

# 日本溶接協会 2022 年度 「次世代を担う研究者助成事業」 成果報告

## AR/MR技術を使用した溶接ビギナーへの 溶接指導システムの開発

佐々木 崇紘・伊藤 大地

秋田工業高等専門学校

### 1 はじめに

#### 1.1 緒言

秋田工業高等専門学校（以下、本校）では、1学年の学生全員および機械系の2～3学年の学生に、溶接の指導を行っている。溶接は火傷や感電の恐れがあり、危険度が高い作業のため、溶接未経験者を指導する場合は、作業前の安全教育が非常に重要となる。本校においても1～2学年の学生に溶接を指導する場合は、授業内の多くの時間を割いて安全教育を行っているのが現状である。また、実際に溶接を行う際は溶接棒や溶接トーチなどの道具を使用するが、それらの道具の「角度・材料からの距離・移動速度」は溶接を行う上で非常に重要であり、正しい条件で溶接を行わないと、溶接部の外観不良や強度低下につながる。そのため、溶接棒や溶接トーチの正しい「角度・距離・速度」については時間をかけて指導し、反復して練習させる必要がある。しかし、昨今の物価高や電力費の高騰により、材料や溶接で使用する消耗品は大幅に値上がりしており、どのようにして費用を抑えて溶接を習得させるか、という点が大きな課題である。

そこで本研究では溶接未経験の若年層の学生や溶接初心者向けの、安全かつ直感的でわかりやすい方法で溶接技能を習得する手段として、MR技術を用いた溶接体験アプリケーションの考案および開発を行う。

#### 1.2 MR技術を選択した理由

MRは（Mixed Reality = 複合現実）の略であり、現実世界に視覚情報を重ねて表示する技術である。MRの

最大の特徴は、表示する情報が3Dであり、表示されたデジタル情報を触って操作したり、回り込んで後ろから見たりすることができる。

AR（Augmented Reality = 拡張現実）やVR（Virtual Reality = 仮想現実）を用いた溶接技術習得用のシステムは、すでに数社から発売されているが、価格が非常に高価（数百万円）であること、またシステムを使用するには専用のヘッドセット・コントローラ・カメラ・パソコンなどの装置が必要であり、持ち運びが困難である。

また、VRは視界を完全にふさいでしまうため、使用できる場所が制限される。しかしMRは専用のヘッドセット単体のみで使用することができるので、持ち運びが容易に行うことができ、視界をふさがないため屋外や人通りが多い場所でも安全に使用できる。またMRヘッドセットは数社から発売されており、数万～数十万円で購入できるため、ARやVRを用いた市販のシステムよりも安価に導入できる。以上の点からMR技術を選択した。

### 2 研究方法

#### 2.1 アプリケーションの開発

溶接体験アプリケーションの開発は以下の環境にて行った。

- ・MRデバイス「HoloLens 2」
- ・アプリケーション開発「Unity」
- ・プログラム作成「Visual Studio」
- ・3Dモデル製作「Blender」

MRデバイスはMicrosoft社製のHoloLens 2を使用した（写真1）。そしてBlenderにて溶接棒ホルダと溶接トーチの3Dモデルを制作した。



写真1 HoloLens 2

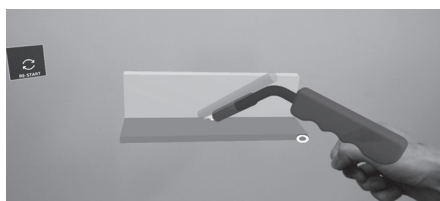


図1 マグ溶接体験アプリケーション

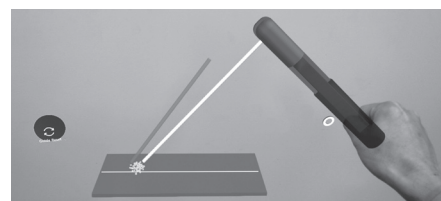


図2 被覆アーク溶接体験アプリケーション

図1, 2 (前ページ) が今回製作したアプリケーションであり、マグ溶接と被覆アーク溶接という種類の溶接を体験できる。HoloLens 2を装着しアプリケーションを起動すると、溶接トーチ、材料、赤色の円柱、ボタンが目の前に現れる。赤色の円柱はガイドであり、溶接トーチの理想的な角度と材料からの距離を示している。ガイドは材料の上を一定速度で進み、材料のはしで停止するように設定している。材料の左側にあるボタンを押すとガイドを初期位置に戻すことができ、繰り返し練習を行うことができる。

HoloLens 2には人の手を認識する機能があり、表示された視覚情報を手でつかんで動かすことができる。この機能を使用し表示された溶接トーチをつかみガイドに重ねて動かすことで、理想的な溶接トーチの動かし方を学ぶことができる。また、材料と溶接棒の先端を近づけるとアークを模したエフェクトが発生し、距離が離れるとエフェクトが止まるよう設定しているの、適切な距離をリアルタイムで把握することができる。

## 2.2 実験内容

今回は本校の溶接未経験の学生6名(以下、学生A~F)に3パターンの溶接の練習方法を行い、最終的にビード(溶接金属)外観にどのような変化が起こるか検証を行った。溶接の種類はもっとも一般的であり、本校の実習でも行っている被覆アーク溶接を使用する。まずは学生A~F全員に被覆アーク溶接の原理を説明し、実際に溶接を行う様子を見学させた。その後、学生を3つのグループに分け、以下のような方法で溶接練習を行った。

(方法1)溶接中の学生の手を指導者が動かし、補助をしながら溶接を行う。

(方法2)溶接中に指導者が口頭で溶接棒の「速さ・高さ・角度」を指示する。

(方法3)今回製作したホロレンズ用の被覆アーク溶接体験アプリケーションを使用した練習。

学生A・Bが方法1、学生C・Dが方法2、学生E・Fが方法3の練習方法を20分行った後、本番の溶接を1回行い、それぞれのビード外観を観察する。練習および本番の溶接は以下の条件で行った。

- ・溶接機 交流アーク溶接機(ダイヘンBP-300, 電撃防止装置内蔵)
- ・材料 SS400 6×50×100mm
- ・溶接棒 神戸製鋼B-33 φ3.2
- ・溶接電流 100A

## 3 主な研究成果

指導者および学生A~Fが行った溶接結果を写真2に示す。学生A・B・E・Fのビードは幅が指導者のビー

ドに近く、正しい速さで運棒できていたことがわかる。学生C・Dはビード幅が細くなっており、運棒速度が速かったことがわかるが、声のみの指導だったため正確な速さが理解しにくかったことが原因と思われる。また、学生C・Fのビードが乱れているが、溶接棒と材料の距離が離れていたこと、溶接棒を一定速で進めていないことが原因である。

方法1の練習を行った学生A・Bと、方法2の練習を行った学生C・Dでビード外観に差が出るのは予想通りであったが、方法3の練習を行った学生E・Fのビードは、どちらかと言うと学生A・Bのビードに近く、溶接体験アプリケーションが溶接練習に有用であると言える。

また、被覆アーク溶接体験アプリケーションを使用した学生からは次のような意見があった。「溶接棒の角度や移動速度を知ることができるので、溶接の練習になると感じた」「MRを初めて体験したが、日常では体験できない技術に触れることができ楽しかった」「実際の溶接を行う際に使用する溶接棒ホルダが意外と重かったので、アプリケーションで練習をするときに重りを付けたほうがより実際の溶接に近づくと思う」。

方法3の練習を行った学生E・Fのビードは、どちらかと言うと学生A・Bのビードに近く、溶接体験アプリケーションが溶接練習に有用であると言える。

## 4 おわりに

本研究ではMRを使用した溶接体験用アプリケーションを開発し、通常の溶接の練習方法とMRを使用した練習方法を行った学生の溶接を比較し、ビード外観にどのような違いが出るかの検証を行った。今回製作したアプリケーションは溶接未経験者をターゲットとしており、溶接の雰囲気を感じることや溶接トーチの操作方法の習得を目的としている。しかし今後は溶接経験者をターゲットにしたアプリケーションも製作したいと考えており、よりリアルに溶接の状況を再現するため、さまざまな機能の追加や体験できる溶接の種類を追加していく。具体的には溶接棒の移動速度や距離を反映したビードをリアルタイムで生成し、溶接の評価を行える機能を検討している。

最終的には開発したアプリケーションを本校実習に導入することが目標であるが、本校内だけでなくとどまらず学外イベントなどでもアプリケーションを活用し、地域の小中学生などに溶接を体験してもらうことで溶接の楽しさを知ってもらい、溶接に興味を持ってもらう取組みを行いたい。

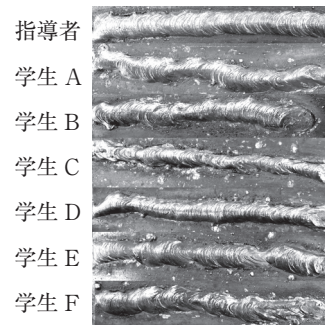


写真2 ビード外観の比較