



Title	デジタルツインプラットフォームNVIDIA Omniverseによる可視化
Author(s)	安福, 健祐
Citation	サイバーメディアHPCジャーナル. 2023, 13, p. 3-6
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/92748
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

デジタルツインプラットフォーム NVIDIA Omniverse による可視化

安福 健祐

大阪大学 サイバーメディアセンター

1. はじめに

近年、デジタルツインというコンセプトが注目を集めている。デジタルツインは一般的にサイバーフィジカルシステム（CPS）の一つの形態とされ、高度な計測・観測によりフィジカル空間から収集したデジタルデータを基に、物理的な製品やサービスをサイバー空間上で仮想的に複製する。これによって、将来起こり得る様々な事象の予測が可能となり、その活用範囲は、製造業分野、都市・エネルギー分野での DX、自然災害や気候変動のモデリング等に拡大している。

デジタルツインの構成要素は、データ、モデル、インタフェースの3つあるといわれる。これらの要素によって、フィジカル空間における状態や動作をサイバー空間においてシミュレーション、予測することが可能となり、フィジカル空間に対して最適解を提供することができる。データの大規模化、モデルの複雑化に対応するためには、高性能計算（HPC）の活用が必須となり、デジタルツインを支える基盤となっている。インタフェースは、デジタルツインとアプリケーション間の接続と相互作用を可能にするもので、可視化が大きな役割を果たす。このようなプラットフォームの一つとして、NVIDIA 社が開発している NVIDIA Omniverse（以下、Omniverse）が挙げられる。Omniverse は、主に産業用のデジタルツインプラットフォームとして利用されており、サイバー空間上でのリアルタイムのデータ共有、フォトリアルな可視化機能をベースに仮想コラボレーションが実現され、その応用範囲は HPC にも及んでいる。

本稿では、デジタルツインプラットフォームとしての Omniverse の解説と HPC への応用、導入について紹介する。

2. Omniverse のシステム構成

Omniverse のシステム構成としては、データ管理を行うための「NVIDIA Omniverse Nucleus（以下、Nucleus）」、サイバー空間で同時編集が可能な「NVIDIA Omniverse USD Composer」（以下、USD Composer）、サイバー空間を閲覧する「NVIDIA Omniverse USD Presenter」（以下、USD Presenter）などのコンポーネントがある（図 1 参照）。なお、Omniverse で遠隔コラボレーションを行うためには Enterprise 版のライセンスが必要となる。

2.1 Nucleus と USD

Nucleus は、多様な形式のデータが扱われるアプリケーション間でシームレスにデータ共有を実現するためのデータベースおよびコラボレーションエンジンである。その中核となる要素として、USD（Universal Scene Description）と呼ばれるデータ形式が挙げられる。USD によって、シミュレーションデータ、可視化用のメッシュデータ、その他のグラフィックスデータ等を一元的に管理することができる。USD は、元々 Pixar Animation Studio という CG アニメーション制作会社が開発したものであり、現在はオープンソースとなっている。

USD のデータ形式は他の汎用の 3D グラフィックスデータフォーマット（例えば、obj や fbx）にはない特長を持つ。一つ目の特長は、様々な種類のデータを一元的に管理し、柔軟に組み合わせでシーンを作ることができる点である。非破壊編集が可能なレイヤーコンポジションシステムによって、3D モデルの形状、色、テクスチャ、アニメーション、シミュレーション結果を組み合わせでシーンが構成される。これにより、レイヤーごとに分かれているファイルに対して異なるユーザーが同時に編集することを可能にする。

二つ目の特長は、スケーラビリティと相互互換性である。USD は CG アニメーション映画のような大規模プロジェクトのデータパイプラインに採用されており、高い効率性と信頼性の実績がある。また多様な 3D-CAD/CG ソフトウェアとも相互互換性を持つため、異なるソフトウェアで作成されたデータを一元的に管理することが可能である。

そして三つ目の特長は、そのパフォーマンスと拡張性である。USD はマルチスレッド処理を活用し、大量のデータを効率的に扱うことができる。また、ユーザーのニーズに合わせてカスタムできる構造を持っており、ファイルフォーマットプラグイン、アセットリゾルバ、カスタムスキーマなど自由に拡張することができる。

以上のように、USD は大規模なデータを扱う際の一元管理、スケーラビリティ、相互互換性、そして高パフォーマンスと拡張性を持つことから、Omniverse 上での大規模なプロジェクトでのコラボレーションを可能にする。そして、Nucleus は、USD フォーマットのデータを管理するための Omniverse の中核をなすコンポーネントであり、各種の 3D データ、シミュレーションデータ、その他のメタデータを複数のユーザーやアプリケーション間でリアルタイムに同期してバージョン管理までを行う。

2.2 USD Composer と USD Presenter

Omniverse は、USD Composer、USD Presenter と呼ばれるコンポーネントによって、サイバー空間

でリアルタイムにオブジェクトを編集し、フォトリアリスティックなリアルタイムレンダリングを行う。

USD Composer は、主に 3D コンテンツの作成と編集を目的としている。オブジェクトのモデリングと配置から素材（マテリアル）の割り当て、ライティングやカメラの設定など、フィジカル空間に対応したサイバー空間を構築する機能がサポートされる。このとき、USD 形式のデータを Nucleus から直接読み込み、編集し、書き出すことができる。

USD Presenter は、サイバー空間の可視化とその体験の共有を目的としている。NVIDIA の高性能 GPU を最大限に活用することで、大規模なデータセットに対しても、リアルタイムにフォトリアリスティックなレンダリング画像を生成し、ユーザーはサイバー空間を自由に探索することが可能になる。さらに VR 機能にも対応しており、VR ヘッドセットによってサイバー空間を没入体験することで、リアルスケールによるデータの直感的な理解を促す。

USD Composer と USD Presenter によって、複数のユーザーがインタラクティブな操作により、シミュレーション結果や 3D モデルの共同レビューを行い、ステークホルダーやクライアントから、具体的で有益なフィードバックを得て、研究のサイクルを加速させることが期待される。また、USD Presenter が生成するフォトリアルな画像は AI の学習にも活用されはじめている。

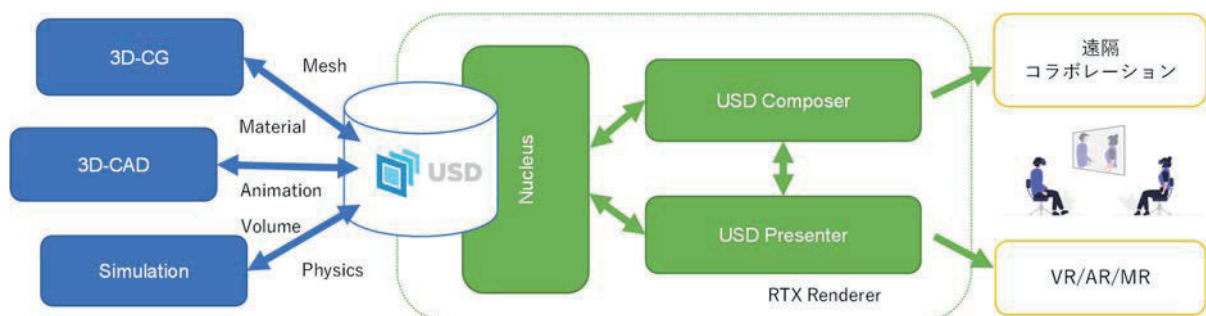


図 1: Omniverse のイメージ

3. Omniverse の HPC 分野への応用

HPC 分野における大規模シミュレーション結果の可視化には、データ量の膨大さと多様性に対応したソフトウェアが求められており、ParaView と呼ばれるオープンソースの可視化ソフトウェアが広く利用されている。Omniverse には、ParaView Connector というプラグインが提供されており、Omniverse と ParaView を連携させることで、既存の ParaView のデータ資産を有効に活用することができる。ParaView Connector によって、ParaView のデータは USD に変換され、Nucleus サーバー上で可視化に必要なデータの細分化、最適化が行われる。その結果、ParaView よりも大規模なデータセットを高速に可視化することができるとともに、データフォーマットを USD に統一することで、効率的なデータ集約を行うことができる。

USD Composer を利用し、シミュレーションの対象である物体や環境をフォトリアルに構築し、USD Presenter でその結果を 3D アニメーションさせることに加えて、2D の流線やコンターを重ね合わせることで、シミュレーション結果に対する経験的な理解と直感的な把握をサポートする。

ParaView などの可視化ソフトウェアにおいても同様の描写は可能だが、Omniverse の特長である USD によるデータの最適化と、GPU に最適化されたレンダラーにより、大規模データに対しても、インタラクティブ性とフォトリアリスティックな表現を両立できる（図 2 参照）。

さらに、Omniverse は Nucleus サーバーを通じて、地理的に分散した研究者が同じデータにアクセスし、それを可視化、分析、変更することを可能にする。この機能によって、リアルタイムでの遠隔コラボレーションが可能となり、様々な分野の専門家が協働してシミュレーション結果を解釈・分析する作業を効率化するのに役立つ。

以上のように、Omniverse を大規模シミュレーション結果の可視化に活用することで、USD フォーマットによるデータの統一と最適化、GPU を効率的に利用するリアルタイムレンダリングによる直観的な可視化、高度なインタラクティブティ、そしてリアルタイムのコラボレーションなど多くの効果がもたらされる。これらを通じて、Omniverse は大規模シミュレーションデータのより深い理解と広範な共有を実現することが期待される。



図 2 : NVIDIA Omniverse によるシミュレーションデータワークフロー

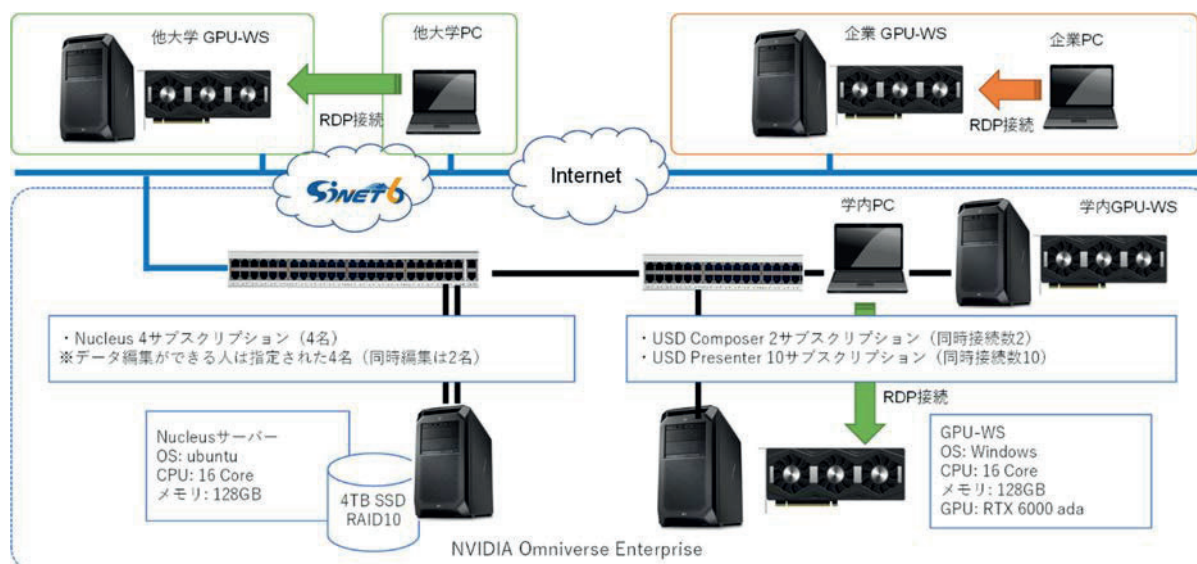


図3：Omniverse のシステム構成

4. 大阪大学サイバーメディアセンターにおける Omniverse の試験導入

大阪大学のサイバーメディアセンター（以下、CMC）は、「Digital Twin Living Lab. Service の創出」を OU マスタープラン実現加速事業の一部として推進しており、これに関連して、Omniverse システムの試験的な導入を計画している。そのシステム構成を図3に示している。システムは主に、Nucleus サーバーと GPU を搭載したワークステーション（GPU-WS）の2台で構成されている。

Nucleus サーバーは、3D モデルやシミュレーション結果などの多様なデータを格納するための中心的な要素であり、可視化に必要なすべてのデータをこのサーバー上に集約する。データ管理を一元化し、10GbE への接続により、データへの迅速なアクセスを可能にしている。一方、GPU-WS には、USD Composer と USD Presenter という2つのアプリケーションがインストールされており、Nucleus サーバー上のデータの編集や可視化を行うことができる。最新の NVIDIA 製 GPU「RTX 6000 ada」を使用することで、大量のデータ処理と複雑な 3D モデルのリアルタイムレンダリングが可能である。

また、当システムは学内ネットワークに接続された他の GPU-WS から、Nucleus サーバーに接続できる。これにより、複数のワークステーショ

ンから同時に編集を行うことが可能である。さらに、GPU を搭載していない PC からでも、リモートデスクトップ接続を通じて GPU-WS にアクセスし、データの編集や閲覧が可能である。これにより、ハードウェアの制約を受けずに、多様な環境からデータにアクセスし活用することが可能となる。今後は、他の大学や企業からのアクセスについても検討を進めていく予定である。

5. おわりに

近年 HPC 分野においても注目されているデジタルツインについて、その可視化プラットフォームとしての Omniverse について解説を行い、CMC で新たに導入予定であるシステムの概要を紹介した。HPC を活用したデジタルツインの可視化について理解する一助となれば幸いである。

最後に、本解説記事の執筆にあたり、プロメテック・ソフトウェア株式会社の皆様の貴重な情報提供に深く感謝する。

参考文献

- (1) 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター, “調査報告書デジタルツインに関する国内外の研究開発動向” (2022).
- (2) NVIDIA Omniverse : <https://www.nvidia.com/ja-jp/omniverse/>