

メタバースを活用した 振り返り学習コンテンツの開発

Development of Reflective Learning Content Utilizing the Metaverse

長崎大学 情報データ科学部 インフォメーションサイエンスコース
瀬戸崎研究室 38122049 田川真寛

はじめに -研究背景-

Society5.0時代の教育変容

(内閣府, 2016)

「新たな創造価値を生み出す力」の要求



受動的な「学習」から

自律的・能動的な「学修」へ

教育DXの加速化

(文部科学省, 2019)

GIGAスクール構想の推進

学習成果をデジタルで蓄積・共有する基盤の整備

eポートフォリオの4つの機能

(Lorenzo & Ittelson, 2005)



学習プロセスを客観的に振り返る
「省察」と「メタ認知」を促進

はじめに -現状のeポートフォリオが抱える課題-

運用の実態：「保管倉庫 (Warehouse)」化

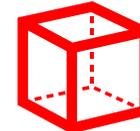


評価偏重のシステムにより学修成果を蓄積するだけの利用に留まる

⇒主体的な関与・**所有感 (Ownership)** が低下

(森本, 2019; 竹内, 2016; Barrett, 2004; Tosh *et al.* 2005)

記録の限界：立体作品における「空間性」の喪失



- ・写真や動画では**空間情報の再現性に限界**がある
- ・厚みや奥行きが消失 ⇒ **実物との鑑賞体験に乖離**
- ・空間情報の欠落により、**作品の本質**が保存されない

(芳賀, 2019; Cleary & Ní Bhroin, 2018; Stephens, 2023)

はじめに -メタバース技術がもたらす新たな可能性-

物理的制約を超えた「空間性の担保」

- 3D計測・アーカイブ技術により物理的制約を超えた**精密な観察**が可能
- 2D写真では困難な「**空間性の担保**」を技術的に保証(野口, 2023)

「空間的知識表現」と「自己表現」の深化

- 高い「空間的知識表現」と「**経験学習**」の機会が学習者の**関心意欲を向上** (Dalgarno & Lee, 2010)
- 単なる保存を超えた「**自己表現**」として機能 (加納, 2024)

アバタによる「心理的障壁」の低減

- 物理的・社会的属性を隠蔽し相互評価への**心理的障壁を低減**
- **対話的な振り返り**を促進する有効な手段 (碓, 2024)

⇒ **立体作品の空間的特性を損なわず、他者との対話的な振り返りを実現**

はじめに -研究目的-

運用の実態
「保管倉庫 (Warehouse)」化

記録の限界
立体作品における「空間性」の喪失

メタバースを活用

目的

3D成果物特化型バーチャルポートフォリオの開発

立体作品の記録・展示が可能な新たなポートフォリオシステムを構築する

開発 - ツール -

ゲーム開発エンジン

Unity

Unity6000.0.056f1 (64-bit)



ネットワーク同期 Photon Fusion (SaaS: Photon Cloud)

アバタ同期: 位置・姿勢・アニメーションのリアルタイム通信
テキストチャットのメッセージ送受信



データベース機能 Firebase (MBaaS)

Authentication: ユーザ認証 (ログイン管理)

Firestore: 作品情報・コメント・部屋IDのデータベース管理

Storage: 3Dモデル(.glb)・画像・動画の実体保存



実行デバイス

PC (Windows11) ×2



開発 -システム概要-



開発 -動画-

ポートフォリオ記入の様子

←戻る バーチャルポートフォリオ記入

タイトル*

トースター

日付 (YYYY-MM-DD形式) *

2025-03-10

作品の説明*

Blenderを使ってトースターを作成.

振り返り (感想) *

パンを作って、アニメーションを付与して遊びたい!

表示する3D作品の大きさ

大

ファイルを選択

Type: 3D Model

ファイル選択:G:\マイドライブ\卒論
2026\【卒研】事前データ提出フォーム (「3D成果物特化型バーチャルポートフォリオ」評価活動用) (File responses)\荒木友也 oaster_荒木友也.glb

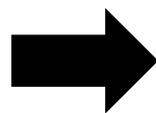
アップロードする

※使用可能なファイル (.png, .jpg, .jpeg, .mp4, .mov, .glb)
※画像や動画は16:9を推奨しています

作品鑑賞の様子 (マルチプレイヤー)



作品の振り返り・アップロード
完了すると作品が空間に反映



作品に近づくと振り返りの内容が表示
アバタ同士での交流可能

開発 -主要機能①-

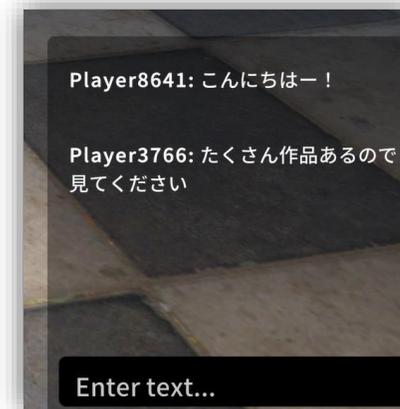
作品別スレッド機能

作品ごとに独立したコメント投稿・閲覧ができ、
非同期的な意見交換を実現



テキストチャット機能

参加者全員へメッセージを送信し、リアルタイムな交流が可能



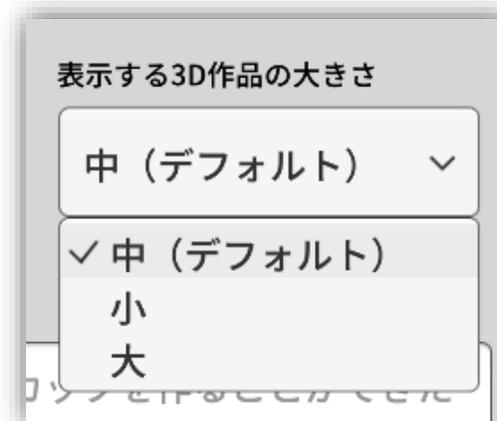
アバタのリアクション

ジェスチャー（拍手・いいね等）による、非言語的なコミュニケーション手段



作品追加・ポートフォリオ機能

3Dモデル等の作品を展示サイズや振り返りと紐づけて登録する



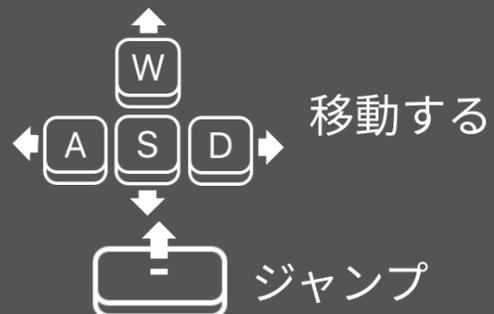
開発 - 主要機能② -

ヘルプメニューによる操作支援 (1/6)

基本操作と移動

アバターの移動やUIの操作方法

アバターの移動方法



スワイプ：視点移動



カーソル：視野を拡大/縮小



視点をリセット

UIの操作方法

ボタンにカーソルを合わせて左クリック

作品を追加する



開発 -主要機能②-

ヘルプメニューによる操作支援 (2/6)

作品鑑賞と振り返り
作品に近づくと情報が表示されます

タイトル
日付・説明

tec-nova Nagasaki ネームプレート
2025-09-20
テクノバフェスに来場した子供たちに向けてBlenderで制作した

フィードバックスレッド
(ボタンを押すと表示)

薄さとデザインにこだわった！

作品を追加する
ID: 2MSUIM
ヘルプ
ログアウト

TestPlayer: 面白い空間ですね！
Enter text...
Development Build

作品が見やすい機能
F1 UIの表示/非表示

振り返り (感想)

テキストチャット【リアルタイムで交流】
(Enterキーを押すと表示)

開発 - 主要機能② -

ヘルプメニューによる操作支援 (3/6)

交流と意見交換①

空間上で複数人での交流や意見交換・フィードバックが可能です

同じ空間で交流する手順

ホスト側

部屋IDを確認・共有する

作品を追加する

ID:XXXXXX

参加者側

部屋IDを入力する

部屋ID

Enter text...

フィードバックスレッド



作品ごとに意見交換が可能なスレッドを用意

Player1234 · 2時間前
Blender触ってみたいと思いました！よかったら今度教えてください (笑)

テキストチャット

【リアルタイムで交流】



チャットを開く/送信する

Player1234: こんにちは
Player5678: 作品面白いですね
Player1234: あっちの作品も見たいです！

Enter text...

開発 - 主要機能② -

ヘルプメニューによる操作支援 (4/6)

交流と意見交換②

特定のキーを押すことでアバターのリアクションによる交流が可能です

F3 ~ F6



手を振る



拍手する



いいね👍



考える

開発 - 主要機能② -

ヘルプメニューによる操作支援 (5/6)

作品の追加方法

【ポートフォリオ管理】制作した作品（3Dファイル・画像・動画）をアップロード

※マルチプレイ時は利用できません

記入・アップロードする手順

① 作品に関するファイルを選択する

② 作品情報と振り返りを入力する

タイトル・日付・説明文・振り返り（感想）
3Dファイルの場合は表示する大きさを選択できます

③ 「アップロードする」をクリック

←戻る バーチャルポートフォリオ記入

タイトル* 表示する3D作品の大きさ
(例) マグカップ 中 (デフォルト) ▾

日付 (YYYY-MM-DD形式)*
YYYY-MM-DD

作品の説明*
(例) Blenderを使って小さなティーマグカップを作ることができた

振り返り (感想)*
(例) 作ったティーマグカップをUnityに取り込んで遊んでみたい

アップロードする

Type: 3D Model
 ファイル選
択: C:\Users\mahiro\Downloads\colorblock.glb

※使用可能なファイル (.png, .jpg, .jpeg, .mp4, .mov, .gltf)
※画像や動画は16:9を推奨しています

開発 - 主要機能② -

ヘルプメニューによる操作支援 (6/6)

システムと接続

システムに関する情報

【クレジット (制作・研究情報)】

- プロジェクト名：3D成果物活用型 バーチャルポートフォリオ (2025szlab_tagawa)
- 開発者：田川 真寛 (長崎大学 瀬戸崎研究室 B4)
- 開発環境：Unity / Photon Fusion / Firebase
- ソースコード (GitHub) :
 - URL: https://github.com/Myhero2003/2025szlab_tagawa
 - ※ソースコードの公開により、研究の再現性と透明性を確保しています。
- 最終更新：2026年1月6日 (機能実装完了版)

【サポート・お問い合わせ】

- バグ報告・改善提案
 - リポジトリの README に記載の連絡先までお寄せください。
- プロジェクトの詳細 (README)
 - 開発の背景やセットアップ手順については、リポジトリ内の readme.md を参照してください。

評価方法 -活動概要・手順-

評価対象（参加者）・場所

大学・大学院生 20名（2名1組のペア活動）

作品提出あり：10名（専用空間割当）

作品提出なし：10名（サンプル空間）

場所 NUTIC（長崎スタジアムシティ）



説明・ログイン

システム説明

操作説明

同意書記入

ログイン

個人活動①

自身の作品確認

ポートフォリオ記入

ペア活動

ペアの空間へ入室

作品の案内・説明

対話・フィードバック

個人活動②

自分の空間へ帰還

コメント確認

アンケート回答

4件法質問

自由記述

評価方法 -アンケート調査-

4件法による主観評価（19問）

4:とてもそう思う

3:少しそう思う

2:あまりそう思わない

1:全くそう思わない

コンテンツの使用感（5問）

各機能について（5問）

3D展示空間について（2問）

フィードバック・交流（3問）

今後の活用について（4問）

自由記述（2問）

Q1 このコンテンツの良かった点

Q2 改善点や追加してほしい機能

分析方法

4件法による主観評価

- 作品データ提出の影響

Brunner-Munzel検定(参加者間比較)

- 肯定群(4,3)と否定群(2,1)に分類

直接確率計算(両側検定)

自由記述

- 類似する回答ごとにカテゴリ分類し集計

結果・考察 -作品データ提出の影響-

参加者間比較

分析方法	<i>Brunner-Munzel</i> 検定
提出あり群	10名
提出なし群	10名

有意傾向が見られた項目：

「操作に困った際
ヘルプメニューの情報が役に立った」

提出あり Median (IQR)	提出なし Median (IQR)	<i>W</i> 値	<i>P</i> 値
3.0 (2.0-4.0)	4.0 (3.25-4.0)	1.91	0.08 (+)

(+ : .05 < *p* < .10)

考察

提出あり群 活動期間の前半実施

ヘルプメニューを「使用しなかった」事実
⇒「1」「2」の回答として反映された可能性

提出なし群 活動期間の後半実施

「操作支援機能」としての観点
⇒機能が存在すること自体を肯定的に評価

作品データの所持の有無によって
システムの評価に大きな違いは生じない

結果・考察 - 直接確率計算（コンテンツの使用感） -

質問項目	肯定回答（名）		否定回答（名）		結果 (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	全く そう 思わない	
入室の手順（各項目の入力）は容易だった	17	3	0	0	**
退室の手順（ログアウト機能）は容易だった	20	0	0	0	**
操作に困った際ヘルプメニューの情報が役に立った	11	5	2	2	*
空間内での移動や視点操作は容易だった	7	11	2	0	**
気分が悪くなることがあった（※逆転項目）	0	0	0	20	**

(** : $p < .01$ * : $p < .05$)

入退室の容易性・操作支援機能

システムの導入部分や支援機能は概ね理解しやすく容易であると示唆

安全性と身体的負担

- ・ 画面酔いは**全員が否定回答**
- ・ 視点操作や移動含む鑑賞・交流において**身体的負担の少なさ**を確認

結果・考察 - 直接確率計算（各機能について） -

質問項目	肯定回答（名）		否定回答（名）		結果 (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	全く そう 思わない	
作品別のスレッド（コメント）機能は使いやすかった	11	9	0	0	**
ニックネーム表示により誰がどこにいるか分かった	18	1	1	0	**
作品のサイズ調整機能（大・中・小）は使いやすかった	3	14	3	0	**
テキストチャット機能は使いやすかった	8	9	2	1	**
リアクション機能は使いやすかった	13	2	5	0	*

(** : $p < .01$ * : $p < .05$)

スレッド機能への肯定的な評価

参加者全員が肯定的に評価

⇒作品を通じた**深い交流の促進**に極めて効果的

リアクション機能の課題

- ・他機能に比べ否定的な回答が散見
- ・直感的なフィードバック

(効果音・視覚効果) の追加が必要

結果・考察 - 直接確率計算 (3D展示空間について) -

質問項目	肯定回答 (名)		否定回答 (名)		結果 (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	全く そう 思わない	
写真や動画で見るよりも作品の形状がよく分かった	16	4	0	0	**
自分の作品が「空間に蓄積されている」と実感できた	19	1	0	0	**

(** : $p < .01$)

立体形状の把握

2次元メディアと比較し、より**正確な形状把握**と**優れた鑑賞体験**を実現

蓄積の実感

物理的な広がりにより、創作の量や軌跡を可視化 ⇒ eポートフォリオの新たな価値を創出

結果・考察 - 直接確率計算 (交流・フィードバック) -

質問項目	肯定回答 (名)		否定回答 (名)		結果 (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	全く そう 思わない	
他の人の作品や情報を見ることで良い刺激になった	15	4	1	0	**
他の人の作品に対して具体的な意見や感想を伝えやすい	16	4	0	0	**
自分の作品に対して具体的な意見や感想を得ることができた	10	8	2	0	**

(** : $p < .01$)

他者の作品からの刺激

- ・ 仮想空間での作品閲覧
- ・ 他者作品からの刺激 ⇒ 創作活動におけるモチベーション向上に寄与

双方向のやりとり

具体的な他者評価を行う場として機能 ⇒ 双方向のコミュニケーションが成立

結果・考察 -直接確率計算（今後の活用について）-

質問項目	肯定回答（名）		否定回答（名）		結果 (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	全く そう 思わない	
本コンテンツを使用して楽しかった	19	1	0	0	**
3D作品を作成したらこの空間に展示したい	17	3	0	0	**
意見や感想をもとに新たな作品の創作意欲が湧いた	12	6	2	0	**
本コンテンツは3D作品の記録に向いている	18	1	1	0	**

(** : $p < .01$)

持続可能な学習サイクル

- ・ 「楽しさ」と「展示意欲」の喚起 ⇒ 単発に留まらない**創作活動の循環**を実現
- ・ 持続可能なポートフォリオシステムとしての可能性を示唆

結果・考察 -自由記述（コンテンツの良かった点）-

アバタによる交流 14件

- ・アバタを介した同一空間での交流が評価
- ・4件法（交流・フィードバック）の**高評価と合致**

「自分の3D作品を3Dのまま他人に見てもらえることができる」
 「リアクションが豊富で初対面の人とでもコミュニケーションがとりやすかった」

立体の形状理解 11件

- ・多角的な観察が形状把握を支援
- ・「写真や動画より形状がよく分かった」という**定量的結果を裏付け**

「作品の細かい部分をよく観察できる」
 「3D・2D問わず、作品が展示できるのが良かった」

相互のフィードバック 7件

- ・非同期・同期の併用が、**具体的なフィードバック活動を促進**

「作品ごとにスレッドがあり、そこに意見がたまっていく点」
 「作品ごとのテキストフォームでもリアルタイムでもコミュニケーションを取れるところが良かった。」

操作の容易さ (6)

非日常体験 (5)

蓄積の実感 (5)

高揚感 (3)

臨場感 (2)

展望 (1)

結果・考察 -自由記述（改善点や追加してほしい機能）-

展示の自由度

15件

- ・回転・配置(7件)やテクスチャ変更(3件)
- ・作品の世界観に合わせた展示環境構築への意欲

「作品の展示場所などを細かく指定したい」
 「展の個性を出したい（床，証明の色など）」

作品別スレッド

テキストチャット

15件

- ・文字入力時の移動干渉(5件)・送信操作(4件)
- ⇒誤操作を防ぐシステム改善が必要

「テキスト入力中は移動キー(WASD)が無効になるようにしてほしい」
 「コメント送信時のEnterキー操作で誤ってチャットが開いてしまう」

視点操作

10件

- ・カメラの可動範囲(4件)・別角度(3件)
- ・制約の少ない直感的な操作が必要

「視点の動かせる範囲がもっと広いといいなと思った」
 「アバタ自身のサイズを変えて、ミニチュアの中に入れるようになったり、全体をふかんして見れるようになっても楽しくなりそう。」

評価・
リアクション機能(7)

移動・衝突判定の
改善(5)

意思疎通・
コミュニケーション(4)

作品追加・
アップロード(3)

デバイスの変更(1)

まとめ

目的

3D成果物特化型バーチャルポートフォリオの開発

立体作品の記録・展示が可能な新たなポートフォリオシステムを構築する

結果・考察

3D展示の有効性：形状把握や「空間的な蓄積」の実感において高い評価を獲得

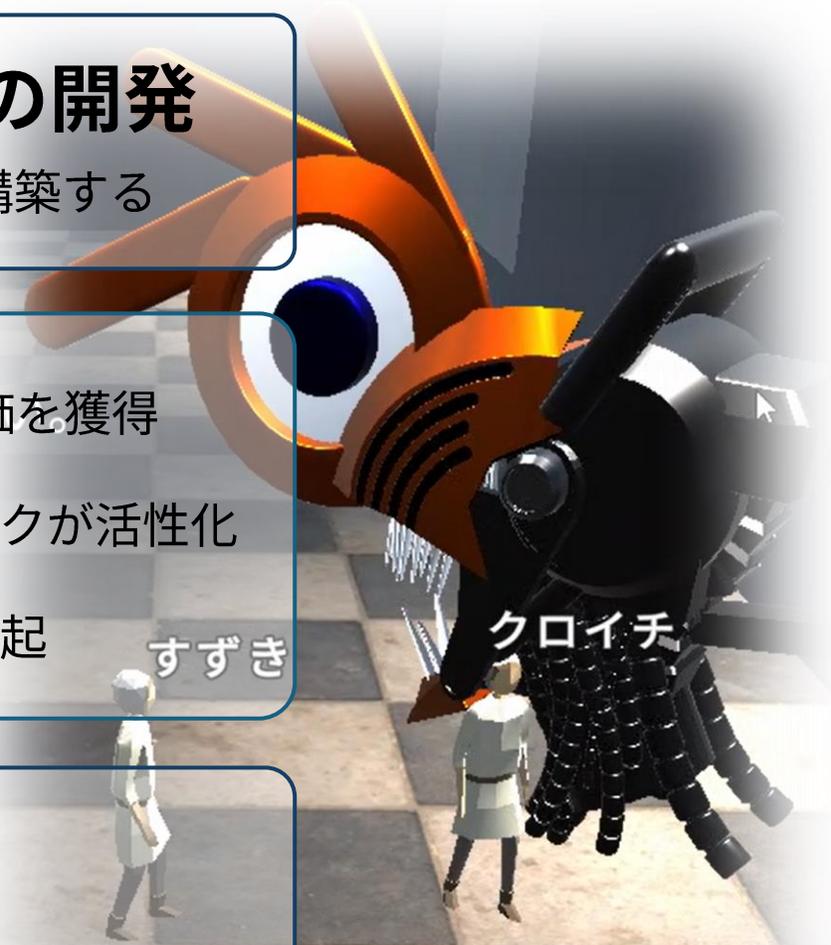
相互評価の促進：アバタ・チャットで心理的障壁を低減・フィードバックが活性化

学習サイクルの確立：他者作品からの刺激が新たな創作・展示意欲を喚起

今後の展望

UI/UXの改善：テキスト入力と移動操作の干渉改善・誤操作の防止

展示自由度と視点操作の拡張：展示環境のカスタマイズ性向上・直感的操作



参考文献

- 碓 朋子(2024)「「メタバース」的時空間における「アバター」の使用が消費者に与える影響に関する探索的研究」『日本大学大学院総合社会情報研究科紀要』, 25(2), 117-128.
- 加納 寛子(2024)「メタバースを活用した教育の可能性—不登校の児童生徒を対象とした授業や教員養成を目的とした授業の報告—」『情報教育ジャーナル』, 5(1), 31-35.
- 中央教育審議会(2008)「学士課程教育の構築に向けて(答申)」文部科学省.
- 竹内 愛(2016)「高等教育におけるポートフォリオの運用実態と諸課題」『共愛学園前橋国際大学論集』, 16, 31-44.
- 内閣府(2016)「第5期科学技術基本計画」<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf> (参照日 2026.02.04).
- 野口 淳(2023)「デジタルアーカイブス時代の文化財3次元計測」『日本画像学会誌』, 62(1), 68-72.
- 芳賀 京子(2019)「ギリシア・ローマ美術における創造と複製—3D技術と古代彫刻—」『文化交流研究』, 32, 9-16.
- 間瀬 皓介, 佐藤 隼明, 森本 康彦(2020)「eポートフォリオを活用した個人内評価モデルに基づく評価支援システムの開発」『教育システム情報学会研究報告』, 34(6), 127-132.
- 文部科学省(2020)「GIGAスクール構想の実現へ」https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf (参照日 2026.02.04).
- 森本 康彦(2019)「高大接続改革とeポートフォリオ—資質・能力を多面的・多角的に評価し育成していくために—」『情報処理』, 60(6), 532-537.
- Barrett, H. C. (2004). Differentiating electronic portfolios and online assessment management systems. Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2004, 46-56.
- Cleary, A., & Ní Bhroin, M. (2018). Approaches to teaching and learning in art education for primary teachers, using art journals as part of the learning process. International Conference on Engaging Pedagogy.
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. British Journal of Educational Technology, 41(1), 10-32.
- Lorenzo, G., & Ittelson, J. (2005). An overview of e-portfolios. Educause learning initiative, 1(1), 1-27.
- Stephens, F. (2023). Unsuitable Objects: Disrupting Photorealism in the Digital 3D Scan through Art Practice. PhD Thesis, University of West London.
- Tosh, D., Light, T. P., Fleming, K., & Haywood, J. (2005). Engagement with electronic portfolios: Challenges from the student perspective. Canadian Journal of Learning and Technology, 31(3).

基礎知識

Society5.0

『サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、
経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会』

内閣府「Society 5.0 - 科学技術政策」

ポートフォリオ(Portfolio)

『学習，スキル，実績を実証するための成果(work)を，
ある目的のもと，組織化／構造化しまとめた収集物』

Jones, M., and Shelton, M.: "Developing Your Portfolio: Enhancing Your Learning and Showing Your Stuff", Routledge (2006)

eポートフォリオは”電子版のポートフォリオ”を指すことが多い

メタバース(Metaverse)

『ユーザー間で「コミュニケーション」が可能な、インターネット等のネットワークを
通じてアクセスできる、仮想的なデジタル空間』

総務省「Web3時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会」中間とりまとめ(2023)