

商用可視化ソフトウェアの代替となるフリー可視化ソフトウェア

ParaView Ver. 3.98

松原 聖* 徳永 健一* 間淵 聡* 大家 史* 大西 陽一**

杉中 隆史** 大島 小百合** 塩谷 仁** 森田 秀利**

Scientific Visualization Software : ParaView Ver. 3.98

Kiyoshi Matsubara*, Ken-ichi Tokunaga*, Satoshi Mabuchi*, Fumito Ohya*, Yoichi Ohnishi**,
Takashi Suginaka**, Sayuri Oshima**, Hitoshi Shiotani** and Hidetoshi Morita**

現在は、ソフトウェアの研究の発展とネットワークの普及により、フリーソフトウェアが多くの分野で利用されている。技術計算の可視化についても同様である。その中で、本原稿では、2000 年から米国で開発されてきた ParaView に焦点をあて解説する。ParaView は、技術計算の研究機関をはじめとして、数多くの機関・企業で利用されている。本原稿は、ParaView の公開サイト[1]の内容を引用して日本語訳した内容を含むことをあらかじめ断っておく。また、アドバンスソフトでは、商用可視化ソフトウェアの代替となるフリーの可視化ソフトウェアとして、ParaView に関する利用サポートおよびコンサルティングの事業を開始する予定である。本稿では、その概要についても述べる。

Key word: 可視化、データ処理、フリーソフトウェア、大規模計算、並列処理

1. はじめに

ParaView[1][2][3]は、オープンソース、マルチプラットフォームで利用可能な可視化アプリケーションであり、データ解析も可能である。

ParaView を利用することで、数値計算の結果等を対象として、ユーザーが迅速に定量的にデータを理解し分析するための可視化を行うことができる。また、ParaView を、分散メモリ・コンピューティング・リソースを使用して、非常に大きなデータセットを分析するという目的のためにも開発された。その機能を利用して、手元のパソコンでも大規模データセットを取り扱うことの可能なスーパーコンピュータ上でも同様の操作で実行することが可能である。

*アドバンスソフト株式会社 第 1 事業部
1st Computational Science and Engineering
Group, AdvanceSoft Corporation

*アドバンスソフト株式会社 第 2 事業部
2nd Computational Science and Engineering
Group, AdvanceSoft Corporation

ParaView の計算科学への応用は米国では無数にあり、ホームページにもその実績が数多く掲載されている。また、近年国内でも ParaView について記述したいくつかの書籍が発行されている[4][5][6]。また、学会等でも着目されることが多く、雑誌「ながれ」においても、「<特集>オープンソースの大きな流れ」として特集が組まれている[7][8][9][10][11]。さらに、研究コミュニティで、マニュアルが訳されて広く利用されているのが現状であろう。

2. ParaView 開発の歴史

2.1. 背景

まず、ParaView の開発が開始された背景について述べる。米国で 1995 年に 10 年計画で開始された ASCI (Accelerated Strategic Computing Initiative) プロジェクト[12]は、CTBT

(Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty : 包括的核実験禁止条約) 批准の前提とした核兵器の安全性、信頼性、性能維持の確認を実験によらず

計算科学で行うための最先端計算機モデリングおよびシミュレーションするための開発プログラムである。

ASCI Computing Systems Roadmap

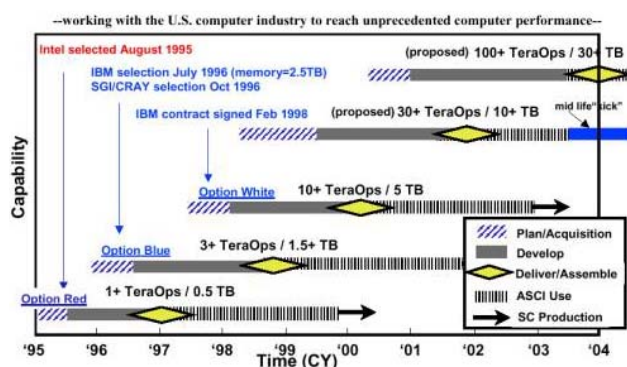


図 1 ASCI ロードマップ

従来からの米国の大規模なプロジェクト同様ではあるが、ASCI 計画の特徴は、米国エネルギー省管轄のロスアラモス、サンディア、ローレンスリアバモアの3つの国立研究所とイリノイ大学、シカゴ大学、カリフォルニア工科大学、スタンフォード大学、ユタ大学等の大学との連携があげられる。

また、ハードウェアは民間企業がその時点で持っている最先端技術を適用した民生品を使用し、それに合わせたソフトウェアも同時に開発している点が特長である。その中で、1998年10月にローレンスリアバモア国立研究所で完成した ASCI Blue-Pacific(3.88Tflops)、1998年11月にロスアラモス国立研究所で完成した ASCI Blue-Mountain (1.6TeraOps)、同月にサンディア国立研究所で発表された ASCI Red (1.34Tflops) は、その後の超並列計算機の先がけをなすものであったと思う。

また、ソフトウェア関連の活動分野は問題解決環境、数値計算環境、分散コンピューティング、可視化、応用分野のアプリケーションである。また、DOE は、ASCI の成果のソフトウェアを一般にも一部開放し、アプリケーションソフトウェア開発の便に供し、非軍事の科学研究へも適用されている。ParaView もこのプロジェクトでの資金

提供がきっかけとなり開発が開始された。

2.2. ParaView の開発開始

ParaView の開発は、Kitware 社と米国の3国立研究所（ロスアラモス国立研究所、サンディア国立研究所、リバモア国立研究所間）の共同のプロジェクトとして2000年にスタートした。初期の開発は、先に述べた米国エネルギー省の ASCI プログラムの一環として、3年プロジェクトにより実施された。

Kitware signs three-year contract with three National Labs to develop parallel processing tools for VTK

March 1, 2000 -- Kitware was signed a three-year contract with the three National Labs-Los Alamos, Sandia, and Livermore-to develop parallel processing tools for VTK.

The goal of the project is to develop scalable parallel processing tools with an emphasis on distributed memory implementations. The project includes parallel algorithms, infrastructure, I/O, support, and display devices. In addition, some GUI components and end-user applications will be developed. The bulk of the technology developed in this contract will be embedded into the standard VTK open-source distribution.

図 2 ParaView 開発開始のニュースリリース

最初の ParaView のリリースは、バージョン 0.6 として、2002 年 10 月に公開された。また、Kitware 社は独自に、ParaView について 2001 年 12 月に Web ベースの可視化システムの開発に着手した。このプロジェクトは、米国陸軍研究所からの SBIR (Small Business Research Initiative: 日本では中小企業技術革新制度と呼ばれている、本用語の訳につき別の解釈をしている文献もあるが、おそらくこの訳が正しいと考えている) 制度のひとつのプロジェクトとして実施された。最終的にこのプロジェクトでの成果は、クライアント/サーバーアーキテクチャを特長とす

る ParaView のバージョンとなった。

2.3. ParaView Ver. 3.0 の開発

2005 年 9 月に、Kitware、サンディア国立研究所と CSimSoft は ParaView を Ver. 3.0 の開発を開始した。このプロジェクトでは、ユーザー・インターフェイスの改善、および、データ分析機能の向上をに着眼した大規模な改良であった。

ParaView Ver. 3.0 は 2007 年 5 月にリリースされた。ユーザーのうち Ver. 2 からの ParaView ユーザーは、おそらく Ver. 3 になって、そのユーザー・インターフェイスの違いに戸惑った方もいるであろうと推測できる大幅な改良であった。著者も戸惑ったひとりであり、一部の機能につき使えなくなった機能があると感じたが、全体としては大幅な機能向上であったというのが現時点での感想である。

プロジェクトの開始以来、Kitware 社とサンディア国立研究所、ロスアラモス国立研究所、陸軍研究所およびその他のさまざまな研究機関およびお政府機関と協力により、継続的にソフトウェアの開発およびリリースが継続されている。

2.4. ParaView を利用した事例

ParaView を利用した事例として、ホームページ[1]に掲載されている事例から、3 つの例を紹介する。本節の内容はこのページを要約したものである。

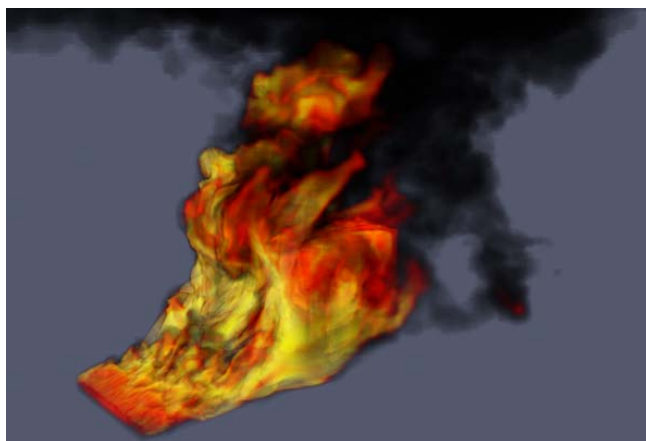


図 3 火災シミュレーションの可視化[1]

まず、ここに示す図は 1.5 億自由度の連成モデルによる火災シミュレーションの可視化である。流体領域と輻射領域および熱伝導領域をシミュレーションしている。このシミュレーションは、サンディア国立研究所の Red Storm の 5000 ノードで実行された。これは、新しい試験施設で実施するシステムテスト用のひとつでもあった。ガスの温度を示す可視化は、サンディア国立研究所において ParaView のボリュームレンダリング機能機能を利用している。

次に示す事例は、気候シミュレーションにおける極渦崩壊のシミュレーションである。取り扱うデータは、テラバイトオーダーであり、この気候モデリング・シミュレーション・モデルは、高緯度にトラップされた周極ジェットのシミュレーションであり、オゾン層破壊の一因ともなっている。極における冬期の成層圏で年一度か二度起こるこの渦の崩壊は、よく中緯度にオゾン層を輸送している。10 億セルの構造メッシュを利用した計算は、これまでのシミュレーションで表現されていない天候パターンの細部を明らかにしている。可視化は、ParaView の 128 以上の可視化ノードで実行されているレンダリングコードを利用したスケーラブルな可視化を利用して、対話的な速度で研究者のデスクトップコンピュータとつながっている。

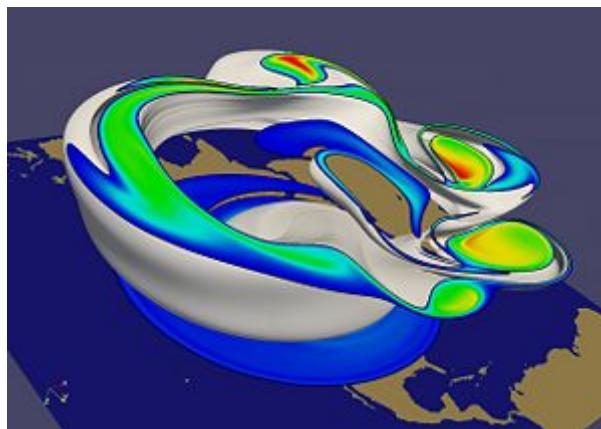


図 4 オゾン層破壊の解析可視化[1]

最後は小惑星の破壊に関するシミュレーションである。このシミュレーションでは、10 メガトンの威力を持った爆薬を、2.1 億立方メートル

(500 メートル X 600 メートル X 700 メートル)の小惑星の中心で爆発されている。シミュレーションで利用したメッシュは 10 億以上であり、1 メートルの解像度を持っている。このシミュレーションでは、低解像度モデルでは見られない亀裂伝播の結果を得ている。このシミュレーションも、サンディア国立研究所の Red Storm の 7200 ノード上で 15 時間行っている。小惑星の切断面を示す可視化は、128 可視化ノードで並列に実行されている ParaView を利用している。

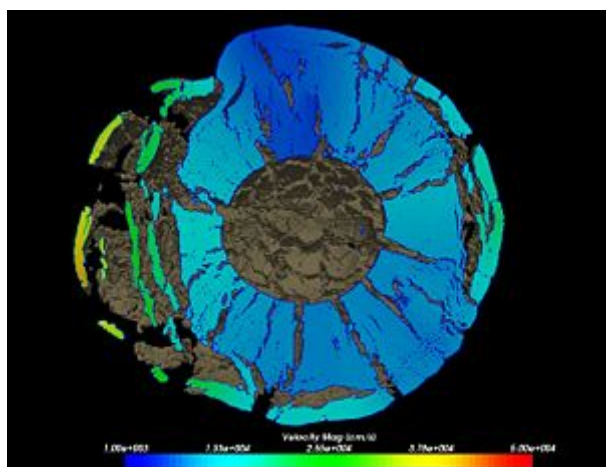


図 5 小惑星破壊の解析の可視化[1]

また、このホームページで紹介されているシミュレーションは、解析を行っている研究者のオフィスから 1300 キロ離れた、ローレンス・リバモア国立研究所に位置する Purple で実行されていた。これら 2 つのサイト間の通信は、45~600Mbps 程度の通常の通信速度で暗号化された通信を利用した。ここでは、Purple の上で実行された ParaView の高い品質の並列レンダリングと画像配信機能で、リモートからシンプルで効果的対話を行うことができる。このように、ParaView をシミュレーションのユーザーが必要とするリモート解析機能を提供している。

3. 機能

3.1. ParaView の開発方針

ParaView は、次のような方針で開発されてきている[1]。

- ① オープンソース、マルチプラットフォームの

可視化アプリケーション

- ② 分散メモリの大規模データセットを処理するための計算モデル
- ③ オープンで柔軟かつ直感的なユーザーインターフェイス
- ④ オープンな標準に基づく拡張可能なアーキテクチャ

当社で ParaView をこれまでユーザーとして利用した立場からは、現時点のリリースで、すでにこれらの目的は達成していると考えている。むしろ、並列分散処理に関しては、商用可視化ソフトウェアを超えていると考えている。

3.2. ParaView の機能概要

このような方針で開発された ParaView は、分散メモリ並列計算機、共有メモリ並列計算機、および、シングルスプロセッサで実行可能である。これらは、Windows 版、Mac OS X や Linux、IBM の Blue Gene、クレイ XT3、さまざまな Unix のワークステーション、クラスターやスーパーコンピュータ上でテストされている。ソフトウェアは、データ処理とレンダリングエンジンが可視化ツールキット VTK を利用しており、ユーザー・インターフェイスは Qt で記述されている。

可視化ソフトウェア ParaView の主要な機能としては、

- ・ 構造格子・非構造格子
- ・ コンター図・ベクトル図
- ・ 断面図、等高線・等値面
- ・ クリップ処理・断面処理・しきい値処理
- ・ 変数の演算・ベクトル演算
- ・ データプローブ・各種ファイル形式の読み込み・出力
- ・ スプレッドシートによるデータ確認
- ・ Python スクリプトによるカスタマイズ

等があげられる。ここでは、技術計算に必要と考えられるあらゆる機能が実現されている。以下に具体的な機能について、その事例を示しながら述べることにする。ここで示す事例は、ParaView のホームページに示されたもの、もしくは、当社で作成した可視化結果のいずれかの一方である。

ParaView から引用した図については、その旨を示した。

まず、次の図は、ParaView に掲載されている物体の回りの流れを解析した結果の各種表示を行った図である。ここでは、データ分析機能も十分に利用した事例のひとつとなっている。このように流体解析の可視化においては、ParaView は、商用可視化ソフトウェアの代替となるような機能をほとんど備えているといっている。

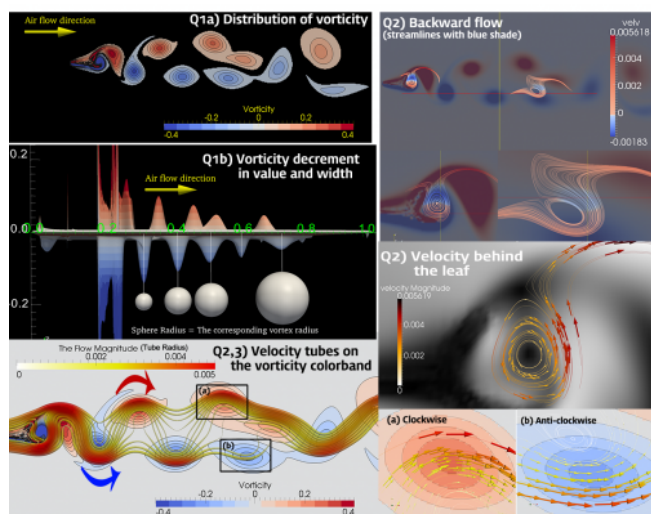


図 6 流体解析の結果の可視化[1]

3.3. 取り扱い可能なデータ形式

まず、ParaView では、データについては、境界適合曲線座標系を含む構造データ、非構造データ、および、多角形、画像、マルチブロックと AMR のデータ・タイプを処理可能である。具体的に、入力／出力およびファイル形式については、さまざまなファイル形式をサポートしている。例えば、VTK（新旧、パラレル、アスキーとバイナリ）、EnSight 6 と EnSight ゴールドファイル、plot3d（アスキーとバイナリ、C または Fortran）、STL と BYU 含む多角形のファイル形式等の多くの他のファイル形式がサポートされている。従って、各種のファイルフォーマットを利用することで、市販の商用可視化ソフトウェアを利用しているユーザーでも、ParaView に乗り換えることが可能と考えられる。ParaView のマニュアルに示された入力可能なデータフォーマットは以下の

通りである。

表 1 ParaView で利用可能なファイル形式[1]

Name
AVS UCD Reader
BYU reader
COSMO reader
CSV reader
DEM reader
EnSight Master Server reader
EnSight reader
Exodus reader
ExodusIIRReader
FLUENTReader
Facet Reader
Gaussian Cube reader
Image reader
LSDynReader
Legacy VTK reader
Legacy VTK reader
MFIXReader
Meta Image Reader
OpenFOAMReader
PDB reader
PLOT3D reader
PLY reader
PNG reader
POP reader
PVD reader
Partitioned Legacy VTK reader
Phasta reader
Restarted Sim Exodus Reader
Restarted Sim Spy Plot Reader
SESAME reader
Spy Plot reader
VRML reader
XDMF reader
XML Hierarchical Box Data reader
XML Image Data reader
XML Multi-Block Data reader
XML Partitioned Image Data reader
XML Partitioned Polydata reader
XML Partitioned Rectilinear Grid reader
XML Partitioned Structured Grid reader
XML Partitioned Unstructured Grid reader
XML Polydata reader
XML Rectilinear Grid reader
XML Structured Grid reader
XML Unstructured Grid reader
XYZ reader

3.4. 可視化機能

ParaView のほとんどすべての機能は、フィルターの概念で動作しており、それぞれの操作に対してデータセットが生成される。ParaView では、デフォルトでは、他の多くのデータソースとフィルターが提供されている。また、任意の VTK の

ソースまたはフィルターは簡単な XML 記述によって追加することができる。これは、ユーザーにとって、データおよび可視化結果を加工する場合に非常に便利な機能である。データセットに対しては、サブ領域の切断・任意の平面でのクリッピング・セルの除外・閾値条件の指定で領域を抽出できる。また、切断面の抽出や、材質の抽出によるマスキングにより、可視化の対象とする点の数を減らし、効率よく次のフィルターを適用することが可能になる。下記は、当社の音響解析ソフトウェア **Advance/FrontNoise** による自動車のマフラーの解析であり、コンターは音圧レベルの分布を示している。断面の表示により、マフラーの複雑な内部構造が見え、この可視化により十分な解析結果の理解ができる。

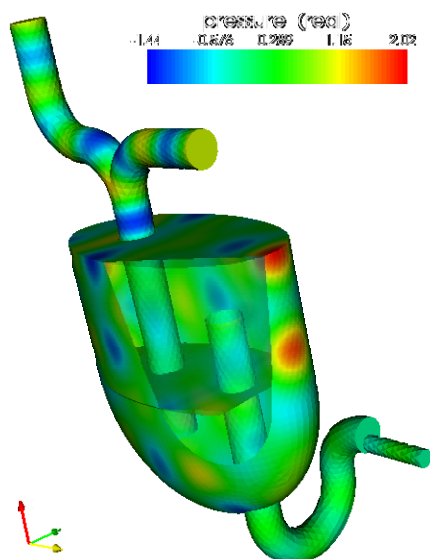


図 7 マフラー内部の物理量

また、等高線と等値面は、スカラーまたはベクトル成分を使用して、すべてのデータ型から可視化することができ、色の設定も自由にできる。輪郭や等値面の抽出においても、データ処理は、使ってみると、比較的スムーズなように感じる。下図は、物理量の等値面を表示したものである。通常、等値面は、いくつもの値で試行錯誤を経て可視化を行い、もっとも現象の理解しやすい値で表示することが普通である。**ParaView** は大規模データであってもその操作が十分に可能である。

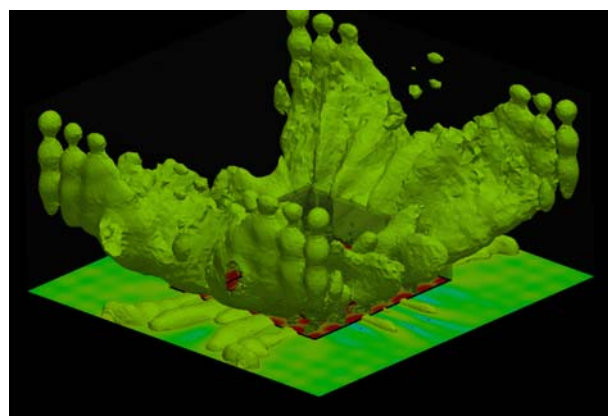


図 8 建屋の環境騒音の等値面

また、構造解析等においては、コンター表示とともに、変位図が必要となる。次の図で示す可視化は、当社の構造解析ソフトウェア **Advance/FrontSTR** の解析結果の表示であり、色は変位のコンターを示すと同時に、変位量の 1000 倍で変位を強調して表示している。

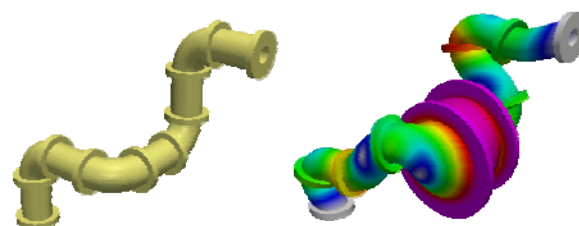


図 9 構造解析における変位図の表示

また、ベクトル場は、データセット内のポイントにグリフ（矢印、コーン、ライン、球、およびさまざまな 2D グリフ）を適用することによって出力することができる。グリフは、スカラー、ベクトル成分またはベクトルの大きさによってスケールリングことができ、ベクトル場を用いて配向することができる。時系列の流れの状況等については、点、線、チューブ、リボンなどとして表示することができ、多数のフィルターによって処理することができる。下記は、**ParaView** のページにサンプルとして示された流体解析の結果であり、自動車回りの流れを示している。**ParaView** を利用することで、流体解析ではリボンをはじめとした各種の表示が可能である。

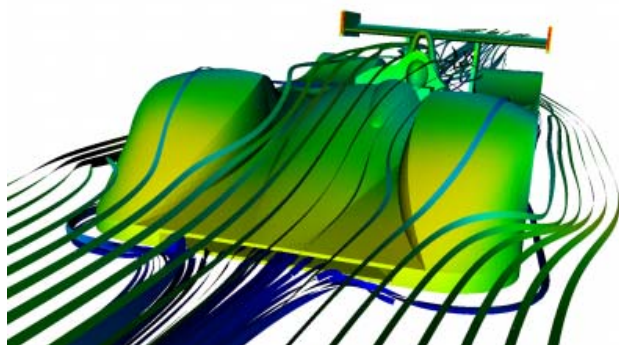


図 10 自動車回りの流れ可視化[1]

さらに、粒子経路もデータセットから抽出することができる。また、可視化においては詳細レベルモデルを使用することにより、大規模なデータを扱う場合でも、インタラクティブなフレームレートを維持している。対話が終わった後、大規模なモデルがレンダリングされる。

次の図は、国土地理院の 50m メッシュを利用して描画した富士山付近の地形図の気流の流れに合わせて、粒子を飛ばした分布のスナップショットを示したものである。ParaView を用いて、GIS に類似した表示を行うことも可能である。ここでは、富士山に標高を表すコンターも表示している。また、粒子の物理量に合わせ、粒子に色をつけることも可能である。日本の 50m メッシュ全体は多くのデータがあるが、ParaView の分散並列環境を利用すれば、かなりの大規模データの可視化ができるものと推測している。

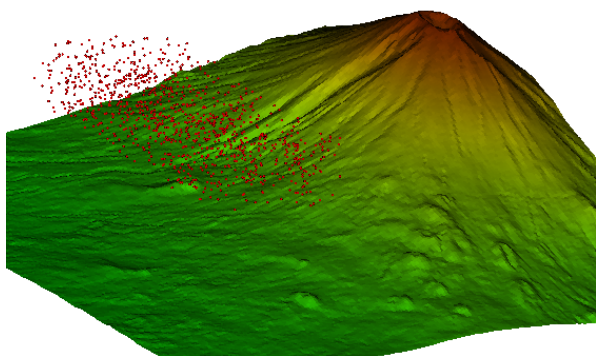


図 11 富士山の回りの気流と粒子可視化

ここで述べたように各種の可視化が可能であり、それぞれの機能はフィルターとほぼ 1 対 1 に対応付けられている。従って、ユーザーはフィルターの単独の機能を理解するのみで、複雑な可視

化も可能となる。

表 2 フィルター機能一覧[1]

Name	Name
Annotate Time	Mesh Quality
Append Attributes	Normal Glyphs
Append Datasets	Octree Depth Limit
Append Geometry	Octree Depth Scalars
Block Scalars	Outline
Calculator	Outline (curvilinear)
Cell Centers	Outline Corners
Cell Data to Point Data	ParticleTracer
Clean	Plot Global Variables over Time
Clean to Grid	Plot Over Line
Clip	Plot Selection Over Time
Compute Derivatives	Point Data to Cell Data
Connectivity	Probe Location
Contour	Process Id Scalars
Curvature	Programmable Filter
D3	Quadric Clustering
Decimate	Random Vectors
Delaunay 2D	Reflect
Delaunay 3D	Resample with dataset
Elevation	Ribbon
Extract Block	Rotational Extrusion
Extract CTH Fragments	Scatter Plot
Extract CTH Parts	Shrink
Extract Cells by Region	Slice
Extract Datasets	Smooth
Extract Edges	Stream Tracer
Extract Level	Stream Tracer (Custom Source)
Extract Selection	Subdivide
Extract Subset	Surface Flow
Extract Surface	Surface Vectors
Feature Edges	Temporal Cache
Generate Ids	Temporal Interpolator
Generate Surface Normals	Temporal Shift Scale
Glyph	Temporal Snap-to-Time-Step
Glyph (Custom Source)	Temporal Statistics
Gradient	Tessellate
Gradient (Unstructured)	Tetrahedralize
Group Datasets	Texture Map to Cylinder
Histogram	Texture Map to Plane
Integrate Variables	Texture Map to Sphere
Intersect CTH Fragments	Threshold
Level Scalars	Transform
Linear Extrusion	Triangle Strips
Loop Subdivision	Triangulate
Mask Points	Tube
Median	Warp (scalar)
Merge Blocks	Warp (vector)

3.5. 分散処理について

ParaView のレンダリングは、分散レンダリング（結果は、各ノード上でレンダリングし、後でデプスバッファを使用して合成されている）、ローカルレンダリング（結果のポリゴンがあるノードで収集され、ローカルにレンダリングされている）との両方の組み合わせにより、ローカルでレンダリングすることができる。これは、小さいデータを扱う際のパフォーマンスを犠牲にすることなく、大規模なデータのためのスケーラブルなレンダリングを提供している。

また、大規模データと分散コンピューティングについては、次の通りである。ParaView では、MPI を使用してデータを分散し、共有メモリシステム上で並列実行する。これらは、ワークステーションクラス、視覚化システム、大型サーバー、スーパーコンピュータなどがあげられる。また、ここでは、ユーザーインターフェイスは、クライアント/サーバー・モードを使用して別のコンピュータ上で実行される。さらに、ParaView を、データが異なるプロセスによって処理される部分に分割されたデータ並列モデルを使用することができる。並行で実行するときには可視化アルゴリズムのほとんどは変更せずに機能させることが可能である。

3.6. データ処理

処理されたデータセットの変数間では、配列演算部では、新しい変数は、既存のポイントまたはセルフィールドの配列を使用して計算することができる。スカラーとベクトル演算の多くがサポートされている。例えば、これはデータセット間を比較する場合のみならず、解析解や実験データと比較する場合にも有効な機能となる。次の図は、ParaView で演算を指定するパネルである。ユーザーは、このパネルから、変数と演算を選択することにより、新しい変数を定義でき、それを可視化できる。

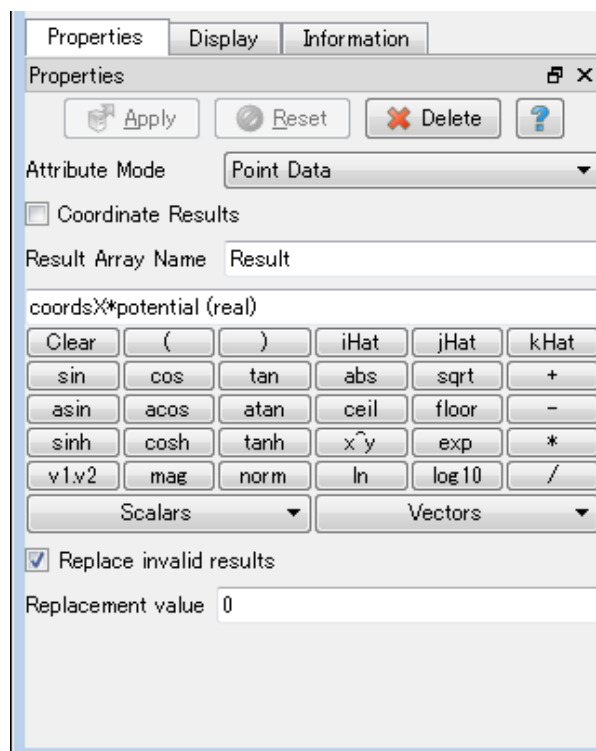


図 12 可視化データ間の演算機能

また、データは、ポイント、またはラインに沿って抽出することができる。その結果は、グラフィカルまたはテキストのいずれかとして表示され、さらに分析するために csv ファイル等にエクスポートすることができる。ここでは、最小値、最大値、標準偏差などの統計情報等の取り扱いも可能である。また、高度なデータ処理は VTK、NumPy、SciPy などの Python モジュールを利用し、Python のプログラマブルフィルタを使用しに行うことができる。

3.7. カスタマイズ機能

ParaView は Python 言語を使用可能で、そのスクリプトにより機能の拡張が可能である。ここで、サーバー・マネージャと呼ばれる ParaView のデータエンジンは、Python のインターフェイスを介して完全にアクセス可能である。Python を介してエンジンに加えられたすべての変更は、自動的にユーザーインターフェイスに反映される。また、ParaView はオープンソースであるため、ユーザーが簡単に自分自身のリーダーとライターを組み込むこともできる。

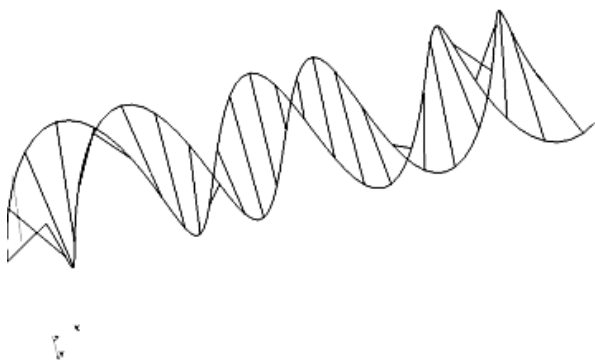


図 13 Python によりデータを作成した可視化

4. 当社から提供するサービス

4.1. これまでの当社の実績

当社はこれまで、主としてお客さまからの特注の受託開発のソフトウェアの可視化ソフトウェアとして ParaView に関する業務を実施してきた。また、特に ParaView やフリーソフトを希望されるお客さま向けに、ParaView の利用方法のコンサルティングや ParaView のスクリプトを作成するサービスを実施してきた。特に、ParaView は機能が豊富なことから、利用する方法を当社から提供するスクリプトに記述すれば、お客さまは特定の利用方法で望む出力をできるということが喜ばれている。また、それ以上の複雑な出力を希望するお客さまは、自身でそれ以上の図を出力することができるという利点もある。

また、一方では、われわれが開発したソルバーから ParaView 向けの出力さえしてもらえれば、後は自分でやるというお客さまもいらっしゃる。ParaView はそのようないろいろなお客さま向けに、多様な利用方法が可能なソフトウェアである。

具体的な既存の実績として、流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red、構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR、音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の解析結果の可視化、お客さまのファイル形式から ParaView 形式へのコンバート、可視化スクリプトの開発、ParaView 導入コンサルティング、ParaView ユーザートレーニングを実施してきた。

4.2. 当社のサービス

このような背景のもと、われわれは、ParaView

を利用した利用サポートサービスを本格的に開始することとした。ここでは、

- ①当社ソルバーと合わせた ParaView の使い方のコンサルティング、ユーザートレーニング
- ②ParaView へのファイルのコンバート、可視化スクリプト、データ処理スクリプトの作成
- ③当社ソフトウェアユーザーに対する ParaView 利用方法のサポート等

のサービスを提供する。その他にも、これまでの実績から各種のサービスが提供可能であるため、具体的な要望についてはお問い合わせいただければ、かなりの要望には応えられると考えている。また、従来通り、当社ソルバーと一体化して利用するためのプリポスト Advance/REVOCAP と併せて利用していただくことで、利便性が飛躍的に向上する。

5. おわりに

本稿では、ParaView の概要と、それを利用した当社のビジネスについて述べた。このビジネスは、われわれが開発したソフトウェアを産業界に普及させることを加速するものと考えている。そのような意味で、これまでのソフトウェアとよりよい統合的な効果を示し、お客さまにもその効用を感じてもらいたい。

また、米国はソフトウェアの普及に関しては、永遠のお手本である。米国では、国が資金提供した戦略的なプロジェクトの中からいくつもの世界中に普及した素晴らしいソフトウェアが生まれてきた。それらは、国のプロジェクトで生まれ、その後でベンチャー企業である程度は国や軍からの支援を受け、年月を経て多くのソフトウェアが独り立ちしてきた。

当社も国のプロジェクトで開発したソフトウェアを産業界に普及させることを目的として設立された会社である。われわれの設立以来 10 年間努力を続けてきたが、まだまだ、米国のソフトウェアの足元にも及ばない。しかし、この努力を継続していくことで、必ずやわれわれのソフトウェアが世界的なソフトウェアとして普及していくものと確信している。

参考文献

- [1] <http://paraview.org>
- [2] Kitware, "ParaView Guide - 4th Edition",
ParaView eBook
- [3] Kitware, "VTK Textbook & User's Guide,"
eBook
- [4] 林真, “はじめての ParaView”, I・O BOOKS,
2010
- [5] 柴田良一, 野村悦治, “はじめてのオープン
CAE”, I・O BOOKS, 2009
- [6] 榎戸正一, “開発現場で活用できるオープン
ソース CAE/1/SALOME-MECA”, CAE 教育
研究所
- [7] 今野雅, 白澤, “多特集の企画にあたって”,
ながれ, 日本流体力学会誌 31(3), 253-254,
2012-06-25
- [8] 大嶋拓也, 今野雅, 平栗靖浩, “オープンソー
ス・ソフトウェアを活用した実在市街地環境
複合解析”, ながれ : 日本流体力学会誌,
31(3), 293-300, 2012-06-25
- [9] 小縣信也, “建築環境分野におけるオープン
ソース活用事例”, ながれ : 日本流体力学会
誌 31(3), 285-292, 2012-06-25
- [10] 大淵真志, “OpenFOAM によるターボポン
プの流れ解析 “, ながれ : 日本流体力学会誌
31(3), 263-270, 2012-06-25
- [11] 野村悦治, 今川洋造, “自動車部品開発にお
ける大規模流体計算への取り組み”, なが
れ : 日本流体力学会誌 31(3), 255-262,
2012-06-25
- [12] [http://www.jipdec.or.jp/archives/icot/FTS/R
EPORTS/H11-reports/H1203-AITEC-Repo
rt3/html/24.htm](http://www.jipdec.or.jp/archives/icot/FTS/REPORTS/H11-reports/H1203-AITEC-Report3/html/24.htm)