

## MR を用いたネットワーク学習教材の評価

## Evaluation of Network Instructional Materials using Mixed Reality

豊崎 駿佑<sup>\*1</sup>, 上野 春毅<sup>\*2</sup>, 深町 賢一<sup>\*2</sup>, 小松川 浩<sup>\*1</sup>Shunsuke TOYOSAKI<sup>\*1</sup>, Haruki UENO<sup>\*2</sup>, Kenichi FUKAMACHI<sup>\*2</sup>, Hiroshi KOMATSUGAWA<sup>\*1</sup><sup>\*1</sup> 公立千歳科学技術大学大学院 理工学研究科<sup>\*1</sup> Graduate School of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology<sup>\*2</sup> 公立千歳科学技術大学 理工学部<sup>\*2</sup> Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

Email: m2230240@photon.chitose.ac.jp

あらまし：筆者らはコルブの経験学習モデルに基づいた学習デザインのもと、MR を活用したネットワーク学習教材を開発した。本システムの利用により、「気づき・分かったこと」の差で紙のワークシートよりも有用性が高いことが示唆された。しかし、MR と実機の同一体験に関する検証は実施されていなかった。また、実機再現という点でも課題が残っていた。本稿ではシステムの開発と改善、MR と実機での構築を比較し、遜色ない体験ができるかを検討した結果について述べる。

キーワード：高校情報 I, MR, ネットワーク構築演習

## 1. はじめに

2022 年度から高等学校「情報 I」が共通必修科目となり、特に情報通信ネットワークの単位では知識および技能の両面を身につけることが求められる。しかし、現在の家庭内 LAN を構築する演習では、紙や作図サイトなどを用いて行われており、実際のネットワーク構築(技能)の経験から学べる内容という点で乖離がある。そこで本研究では、コルブの経験学習モデル<sup>(1)</sup>に基づいた学習デザインのもとで、現実空間と仮想空間を融合できる特性と空間認識機能を利用できる MR(Mixed Reality)を用いてシステムを開発した。また、MR と実機での構築を比較し、遜色ない体験ができるかを検討した。

## 2. MR システムの試作と評価

本研究では家庭内 LAN 構築を学習の対象とし、ここにコルブの経験学習モデル(①具体的経験②省察的観察③抽象的概念化④能動の実験)を適用した。①は既習知識を活かし家庭内 LAN 構築を行う。②は①の結果から正しく接続出来なかった点や通信できている点を見つけ原因を探る。③は②で思考したことを言語化し、意見を纏める。④では③を参考に①と同様の家庭内 LAN 構築を再度行う。今回は①④の部分に MR を用いた。開発したシステムは、QR コードをトリガーとして、現実空間の壁や机上の任意の場所にネットワーク機器を仮想的に用意し、学習者自身がこれらを実際に手で触れるように操作(接続)し、家庭内 LAN を構築できるようにした。加えて、接続が正しく行われていることを判定して学習者に判定結果をフィードバックした。

本システムと従来の紙のワークシートを比較した検証の結果、「気づき」「分かったこと」の個数が本システムを利用した場合の方が 3.38 倍多くなった。これは具体的経験からの理解や省察の材料が与えら

れる観点で、紙のワークシートより有用性が高い可能性が示唆された<sup>(2)</sup>。

## 3. MR システムの改善

一方で、実機の再現という点で課題が残った。具体的には、実際のケーブルは曲げて方向を変えられるのに対して、MR では硬直しており自由に曲げることが出来ない(図 1)。このため MR 上で接続するには機器を動かして差し込むなど現実の接続とは異なるインターフェイスとなっていた。そこで、新たにケーブル部が柔軟に曲がるフレキシブル LAN ケーブル作成した(図 2)。この LAN ケーブルは、プラグ部とケーブル部を分けて作製した。プラグ部は従来の硬直 LAN ケーブルと同じ手順で作成した。ケーブル部は、Unity 上で Rope Toolkit を使用した。ケーブルの両端に始点と終点を設定し、その間を動的に描画する処理とした。加えて、ケーブルは衝突判定が有効なため、他のネットワーク機器に接触する・引っかかるといった動作も可能である。また、挿んだプラグともう一方のプラグが設定された距離以上離れると、同じ方向に追従する仕組みも実装し、引きずるといった挙動も再現した。この方法で光ファイバケーブルも同様にフレキシブル化を行った。



図 1 硬直 LAN ケーブル 図 2 フレキシブル LAN ケーブル

## 4. 検証方法

MR と実機での構築を比較し遜色のない体験が可能かどうかを検証した。検証の手順は最初に実機で構築し、次に MR で構築することとした。具体的に

は、実機では構成図を見ながら家庭内ネットワークを構築し、MRでは、HoloLens2を装着し同様の構築を行う内容とした。その後、実機とMRでの操作や構築体験の違いについてのアンケートを実施した。また、被験者は本学の学生10名で、ネットワーク構築経験の有無は問わなかった。

## 5. 検証結果

実機とMRで構築を行った際に「持つ」「移動する」「接続する」といった操作に違いがあるかという質問を行った結果を図3に示す。回答方法は、大きな違いがある・多少の違いがある・違いはほとんどない、の3段階とした。その結果、90%以上の被験者がどの操作においてもMRと実機において“大きな違いはない”と回答した。一方で、どの部分に違いを感じたかヒヤリングを行った結果、「距離感が慣れない」「MR上で機器を動かすときは指先で摘まむように持つが、実機では掴むように持つため」といったことが挙げられた。

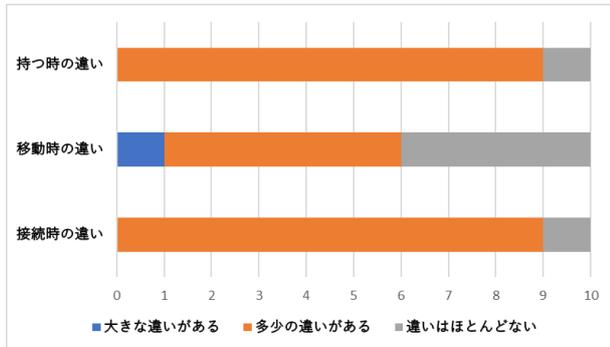


図3 アンケート結果1

次に、実機とMRにおいて総合的な観点で構築体験に違いがあるかという質問を行った結果を図4に示す。回答方法は、ある(できた)・ない(できない)の2段階とした。(1)実機と比べて同じように構築できたかという観点では、50%の被験者が“出来た”と回答した。理由としては、「機器それぞれの機能が読み取りやすく特に困らなかった」「MR上でも自分の思うように機器やケーブルを動かして接続できたため」という意見を得た。50%の“出来なかった”被験者からは、「実機では接続口とケーブルの形の違いで正しい接続口が確認できたが、MRではどの接続口にもケーブルが刺さるため」という意見が多数挙げられた。(2)実機とMRで学べる内容に違いがあるかという観点では、70%が“ない”と回答した。理由としては「機器やケーブルの形はMR上でも確認可能で、構築も同様に可能だったため」「実機とMRでの体験を比較して、MRになることで実機から特に欠落している情報はなかったから」という意見を得た。「ある」と回答した被験者からは、「MRでは操作の方に気が持っていかれて接続方法を学ぶことへの意識が実機よりも低くなってしまったと感じたから」といった意見を得た。(3)MR上での構築では感触・重さが無いがそれは構築体験する上で困ることがあつ

たかという観点では、80%の被験者が“ない”と回答した。理由としては、「実際に接続できているかがカチッという音で確認できて再現できていると感じた」「特に問題を感じなかった」という意見を得た。「ある」と回答した被験者からは、「機器やケーブルを持っている状態かどうかを、感触ではなく視覚で確認しなければならなかった」という感触が重要という意見も聞かれた。

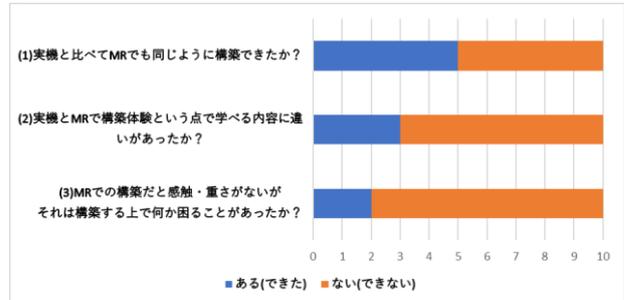


図4 アンケート結果2

これらの結果から、フレキシブルケーブルに変更したことで、より現実のケーブルと同じような感覚で家庭内LANを構築することが可能となった。また、実機とMRにおける構築体験を比較した検証では、多少の違いはあるものの、MR特有の操作に関する点で、家庭内LAN構築体験という観点では遜色なく同一の体験が可能であることが示唆された。

一方、MRで各ケーブルのプラグが任意の接続口に刺さってしまう点においては、何回でも間違えられうることを意味しており、これはコルブの経験学習モデルに基づく反復学習を想定すると、必要要件であると考えられる。また、MRの弱点である感覚が無い点では、音や表示方法など触覚以外の感覚に刺激を与えることで、ある程度対応可能であることが分かった。

## 6. おわりに

本研究では、コルブの経験学習モデルに基づいた学習デザインのもと、MRを用いた家庭内LAN構築システムを開発した。その結果、学習者の気づき・分かったことの回数が増えることから、従来の紙のワークシートより有用性が高い可能性が示唆された。さらに、実機に近い操作性を意識したケーブル操作に関する改良を行った。その結果、MRでは僅かな差異が存在するが家庭内LAN構築体験を行うという観点では同一の体験ができることも示唆された。

今後は、実際に高校生が利用することを想定し、より分かりやすい省察の材料を与えられるようなフィードバック表示や本システムを組み込んだ授業設計を行う予定である。

### 参考文献

- (1) Kolb, D.A.: “Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development”, Prentice Hall. (1984)
- (2) 豊崎ら: “MRを用いたネットワーク学習教材の開発”, 教育システム情報学会2022年度学生研究発表会(2023)