

# 水理実験教育におけるデジタル技術の活用 ～タブレット端末とARによる視覚的理解の促進～

会田 俊介  
東北大学 工学研究科

## 1. はじめに

文部科学省が推奨する ICT (Information and Communication Technology) 教育の大きなメリット<sup>[1]</sup>として、学生のモチベーションの向上が挙げられる。デジタル機器を使う楽しさ・新鮮さは学習意欲を向上させ、シミュレーション動画などは、興味関心を高める。本報告書では、計測データの一元観察システムを構築し、本学土木工学専攻において実施されている水理実験教育に適用した結果を報告する。また、AR (Augmented Reality) を活用した水の流れの可視化システムについて、次年度導入に向けた取り組みを報告する。

## 2. 一元流量観察システム

### 2. 1 システムの整備

東北大学工学部土木工学専攻では、学部3年生を対象とした実験授業がある。その中に跳水実験が設定されており、水理実験室の可傾斜水路を用いて実施されている。跳水実験における流量測定は、三角堰による測定、超音波式流量計 (キーエンス社製) による測定に、水路上流部に電磁式流速計 (ケネック社製) と超音波式水位計 (オムロン社製) を設置し  $Q=AV$  式により求める測定方法に加え、3種類の流量測定を行っているが、各流量値の確認には各計測場所への移動が伴う状況である。そのため、同時

刻に一画面で観察するシステムを整備した。

計測データは、超音波式流量計は電流値、その他は電圧値で出力され、データロガーに集約する。それぞれキャリブレーションを行い、流量値として表示されるように設定した。この流量値は、Duet Air (Duet 社製) を用いて iPad (Apple 社製) で確認・操作できるよう設定した。Duet Air とは、タブレット端末を Windows PC のサブディスプレイとして利用できるアプリである。図1にシステム概要を示す。

### 2. 2 アンケート結果

令和6年度の跳水実験において、一元流量観察システムを用いて流量に関する説明を行い、その効果を調べるためのアンケート調査を実施した。実験授業全10回分のアンケート結果を記載する。アンケートの内容は表1に示すとおりであり、質問①②は選択式、質問③④は記述式とした。

質問①②のアンケート結果を図2に示す。全員が肯定的な評価を示しており、「とても思う」と「思う」が合わせて100%を占めているため、タブレットの活用が学生の流量測定に関する理解を深めるのに非常に効果的であり、実験への関心を高める効果も高いことがわかる。ただし、理解の深まりに対する効果がわずかに上回っていることから、特に教育内容の理解促進においてタブレットが有用であると評価できる。

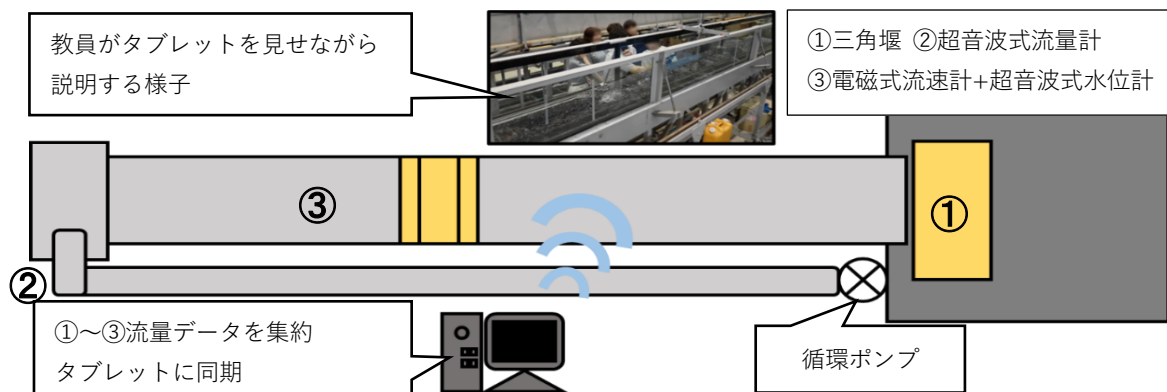


図1 一元流量観察システム

質問③のアンケート結果について、アフターコーディングを行った(図3)。この結果から、特に測定方法の多様性と比較に関心を持っており、異なる方法の特徴や長所・短所を理解することに価値を感じていることがわかった。また、リアルタイム性と具体的な学習内容の可視化も重視されるべきポイントである。

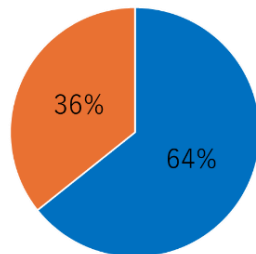
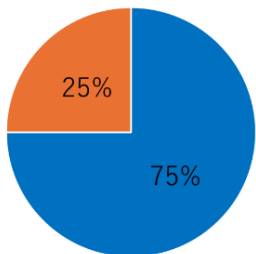
質問④に関しては、具体的なデジタル技術の回答はなかった。

表1 アンケートの質問事項

①	タブレットで測定データを可視化することで流量測定について理解が深まりましたか？
②	タブレットを活用して実験を行うことで、実験への関心が高まったと感じますか？
③	タブレットを使用して実験データを観察する中で、特に興味深いことや気づいたことがありましたか？詳細を教えてください。
④	今後取り入れてほしいデジタル技術があれば教えてください。

質問① 回答数=56

質問② 回答数=56



■ とても思う ■ 思う ■ どちらとも言えない ■ あまり思わない ■ 思わない

図2 質問①②のアンケート結果

質問③ 回答数=32

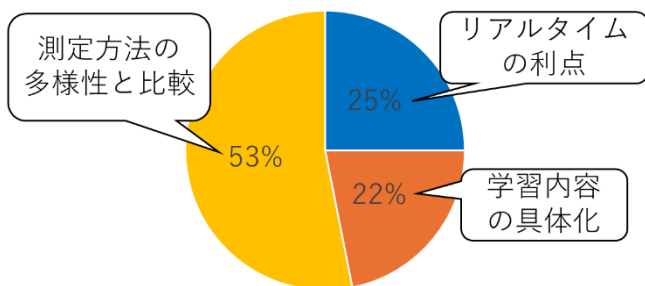


図3 質問③のアフターコーディング結果

### 3. AR 技術を活用した取り組み

先に説明した跳水実験とは別に、管路を用いた実験授業も行っている。実験で使用している管路は不透明な素材であり、内部の流体挙動を直接観察することができない。そこで、管路内の水の流れを可視化し、管路内の流体挙動を直感的に理解できる AR アプリケーション(以降アプリ)を制作した。

アプリ制作には、3D-CG 制作ソフトウェア Blender<sup>[2]</sup>とゲームエンジン Unity<sup>[3]</sup>を用いた。まず Blender で急拡大部・急縮部を含むパイプの3Dモデルを作成し、物理演算機能を用いて管路内の水流シミュレーションを実施した。この結果を JSON ファイル形式で出力し、Unityに取り込んだ。Unity上では流速に応じた色分け表示を施し、AR 機能を実装した。タブレット端末のカメラを通して実際の実験用管路を撮影すると、シミュレーション結果が重畳表示される。(図4)



図4 AR アプリ動作確認の様子

### 4. おわりに

タブレットを活用した実験教育は、学生の理解促進と関心向上に非常に有効である。特に AR 技術を学生実験に導入することで、実物体とシミュレーション結果を比較できるため、理論と実際の現象の関係性をより深く理解することが可能となる。今後の教育に、ICT 技術を取り入れ、学生が自ら比較しながら学べる環境を整えることが重要と考える。

#### 参考文献

- [1] 文部科学省, "高等教育機関等における ICT の利活用に関する調査研究", 報告書 3(2 章 2.2.4)
- [2] Blender: <http://www.blender.org/>
- [3] Unity: <https://unity.com/>

#### 謝辞

本研究は、科学研究費補助金(24H02560)により実施されました。ここに深甚なる謝意を表します。