

## HMD によるプラズマ乱流シミュレーションの可視化

北澤 修太<sup>†</sup> 沼波 政倫<sup>‡</sup> 大谷 寛明<sup>‡</sup>片桐 孝洋<sup>†3</sup> 荻野 正雄<sup>†3</sup> 永井 亨<sup>†3</sup>名古屋大学 工学部電気電子・情報工学科<sup>†</sup> 核融合科学研究所<sup>‡</sup>名古屋大学 情報基盤センター<sup>†3</sup>

## 1. はじめに

核融合炉では磁場によって閉じ込められたプラズマの安定性がエネルギー炉としての性能を大きく左右する。生じるプラズマ乱流を GKV コードによって計算すると、その結果は、座標 3 次元、速度 2 次元の 5 次元データとなる。そのためインタラクティブな可視化によるデータの解析が望ましい。

先行研究として、核融合科学研究所で行われた大型の VR 装置”CompleXcope” [1]において、汎用可視化ソフトウェア AVS [2]を用いたプラズマ乱流解析の結果の投影例がある。この投影では、速度情報を RGB 分布に落とし込み表現している。しかし、大型の VR 装置は没入感が高い反面、導入コストの高さや使用可能な場所の制限の課題がある。

そこで本研究では、AVS で構築されたモデルを Unity [3] と Windows MR [4] の環境へ移植することで、比較的安価な VR 装置である Head Mounted Display (HMD) での可視化を行うシステムを提案する。

## 2. Unity と Windows MR 環境

Windows MR は、Microsoft 規格の VR/AR 対応システムであり、Windows 10 Fall Creators Update 以降の OS でハードウェア要件を満たしていれば、ノート PC でも互換性がある。対応する HMD を接続することで細かい設定などを行わずに使用でき、比較的手軽に VR 体験が可能となる。

Unity は、複数のプラットフォームに対応したゲームエンジンであり、VR/AR 向けの開発にも対応している。Unity 2017.2 以降では、Windows MR もサポートしており、MRTK (Mixed Reality Toolkit) をインポートすることによるモーションコントローラなどのデバイスへの対応も可能である。

## 3. 実装手法

今回利用するデータは、f1d ファイルに収納されている仮定を置く。f1d ファイルは、AVS に対応したデータファイルである。このデータファイルを図 1 の流れで変換し移植を行った。以下の図 1 に詳細を記す。

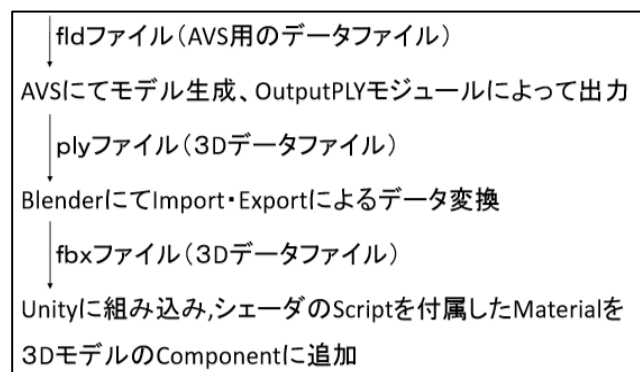


図 1 データ変換・移植の流れ

AVS で f1d ファイルを読み込み生成した結果 (モデルとよぶ) は、図 2 である。

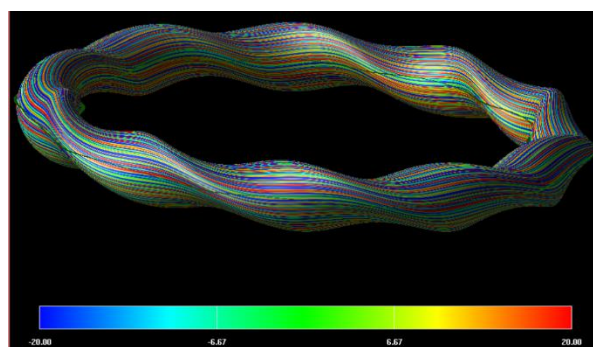


図 2 AVS で生成したモデル

図 2 のモデルを、Write PLY モジュールによって ply ファイルとして出力した。ply ファイルは平面ポリゴンのリストとして 3 次元データを格納したものであり、色や透明度などのプロパティも持たせられる。

以上の図 2 のモデルをそのまま Unity (2018.2.14.f1) では色付き表示させることができないため、以下のデータ変換を行う。

まず、ply ファイルを、Blender という 3DCG

Visualization of plasma turbulence simulation by HMD

<sup>†</sup> Shuta Kitazawa, Electrical and Electronic Engineering and Information Engineering, School of engineering, Nagoya University<sup>‡</sup> Masanori Nunami, Hiroaki Ohtani, National Institute for Fusion Science<sup>†3</sup> Takahiro Katagiri, Masao Ogino, Toru Nagai, Information Technology Center, Nagoya University

ソフトウェアを用いて fbx ファイルに変換した。fbx ファイルは Autodesk 社が所有するプロプライエタリな 3 次元データファイルであり、様々なプロパティを持つことができる上 Unity でもサポートされている。

次に、この fbx ファイルを Unity に組み込み、そのモデルの Component に陰影や頂点色などの処理を行うシェーダを組み込むことで、色の付いたモデルを HMD 上で可視化することが可能となる。この際のシェーダのスク립トを、図 3 に示す。

```

Shader "Custom/VertexColor" {
  SubShader {
    Tags { "RenderType" = "Opaque" }
    LOD 200

    CGPROGRAM
    #pragma surface surf Lambert vertex:vert
    #pragma target 3.0

    struct Input {
      float4 vertColor;
    };

    void vert(inout appdata_full v, out Input o) {
      UNITY_INITIALIZE_OUTPUT(Input, o);
      o.vertColor = v.color;
    }

    void surf(Input IN, inout SurfaceOutput o) {
      o.Albedo = IN.vertColor.rgb;
    }
  } ENDCG
  FallBack "Diffuse"
}

```

図 3 シェーダのスク립ト

一方、ユーザが見たい情報をインタラクティブに指定することが必要であるが、そのためにはモーションコントローラの設定が必要である。そのため、Unity へ MRTK をインポート、各種設定と Build を行い Box Collider と Two Hand Manipulatable をモデルの Component に追加することで、モーションコントローラを用いた操作が可能となった。

#### 4. 可視化例

提案システムを実装した環境を以下に記す。

- CPU: Intel Core i7-7700 (3.60Hz)
- GPU: NVIDIA GeForce GTX 980
- HMD: Dell Visor with VRP100
- Unity: 2018.2.14f1 (64-bit)
- MRTK: 2017.4.3.0

提案システムにおいて HMD で見たモデルは、図 4 である。

図 4 から、元画像である図 2 のモデルと比べて、見た目に遜色がない。そのため、元データを忠実に再現できたといえる。

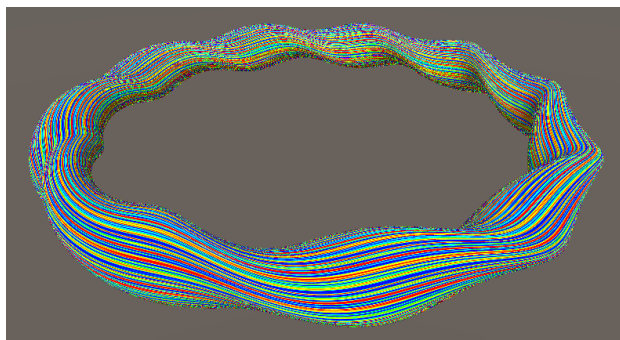


図 4 HMD から見たモデル

また図 4 のモデルは、モーションコントローラにより動かすことができる。両手の相対的な動きによって、移動、回転、拡大縮小が可能であり、片手では移動を行うことができる。感覚的な操作方法となっており、インタラクティブ性を阻害する動きの乱れは確認できなかった。

#### 5. まとめ

実装手法によって、AVS で生成したモデルを Unity と Windows MR 環境に移植することで、3D モデルを HMD で見る事が可能となった。Windows MR 対応の HMD は種類が多く、大型 VR 装置はもちろん、他の HMD (たとえば、Oculus Rift や HTC VIVE など) と比べて安価であり、導入が比較的容易である。また Unity も、今回使用した Personal ライセンスは無料でダウンロードできるため、様々な VR 機器に対応可能である。したがって、提案システムを用いたプラズマ乱流シミュレーション可視化は有用である。

今後の課題として、速度空間を含めた 5 次元情報の可視化機能について、核融合研究者の要求を満たすかの検討と評価を進めることがあげられる。

#### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 17H05290, 16H02823 の助成による。

#### 参考文献

- [1] 数値実験炉研究プロジェクト, <http://nsrp.nifs.ac.jp/activity/activity08.html> (2019/01/08)
- [2] 汎用可視化ソフトウェア AVS, <http://www.cybernet.co.jp/avs/> (2019/01/08)
- [3] Unity, <https://unity3d.com/jp> (2019/01/08)
- [4] Windows Mixed Reality, <https://www.microsoft.com/ja-jp/windows/windows-mixed-reality> (2019/01/08)