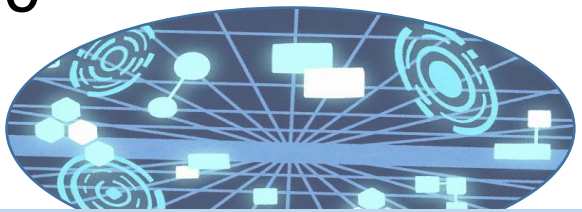
オンライン協働学習を実現する バーチャル環境システムの開発と評価

情報工学コース　4年
瀬戸崎研究室　　土手絢心

背景 -目指す未来社会と教育-

Society 5.0



サイバー（仮想）空間

×

フィジカル（現実）空間

（内閣府2016）

新時代に求められる教育

他者と協働しながら新たな価値を創造できる資質・能力の育成

（文部科学省2020）

先端技術を活用した学びが効果的

（文部科学省2020）

VR技術

遠隔・オンライン教育

ICTを活用した協働学習

観察・実験等の体験的な学習

ICTを活用したコミュニケーション活動

（文部科学省）

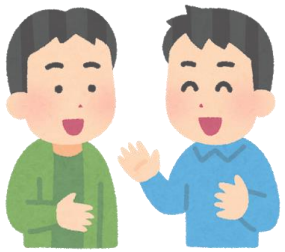
背景 -先端技術が実現する新たな学び-

VRとオンライン教育を活用した事例

対話的な学びを支援するVR型教材
（加藤ら2020）

対話に対する集中

協働性の向上



他者アバターを配置した教室授業を
体感できるVR型教材（徳永ら2020）

孤独感を抱きにくい

学習継続意欲の向上

VRとオンライン教育を融合した学び

学習者の協働的な学びに有効

Society 5.0のを担う人材育成に寄与

背景 -VR教材「月の満ち欠けのしくみ」-

「月の満ち欠けのしくみ」
→ 生徒・教師ともに理解度が低い

「月の満ち欠けのしくみ」を学ぶ探索型VR教材（瀬戸崎ら2018）

→ 理解度や興味の観点から高い評価を得た

個別学習による探索活動を想定
複数名による協働的な学習環境の提供に至っていない

目的

月の満ち欠けを題材として，対話的な協働学習を

実現するバーチャル環境システムの開発

開発環境・開発ツール

バーチャル環境の構築

ゲーム開発エンジン(Unity)

(Unity2019.4.0f1(64-bit))

https://unity3d.com/jp/legal/branding_trademarks

プログラムの記述（C#）

コードエディタ（Visual Studio 2019）

VR機材

HTC Vive

ネットワーク通信の実装

Photon Unity Networking 2

・Exit Games社が提供するUnityのアセット
・リアルタイム・マルチプレイヤーに対応したゲーム開発フレームワーク
・ネットワークを介した高度な制御を可能とするAPIを提供する

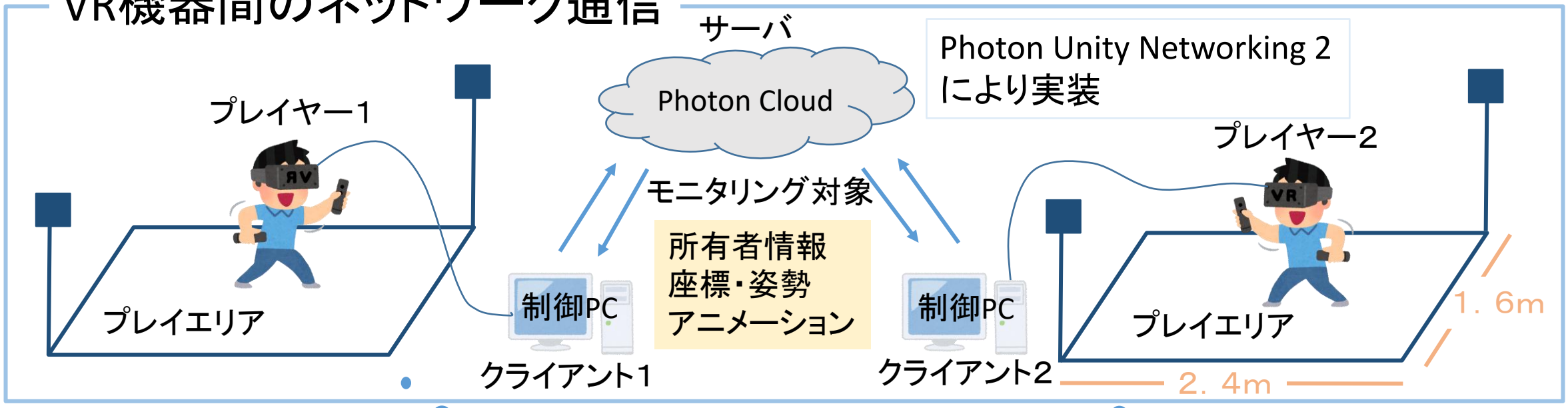
音声通話機能の実装

Photon Voice 2

・Exit Games社が提供するUnityのアセット
・ユーザのボイスコミュニケーションを実現

ネットワーク通信とバーチャル環境

VR機器間のネットワーク通信



・サーバはクライアントの通信をリレーする
・モニタリング対象に設定された情報を送受信
・クライアント側で処理

・HMDおよびコントローラのトラッキングされた情報がアバターに反映
・コントローラによる惑星アニメーションの操作
・会話や身振り等の対話

評価方法

バーチャル環境における活動

2人1組のペア（対象：大学生20名）

別地点からバーチャル環境にログイン

対話をしながら2人で協力して「月の満ち欠けのしくみ」について学習

アンケート調査

〇4件法による回答（計17問）

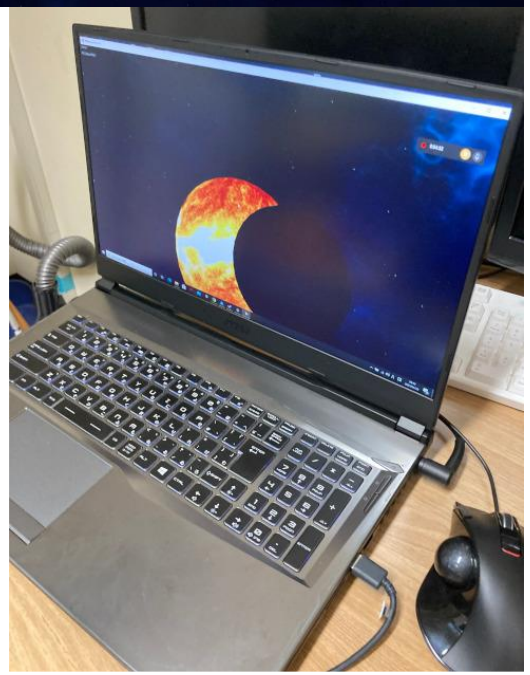
肯定回答（とてもそう思う），（ややそう思う）
否定回答（あまりそう思わない），（まったくそう思わない）

直接確率計算

〇自由記述による回答（計4問）

カテゴリ分類・集計

活動の記録



結果・考察 -アンケート調査（4件法①）-

活動における態度・協働性

質問項目	肯定回答（人）		否定回答（人）		直接確率計算（両側検定）
	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	
「月の満ち欠けのしくみ」について理解できた	8	10	2	0	**
「月の満ち欠けのしくみ」について興味がわいた	13	6	1	0	**
積極的に学習できた	17	2	1	0	**
集中して学習できた	15	2	3	0	**
他者と協力して学習できた	17	2	1	0	**
積極的に対話できた	18	2	0	0	**
バーチャル環境内の他者と対話することは面白い	17	3	0	0	**
バーチャル環境内の他者と学習することは面白い	16	4	0	0	**
他者アバターと一緒に学習している気分になった	14	5	1	0	**
他者アバターと対話している気分になった	10	8	2	0	**

（**：p< .01）

学習者の積極的な活動を促す教材

結果・考察 -アンケート調査（4件法①）-

活動における態度・協働性

質問項目	肯定回答（人）		否定回答（人）		直接確率計算（両側検定）
	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	
「月の満ち欠けのしくみ」について理解できた	8	10	2	0	**
「月の満ち欠けのしくみ」について興味がわいた	13	6	1	0	**
積極的に学習できた	17	2	1	0	**
集中して学習できた	15	2	3	0	**
他者と協力して学習できた	17	2	1	0	**
積極的に対話できた	18	2	0	0	**
バーチャル環境内の他者と対話することは面白い	17	3	0	0	**
バーチャル環境内の他者と学習することは面白い	16	4	0	0	**
他者アバターと一緒に学習している気分になった	14	5	1	0	**
他者アバターと対話している気分になった	10	8	2	0	**

（**：p< .01）

他者の存在を認識させ，協働的な学習を促す

結果・考察 -アンケート調査（4件法②）-

操作性・使用感

質問項目	肯定回答（人）		否定回答（人）		直接確率計算（両側検定）
	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	
惑星の速度の変更は容易だった	9	8	3	0	**
コントローラによる左右の視点移動は容易だった	10	8	1	1	**
コントローラによる自分自身の位置移動は容易だった	7	10	2	1	**
宇宙空間を歩いているような感覚になった	12	7	1	0	**
気分が悪くなることがあった	3	6	2	9	n.s.
相手の話し声は聞き取りやすかった	11	8	1	0	**
スムーズに対話できた	14	4	2	0	**

（** : p< .01 n.s. : 有意差なし）

VR酔いを起こす可能性がある
→ バーチャル環境における移動方法について検討する余地がある

結果・考察 -アンケート調査（4件法②）-

操作性・使用感

質問項目	肯定回答（人）		否定回答（人）		直接確率計算（両側検定）
	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	
惑星の速度の変更は容易だった	9	8	3	0	**
コントローラによる左右の視点移動は容易だった	10	8	1	1	**
コントローラによる自分自身の位置移動は容易だった	7	10	2	1	**
宇宙空間を歩いているような感覚になった	12	7	1	0	**
気分が悪くなることがあった	3	6	2	9	n.s.
相手の話し声は聞き取りやすかった	11	8	1	0	**
スムーズに対話できた	14	4	2	0	**

（**：p< .01 n.s.：有意差なし）

学習者らの対話を成立させ，没入感を与える教材

結果・考察 -アンケート調査（自由記述①）-

質問（バーチャル環境内での他者と対話することは面白い）における回答の理由

カテゴリ	件数	記述内容例
離れた人と一緒にいる感覚	5	・一緒にいるような感覚で話すことができた ・離れたところに居ながら，そこにいるように会話することができた
初めての体験・未知の体験	4	・バーチャル環境で対話することが初めてだった
普段と異なる環境	3	・現実世界で話すとは違う雰囲気だった
現実との比較	3	・ビデオチャットや電話よりも対話に集中できた
もの・話題の共有	3	・同じ映像を同じタイミングで観ることができるため共感しやすい
表現の幅	1	・体全体を使って表現できる
積極性	1	・積極的に意見交換ができた

・別地点にいながらも他者アバターが存在し，対話が成立することで，バーチャル環境の他者を認識している
・会話だけでなく，体全体を使って表現することでも対話を成立させている

結果・考察 -アンケート調査（自由記述②）-

本システムの改善点

カテゴリ	件数	記述内容例
月の位置の同期	7	・月の位置がそれぞれで異なるときがあった
アバター	7	・人物の動きが不自然だった ・アバターの影が映りこんだ
コントローラ操作	6	・操作が難しかった
機能の追加	5	・バーチャル環境に言葉の吹き出しを付ける
他者の視点	2	・他者の視点からどのように見えているか分からない
活動中の指示	2	・指示出しの声が聞こえない
学習者の人数	1	・学習できる人数を増やす

・月の位置の同期やアバターの影は学習者の学習に大きな障害となる
→　早急な改善が必要
・学習できる人数を増やし，学校現場における評価を実施

まとめ

目的

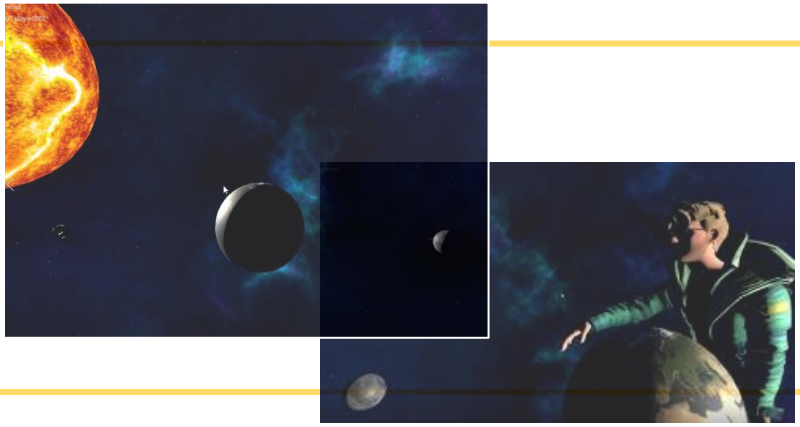
月の満ち欠けを題材として，対話的な協働学習を実現するバーチャル環境システムの開発

結果・考察

・学習者の積極的な活動を促す

・他者の存在を認識させ，協働的な学習を促す

・学習者らの対話を成立させ，没入感を与える



今後の課題

・システムの改善 （VR酔いの軽減，月の位置の同期，アバターの変更）

・学習者の人数を増やしたより協働的な活動の評価

・中学生を対象とした学校現場における評価

→ 本システムの学習効果を明らかにする