

\*三重大大学非常勤講師, \*\*三重中学校・高等学校

\*Mie University part time lecturer, \*\*Mie Junior and Senior High School

[要約] 目に見えない現象を学習することは難しい。しかし複合現実 (MR) は、そのような学習を支援する可能性を持っている。今回は、目に見えない現象として磁界をとりあげ、可視化教材アプリを開発し、授業プログラムを作成した。そして、8つの機会ですべて授業を実践した。授業するたびに様々な問題点・課題が判明し、教材アプリを改良し、授業プログラムを改善した。最終的に学習効果は上昇し満足度は良好であった。MRは目に見えない現象の学習を十分支援できることができたことがわかった。

[キーワード] 複合現実 Mixed Reality MR 磁界 可視化 ICT

## 1. はじめに

## 1) 目に見えない現象の学習

理科を学習する生徒にとって、目に見えない現象の学習・理解は難しい。例えば岡崎ら (2010)、山下ら (2011)、下崎ら (2013) は、自然現象の可視化に取り組んでいる。

このように、理科の学習においては目に見えない現象をいかにイメージ化するかが重要である。本研究では、ICT 技術である複合現実がイメージ化の有効な方策であることを、磁界の学習を例にして示す。

## 2) 磁界の学習

磁界は目で見ることができない。

田村ら (2016) は、磁界を理解することが難しいという報告が複数挙げられていること、そしてこの課題に対する様々な取り組みがなされていることを報告し、磁界のイメージを持たせる教材を AR という技術を使って開発している。

本研究では、AR を包含する技術である MR を使って磁界を学習する教材を作成した。

## 3) 複合現実 (MR) とは

複合現実 (Mixed Reality, MR) とは、現実空間と仮想空間を混合し、現実のモノと仮想的なモノがリアルタイムで影響しあう新たな空間を構築する技術全般を指す (Adriana, 2009)。



図1 複合現実の例

複合現実を使ったヘッドセット (今回はマイクロソフト社の HoloLens を使用した)

を使うと、現実世界に仮想の映像を配置し、その映像を周囲から観察したり、映像を操作することでインタラクションしたりすることができる。

理科の学習は、身の回りの現象のしくみを学習することが多い。そのため、身の回りの現実イメージや情報を付与することのできる複合現実が理科の学習に向いている。残念ながら今回は現実の現象に直接情報を付与することはできなかったが、仮想的な現象を操作したり体験したりすることができる教材を作成した。

## 2. 研究の目的

以上に述べたように、目に見えない現象の学習は難しい。これについて、特に磁界の学習を取り上げ、複合現実を用いた教材と授業プログラムを開発し、その学習の可能性・有効性を確かめた。

## 3. 方法

### 1) 教材アプリの作成

複合現実を使い、仮想の磁石のまわりの磁界を可視化し、操作できるようにした。

開発は一度で完成させるのではなく、展示会や出張授業のたびに体験者の反応を分析し、改善を繰り返した。

最初は、対集団の授業ではなく、対個人の展示会で体験者の反応を分析し、教材アプリを改良した。対個人での反応が十分なレベルに達してから、対集団の授業を行い、体験者の反応を分析し、さらに教材アプリを改良した。

### 2) 授業プログラムの作成

前述の教材アプリの作成と同じように、授業プログラムも生徒の反応を分析しながら改良した。その結果、以下のような流れの授業プログラムを作成した。

1. 事前学習テスト
2. 現実の磁石と鉄粉を使った磁界の説明
3. 生徒の1人が複合現実ヘッドセットを装着し、まず2次元の磁界を体験する
4. 次に、別の生徒1人が3次元の磁界を体験する
5. 残りの生徒たち全員が複合現実の磁界を体験する
6. 現実の磁石と鉄粉を見せて、まとめる
7. 事後学習テストおよびアンケート

### 3) 授業の実施

実践を行ったのは以下の展示会・学校である。

- 大阪メイカーズバザール
- メイカーフェア東京
- 鈴鹿高校 (三重県)
- 三重高校 (三重県)
- 愛知総合工科高校 (愛知県)
- 稲城市立第六中学校 (東京都)
- 京進スクールワン四日市ときわ校 (三重県)
- 障害者ITカレッジよっかいち (三重県)

### 4) 効果の評価

授業の前後で磁界の向きを書き込む小テストを実施し、スコアを比較した。

生徒の教材に対する満足度はNPS (ネット・プロモーター・スコア: 顧客ロイヤリティ指標) で測定した。NPSとは、一般的に企業やブランドに対する愛着・信頼の度合いを測るための指標である。欧米の売上上位企業 (フォーチュン1000) のうち3分の2以上が活用している (Jennifer, 2016)。

NPSは、「あなたはこの商品を親しい友人や家族にどの程度すすめたいと思いますか? 0~10点で点数を付けてください」と質問する。この回答を元に計算し、最終的に一

100 ~ +100 のスコアを算出する。

#### 4. 結果

##### 1) 展示会での出展

2017年6月には大阪メイカーズバザールで最初のバージョンのアプリを展示し、体験者の反応を分析した。その結果、操作性や視認性に問題があることが判明した。

そこで、磁石を操作する方法を一新し、2017年7月にメイカーフェア東京で展示し、体験者の反応を分析した。その結果、大変良好な反応を得ることができた。

##### 2) 学校での授業

2017年10月に鈴鹿高校（三重県）で出張授業を実施した。

この授業では初めてヘッドセットから見えている映像をプロジェクターに投影した。しかし、表示された図形が細かいため、見づらかった。

また、生徒の見ている映像とプロジェクターで映している映像の間に10秒近いタイムラグがあるため、分かりにくかった。

これらの問題点を改良し、2018年2月に三重高校（三重県）で出張授業を実施した。

この授業では、ヘッドセットを体験した生徒と、体験せずにプロジェクターの映像を見るだけの生徒に分かれていた。しかし、生徒アンケートの結果から、ヘッドセット体験者と他の生徒の間に満足度に大きな開きがあることが判明した。そこで、その後の授業では生徒全員が体験できるように授業プログラムを改良した。

その後、2017年3月に愛知総合工科高校（愛知県）、稲城市立第六中学校（東京都）、障害者ITカレッジよっかいち（三重県）等出張授業を行った。これらの授業では、生徒たちは高い満足度を得ていることがわか

った。

また、アンケートから生徒たちが本来地味な磁界に「面白そう」といった興味・関心を抱いたことが判明した。

##### 3) 学習テスト

初めて授業を行った鈴鹿高校では、学習テストのスコアが授業後に16%上昇した。その後、教材アプリと授業プログラムを改良した結果、三重高校では、学習テストのスコアが授業後に40%上昇した。他の学校でも学習テストの結果は上昇した。

##### 4) 満足度

2017年6月の大阪メイカーズバザールでのNPS回答分布は以下の通りだった。

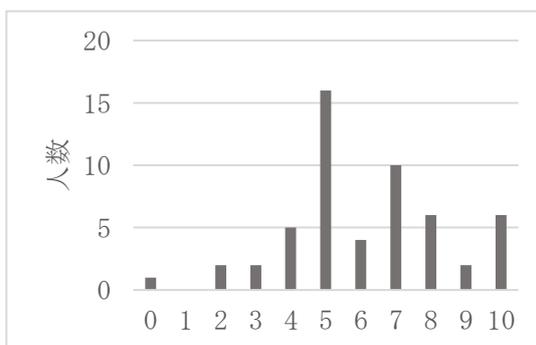


図2 大阪メイカーズバザールでのNPS

NPSは-41であった。

その後、2018年2月の三重高校でのNPS回答分布は以下の通りだった。

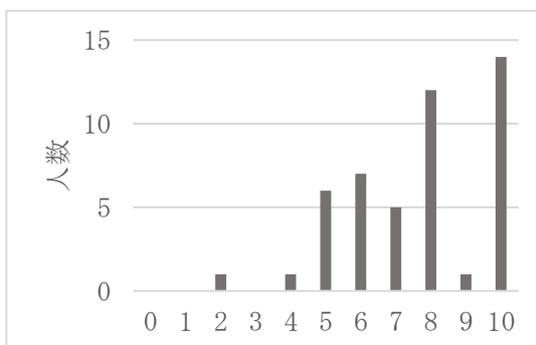


図3 三重高校でのNPS

NPS は 0 であった。

その後、2018 年 3 月の愛知総合工科高校での NPS 回答分布は以下の通りだった。

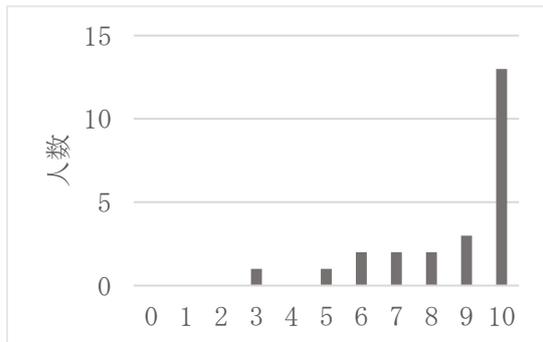


図 4 愛知総合工科高校での NPS

NPS は +50 であった。

このように、教材アプリと授業プログラムを改良すれば、生徒は非常に高く満足することがわかった。

## 5. 考察

磁界をとりあげた複合現実を利用した授業は、学習効果と高い満足度をもたらすことが明らかになった。さらに、磁界に対する生徒の興味・関心を喚起する効果があることも分かった。

これらのことから、磁界の単元の最初に複合現実を使った授業を行い、生徒に磁界のイメージをつくらせるとともに興味・関心を持たせることが、効果的であると考えられる。

しかし、複合現実を使ったヘッドセットはいまだ開発フェーズにあり、高価である。2019 年後半に普及版が発売されると予測されているが、それまで学校が購入することは難しいであろう。したがって、複合現実を使った授業を独自に行う団体が複数の学校に出張授業を行うという形式が現実的で

あると考えられる。

## 6. おわりに

三重高校の村田先生には授業の実施についてご尽力頂きました。御礼申し上げます。

また、複合現実を使った教材を多数作成し、効果を確認したいと考えております。ご協力頂けると幸いです。

## 引用および参考文献

Adriana de Souza e Silva, Daniel M. Sutko : Digital Cityscapes: merging digital and urban playspaces. New York: Peter Lang Publishing, Inc., 2009

相沢慎一：見えないものを見る努力，生物物理 46-4, 179, 2006

Jennifer Kaplan : The Inventor of Customer Satisfaction Surveys Is Sick of Them, Too, 1, Bloomberg.com, 2016

岡崎，今村：児童のイメージを生かした理科授業の展開－見えない事象を捉えるための工夫－，日本科学教育学会研究報告，25-1, 41-46, 2010

下崎大吾ほか 3 名：目に見えない自然現象をイメージして考える力を高める理科指導に関する実践研究，信州大学教育学部附属教育実践センター紀要「教育実践研究」，14, 81-90, 2013

田村領太ほか 4 名：立体的な磁力線をイメージするための AR 教材の開発，日本科学教育学会研究会研究報告，31-1, 17-20, 2016

山下芳樹ほか 5 名：自然現象の可視化－親子理科実験教室から学ぶ－，立命館高等教育研究，11, 199-212, 2011