

Title	大阪大学サイバーメディアセンターでの可視化サービス
Author(s)	下條, 真司; 伊達, 進; 清川, 清 他
Citation	サイバーメディアHPCジャーナル. 2014, 4, p. 3-9
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/70476
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

大阪大学サイバーメディアセンターでの可視化サービス

下條 真司 伊達 進 清川 清 安福 健祐 竹村 治雄

大阪大学 サイバーメディアセンター

1. はじめに

大阪大学サイバーメディアセンターは、スーパーコンピュータ、PC クラスタをはじめとする大規模計算機資源を提供し、利用者の研究・教育支援を推進している。今日、科学計測機器の高精度化、ネットワークの広帯域化、プロセッサ技術の発展により、科学技術計算で取り扱われるデータはますます大規模かつ大容量になりつつある。また、今日の科学研究では、多様に異なる様々な専門分野をもつ研究者が連携して研究を推進していくことの必要性がますます高まりつつある。このような背景から、高精度な科学データ計測機器より取得されたデータ、あるいは、大規模計算機資源を利用して解析・シミュレートされたデータを直感的に分かりやすい形で利用者に提示できる可視化装置はますます重要なものとなりつつある。さらにいえば、複数の拠点の利用者同士が地理的な所在を意識することなく、大規模計算機資源および可視化装置を利用して、科学研究を推進できる研究基盤がいま求められつつある。

今日まで、大規模な計算結果を分かりやすく表示し、多様な研究交流やアウトリーチを行うことを目的とし、CAVE [1] によるユニークな可視化サービスを行ってきた。本センターでは、上述した背景を重視し、今日までの実績と経験、反省を基に、本センターの可視化サービスをさらに強化すべく活動を開始している。具体的には、「京」を中核とする HPCI [2] の産業利用支援及び裾野拡大を視野にいれ、計算資源の増強や周辺システムの強化を行い、計算科学技術体制を構築することを目指した活動を展開している。具体的に、本目的達成のために「HPCI と連動するネットワーク共有型可視化システム (CyberCommons)」を構築し、これを核とした新たな可視化サービスを開始した。

本稿では、HPCI システムの大規模な計算結果をできるだけ損なうことなく可視化し、多人数で同時に共有することにより、研究結果への深い洞察を得るとともに、直感的な表示により、科学技術の市民理解、学際的利用に供することを目指した、本センターの可視化サービスへの取り組みについて述べる。

本稿の構成は、以下の通りである。2 節では、まず「HPCI と連動するネットワーク共有型可視化システム (CyberCommons)」についての概説を行う。その後、3 節において、本センターが制度設計を進めてきた可視化サービスについて概説し、4 節で本稿をまとめる。

2. HPCI と連動するネットワーク共有型可視化システムの概要

本節では、導入した「HPCI と連動するネットワーク共有型可視化システム (CyberCommons)」の概要についてまとめる。

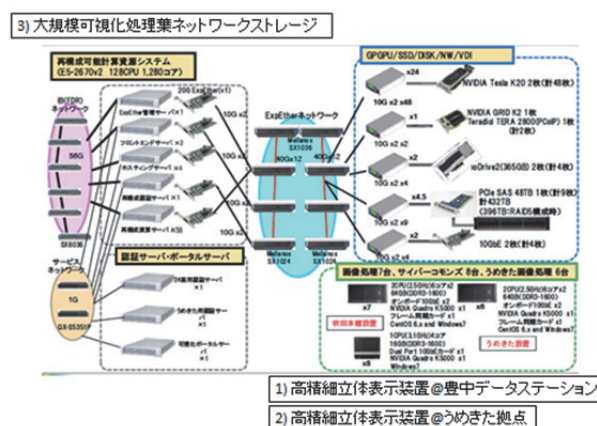


図 1: HPCI と連動するネットワーク共有型可視化システムの概要

2.1 全体概要

本センターが導入した「HPCI と連動するネットワーク共有型可視化システム (CyberCommons)」の概要

を図 1 に示す。本システムでは、利用者が電子顕微鏡や高度先進医療機器等の科学データ計測機器より取得される時間解像度および空間解像度の高いデータ、大規模計算機資源を利用して取得された解析結果やシミュレーション結果に対して、それらのデータ所在を意識することなく、ネットワークを介してアクセス、可視化できるようにすることを目的とする。そのため、本システムは、それらデータの意味を情報欠損なく提供可能とする高精細・高解像度大規模可視化装置、および、科学データ計測機器から取得された大容量データや、「京」を中核とする HPCI システムでの大規模な計算結果を共有可能にするための大規模可視化処理用ネットワークストレージから構成されている。さらに、大規模可視化装置は、用途、設置場所を考慮して、本センター豊中データステーションおよび本センターのうめきた拠点に分散配置されている。

これらをまとめると、今回導入したシステム構成は以下の通りとなる。以降の節で、これらの構成要素について、システム概要、想定用途の視点から概説する。

- 1) 高精細立体表示装置@豊中データステーション
- 2) 高精細立体表示装置@うめきた拠点
- 3) 大規模可視化処理用ネットワークストレージ

これらの装置は、高速ネットワークに接続され、連携して動作することが可能となっている。

2.2 高精細立体表示装置@豊中データステーション

図 2 に本センター豊中データステーションに導入した高精細立体表示装置を示す。図 2a は乗用車のモデルを実寸台で立体視している様子であり、図 2b は本年のいちょう祭における一般向けの施設公開の様子である。本システムは、水平 150 度程度の超広視野を有する 1920x1080(フル HD) 50 インチプロジェクションモジュール 24 面(約 5000 万ピクセル)、および、バックエンドで可視化処理を行う画像処理用 PC7 台から構成される、通常の会議室のメインス

クリーンとしての利用も可能な、世界最大級の高精細 3 次元タイルドディスプレイによる 24 面大型立体表示システムである。2.4 節でまとめる大規模可視化処理用ネットワークストレージと高速ネットワークで接続することにより、世界最大級の高精細画像を立体かつインタラクティブに表示するシステムとして構築されている。

本システムは、高速な学内ネットワークで接続され、2.4 節に記すネットワークストレージと接続することにより、世界最大級の高精細画像を立体かつインタラクティブに表示することを可能とする。図 3 に示すように、Intel Xeon 2.5GHz プロセッサ 2 個、64GB の主記憶、NVIDIA 製 GPU Quadro K5000 を有する計算機 7 台から構成される画像処理用 PC クラスタは、本表示システムで表示を行う可視化処理を高速に行うことが可能である。さらに、この画像処理用 PC クラスタは用途に応じて、稼働オペレーティングシステムを Windows あるいは Linux に起動時に選択できるようデュアルブート構成としており、「京」を中核とする HPCI における多様な需要やニーズに対応できるよう構成している。また、利用者となるユーザの視点に合わせた高精細表示が可能となるように、OptiTrack Flex138 カメラモーショントラッキング装置等を具備する構成となっている。また、こうした可視化結果を多人数で同時に眺めることが可能となるように、複数の表示装置からの入力をオンデマンドかつ簡単に操作できるよう、マトリクススイッチ、ミキサー、パワーアンプなどの AV 機器、テレビ会議システムを操作可能とする制御システムを導入している。さらに、これらの大規模可視化立体表示システムを容易に利用できるよう、産業・学術分野で多く使われる汎用的な可視化ソフトウェアおよび VR ユーティリティについて導入している(表 1, 表 2)。

本高精細立体表示装置は従来の CAVE システムの後継として、HPCI と連動した可視化に関する全国共同利用施設としての利用促進を行っていくことを想定している。将来的には、50 名程度のキャパシティを備える一般的な会議室としても利用可能な設備と

して拡張することを検討している。また、遠隔会議設備も備えており、ネットワークを介して他の装置と連携して動作することができる。



a)実寸台の乗用車の表示例



b)いちょう祭における一般向け施設公開の様子

図 2：高精細立体表示装置@豊中データステーション(24面大型立体表示システム)

システム構成

特徴：24面時分割立体的視方式による高解像度表示システム(11520x4320ドット)

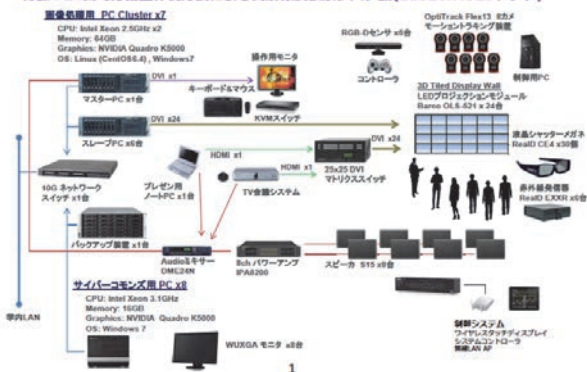


図 3：高精細立体表示装置@豊中データステーション(24面大型立体表示システム)の構成

また、小規模の講習会やグループ活動、自学自習等を目的として、表 1, 2 に加えて表 3 に示す 3D-CAD/CG ソフトウェアを備えたサイバーcommons用 PC を 8 台導入している。これらの PC と高精細立体表示装置を連携し、本システムは高精細立体映像を用いた対話的可視化が可能な学術ワークショップや可視化ソフトウェア講習会などの開催に用いることはもちろん、通常の会議室としての利用、自学自習用施設としての利用も可能な多目的スペースとして運用する予定である。

表 1：導入可視化ソフトウェア

可視化ソフトウェア	特徴
AVS Express/MPE VR	汎用可視化ソフトウェア。CAVE などの VR ディスプレイにも対応。
IDL	データ分析、可視化、ソフトウェア開発環境を持った統合パッケージ。
Gsharp	グラフ・コンター図作成ツール。
SCANDIUM	SEMデータの画像解析処理
ヴェイサエンターテイメント社製 Umekita	電子顕微鏡等の計測機器から出力される立体構造のデータを高品質に可視化

表 2：導入 VR ユーティリティソフトウェア

VR ユーティリティソフトウェア	特徴
CAVELib	マルチディスプレイ、PC クラスタ環境下で可視化を行うための API
EasyVR MH Fusion	3D-CAD/CG ソフトウェア上の 3D モデルを VR ディスプレイに表示するソフトウェア (データコンバート不要)
VR4MAX	3ds Max 上の 3D モデルを VR ディスプレイに表示するためのソフトウェア

表 3：導入 3D-CAD/CG ソフトウェア

3D-CAD/CG ソフトウェア	特徴
Solid Works ● Premium ● Simulation Premium ● Flow Simulation	機械設計用途の 3D-CAD ソフトウェア
Autodesk Entertainment Creation Suite	映像業界標準の DCC ツール「Maya」「3ds Max」「SOFTIMAGE」などを含む
Autodesk AutoCAD Design Suite Ultimate	汎用 3D-CAD ソフトウェア (機械設計、建築設計など)
Unity	汎用ゲームエンジン

2.3 高精細立体表示装置@うめきた拠点

本センターでは、「HPCI と連動するネットワーク共有型可視化システム(CyberCommons)」の導入に先立ち、2013年4月に開業された、大阪府大阪市北区のグランフロント大阪[3] タワーC 9階に、情報通信研究機構(NICT)、関西大学、関西学院大学、大阪電気通信大学、バイオグリッド関西、コンソーシアム関西、サイバー関西プロジェクト(CKP)と共同で、大規模計算結果などの可視化によるアウトリーチと共同研究、産学連携を目指したコラボレーションオフィス VisLab Osaka をうめきた拠点として開設している。本オフィス VisLab Osaka には、本センター、CKP [4]、NICT と NTT 西日本が協力することによって、世界でも最先端のネットワークが整備されつつある。すなわち、NII が運営する学術機関用のネットワーク、SINET4、NICT が運営する研究開発用テストベッド JGN-X を利用することが可能となる。



図4：高精細立体表示装置@うめきた(シリンダリカル立体表示システム、データ提供東京理科大学工学部山本貴博氏)

システム全体構成(うめきた)

特徴：15面偏光立体視方式によるシリンダリカル表示システム(6830x2304ドット)

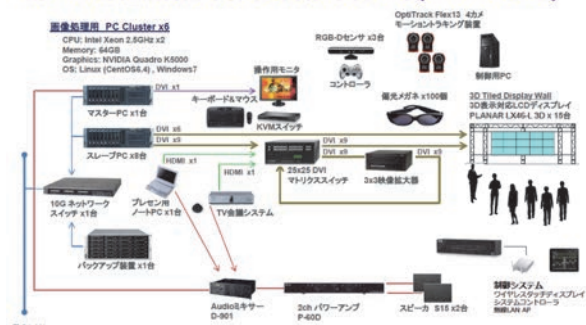


図5：高精細立体表示装置@うめきた(シリンダリカル立体表示システム)の構成

うめきた拠点に図4に示される高精細立体表示装置を導入した。図4はカーボンナノチューブと水分子を立体視している様子である。本システムは、1366×768(WXGA)の高解像度を有する46インチLCD15面(約1600万ピクセル)、および、バックエンドで可視化処理を行うことのできる画像処理用PC5台から構成される。本システムはイリノイ大学シカゴ校のEVL(Electric Visualization Lab[5])の方々の様々な助言を得ながら、規模は小さいながらCAVE2™と同等のシステムとなっている。

本システムは、本センター豊中データステーションに設置された24面大型立体表示システムと同様に、高速な学内ネットワークで接続され、2.4節に記すネットワークストレージと接続することにより、世界最大級の高精細画像を立体かつインタラクティブに表示することを可能とする。Intel Xeon 2.5GHz プロセッサ2個、64GBの主記憶、NVIDIA製GPU Quadro K5000を有する計算機6台から構成される画像処理用PCクラスタは、本表示システムで表示を行う可視化処理を高速に行うことが可能である。さらに、この画像処理用PCクラスタは用途に応じて、稼働オペレーティングシステムをWindowsあるいはLinuxに起動時に選択できるようデュアルブート構成としており、「京」を中核とするHPCIにおける多様な需要やニーズに対応できるよう構成している。また、利用者となるユーザの視点に合わせた高精細表示が可能となるように、OptiTrack Flex134カメラモーショントラッキング装置等を具備する構成となっている。また、こうした可視化結果を多人数で同時に眺めることが可能となるように、複数の表示装置からの入力をオンデマンドかつ簡単に操作できるよう、マトリクススイッチ、ミキサー、パワーアンプなどのAV機器、テレビ会議システムを操作可能とする制御システムを導入している。さらに、これらの大規模可視化立体表示システムを容易に利用できるよう、表1、表2に示す汎用可視化ソフトウェアおよびVRユーティリティを導入している。

本センターではうめきた拠点を産学連携拠点と位

置づけ、HPCI の普及啓蒙、産業界の利用促進を行っていくことを想定している。また、豊中データステーションと同様に遠隔会議設備も備わっており、ネットワークを介して他の装置と連携して動作することができる。そのため、大規模データの可視化はもとより、画面を分割して利用することで、遠隔会議を行いながら他の可視化装置と連動して、データの解析を行うといった、複数の遠隔拠点と連携して共同研究を推進することを可能にする研究基盤としての利用方法を想定している。

2.4 大規模可視化用ネットワークストレージ

20CPU コア、64GB 主記憶から構成される計算ノード 64 台を高速インターコネクト技術 InfiniBand FDR により相互接続した PC クラスタシステム (128CPU、1280 コア) に、ハードディスク 432TB および SSD 730GB のネットワークストレージ、NVIDIA 製 Tesla K20 48 枚、NVIDIA 製 GRID K2 2 枚からなる GPGPU の計算資源を大規模データ可視化の要望に応じて自在に再構成できる、大規模可視化システムのためのネットワークストレージ用 PC クラスタとして導入している (図 6)。

本システムの特徴は、計算資源をプール化し、HPCI サービス提供に際して、汎用演算装置、特定演算用アクセラレータや拡張 I/O デバイス装置を利用者の要請に応じて、並列可視化処理や広域ファイル共有用途にその一部や全部を再構成可能とする点である。この特徴を実現するために、汎用演算ノードと、特定演算用アクセラレータや拡張 I/O デバイスを搭載する拡張 I/O ノードによって構成し、これらを、高性能演算用クラスタリング・ネットワーク、計算資源再構成用ネットワークおよびコモディティ・ネットワークからなる複層構成のネットワーク接続装置により相互接続している。具体的には、図 1 に示すように、ハードディスク 432TB および SSD 730GB のネットワークストレージだけでなく、NVIDIA 製 Tesla K20、NVIDIA 製 GRID K2 といった GPGPU 資源を、利用者の需要者ニーズに応じて自在に計算ノードに接続することを可能とする ExpEther

を中核とする再構成可能クラスタとして実現した。また、計算ノード間は InfiniBand FDR により相互接続し、広帯域低遅延の通信により、大規模な計算を高速に行うことを可能とした。本システムの性能特性を表 3、4 にまとめる。



図 6：大規模可視化ネットワークストレージ

表 3：ネットワークストレージ用 PC クラスタシステム・プロセッサ性能

	ノード性能	クラスタ性能 (56 ノード)
プロセッサ数	20	1120
演算性能	0.4 TFlops	22.40 TFlops
主記憶容量	64 GB	3584 GB

表 4：ネットワークストレージ用 PC クラスタシステム・GPU 性能

	GPGPU	GPGPU 性能 (48 ノード)
演算性能	1.17 TFlops	56.16 TFlops

3. 可視化サービス

3.1 サービス概要

本センターでは、前節で紹介した「HPCI と連動するネットワーク共有型可視化システム (CyberCommons)」を核として、本センターの一般利用者だけでなく、革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ(HPCI) [2]や学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点(JHPCN) [7]で選定された課題研究者に対して、現在可視化サービスを開始したところである。現時点で提供を開始あるいは予定している、以下の可視化サービスにむけた取り組みを紹介する。

- 1) 講習会、セミナー、ワークショップ開催
- 2) 可視化相談窓口の開設
- 3) うめきた拠点サービス
- 4) 大規模可視化に関する研究開発

3.2 講習会、セミナー等の開催

利用者に対してシステムに導入されたソフトウェアやツールの利用方法を修得する機会を提供することは、サービスセンターとしての非常に重要なユーザ支援となる。本センターでは、今日までも本センターの利用者や本センターの大規模計算機資源の利用を検討されている方を対象に、大阪大学キャンパス内において、IDL 利用入門、AVS 可視化処理入門、AVS 可視化処理応用といった可視化に関連したサービスを行ってきた [9]。本センターでは、引き続きこれらの講習会を継続するとともに、可視化技術およびその最新動向についての情報提供を積極的に行っていく。

3.3 可視化相談窓口の開設

可視化は、扱うデータによって利用する可視化技術・技法が多様に異なる。また、利用できるソフトウェアも多様に異なる。そのため、利用者が本センターあるいは他拠点の大規模計算機資源を用いて解析結果やシミュレーション結果を取得したとしても、直観的に分かりやすく可視化を行えない場合が多々ある。また、今日の計測技術の発展によって時

間・空間的解像度が非常に高い科学データが取得可能になりつつある一方、利用者はそれらの大規模データを欠損なく表示することに苦勞する場合がある。さらに、ある拠点で取得したデータを、他の拠点に転送し計算を行い、その後、さらに他の拠点で可視化を行いたい、遠隔の地点と同じ画面を見ながら、議論したいといった、ネットワークを利用し複数の拠点にまたがる科学研究を実施したい場合、情報科学を専門としない利用者にとっては、どのような計算技術、ネットワーク技術、可視化技術を利用すればよいのか分からない場合がある。

本センターでは、そのような視点から、利用者が直接本センターの担当教員に相談できる相談窓口を開設すべく準備を進めている。本サービスは、本センターおよびうめきた拠点において、利用者の利便性にあわせて提供予定である。

3.4 うめきた拠点利用サービス

本センターの利用者ならびに利用を検討している方向けに、うめきた試行サービス [10] を開始している。うめきた試行サービスは、大規模計算や可視化、アウトリーチに関するセミナー、ワークショップ、研究集会などの開催といった利用用途に限定して、2.3 節で紹介した本センターのうめきた拠点を対象となる利用者に提供するサービスである。JR 大阪駅、阪急梅田駅から徒歩 5 分以内にある立地条件であるため、すでに数多くの問い合わせと利用実績がある。関心のある方は、本センターの可視化サービスウェブページ [10] を参照されたい。

3.5 大規模可視化に関する研究開発

本センターでは、本システムの導入に先立ち、システムの一部や全部を再構成し、ユーザに提供する計算技術の実現にむけて研究開発[6]をすでに推進している。また、同時に、遠隔地に配置された、本節で概説したようなシステム上で解析・シミュレートされたデータを、ユーザのインタラクティブな可視化操作と Software Defined Networking (SDN)を連動させ、2.2 および 2.3 節で概説したような可視化装

置上でシームレスに可視化するための技術開発に関する研究開発[7]もまた進めている。

4. おわりに

京や HPCI システムの整備により、大規模計算環境が整い、その利用が進むに従って、どのように大規模な計算結果を容易に理解できるようわかりやすく見せるかという「大規模データの可視化」がますます重要になってきている。また、市民や異分野の研究者に研究成果をわかりやすく示すことも重要になってきている。そのため、HPCI システムの中にスーパーコンピュータと連動する可視化装置群が設置され、それらを連動させながら、各地の研究者や市民を巻き込んだ研究成果の可視化を進める必要がある。

本センターはこのような大規模データの可視化をサービス面、研究面からも推進することを目指している。

参考文献

- (1) 清川 清, ミランダ ミゲル, 野崎 一徳, 安福 健祐, 伊藤 一男, 岩田 恭典: "HOPE-高精細没入型周壁面ディスプレイの開発", 日本バーチャルリアリティ学会 大会論文集, 2C2-2, Sep. 2007.
- (2) High Performance Computing Infrastructure (HPCI), <https://www.hpci-office.jp/>.
- (3) Grand Front Osaka, <http://www.grandfront-osaka.jp/>.
- (4) Cyber Kansai Project (CKP), <http://www.ckp.jp/>.
- (5) Electric Visualization Lab, <http://www.evl.uic.edu/index.php>
- (6) 多田大輝, 市川晃平, 伊達進, 阿部洋丈, 下條真司, "オーバレイネットワークを用いたマルチサイト仮想クラスタ構築システム", 情報処理学会論文誌: コンピューティングシステム 第40号, vo.5, no. 5, pp. 76-89, 2012.
- (7) Tomoya Furuichi, Susumu Date, Hiroaki Yamanaka, Kohei Ichikawa, Hirotake Abe, Haruo Takemura, and Eiji Kawai, "A prototype of network failure

avoidance functionality for SAGE using OpenFlow", *Proceedings of 2012 IEEE 36th International Conference on Computer Software and Applications Workshops*, pp.88-93, Jul. 2012

- (8) Joint Usage/Research Center for Interdisciplinary Large-scale Information Infrastructures (JHPCN), <http://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/ja/>.
- (9) 大阪大学サイバーメディアセンター利用者講習会 2013, <http://www.hpc.cmc.osaka-u.ac.jp/j/news/news20130501.html>.
- (10) 可視化サービス, <http://vis.cmc.osaka-u.ac.jp/>.