

[大学 ICT 推進協議会 2019 年度年次大会論文集より]

## 三次元可視化システムと可視化事例の紹介

齋藤 敦子<sup>1)</sup>, 山下 毅<sup>1)</sup>, 小野 敏<sup>1)</sup>, 大泉 健治<sup>1)</sup>,  
江川 隆輔<sup>2),3)</sup>, 滝沢 寛之<sup>2),3)</sup>

1) 東北大学 情報部情報基盤課

2) 東北大学 サイバーサイエンスセンター

3) 東北大学 情報科学研究科

a-saito@cc.tohoku.ac.jp

## Introduction of 3D visualization system and visualization examples

Atsuko Saito<sup>1)</sup>, Takeshi Yamashita<sup>1)</sup>, Satoshi Ono<sup>1)</sup>, Kenji Oizumi<sup>1)</sup>,  
Ryusuke Egawa<sup>2),3)</sup>, Hiroyuki Takizawa<sup>2),3)</sup>

1) Information Infrastructure Division of Information Department, Tohoku Univ.

2) Cyberscience Center, Tohoku Univ.

3) Graduate School of Information Sciences, Tohoku Univ.

### 概要

東北大学サイバーサイエンスセンターでは、大規模科学計算システムを利用して得られた結果を可視化する環境として「三次元可視化システム」を提供している。また、利用者支援活動の一環として、従来行っていた高速化支援に加え、本センターの技術職員による可視化支援の取り組みも行っている。本稿では、三次元可視化システムの概要と可視化事例を紹介する。

## 1 はじめに

東北大学サイバーサイエンスセンター（以下、本センター）では、全国共同利用施設として先端的大規模科学計算環境を提供するため、常に最新鋭・高性能コンピュータシステムを導入し、先端分野の研究を強力に支援している。2015年2月から主力計算機としてベクトル型スーパーコンピュータシステム SX-ACE、2014年4月からスカラー型並列コンピュータシステム LX 406Re-2、そして、これらの大規模科学計算システムを利用して得られたシミュレーション結果を可視化する環境として、三次元可視化システムを提供している。三次元可視化システムの導入により、本センター内で大規模科学計算からその結果の可視化までが可能となり、より幅広いサービスの提供および利用者支援を行うことができるようになった。

本稿では、三次元可視化システムの概要と、これまでに本センターで支援を行った可視化事例を紹介する。

## 2 三次元可視化システムの概要

三次元可視化システムは、三次元立体視対応の

大画面ディスプレイと、演算結果の可視化処理およびディスプレイへの描画を行う可視化サーバ 4 ノードで構成されている。大画面ディスプレイはフル HD (1,920×1,080 画素) 50 インチ LED モニタを 12 面（縦 3 面×横 4 面）配置し、最大 7,680 × 3,240 画素の高精細表示が可能である。可視化サーバは、各ノードにインテル Xeon プロセッサ E5-2670 を 2 基、DDR3L メモリを 64GB、グラフィックボード NVIDIA Quadro K5000 を 1 基搭載している。可視化サーバから本センターの大規模科学計算システムのファイルサーバに直接アクセスできるようになっており、本センターの計算機で得られたデータを別環境にコピーすることなく三次元可視化システムで利用することができる。なお、研究室等で計算したデータを持ち込んで利用することも可能である。可視化ソフトウェアは Advanced Visual Systems 社の AVS/Express MPE を採用しており、可視化コンテンツを大画面ディスプレイ全面に表示することができる。大画面ディスプレイと連動した液晶シャッターメガネを通して見ることで三次元立体視が可能となる。表示された可視化コンテンツは、マウス操作で自由自在に回転・拡大・移動することができ、高精細な大

画面ディスプレイ上で様々な視点から詳細に確認することができる。



図1 三次元可視化システム

### 3 AVS/Express による可視化コンテンツ作成

可視化ソフトウェア AVS/Express を用いた可視化コンテンツの作成方法について概要を述べる。AVS/Express は、図 2 のように GUI 画面上で、モジュールと呼ばれる四角い箱の形をした様々な可視化機能をつなぎあわせて可視化ネットワークを作ることで、可視化コンテンツを作成する。利用可能なモジュールはおよそ 1,000 個もあり、それらを任意に組み合わせることで多様な可視化処理を行うことができる。なお、スクリプトで可視化処理を自動化し実行することも可能である。

入力データは、テキスト形式／バイナリ形式のどちらにも対応している。データ読込速度はバイナリ形式の方が速いため、大規模データの場合はバイナリ形式でデータを用意することを推奨している。また、大規模なデータは、読込だけでなく、可視化処理（加工／描画／出力）にも非常に時間がかかる。そこで、可視化処理では一般的にデータの間引きを行う。AVS/Express にはデータを間引くためのモジュールも備わっており、あらかじめ間引いた入力データを用意しなくとも、AVS/Express 上で可視化した画像を見ながらデータの間引き度合いを調整することが可能である。入力データが構造格子型、離散データ、非構造格子型の場合は、データのフォーマット情報を記述したヘッダファイル（AVS 共通書式）を介してデータを読み込む。よって、可視化用にフォーマットを整えた入力データを別に用意するのではなく、シミュレーション結果をそのまま入力データとし

て読み込むことができる。ただしデータのフォーマットによっては整形が必要な場合もある。その他、plot3D や STL など多数のフォーマットに対応している。

出来上がった可視化コンテンツは、画像や動画として保存して持ち出すことができる。汎用的な画像・動画の形式での保存も可能だが、AVS/Express 独自の 3D アニメーションファイル「GFA 形式」での保存を推奨している。GFA 形式のファイルは、AVS/Express をインストールしていないパソコンでも、サイバネットシステム株式会社から提供されているフリービュー「3D AVS Player」を用いて再生することができる。AVS/Express 上で再生するのと同様に、三次元動画として再生しながら自在に視点変更することができ、プレゼンテーション等でも利用することができる。

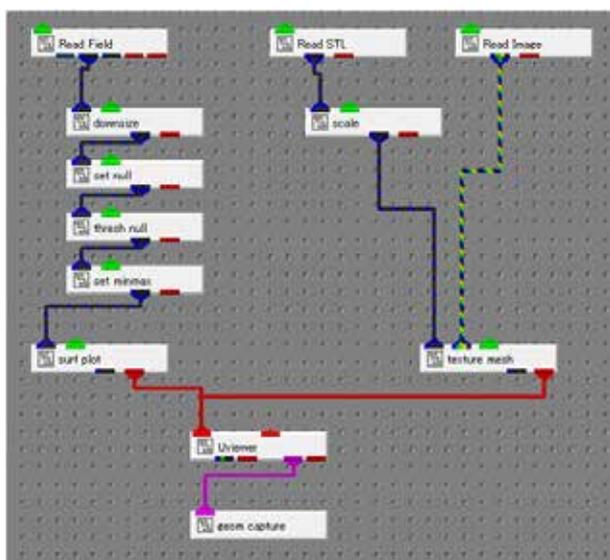


図2 可視化ネットワークの例

### 4 可視化事例

本センターの技術職員が作成または作成支援した可視化の事例を紹介する。作成した可視化コンテンツは、本センターの見学コースのひとつとして、センター来訪者にも公開している。スーパーコンピュータや並列コンピュータで得られたシミュレーション結果を分かりやすい形で伝えられるため、センターの活動や利用者の研究内容を紹介する広報としても役立っている。

#### 4.1 フラーレンの爆発解離シミュレーション

東北大学大学院理学研究科 河野研究室 山崎馨氏が研究された、X線照射によりフラーレンが爆発解離する様子のシミュレーション[1]を三次元動画として可視化した(図3)。出来上がった可視化コンテンツのファイルサイズは94MB(GFA形式)、201フレームからなる。粒子の色は、電荷の違いにより色づけした。作成した可視化コンテンツを、河野先生、山崎氏に三次元立体視で体感してもらったところ、奥行き情報の視覚的な認知が可能となり、二次元画像よりも時間経過による構造の変化を詳細に観測できるので、より深く理解することができる、構造の妥当性の直観的な検証が可能になると期待される、との感想が得られ、三次元立体視による有意性を感じてもらうことができた。

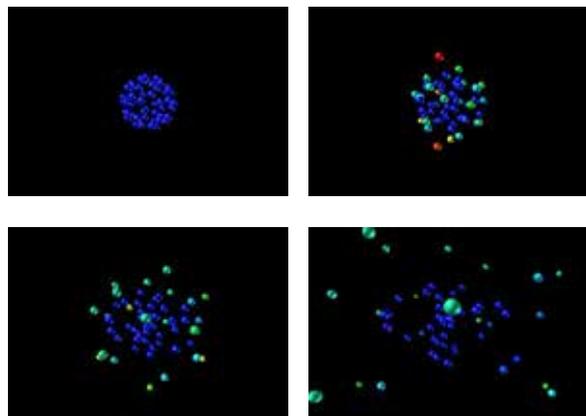


図3 フラーレンの爆発解離シミュレーション

#### 4.2 DNA二重らせんの切断シミュレーション

東北大学大学院理学研究科 河野研究室 菱沼直樹氏が研究された、放射線によるDNAらせん構造の切断シミュレーション[2]を、本センターの技術職員の支援のもと、河野研究室で三次元動画として作成した(図4)。三次元可視化システムにより、紙面ではなかなかわかりにくいDNAのらせん構造を立体的に確認することができた。

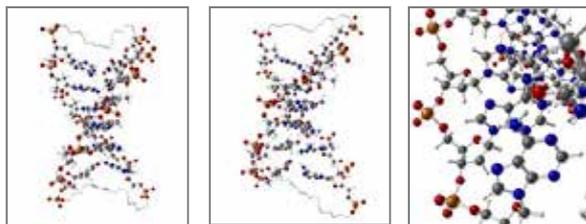


図4 DNA二重らせんの切断シミュレーション

#### 4.3 プラズマ熱流動場のシミュレーション

大阪大学接合科学研究所 茂田正哉先生が開発された、プラズマ熱流動場のシミュレーション[3]を三次元動画として可視化した(図5)。プラズマトーチ、RF誘導コイル、トーチ内の温度変化、流れ場を可視化した。出来上がった可視化コンテンツのファイルサイズは536MB(GFA形式)、400フレームからなる。入力データは267万点の格子点を持つ大規模なデータであったため、可視化するにあたり、バイナリ形式に変換およびデータの間引きを行った。トーチ内の全体の色およびトーチ中心断面の色は、プラズマの温度変化を示している。流れ場は擬似的に流れに粒子を乗せて可視化している。粒子の色は流速で色付けをした。三次元立体視により、トーチ内部でらせん形状を描いて複雑に動く流れ場の様子を直感的に確認することができた。

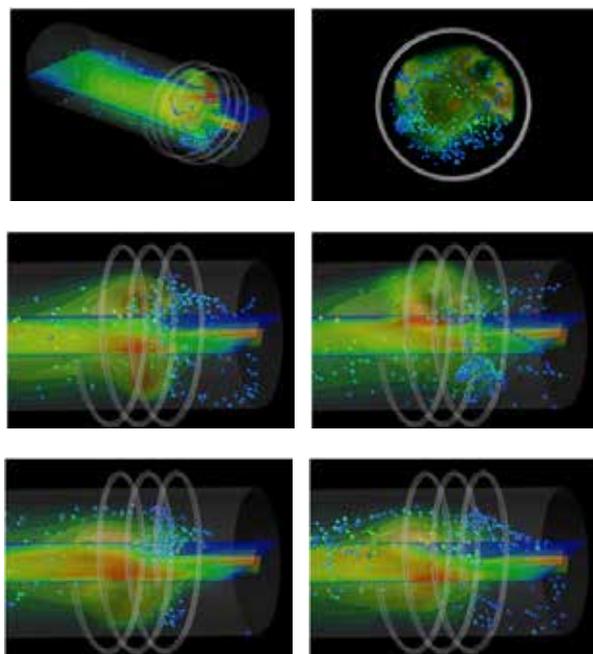


図5 プラズマ熱流動場のシミュレーション

#### 4.4 航空機エンジン騒音の音圧伝搬シミュレーション

金沢工業大学 佐々木大輔先生、東北大学大学院工学研究科 福島裕馬氏が研究された、航空機エンジン騒音の音圧伝搬シミュレーション[4]を三次元動画として可視化した(図6)。ある時刻の音圧分布を様々な断面で三次元静止画にしたものをまとめて動画にしており、出来上がった可視化コンテンツのファイルサイズは107MB(GFA

形式)、25 フレームになった。赤い部分が最も音圧の高い部分を示しており、エンジン回りやエンジンに近い機体部分で圧力の高い分布になっていることが可視化した画像から見て取れる。

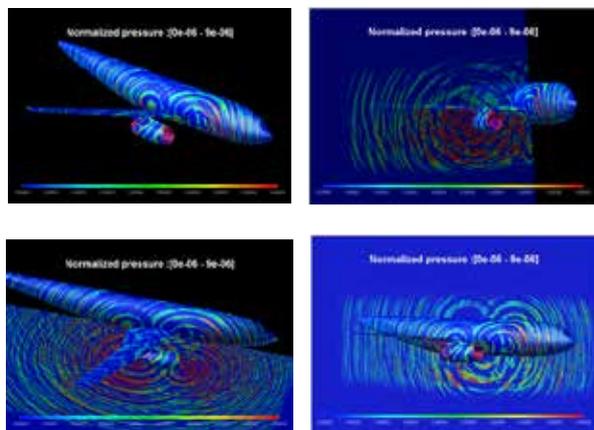


図6 航空機エンジン騒音の音圧伝搬シミュレーション

#### 4.5 津波浸水被害の再現シミュレーション

東北大学災害科学国際研究所 越村俊一先生が研究された、東日本大震災での宮城県女川町の津波浸水被害の再現シミュレーション[5]を三次元動画として可視化した(図7)。500m×320mの区域を33cmメッシュで分割して計算された大規模なデータのため、データの間引きを行い可視化した。出来上がった可視化コンテンツのファイルサイズは776MB(GFA形式)、1401フレームからなる。津波の色は波高により色づけをしている。町の地形や構造物は震災前の地形データと航空写真から再現している。津波がどのように押し寄せ、町を覆っていったのかが、可視化した動画から確認することができた。

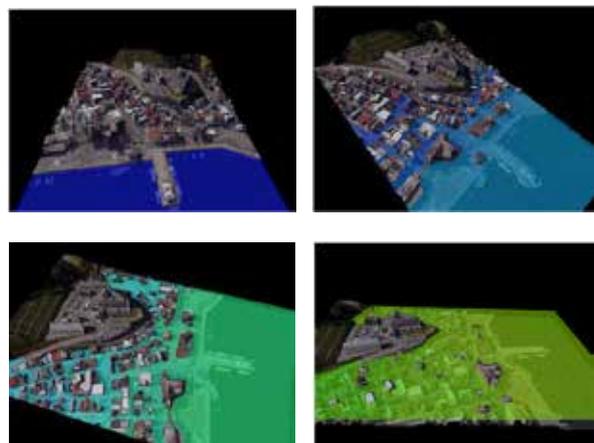


図7 津波浸水被害の再現シミュレーション

## 5 VR技術の活用

三次元可視化システムをより手軽に体験する方法として、近年急速に普及してきたVR(Virtual Reality)機器を活用する方法を検討している。VR機器は比較的安価に入手可能であり、その有効活用の可能性を探ることで三次元可視化システムの将来計画に関する重要な知見が得られることが期待できる。

まず、AVS/Expressとスタンドアロン型VRゴーグル「Oculus Go」(図8)を用いて、可視化能力の検証を行った。Oculus GoはAVS/Expressの3DアニメーションファイルGFA形式の再生に対応していないため、汎用的な360度動画の形式に変換することにした。360度動画への変換はAVS/Expressのライブラリを利用して比較的容易に行うことができた。作成した360度動画をOculus Goで再生してみたところ、三次元可視化システムと同じような没入感を体験することができた。しかし、三次元可視化システムは立体視かつ6自由度(回転・拡大・移動が可能)であるのに対し、360度動画は平面視であり、また、Oculus Goは3自由度(装着者の顔の向きにのみ追従)であることから、従来の三次元立体視を完全に再現することはできなかった。今回の課題を踏まえ、また別のアプローチでVR技術の活用方法を探っていきたいと考えている。



図8 スタンドアロン型VRゴーグル「Oculus Go」

## 6 おわりに

本センターの三次元可視化システムおよび可視化事例を紹介した。シミュレーション結果を理解して科学技術の進展につなげるためには、研究者による結果の正しい解釈とそれに基づく深い考察が不可欠である。可視化はそのための有効な手段であり、本センターでも重要なサービスのひとつと位置づけている。今回紹介した可視化事例からも、シミュレーション結果をより正確に深く理解するために三次元可視化が非常に有益であるこ

とが確認できた。その一方で、可視化装置の維持や管理には多大なコストを要する。今後は民生品で安価に入手可能な機器の活用も視野に入れ、今後のサービス提供のあり方を引き続き検討していく予定である。

## 謝辞

本稿を執筆するにあたり、可視化データを提供してくださった、東北大学大学院理学研究科河野研究室 河野裕彦先生、山崎馨氏、菱沼直樹氏、大阪大学接合科学研究所 茂田正哉先生、金沢工業大学 佐々木大輔先生、東北大学大学院工学研究科 福島裕馬氏、東北大学災害科学国際研究所 越村俊一先生をはじめ、多くの方々にご協力ご支援をいただきました。心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] 山崎馨, 上田潔, 河野裕彦, 「X線自由電子レーザーパルスによるフラーレン超多価カチオン C<sub>60</sub>q<sup>+</sup>の爆発解離の動力学シミュレーション」, SENAC Vol.48 No.3 (2015-7), pp.1-6, 2015
- [2] 及川啓太, 菱沼直樹, 菅野学, 木野康志, 秋山公男, 河野裕彦, 短鎖モデルDNAの鎖切断過程: 化学反応動力学による解析, 日本化学会第96春季年会(2016), 2016年3月24日, 同志社大学 京田辺キャンパス, 京都, 2016
- [3] 茂田正哉, 「DC-RF ハイブリッド熱プラズマ流の非定常 3次元数値シミュレーション」, SENAC Vol.46 No.3 (2013-7), pp.13-17, 2013
- [4] 福島裕馬, 大林茂, 佐々木大輔, 中橋和博, 「Building-Cube Method を用いたエンジンナセルインレットからの騒音伝播解析」, SENAC Vol.47 No.1 (2014-1), pp.35-45, 2014
- [5] S. Koshimura et al., 「The impact of the 2011 Tohoku earthquake tsunami disaster and implications to the reconstruction」, Soils and Foundations 54 (2014), pp.560-572, 2014