

# 大規模データの可視化

海洋研究開発機構

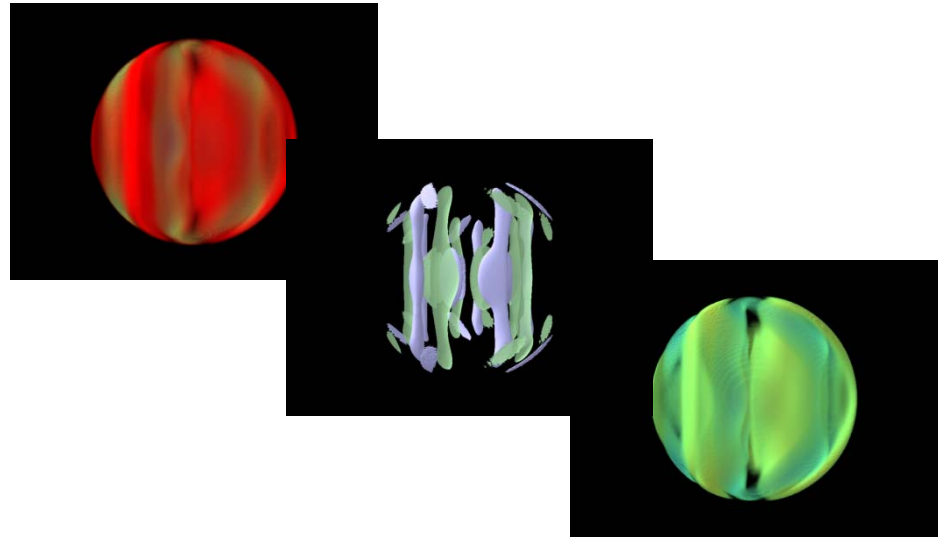
地球シミュレータセンター

大野 暢亮

高度計算表現法研究グループ

# 概要

- 並列可視化
  - MovieMaker
  - 球ジオメトリ
  - 可視化例
- VFIVE
  - CAVE装置
  - VFIVE
  - 可視化例
- まとめ



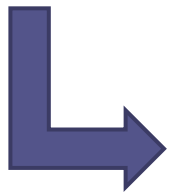
# 方針

高解像度なシミュレーションデータ

$O(1\text{GB}) / \text{variable} / \text{step}$

$O(1\text{TB})$  in Total

市販・フリーソフトでの可視化は困難



可視化ソフトを独自開発

# 可視化に使用できる設備

## Visualization computers

- . SGI Onyx3800: 12 CPUs, 24GB, 11TB HDD  
\_CAVE描画用\_  
\_CAVE描画用\_
- . SGI Onyx4: 4 CPUs, 16GB
- . Apple Xserve G5 (PCクラスタ): 14 CPUs(dual core)

## Other available systems for the visualization

- . SGI Altix4700
- . NEC SX-8R



# 並列可視化

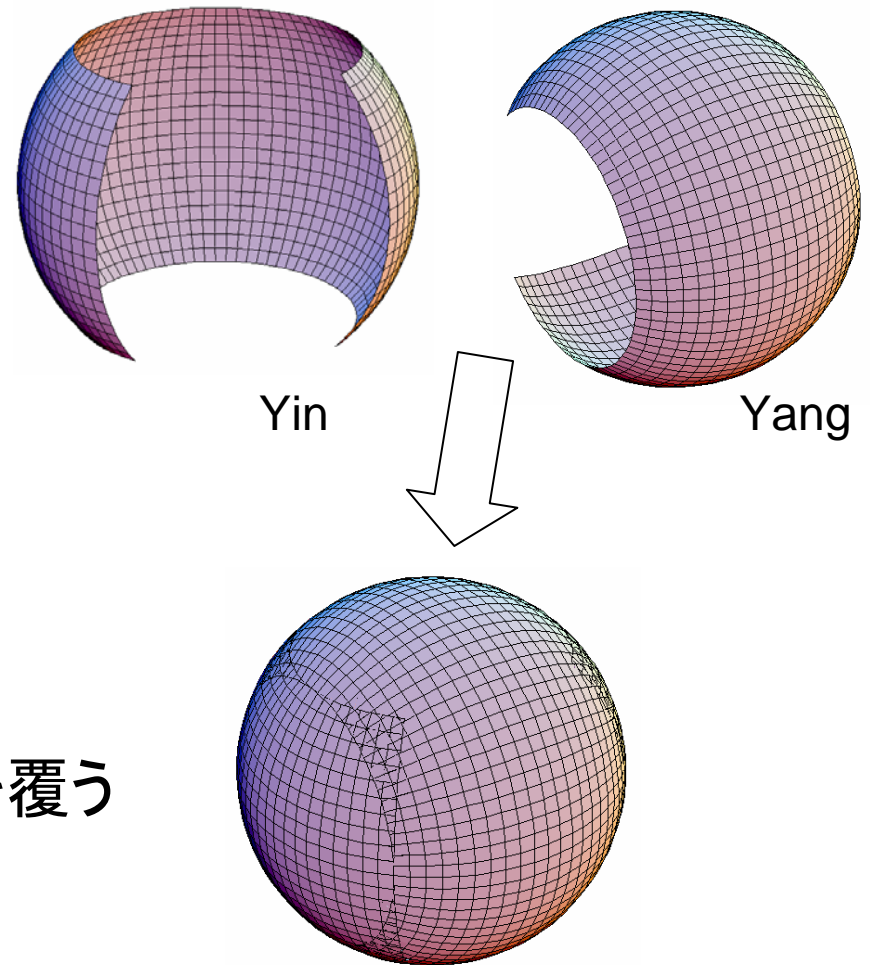
# MovieMaker

- 並列可視化 (MPI)
- 時系列データから動画を作成
- 可視化手法
  - 等値面 (OpenGL), 流線(OpenGL), ボリュームレンダリング
- 座標
  - カーテシアン, 球座標, YinYang座標
- 可視化実績 サイズ:~6GB/1変数/1step
- Onyx3800で動作させることを想定
- グループ全員で開発

# YinYang格子

YinYang格子とは、  
ESCで開発され、  
地球ダイナモシミュレーション  
マントルシミュレーション  
電離層のシミュレーション  
などで利用されている。

- ・球座標の低緯度部分x2で球を覆う
- ・極に格子点が集中していない

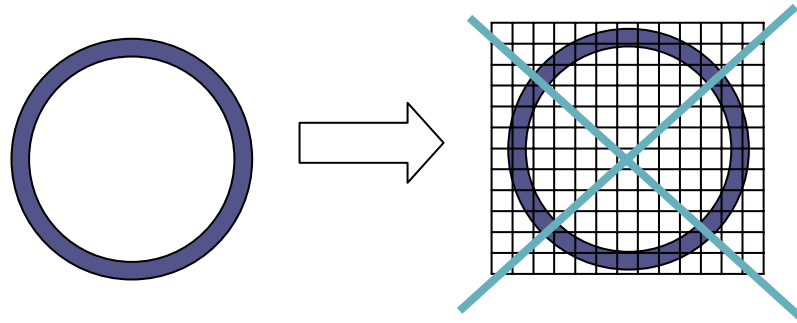


# 球ジオメトリデータの可視化の問題

## 可視化の問題点

一般の可視化ソフトでは、大規模な(球ジオメトリ)データを処理することは困難

球ジオメトリのデータをカーテシアン座標に変換？  
非現実的





# Supercomputerの利用

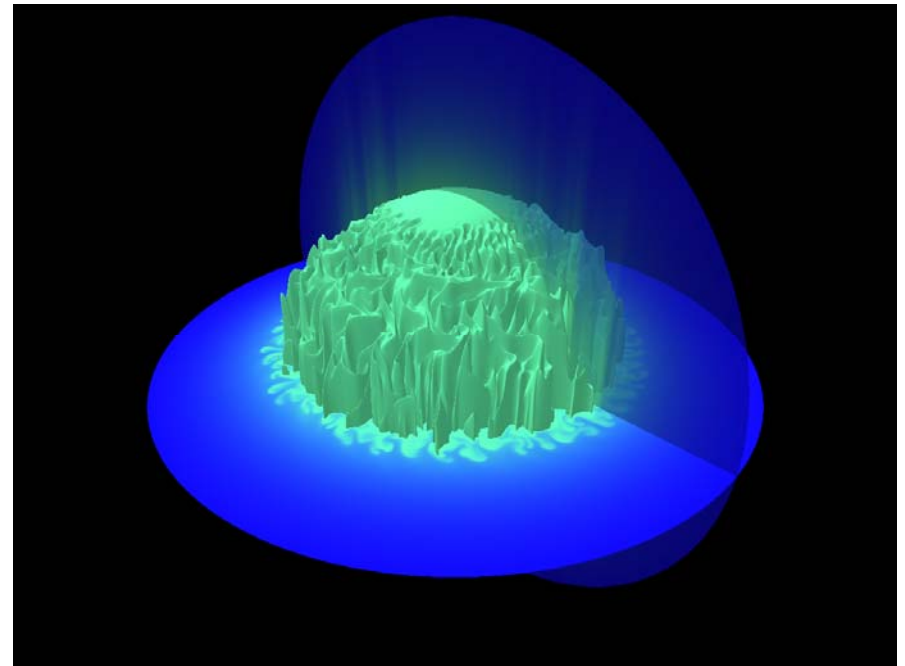
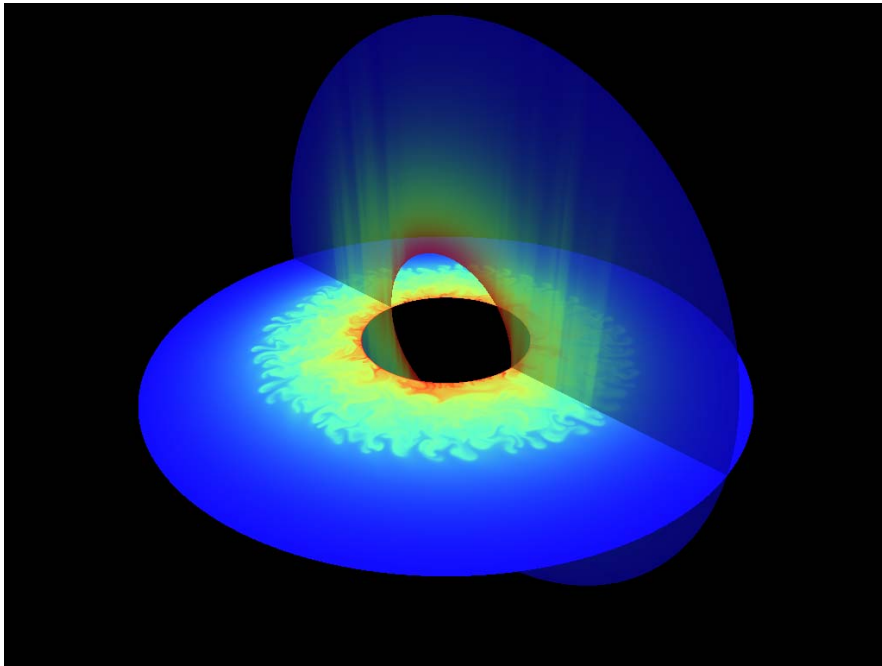
## 並列可視化ソフト(Software Rendering)

- MovieMakerを基に開発
- グラフィックス関係のハードウェア必要なし
- 可視化手法
  - 等値面, スライス, 流線, ボリュームレンダリング
- 座標
  - カーテシアン, 球座標, YinYang座標
- Altix4700: 最大256並列で動作
- SX-8R, ES: ベクトル化(スカラーデータ)

Onyx3800以上のメモリ、  
計算能力を持った計算機を  
使うことで、より高速に  
データの可視化を行う

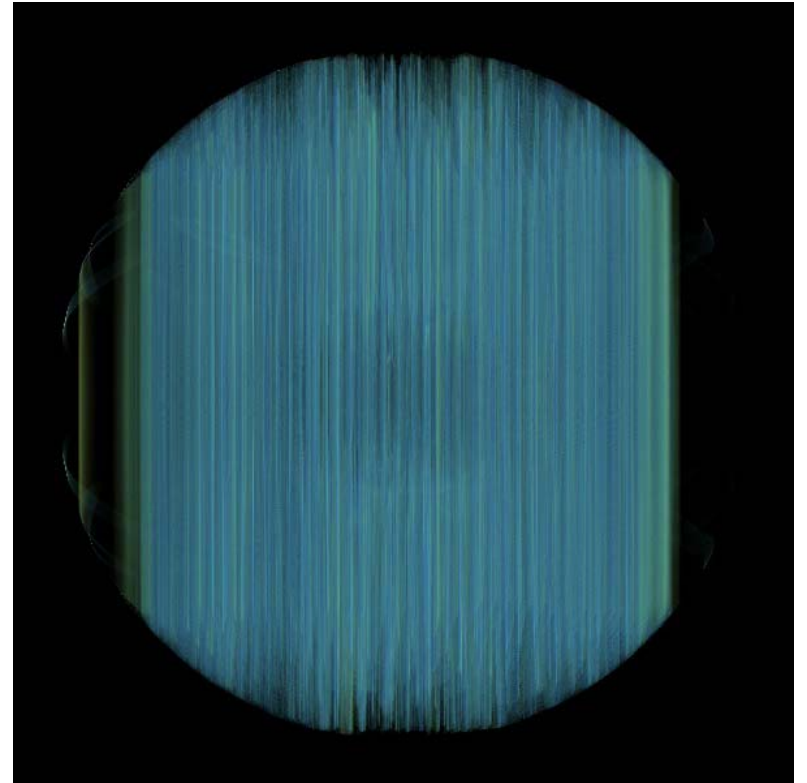
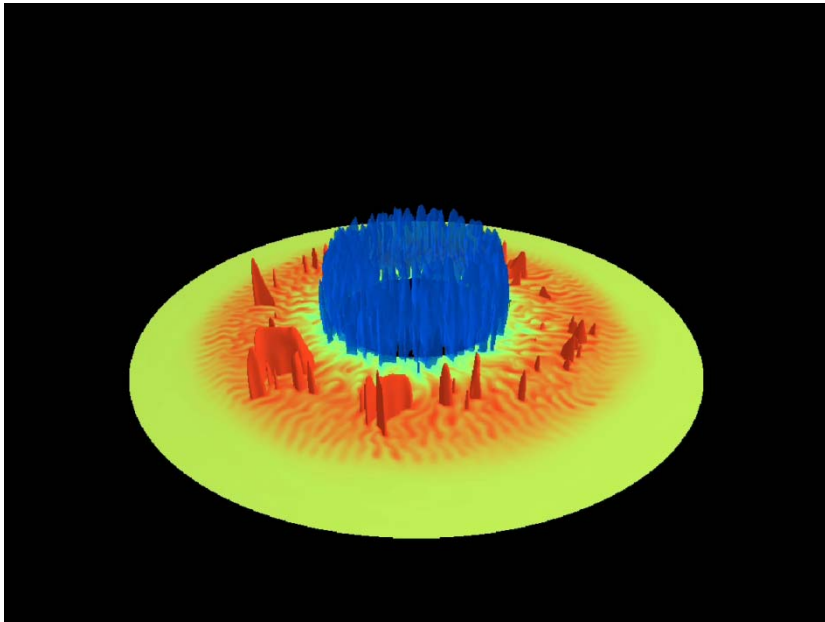


## 可視化例 -1



ダイナモシミュレーション (MHDシミュレーション)  
データサイズ: 1変数 約3GB (Yin, Yangそれぞれ約1.5GB)

## 可視化例 -2: 動画



ダイナモシミュレーション (MHDシミュレーション)

データサイズ: 1変数 約3GB (Yin, Yangそれぞれ約1.5GB)

# 課題

- ネットワーク
- 表示装置
- HDD etc

# CAVE装置を利用した可視化

プラトン“人間は洞窟(CAVE)の中で、世界そのものでなく、炎によって映し出された世界の影ともいふべき映像を見ているにすぎない。”

# 2Dモニタによる可視化の限界

計算機の発達により  
3次元の複雑な数値シミュレーションが可能

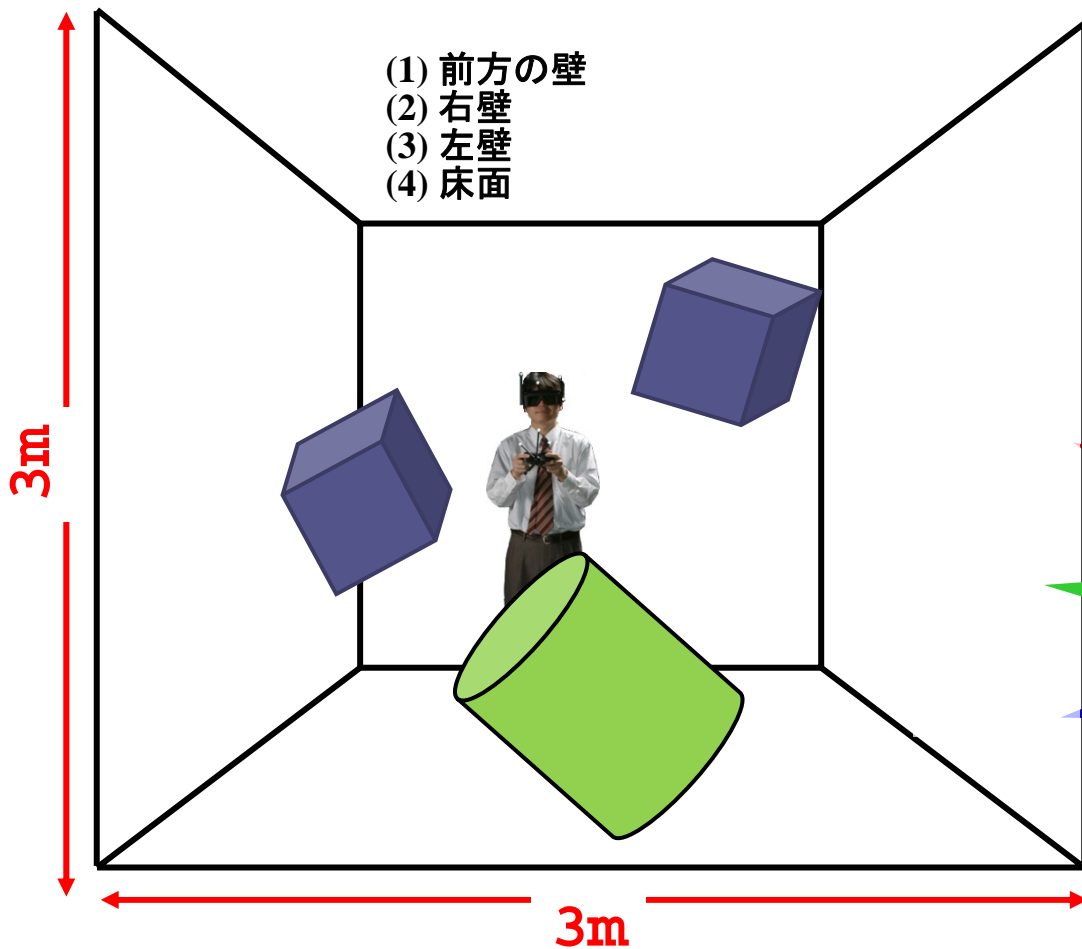
2次元モニターによるこれまでの可視化手法

これだけでは複雑なデータの解析が困難になりつつある



**Virtual Reality** CAVEシステム

# ESCのCAVE型VR装置BRAVE -1



DLPプロジェクター  
ミラージュ2000



# ESCのCAVE型VR装置BRAVE -2



立体視用のメガネ



コントローラー



Head Tracking System



# CAVEの特性を生かした可視化

**CAVEの特性**とは...

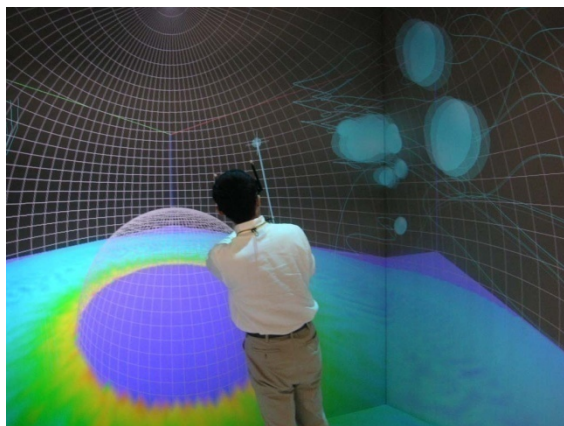
- (1) 立体的に (3次元データを3次元のまま見られる)
- (2) 没入して (データの中に入り込んで観察できる)
- (3) 対話的に (リアルタイムでデータとやりとりできる)

(立体視)だけ → 大きなステレオテレビ  
・ PowerWall等の使い方

(没入型)だけ → 立体構造を**観察**するには悪くないが、**解析**には不十分。

(対話性)こそが「VRビジュアライゼーション」の鍵

# 汎用可視化ソフト VFIVE

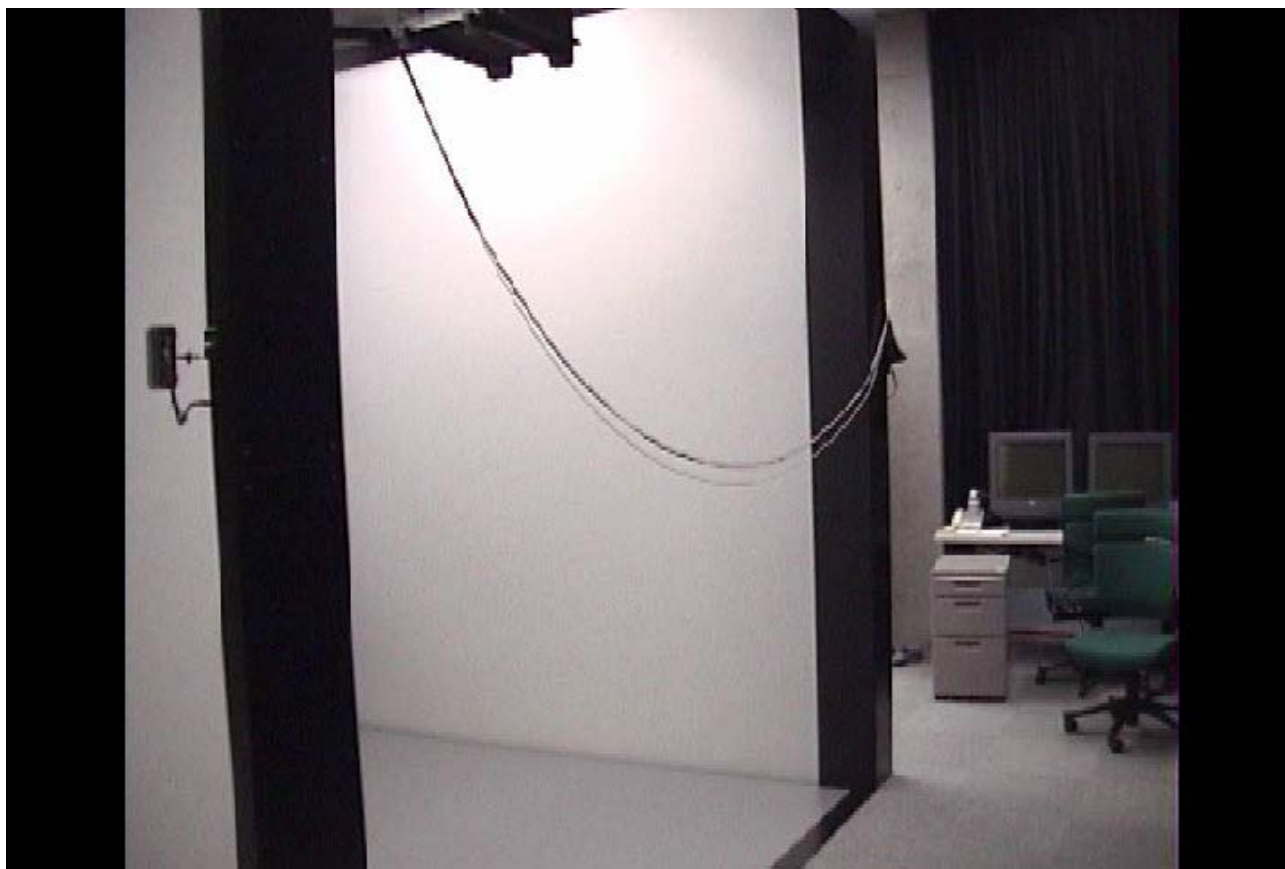


ベクトル場	スカラー場
Field Lines	Isosurface
Local Arrows	Local Slice
Stream Surfaces	Color Contour
Tubes	Contour Lines
LIC(2-D)	Volume Rendering

- 対話性を重視
- 時系列データ取り扱い可能
- 一部の可視化機能: OpenMPで並列化

90年代後半に核融合研で開発開始

# VFIVE: 可視化の様子(動画)

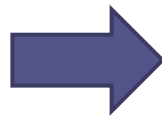


# VFIVE: 大規模データの可視化 -1

データの大規模化



ポリゴン数  
処理時間 etc...

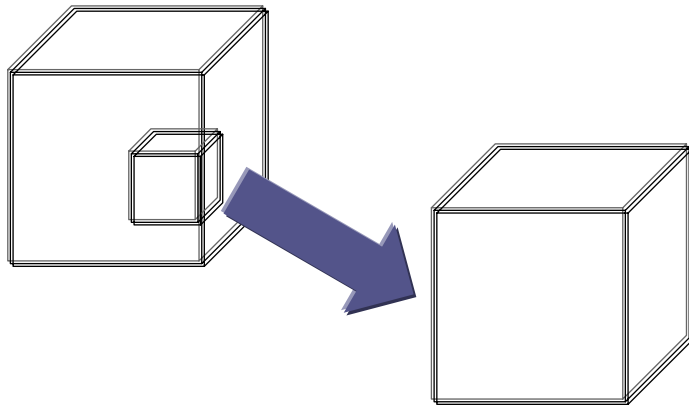


ROI : Region of Interest  
LOD: Level of Detail

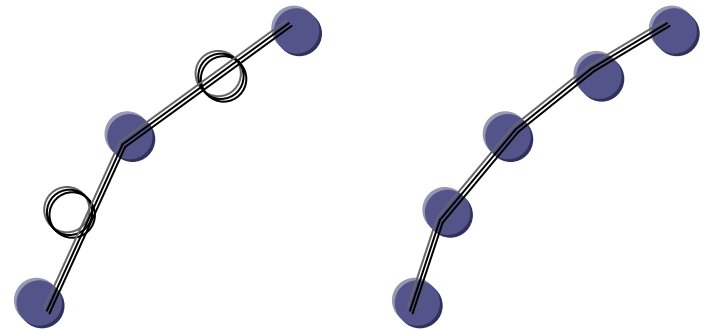
興味領域の大きさに応じた  
自動解像度調整機能を実装

同じポリゴン数で、興味のある部分を  
ピンポイントで相対的に高解像に可視化

# VFIVE: 大規模データの可視化 -2



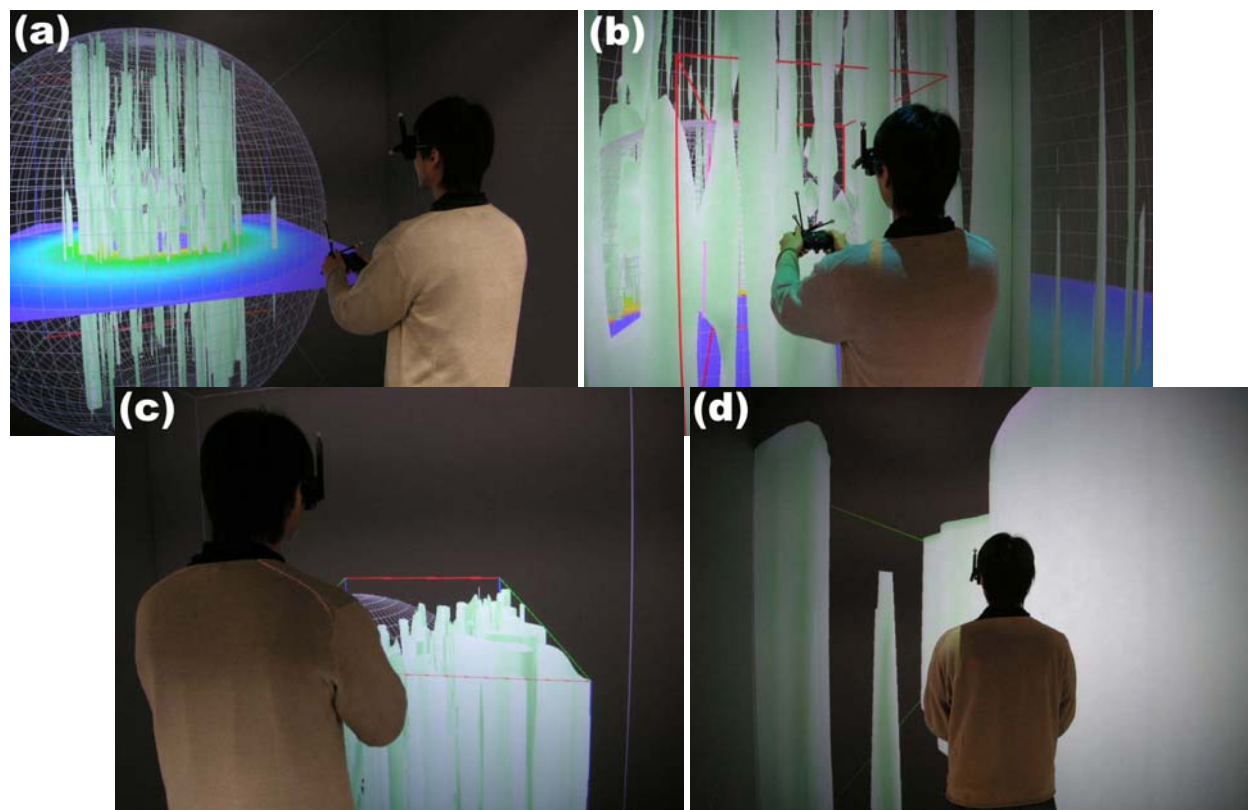
等値面の例



流線の例

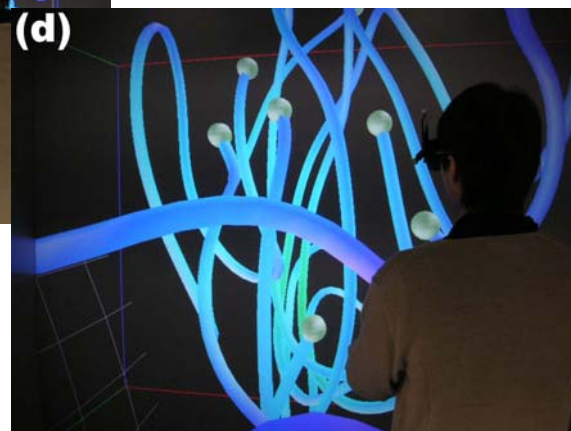
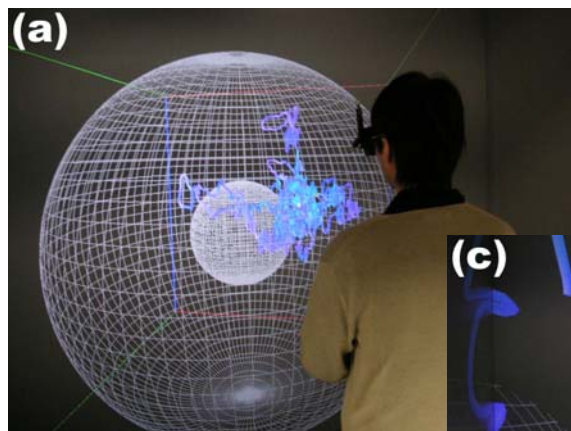
Ben Shneiderman's **Visual Information-Seeking Mantra**  
“**Overview first, zoom and filter, then details-on-demand.**”

# VFIVE: 大規模データの可視化 -3



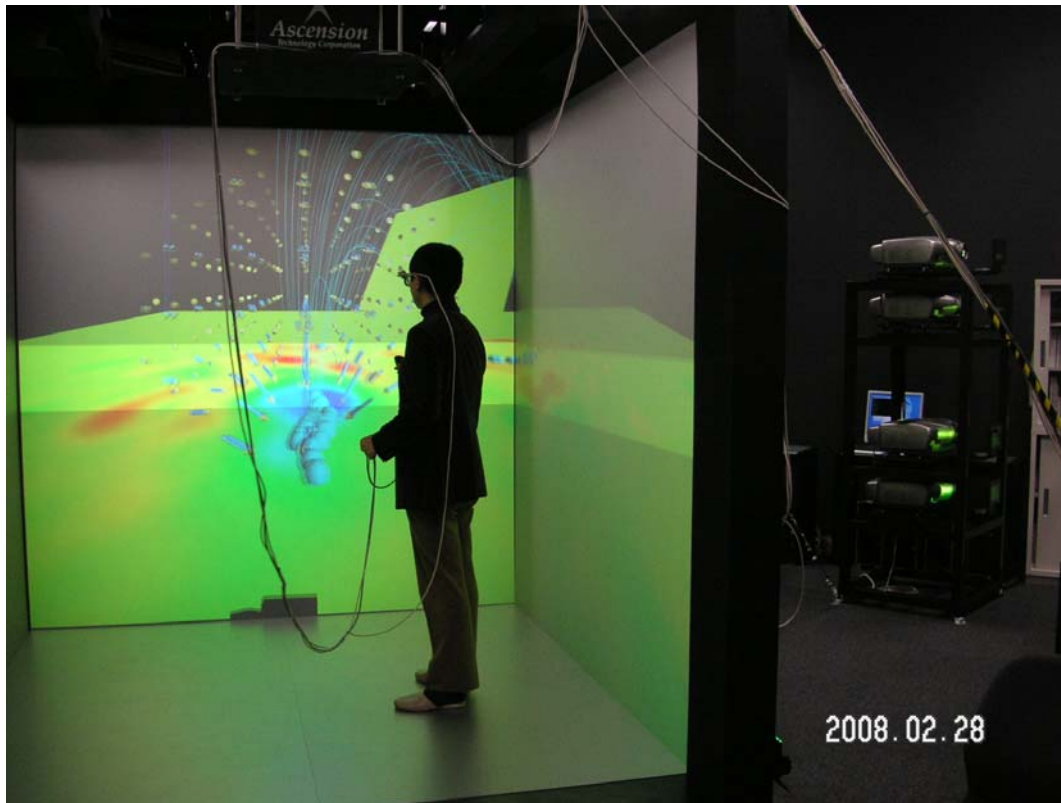
ダイナモシミュレーションの結果(サイズ640x640x640 単精度)

# VFIVE: 大規模データの可視化 -4



ダイナモシミュレーションの結果(サイズ640x640x640 単精度)

# VFIVE: PCクラスタ版(移植中)



大阪大学のCAVE"HOPE"  
で動作しているVFIVE

HOPEは、  
PCクラスタ(OS:WindowsXP)  
をレンダリングエンジンと  
するCAVEシステム

協力:大阪大学サイバーメディアセンター 野崎博士、安福博士、清川博士



# 課題

- コストパフォーマンス
- 心理的バリア etc

# まとめ

- 並列可視化
  - ✓ 座標系
  - ✓ スーパーコンピュータの利用, ベクトル化
- バーチャルリアリティを用いた可視化
  - ✓ 対話的な可視化
  - ✓ ROIとLODを組み合わせ大規模データに対応

※ VFIVEの基本バージョンは、ESCのホームページからダウンロードできます

<http://www.es.jamstec.go.jp/esc/research/Perception/vfive.ja.html>

※ ダイナモ関係の画像は、ESC陰山GLのデータを可視化したものです