

汎用可視化ツールAVS/Expressご紹介：ノンプログラミング・データ・ビジュアライゼーションツール

株式会社富士通長野システムエンジニアリングAVSサポートセンター

<https://doi.org/10.15017/1470475>

出版情報：九州大学情報基盤センター広報：全国共同利用版. 3 (2), pp.70-81, 2003-07. 九州大学情報基盤センター
バージョン：
権利関係：



汎用可視化ツール AVS/Express ご紹介

— ノンプログラミング・データ・ビジュアライゼーションツール —

(株) 富士通長野システムエンジニアリング

AVSサポートセンター

<http://www.nagano.fujitsu.com/services/avs/>

1. はじめに

実験、計測、解析、シミュレーションなど研究の中では様々なデータが発生し、そのデータを評価することで研究が進められています。お手持ちのデータを評価する際に、以下のような要望をお持ちではないでしょうか？

- ・ 複雑なプログラミングをせずに、データを可視化表示したい。
- ・ データから自分の思い描いた通りの可視化結果を得たい。

データを可視化表現したいとの要望に対し、汎用可視化ツールの「AVS/Express」を紹介します。AVS/Express を利用すると、データを手軽に 3 次元的に表現できます。データを 3 次元的に評価することで、今までとは違ったデータの見方や新しい発見、そしてより効果的なプレゼンテーションが可能となります。広範な研究活動に役立つ可視化アプリケーションとして、AVS/Express を是非ご活用下さい。

2. 可視化とは

- ・ 流体・気体の流れや物体への力の加わり方など、数値データとして処理された物理現象を、目に見える形に表現すること。
- ・ 大きな世界（宇宙、地球、海洋）、小さな世界（分子、原子）、仮想世界（シミュレーション結果）の様子を知るときに、コンピュータの力を利用して視覚的に表現すること。

上記の例のように自然科学、工学、医療、経済をはじめとした様々なデータに対し、視覚的にデータを表現することを可視化と呼んでいます。

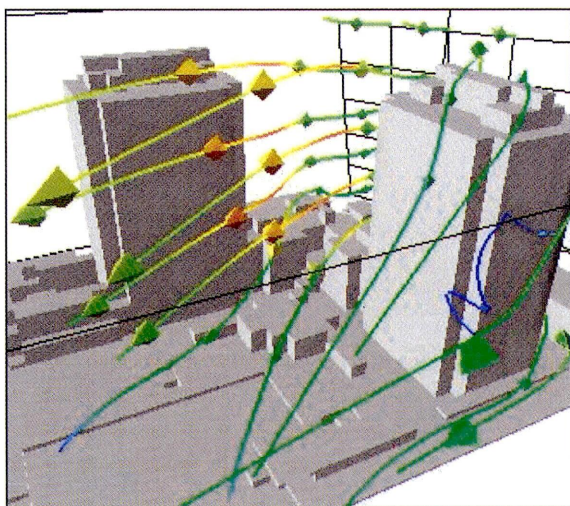


図 1 ビルの間に吹く風の可視化

可視化が必要とされる一例として、コンピュータを用いて得られたシミュレーションを考えます。出力結果が小さなシミュレーションでは、出力結果の数値データを印刷やモニターに表示して目視で確認することも可能です。しかし、シミュレーションの出力結果が大きなものになると、出力結果を直接見て判断するのは難しくなります。

このような大規模なデータに対して、データ全体への理解を助けるために可視化は有効です。

データの評価方法としては Excel 等を利用してグラフ表示する方法もよく使われています。グラフ表示も効果的な手法ですが、データが現実世界（3 次元）の事象を示している場合や、複数のデータを重ね合わせて表現した時などには、3 次元的な可視化が有効です。

グラフ表示と比較し、3 次元可視化は、直観的なデータの評価を容易にします。これは研究に直接役立つだけでなく、データを誰にでもわかるような形で表現できるという点でプレゼンテーションに用いる素材としてアピール性の高いものになります。

可視化は、コンピュータ・グラフィックス（CG）技術が身近になった現在、人間が直感的に理解できる表現ツールの代表として、重要な位置をしめるようになっていきます。また、最近ではより進んだ可視化として、CG で作成された仮想世界に結果を表示する、臨場感を持たせたバーチャリアリテティ的なデータの表現も行われるようになってきています。以下に可視化処理の流れを示します。

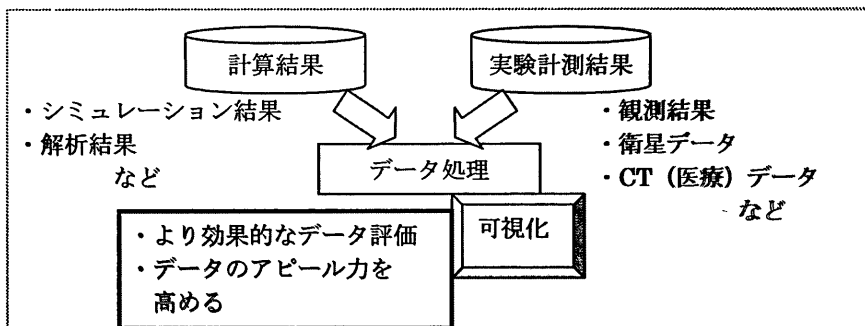


図2 可視化処理の流れ

3. AVS/Express とは

AVS/Express は、様々なデータの可視化を簡単に、かつ思い通りに行いたいというニーズに対応したアプリケーションです。AVS は、1989 年に米国 AVS 社によって開発されました。常に最新の可視化技術を盛り込んで、機能が拡張されています。

AVS/Express は高い汎用性と拡張性を生かし、流体解析、構造解析、計算科学、医療、地球物理学、画像処理、分子、地図データ、金融データなど多数の分野の可視化で活用されています。特に科学者、研究者を中心に可視化における業界標準のアプリケーションの一つとして認められています。

マルチプラットフォーム化も進められていますので、UNIX/Windows/Linux の主要な OS で同一の操作と可視化結果を提供できます。

以下が AVS/Express の基本的なウィンドウ構成です。モジュールと呼ばれる可視化部品をネットワークエディタで組み合わせることにより、可視化処理を実現します。

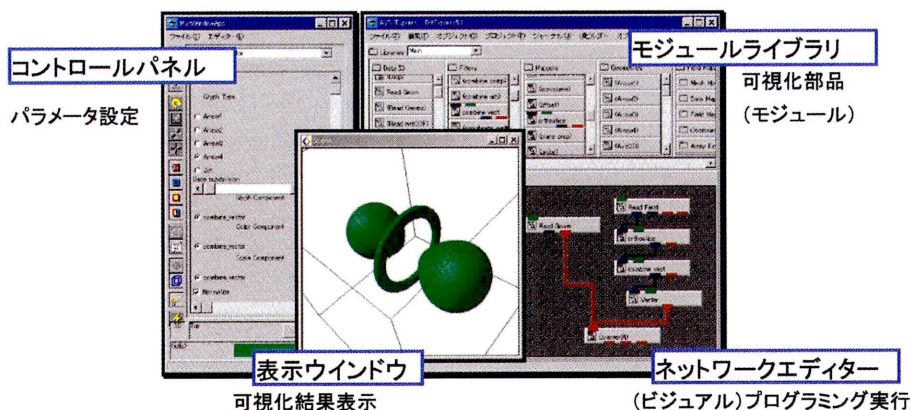


図 3 AVS/Express 画面構成

4. AVS/Express の特徴

ここでは AVS/Express の代表的な機能について説明します。

4.1 ビジュアルプログラミング

AVS/Express の代表的な特長が「ビジュアルプログラミング」です。これはキーボードからコードを打ち込んでプログラミングを行うのではなく、マウス操作のみでプログラミングを可能とする AVS 独自のインターフェースです。ビジュアルプログラミングでは通常のプログラミングのコード作成やコンパイルといった手順が必要ないため、可視化を快適かつ手軽に実現できます。

AVS/Express では、可視化に必要な機能がモジュールという形で提供されます。モジュールにはデータの読み込み、イメージの出力、サンプリングなどのフィルター処理、実際に可視化に必要なポリゴンを作成する機能など、可視化に必要な機能が処理単位ごとに分けられて用意されています。ネットワークエディタはこれらのモジュールをマウスで組み合わせ、対話的に可視化アプリケーションを構築します。

ネットワークエディタでは図 4 のようにモジュールを線でつなげてプログラミングを行います。モジュールの接続はデータの入力機能を持ったモジュールを起点にデータの表示へと、可視化処理のデータの流れて行われます。そのため視覚的に可視化のデータフローを理解しやすくなっており、プログラミングの保守や拡張を容易に行えます。

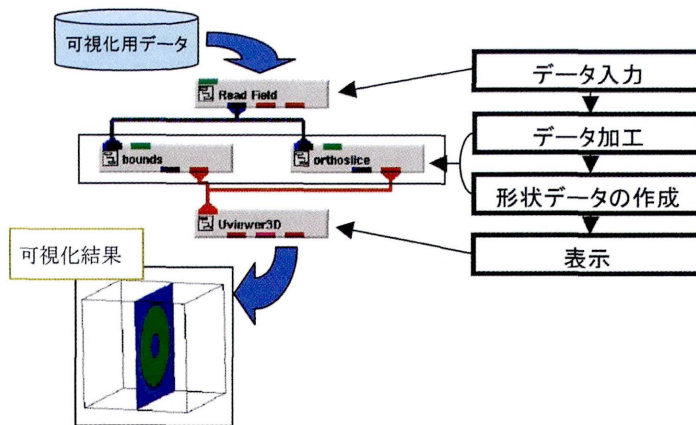


図4 ビジュアルプログラミング

4.2 柔軟な拡張性

AVS/Express には多数の可視化に必要な機能が用意されていますが、ユーザ自作のモジュールも追加して利用することができます。モジュールは C, C++, FORTRAN 言語で作成することができ、モジュールを作成するためのスケルトンプログラム、Makefile などは AVS/Express が自动生成して提供します

また、このようなユーザ作成の独自モジュールは IAC (International AVS Center) にフリーモジュールとして登録されており、Web 上 (<http://www.iavsc.org/>) からダウンロードすることで誰でも自由に利用できます。このような、ユーザ共用の資産を再利用できることも AVS の利点です。

4.3 オブジェクト指向

AVS/Express はオブジェクト指向に準ずる階層的な構造を持ったアプリケーションです。

可視化結果を表示するアプリケーションは、オブジェクトに相当するモジュールの組み合わせから成り立ちます。一つ一つのモジュールも更に小さなデータ構造を規定するモジュールから作成されています。また継承や隠蔽といった、オブジェクト指向の特徴をモジュールに持たせることが可能です。その特徴を生かし AVS/Express では、必要なパラメータを意識するのみで目的とする可視化が実現できます。

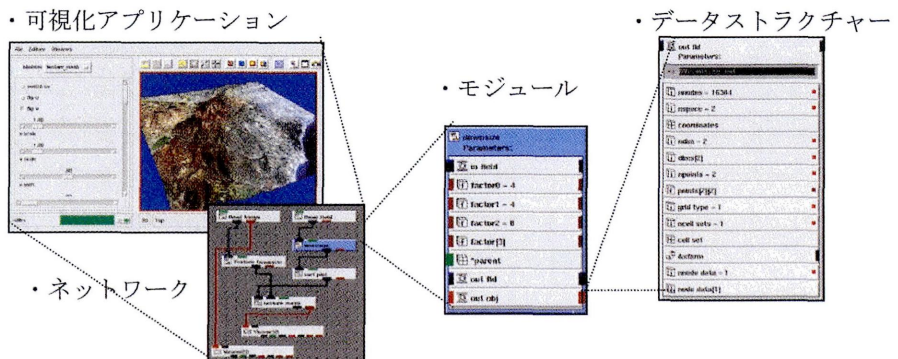


図5 階層構造

4. 4 AVS/Express で扱うデータタイプ

AVS/Express で利用可能なデータタイプの中から代表的データタイプとして、Field Data と UCD Data の 2 つを紹介します。

イメージデータや CAD データも入力可能ですが、以下の 2 つのデータタイプが多くの場合に使われています。

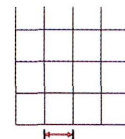
(1) Field Data (構造格子型データ)

Field Data は配列データを表示するタイプです。

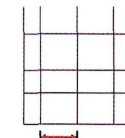
1～3 次元の配列データを以下の 3 種類の格子タイプ座標上に読み込むデータタイプです。

(1 次元の配列は離散データを表示します)

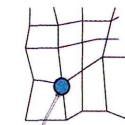
- ・ Uniform (直交等間隔格子)
X、Y、Z の直交座標系の格子です。
各格子の間隔は等間隔となります。
- ・ Rectilinear (直交不等間隔格子)
X、Y、Z の直交座標系の格子です。
Uniform とは違い、格子の間隔を任意に指定できます。
- ・ Irregular (非直交格子)
直交座標系以外を表示する時に使用します。
各点の座標を指定し、任意の格子を設定します。



・等間隔



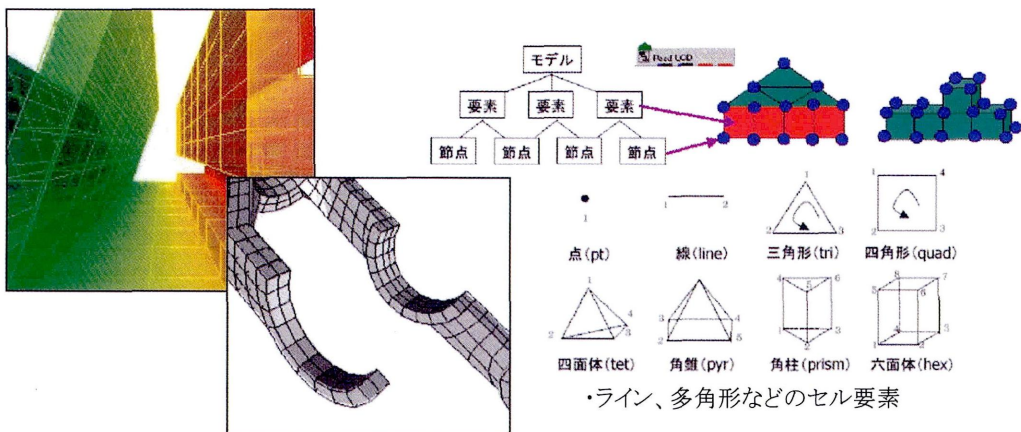
・不等間隔(間隔を指定)



・格子点の座標を指定

(2) UCD(Unstructured Cell Data)

UCD (非構造格子) データは前記の Field (構造格子) データで表現できない、複雑な形状のデータを表示するためのフォーマットです。セルと呼ばれる形状を組み合わせるデータの座標とつながりを定義します。UCD フォーマットは有限要素法の出力データなどに利用されます。



・UCD データの可視化例

図 6 UCD データ概要

4.5 データタイプの組み合わせ

ここまでに紹介した構造格子データ、非構造格子データ、それに加え画像データ、CADデータ、形状データといった各種データの可視化を組み合わせ、同時に表示することが可能です。

地図データと地震の震源データや衛星写真のデータなど、複数のデータを同時に評価したい際にも、AVS/Express は対応できます。気象データと地形イメージを合わせての表示や、シミュレーションの計算結果と境界の形状データを合わせての表示（エンジン内の燃焼の様子とエンジンのフレーム）など、データのアピール力を高める様々なデータの表現が可能です。

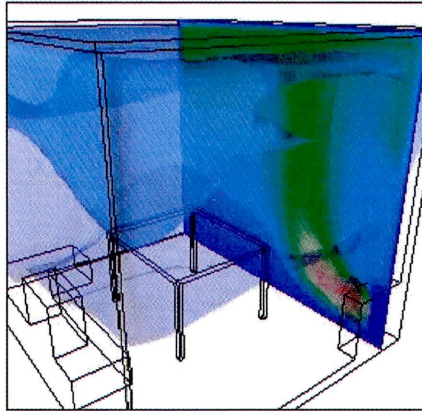


図7 温度データと部屋の形状データの重ね合わせ

4.6 可視化機能

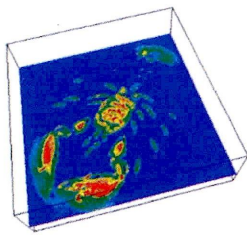
AVS/Express には可視化を行うための機能（モジュール）が多数用意されています。これらの豊富な可視化機能を利用することで、分野を問わず様々な分野の可視化に AVS/Express を利用できます。

AVS/Express の可視化機能の一部を紹介します。

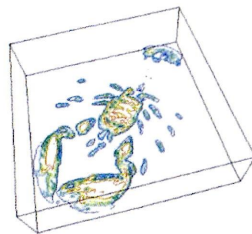
- 線・面コンター
- ボリュームレンダリング
- 断面イメージの生成
- 等値面表示
- グリフ（マーカー）表示
- パーティクル（微粒子）トレース、流線表示
- ベクトル（矢印）表示
- グラフ表示

次ページに可視化の表示例を示します。

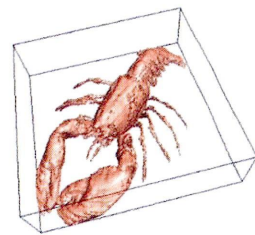
○ロブスターの3次元データ（スカラーデータ）



- ・面コンター
断面のデータを色で表現

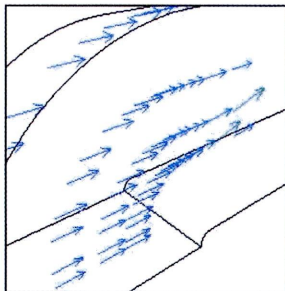


- ・線コンター（等値線）
断面のデータを線で表現

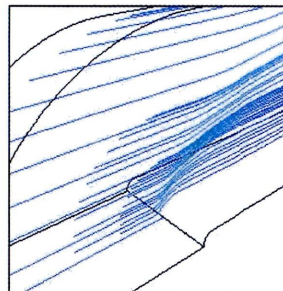


- ・等値面
同じ値を持つ点を結んだ面

○煙突内の空気の流れ（ベクトルデータ）



- ・矢印表示
ベクトルを矢印で表示



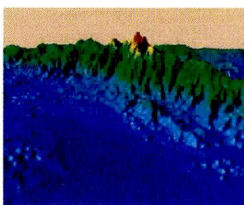
- ・流線表示
ベクトルを流線で表示

図8 可視化表示例

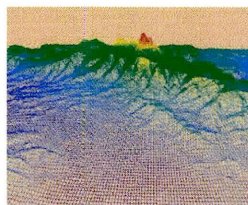
4.7 レンダリング機能

可視化結果に対する表現方法として、多数のレンダリング機能が用意されています。シェーディング、ワイヤーフレーム、テクスチャマッピング、半透明、移動、回転、拡大、縮小、色、視点、光源の設定、透視投影、デプスクューイングなどが可能です。

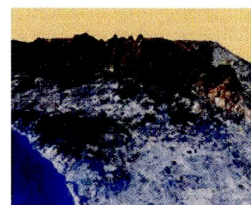
地形データに対して表現方法を変えた3つの例を紹介します。



- ・シェーディング
陰影付け



- ・ワイヤーフレーム
ライン表示



- ・テクスチャマッピング
イメージの貼り付け

図9 グラフィックス表示例

4.8 データ出力

GIF、JPEG、PostScript をはじめとする主要なイメージフォーマットで可視化結果をイメージとして出力可能です。イメージデータだけでなく動画出力にも対応しています。AVS/Express 上で作成したアニメーションを動画データ（MPEG、AVI）として出力することも可能です。

また MPEG などのイメージデータによるフリップブックアニメーションだけではなく、3次元幾何形状のアニメーション出力にも対応しています。フォーマットは AVS 独自の GFA (Geometry Flipbook Animation) フォーマットになりますが、フリーソフト（3DAVS Player）を利用すると Windows 環境でアニメーションの再生が可能です。

3次元幾何形状のアニメーションでは、アニメーションの途中で視点を自由に変更して物体を表示できるなど、イメージデータによるアニメーションではできなかった表現が可能です。研究発表などに GFA を利用すると、これまでとは違った表現豊かなプレゼンテーションが可能になります。

4.9 オンラインヘルプ

AVS/Express には HTML のヘルプドキュメント（英文）が用意されており、各モジュールの説明などを参照できます。また、以下の日本語のマニュアルも用意されていますので、利用目的に合わせて活用してください。

- | | |
|----------------|-----------------------|
| ● モジュール・リファレンス | : 各モジュールの解説 |
| ● ユーザーズ・ガイド | : AVS/Express 基本機能の紹介 |
| ● デベロッパーズ・ガイド | : モジュール開発など操作の応用編 |
| ● チュートリアル・ガイド | : 入門用ガイド |

5. AVS/Express 操作方法

4.1 章に書かれているように AVS/Express ではビジュアルプログラミングと呼ばれるモジュールの組み合わせでプログラミングを行います。モジュールと呼ばれる可視化部品を配置する、モジュール同士を接続する、これらの作業を繰り返し可視化結果を表示します。

次ページでは実際の可視化の流れに沿って、AVS/Express での実際の可視化手順を紹介します。水素原子の電子密度のデータを読み込み、データ領域とデータの等値面を表示する可視化を行います。今回の紹介では可視化の手順を大きく以下の3つに分けて紹介します。

- 必要なモジュールの配置
- モジュール同士の接続
- 可視化パラメータの操作

・必要なモジュールの配置 (図 1 0)

モジュールライブラリの中より、必要なモジュールを選択し、ネットワークエディターに配置します。

図 1 0 では 4. 4 章で紹介した Field データを読み込むための「Read_Field」モジュールを配置しています。

・モジュール同士の接続 (図 1 1)

モジュール同士をつなぎ合わせることでプログラミングを行います

モジュールにはデータの入力または出力を行うポートが用意されています。ポートとポートを線で接続することで、モジュール間でのデータのやりとりが行われます。

図 1 1 ではデータ領域表示を行う「bounds」、等値面表示を行う「isosurface」、そして可視化結果を表示するビューを作成する「Uviewer3D」の 3 つのモジュールを「Read_Field」に接続し、可視化を行っています。

・可視化パラメータの操作 (図 1 2)

視点など設定を変えた 3 つの可視化を図 1 2 で紹介しています。視点やパラメータを変更すると、可視化結果もインタラクティブに更新されます。

- 左 : データ領域表示のみを可視化
- 中央 : データ領域表示と等値面の可視化
透視投影 (遠近法) でレンダリング
- 右 : 中央の可視化を等値面のパラメータ
を変えて別視点から表示



図 1 0 モジュールの配置

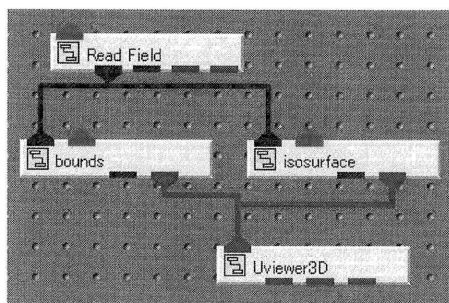


図 1 1 モジュールの接続

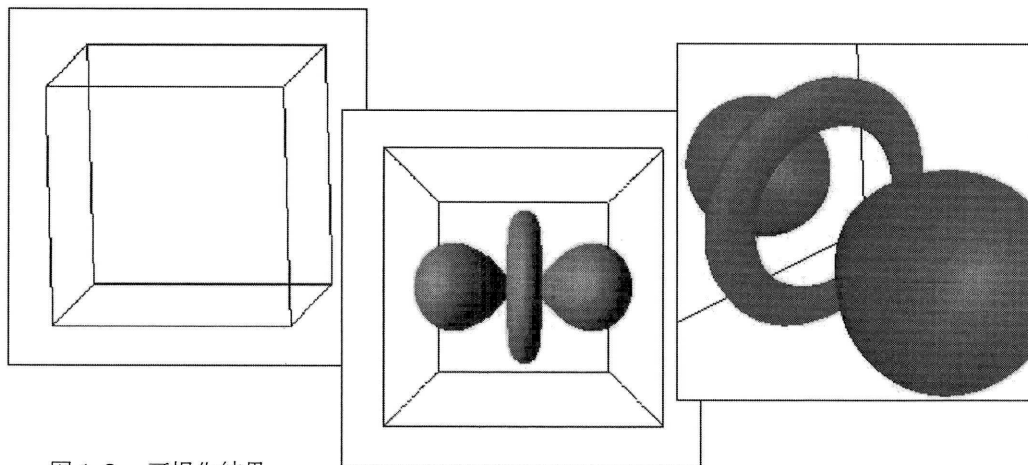
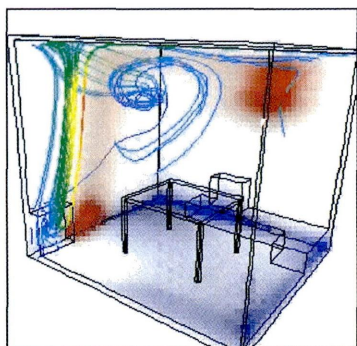


図 1 2 可視化結果

6. 適用事例

AVS/Express を利用した可視化の適用事例をご紹介します。あ

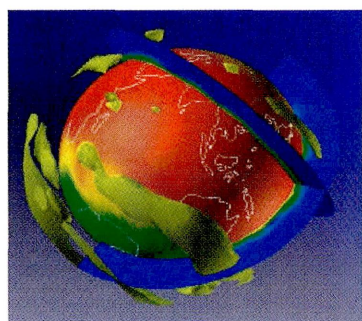
6. 1 室温と空調機器による空気の流れ



【暖房機器による部屋の空気の状態を可視化】

- ・室温（スカラーデータ）、空気の流れ（ベクトルデータ）
部屋の形状データの3つを同時に可視化しています。
- ・室温はボリュームレンダリングという可視化手法、高温部
を赤色、低温部を青色で表示しています。
- ・暖房機器から吹き出す空気の流れは流線線で表現しています。
- ・温風は上方向に流れ、暖房機器の前と天井付近の温度が高
くなっている。それに対し床付近の部屋の下部分はあまり
暖まっていないことがこの可視化から読み取れます。

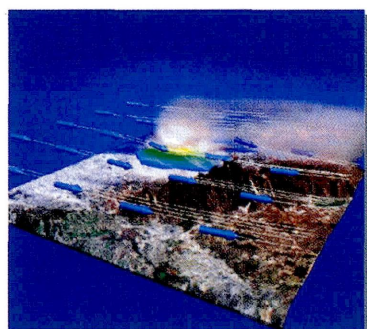
6. 2 気候データ



【湿度と温度を可視化】

- ・地球に合わせた極座標上に、温度と湿度のデータを可視
化しています。
ここでは地球表面に温度分布のマッピング、緯度方向と
経度方向のコンター、そして等値面の3つの可視化を
行っています。
- ・海岸線が描かれた地球と可視化を組み合わせることで、
気候と地球上の各地点を関連づけて理解できます

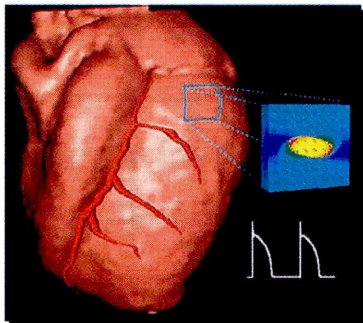
6. 3 気象データ



【風と雲の可視化】

- ・イメージの左から右へと吹く風と半透明表示された雲が
可視化されています。
- ・データの下部には地形データに凹凸をつけ、航空写真の
イメージをテクスチャとして貼り付けています。
- ・風速データ、雲のデータ、地形データの3つを組み合わせ
ることにより、臨場感のある可視化を作り出していま
す。

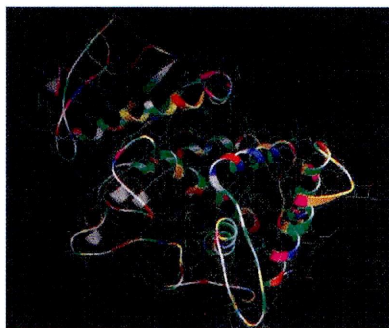
6. 4 臓器の可視化



【医療データの可視化例】

- ・医療分野で利用される可視化の一例を紹介します。
- ・臓器や血管の CT データに対し、等値面やボリュームレンダリングといった可視化手法を用いて、調査を行うことが一般的となっています。
- ・また、データの一部分に注目したい場合に、データの一部分を取り出して可視化するクロップと呼ばれる機能も AVS に用意されています。

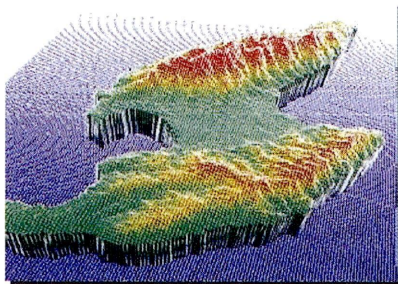
6. 5 分子データの可視化



【タンパク質加水分解酵素】

- ・タンパク質の立体構造を見ることができます。分子の 3 次元構造を理解するために化学分野でもこのような可視化は有効です。
- ・全体の構造をわかりやすく示すために、2 次構造をリボン表示にて表現し、分子構造を重ねて可視化しています。
- ・肉眼では確認できない小さな世界を可視化しています。

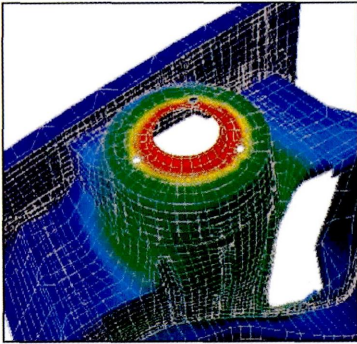
6. 6 地図(佐渡島)データ



【国土地理院データ】

- ・標高データに応じて高さづけを行い地図を 3 次的に、表現しています。
- ・鳥瞰図と呼ばれるこの可視化手法は地形データなど、2 次元のデータに対し、よく使われる可視化の一つです。

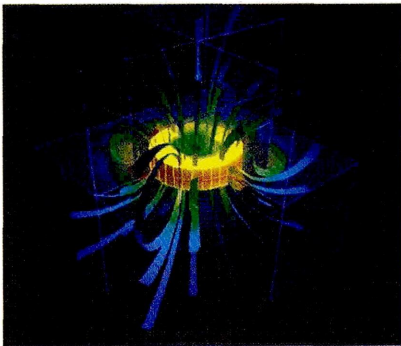
6.7 応力のコンター表示



【自動車のサスペンション取り付け部分】

- ・ 部品に加わる応力の解析結果を可視化しています。赤色で表示される部分に強い力がかかり、青色の部分には力が働いていません。
- ・ このような解析結果の評価方法として、可視化がよく利用されています。

6.8 コイル周りの磁力線



【磁力線をリボン表示で可視化】

- ・ ベクトルデータである磁力線を流線で可視化し、流線をこの可視化ではリボン状に表現しています。
- ・ コイルの周りに発生する磁力線の様子は2次元のイメージでも理解は可能ですが、実際には3次元の現象ですので、立体的に可視化することで理解が深まり、また新たな発見があるかもしれません。

7. おわりに

ここまで AVS/Express の基本的な機能について紹介してきました。もっと AVS/Express のことが知りたい、AVS/Express の入門用の資料が必要な場合には情報基盤センター様の以下の URL に AVS の起動方法の紹介と、弊社が作成した AVS/Express 入門用の手引書 (AVS/Express TOUCH & TRY 及び添付資料) がありますのでご利用下さい。

<http://www.cc.kyushu-u.ac.jp/scp/system/library/AVS/AVS.html>

お手持ちのデータのより一層のご活用のために、可視化というデータの評価方法、そして AVS/Express をご利用頂ければ幸いです。