

# Visualization of Large Scale Simulation Data

## Project Leaders

**Akira Kageyama** The Earth Simulator Center, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology  
**Chandrajit Bajaj** Center for Computational Visualization, University of Texas at Austin

## Authors

**Akira Kageyama<sup>\*1</sup>, Hitoshi Uehara<sup>\*1</sup>, Shintaro Kawahara<sup>\*1</sup> and Chandrajit Bajaj<sup>\*2</sup>**

\*1 The Earth Simulator Center, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

\*2 Center for Computational Visualization, University of Texas at Austin

This collaboration on the data visualization is based on the agreement for international research cooperation between the Earth Simulator Center (ESC) and Center for Computational Visualization (CCV), University of Texas. The purpose is to develop advanced data visualization methods and tools for large scale simulation data produced by the Earth Simulator. CCV is developing the core technologies for comprehensive computational modeling, analysis, and visualization of natural and synthetic phenomena. CCV is a leading center of scientific visualization in the world.

In FY2004, we started this international collaboration and carried out mainly two research topics: (1) Data visualization by CCV of large scale simulation data provided by ESC. (2) Improvement of ESC's visualization software by CCV's technology. We briefly summarize these activities in the following.

As a test case of data visualization of a typical large scale simulation data of ES output, we took the data of OFES, a global circulation model of the ocean. We sent the OFES data to CCV by airmail. The data is transferred through sophisticated visualization processes into movie files by CCV. Fig. 1 shows a snapshot of the visualization that is shown on a wall-size screen installed at CCV. The fine scale of the sea temperature distribution is visualized by the volume rendering method, performed by a parallel rendering system of CCV.

In ESC, we are developing a visualization software named VFIVE for the CAVE-type virtual reality systems. The CAVE is a room-sized virtual reality system developed in early 1990s at Univ. Illinois. ESC installed a CAVE system named BRAVE in 2003 for the three-dimensional data visualization of ES output. VFIVE is our original visualization software that enables researcher to perform three-dimensional, interactive, and immersive data visualization in the BRAVE's virtual reality space. One of the important issues in fully interactive data visualization by VFIVE is the speed of the isosurface generation. For large scale data, it takes too much time to construct isosurface polygons for high speed rendering, which is critically important in the CAVEs. To accelerate the isosurface processing, we replaced our isosurface generator based on the classical marching cubes algorithm with Contourlib, which is a library for high-speed isosurface generation developed by CCV. By the introducing of the Contourlib, the performance of VFIVE's isosurface generation is drastically improved as shown in Fig. 2.

**Keywords:** large scale data, visualization, virtual reality, isocontour

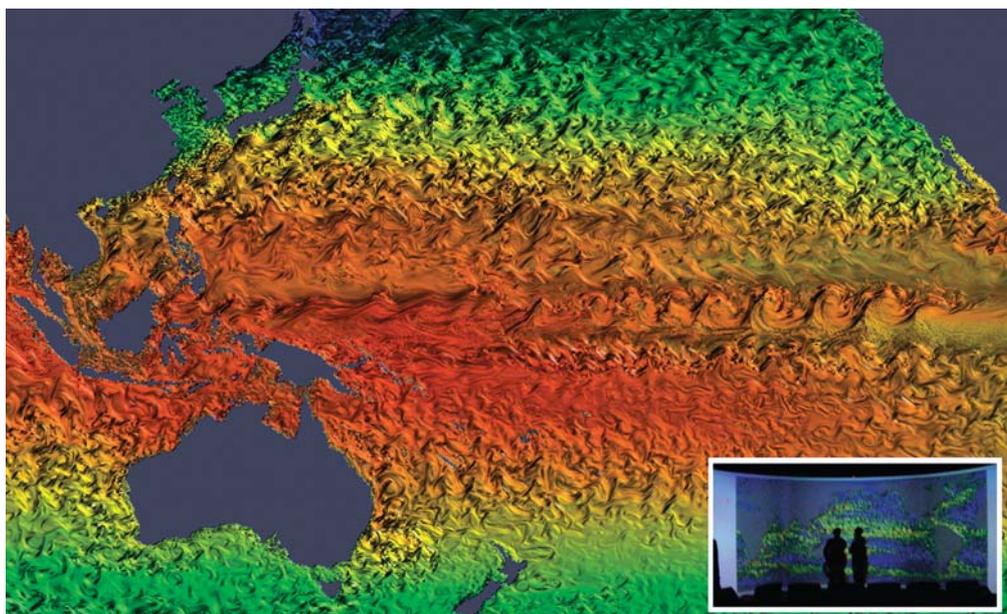


Fig. 1 A volume rendering of the sea temperature. This visualization was carried out by CCV. The simulation data was provided by ESC.

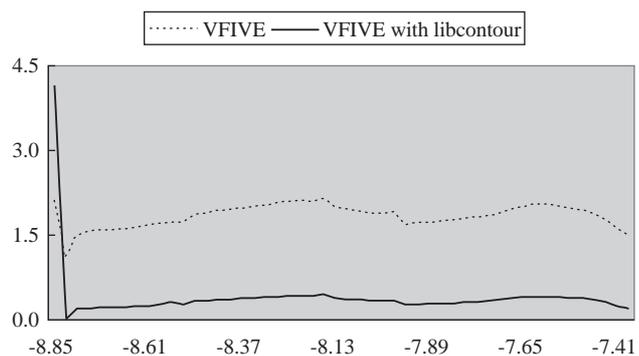


Fig. 2 By combining Contourlib that is developed by CCV, the performance of VFIVE's isosurface visualization is improved. The Contourlib is a sophisticated library for high-speed isosurface generation. The VFIVE is a 3-dimensional and interactive visualization software developed by ESC for CAVE-type virtual reality systems.

# テキサス大学とのMOU共同研究: 大規模シミュレーションデータの可視化技術

プロジェクトリーダー

陰山 聡 地球シミュレータセンター 海洋研究開発機構

Chandrajit Bajaj Center for Computational Visualization, University of Texas at Austin

著者

陰山 聡\*<sup>1</sup>, 上原 均\*<sup>1</sup>, 川原慎太郎\*<sup>1</sup>, Chandrajit Bajaj\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup> 地球シミュレータセンター 海洋研究開発機構

\*<sup>2</sup> Center for Computational Visualization, University of Texas at Austin

本共同研究は地球シミュレータセンター(ESC)と、テキサス大学のCenter for Computational Visualization (CCV)の間で締結されたMOUに基づく。その目的は大規模シミュレーションデータの可視化技術に関する共同研究である。地球シミュレータからは毎日、膨大な量の数値データが生産されている。このような大規模データを効率的に可視化・解析する手段を開発することは、きわめて重要である。テキサス大学CCVは、理学、工学、医学など幅広い分野にまたがる様々な数値データの可視化に関する研究開発を行っている先端的な研究センターである。CCVはこれまでに可視化に関する様々なアルゴリズム、ソフトウェア、ノウハウなどを開発してきた。それらを大規模シミュレーションデータの可視化に応用することが可能となればESCにとって望ましい。一方CCVにとっては、ESCが直面している「膨大な数値データを効率的に可視化処理する」という課題は可視化に関する挑戦的な研究テーマとして魅力的である。このような状況のもとから、この共同研究が始まった。

本年度は次の2点を中心に共同研究を行った：(1)大規模シミュレーションデータの可視化テスト。(2)バーチャルリアリティ可視化ソフトVFIVEの高速化。

上記(1)のテストではサンプルとして海洋大循環シミュレーション(OFES)のデータを用いた。時間発展も含めたOFESデータをあらかじめESCからテキサス大に郵送した。これをCCV側で可視化処理し、大規模で高精細な動画ファイルに変換した。そしてその動画を、テキサス大に設定されている大規模スクリーンで表示させたものを現地で確認しながら、そこで使われている可視化手法やツールについて議論を行った。

上記(2)に挙げたVFIVEというソフトは、ESCで独自に開発しているバーチャルリアリティ装置用のデータ可視化プログラムである。地球シミュレータからの出力データを可視化・解析するうえで必要でありながら難しい課題の一つとして、データに隠された立体構造を直感的に把握するための可視化手法の開発がある。一般に三次元的な可視化には長い処理時間がかかる。ESCにはCAVE方式のバーチャルリアリティ技術を用いた三次元データ解析装置BRAVEが設置されている。我々が開発しているソフトVFIVEを用いれば、BRAVEの空間内で、等値面やパーティクルトレーサなどの様々な可視化処理を対話的、かつ立体的に行うことができる。しかし、対象となるシミュレーションデータが大きくなると処理時間が長くなり、BRAVEの特徴である対話性が損なわれるという問題があった。VFIVEに実装されている可視化処理の中でも特に遅いのは等値面の生成である。そこで本年度、CCVで開発された等値面高速作成ライブラリContourLibを導入した。その結果、VFIVEにおける等値面生成処理速度が大幅に向上した。また、これと同時に、これまでより大量のデータを高速に処理することが可能となった。

キーワード：大規模データ、可視化、バーチャルリアリティ、等値面生成