

# 創造的制作活動に向けた バーチャル環境の開発と実践的評価

長崎大学大学院工学研究科      博士後期課程  
生産システム工学専攻    電気情報工学コース  
田代 穂香

# 本研究の概要

## 【キーワード】

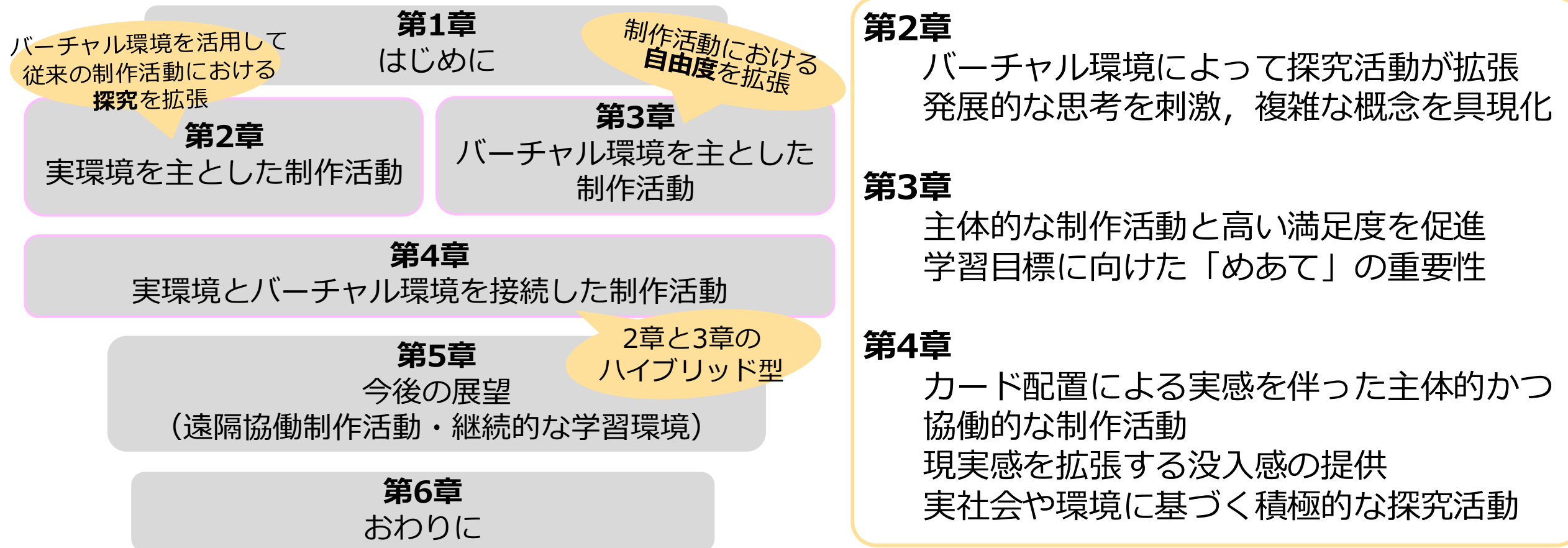
Society5.0 STEAM/メイカー教育 創造的制作活動 バーチャル環境

### 【目的】

創造的な制作活動の実現に向けたバーチャル環境の学習効果と課題を整理

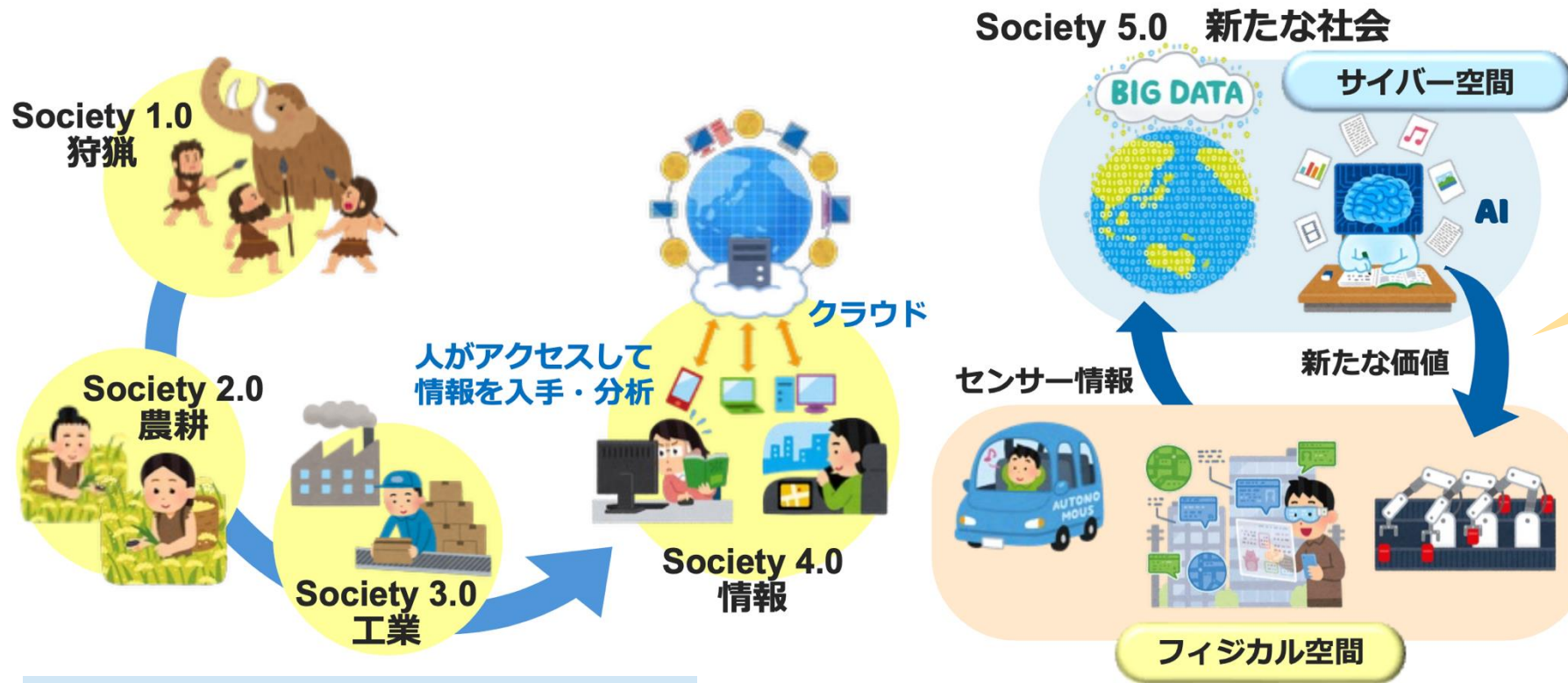
→ Society5.0に求められる人材育成に寄与する知見を得る

### 得られた知見



# 1.1 Society5.0に向けた人材育成

デジタル技術の急速な進展による社会・経済・産業構造の変容



内閣府（2016）

経済発展と社会課題の解決を両立する人間中心の  
**超スマート社会**

Society5.0に寄与する  
資質・能力の育成に  
向けた手立て

**STEAM教育**に包含  
される**メイカー教育**

## Society5.0に求められる人材

- ・ 自ら課題発見し解決手法を模索・世界に新たな価値を生み出す（内閣府 2021）
- ・ 創造性，課題発見・解決能力，情報活用能力，協働能力など（文科省 2019）
- ・ 課題解決・価値創造（経産省 2021）
- ・ 21世紀型スキル（ATC21s 2007）

# 1.2 STEAM教育の理論と実践

**創造性等の資質能力**を養う教科横断的な学びの枠組み

1990年代～

**STEM教育** : 米国オバマ元大統領「STEM Speech」で普及  
**理数・工学分野**の人材育成

**STEAM教育** : 創造性, 人間的感性, 文化的理解なども重視  
→ **Art / liberal Arts**を追加 (Yakman 2008)



5つの領域を統合的に学ぶ

創造力や  
問題解決能力を育む

複雑な社会課題

気候変動  
エネルギー問題  
人口減少

国内におけるSTEAM教育

文部科学省

「STEAM教育等の教科横断的な学習の  
推進について」

経済産業省

「未来の教室/STEAM Library」  
未来を創るチェンジメイカーの育成

STEAM×総合的な学習（探究）の時間

課題

「総合的な探究の時間」探究活動に  
終始し, **創造活動**を伴っていない  
大谷 (2021)

探究活動の「課題設定」の難しさ  
「**創造活動**」の支援の難しさ  
瀬戸崎ら (2023)



# 1.3 メイカー教育（Maker Education）に関する国内外の動向

## メイカー教育（Maker Education）

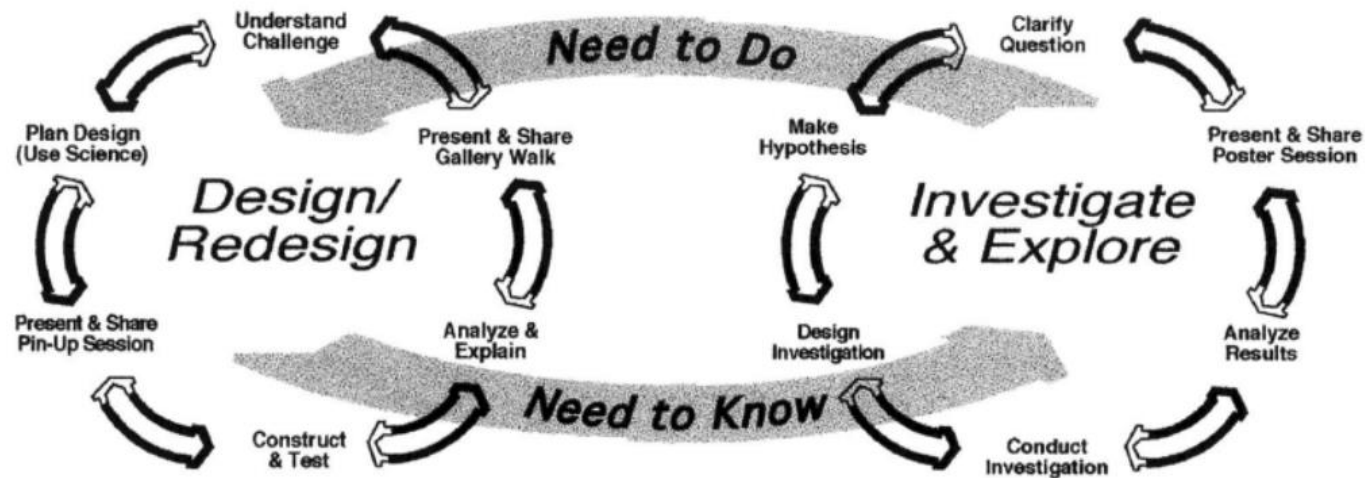
つくることを通じた学び（Learning Through Making）

→21世紀型スキルの育成

複合的な学び

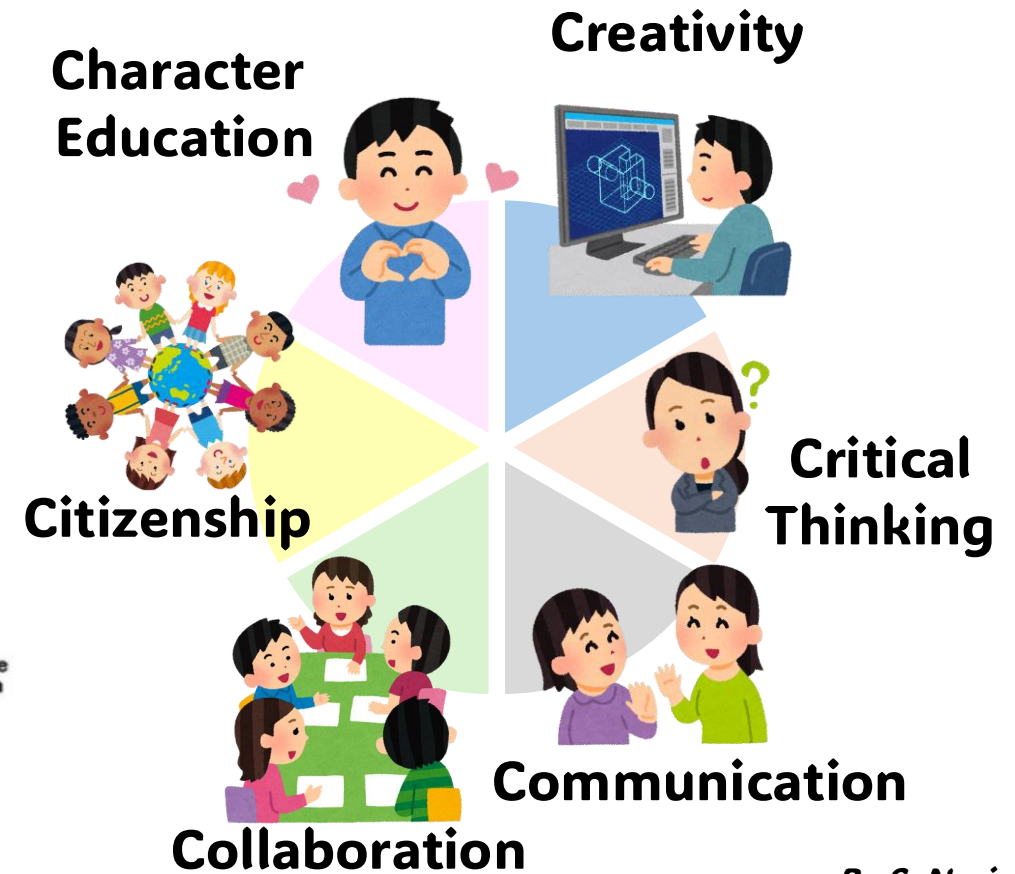
創造性, 批判的思考, コミュニケーション,  
協働性, 市民権関与, 人格教育

探究と創造を往還させることによる学びの深まり



Learning by Design (Kolodner 2002)

6Cs (Fullan 2013)



By S. Norio

# 1.4 本研究におけるSTEAM教育とメイカー教育の位置付け

## STEAM教育

### Creative Making (創造的制作活動)

- ・ 創造的な思考
- ・ 試行錯誤・探究
- ・ 実社会との接続
- ・ 新しい価値の創出
- ・ 学際的・横断的

↓  
**Society 5.0の  
人材育成に  
求められる学び**



## メイカー教育

**本研究が目指す創造的制作活動**

「つくる体験」に終始しない、創造的思考を伴う活動



## Manufacturing

(再現・効率を重視した  
工業的製造)

### Society 3.0的な観点

- ・ 効率的・大量生産
- ・ 標準化された専門技能
- ・ 手順の習得・再現
- ・ 正確さ・スピード

### 創造的制作活動の課題

#### 物理的な制約

- ・ 制作環境の整備  
(材料・道具・制作スペース)
- ・ 限定された規模感での制作



**VR技術**を用いることによって  
制作活動の拡張を目指す

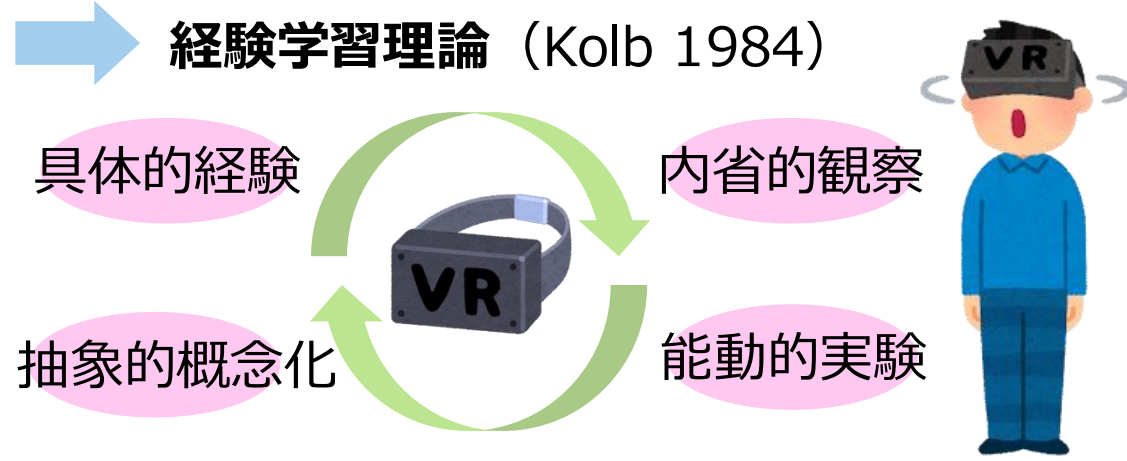
# 1.5 VR技術の活用について

## VR技術 (Virtual Reality)

コンピュータによって生成された環境内にユーザを没入させる技術 (Slater & Wilbur 1997)

「それがそこにはない (現前していない) にもかかわらず、観察する者にはそこにあると感じさせる (同一の表象を生じさせる) もの」 (館ら 2010)

**臨場感・没入感・リアルな擬似体験を通して**  
理解を深める体験学習の機会を提供



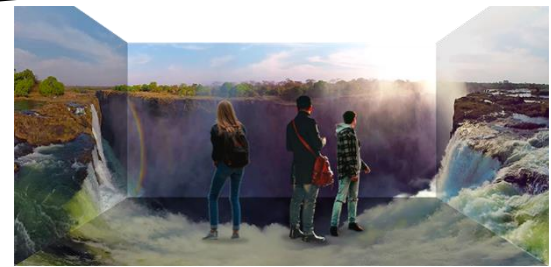
## バーチャル環境を提供するデバイス

HMD (Head Mounted Display)



高い没入感  
年齢制限  
VR酔いの懸念

プロジェクション型



大人数での同時体験  
大型の設備が必要

プロジェクションVR(Idoga XR)  
<https://idoga.jp/>

タブレット端末・PC等



簡易的なVR体験  
(全天球画像など)  
学校現場での利用が期待

# 1.5 VR技術の活用について

## VR技術の推進

「学校における先端技術活用 ガイドブック  
(第1版)」文部科学省 (2022)

➡ 教育現場においてVR /ARなどの  
先端技術を活用する指針を明記



## VR技術を用いた実践事例

月の満ち欠けを学ぶオンライン型VRシステム  
(土手ら 2021, 瀬戸崎ら 2025)  
VR地震体験システムの開発 (石井 2016)

- 従来の教材では表現できない現象を再現
- 主体的な操作・観察による学び
- 失敗体験を学びの過程に導入

## VR技術を用いたバーチャル環境の利点

時間・空間・距離の制約を超えたアクセス  
**自由な構想・思考・表現が可能**

➡ 創造的制作活動へ

## VR技術を用いた メイカー教育の可能性

バーチャル空間での協働的なモノづくり  
「仮想現実工房」の構築 (佐藤ら 2012)

VR技術の活用による創造性の向上に関するレビュー  
→VR活用が**創造性を向上**させる上で有効

課題

- 実践事例が少数
- 教育実践として十分に体系化されていない

Yu & Wang (2025)



# 1.6 本研究の目的

## リサーチクエスチョン

- ・ 制作活動にバーチャル環境をどう活用する？
- ・ どのような学びが生まれる？
- ・ その学習効果と課題は？

バーチャル環境を活用して  
従来の制作活動における  
探究を拡張

## 【目的】

創造的な活動の実現に向けたバーチャル環境  
の学習効果と課題を整理



Society5.0に求められる人材育成に  
寄与する知見を得る

- ・ バーチャル環境を活用した実践デザイン
- ・ 創造的な活動の実現に向けたVR学習環境の開発
- ・ 3つの実践を通して学習効果・課題を整理

**第1章**  
はじめに

制作活動における  
自由度を拡張

**第2章**  
実環境を主とした制作活動

**第3章**  
バーチャル環境を主とした  
制作活動

**第4章**  
実環境とバーチャル環境を接続した制作活動

2章と3章の  
ハイブリッド型

**第5章**  
今後の展望  
(遠隔協働制作活動・継続的な学習環境)

**第6章**  
おわりに



## 2. 実環境を主とした制作活動 ～探究活動におけるVR活用～

第1章  
はじめに

第2章  
実環境を主とした制作活動

第3章  
バーチャル環境を主とした制作活動

第4章  
実環境とバーチャル環境を接続した制作活動

第5章  
今後の展望（遠隔協働制作活動・継続的な学習環境）

第6章  
おわりに

## 2.1 本章の位置付け・目的

実環境を主とした制作活動：バーチャル環境を活用して**探究を拡張**

再現困難な状況をシミュレートし、**体験学習**  
の機会を提供（Radianti *et al.* 2020）  
→抽象的・複雑な**科学概念の理解**を支援

3D仮想空間を用いた**探究学習**  
→創造性やリーダーシップの向上に寄与  
（Lin *et al.* 2017）

題材：SDGsの目標7「エネルギーをみんなに そしてクリーンに」

抽象的・複雑かつ実社会の課題  
学習指導要領でも複数教科で明記



STEAM教育の  
テーマに該当



エネルギー教育において**探究**と**創造**を往還させるには？

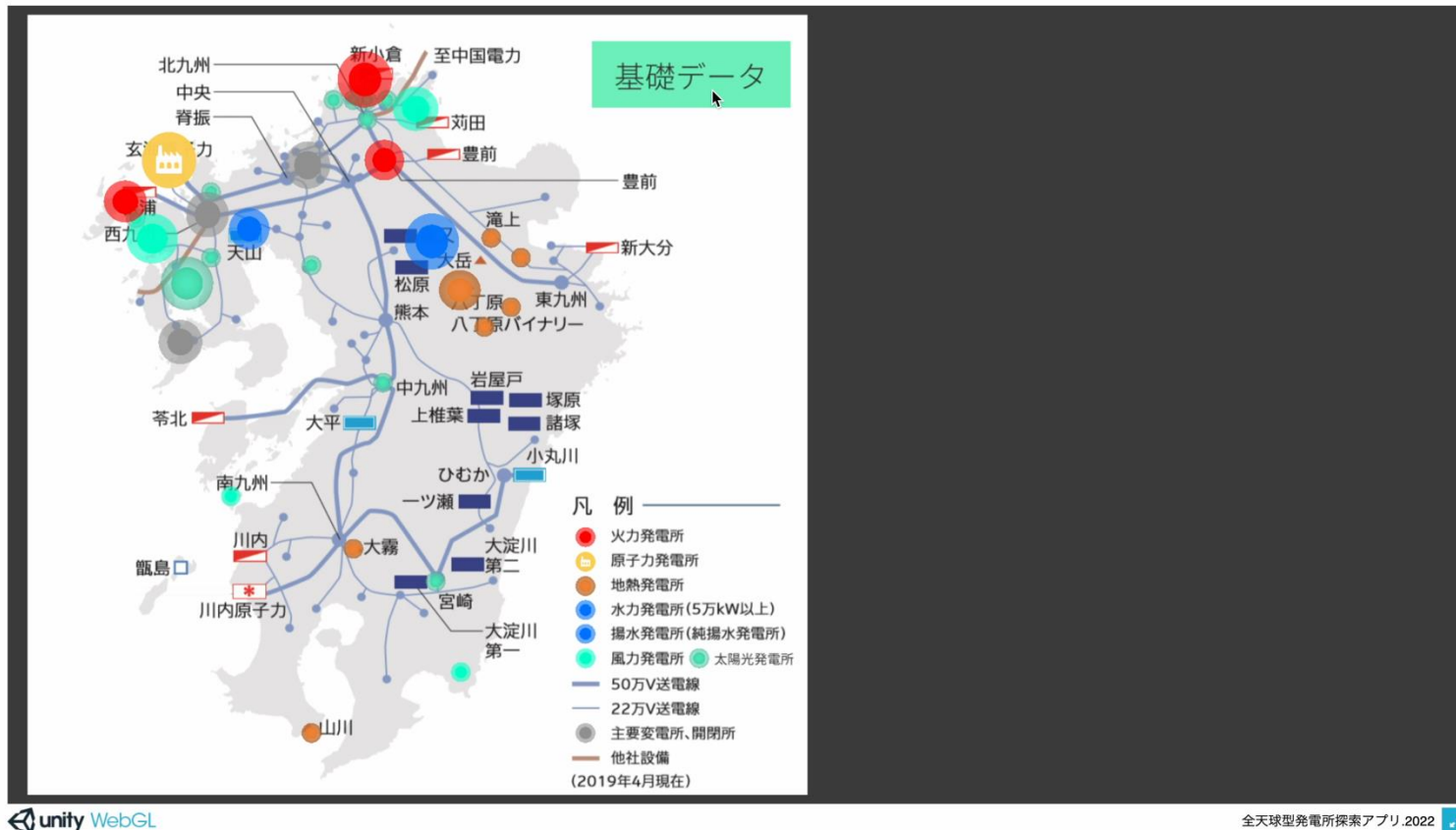
### バーチャル環境の位置づけ

抽象的・複雑な科学概念「発電の仕組み」の理解を支援する体験的な探究活動の場

#### 目的

- ・ 発電システムを学ぶ「全天球型発電所探索アプリ」の開発
- ・ エネルギーを題材とした探究活動と制作活動の実践を通して、学習意欲や環境問題への関心、創造的制作活動への影響を明らかにする

## 2.2 「全天球型発電所探索アプリ」の概要



### 「全天球型発電所探索アプリ」の特徴

- 九州電力より素材提供
- 2Dシーン：知識の提供  
資料や動画を配置
- 全天球シーン：擬似的なFWの体験  
発電所内部の全天球画像を配置

### 研究の流れ

- ①プロトタイプ開発
- ②評価（中学生を対象） → 改善
- ③評価（小学校教員を対象） → 改善
- ④制作活動の授業実践
- ⑤評価/結果・考察

## 2.3 「全天球型発電所探索アプリ」のプロトタイプ開発・改善

### 開発環境ツール

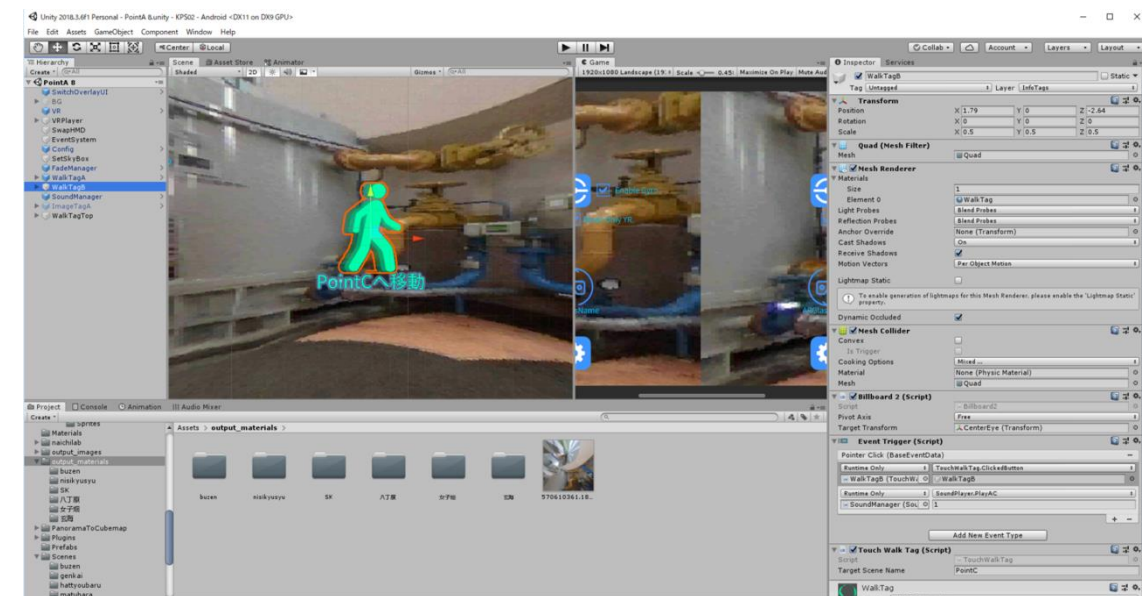
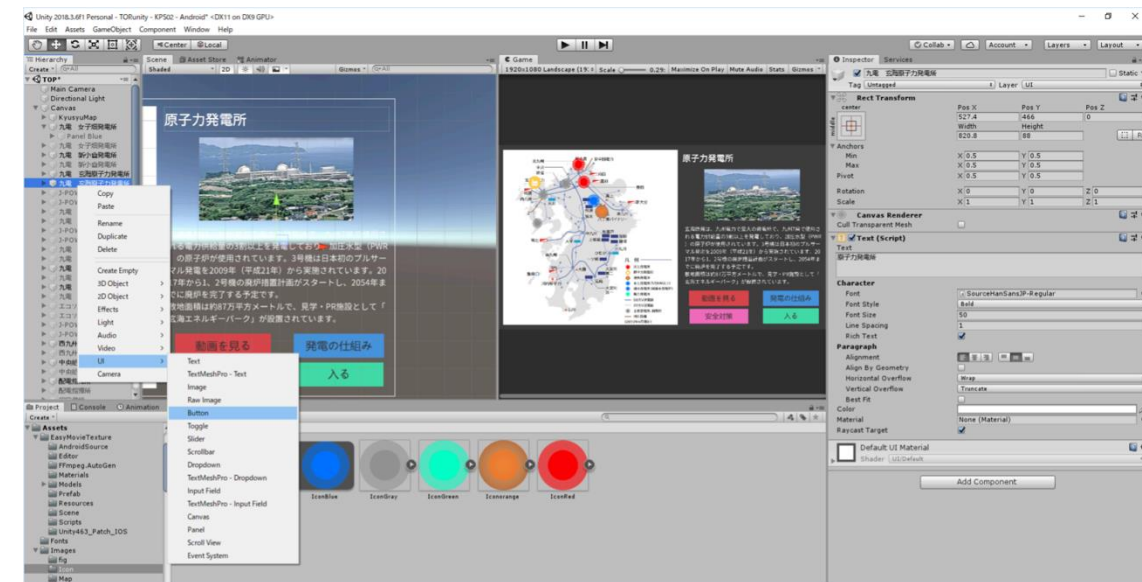
ゲーム開発用統合ソフトウェア（**Unity 2018.3.6f1**）  
Android Build Support, Android Studio, JDK

### 2Dシーンの開発

- 取り扱う発電所のマッピング, 詳細情報
- 九州の地図上でのアイコン, 発電所概要で表示されるボタン
- 発電に関する動画や資料

### 全天球シーンの開発

- パノラマ画像, シーン遷移, 資料, 環境音・機械音, 動画, 詳細パネルの設置



## 2.3 「全天球型発電所探索アプリ」のプロトタイプ開発・改善

### 研究の流れ

- ①プロトタイプ開発
- ②評価（中学生を対象） → 改善
- ③評価（小学校教員を対象） → 改善
- ④制作活動の授業実践
- ⑤評価/結果・考察

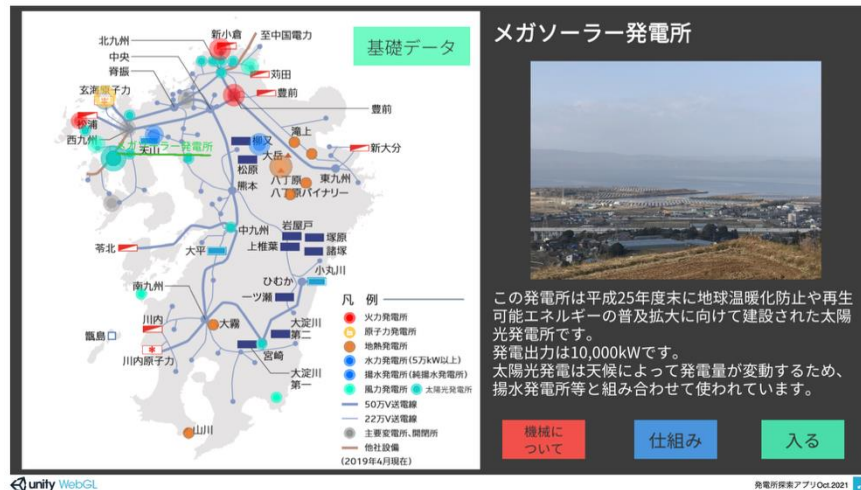
長崎県内の中学生4クラス138名に実践  
技術科「発電方法とエネルギーミックス」で利用  
**得られた知見**

- ・ 関連する知識を深め、体験的な学びを提供するコンテンツとして期待
- ・ 発電所の種類や情報の追加、画質の改善

※田代ら (2021)科学教育研究 [査読あり]

### 具体的な改善

- ・ 基礎データ, 風力発電, 太陽光発電などのコンテンツ追加



### その他の改善

GIGAスクール構想を経て整備された端末の割合

- ・ Chrom OS ... 40.0%
- ・ Windows OS ... 30.9%
- ・ iOS ... 29.1% (文部科学省 2021)
- ・ **Android OS, その他 ... 0.1%**

※プロトタイプ：Android用アプリ

**Web GL**に出力して拡張機能「Webserver for Chrome (現simple web server)」を利用

→ 仮想的にブラウザで実行可能に  
**OSにとらわれない環境として利用可能**



## 2.4 教科横断・実社会との接続に向けたアプリの改善

### 研究の流れ

- ①プロトタイプ開発
- ②評価（中学生を対象） → 改善
- ③**評価（小学校教員を対象） → 改善**
- ④制作活動の授業実践
- ⑤評価/結果・考察

対象：小学校教員21名  
/オンライン（zoom）にて評価

### 評価の流れ

- ・ STEAM教育に関する動画を視聴
- ・ 3～4名1グループでアプリを利用
- ・ アンケート回答

### 評価結果

#### どのような授業での活用が考えられるか

##### どの教科で学ぶのか？

- ・ 各教科（特に**理科・社会**）での活用
- ・ 総合的な学習の時間での活用
- ・ 既存のカリキュラムの中で教科横断的に活用

##### どのように学ぶのか？

- ・ **表現活動や調べ学習のツール**としての活用
- ・ 学習者の疑問を引き出す課題発見の支援教材

#### 追加したい情報や修正したい機能

- ・ 学習者が主体的に**課題を発見**できる工夫
- ・ 当事者意識を持った学習を促す工夫
- ・ 算数・数学的な学びにつながる**データの追加**
- ・ 各発電の比較
- ・ 発達段階（対象学年）に配慮した**文章表現**



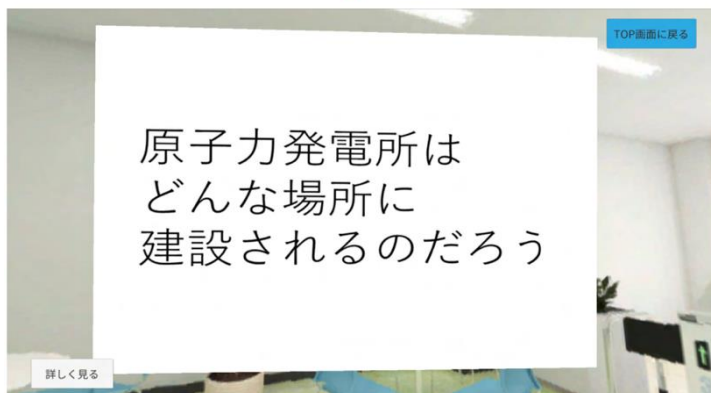
**アプリ改善の指針**

## 2.4 教科横断・実社会との接続に向けたアプリの改善

### 調査を経たアプリの改善

#### 課題の発見の支援

教科を横断させた学びの深まりを支援する課題発見支援アイコンの追加



#### 発達段階に配慮した情報提示・表現

データを用いた文章や資料を設置



#### 全体の説明文章を易しい表現へ

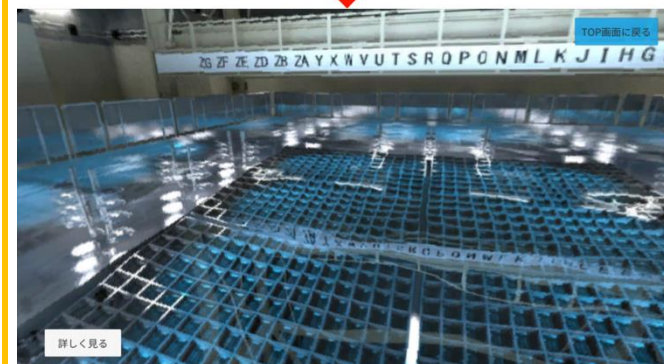
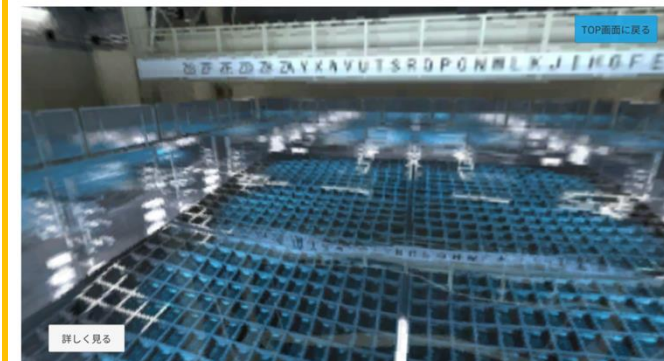
TOP画面に戻る

〈原子力発電所〉  
入口ゲートでは、個人IDによる管理を行い、持ち物を厳しくチェックしています。  
全身表面汚染(ぜんしんひょうめんおせん)モニタでは、放射線をあつかう区域での作業後に、作業員の体の表面に放射性物質による汚染がないことを確認します。  
また、作業員が携帯している被ばく線量計から被ばく線量のデータを読み取り、被ばく量の管理を行っています。

もどる

#### 全天球シーンの画質調整

解像度を上げて素材を実装し直す





## 2.5 「全天球型発電所探索アプリ」を用いた制作活動の実践

※Tashiro et al. (2025)IJEMT [査読あり]

### 研究の流れ

- ①プロトタイプ開発
- ②評価（中学生を対象） → 改善
- ③評価（小学校教員を対象） → 改善
- ④**制作活動の授業実践**
- ⑤評価/結果・考察

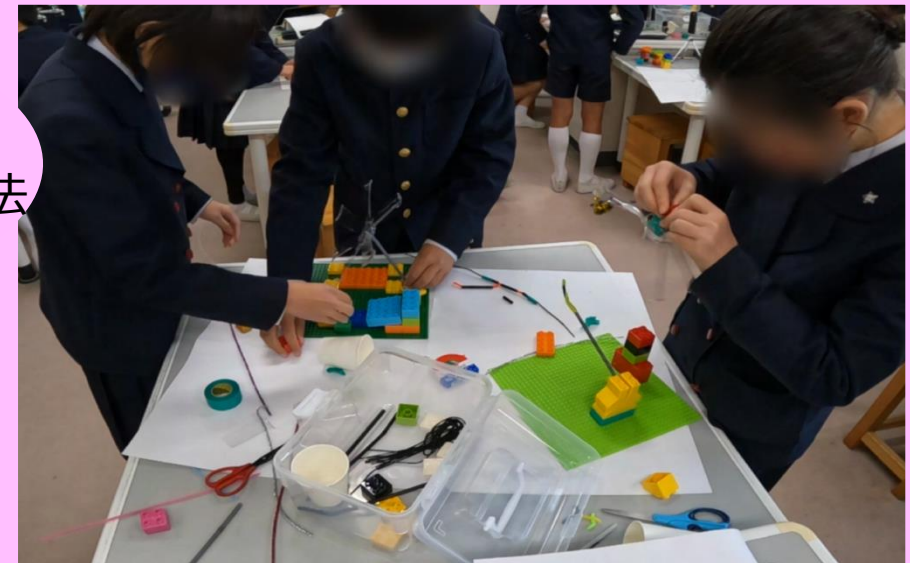
### 実践の概要

対象：長崎県内小学校6年生29名  
理科「電気の利用」45分×2コマ  
めあて「**新しいエコな発電方法を考えよう**」

- ・ 本アプリを使った**探究活動**（30分）  
4～5名1グループで1人1つの発電所を担当  
→グループ内で共有
- ・ **制作活動**（40分）  
紙・ペン・ブロック・ストローなどを用いて  
2～3名1グループで制作
- ・ 各班で考えた発電方法を全体で共有（10分）
- ・ アンケートに回答（4件法・自由記述）

探究活動  
ワークシートに  
調べた内容を記入

制作活動  
新しいエコな発電方法



# 2.6 「全天球型発電所探索アプリ」を用いた制作活動の評価/結果・考察

## 研究の流れ

- ①プロトタイプ開発
- ②評価（中学生を対象）→改善
- ③評価（小学校教員を対象）→改善
- ④制作活動の授業実践
- ⑤評価/結果・考察

## 評価方法

- 4件法によるアンケート  
→肯定回答と否定回答を算出し、  
直接確率 計算（両側検定）で分析
- 自由記述（感想）  
→カテゴリごとに分類し、ラベリング
- 成果物（制作物・発表内容）  
→制作のプロセスについて考察

## 4件法による結果

4件法による結果

質問項目	肯定 回答	否定 回答	正確確率 検定 (両側検定)	肯定回答 内訳		否定回答 内訳	
				とても そう思う	やや そう思う	あまり そう 思わない	まったく そう 思わない
本アプリについて							
このアプリの操作は簡単だった	27	1	**	21	6	1	0
このアプリを使った学習は楽しかった	27	1	**	22	5	1	0
このアプリを使うことで、 積極的に学習に取り組むことができた	27	1	**	23	4	1	0
このアプリを使って、もっと学習したい	27	1	**	17	10	1	0
このアプリを使うことで、 発電所を見学しているような気持ちになった	28	0	**	21	7	0	0
このアプリを使うことで、 それぞれの発電方法の長所について考えた	27	1	**	15	12	1	0
このアプリを使うことで、 それぞれの発電方法の短所について考えた	25	3	**	10	15	3	0

## 本アプリについて

自由記述：「操作性の評価」1件  
→直感的なインターフェース

自由記述：「楽しさ」3件  
→興味、関心を向上

自由記述：「アプリの設計(中まで入れてすごかった)」3件  
→全天球シーン：見学を代替する没入感のある疑似体験

自由記述：「理解の促進」3件  
→各発電所の長所や短所を比較しながら検討

すべての  
質問項目で  
肯定回答が  
有意に多い

有効回答 29 名中 28 名 \*\* :  $p < .01$

# 2.6 「全天球型発電所探索アプリ」を用いた制作活動の結果・考察

4件法による結果	肯定 回答	否定 回答	正確確率 検定 (両側検定)	肯定回答 内訳		否定回答 内訳	
				とても そう思う	やや そう思う	あまり そう 思わない	まったく そう 思わない
				制作活動について			
エコな発電所づくりは楽しかった	28	0	**	27	1	0	0
エコな発電所づくりに積極的に取り組んだ	25	3	**	22	3	3	0
エコな発電所づくりをもっとしたい	28	0	**	26	2	0	0
このアプリは「エコな発電所づくり」に役立った	27	1	**	22	5	1	0
今まで学校で学んだ知識が役に立った	27	1	**	14	13	1	0
エコな発電所づくりのために積極的に調べ学習をした	24	4	**	18	6	4	0
エコな発電所づくりを通して新しいことに気づいた	25	3	**	12	13	2	1
エコな発電所づくりを通して新しい知識を得た	26	2	**	22	4	2	0
エコな発電所づくりを通して、 電気を作る仕組みについての理解が深まった	28	0	**	24	4	0	0
エコな発電所づくりを通して、 電気を送る仕組みについての理解が深まった	26	2	**	17	9	2	0
エコな発電所づくりを通して、 電気を使う仕組みについての理解が深まった	27	1	**	22	5	1	0
身の回りの電気・エコとの接続について							
身の回りの電気について意識するようになった	27	3	**	15	10	3	0
身の回りの電気についてもっと学びたい	25	3	**	19	6	3	0
身の回りのエコについて意識するようになった	25	3	**	18	7	2	1
身の回りのエコについてもっと学びたい	26	2	**	20	6	2	0

有効回答 29 件中 28 名 \*\*:  $p < .01$

すべての質問項目で肯定回答が有意に多い

## 制作活動「エコな発電所づくり」について

自由記述：「制作活動の楽しさ」9件「達成感」3件  
「今後の制作活動への意欲」2件  
→学習者の楽しさや達成感，制作活動への参加意欲向上へ

自由記述：「学びの深まり」10件  
制作活動を通して本アプリ・インターネットで探究  
（探究と創造の往還）→複雑な科学的概念への理解

## 身の回りの電気・エコとの接続について

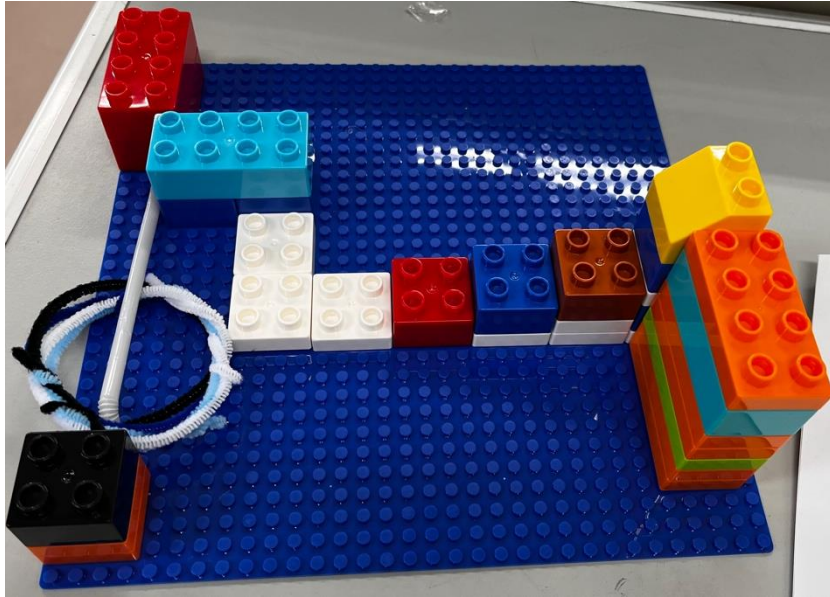
自由記述：「関心・意欲の向上」5件「既存知識との接続」2件  
→身の回りの電気・エコとの接続

「協働的な活動による学びの深まり」1件  
→対話的・協働的な実践デザインの評価  
「創造的活動の難しさ」3件  
→探究活動と制作活動の接続を支援する問い・  
足場かけの必要性

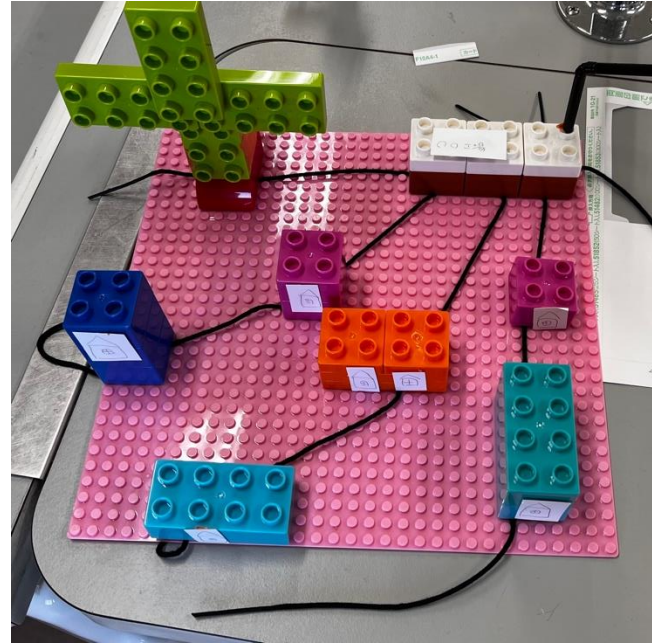


## 2.6 「全天球型発電所探索アプリ」を用いた制作活動の結果・考察

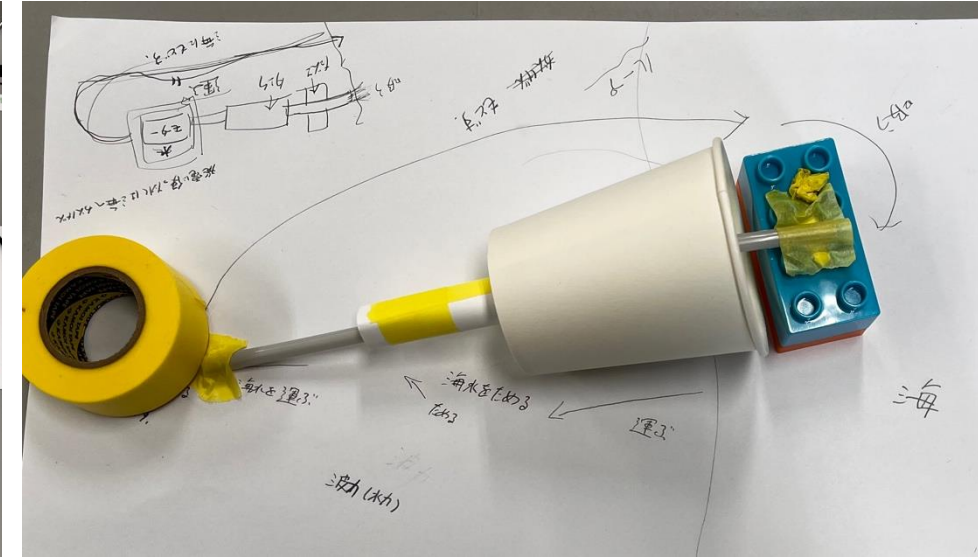
水力発電



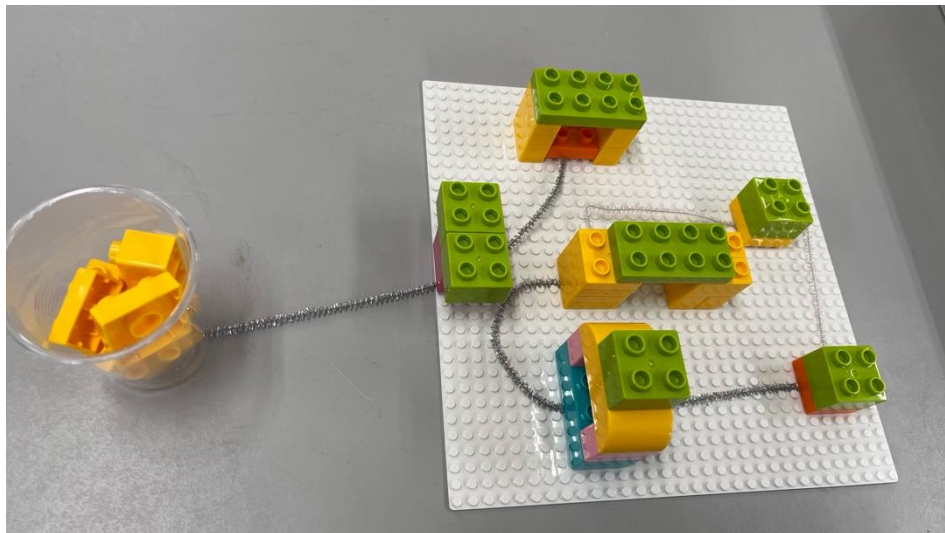
風車の家（送電線で各家庭に）



波力発電（波の力でタービンを回す）



太陽光パネル（屋根の上に設置）



制作物の例より…

アプリで取り扱った発電方法，それを応用したアイデア  
→アプリだけでなく，インターネットなどで追加調査

**バーチャル環境を活用した探究活動**

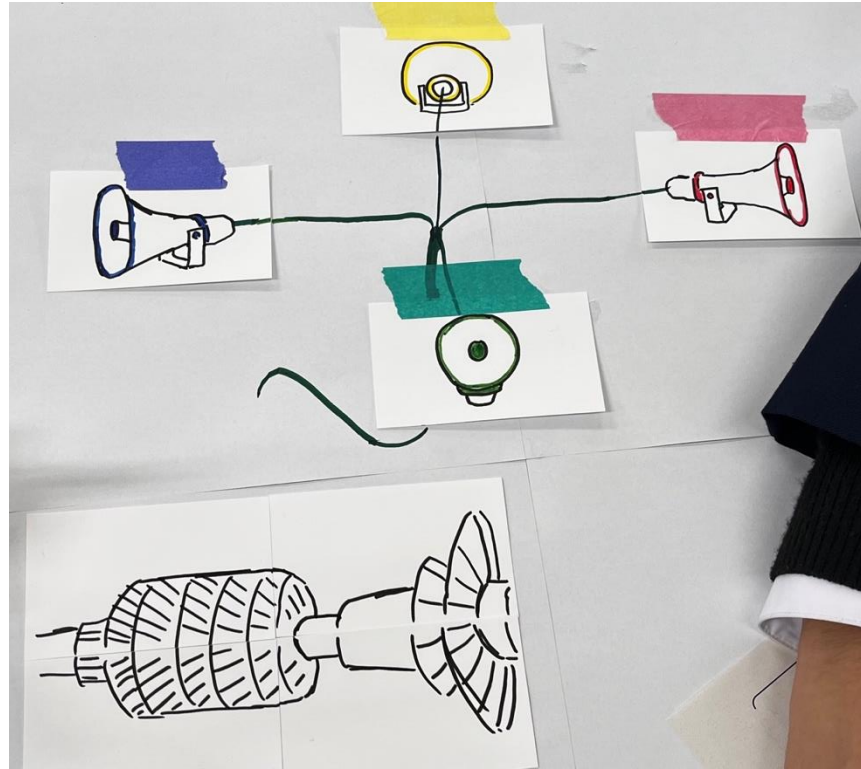


**発展的な思考を刺激，複雑な概念の具現化**

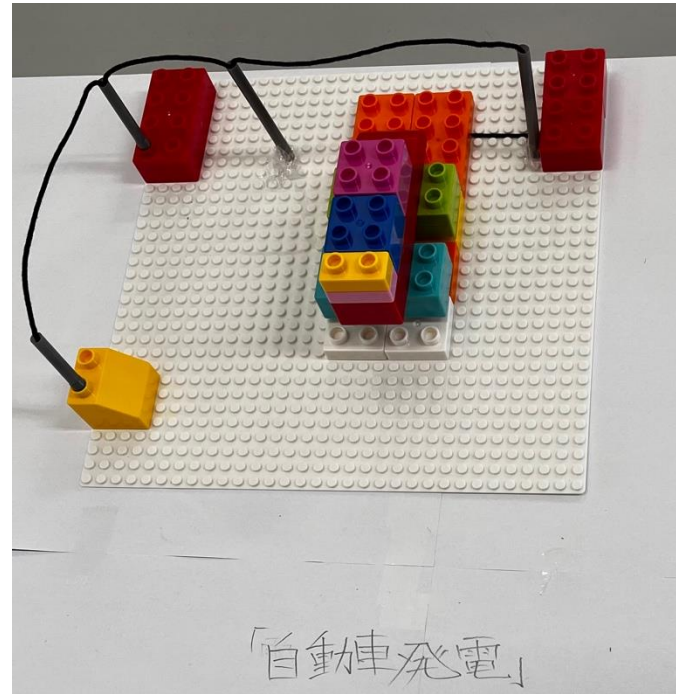


## 2.6 「全天球型発電所探索アプリ」を用いた制作活動の結果・考察

音力発電（音を収集してタービンを回す）



自動車発電  
（道路を通ると発電）



ピカチュウ発電



生活の中の未活用エネルギーに注目したアイデア  
→授業内容が日常生活と結びついた可能性

バーチャル環境を活用した探究活動

→ 発電方法に関する本質的な理解・知識の応用

キャラクターの特性から着想を得たアイデア  
→電気ウナギ等の発電生物の利用へ？

柔軟なアイデアと科学的知識との接続

## 2.7 「全天球型発電所探索アプリ」を用いた制作活動のまとめ

### バーチャル環境の位置付け

#### 「全天球型発電所探索アプリ」

抽象的・複雑な科学概念の理解を  
支援する**探究活動の場**

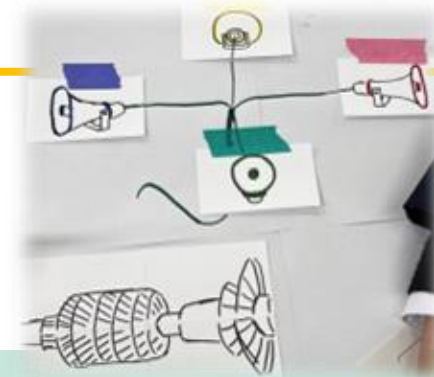
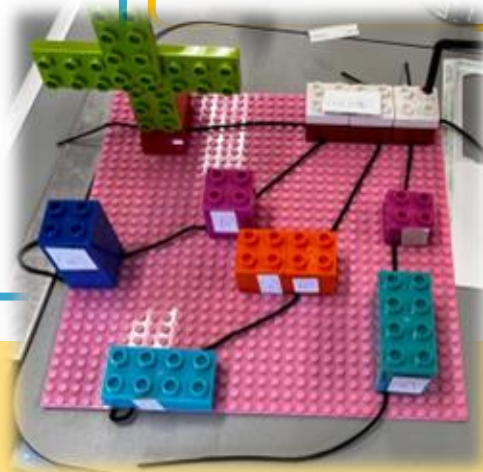
### 制作活動

#### 実環境での制作活動

抽象的・複雑な課題に  
協働的・主体的に取り組む

### 目的

- ・ 発電システムを学ぶ「全天球型発電所探索アプリ」の**開発**
- ・ エネルギーを題材とした探究活動と制作活動の**実践**を通して、学習意欲や環境問題への関心、**創造的制作活動への影響**を明らかにする



### 課題

創造活動に没頭するあまりアプリやインターネットを参照しない学習者，アイデア出し等の制作活動に困難を抱えた学習者も・・・

→探究活動と創造活動を柔軟に支援する問い・足場かけの必要性

### 結果

- ・ **探究と創造の往還を実現**
  - ➡ 知識の獲得・科学概念理解
  - 発展的な思考を刺激，複雑な概念を具現化
- ・ 学習デザイン：対話的・協働的な学びを促進
- ・ アプリが直感的，興味関心を向上

# 3. バーチャル環境を主とした制作活動 ～制作フィールドとしてのVR活用～

**第1章**  
はじめに

**第2章**  
実環境を主とした制作活動

**第3章**  
バーチャル環境を主とした制作活動

**第4章**  
実環境とバーチャル環境を接続した制作活動

**第5章**  
今後の展望（遠隔協働制作活動・継続的な学習環境）

**第6章**  
おわりに

## 3.1 本章の位置付け・目的

バーチャル環境を主とした制作活動：制作活動における自由度を拡張

バーチャル環境における安全な街づくり（塩田ら 2020）

- ・ 制作活動への**高い関心・意欲**を促す
- ・ VRコンテンツの**制作技術を修得**

→Society5.0に向けた人材に必要とされる  
「課題解決を思考するエンジニアリング・  
デザインの発想」の育成

【課題】

**実践デザインの工夫・評価方法の検討**

### プログラミング教育の推進

学習指導要領の改訂により小学校から  
高等学校で必修化

### プログラミングの効果（総務省 2015）

- ・ 創造力，課題解決力，表現力，合理性，論理的思考力，意欲，コーディング・プログラミングスキルの向上
- ・ コンピュータの原理に関する理解

➡ **Society5.0に向けた人材育成**

制作活動の自由度を担保しつつ効果的な学びを提供するには？

### バーチャル環境の位置づけ

実環境での制約にとらわれない制作フィールドとしての活用

### 目的

- ・ 高校生を対象としたプログラミング講座を通して，バーチャル環境で「遊び場創り」を実践
- ・ 「めあて」の設定を変えることで，バーチャル環境での制作活動の効果，教科の学びとの関連について明らかにする



# 3.2 「プログラミング講座」の概要

## 実践の概要

長崎県教育委員会  
サイエンス・テクノロジー人材育成事業（倍率2倍）  
対象：「プログラミング講座VRコース（Unityを使った制作活動）」に選抜された県内高校1～3年生  
人数：実践1：20名，実践2：18名，実践3：30名

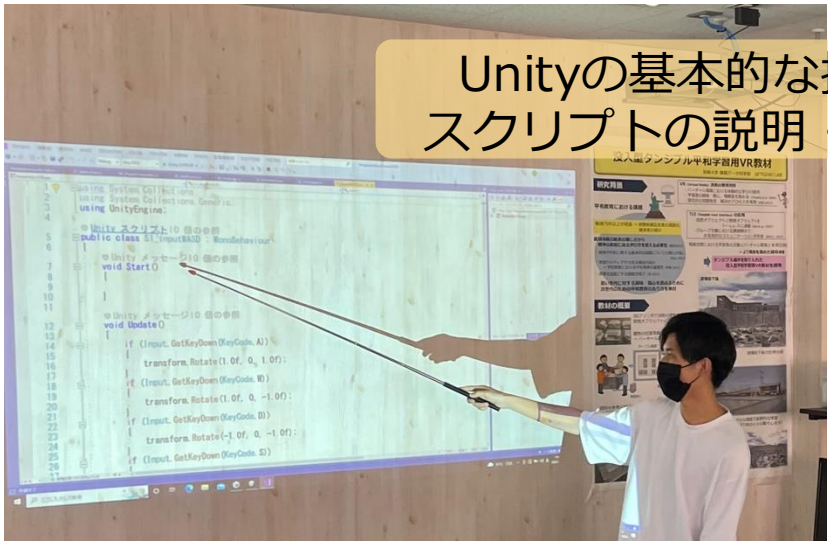
2021年

2022年

2023年

1実践あたり4時間×4日（計16時間）

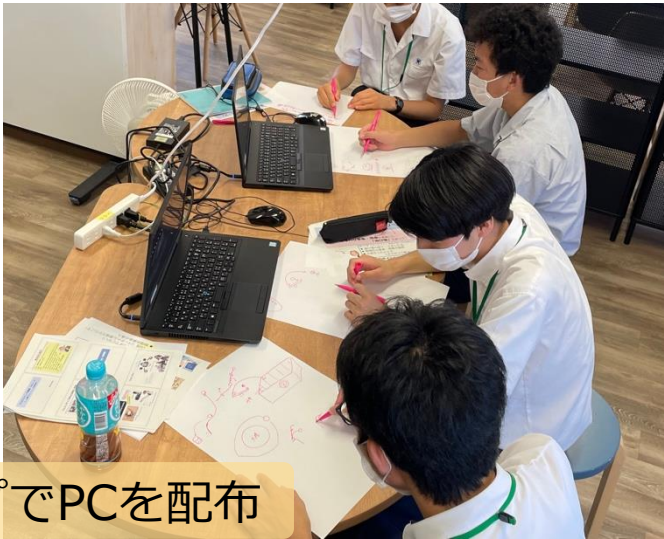
実践の流れ：4時間×4日（計16時間）	
1日目	VR・Unityの基本操作説明（3h）
	めあての提示
	アイデアシート作成（1h）
2日目	スクリプト（C#）の説明（3h）
	アイデアシート作成（1h）
3日目	制作活動（4h）
4日目	制作活動・ビルド（4h）



Unityの基本的な操作  
スクリプトの説明・実装



2名1グループでPCを配布



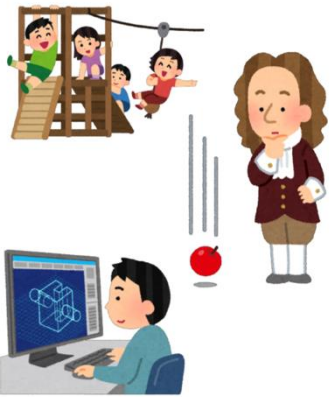
## 3.2 「プログラミング講座」の概要

### 「めあて」の設定

#### プログラミング講座（VRコース）

- 制作コンテンツについて -

今までにない、  
物理的な事象・現象を意識した、  
「遊び場」を創ろう！



テーマ（題目）

- 遊び場の紹介 / 工夫した点
- 大変だったところ  
→どうやって解決したか

評価のポイント

- 独創性（今までにない）
- VR性（バーチャル環境だからこそ）
- 物理的事象の導入

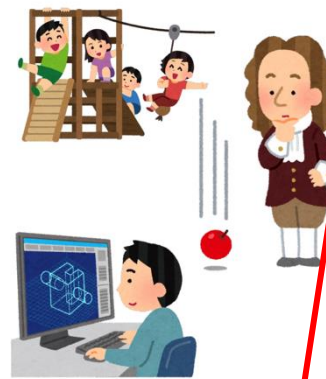
実践1

物理現象を意識した  
自由な遊び場づくり

#### プログラミング講座（VRコース）

- 制作コンテンツについて -

今までにない、  
物理的な事象・現象を意識した、  
小学生・中学生が学べる「遊び場」を創ろう！



テーマ（コンセプト / 学校で学んだ内容など）

- 遊び場の紹介 / 工夫した点
- 物理的な事象・現象の説明
- 大変だったところ  
→どうやって解決したか

評価のポイント

- 独創性（今までにない）
- VR性（バーチャル環境だからこそ）
- 物理的事象の導入

実践2で追加

テーマ（コンセプト）  
学校での既習事項を意識

実践3で追加  
学習対象の明示

## 3.3 バーチャル環境を主とした制作活動の評価方法

### 評価方法

#### ■ 4件法によるアンケート

→各質問項目の平均値を算出し、1要因参加者間比較による分散分析

#### ■ 自由記述

- ・学校で学ぶ教科の知識や考え方を使ったものは？

→各実践の教科との接続を考察

- ・本講座**以外**の時間に物理的な事物・現象について気づいたこと、考えたこと、実際に試してみたことは？

→カテゴリごとに分類し、ラベリング

本講座の学びと日常生活での接続を検討

#### ■ 成果物（制作物・ワークシート内容）

→制作物の特徴・教科横断の観点から分類し、各実践の成果物の傾向を考察



# 3.4 バーチャル環境を主とした制作活動の結果・考察

## 4件法による主観評価

	実践 1 n=20 平均( SD )	実践 2 n=18 平均( SD )	実践 3 n=29 平均( SD )	F値 ( df )	多重比較
制作活動は楽しかった	3.80(0.40)	3.94(0.23)	3.86(0.34)	$F(2,64)=0.84$	<i>n.s.</i>
制作活動に積極的に取り組んだ	3.85(0.36)	3.72(0.45)	3.76(0.43)	$F(2,64)=0.48$	<i>n.s.</i>
今回のような制作活動をもっとしたい	3.85(0.36)	3.94(0.23)	3.83(0.38)	$F(2,64)=0.67$	<i>n.s.</i>
プログラミングをもっと学びたくなった	3.85(0.36)	3.78(0.42)	3.87(0.34)	$F(2,64)=0.30$	<i>n.s.</i>
調べ学習によって新たな知識を得た	3.65(0.48)	3.78(0.42)	3.79(0.41)	$F(2,64)=0.69$	<i>n.s.</i>
制作活動を通して新しいことに気づいた	3.75(0.54)	3.78(0.42)	3.79(0.41)	$F(2,64)=0.05$	<i>n.s.</i>
制作活動を通して新しい知識を得た	3.95(0.22)	3.94(0.23)	3.79(0.48)	$F(2,64)=1.45$	<i>n.s.</i>
制作活動のために積極的に調べ学習をした	3.56(0.59)	3.78(0.42)	3.52(0.68)	$F(2,64)=1.12$	<i>n.s.</i>
今まで学校で学んだ知識が役に立った	2.90(0.77)	3.11(1.05)	2.76(0.90)	$F(2,64)=0.80$	<i>n.s.</i>
プログラムの構造について考えることができた	3.45(0.50)	3.72(0.45)	3.48(0.68)	$F(2,64)=1.25$	<i>n.s.</i>
プログラミングについて理解が深まった	3.50(0.59)	3.72(0.56)	3.59(0.72)	$F(2,64)=0.55$	<i>n.s.</i>
物理的な事物・現象について考えることができた	3.30(0.56)	3.61(0.49)	3.52(0.62)	$F(2,64)=1.47$	<i>n.s.</i>
物理的な事物・現象について理解が深まった	3.25(0.62)	3.44(0.60)	3.17(0.79)	$F(2,64)=0.82$	<i>n.s.</i>
物理的な事物・現象についてもっと学びたくなった	3.45(0.50)	3.33(0.67)	3.38(0.76)	$F(2,64)=0.14$	<i>n.s.</i>
今までにない遊び場を創ることができた	3.60(0.49)	2.94(0.70)	3.07(0.78)	$F(2,64)=4.93$	* 1>2,3*
バーチャル環境でこそできる遊び場を創ることができた	3.65(0.48)	3.33(0.75)	3.55(0.56)	$F(2,64)=1.34$	<i>n.s.</i>
Unity の操作は簡単だった	1.85(0.65)	2.11(1.05)	1.90(0.84)	$F(2,64)=0.49$	<i>n.s.</i>

実践 3 における有効回答は 30 名中 29 名 \* $p < .05$



# 3.4 バーチャル環境を主とした制作活動の結果・考察

## 4件法による主観評価

	実践 1 n=20 平均( SD )	実践 2 n=18 平均( SD )	実践 3 n=29 平均( SD )	F値 ( df )	多重比較
制作活動は楽しかった	3.80(0.40)	3.94(0.23)	3.86(0.34)	$F(2,64)=0.84$	n.s.
制作活動に積極的に取り組んだ	3.85(0.36)	3.72(0.45)	3.76(0.43)	$F(2,64)=0.48$	n.s.
今回のような制作活動をもっとしたい	3.85(0.36)	3.94(0.23)	3.83(0.35)	$F(2,64)=0.67$	n.s.
プログラミングをもっと学びたくなった	3.85(0.36)	3.78(0.42)	3.81(0.37)	$F(2,64)=0.33$	n.s.
調べ学習によって新たな知識を得た	3.65(0.48)	3.78(0.42)	3.79(0.46)	$F(2,64)=0.46$	n.s.
制作活動を通して新しいことに気づいた	3.75(0.54)	3.78(0.42)	3.79(0.64)	$F(2,64)=0.45$	n.s.
制作活動を通して新しい知識を得た	3.95(0.22)	3.94(0.23)	3.95(0.25)	$F(2,64)=0.01$	n.s.
制作活動のために積極的に調べ学習をした	3.56(0.59)	3.78(0.42)	3.52(0.68)	$F(2,64)=1.12$	n.s.
今まで学校で学んだ知識が役に立った	2.90(0.77)	3.11(1.05)	2.76(0.91)	$F(2,64)=0.55$	n.s.
難しいながらも肯定的な態度で制作に取り組めた →楽しみながら技術を修得（学んだ）可能性	3.45(0.50)	3.72(0.45)	3.61(0.56)	$F(2,64)=1.47$	n.s.
物理的な事物・現象について理解が深まった	3.25(0.42)	3.44(0.60)	3.17(0.79)	$F(2,64)=0.82$	n.s.
物理的な事物・現象についてもっと学びたくなった	3.45(0.40)	3.33(0.67)	3.38(0.76)	$F(2,64)=0.14$	n.s.
今までにない遊び場を創ることができた	3.60(0.49)	2.94(0.70)	3.07(0.78)	$F(2,64)=4.93$	*
バーチャル環境でここぞできる遊び場を創ることができた	3.65(0.43)	3.33(0.75)	3.55(0.56)	$F(2,64)=1.34$	n.s.
Unityの操作は簡単だった	1.85(0.45)	2.11(1.05)	1.90(0.84)	$F(2,64)=0.49$	n.s.

### 結果

実践1～3ですべての参加者が肯定回答

- 制作活動は楽しかった
- 制作活動に積極的に取り組んだ
- 今回のような制作活動をもっとしたい
- プログラミングをもっと学びたくなった
- 調べ学習によって新たな知識を得た

制作活動やプログラミングに関する意欲・関心が高い

実践1>実践2,3

参加者の7割以上がUnityの操作は難しいと回答

実践3における有効回答者13名中、9名が「Unityの操作が難しい」と回答した制作活動

実践1：自由度の高い新たな遊び場  
めあての設定・言葉かけが影響？

### 3.4 バーチャル環境を主とした制作活動の結果・考察

自由記述

学校で学ぶ教科の知識や考え方を使ったものは？

	物理基礎 物理	数学	英語	情報	国語	社会	生物	化学	その他
実践 1 計 44 件	43% 19 件	34% 15 件	20% 9 件						2% 1 件
実践 2 計 43 件	58% 25 件	5% 2 件	2% 1 件	16% 7 件	7% 3 件	5% 2 件	5% 2 件		2% 1 件
実践 3 計 41 件	56% 23 件	2% 1 件	2% 1 件	29% 12 件	2% 1 件	2% 1 件		5% 2 件	

物理的な事物・現象を意識した、今までにない遊び場を創ろう  
テーマ設定に準じた教科との学び

実践1  
Unityを使ったプログラミングの必須スキル

実践2, 実践3  
2022年度より情報科でプログラミングが必修化

実践2（既習事項との接続）  
実践3（学習対象の明示）  
実践1より教科数が倍増  
→教科との接続を意識した制作活動



「めあて」の設定が教科との接続に影響

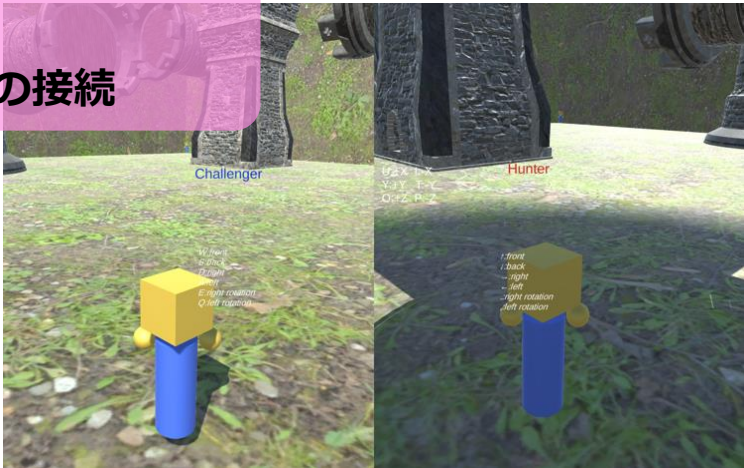
# 3.4 バーチャル環境を主とした制作活動の結果・考察

## 制作物の分類

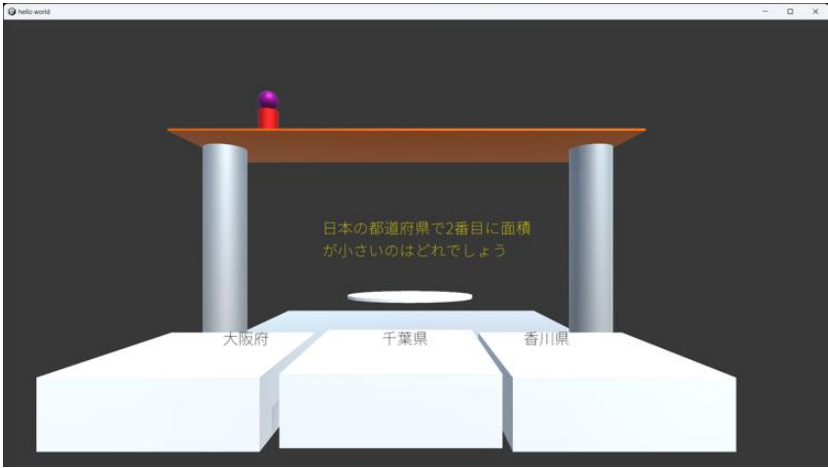
学習タイプ（体験or問題） × 教科との接続



体験 × 教科なし  
キー操作でオブジェクトを  
設置しながらかくれんぼ



体験 × 複数教科（社会・物理）  
歴史的建造物を模した空間の中を  
重力操作しながら鬼ごっこ



問題 × 複数教科（社会・物理）  
**クイズ**の正解に向かって  
オブジェクトを落下させる

制作物	実践 1（自由制作）		実践 2（既習事項との接続）		実践 3（学習対象の明示）	
複数教科	0 件/0%		4 件/44%		8 件/53%	
	0（体験）	0（問題）	4（体験）	0（問題）	3（体験）	5（問題）
単一教科	5 件/50%		5 件/56%		7 件/47%	
	5（体験）	0（問題）	4（体験）	1（問題）	6（体験）	1（問題）
教科なし	5 件（体験）/50%		0 件/0%		0 件/0%	

「めあて」の  
設定が制作物  
に影響

すべての成果物が  
体験型コンテンツ

すべての成果物が  
教科と接続

実践3  
既存知識を確認する問題型多め  
→受講者の学習観が影響

### 3.4 バーチャル環境を主とした制作活動の結果・考察

自由記述

本講座以外の時間に物理的な事物・現象について気づいたこと、考えたこと、実際に試してみたことは？

カテゴリ		実践1	実践2	実践3
創造	アイデアの創出	5	1	3
	バーチャル環境での自由度	3	2	0
探究	物理現象に関する気づき	3	10	6
	物理現象に関する疑問	0	6	2
	物理現象に関する具体的な行動	4	3	2
	ゲーム内でのシミュレーション	2	0	0
	遊具の仕組み	2	0	0
	成果物に対する省察	0	1	3

実践1

自由度の高い制作活動  
(創造性重視)

実践2・3

教科と接続させた制作活動  
(探究重視)



「創造」と「探究」のバランスを  
考慮した目標設定・支援の必要性

実践1

自由度の高い「めあて」  
→創造的な思考と  
開発に向けた技術的な探究

実践2・3

既習事項を意識させた  
「めあて」、学習対象明示  
→科学的な思考を伴う探究

実践3

半数以上（30名中16名）無回答  
→時間不足？講座外での省察が生起せず？



## 3.5 バーチャル環境を主とした制作活動のまとめ

### バーチャル環境の位置付け

実環境での制約にとらわれない  
制作フィールドとしての活用

➡ 制作活動における自由度を拡張  
制作活動の自由度を担保しつつ  
効果的な学びを提供するには？

### 目的

- ・ 高校生を対象としたプログラミング講座を通して、VR空間上での「遊び場創り」を実践
- ・ 「めあて」の設定を変えることで、バーチャル環境での制作活動の効果、教科の学びとの関連について明らかにする

実践1：自由制作    実践2：既習事項との接続    実践3：学習対象の明示

### 結果

バーチャル環境における制作活動

- ・ 難しい操作にも関わらず参加者の高い満足度を促進
- ・ 制作活動を通じた探究の促進

「めあて」の設定が教科との接続、制作物に影響

- ➡
- ・ 高い自由度：創造性重視の制作活動
  - ・ 既習事項を意識：探究重視の制作活動
  - ・ 学習対象を明示：学習観が影響、講座外での省察希薄

学習目標に向けた  
「めあて」の重要性

### 課題

効果的な目標設定・支援

- ↓
- ・ 「探究」と「創造」のバランスを考慮
  - ・ 制作活動の時間だけにとどまらず、講座外（日常）での学びに接続



## 3.6 SDGsをテーマとしたバーチャル環境における制作活動（2024・2025）



### アプリ開発講座（VRコース）

- 制作コンテンツについて -

SDGsの課題解決に向けて  
物理的な事象・現象を意識した,  
「学習コンテンツ」を創ろう！



テーマ（コンセプト / 学校で学んだ内容など）

- コンテンツの紹介 / 工夫した点
- 物理的な事象・現象の説明
- 大変だったところ → どうやって解決したか

### 2024年・2025年

SDGsの課題解決に向けたテーマ

実社会との接続を意識  
→社会的文脈と結びついた探究  
発展的な創造活動に展開

# 4. 実環境とバーチャル環境を接続させた制作活動 ～カード配置によるシミュレーションとしての VR 活用～

**第1章**  
はじめに

**第2章**  
実環境を主とした制作活動

**第3章**  
バーチャル環境を主とした制作活動

**第4章**  
実環境とバーチャル環境を接続した制作活動

**第5章**  
今後の展望（遠隔協働制作活動・継続的な学習環境）

**第6章**  
おわりに

## 4.1 本章の位置付け・目的

### 第2章

実環境を主とした制作活動  
→ **協働的**な制作活動を促す

バーチャル環境における体験的な学び  
→ 探究活動の拡張

### 第3章

バーチャル環境を主とした制作活動  
→ 自由度の拡張

Unityによるプログラミングの**難しさ**



### 第4章

実環境とバーチャル環境を接続

**直感的な操作**による**協働的**な制作活動  
探究の拡張と自由度の高い制作活動

2章と3章の  
ハイブリッド型



実環境とバーチャル環境での**制作活動**を接続させるには？

実環境における**カード配置**による  
バーチャル環境でのシミュレーションを提示する制作活動  
※TUI (Tangible User Interface) の実装

**TUI (Tangible User Interface)**  
仮想オブジェクトと物理オブジェクトを  
シームレスに連動した3Dインタラク  
ションを提供



# 4.1 本章の位置付け・目的

## テーマ

SDGsの目標14「海の豊かさを守ろう」

海洋教育を題材 ※抽象的・複雑かつ実社会の課題

海洋基本法第28条：海洋と人類の共生

学習指導要領（2017）→「海洋に関する教育」明記

海に親しむ

海を知る

海を守る

海を利用する

海と  
人との共生

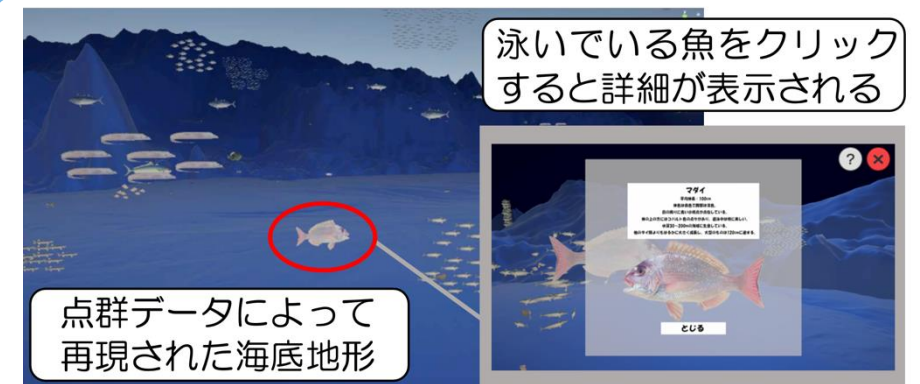
実在する海を題材  
→実社会との接続

TUIの実装

実環境におけるカード配置による  
バーチャル環境での  
シミュレーションを提示

体験的で協働的な制作活動の実現

## 海洋教育のコンセプト



長崎県奈留瀬戸を題材とした  
海洋VR教材のプロトタイプの開発  
→海に親しむ、海を知る上で有用  
※Tashiro et al.(2024) EDULEARN24[査読あり]

用意されたカードを配置する活動  
→バーチャル環境での制作が限定的

「あなたならこのコンテンツを  
どう作る？」

→コンテンツ用のカードを自由に  
制作することで探究・創造を補完

## 4.1 本章の位置付け・目的

### バーチャル環境の位置づけ

物理的なカード配置によるシミュレーション提示

### 目的

- 海の「保全」と「利用」について学ぶ海洋VR教材を開発

### 2つの制作活動

- 「海底遊園地を作ろう」  
：実環境でのカード配置・バーチャル環境でのシミュレーション提示の効果
- 「あなたならこのコンテンツをどう作る？」  
：新たなカード制作による創造的な活動の効果・実践デザインの検討

海の保全・利用  
↓  
児童らにとって身近な  
「豊かさ」の指標と  
なりうるテーマ設定

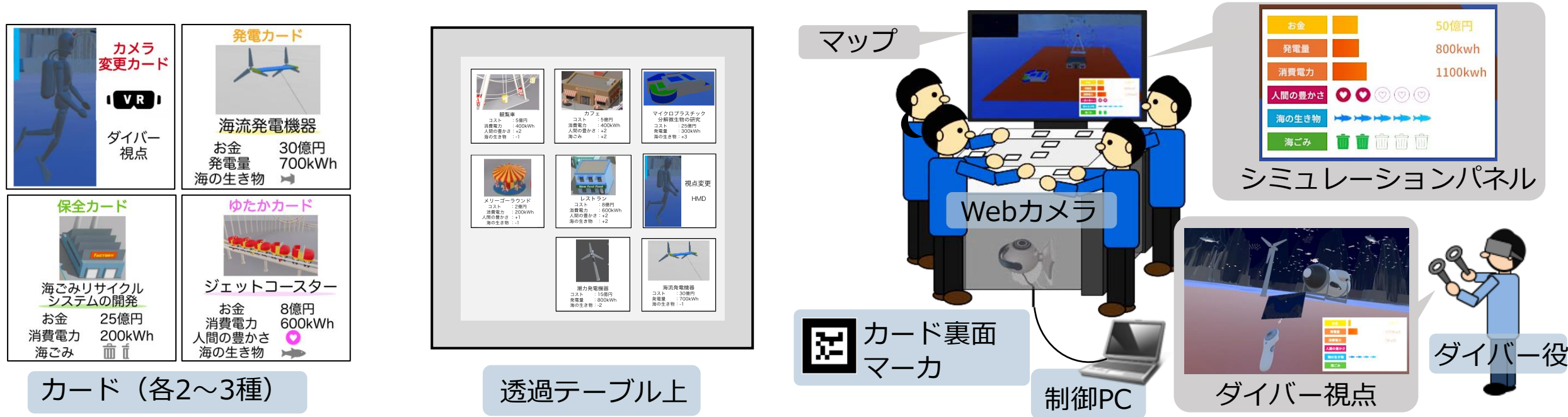
※田代ら (2025)科学教育研究 [査読あり]

## 4.2 実環境とバーチャル環境を接続する海洋VR教材の構築

### 海洋VR教材の仕様（Unityで開発）

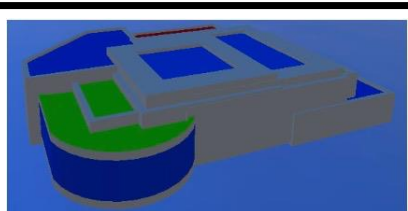
※科研費：研究活動スタート支援（23K18889）

- 透過テーブル上でカードを自由に配置
- テーブル下Web カメラからカード裏面マーカの位置情報検出
- カードに記載された情報や 3D オブジェクトをバーチャル環境内に反映
- 設置したカードの数や種類に応じてシミュレーションゲージが変動
- 学習者はバーチャル環境の様子が映されたモニタを見ながら操作，HMDを装着し，バーチャル環境内を自由に探索可能



## 4.2 実環境とバーチャル環境を接続する海洋VR教材の構築

### 設置したカード



マイクロプラスチック  
分解微生物の研究

コスト : 25億円

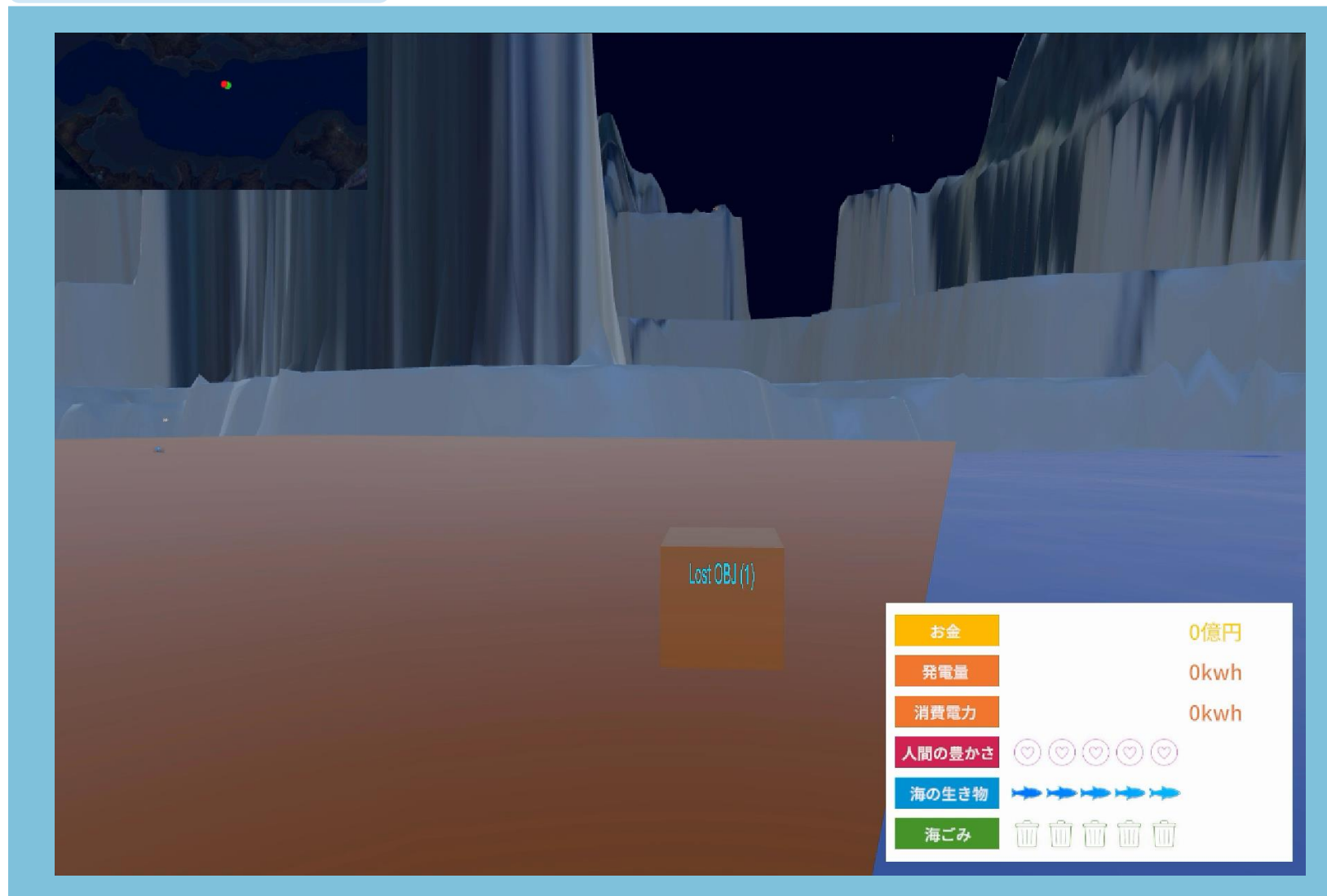
発電量 : 300kWh

海の生き物 : +3

### Webカメラ視点



### バーチャル環境





## 4.2 実環境とバーチャル環境を接続する海洋VR教材の構築

### 設置したカード



### バーチャル環境



## 4.3 海洋VR教材を用いた制作活動の実践と評価

### 実践の概要

対象：県内小学6年生25名（5名1グループ）

期間：1グループあたり昼休み50分程度

- ・ 事前アンケート
- ・ 本教材の説明
- ・ カード配置活動（約15分）  
「海底遊園地をつくろう」5名1グループで活動  
ダイバー役：HMD装着3～4分
- ・ カード制作活動（約15分）  
カード制作（個人活動）  
1人1台タブレット端末を使用
- ・ 事後アンケート



仮想環境を接続させた制作活動

### 評価方法

#### 学習活動について

- ・ **4件法**で得た回答 → 直接確率計算
- ・ **自由記述**（カード配置の意義, 3Dオブジェクト提示の意義）, 活動時の様子を分析



- ・ 実環境でのカード配置の効果
- ・ バーチャル環境の提示の効果
- ・ 実践デザイン（カード配置→カード制作）の効果

#### 海の保全・利用に関する意識について

- ・ **事前事後アンケート**を参加者内比較によるt検定

#### 本教材の改善点について

- ・ **自由記述**をカテゴリごとに分析

～カード配置によるシミュレーションとしての VR 活用～

## 4.3 海洋VR教材を用いた制作活動の結果・考察

### カード配置活動について

4件法による主観評価 カード配置について	肯定 回答	否定 回答	正確確率 検定 (両側検定)	肯定回答 内訳		否定回答 内訳	
				とても そう思う	やや そう思う	あまり そう 思わない	まったく そう 思わない
操作性							
この教材の操作は簡単だった	19	3	**	16	3	3	0
興味・関心							
興味深い（面白い）教材だった	22	0	**	22	0	0	0
この教材を使って、もっと学習したい	22	0	**	18	4	0	0
海についてもっと学びたい	22	0	**	13	9	0	0
積極的に学習に取り組むことができた	21	1	**	16	5	1	0
長崎の海について考えた	15	7	<i>n.s.</i>	5	10	6	1

自由記述：「試行検証の容易さ」 7件  
カード配置によるシミュレーション  
→直感的なインタフェース

自由記述：  
「学習内容への興味・理解」 6件  
「自分で作っている実感」 4件  
すべての参加者が教材について肯定的  
→興味・関心・意欲・主体性を促進

長崎の海について：有意な偏りなし  
限定したエリアでの活動  
→十分な活動時間，問いの設定の重要性

## 4.3 海洋VR教材を用いた制作活動の結果・考察

4件法による主観評価 カード配置について	肯定 回答	否定 回答	正確確率 検定 (両側検定)	肯定回答 内訳		否定回答 内訳	
				とても そう思う	やや そう思う	あまり そう 思わない	まったく そう 思わない
活動プロセス（カード配置活動）							
どのような海底遊園地にしたいかを意識して活動した	22	0	**	18	4	0	0
3D オブジェクトが表示されることで、海底遊園地づくりの意欲が高まった	21	1	**	17	4	1	0
カードを配置する場所を工夫した	20	2	**	16	4	2	0
カードを配置することで、3D オブジェクトの位置関係が分かりやすかった	21	1	**	16	5	1	0
ダイバー視点の効果							
ダイバー役の時、海の中にいるような気持ちになった	21	1	**	15	6	1	0
ダイバー役の視点を共有できることが、海底遊園地づくりに役立った	21	1	**	12	9	1	0
ダイバー役の時、他のメンバーと協力しながら活動した	20	2	**	14	6	2	0

### カード配置活動について

自由記述：「思考の補助」10件  
「運用時のイメージ」1件  
見た目についての言及、発電エリアとアトラクションエリアを意図的に分けた配置も  
→**作りたい海底遊園地を意識しながら制作する上でバーチャル環境が有効**

自由記述：「俯瞰的なイメージ」6件  
「サイズ・距離感の把握」3件  
→**3次元空間の位置把握を支援**

自由記述：「現実感の拡張」6件  
→**没入感の提供、思考の補助**  
ダイバー役に配置役が指示する様子も  
→**多様な視点から協働的な配置活動**

### カードの配置活動

- ・ 興味・関心・主体性の促進
- ・ 3次元空間の位置把握を支援



# 4.3 海洋VR教材を用いた制作活動の結果・考察

4件法による主観評価 カード制作について	肯定 回答	否定 回答	正確確率 検定 (両側検定)	肯定回答 内訳		否定回答 内訳	
				とても そう思う	やや そう思う	あまり そう 思わない	まったく そう 思わない
				活動プロセス（カード制作活動）			
どのような海底遊園地にしたいかを意識してカードを作成した	20	2	**	15	5	2	0
積極的に調べ学習をした	20	2	**	9	11	1	1
新しい知識を得た	21	1	**	15	6	1	0
現実の情報を参考にしながら作成した	19	3	**	10	9	3	0
学校で学んだ知識が役に立った	13	9	n.s.	8	5	9	0

有意差なし  
理科「エネルギー資源の有効活用」  
社会「国土の地形や気候」など  
教科横断的な学びにつながる実践デザインの必要性

課題  
1枚の制作のみで活動を終える参加者も・・・  
カード制作の時間を調整，限られた時間を有効に使う手立ての検討

## カード制作活動について

発電カード

保全カード

ゆたかカード

9枚  
波力発電など  
既存の発電方法を  
中心に，実社会の  
情報を収集

10枚  
魚類養殖場など  
海洋保全活動の  
事例や現状，地  
域の環境問題

13枚  
ホテルなど  
既存の建設物を  
中心，環境に  
配慮した検索も

海の利用

海の保全・共生

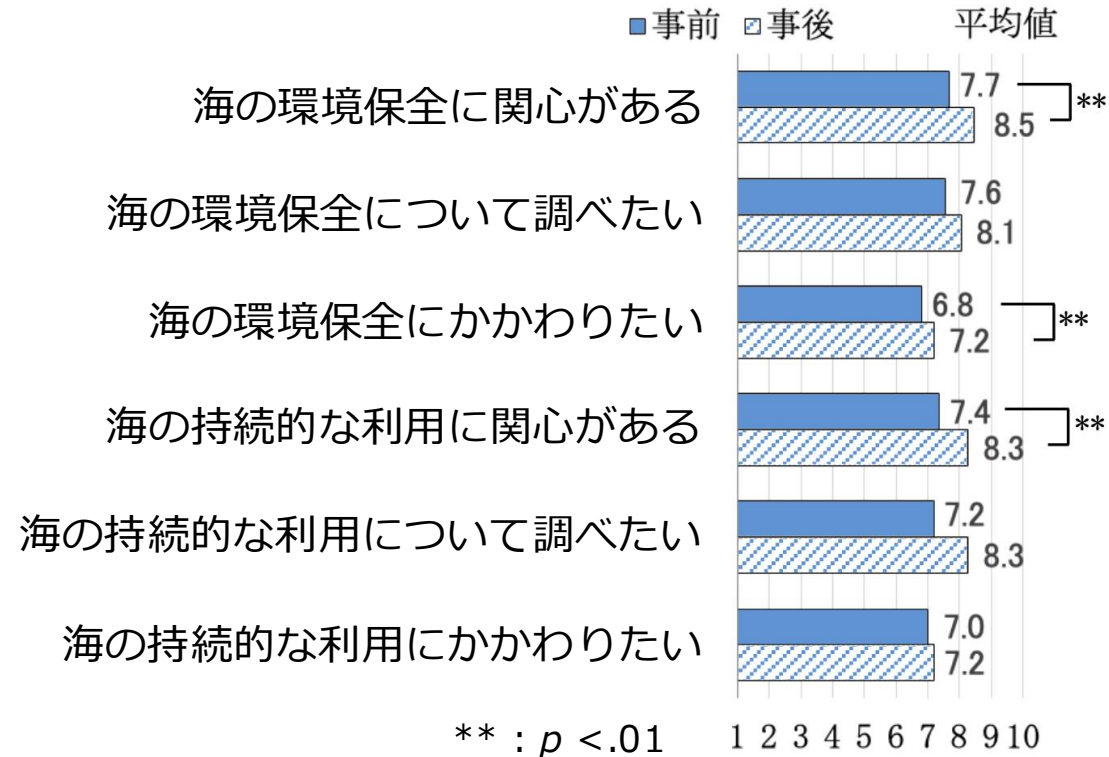
海の利用・共生

実環境を踏まえた知識の獲得  
→海の利用，保全，共生の観点を網羅した  
活発な探究活動を促進

積極的な探究活動，実社会や環境に  
基づく新たな知識の獲得

## 4.3 海洋VR教材を用いた制作活動の結果・考察

### 海の保全・利用への意識に関する 事前事後アンケートの結果



海の保全・利用への関心向上  
共生のバランスを考えながら実践に参加

### 改善点の結果（抜粋）

#### ゲージ変動のVR実装

- ・魚マークによって見える魚の量を変える
- ・人の豊かさというところで人を作る

#### 運用時のイメージ

- ・つくった町を稼働できるようにする

#### 新規カードの追加

- ・もっといろいろなアトラクションを入れたい

#### 配点の工夫

- ・ぐんとゆたか度が増えるといった変化を大きくするカード

#### ダイバー役の学習活動

- ・VRをしている人も変えられる（配置できる）ようにする

#### 操作エリアの拡張

- ・範囲を広げたい

#### 問いの設定

- ・具体的な金額を制限する

教材改善の指針

## 4.4 海洋VR教材を用いた制作活動のまとめ

### バーチャル環境の位置付け

#### 2章と3章のハイブリッド型

実環境とバーチャル環境での  
**創造活動**を接続させるには？



物理的なカードの配置による  
シミュレーション提示

### 目的

- 海の「保全」と「利用」について学ぶ海洋VR教材を開発
- カード**配置**活動：実環境でのカード配置・バーチャル環境でのシミュレーション提示の効果
- カード**制作**活動：新たなカード制作による創造的な活動の効果・実践デザインの検討

### 結果

#### 実環境でのカード配置・バーチャル環境提示の効果

- 容易な施行検証
- 現実感を拡張する没入感の提供・思考の補助
- 多様な視点による協働的な配置活動
- 3次元空間の位置把握

#### 実践デザイン（カード配置・カード制作）の効果

- 実社会や環境に基づく積極的な探究活動
- 海の利用，保全，共生の観点を網羅した探究を促進

バーチャル環境での  
制作が限定的  
→カードを自由に制作

### 課題

**長崎の海に関する学びが希薄**

十分な活動時間，問いの設定の重要性

**学校での学びとの接続が希薄**

教科横断的な学びに繋がる実践デザイン

**制作時間が不足**

限られた時間を有効に使う手立ての検討

# 5. 今後の展望

**第1章**  
はじめに

**第2章**  
実環境を主とした制作活動

**第3章**  
バーチャル環境を主とした制作活動

**第4章**  
実環境とバーチャル環境を接続した制作活動

**第5章**  
今後の展望（遠隔協働制作活動・継続的な学習環境）

**第6章**  
おわりに



バーチャル環境を活用して  
従来の制作活動における  
探究を拡張

**第2章**  
実環境を主とした  
制作活動

**第3章**  
バーチャル環境を主とした  
制作活動

バーチャル環境を活用して  
制作活動における  
自由度を拡張



実環境×バーチャル  
(ハイブリット)

**第4章**  
実環境とバーチャル環境を接続した制作活動

※TUIの活用：バーチャル環境内での限定的な制作活動  
→授業デザインによる補填（教材外での制作活動）

**第5章 今後の展望**

**5.1 AR技術を活用した遠隔協働制作活動への展開**

実環境を主とした制作活動の拡張  
→AR（Augmented Reality）技術の活用

第2～4章：同一空間内での協働的な制作活動

空間的制約を超えた協働制作活動の可能性

**5.2 継続的な学習環境への展開**

バーチャル環境を主とした制作活動の拡張  
VR環境：3Dモデリング  
→実環境に出力（3Dプリンタ）  
→実環境での制作活動

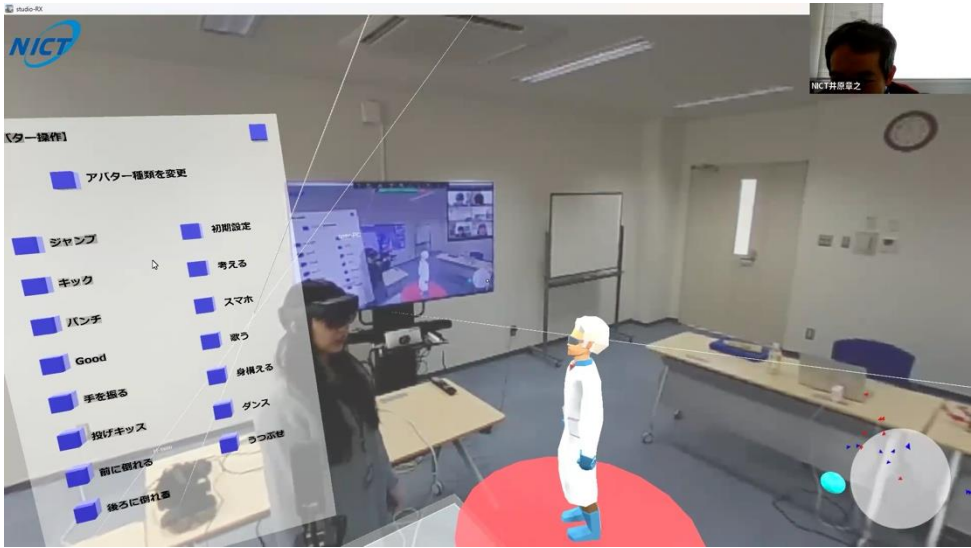
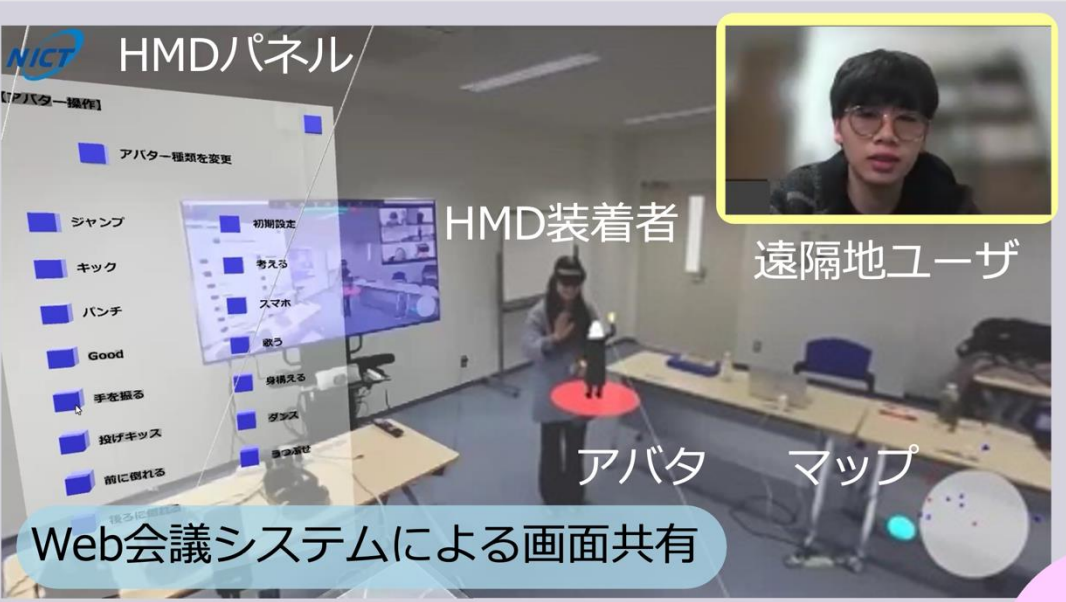
第2～4章：単発的な実践による評価

メイカースペースにおける継続的な制作活動の可能性

# 5.1 AR技術を活用した遠隔協働制作活動への展開

## コンテンツの概要

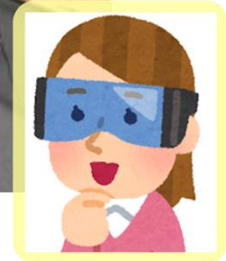
※2024（田代ら）日本教育工学会論文誌(Suppl.), 査読有



HMD装着者からの視点



ハンドジェスチャ操作



制御PC

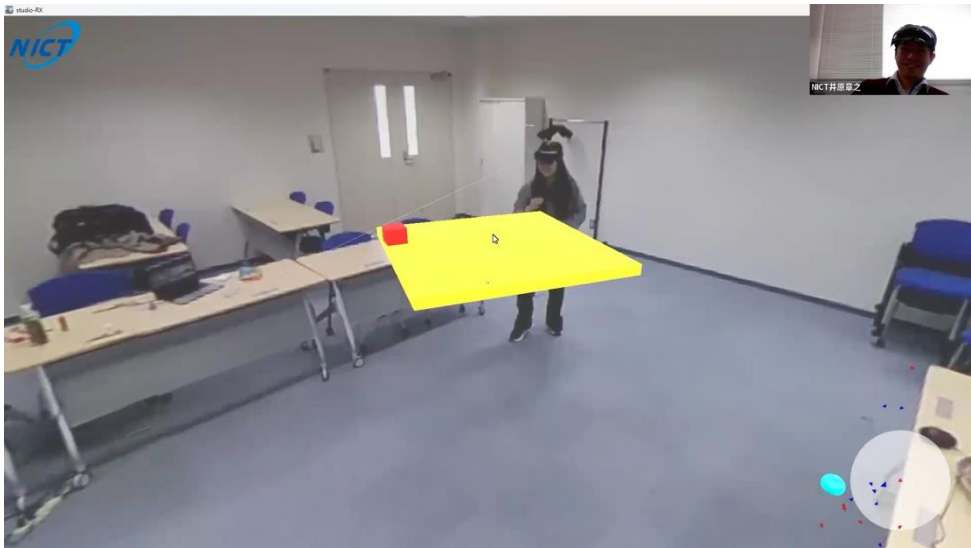


全天球カメラ

実環境のリアルタイム  
映像を制御PCに入力

リアルタイム映像に3Dオブジェクトを重畳表示  
Web会議システムで画面共有

3Dオブジェクトの情報を反映



# 5.1 AR技術を活用した遠隔協働制作活動への展開

## 大学生20名を対象とした調査

質問項目		肯定回答	否定回答	直接確率計算 (両側検定)	肯定回答内訳		否定回答内訳	
					とても そう思う	やや そう思う	あまり そう 思わない	まったく そう 思わない
興味関心	活動は面白かった	20	0	**	18	2	0	0
	積極的に活動できた	20	0	**	15	5	0	0
	集中して活動できた	20	0	**	17	3	0	0
協働	他者と協力して活動できた	19	1	**	10	9	1	0
	対面で一緒に活動しているように感じた	16	4	*	8	8	4	0
操作性	操作の際に視点の移動が容易だった	18	2	**	11	7	2	0
	操作は容易だった	16	4	*	6	10	4	0
	操作の際に 3D オブジェクトの移動が容易だった	13	7	n.s.	7	6	7	0
	3D オブジェクトを操作する際に通信の遅延が気になった	13	7	n.s.	8	5	6	1
	3D オブジェクトの位置把握が容易だった	10	10	n.s.	4	6	10	0

\*\*.:  $p < .01$ , \*:  $p < .05$ , n.s.: 有意差なし

コンテンツの可能性について  
4件法によるアンケート結果を  
肯定回答・否定回答で集計  
→直接確率計算

参加者の興味, 関心の向上  
→主体的な試行や探索的な活動

実環境に共存しないユーザ同士の遠隔協働学習を実現  
→実環境とバーチャル環境を融合させた制作活動の拡張

操作性の課題  
→通信の遅延・位置把握の難しさ

# 5.1 AR技術を活用した遠隔協働制作活動への展開

カテゴリ	件数	記述内容の例
位置把握 ・視点の移動・共有 ・マップのデザイン ・オブジェクトの大きさ	10	<ul style="list-style-type: none"><li>・ ゴーグルをかけている人にアバターがどのように見えているか分からないから、アバターの操作が難しく感じた。</li><li>・ 地図を見て自分がどのアイコンか一目でわかると良いと思いました</li><li>・ 箱を動かす活動では、黄色い箱があったおかげである程度距離感やサイズ感がつかめたけど、人を動かす活動の方は距離感やサイズ感がつかみにくかった点</li></ul>
インタフェース ・キー操作の設定 ・操作方法の提示	6	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 左右の動きは&lt;&gt;で shift を押すと回転する操作方法のほうが直感的なのではないかと感じた</li><li>・ どの操作でどう動くか半分くらいわかってなかったので画面の隅とかに書いてもらえるとありがたいです</li></ul>
オブジェクトの向き	10	<ul style="list-style-type: none"><li>・ オブジェクトの前後左右の把握が少し難しくて、慣れるまで操作に苦戦しました</li><li>・ 立方体を操作する時、どの方向に進むのかが分かりづらい</li></ul>
通信の遅延	8	<ul style="list-style-type: none"><li>・ オブジェクトの操作の遅延が結構あったので細かい調整が難しかった</li></ul>
複数人での操作	1	<ul style="list-style-type: none"><li>・ オブジェクトの操作を同時に複数の人ができるのもっと面白くなると思った</li></ul>
その他	1	<ul style="list-style-type: none"><li>・ ZOOM の対話相手のウィンドウが右下に表示されるアバタマップに重なっていたことに気づいていなかったため、最初操作に苦戦した</li></ul>

改善点について  
自由記述をカテゴリごとに分類・集計

## 課題

位置把握の難しさ  
→位置合わせの精度を向上

オブジェクト操作のインタフェース  
→直感的なキー操作の設定

通信の遅延  
→遅延に配慮した運用上の工夫

複数人での操作  
→同時操作を可能とする機能拡張

## 今後の課題

遠隔協働学習環境の設計  
→制作活動への展開について  
検証・構築を進める



## 5.1 AR技術を活用した遠隔協働制作活動への展開

NUTIC



現地ユーザ

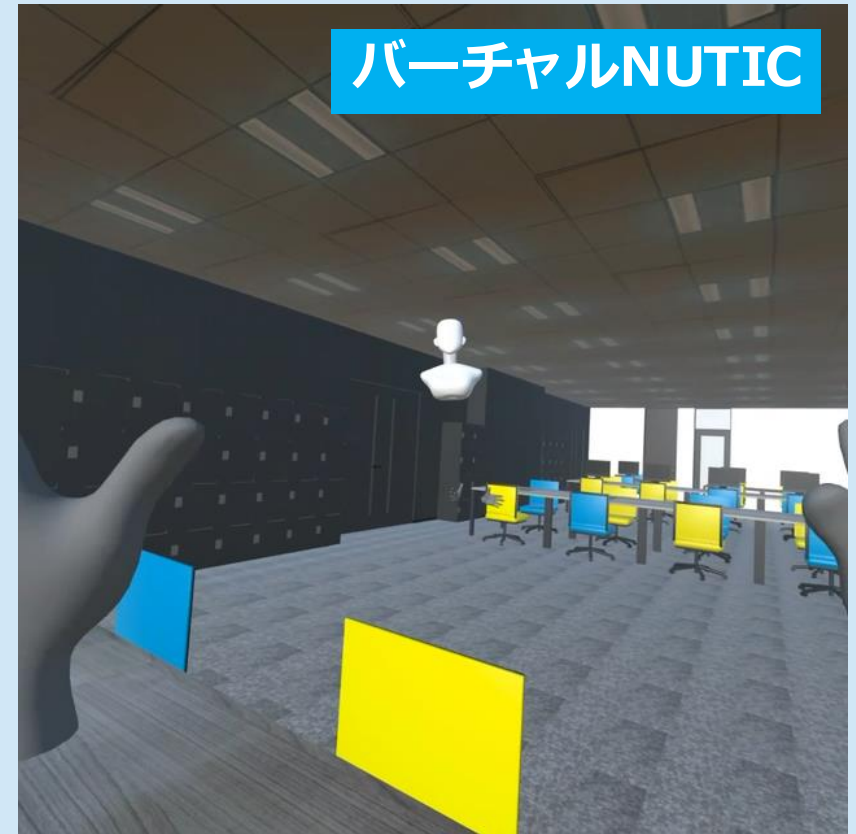
AR環境で活動

遠隔地にいながら  
同様の体験を提供  
→協働的な制作活動

遠隔地ユーザ

VR環境で活動

バーチャルNUTIC



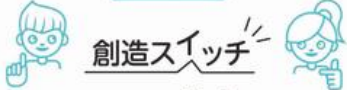
開発中のコンテンツ

tec-nova Nagasakiの概要

体験可能なデジタル機器

長崎大学情報データ科学部 × 長崎市情報制作推進部DX推進課

最新テクノロジーで遊ぶように学べる場



tec-nova Nagasaki

**対象者**  
小学生  
中学生  
高校生

**期 間**  
令和7年 令和8年  
**7月～2月**  
※実施日はホームページから確認

**場 所**  
**NUTIC** 長崎大学  
テクノロジーイノベーションキャンパス  
長崎スタジアムシティ ノース4F  
(長崎市幸町6-7-1)



**平日** 16～19時  
**土・日・祝日又は夏休み・冬休み期間の平日** 9～12時、13～16時



- その他
- ・ 動画編集
  - ・ ゲーム開発エンジン
  - ・ 3DCGモデリング用ソフト

## 5.2 継続的な学習環境への展開

2024年度：メイカースペースの利用頻度と使用傾向（X<sup>2</sup>検定）

使用ツール	群	使用回数（期待値）	調整済み残差	有意性表示
 VRヘッドセット	第1群	47 (41.339)	1.793	† ( $p < .10$ )
	第2群	▲69 (58.959)	2.878	** ( $p < .01$ )
	第3群	▽48 (63.702)	-4.431	** ( $p < .01$ )
<hr/>				
 3Dプリンタ	第1群	14 (19.661)	-1.793	† ( $p < .10$ )
	第2群	▽18 (28.041)	-2.878	** ( $p < .01$ )
	第3群	▲46 (30.298)	4.431	** ( $p < .01$ )

▲：有意に多い ▽：有意に少ない    \*\*： $p < .01$ , \*： $p < .05$ , †： $.05 < p < .10$

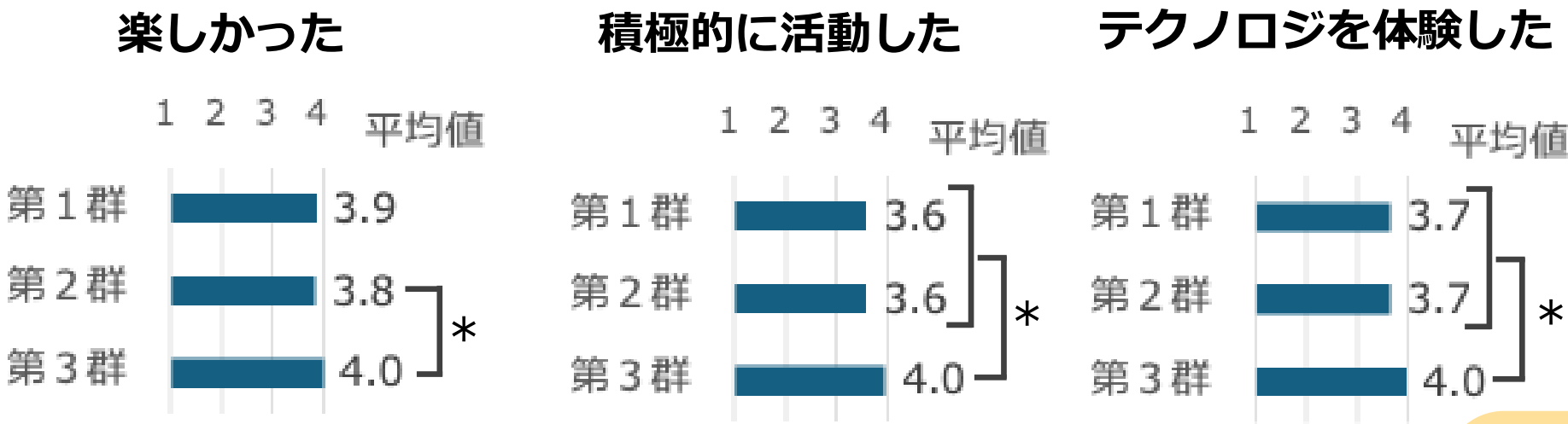
- 初回・数回のみ参加（第1群：1回，第2群：2～4回）  
VR体験などのテクノロジーに触れる活動に関心
- 5回以上の継続的な参加（第3群：5～15回）  
3Dモデリングや3Dプリンタを用いた創造的制作活動





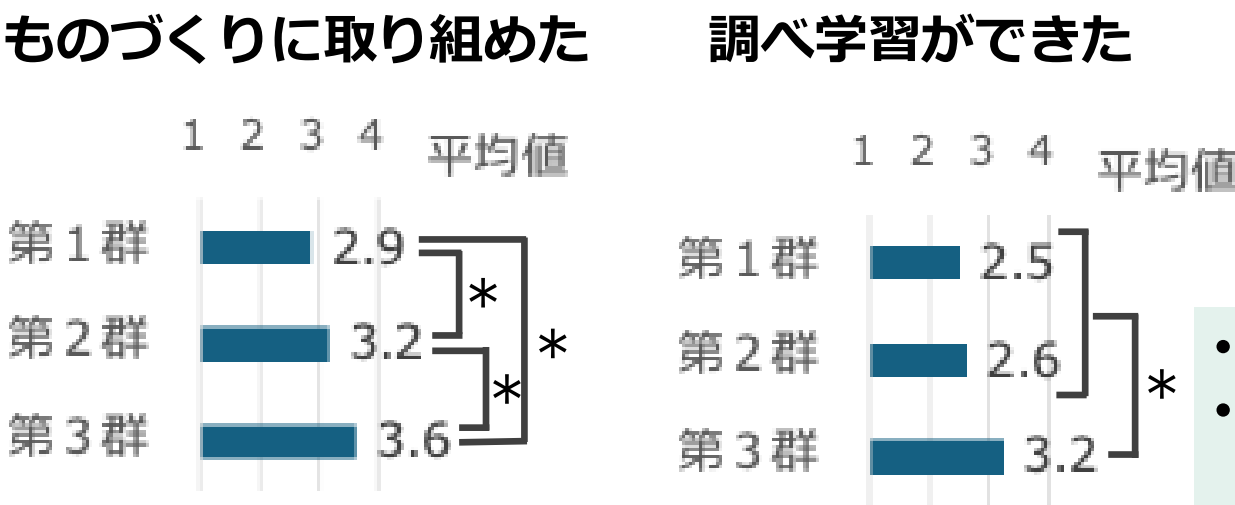
# 5.2 継続的な学習環境への展開

利用頻度と学習活動に対する態度（分散分析/一要因参加者間比較）



ものづくり ↔ 調べ学習

創造活動と  
探究活動の往還



第1群：1回  
第2群：2～4回  
第3群：5～15回

継続的な参加者  
肯定的な態度

- 長期的な学習ログの収集・分析
  - 学習者のモチベーションの維持
- 創造的制作活動の実現



## 5.2 継続的な学習環境への展開

継続参加・・・探究的学びと創造的な制作活動へ発展

3Dモデリングソフト→3Dプリンタで出力など バーチャル環境での制作×実環境での制作  
→創造的制作活動へ

### 開発中のコンテンツ



出力したオブジェクト

## 6. おわりに

### 【目的】

創造的な活動の実現に向けたバーチャル環境  
の学習効果と課題を整理

Society5.0に求められる人材育成に寄与する  
知見を得る

### 第1章 はじめに

バーチャル環境を活用して  
従来の制作活動における  
探究を拡張

### 第2章 実環境を主とした制作活動

制作活動における  
自由度を拡張

### 第3章 バーチャル環境を主とした 制作活動

### 第4章 実環境とバーチャル環境を接続した制作活動

### 第5章 今後の展望 (遠隔協働制作活動・継続的な学習環境)

2章と3章の  
ハイブリッド型

### 第6章 おわりに

### 第2章

バーチャル環境によって探究活動が拡張  
発展的な思考を刺激, 複雑な概念を具現化

### 第3章

主体的な制作活動と高い満足度を促進  
学習目標に向けた「めあて」の重要性

### 第4章

カード配置による実感を伴った主体的かつ  
協働的な制作活動  
現実感を拡張する没入感の提供  
実社会や環境に基づく積極的な探究活動

### 本研究の課題

#### 評価について

- ・ 興味関心や理解に関する学習者の主観評価，制作物の評価，実践の様子等の見取り
- ・ 知識のみで測れない資質能力等，創造的な活動の評価の難しさ  
→ 学習ログや行動ログ等の継続的な知見の蓄積・評価指標の検討

#### 学習者の実態について

- ・ 学習者の属性に偏りがあった可能性  
→ 習熟度・モチベーション・発達段階等ごとに知見を蓄積

#### 実践デザインについて

- ・ 協働的な制作活動を前提とした実践  
→ 個別/協働での制作活動の効果を検討

# (参考) 本研究に関連する業績

## 第2章

### (査読有)

Honoka Tashiro, Noboru Fujimoto, Yusuke Morita, Norio Setozaki (2025) Integrating Inquiry and Creative Activities through the Exploratory Spherical Power Plant Application, International Journal for Educational Media and Technology, 18(1), 90-100

田代穂香, 小八重智史, 瀬戸崎典夫, 藤本登 (2021) 全天球型発電所探索アプリの開発およびエネルギー学習における有用性の検討, 科学教育研究, 45(4), 384-392

### (学会発表)

田代穂香, 小八重智史, 瀬戸崎典夫, 藤本登 (2020) 全天球型発電所探索アプリの開発およびESDの視点を取り入れたエネルギー学習の実践, 日本科学教育学会研究会報告, 35(3), 125-130 **(ベストプレゼンテーション賞)**

田代穂香, 小八重智史, 瀬戸崎典夫, 藤本登 (2021) ESDの視点を取り入れた全天球型発電所探索アプリの開発, 日本教育工学会2021年春季全国大会(第38回大会)講演論文集, 431-432

田代穂香, 武藤寛明, 瀬戸崎典夫, 藤本登, 森田裕介 (2022) 全天球型発電所探索アプリを用いたSTEAM教育の可能性の検討, 日本教育工学会2022年春季全国大会(第40回大会)講演論文集, 249-250

田代穂香, 瀬戸崎典夫, 藤本登, 森田裕介 (2022) STEAM教育における全天球型発電所探索アプリの活用可能性の検討, 日本科学教育学会研究会報告, 36(6), 29-32

田代穂香, 瀬戸崎典夫, 藤本登, 森田裕介 (2022) STEAM教育の実践に向けた全天球型発電所探索アプリの設計指針, 日本バーチャルリアリティ学会第27回大会論文抄録集, 2F2-5

田代穂香, 瀬戸崎典夫, 藤本登, 森田裕介 (2022) 全天球型発電所探索アプリを用いたSTEAM教育の実践に向けた教員研修の可能性の検討, 日本科学教育学会46回年会論文集, 214-317

田代穂香, 瀬戸崎典夫, 藤本登, 森田裕介 (2023) 全天球型発電所探索アプリを用いたSTEAM教育の実践, 日本教育工学会2023年秋季全国大会(第43回大会)講演論文集, 315-316



# (参考) 本研究に関連する業績

## 第3章：

(学会発表)

田代穂香, 土手絢心, 北村史, 瀬戸崎典夫 (2023) プログラミング講座における物理現象を題材とした遊び場創りの実践, 日本科学教育学会第47回年会論文集, 687-688

田代穂香, 土手絢心, 北村史, 瀬戸崎典夫 (2023) 物理現象を題材としたバーチャル遊び場創りによるプログラミング教育の実践, 教育システム情報学会 (JSiSE) 2023年度 第4回研究会

田代穂香, 土手絢心, 北村史, 瀬戸崎典夫 (2024) プログラミング講座を通したSTEAM教育の実践における教科との接続に関する一検討, 日本教育工学会2024年春季全国大会 (第44回大会) 講演論文集, 343-344

## 第4章：

(査読有)

田代穂香, 北村史, 瀬戸崎典夫 (2025) 海の保全と利用を題材としたカード配置型海洋VR教材の開発, 科学教育研究, 49(4), 330-334

H. Tashiro, K. Kubo, F. Kitamura, N. Setozaki (2024) DEVELOPMENT OF VR TEACHING MATERIALS FOR LEARNING ABOUT MARINE ECOSYSTEMS, EDULEARN24 Proceedings, 5871-5874, Spain/Palma de Mallorca, July 1-3

(学会発表)

田代穂香, 久保航太, 北村史, 瀬戸崎典夫 (2024) 海の生態について学ぶ海洋VR教材の開発, 教育システム情報学会2023年度 学生研究発表会

田代穂香, 北村史, 瀬戸崎典夫 (2024) 海底遊園施設の配置シミュレーションを実装した海洋VR教材の開発, 日本科学教育学会研究会報告, 39(2), 289-292

田代穂香, 瀬戸崎典夫 (2024) 海洋人材育成に向けた VR タンジブル教材の設計指針, 日本教育工学会2024年秋季全国大会 (第45回大会) 講演論文集, 399-400

# (参考) 本研究に関連する業績

## 第5章：

### (査読有)

- 田代穂香, 山中雄生, 井原章之, 元村慎太郎, 瀬戸崎典夫 (2024) Web 会議システムと連動するAR コンテンツを用いた遠隔コミュニケーションの利点と課題, 日本教育工学会論文誌, 48(Suppl.), 173-176
- N. Setozaki, T. Araki, H. Tashiro, F. Kitamura (2025) Exploring Tool Usage and Learner Engagement in a Maker Space: A Quantitative Study Based on Usage Frequency, eLearn 2025 World Conference on EdTech Since 1996, 2025 (1), 571-578, Thailand/Bangkok, October 13-16

### (学会発表)

- 田代穂香, 山中雄生, 井原章之, 元村慎太郎, 瀬戸崎典夫 (2024) AR技術を活用したWeb会議システムとHMDの遠隔コミュニケーション, 日本教育メディア学会研究会論集, 56, 28-33
- 田代穂香, 北村史, 瀬戸崎典夫 (2024) 海底遊園施設の配置シミュレーションを実装した海洋VR教材の開発, 日本科学教育学会研究会報告, 39(2), 289-292
- 田代穂香, 荒木友也, 北村史, 瀬戸崎典夫 (2025) 「テクノバ・フェス2024」を通じた産官学連携によるメイカースペースの運用に関する一考察, 日本科学教育学会第49回年会論文集, 621-624