

# In-Situ 可視化ツールの開発

大野暢亮<sup>1</sup>, 大谷寛明<sup>2,3</sup>, 張瑋<sup>1</sup>

- 1) 兵庫県立大学大学院 シミュレーション学研究科
- 2) 核融合科学研究所 ヘリカル研究部 基礎物理シミュレーション研究系
- 3) 総合研究大学院大学 物理科学研究科 核融合科学専攻



## 1. Introduction

現在の大規模シミュレーションは、その結果をPCで可視化することが困難になった。そのためシミュレーションと同時にHPC上で可視化を行うIn-Situ可視化が注目されている。我々はIn-Situ可視化ツールVISMO(VISualization MOdule)の開発や、地球シミュレータ用のツールを開発している。

## 2. VISMO

### 2.1 ターゲット

Computers : クラスタ計算機

Simulation Codes : MPIで領域分割法で並列化されたPICコード, MHDコード

Design : Fortran 90のmoduleとして開発

### 2.2 可視化手法

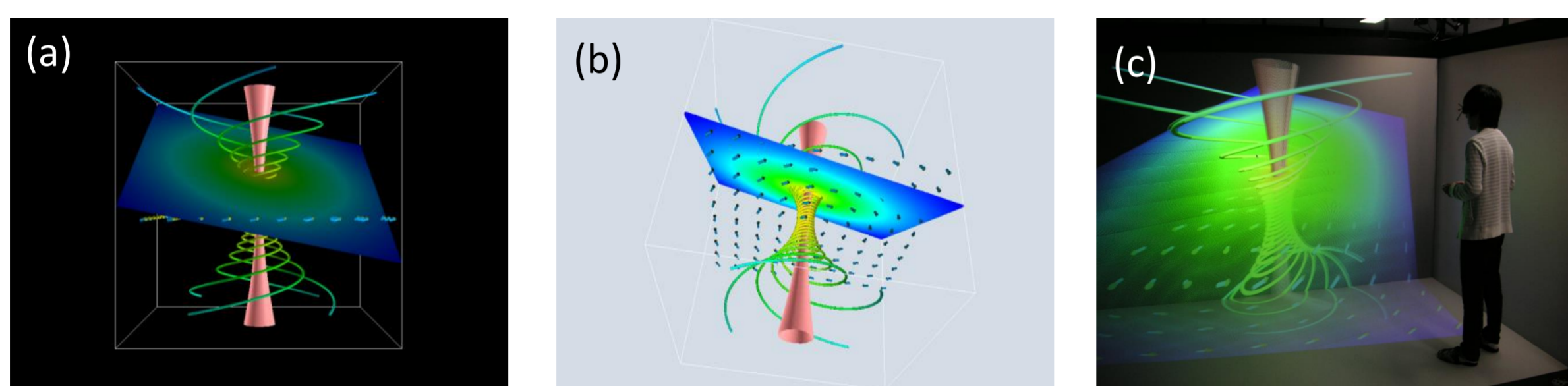
粒子 : 球表示

スカラデータ: スライス, 等値面, ボリュームレンダリング

ベクトルデータ: 矢印表示, 流線(チューブ)

### 2.3 点群(Point Clouds)

In-Situ可視化では、一般に可視化した結果は通常画像として出力する。我々はIn-Situ可視化した結果を点群として出力する機能をVISMOに加えることで、対話的にどの方向からも等値面などの3次元オブジェクトを観察可能にした、



データサイズ: 1024x1024x1024, 画像サイズ1024x768

(a) VISMOにより出力した静止画,

(b) VISMOにより(a)と同じ可視化パラメータで出力した点群をビューアにより再構成した図

(c) 点群をCAVEに表示

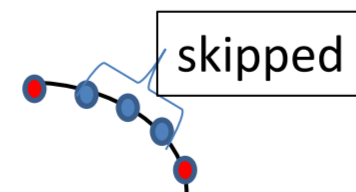
### 2.4 点群の取得

等値面: 3方向からのレイキャスティングで取得する

スライス: ユーザーが設定した画像解像度と同程度の解像度

矢印: 位置と方向など

流線: Runge-Kutta積分で計算した点を画像解像度に合わせて間引きして取得する



## 3. 可視化手法のベクトル化

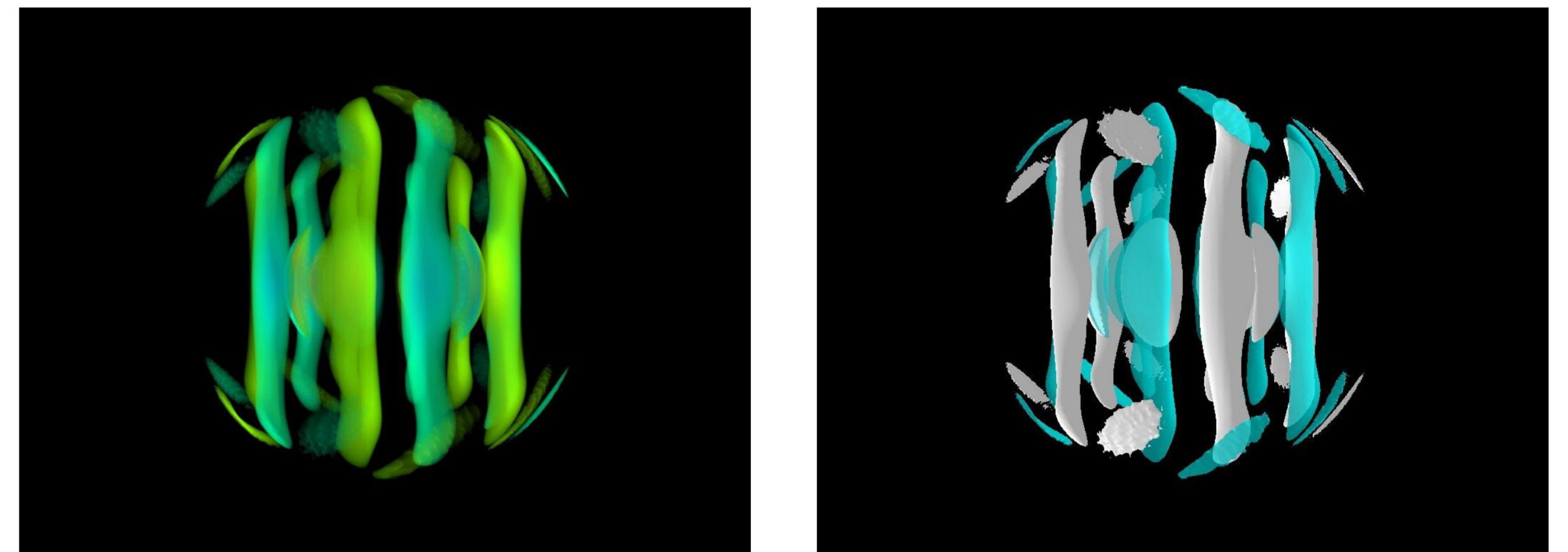
地球シミュレータなどのベクトル計算機上で、可視化を実行するには、可視化手法のアルゴリズムのベクトル化が必須となる。我々は、レイキャスティング法、粒子ベースボリュームレンダリング法のベクトル化を検討している。

スカラ計算機用の可視化ツールのソースコードをベクトル計算機向けに修正し、地球シミュレータのインタラクティブの一端で性能評価を行なった。並列化が今後の課題である。

### 3.1 レイキャスティング法

主にボリュームレンダリング法に使用する描画法であるが、等値面表示やスライスの表示にも使用できる。我々は、Yin-Yang格子向けのレイキャスティング法のベクトル化を検討している。

現バージョンでは、ボリュームレンダリング、等値面表示ともベクトル化率が約98%でスカラバージョンと比較して14倍以上スピードアップしている。



200(R) × 190(θ) × 280(φ) × 2, 単精度実数である。

画像サイズ1024 × 768。

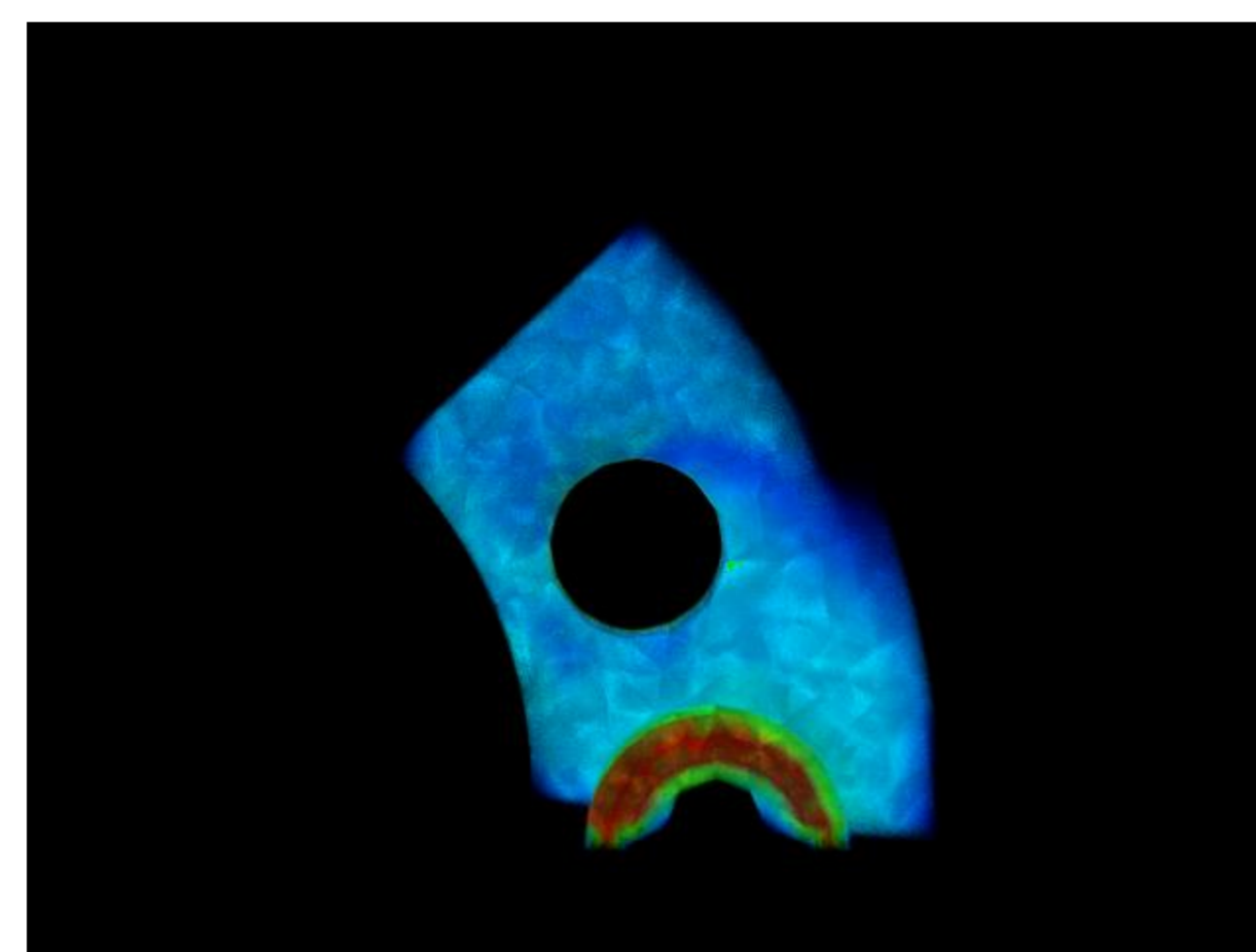
JAMSTECのVFIVEダウンロードページより。

### 3.2 粒子ベースボリュームレンダリング

大規模非構造ボリュームデータ向けのボリュームレンダリング手法で、格子をソーティングする必要がない。

粒子生成法として一様サンプリング法、およびメトロポリスサンプリング法をベクトル化した。

いずれのサンプリング法もベクトル化率が98%以上で、5倍以上のスピードアップをしている。



KVS(Kyoto Visualization System)のサンプルデータ

セル数: 12936

頂点数: 2896

生成された粒子数: 約 130000

繰り返し回数: 145

## まとめ

- 点群を用いて、様々な方向から観察可能とした。
- ベクトル機用のツール開発では、ベクトル化率 98%を達成した。
- 本ポスターは、プラズマシミュレータシンポジウム2017でポスター発表したものに新規に得られた結果を加筆し再構成したものです。

この研究は、大川情報通信基金研究助成金、JSPS科研費(16K00173)の助成を受けたものです。また、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点の支援、核融合科学研究所 一般共同研究(NIFS17KNTS046, NIFS15KNTS037, NIFS16KNSS075)自然科学研究機構・核融合科学研究所における「自然科学研究における国際的学術拠点の形成」事業の支援を受けました。

## 参考文献

- [1] Y. Ye, R. Miller, and K.-L. Ma. In Situ Pathtube Visualization with Explorable Images. In Proceedings of EGPGV 2013, pages 9-16 2013.
- [2] L. Chen, I. Fujishiro, and K. Nakajima: Optimizing parallel performance of unstructured volume rendering for the Earth Simulator, Parallel Computing, Vol.29, pp.355-371, 2003
- [3] A. Kageyama and T. Sato: "Yin-Yang grid": An overset grid in spherical geometry, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 5, 2004.
- [4] N. Sakamoto and K. Koyamada. Particle-based Volume Rendering. Transactions of the Visualization Society of Japan, Vol. 27, pp. 7-14, 2007
- [5] N. Ohno and H. Ohtani: Plasma and Fusion Res. 9 (2014) 3401071