

AVS を手軽に使うための可視化システム VisPlus の紹介

高 橋 一 郎

I. はじめに

Visualization (ビジュアライゼーション, 以後「可視化」) という言葉は, コンピュータによる数値シミュレーションの計算結果や実験データ等の数値情報を, コンピュータグラフィックス (CG) を使って可視化事例に示すように「目に見える形」でディスプレイに分かり易く表現する手法ですが, そのためには, グラフィックス・アプリケーションが必要となります。

本センターには, 米国の AVS 社が開発したグラフィックス・アプリケーションの開発及び可視化を行うためのツール AVS/Express が利用できます。この AVS/Express は, 拡張性があり, ビジュアルプログラミングを行って研究者独自のアプリケーションを開発することができます。そして, UNIX, Linux, Windows 共通の可視化環境で利用できます。

本センターでは, この AVS/Express (以後 AVS と呼ぶ) を可視化ツールとしてサービスを行っていますが, 具体的な課題に適用するには, AVS に関する専門知識が必要となり, 使いこなすのが難しいようです。そこで, AVS の知識のない研究者でも, AVS の豊富な機能を使ってさまざまな可視化処理を行える数値データ可視化システム「VisPlus」を開発しました。

VisPlus は, AVS 上で動作し, 主に 3 次元時系列データや各種のシミュレーション計算データの可視化を目的としたシステムで, 可視化するオリジナルデータを基に, 入力データファイルの生成から, 可視化処理, 結果の保存 (静止画, 動画 (2D/3D)) までを一貫してサポートします。本稿では, この数値データ可視化システム VisPlus について解説します。

II. 可視化処理の流れ

一般的なアプリケーションを使った可視化処理の流れを考えると, つぎの 4 つのプロセスを経てディスプレイに結果を表示することになります。

- アプリケーションへの可視化データの読み込み
- 可視化データの選択/加工
- 表示手法の選択
- ディスプレイへの表示

例えば, 3 次元解析データの 2 次元の断面表示を考えると, まず, 独自のフォーマットで書かれた可視化の基となるオリジナルデータを, 変換プログラム等を作成して可視化アプリケーションに入力可能な形式に変換します。そして, 変換したデータを可視化アプリケーションに読み込

み、その大量の数値データの中から表示する物理量と表示断面の場所（スライス表示軸と軸上の表示場所）の可視化データを選択します。最後に、その選択したデータをベクトル図やコンター図といった表示手法を使ってグラフィックス・オブジェクトに変換してディスプレイに表示します。

III. VisPlus の可視化アプリケーションの開発方法

VisPlus では、可視化の基となるオリジナルデータを AVS へ入力可能なフォーマットに変換するプログラムを作成する手間を省くために、一般的な CSV データや本センターの利用者の多いアプリケーション (Gaussian, α -FLOW, MASPHEC, MASPHEC-SP) の出力データから、AVS の入力データを生成するプログラムを作成しました。また、可視化アプリケーションに関しても、雛型を作成してライブラリ化し、ライブラリ名を可視化アプリケーション起動コマンドに指定することで、ノンプログラミングでアプリケーションの利用ができるようにしました。

VisPlus の可視化アプリケーションは、AVS を起動して表示されるネットワークエディタ (図 1) というビジュアルプログラミングツールを使って開発しています。ネットワークエディタのモジュールパレットには、数百を超えるモジュールと呼ばれる機能 (プログラム) を部品化した小さな箱があります。この AVS モジュールは、オブジェクト指向に基づいて開発されており、一つのモジュールは複数のオブジェクトやモジュールで構成されます (図 2)。そして、AVS のカーネルの中間言語である V 言語で記述されています。

VisPlus の可視化アプリケーション開発に使用した AVS のプログラミング方法を、以下に示します。

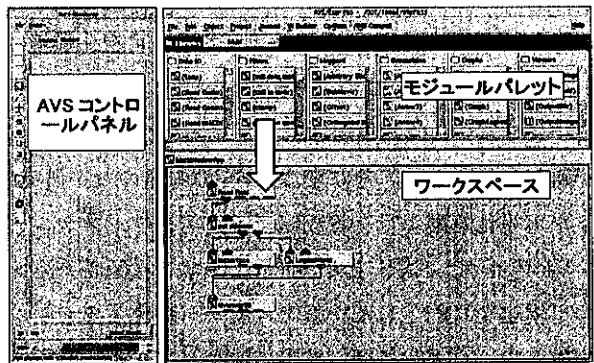


図 1 ネットワークエディタの使用例

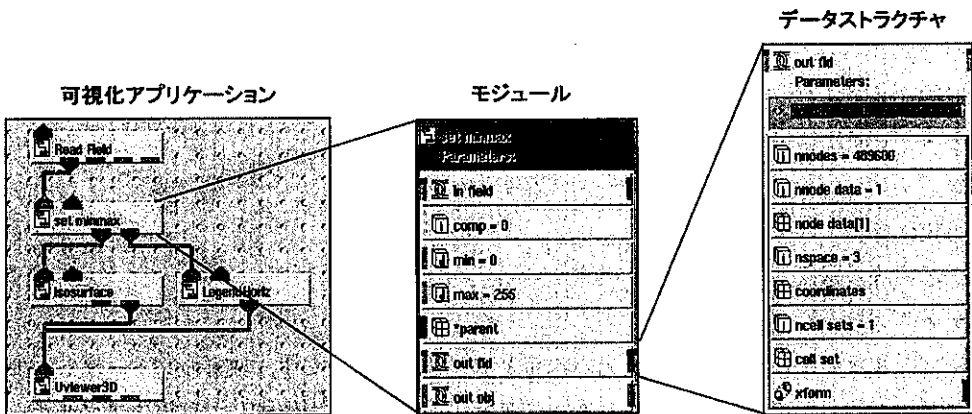


図 2 モジュールの階層的なオブジェクト構造

1. ネットワークプログラミング

ネットワークプログラミングは、ネットワークエディタ上のモジュールパレットからモジュールをワークスペース上に配置し、フローチャートを描くようにデータの流れに沿ってモジュール同士を接続してプログラミングを行う方法です。

2. Vプログラミング

Vプログラミングは、AVSのV言語を使ったプログラミング方法で、つぎに示すV言語の要素を使って、モジュールを構成するオブジェクトに対してプログラミングを行う方法です。

- Vステートメント（オブジェクトの作成/変更/接続/切断/消去など）
- Vコマンド（情報の入手や実行の制御など）
- V組み込み関数（数学関数や論理演算など）

実際の操作は、ワークスペース上のモジュールまたはオブジェクトを示すアイコン上でマウスの右ボタンを押して起動するオブジェクトエディタを使ってプログラミングを行います。

VisPlusでは、データの入力や加工、表現手法（グラフィックス・オブジェクトへの変換）などを行う可視化モジュールの他に、変数や配列といったプリミティブなモジュールやマクロモジュール、連続処理を行うLOOPモジュール、トリガー設定を行ってコマンドを実行するモジュール、アプリケーションの操作パネルを作成するGUIモジュール等を使って可視化アプリケーションのプログラミングを行いました。

このように作成したVisPlusの可視化アプリケーションは、ネットワークエディタのアプリケーションの保存メニューでファイルに保存できます。このファイルに保存したアプリケーション(Vファイルと呼ぶ)は、AVSのテキストタイプのインタープリタ言語であるV言語で記述されているため、オープンブラットホームで動作します。

IV. VisPlus システムの概要

VisPlusは図3に示すように、前項で説明したビジュアルプログラミングを使って開発した可視化アプリケーション・ライブラリと、その入力となるAVSの時系列入力データファイルを作成するAVS入力データ生成ライブラリから成ります。

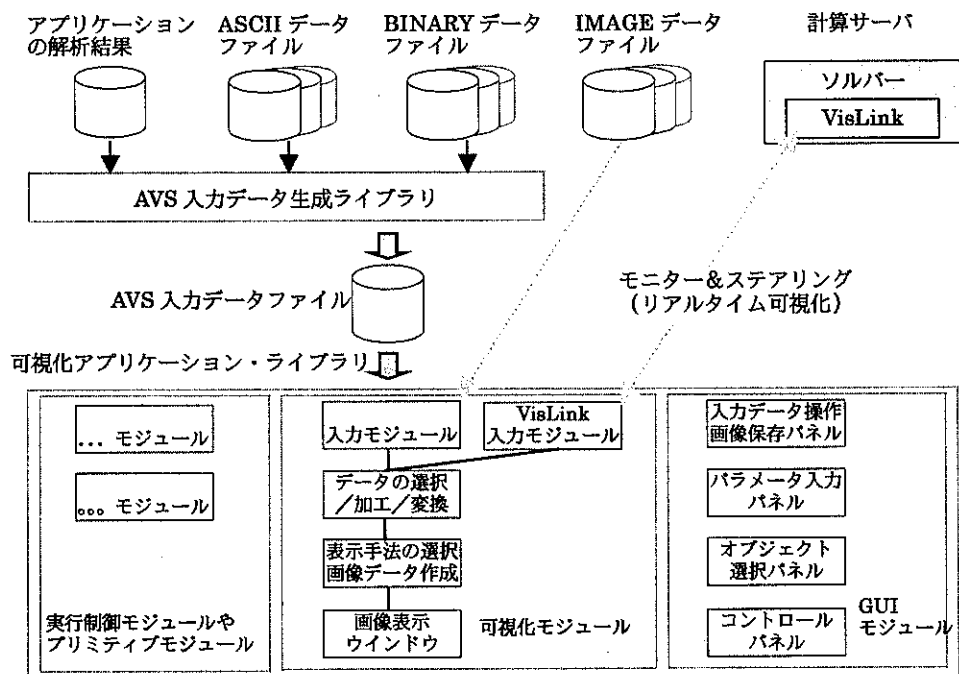


図3 可視化データの流れ

V. VisPlus の動作環境

VisPlus の動作環境としては、基本的には FORTRAN と AVS/Express がインストールされている UNIX システムで動作します。本センターでは、この VisPlus は汎用計算サーバ (gpscs) とグラフィックボード (OpenGL, XGL) を搭載した画像処理サーバ (alphaxx) で利用できます。研究室のワークステーションで可視化するときには、ネットワーク経由で汎用計算サーバに接続して利用します。また、研究室のパソコンから利用する場合は、名古屋大学でサイトライセンスを取っている X-win32 という X サーバのソフトウェアを本センターのホームページからダウンロードして利用します。

VI. VisPlus での可視化手順

VisPlus を使って可視化処理を行う場合は、まず、可視化アプリケーション・ライブラリの中から可視化に使用するアプリケーションを選択します。そして、そのアプリケーションの入力フォーマットに記述されている形式の AVS 入力データを作成します。このとき、VisPlus の AVS 入力データ生成ライブラリが対応しているアプリケーションの出力ファイルやデータについては、その AVS 入力データ生成ライブラリを使用します。つぎに、可視化アプリケーション起動コマンドのオペランドに、ライブラリ名と入力データファイルの名前を指定します。可視化アプリケーションが起動されると、画面にアプリケーションの操作ウィンドウが表示されます(図4, 図5参照)。

利用者は、この表示された操作ウィンドウを使って可視化処理を行います。

また、起動コマンドに「-ne」オプションを指定すると、ネットワークエディタを同時に表示して、可視化アプリケーションを編集しながら可視化することもできます。

解析プログラムのモニターやステアリング操作を行う場合は、富士通製のAVS連携のリアルタイムビジュアライゼーション・ソフトウェア VisLink を使用します。この場合は、サーバ側の利用者プログラムに VisLink のサブルーチン・ライブラリ (VisLib) を組み込んで実行します(図3, 図6参照)。そして、クライアント側は、VisPlus の可視化アプリケーション・ライブラリから VisLink モジュール (入力モジュール) を使ったアプリケーションを起動し、GUI を使ってモニターやステアリング操作を行います。本センターでは、スーパーコンピュータ上にこの VisLink がインストールされているため、スーパーコンピュータと他のサーバをソケット接続して解析プログラムのモニターやステアリング操作を行うことができます。

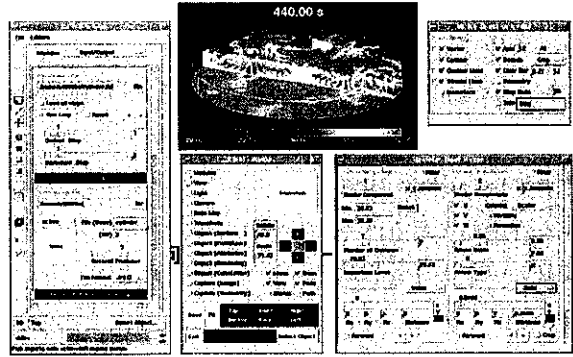


図4 可視化アプリケーションの表示例

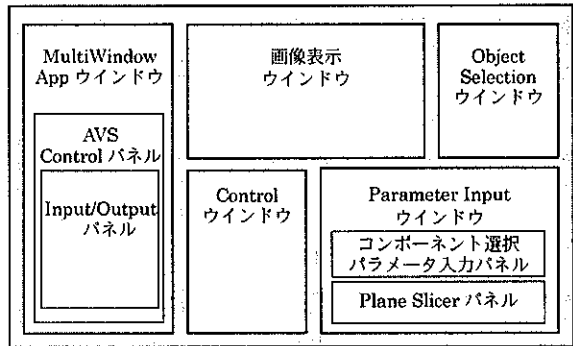


図5 操作ウィンドウの形式

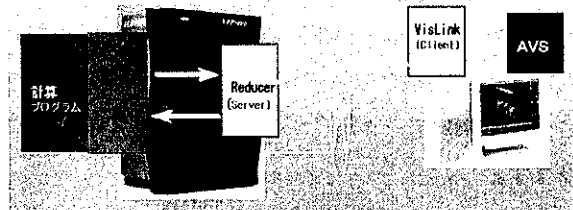


図6 VisLink システムの構成

VII. VisPlus の操作ウィンドウ

VisPlus の可視化アプリケーションを起動すると、つぎの5つのウィンドウが画面に表示されます(図4, 図5参照)。

- MultiWindowApp ウィンドウ
- Control ウィンドウ
- Object Selection ウィンドウ

- Parameter Input ウィンドウ
- 画像表示ウィンドウ

MultiWindowApp ウィンドウは、AVS 起動時に表示されるウィンドウでウィンドウ上のプルダウンメニューを使って AVS コントロールパネルに AVS の機能を表示して利用することができます。VisPlus では、このプルダウンメニューの Module メニューの先頭に Input/Output パネルを作成して組み込みました。この操作パネルを利用すると、入力データの読み込み操作や表示画像の保存操作を容易に行うことができます。

Control ウィンドウは、アプリケーションと画像表示ウィンドウを制御するウィンドウで、パネル上に配置されたボタンを押して、アプリケーションの実行制御（一時停止や終了）や可視化作業に必要な機能（Module 操作、描画 Object 操作、View 操作、Light 操作、Camera 操作、Capture 操作（動画の再生/保存）等）を Multi WindowApp ウィンドウに表示して利用することができます。また、SAVE ボタンを押して、画面に表示されている状態をファイルに保存し次回利用することもできます（アプリケーションの保存）。

Object Selection ウィンドウは、表示手法を選択するウィンドウで、画像表示ウィンドウ上に表示される描画オブジェクトの表示/非表示を行います。

Parameter Input ウィンドウは、描画オブジェクトの実行パラメータの操作を行うウィンドウで、物理量の選択等を行うコンポーネント選択パネルと、描画オブジェクトの実行パラメータを入力するパラメータ入力パネルと、描画オブジェクトの断面表示の場所を指定する Plane Slicer パネルから構成されます。この Plane Slicer パネルを利用すると、コンター図やベクトル図を格子断面や任意断面でスライスしてアニメーション表示することができます。

VisPlus は、主にこの 5 つのウィンドウを使って可視化処理を行います。MultiWindowApp ウィンドウの Input パネルと、Object Selection ウィンドウ及び Parameter Input ウィンドウについては、幅広い可視化処理に対応するために可視化アプリケーションごとに表示メニューは異なります。例えば、入力データを読み込む Input パネルは、時系列データ用、複数ファイルで構成される時系列データ用（ファイル名に通番が付いているファイル）、分子モデルデータ用などがあります。

VIII. 可視化事例

VisPlus で利用できる表示手法や可視化手法を、可視化事例を使って説明します。また、ここで紹介する可視化事例のほとんどは、時系列データや複数の事象データです。可視化するデータの単位としては、ステップまたは複数のステップ（ループ操作）に対して可視化することができます。

(1) コンター図

コンター図は、温度や圧力などのスカラーデータを表現する表示手法の一つで、VisPlus ではつぎの 3 種類のコンターが利用できます。

- 断面の塗りつぶしコンター

- 断面の線コンター
- 3D コンター (ボリューム表示)

断面の可視化を行う場合は、可視化空間を格子断面または任意断面でスライスしてアニメーション表示できます。また、コンター図の表示場所の Axis 表示もできます(図 21)。なお、領域限定フィルターとデータ値限定フィルター及びサンプリングフィルター(データの間引き)を使って、表示場所やデータを絞り込んで可視化することができます。

可視化アプリケーション・ライブラリには、可視化空間を複数の領域に分割して、その領域ごとにコンター表示するアプリケーションがあります。図 16 は、ロブスターを 4 個のコンターを使って可視化した例です。図のはさみの部分は 3D コンターを透かして表示し、胴体部分は 3D コンターを、尾の部分は格子断面コンターと任意断面コンターを使って表示しています。

(2) ベクトル図

ベクトル図は、ベクトルデータを矢印であらわしたもので、データの方向と大きさを同時に表現する表示手法です。矢印の長さでデータの大きさを、矢印の向きで方向を、矢印の色で別の情報をあらわします。VisPlus では、速度ベクトルデータを基に渦度ベクトル、ベクトルの大きさ、発散を計算して、速度ベクトルまたは渦度ベクトルを使ったつぎの 3 種類のベクトル図が利用できます。描画に使用する矢印の色は、スカラーコンポーネント、ベクトルの大きさ、発散の値を使って色付けできます。また、計算して得られたスカラーデータ(大きさ、発散)は、コンター図や等値面を使って表示することができます。

- 2 成分, 3 成分のベクトル図
- 断面のベクトル図
- 3D ベクトル図

ベクトル図もコンター図と同様に、可視化空間を格子断面または任意断面でスライスしてアニメーション表示できます。また、ベクトル図の表示場所の Axis 表示もできます。なお、領域限定フィルターとデータ値限定フィルター及びサンプリングフィルター(データの間引き)を使って、表示場所やデータを絞り込んで可視化することができます。

可視化アプリケーション・ライブラリには、可視化空間を複数の領域に分割し、その領域ごとにベクトル図を表示するアプリケーションや、スカラーデータを基にベクトル勾配を計算してベクトル図を表示するアプリケーションがあります。図 13 は、ビル周り流れを 4 個の速度ベクトル図を使って表示した可視化例です。矢印の大きさは、Normalize してすべて同じ大きさで、表示色は、速度の大きさに色付けしています。

(3) 流線図・パーティクルリリース表示

流線図は、速度場に質量のないパーティクルをレイアウトし、追跡して流線を作成する表示手法です。この流線は、積分係数と時間間隔によるルンゲクッタ法で計算し、各タイムステップごとに現在位置のベクトル値を補間しながらサンプリングを進めます。

パーティクルリリース表示は、速度場に質量のないパーティクルを放出し、アニメーション表示する表示手法です。この表示手法は、事前に計算された流線をパーティクルパスとして利用し、

個々の時刻の新しいパーティクルの位置を流線に沿って速度を積分計算します。

VisPlus では、ベクトル図と同様に、フィルタリングしてえられたベクトル場(速度または渦度)を使って、流線図とパーティクルリリース表示が利用できます。描画に使用する流線やパーティクルは、スカラーデータやベクトルデータの大きさで色付けして表示できます。

図 14 は、 C_2H_4 の Gaussian の分子軌道の可視化例です。この図は、Gaussian の分子軌道関数値(スカラーデータ)を基にベクトル勾配を計算しています。そして、十字状に配置した 2 つの面メッシュタイプのプローブにパーティクルをレイアウトして流線を計算し、分子軌道関数値の値で流線の色付けしています。

図 7 及び図 24 は、ビル周りの流れを矢印を使ってパーティクルリリース表示した可視化例です。図 15 は、屋根の一部が空いている建物の室内/室外の流れを流線図のリボン表示した可視化例です。床近くにパーティクルをレイアウトして流線を計算してリボン表示しています。リボンと側面の壁は、速度の大きさで色付けしています。

(4) 等値面表示 (isosurface)

等値面表示は、3次元のスカラーデータを表現する表示手法の一つで、3次元空間の特定値のデータの分布場所をサーフェイスを使って表示します。図 17 は、立方体周りの速度の大きさを 5 つの等値面を使って透明度表示した例です。また、図 23 は、等値面のレンダリングを面レンダリングから線レンダリングに変更してワイヤフレーム表示しています。この例では、表示色をグレースケールに変更し、線レンダリングのラインタイプを面ごとに変えて複数の等値面を区別してあらわしています。

(5) ボリューム表示 (Isovolume)

ボリューム表示は、3次元のスカラーデータを表現する表示手法の一つで、3次元空間の特定のデータ値以上または以下のデータが分布する場所をボリューム表示します。図 12 は、密閉円筒管内に水を満たし、下面を加熱、上面を冷却したときの温度分布をボリューム表示した可視化例です。この例では、ボリューム表示の内部を見せるために、可視化領域を円筒の半分に限定して断面表示を行い、その断面に速度ベクトル図(白色の矢印)を表示しています。また、底面は温度を面コンター表示しています。

(6) レイトレーシング法を使ったボリューム表示

この表示手法は、3次元のスカラーデータを表現する表示手法の一つで、3次元のスカラーデータの大きさに対して不透明度レベルと表示色を設定し、透明度を使ったボリューム表示を行う手法です。この表示手法は、医療分野の MRI の可視化などではよく利用されていますが、VisPlus では、数値データがあれば、さまざまな分野のデータをボリュームレンダリング表示することができます。図 8 は乱流の圧力分布を、図 9 は密度分布を、図 11 は内部エネルギー分布を、ボリュームレンダリング表示した可視化例です。図 22 は Gaussian の C_2H_4 の HOMO 軌道と LUMO 軌道を、青と赤の 2 色を使ってボリュームレンダリング表示しています。

(7) 鳥瞰図表示

鳥瞰図表示は、2次元のスカラーデータの分布を高さの変化で表現する表示手法で、入力デー

タの大きさに応じて凹凸を付けたサーフェース表示を行います。図 18 は、地形データを 3 次元表示した可視化例です。この図は、2 次元のメッシュタイプの座標データとメッシュの各点に対しての標高データを使って、鳥瞰図を作成しています。

(8) 3D 棒グラフ表示

3D 棒グラフ表示は、2 つの要因に対する 2 次元のスカラデータの変化を 3 次元の棒グラフを使って表現する表示手法です。例えば、雨の降水量を表示する場合、降水量データを経度、緯度を使って表現することで、データと場所との相関関係を表示することができます (図 19 参照)。

(9) グリフ表示

グリフ表示は、入力データをグリフ (マーク) の大きさや色、位置関係を表現する表示手法です。測定データ等による離散データをあらわす場合によく利用します。図 20 は、実験データの粒子の噴出を球を使ってグリフ表示した例です。

(10) Axis, Bounds 表示

VisPlus では、Axis (座標軸) または Bounds (境界枠) を用途に合わせて表示することができます。表示範囲としては、全領域、フィルターを使って抽出した領域、スライス断面です。また、スライサーを使ってベクトル図やコンター図のアニメーション表示を行った場合は、表示断面と一緒に Axis も移動して表示されます。図 21 は、任意断面のコンター図の表示例です。図の表示断面は斜めにスライスしているため、Axis は 3 つの面を使って表示されています。

(11) 物体表面上のコンター表示

VisPlus の可視化アプリケーションには、物体の表面にスカラデータを使ってコンター表示するアプリケーションがあります。図 14 は、原子と結合を分子軌道関数値で色付けしています。また、図 15 は、側面の壁とリボンを速度の大きさに色付けしています。

(12) 複数の時系列イメージファイルの表示/動画保存

VisPlus の可視化アプリケーションには、複数の時系列のイメージファイルをメモリ上に取り込んでアニメーション表示を行い、動画ファイルを作成する Player アプリケーションがあります。このアプリケーションは、最大 4 種類までの時系列イメージファイルを、画像表示ウィンドウにレイアウト (配置、トリミング、拡大/縮小) してアニメーション表示することができます。図 27 は、速度ベクトル (A)、速度 (B)、圧力 (C)、温度 (D) といった 4 種類の時系列イメージファイルを横一列にレイアウトして表示した例です。1 フレーム目に、A.001.gif、B.001.gif、C.001.gif、D.001.gif が、2 フレーム目に A.002.gif、B.002.gif、C.002.gif、D.002.gif が画像表示ウィンドウに表示されます。また、画像表示ウィンドウのトリガをとって表示画像を連続的にファイルに保存することもできます。例えば、立体視の画像ファイルを用意すれば、立体視のアニメーション表示や動画ファイルを作成することができます。

(13) 2 つのデータの比較表示

VisPlus の可視化アプリケーションには、2 つの時系列ファイルのスカラデータを同時に読み込んで比較表示する Compare アプリケーションがあります。図 26 は、Gaussian を使って解析した Mn の分子軌道の可視化例です。2 つの図は、分子 (ワイヤフレームのドット表示) と結

合（ライン表示）と分子軌道（HOMO と LUMO 軌道が等値面表示）がともに表示されています。

比較方法としては、2つの図のXY方向のDistanceを変更して重ね合わせたり、上下や左右にレイアウトしてコンター図と等値面を使って可視化します。また、入力データを#1と#2といった変数であらわし、その変数を使った数式（算術式や数学関数が利用可能）を操作パネルに入力して、その演算結果を等値面を使って左側の図に重ねて可視化します。この例では、「#1-#2」を指定して、2つのスカラー値の差を等値面（ワイヤーフレームのドット表示）を使って表示しています。

(14) 幾何形状の表示

VisPlusには、アスキー形式の3次元座標データを基にAVSのジオメトリファイルを作成するプログラムがあります。図7と図13はビルを、図15は建物(屋根と壁)を、図10は2つのビーカー(半分)を、ジオメトリファイルを作成して可視化データと一緒に表示しています。

(15) ディスプレイへの表示機能

AVSには、表示手法を使って作成したグラフィックス・オブジェクトをディスプレイに表示するときに利用すると便利なレンダリング機能があります。以下に、いくつか紹介します。

レンダリング・モード：

表示手法を使って作成したグラフィックス・オブジェクトは、点/線/面/ボリュームなどのレンダリング操作を組み合わせでディスプレイに表示できます。図23は、等値面に対して表示される面レンダリング表示をOFFにし、線レンダリングをONにしてワイヤーフレーム表示を行っています。

表面属性：

物体の質感や材料をあらわすために、光の物体に対する表面特性を設定できます。画像表示ウィンドウでは、物体の透明度の割合、物体が反射する環境光/直接光の割合、反射強度/反射光の鋭さ/反射光の色の割合が指定できます。図16に示すように、透明度の値を小さくすると、ボリュームの内部を見ることができます。また、図23に示すように、曲面のある物体に対して反射強度と鋭さを指定するとハイライトの鋭さや広がりを確認できます。

線属性：

線表示の線の太さやタイプ（Solid, Dashed, Dotted, Dashed-dotted）などを指定できます。

グレースケール表示：

論文等に図を載せる場合は、画像表示ウィンドウの背景色を白色に、グラフィックス・オブジェクトのカラー設定をグレースケールに、ラベル・オブジェクトは、黒色に変更することができます（図23参照）。

平行/透視投影：

人の目で物を見たとき遠くにあるものは小さく、近くにあるものは大きく見えます。このような表示を透視投影と呼びます（図 20 参照）。逆に、どちらも同じ大きさで表示することを、平行投影と呼びます。物体の形状等を正確に把握する場合は、平行投影を利用します。（図 21 参照）VisPlus では、通常、この平行投影を使って表示されます。また、つぎに説明する「視点を移動して可視化」や「立体視」のように大きな視野で物体を立体的に見せたい場合は、透視投影を利用します。透視投影の視野の大きさは、角度で指定することができます。

視点を移動して可視化：

カメラの視点をカメラの視線方向（Z 軸）上に移動する操作を行って、可視化空間の中に入って可視化空間の中から外を眺めるような可視化が利用できます。図 15 は、視点を建物の内部に移動して可視化した例です。

立体視：

カメラの視点を移動する操作を行って、機材を使わない裸眼立体視（交差法または平行法）のための右目用画像と左眼用画像の画像ファイルを作成することができます。また、作成した 2 つの画像ファイルは、⑫の「複数の時系列イメージファイルの表示/動画保存」を使ってディスプレイにレイアウトして立体視できます。

図 24、図 25 は、右目用と左眼用のそれぞれの視点の位置でパーティクルリリースを動作させたアニメーション表示画像を、Write Image File パネル（図 4、図 5 参照）を使って連続的にファイルに保存し、⑫の方法を使ってアニメーション表示したものです。

Depth Cue 表示：

Depth Cue 表示は、遠くのはより暗く、コントラストを低くして表示して、奥行き感を表現することができます（図 15 参照）。

背面/表面消去表示：

背面消去とは、物体の裏の面を不表示にする機能です。表面消去とは、物体の表の面を非表示にして、物体の内部を見ることができます。この背面/表面消去は、物体（描画オブジェクト）ごとに指定できます。

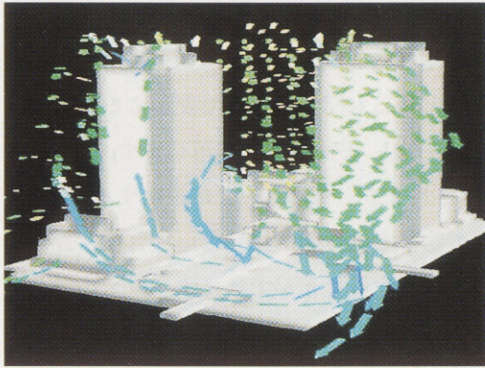


図7 ビル周りの流れのシミュレーション
CRC ソリューションズ(株)提供

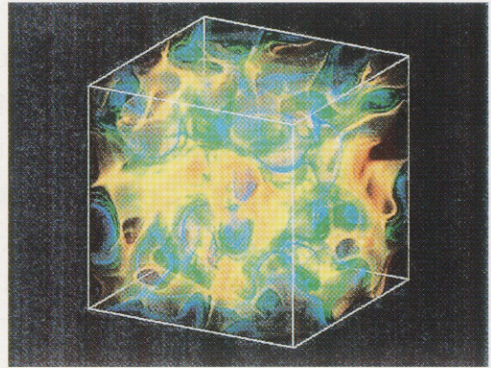


図8 乱流のシミュレーション
名古屋大学工学研究科 石原卓氏提供

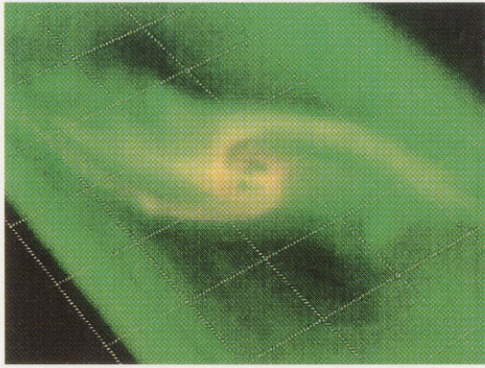


図9 惑星周りのガスの流れのシミュレーション
名古屋大学理学研究科 谷川享行氏提供

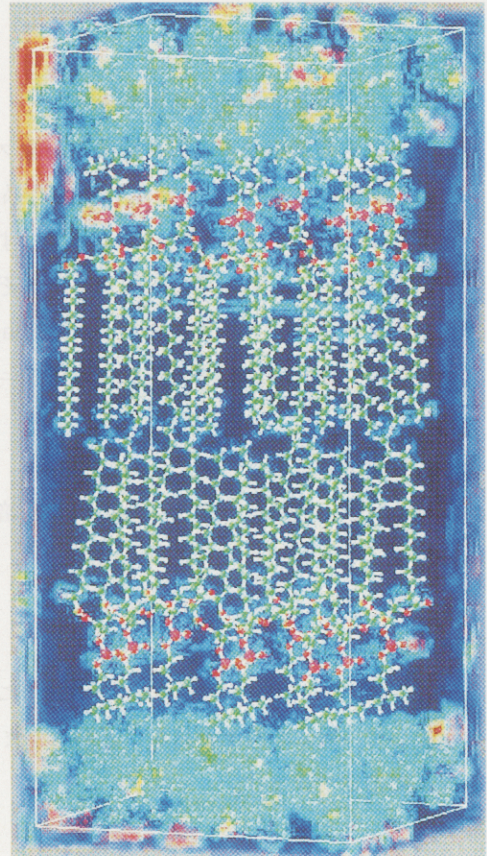


図11 細胞膜のシミュレーション
富士通計算科学研究センター提供

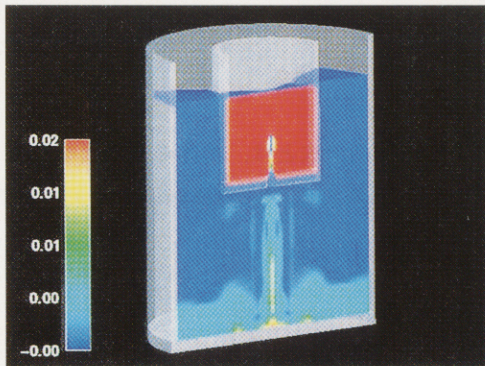


図10 塩水と真水の拡散対流シミュレーション
名古屋大学人間情報学研究科 岡村実奈氏提供

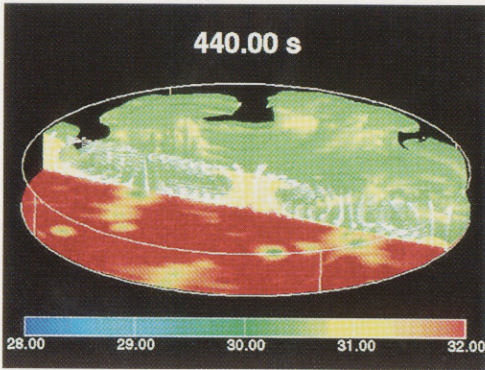


図 12 レイリ・ベナル対流シミュレーション
名古屋大学工学研究科 辻義之氏提供

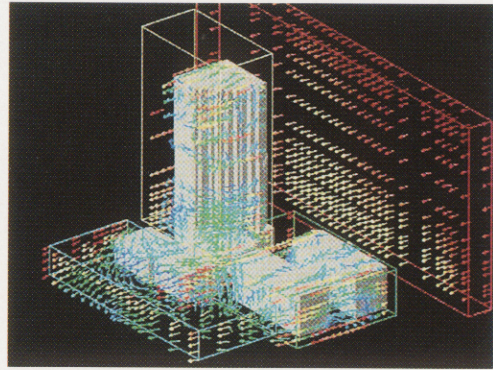


図 13 複数のベクトル図表示

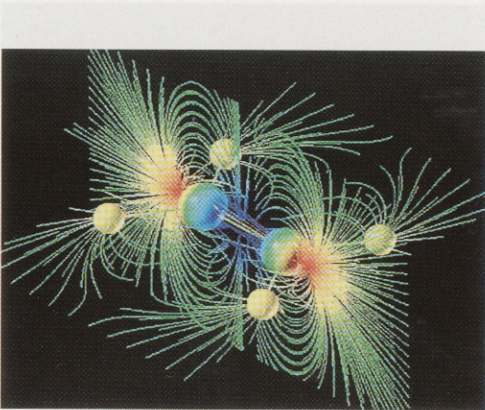


図 14 分子軌道の複数の流線図表示

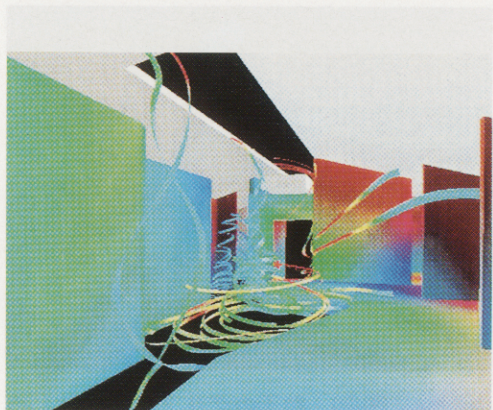


図 15 天窗付き室内の流線のリボン表示

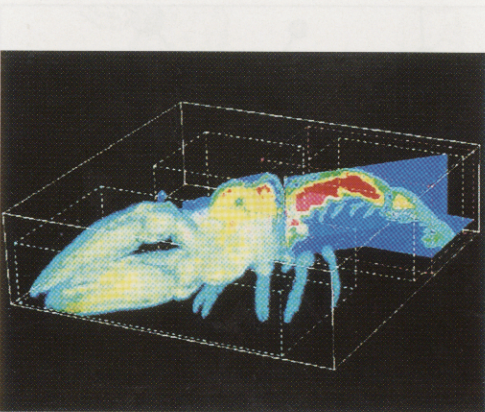


図 16 複数のコンター図表示

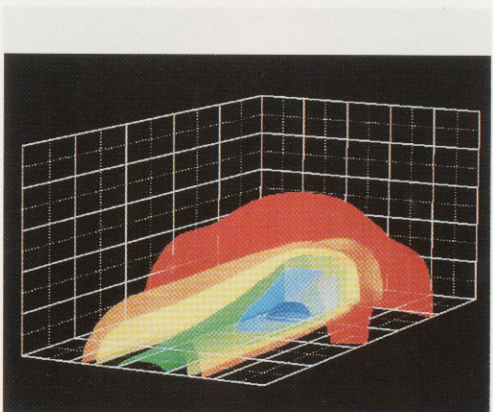
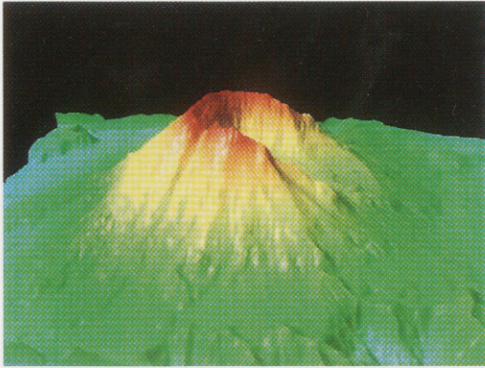
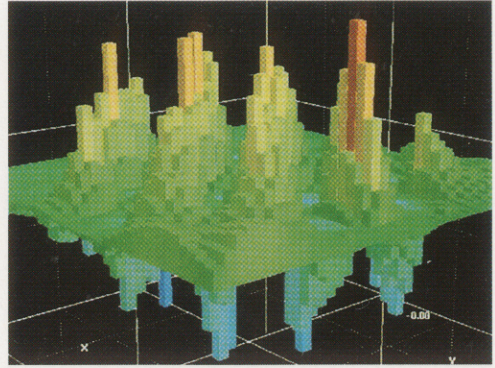


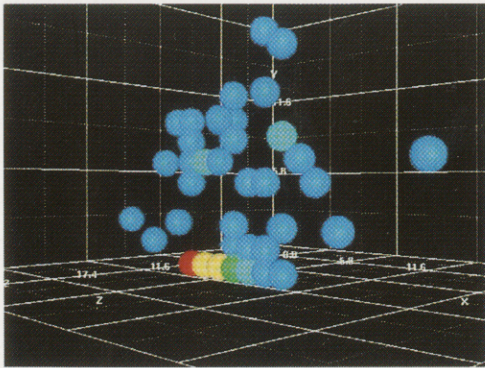
図 17 複数の等値面表示



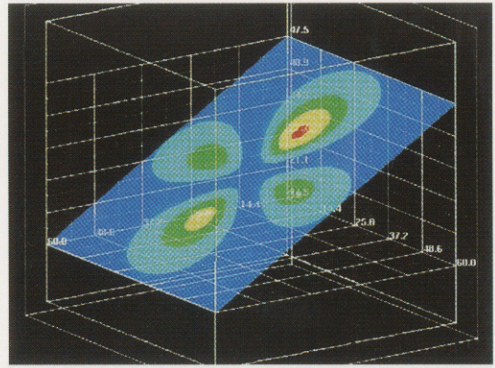
示像図 図 18 鳥瞰図 引図



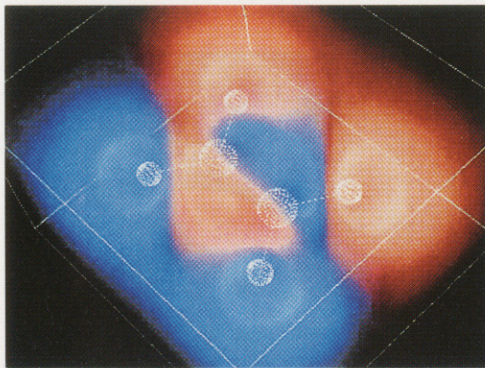
示像図 図 19 3次元棒グラフ 引図



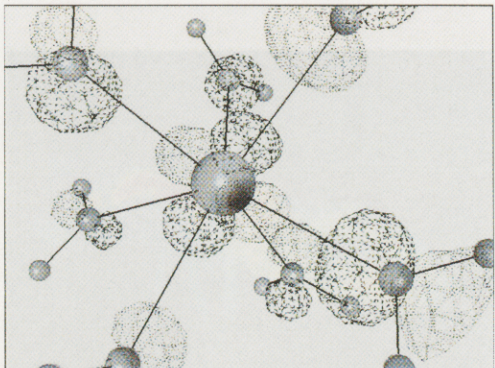
示像図 図 20 粒子のグリフ表示 引図



示像図 図 21 Axisの任意断面表示 引図



示像図 図 22 HOMO&LUMOの軌道のボリューム表示 引図



示像図 図 23 グレイスケール&ワイヤーフレーム表示 引図

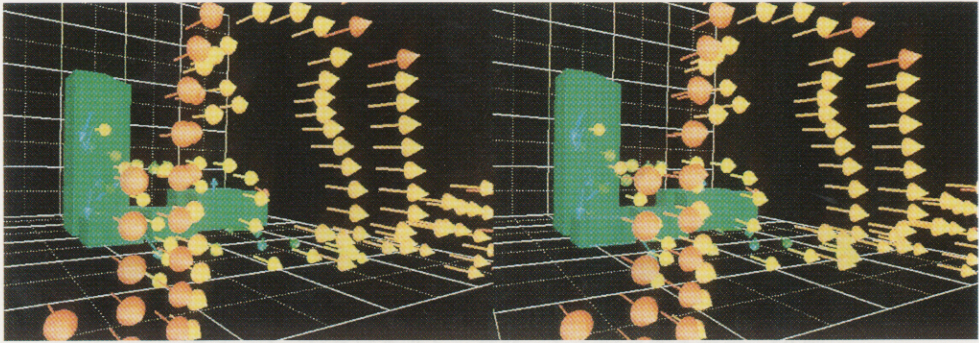


図 24 裸眼立体視（交差法）のアニメーション表示（パーティクルリリース）

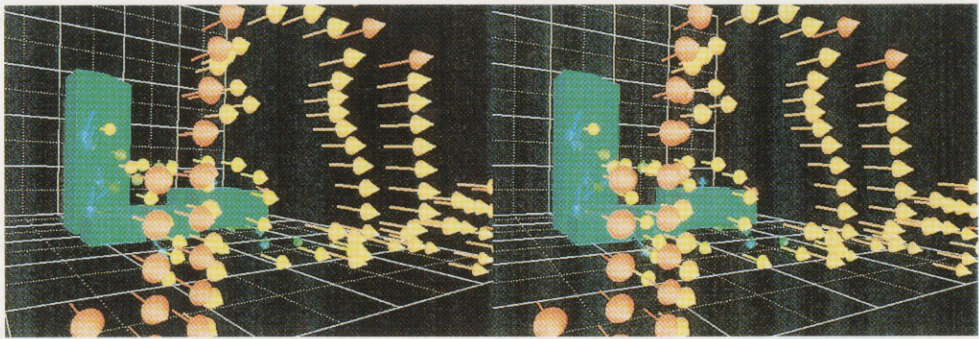


図 25 裸眼立体視（平行法）のアニメーション表示（パーティクルリリース）

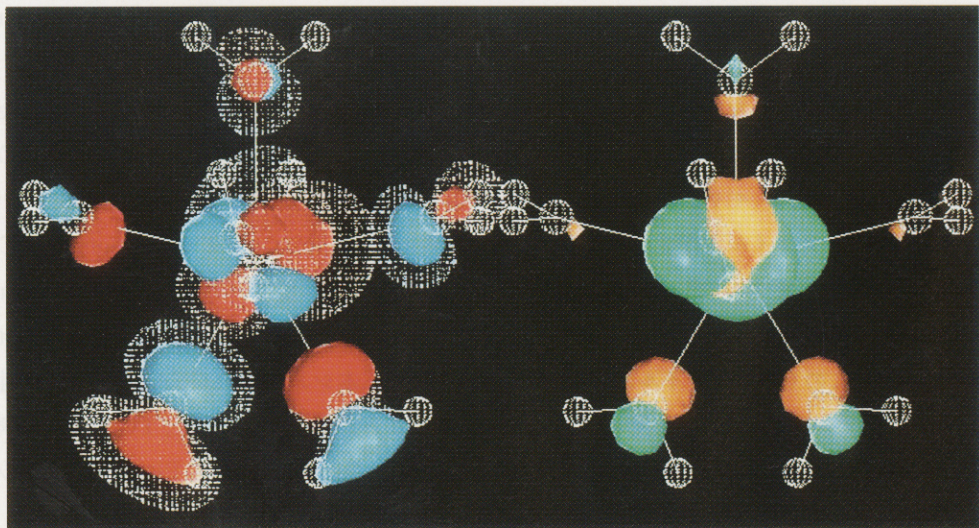


図 26 分子軌道データの比較表示

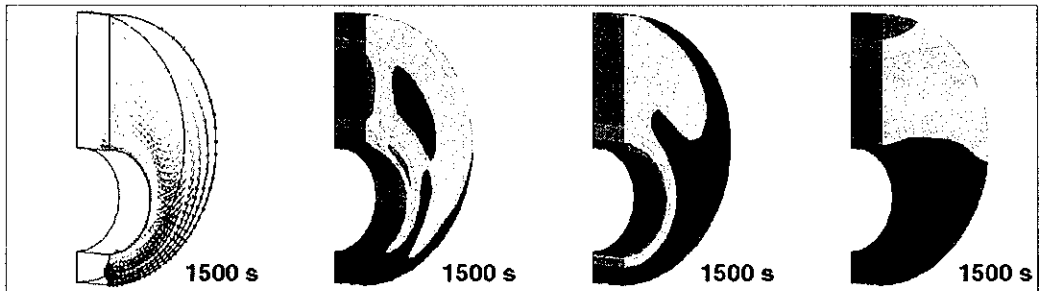


図 27 複数の時系列イメージファイルのアニメーション表示

IX. 可視化結果の保存

VisPlus では、画像表示ウィンドウに表示している可視化結果をつぎの形式でファイルに保存できます。

- イメージファイル (形式：TIFF, GIF, JPEG, VRML, PS など)
- 動画イメージファイル (形式：AVI, MPEG1)
- 動画ジオメトリファイル (形式：GFA)

イメージファイルは、MultiWindowApp ウィンドウの Write Image File パネル (図 4, 図 5 参照) に、ファイルの保存場所と保存するファイルに付ける名前と画像形式を指定して、Write ボタンを押して表示画像をファイルに保存します。例えば、画像形式が「JPEG 形式」でファイル名のベース名が「ex1」で教番を「001」から振る場合は、ex1.001.jpg, ex1.002.jpg, ex1.003.jpg…となります。また、画像表示ウィンドウのトリガをとって表示画像を連続的にファイルに保存することもできます。また、作成した時系列画像ファイルは、(12)の「複数の時系列イメージファイルの表示/動画保存」を使ってディスプレイにレイアウト表示 (図 27 参照) して動画ファイルを作成できます。

動画イメージファイルを作成する場合は、MultiWindowApp ウィンドウの Image Capture パネルを使用します。作成方法は、画像表示ウィンドウに表示している可視化結果を Image Capture パネルを使って、メモリに蓄えて、アニメーション表示を行い、動画ファイルを作成します。

動画ジオメトリファイルを作成する場合は、MultiWindowApp ウィンドウの Geometry Capture パネルを使用します。作成方法は、画像表示ウィンドウに表示している可視化結果を Geometry Capture パネルを使って、メモリに蓄えて、アニメーション表示を行い、3D の動画ファイルを作成します。この GFA ファイルは、AVS 独自の形式で、本システムの GFA Player の再生表示用の可視化アプリケーションを使って再生表示を行うことができます。また、PC を使って再生表示する場合は、<http://www.kgt.co.jp/library/tool/index.html> から GFA Player (フリーソフト) をダウンロードして PC にプラグインして、再生表示を行うことができます。

X. お わ り に

3次元時系列データを可視化する数値データ可視化システム VisPlus について紹介しました。この VisPlus の各種マニュアルは、本センターのホームページ <http://www.itc.nagoya-u.ac.jp> の「汎用サーバ gpcs 利用案内」の「可視化ツール VisPlus」からダウンロードできます。今後は、可視化アプリケーション・ライブラリの種類を増やして適用範囲を広げ、大規模データや非構造格子データの可視化についても順次サポートしていく予定です。また、Gaussian の解析結果の可視化にあたっては、岐阜大学地域科学部の和佐田裕昭氏が作成した MOPLOT という分子軌道関連数値計算ソフトウェアと連携をとっています。

最後に、いろいろアドバイスして頂いた富士通長野システムエンジニアリング・AVS サポートセンターの方々に感謝いたします。なお、本システムに関するご意見、ご要望がありましたら筆者(運用支援掛：789-4372, 内線 4372, E メールアドレス：ichiro@itc.nagoya-u.ac.jp)までご連絡ください。

参 考 文 献

- [1] AVS を手軽に使うための可視化システム VisPlus 高橋一郎
情報処理学会誌「情報処理」IP SJ Magazine Vol. 43 No. 5 May 2002
- [2] 数値データ可視化システム VisPlus について 高橋一郎
全国共同利用大型計算機センター開発論文集 No. 23 2001.11
- [3] AVS Express を使った分子軌道可視化システム 高橋一郎 和佐田裕昭 和佐田祐子
全国共同利用大型計算機センター開発論文集 No. 21 1999.11
- [4] リアルタイム可視化ツール VisLink の紹介 高橋一郎
名古屋大学大型計算機センターニュース 第 133 号 2002.2
- [5] 分子軌道可視化プログラム moplot 及び moview の紹介 高橋一郎 和佐田裕昭 和佐田祐子
名古屋大学大型計算機センターニュース第 120 号 1998.11
- [6] AVS/Express に関するマニュアル
<http://www.kgt.co.jp/library/manual/avs.html>
- [7] VisLink に関するホームページ
<http://venus.netlaboratory.com/hpc/messe/viz/viz.html>

(たかはし いちろう：名古屋大学情報連携基盤センター運用支援掛)