

# 没入型 VR 装置と大規模シミュレーション

田村祐一 陰山聡 佐藤哲也

文部科学省核融合科学研究所



## 1. はじめに

スーパーコンピュータの役割は時代とともに変貌してきている。大型計算機センターの有するスーパーコンピュータは不特定多数の数値解析を一手に担い、全ての研究者達が共有して利用するものであった。計算速度も現在と比較して非常に遅かったため、生み出されるデータ量も小さく、実験研究や理論研究の支援的研究手段として位置づけられていた。

しかしながら、昨今のコンピュータ演算速度高速化の結果、従来スーパーコンピュータ用に開発されていたシミュレーションコードがボトムエンドに近いパーソナルコンピュータでも十分実行可能となり、事実、工業設計等でそれらのコードが頻繁に用いられ、製品に反映されるようになってきた。この結果、スーパーコンピュータの役割は数値解析的な個別問題のシミュレーションを行うのではなく、プロジェクト的な大規模シミュレーションを行うために使用されることが多くなってきている。このような状況のもと、現在のスーパーコンピュータの役割は大きく分けて次の2つになると考えられる。

- 1) 非常に大きなメモリ領域を必要とし、計算時間も長くなり汎用のコンピュータでは解くことが難しい問題。
- 2) 汎用のコンピュータ等でも時間をかければ解けるような問題であるが、リアルタイムでの結果処理が非常に重要な場合。

私達のグループでは主に1)の研究を進めているため、以後1)の項目について述べる。

また、スーパーコンピュータ等で計算された結果データ

をバーチャルリアリティ装置（技術）で表現する場合の目的としては次の4つが考えられる。

- ①観察する
- ②見せる
- ③議論する
- ④創造する

これらを達成するため不可欠な要素は次の5つが考えられる。

- ①インタラクティブ性
- ②完全な3次元立体視
- ③リアルタイム性
- ④様々な表現手法
- ⑤議論可能な空間

以後これらの研究・開発について述べる。

## 2. 数値シミュレーションとバーチャルリアリティシステム

現在さまざまな形のバーチャルリアリティシステムおよびその利用方法が提案されているが、数値シミュレーションの研究者にとって、バーチャルリアリティシステムは高度な出力・解析装置にあたる。数値シミュレーション結果はコンピュータの高性能化にともない、膨大なものとなってきている。また科学・技術研究自体も細分化・複雑化し、出力される結果も多岐にわたるようになってきている。このような状況のもとで、シミュレーション結果を解析していくことは非常に重要な作業であるとともに、非常に難しい作業になってきている。近年数値シミュレーション結果を可視化する技術の発展もめざましく、

さまざまな手法での可視化が可能となってきたが、大規模3次元シミュレーション結果を可視化するにはその機能をもってしても不十分と言わざるを得ない状態である。

そこで、私達はイリノイ大学で開発されたバーチャルリアリティシステム CAVE[1]を1997年にいち早く導入し、さらにより使いやすく機能を付加したバーチャルリアリティシステム: CompleXcope の開発を進めている。没入型のバーチャルリアリティシステムを導入した理由としては、没入感が非常に高いことに加えて、視点の問題は残るものの、議論する空間を得られるという理由による。本システムの概略を図1に示す。

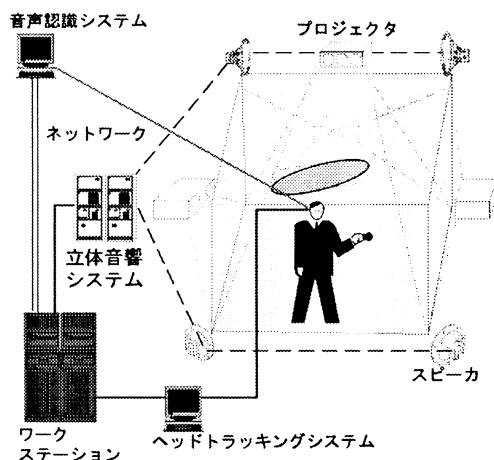


図1 CompleXcope システム

### 3. 他地点との協調作業

現在の科学研究は領域が細分化され過ぎ、お互いの協調作業の重要性が挙げられている。没入型のバーチャルリアリティ装置は総じて装置が巨大であり、持ち歩くわけにはいかないため、協調作業が難しいという問題がある。そこで、ネットワーク的にバーチャルリアリティ空間を接続し、シミュレーション結果を共有することにより協調作業を行える環境構築が必要になる。このようなシステムを実現する上で重要なことは、どの地点からでもオブジェクトをインタラクティブに操作可能であり、他の地点の観測者をVR空間内に写し、相手がどの方向からバーチャルオブジェクトを見ているか相互に認識可能であることなどが挙げられる。様々なグループがバーチャルリアリティ空間のネットワーク的な接続について様々な研究を進めているが[2-5]、数値シミュレーション結果の共有を実現するためには、シミュレーション結果のデータフォーマットを統一していくことが今後重要であると考えられる。また、バーチャルリアリティを知らないユーザーにとって

も非常に使いやすいインターフェイスを構築していくことも同じように重要である。そのインターフェイスの開発状況について次項に示す。

### 4. インタフェイス

バーチャルリアリティやCGについての知識がない研究者にとって、最も難しい作業はビジュアライゼーションを行う際のプログラミング作業である。知識のない研究者がバーチャルリアリティによる可視化を利用しやすくするため、簡単に表現できるツールを開発する必要がある。分子構造の表現可能なアプリケーションとしては、例えばイリノイ大学で開発されたVMD[6]等があるが、バーチャルリアリティ技術は、これまで科学研究にはほとんど用いられてこず、まだ発展途上にあるため、必要となる基礎ツールを全て自分たちで開発しなければならない。そこで私達はこれまで蓄積してきた様々なノウハウを統合し、様々なシミュレーションデータを解析するための汎用プログラム、VFIVE[7, 8]を開発した。VFIVEを使えば、研究者はコマンドを一つ打ち込むだけで、自分でプログラムを書く手間もなく、すぐに自分のデータを立体的・対話的に表現することが可能となる。VFIVEには仮想レーザービームとメニュー画面を用いた使い易いユーザーインターフェイスが組み込まれている。VFIVEでのシミュレーション結果の表示例を図2に示す。

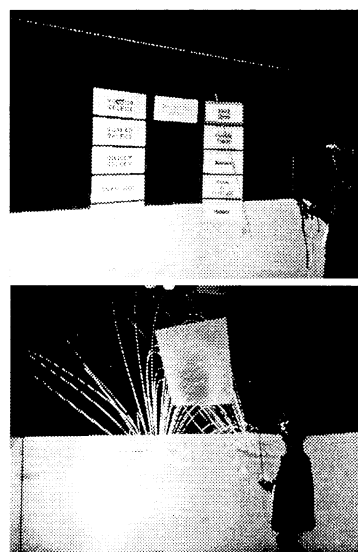


図2 VFIVEでの作業例

VFIVEの他に汎用可視化ツールAVSを没入型ディスプレイで利用可能である。AVS for CAVEはVFIVEと

比較して、非常にコンピュータに対する負荷が大きく、大規模なシミュレーション結果の可視化は難しいが、VFIVE の機能はある程度限定されているため、要求にあう機能がない場合もある。様々なデータの可視化を行うためには汎用の可視化ソフトを使用することがよい場合もあると考えられる。AVS for CAVE でのシミュレーション結果表示例を図 3 に示す[9]。

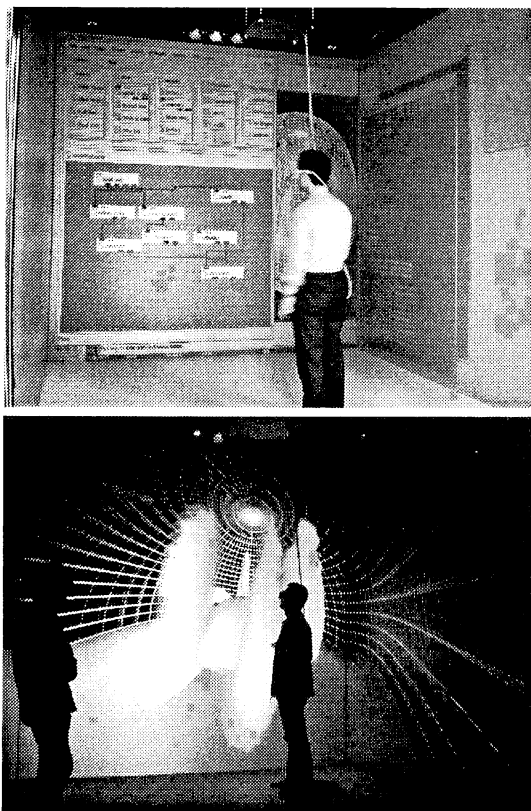


図 3 AVS for CAVE での作業例  
(地球磁場のシミュレーション)

また、バーチャルリアリティ空間との対話手法として、従来の入力装置からの直接入力以外に音声による指示機能の研究も重要な課題である。複数人が同じ空間に入り、自由にバーチャルオブジェクトと対話するためには、入力装置のみでは、操作が煩雑になる傾向がある。一般的にも IBM の ViaVoice[10]の発売以来様々な音声認識エンジンが発表されてきているが、私達はバーチャルリアリティシステムに適する形に自由にソースを書き換えられるという理由で JULIUS[11] という情報処理学会のプロジェクトにて開発された音声認識エンジンを使用している。

## 5. 新しい表現手法

これまでシミュレーション結果の表現法としては、画像

による提示がほとんどであった。しかし観察したいパラメータが多岐にわたる場合や、複数の異なる場所のデータを同時に比較したい場合など、視覚情報のみでは不十分な場合もある。人は五感を同時に働かせることによって込み入った複雑な現象をより直感的に判断している。視覚情報に音情報を加味することによって、複雑に発展するシミュレーション結果や時系列実験データ等をより効果的に把握することが可能となる。そこで、音響表現のための立体音響システムを、バーチャルリアリティシステム用に開発した。一般的にバーチャルリアリティシステムに音を利用する場合、オブジェクト自体が音を発しているものを提示するものが多いが、視覚情報提示によく使われる物理量の大小を色で表現するように、音の周波数や大きさを変化させることにより物理量を表現する研究もすすめている[12]。

## 6. おわりに

今回スーパーコンピュータでの数値シミュレーション結果をバーチャルリアリティ装置に表現するための私達の開発している技術について述べた。現在、私達は大規模なシミュレーションの表現装置としてバーチャルリアリティシステムを利用しているが、今後リアルタイムビジュアライゼーションも研究者にとって不可欠になっていくものと思われる。新しい発想・発見をもたらすためには、ある程度結果がわかっているデータを表現するという使用方法でなく、計算結果をリアルタイムで表示し、提示される情報を知覚することによって新たな発想を生み出し、インタラクティブにシミュレーションを行い、様々なパラメータをリアルタイムに変化させることにより、また新たな発想を誘起するというサイクルが重要になってくると考える。現在の技術ではある程度小規模なモデルでしかリアルタイムシミュレーションは行えないが、今後コンピュータ技術、ネットワーク技術の発展にともない、世界各地で協調的に異分野・異領域・異文化の衝突と融合を繰り返すことによって、新たな発見がバーチャルリアリティ装置を用いた解析手法によりもたらされると期待している。

## 参考文献

- [1] C. Cruz-Neira, D. J. Sandin, and T. A. DeFanti: Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE, Proceedings of SIGGRAPH '93 Computer Graphics Conference, pp.135 (1993)

- [2] C. Leigh and A. Johnson: Supporting Transcontinental Collaborative Work in Persistent Virtual Environments, IEEE Computer Graphics and Applications, pp.47 (1996)
- [3] 小木哲朗、山田俊郎、玉川憲、廣瀬通孝：共有没入空間におけるビデオアバタを用いた位置関係表現、電子情報通信学会論文誌、Vol.J82-D-II、No.2、pp1826 (2000)
- [4] 河野隆志、山本憲男、本田新太郎、鈴木由里子、石橋聡：没入型共有コミュニケーション環境、サイバースペースと仮想都市研究会、CSV-2000-3、pp13 (2000)
- [5] J. Friesen and T. Tarman: Remote High-Performance Visualization and Collaboration, IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 20, No. 4, pp45 (2000)
- [6] W. Humphrey, A. Dalke, and K. Schulten: VMD - Visual Molecular Dynamics, Journal of Molecular Graphics, No. 14, pp33 (1996)
- [7] A. Kageyama, Y. Tamura and T. Sato: Visualization of Vector Field by Virtual Reality, Progress of Theoretical Physics Supplement, No. 138, pp665 (2000)
- [8] <http://www.tcsc.nifs.ac.jp/kage/vfive/manual.html>
- [9] <http://www.av5.com>
- [10] <http://www-6.ibm.com/jp/voiceland/>
- [11] T.Kawahara, et al., J. Acoust. Soc. Japan (E) 3 (1999) 233
- [12] 田村祐一、佐藤哲也、陰山聡、原進、中村浩章：数値シミュレーションデータ表現のための音情報機能を

付加したバーチャルリアリティシステムの開発、日本バーチャルリアリティ学会誌

#### 【略歴】

田村祐一 (TAMURA Yuichi)

文部科学省核融合科学研究所助手。1995年京都大学大学院工学研究科卒業。同年住友電気工業株式会社入社、光ファイバ機器設計に関する数値シミュレーションを行うとともに、生産ラインにおける画像計測技術開発に従事。1998年10月より現職。VRによる数値シミュレーション結果の表現手法について研究を行う。

陰山聡 (KAGEYAMA Akira)

文部科学省核融合科学研究所助手。1965年島根県生まれ。1993年より現職。これまでは主に天体ダイナモ(地球や太陽の磁場の起源)の物理機構を理解することを目指してシミュレーション研究を続けてきた。1997年、CAVEが導入されて以降は、VRを使ったシミュレーションデータの解析手法についても研究。

佐藤哲也 (SATO Tetsuya)

文部科学省核融合科学研究所教授。理論・シミュレーション研究センター長。京都大学助手、東京大学助教授、広島大学教授を経て、現在に至る。オーロラ生成理論、イオン音波ダブルレイヤー、駆動型磁気リコネクションの提唱、ダイナモ磁場発生・逆転の解明等を行い、現在スーパーコンピュータ-VR-高速ネットワークを統合するシミュレーションサイエンスの新境地の開拓・構築に着手。