

## 大規模シミュレーションデータの可視化

陰山 聡

海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター

はじめに

計算機シミュレーションの規模が大きくなるにつれてそのデータの可視化は飛躍的に困難になる。地球シミュレータセンター(ESC)では地球シミュレータを用いた計算機シミュレーションが日々実行され、その大規模な出力データの効率的な可視化が大きな課題となっている。この問題を解決するために ESC の高度計算表現法研究グループで行なっている研究開発に関する現在の取り組みの中から、2 つの独自開発ソフトウェアに焦点をあてて紹介する。

1. バーチャルリアリティ可視化ソフトウェア:VFIVE

地球シミュレータセンターには CAVE とよばれる方式の VR (Virtual Reality) 装置がある。CAVE の中心部分は大きなスクリーンに取り囲まれた部屋である。正面、右面、左面の 3 つの壁面と床面の合計4つのスクリーンにステレオ画像が投影される。立体眼鏡をかけた体験者がこの部屋の中に入り込むと、文字通り体ごとステレオ画像に取り囲まれるので高い没入感が得られる。CAVE システムでは立体眼鏡の位置と方向を常に検出しており、この視点情報を使って各スクリーンに映し出すべき立体画像をリアルタイムで変更している。従って体験者は CAVE の中で自由に歩き回って可視化されたシミュレーションデータを好きな角度から立体的に観察することができる。CAVE の没入感、現実感は非常に高い。VR 装置として優れた性能をもつこの CAVE 装置を使い、3次元シミュレーションの計算領域に文字通り体ごと入りこんで、立体的・対話的にデータを解析することを可能にする VFIVE と名付けた可視化ソフトウェアを我々は開発している。図 1 から図 4 は CAVE 空間中で VFIVE を用いて可視化している様子をとったスナップショットである。実際の CAVE では映像は全て立体的に見える。

2. 大規模データ用可視化ソフトウェア:YYView

VFIVE による VR 可視化は、シミュレーションデータの全体的な構造を直感的に把握するのに適しているが、より詳細な構造や時間発展の様子を理解するためには、高解像度の動画による可視化解析が望ましい。地球シミュレータセンターで扱う大規模なシミュレーションデータのサイズは 1 変数、1 時刻ステップあたり 1GB を越えることが珍しくない。そうすると、全部で 1000 時刻ステップ分の動画を作成するためには、1TB 以上のデータを可視化する必要がある。これほど大規模なデータになると市販の可視化ソフトでは現実的な時間内で動画ファイルを作成することができない。そこで我々は「1TB のデータを一晩で動画にする」ということを目標に、MPI を用いた並列処理による高速可視化ソフトウェア MovieMaker を開発した。図 5 は MovieMaker を利用して作成した動画の例である。MovieMaker には、ポリウムレンダリング、等値面表示、流線追跡などの機能がある。対応するデータの座標はカーテシアン座標、球座標、インヤン座標の 3 種類である。

現在、この MovieMaker は我々が開発している統合的大規模可視化環境 YYView の中に組み込まれている。YYView には MovieMaker の他に、(1)表示するデータの解像度を自動的に調整する Filter、(2)連番画像を再生する MoviePlayer、(3)地形などの背景データ作成ツール TopoMaker、(4)ポリウムレンダリングなどでの配色設定をする ColorEditor、(5) GUIを担当する YYView コンソール(図 6)、が組み込まれており、これらの多くは相互に連携されている。

3. まとめ

本稿では、大規模シミュレーションデータの解析のために地球シミュレータセンター、高度計算表現法研究グループで開発している 2 つのプログラムに焦点をあてて紹介した。



図1 VFIVE による流れ場の解析(矢印と流線追跡機能)

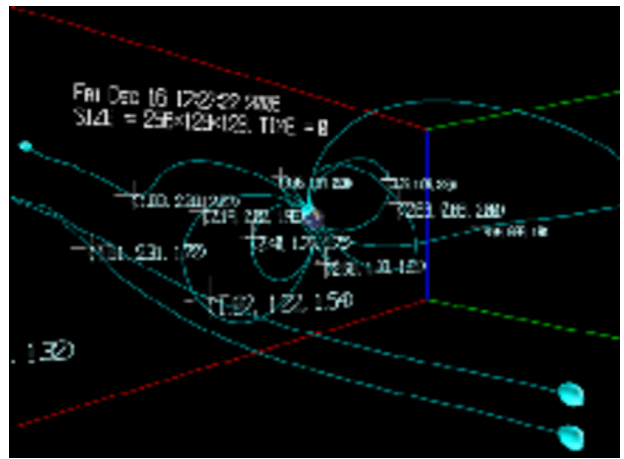


図4 VFIVE の文字列表示機能

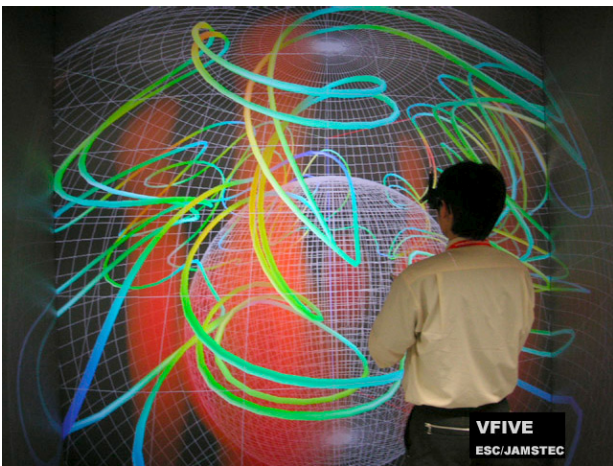


図2 VFIVE によるボリュームレンダリングとチューブ状の流線表示

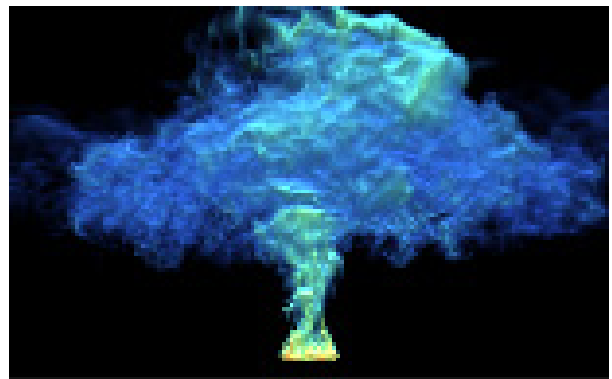


図5 YYView/MovieMaker による火山噴煙シミュレーションの可視化



図3 VFIVE による LIC(Line Integral Convolution) 法による磁場の解析

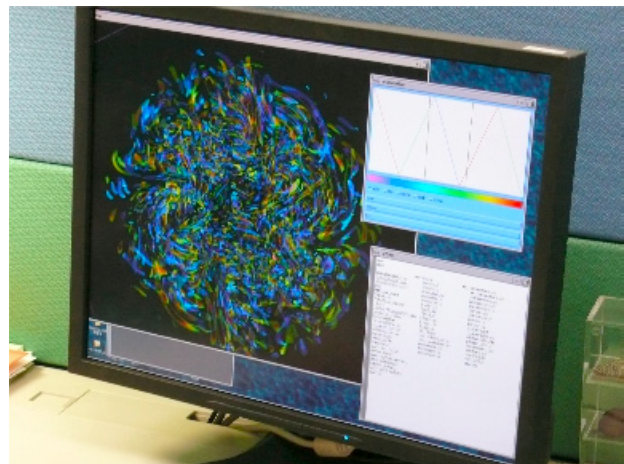


図6 YYView console のスナップショット