

# 仮想会議における議論支援を目的とした 高実在感 3D モデルの活用と有効性の検証

内田龍成<sup>1</sup> 鶴田直之<sup>2</sup>

**概要:** VR 会議では、実空間にはない仮想空間ならではの機能を活用することで、理解度の向上や議論の促進が可能になると考えられる。本研究では、3D Gaussian Splatting を用いて生成した高い実在感を有するモデルを VR 会議空間に導入し、「プレゼンテーション会議」と「デザイン会議」の二つの形式に対応した機能を実装した。プレゼンテーション会議では、建物や複雑な構造物を 3D モデルとして提示し、参加者が自由に観察できる環境を構築した。デザイン会議では、モデルの移動・回転・配置などの操作を可能とし、仮想空間上でレイアウト検討を行えるようにした。これらの機能の有効性について実験的に評価を行った。

**キーワード:** 仮想会議, 会議支援, 3D Gaussian Splatting

## Verification of the Utilization and Effectiveness of High-Fidelity 3D Models for Supporting Discussions in Virtual Meetings

RYUSEI UCHIDA<sup>†1</sup>, NAOYUKI TSURUTA<sup>†2</sup>

**Abstract:** VR meetings can enhance understanding and facilitate discussion by leveraging features unique to virtual spaces that do not exist in physical reality. This paper introduces models with high presence generated using 3D Gaussian Splatting into VR meeting spaces, implementing features tailored for two formats: “presentation meetings” and “design meetings.” For presentation meetings, buildings and complex structures are presented as 3D models, creating an environment where participants can freely observe them. For design meetings, operations such as moving, rotating, and positioning models are enabled, allowing layout considerations to be conducted within the virtual space. Finally, the effectiveness of these features is demonstrated experimentally.

**Keywords:** Virtual meetings, meeting support, 3D Gaussian Splatting

### 1. はじめに

新型コロナ禍を契機にビデオ会議が普及したが、非言語情報が伝わりにくく、相互理解が対面より難しいという課題がある。一方で、VR やメタバース、HMD の普及により、没入型仮想空間を活用したコミュニケーションが広まりつつあり、福岡大学でもメタバース入学式が実施されるなど教育分野への応用も進んでいる。

こうした中、VR 会議システムはアバターによる空間共有が可能で、対面に近いコミュニケーションを実現している。さらに先行研究では、視線共有や生成 AI による要約機能などの効果が示されたが、三次元的な情報活用、特に高実在感のある 3D モデルの活用は十分検討されていない。

これに対し、近年登場した 3D Gaussian Splatting[1] (以下、3DGS) により、現実物体を高い実在感のまま 3D モデル化できるようになり、デジタルツインという概念とあわせて、仮想会議での新しい情報共有手法として期待される。

そこで、本研究では、3DGS による高実在感モデルを VR 会議に導入し、参加者が自由に観察・操作できる機能を実装することで、空間的・構造的な理解を促進し、議論を支

援することを目的とする。特に、対象物の形状理解が重要なプレゼンテーション会議やデザイン会議で効果を検証する。また、仮想空間で得られた知見を現実世界へフィードバック可能な会議体験を目指し、VR 会議システム設計への新たな知見を提供する。

### 2. 研究の概要

本研究では、VR 会議における議論支援を目的として、高実在感モデルを活用した会議手法を提案する。特に、3D モデルの活用が有効である会議形式として、「プレゼンテーション会議」と「デザイン会議」の二つに着目し、それぞれに適したモデル活用方法・機能を VR 会議空間上に実装する。

プレゼンテーション会議では、従来のスライドのみを用いた発表に代えて、建物や複雑な構造物を高実在感モデルとして提示する。これにより、立体構造やスケール感、空間的な関係性を直感的に把握でき、聴衆の理解度向上が期待される。参加者は仮想空間内でモデルを掴み、移動・回転・拡大縮小といった操作を行いながら自由に観察することができ、発表者と聴衆の間で同一のイメージを共有した

1 福岡大学大学院  
Fukuoka University Graduate School  
2 福岡大学

状態で議論を進めることが可能となる。

一方、デザイン会議では、移動可能な 3D モデルを用いて、仮想空間上で配置やレイアウトを検討する。参加者は複数のモデルを実際に動かしながら配置案を試行錯誤できるため、現実世界でモノを動かす前に、空間的制約や物理的な配置の妥当性を事前に検討することが可能となる。

また、会議で用いる高実在感モデルは、3D モデル生成手法である 3DGS を用いて作成する。これは、画像からモデルを作成する新視点画像合成技術の一種である。従来手法であるフォトグラメトリよりも高品質で物体形状の再現性も高くなっており、リアリティの向上を図る。

以上のように、本研究では高実在感モデルを単なる表示対象としてではなく、議論の中心となる共有オブジェクトとして扱うとともに、仮想空間での議論結果を現実世界へ接続する可能性を含めて検証することで、仮想会議におけるイメージ共有と議論促進、レイアウト検証を実現する。

### 3. 実装手法

#### 3.1 VR 会議システム概要

VR 会議システムの全体図は図 1 の通りである。参加者は、デスクトップ PC に接続した VR 機器 (HMD と左右コントローラ) を装着することを前提とする。VR 会議システムに必要な基本的な機能として、先行研究[2-4]で開発した「ボディトラッキングアバター」「音声チャット機能」「スライド共有機能」を実装している。

更に本研究では、モデル活用機能として、モデルを掴みでの移動、回転、拡大縮小を可能にする「モデルインタラクション機能」と、縮尺が異なる 2 つの同一モデルを切り替えて俯瞰/主観視点でのモデル観察を可能にする「マルチスケール切替機能」を実装した。

なお、本システムは、VR 機器を装着せずに参加することも可能であるが、一部機能が制限される。「モデルインタラクション機能」「マルチスケール切替機能」は使用不可で、「ボディトラッキングアバター」に関しては、自アバターはボディトラッキングしないが、他 VR 参加者のアバターのボディトラッキングは反映される。

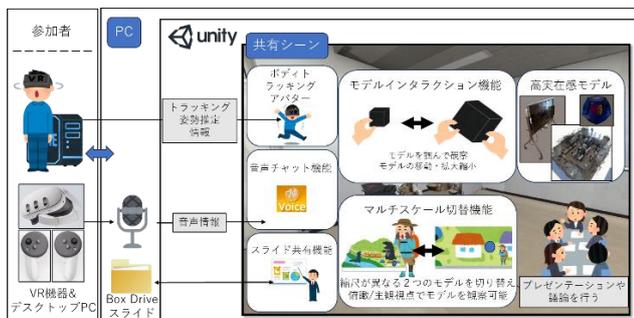


図 1 VR 会議システム全体図

Figure 1 VR Meeting System Overview

#### 3.2 VR 会議：ボディトラッキングアバターの同期

ボディトラッキングには、Meta SDK[5]が提供する「OVRBody」を用いる。これは、HMD と両コントローラの位置を元に、トラッキングしていない下半身も含む全身の姿勢情報を推測するものである。この OVRBody から得られた推定姿勢データをボディトラッキングアバターに反映させる。

複数ユーザが参加する仮想会議では、Photon[6]で自アバターの動きを、他参加者のシーン上に存在する自アバターに同期するには、アバターをシステム実行後に生成する必要がある (図 2 参照)。したがって、ボディトラッキングアバターの位置情報や姿勢情報を、システム実行後に生成する Photon 同期アバターにそのまま転送・反映させ、Photon 同期アバターを他プレイヤーと同期することで、ボディトラッキングアバターの同期を実現する。

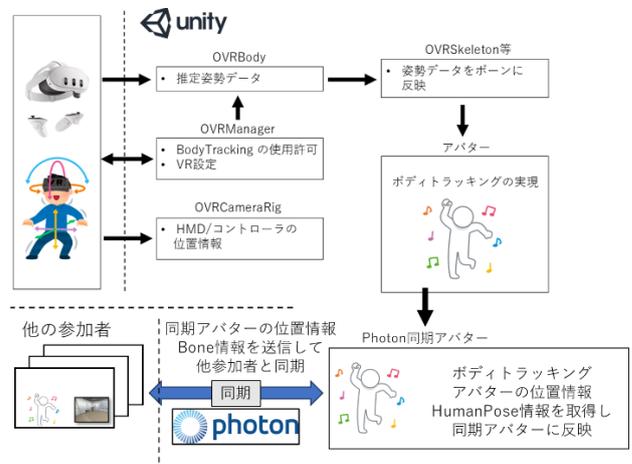


図 2 ボディトラッキングとアバターの同期

Figure 2 Body Tracking and Avatar Synchronization

ボディトラッキングアバターの位置情報・姿勢情報を Photon 同期アバターに転送する際には、「PositionFollower.cs」と「BodyTrackingFollower.cs」を用いる。

- PositionFollower.cs : 転送先のアバターにアタッチ。ローカルの転送元のアバターを Tag で探し、Transform 情報を取得反映。コントローラ操作による移動 (OVR Player Controller) を反映させるための自作スクリプト。
- BodyTrackingFollower.cs : 転送先のアバターにアタッチ。ローカルの転送元のアバターを Tag で探し、HumanPose 情報を取得反映する自作スクリプト。

「HumanPose」は Unity が提供する、Humanoid 型のアバター間でポーズを安全に・正確にやりとりするための仕組みであり、現在の「関節の曲がり具合」や「ルート位置・回転」を含んだ人型ポーズデータ構造体である。Humanoid 型のアバターであれば、軸やスケールが違っていても、自然なポーズが崩れず再現される。

Photon 同期アバターの位置情報・姿勢情報を、他参加者と同期する際には、「Photon Transform View」と「HumanoidBoneRotationSync.cs」を用いる。

- Photon Transform View : PUN2 が提供する, オブジェクトの Transform 情報同期のためのコンポーネント. 同期アバターにアタッチすることで, アバターの位置のみが同期される.
- HumanoidBoneRotationSync.cs : 同期アバターの Bone 情報 (位置/回転) を Photon 経由で送受信するための自作スクリプト. 同期アバターにアタッチすることで, アバターの姿勢情報が同期される.

### 3.3 モデル活用 : モデルインタラクション機能

モデルインタラクション機能の実装には, 主に Meta SDK の Prefab, コンポーネントを用いる. ボディトラッキングアバターの「Camera Rig」に Meta SDK が提供する Prefab の「OVRInteractionComprehensive」をアタッチする. これでコントローラを用いた RayCast 機能や Grab 機能などが可能になる. 更に, インタラクション対象モデルに, コンポーネント「Box Collider」「Rigidbody」「Grabbable」「Grab Interactable」「Grab Free Transformer」をアタッチし, 「Box Collider」のコライダーの範囲をモデルに合うように調整する. 図 3 に, モデルインタラクション機能の動作例を示す.



図 3 モデルインタラクション機能の動作例

Figure 3 Example of Model Interaction Function Operation

### 3.4 モデル活用 : マルチスケール切替機能

マルチスケール切替機能は, 大規模なモデルを対象に, サイズを縮小させた「ジオラマモデル」と, 実寸大の「拡大モデル」を用いて, 以下のように動作する.

1. シーン上に両モデルを配置しておき, 拡大モデルは描画負荷軽減のため OFF にしておく
2. ジオラマモデル上のボタン押下で, 「ジオラマモデル OFF」と「拡大モデル ON」, 「アバターテレポート : ジオラマモデル上→拡大モデル上」が行われる
3. 拡大モデル上のボタン押下で「ジオラマモデル ON」, 「拡大モデル OFF」, 「アバターテレポート : 拡大モデル上→ジオラマモデル上」が行われる.

マルチスケール切替機能の実装には, モデルを切り替える自作スクリプトを開発した. このスクリプトでは, Inspector 上で, 「アバター」, 「ジオラマモデル」「拡大モデル」と, 両モデルそれぞれに配置した「ボタンオブジェクト」「テレポート位置」を設定することで, モデルに配置されたボタンオブジェクトがインタラクトされたとき, モデルの ON/OFF 切り替えと, 指定位置へのテレポートが実行される. 図 4 にマルチスケール切替機能の配置例を示す.

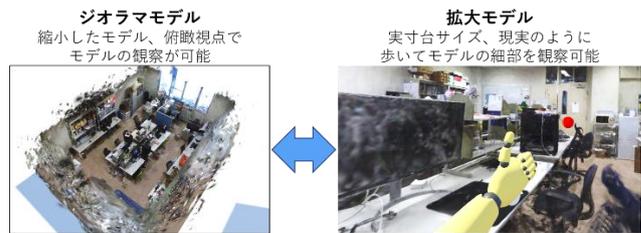


図 4 マルチスケール切替機能の配置例

Figure 4 Example Layout of Multi-Scale Switching Function

### 3.5 3D Gaussian Splatting(3DGS)モデルの作成手順

3DGS モデルの作成には, RealityScan (旧 : Reality Capture) と Postshot を用いる[7]. 手順としては, 図 5 に示すように, まず物体やシーンをさまざまな角度から撮影する. 動画撮影後, フレームを切り出して静止画を作成する方法を取る. 色味が変化しないようにホワイトバランスの固定などの撮影設定を行う.

次に, フレーム抽出 (Postshot) 新規プロジェクトを立ち上げ, 撮影した画像を入力し, 抽出枚数を指定したのち, カメラ位置推定と点群生成 (Reality Capture) を行う. このとき, 複数のコンポーネントが生成されることがあるが, 生成された複数のコンポーネントを結合 (マージ) する手法として, コントロールポイントの設定がある. コンポーネント間で同一の点をコントロールポイントとしてそれぞれ設定することで, 結合の手助けとなる. 最後に, 点群とモデル (ply ファイル) を書き出す.

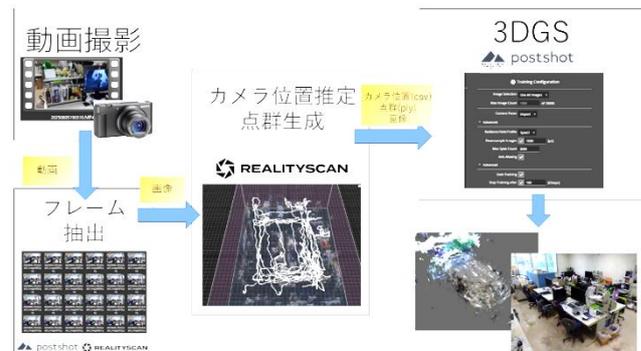


図 5 3DGS モデル作成手順図

Figure 5 3DGS Model Creation Procedure Diagram

## 4. 評価

### 4.1 評価方法・実験方法

本研究で実装した高実在感モデル活用機能を備えた VR 会議システムを用い, 前述の二つの会議形式において実験を実施し, その有効性を評価する. 評価は主にアンケートによる主観評価を中心に行い, 各会議形式において高実在感モデルの提示および操作が, 理解度や議論支援に与える影響を検証する.

#### (1) プレゼンテーション会議

プレゼンテーション会議では, 高実在感モデルの提示が発表内容の理解および参加者間のイメージ共有に与える影

響を評価する。発表内容は「新入生を対象とした工学部案内」とし、参加者には大学構内の地理を十分に把握していない新入生になりきってもらった上で発表を視聴してもらう。発表は以下の二条件で実施し、同一内容について条件間の比較を行った。

- スライドを用いた発表：スライド（図6）には、工学部棟の建物の名称（4号館、5号館等）、地図で示す建物の位置情報、外観がわかる画像を掲載し、説明を行う。



図6 スライド発表の様子

Figure 6 Slide presentation session

- 3DGSモデルを用いた発表：ジオラマモデルを用いた俯瞰視点での建物の位置関係把握（図7上）や、拡大モデル内を歩きながらの建物の説明（図7下）等を行う。



図7 3DGSモデルを用いた発表の様子

Figure 7 Presentation using the 3DGS model

## (2) デザイン会議

デザイン会議では、3Dモデルの移動・回転・配置といったインタラクション機能が、議論の具体化および合意形成に与える影響に加え、会議を通じて得られた検討結果が現実空間に反映可能であるかという観点から評価を行う。これらの評価を行うため、以下のような2つの議題を提示し、参加者にはVR空間内で机モデルを操作しながらデザイン会議を行ってもらい、参加者は、室内空間を共有した状態

でモデルを自由に移動・回転・配置し、複数のレイアウト案を試行しながら議論を進める。

- 議題1「院生室の来年度の座席レイアウト検討」：大学院1年生と進学予定の4年生で図8の環境の座席レイアウトを話し合いで決める。



図8 デザイン会議（議題1）の使用モデル

Figure 8 Design Meeting (Agenda Item 1) Use Cases

- 議題2「会議室モデルの用途別机レイアウトの検討」：図9に示す多目的教室で用途別（プレゼン、ミーティング、懇親会）のレイアウトを話し合いで考案する。



図9 デザイン会議（議題2）の使用モデル

Figure 9 Design Meeting (Agenda Item 2) Use Cases

## 4.2 実験結果

### (1) プレゼンテーション会議

プレゼンテーション会議の評価アンケートの結果を表1に示す。

表1 プレゼンテーション会議の評価アンケート結果

Table 1 Presentation Meeting Evaluation Questionnaire Results

(1: 全くそう思わない ~ 10: 非常にそう思う)

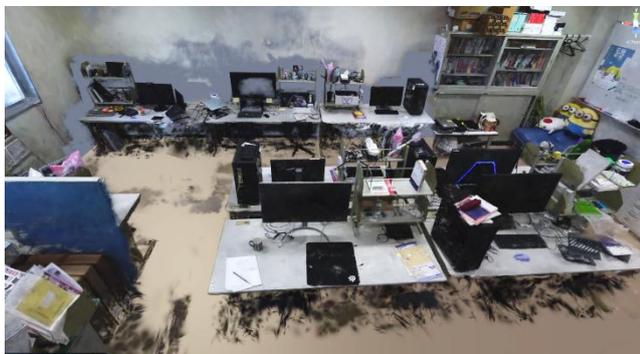
評価項目	評価結果 (回答者8名の平均)	
	スライド	3DGS
発表内容を理解できた	6.3	8.5
説明対象の形状や位置関係を具体的にイメージできた	5.1	9.3
重要なポイント（注目すべき箇所）が分かりやすかった	5.1	8.1
発表を聞いていて集中しやすかった	5.9	8.0

全ての設問において3DGS条件がスライド条件を上回った。特に「形状や位置関係を具体的にイメージできた」において、スライド(平均5.1)と3DGS(平均9.3)の差が大きく、立体的な情報提示がイメージ共有と理解支援に強く寄与したことが示唆される。

また、「最も理解しやすかった形式はどちらか」を尋ねたところ3DGSが100%となった。このことから、提示形式の違いが体験として明確に知覚されていたと考えられる。自由記述でも、距離感・規模感の把握、疑似体験による理解の補助、モデルのリアリティによる集中の向上が理由として挙げられており、提案手法が「同一イメージの共有」を促進した可能性が高い。一方で、酔いに関する指摘が得られたことから、HMD装着下での視点移動やカメラ操作、提示方法(移動量・速度、注視誘導)の設計は、課題として残る。

## (2) デザイン会議

議題1「院生室(メディア工学研究室3)の来年度の座席レイアウト検討(被験者4名)」の結果、図10上の従来のレイアウトから図10下のレイアウト変更が検討された。議論の中で、従来のレイアウトからデスクの向きの変更が検討されたが、向きを変更すると通路が狭くなりすぎることが判明し、従来のレイアウトをベースに個人のデスクの位置の検討が行われた。



(従来のレイアウト)



(変更されたレイアウト)

図10 デザイン会議(議題1)の結果

Figure 10 Results of the Design Meeting (Agenda Item 1)

議題2「会議室モデル(メディア工学研究室2)の用途別

机レイアウトの検討(被験者4名)」の結果、図11~13のレイアウトが検討された。



図11 検討レイアウト(プレゼン)

Figure 11 Proposed Layout (Presentation)



図12 検討レイアウト(ミーティング)

Figure 12 Proposed Layout (Meeting)



図13 検討レイアウト(懇親会)

Figure 13 Proposed Layout (Reception)

また、デザイン会議の評価アンケートの結果を表2に示す。デザイン会議では、「注目点を一致させやすかった(平均9.6)」「合意形成がしやすかった(平均9.8)」「口頭のみより具体的な議論ができた(平均9.8)」「レイアウト検討がしやすかった(平均9.8)」が高得点であり、3Dモデルを共有しながら配置を試行できることが、議論の具体化と合意形成を支援したと考えられる。これは、会議参加者が同じ空間と対象物を参照しながら検討できることで、論点のズレや説明コストが低減されたためだと推測される。一方で、「モデルの移動・回転・配置は直感的に操作できた(平均7.6)」や「空間内での指示・説明がしやすかった(平均7.6)」

は相対的に低く、操作性や注目誘導の仕組みが議論効率のボトルネックになり得る。操作性に関しては、モデルを配置する際にコントローラが細かなブレを拾うことで、配置したモデルが少しずれる現象が起っていたことが原因と考えられる。レーザーポインタや配置アシストなどの補助機能の導入が改善策として挙げられる。また、デジタルツインの観点では、「現実の部屋にもそのまま反映できそうだ（平均 8.6）」に加え、「判断材料として使える（平均 10.0）」が満点であり、仮想空間での検討結果を現実の意思決定へ接続できる可能性が示された。すなわち、本研究のデザイン会議は、単に「分かりやすい議論」に留まらず、現実の配置計画へ反映可能な結論を得る場として機能し得る。ただし、今回の評価は少人数かつ主観評価に基づくため、今後は実際に決定レイアウトを現実空間へ適用した際の再現性や手戻りの有無など、客観的な検証を併用することで妥当性を高める必要がある。

表 2 デザイン会議の評価アンケートの結果

Table 2 Design Meeting Evaluation Questionnaire Results

評価項目	評価結果 (回答者 5名の平均)
議論の論点が整理しやすかった	9.0
参加者間で注目点を一致させやすかった	9.6
意見のすり合わせ(合意形成)がしやすかった	9.8
口頭だけより具体的な議論ができた	9.8
レイアウトの検討がしやすかった	9.8
モデルの移動・回転・配置は直感的に操作できた	7.6
空間内での指示・説明(指差し/注目誘導など)がしやすかった	7.6
今回決めたレイアウト案は、現実の部屋にもそのまま反映できそう	8.6
この会議の結果は、実際のレイアウト決定の判断材料として使えると思う	10.0
総合的に、この機能は議論支援に有効だと思う	9.6

## 5. おわりに

本研究では、VR 会議における議論支援を目的として、高実在感モデルを活用した会議手法を提案し、その有効性を検証した。特に、3D モデルの活用が有効である会議形式として「プレゼンテーション会議」と「デザイン会議」に着目し、それぞれに適したモデル活用機能を実装した VR 会議システムを構築した。

プレゼンテーション会議における評価実験の結果、3DGS

により作成した高実在感モデルを用いた発表は、従来のスライドのみの発表と比較して、発表内容の理解度、形状や位置関係のイメージのしやすさ、集中のしやすさにおいて高い評価を得た。特に、立体構造や距離感、空間の関係性といった情報を直感的に共有できる点が、参加者間のイメージ共有を促進したと考えられる。一方で、VR 特有の酔いに関する指摘もあり、提示方法や操作設計に関する課題が明らかとなった。

デザイン会議においては、3D モデルの移動・回転・配置といったインタラクション機能により、議論の具体化や注目点の共有、合意形成がしやすくなったことが示された。また、仮想空間上で検討したレイアウト案が現実空間にも反映可能であると評価され、会議結果が実際の意思決定の判断材料として利用できる可能性が確認された。これは、仮想空間上のモデルを現実世界の分身として扱うデジタルツインの観点から、本手法が有効であることを示唆している。

以上より、高実在感モデルを単なる視覚提示手段ではなく、議論の中心となる共有オブジェクトとして活用することで、VR 会議における理解度向上および議論支援に寄与できることが示された。本研究は、VR 会議を対面会議の代替に留めず、現実の議論や意思決定を拡張する場として活用する可能性を示した。

## 参考文献

- [1] Bernhard Kerbl, Georgios Kopanas, Thomas Leimkühler, George Drettakis, 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering, arXiv.(2023 年) <https://arxiv.org/abs/2308.04079>
- [2] カンダヒ, 鶴田直之, 仮想会議のユーザー体験向上のためのアバタ衣装の多彩かつ動的なカスタマイズ機能の開発, 火の国情報シンポジウム 2025, A4-2 (2025.3)
- [3] 本野克伎, 鶴田直之, 仮想会議の理解度向上を目的とした VR 機能と表現方法の拡張の研究, 火の国情報シンポジウム 2025, A4-3 (2025.3)
- [4] 阿比留幹大, 鶴田直之, 仮想会議における効果的な議論促進を目的とした参加者行動データログと分析に関する研究, 火の国情報シンポジウム 2025, A4-4 (2025.3)
- [5] Meta 開発者向けドキュメント (オンライン) 入手先 [https://developers.facebook.com/docs/?locale=ja\\_JP](https://developers.facebook.com/docs/?locale=ja_JP) (参照 2026-01-28)
- [6] Photon (オンライン) 入手先 <https://www.photonengine.com/ja-jp> (参照 2026-01-28)
- [7] 驚くほどキレイな三次元シーン復元, 「3D Gaussian Splatting」を徹底的に解説する #Python - Qiita (オンライン) 入手先 <https://qiita.com/scomup/items/d5790da25a846e645de1#fn-2> (参照 2026-01-28)