

可視化アプリケーションを作成してみませんか V モジュールの概要 —その1—

高 橋 一 郎

I. はじめに

本センターでは、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である AVS/Express (以後 AVS と呼ぶ) が利用できます。AVS では、可視化処理を、多段階のデータ変換処理の集合と考え、可視化を構成する基本処理単位であるモジュールと呼ばれるアイコン (小さな箱) で抽象化します。そして、それらをネットワークエディタと呼ばれるツールを使ってマウス操作で組み合わせることでアプリケーション (AVS ではネットワークと呼ぶ) を構築します (図1 参照)。また、作成したアプリケーションは、AVS のカーネルの中間言語である V 言語でテキストファイルに保存し、可視化アプリケーションとして利用することができます。

AVS を利用すると、独自のアプリケーションを構築できますが、AVS を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ます。そこで、筆者は AVS の知識のない方の AVS の利用を助けるために汎用可視化システム「VisPlus」を開発し、フリーソフトウェアとして公開しています。

今回紹介する V モジュールは、VisPlus システムの新機能で、AVS のモジュールを組み合わせで作成したマクロモジュールの集まりです。V モジュールは、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、オープンプラットフォームで動作し、AVS のネットワークエディタを使ってモジュールをカスタマイズして利用することができます。

これから数回に渡って VisPlus システムの V モジュールの利用方法について説明します。本稿では、まず、V モジュールの概要について紹介します。なお、本センター以外の方で V モジュールを利用される方は、次の VisPlus のホームページから無償でダウンロードできます。

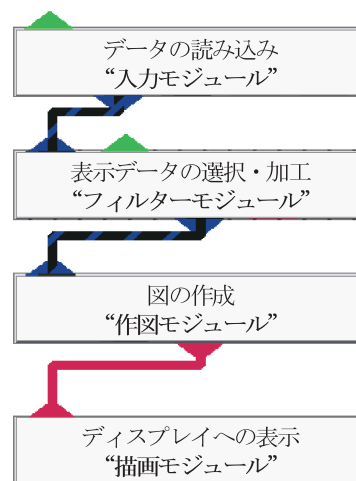


図1 ネットワーク・プログラミング例

URL: <http://sora.cc.nagoya-u.ac.jp/visplus/main.html>

II. 特徴

Vモジュールには、次のような特徴があります。

- ・250を超える多彩なモジュールが利用できます。
- ・複数の3次元の描画ウィンドウが利用できます。
- ・複数の形式の異なる時系列データが扱えます。
- ・複数のデータ、複数の領域、複数の視点、複数の同じモジュール、複数の描画ウィンドウを、一括して操作できます。
- ・立体視やフライスルー可視化が行えます。
- ・モジュールのカスタマイズが行えます。
- ・マルチ・プラットフォームで動作します。

III. 動作環境

Vモジュールは、AVSがインストールされているすべてのプラットフォームで動作します。利用する上での環境設定は不要です。また、マルチディスプレイ環境や立体視環境があれば、新たなプログラミングやデータの変更をせずにその環境が持つ機能を使った可視化を行うことができます。例えば、立体視対応の液晶シャッターメガネが使用できる環境で、複数の描画ウィンドウを使ったアプリケーション・プログラムを動作させた場合、すべての描画ウィンドウに対して立体視を行うことができます。

IV. 利用方法

アプリケーション・プログラムの開発は、AVSを起動して表示されるネットワークエディタを使用します。AVSが標準装備しているモジュールとVモジュールを組み合わせることでさまざまなアプリケーション・プログラムを構築することができます。以下に、アプリケーション・プロ

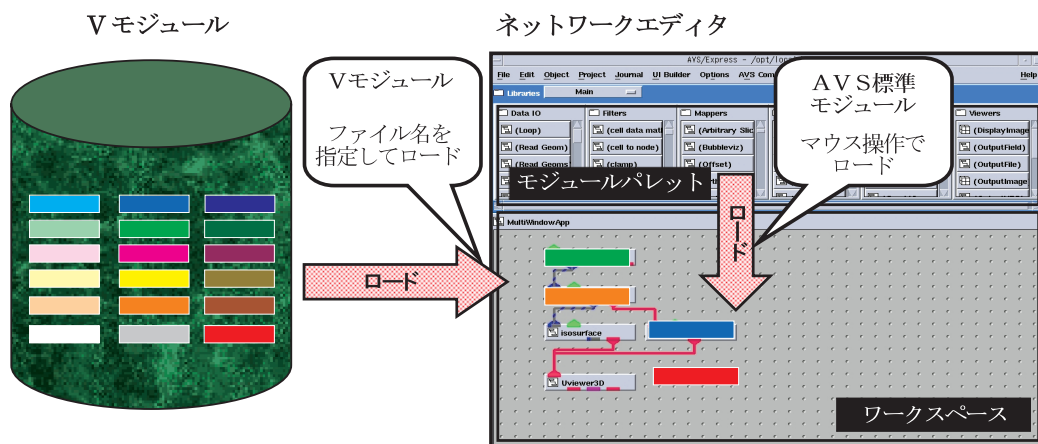


図2 アプリケーションの構築方法

ラムの構築方法を示します。

1. モジュールのロード

AVS 標準のモジュールは、図 2 に示すようにネットワークエディタのモジュールパレットからマウスのドラッグ操作でワークスペースにロードします。V モジュールについては、次の手順でワークスペースにロードして利用します (図 3 参照)。

- ① ロード先のアプリケーション名を (図 3 では “MultiWindowApp”) マウスの左ボタンでクリックします。選択したアプリケーション名が水色でハイライト表示されます。
- ② メインメニューの Object プルダウンメニューから “Load Objects...” を選択します。
- ③ 現れたファイルダイアログに V モジュールが格納されているディレクトリの場所を指定します。本センターのスーパーコンピュータ (hpc) 上で利用する場合は、次のディレクトリ名を指定してください。

V モジュールが格納されているディレクトリ： /opt/local/cent/vtools

- ④ 現れたファイル名の一覧からロードするモジュールを示すファイル名を選択します。そして、OK ボタンを押します。ロードが完了すると、ワークスペース上にモジュール・アイコンが表示され、操作パネルを持つモジュールの場合は操作パネルが表示されます。

2. モジュールアイコン

モジュールは、ネットワークエディタ上で図 4 のようなモジュールアイコンで表され、図中に示すようにデータの受け渡しを行うための入力ポート (上側) と出力ポート (下側) を持ちます。このポートはデータの型によって色分けされ、同じ色の出力ポートと入力ポートを接続することでデータの流れを作ることができます。

モジュール名はモジュール固有の名前で、名前によってモジュールを判別します。V モジュールのモジュール名は、“X_” で始まり、モジュール名の最後に付く数字は同時処理可能なデータ

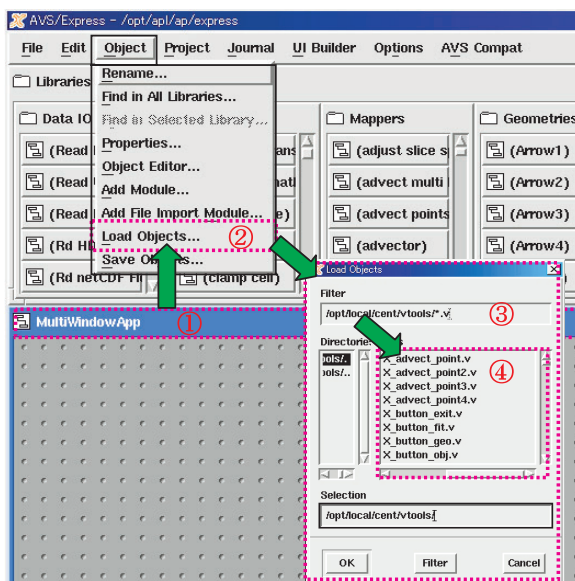


図 3 V モジュールのロード手順

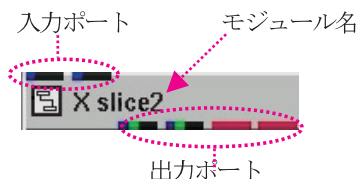


図 4 モジュールアイコン

数を示します。

図5では、X_slice2 モジュールと X_contour2 モジュールが V モジュールです。ともに2つのデータを同時に扱うことができるモジュールです。

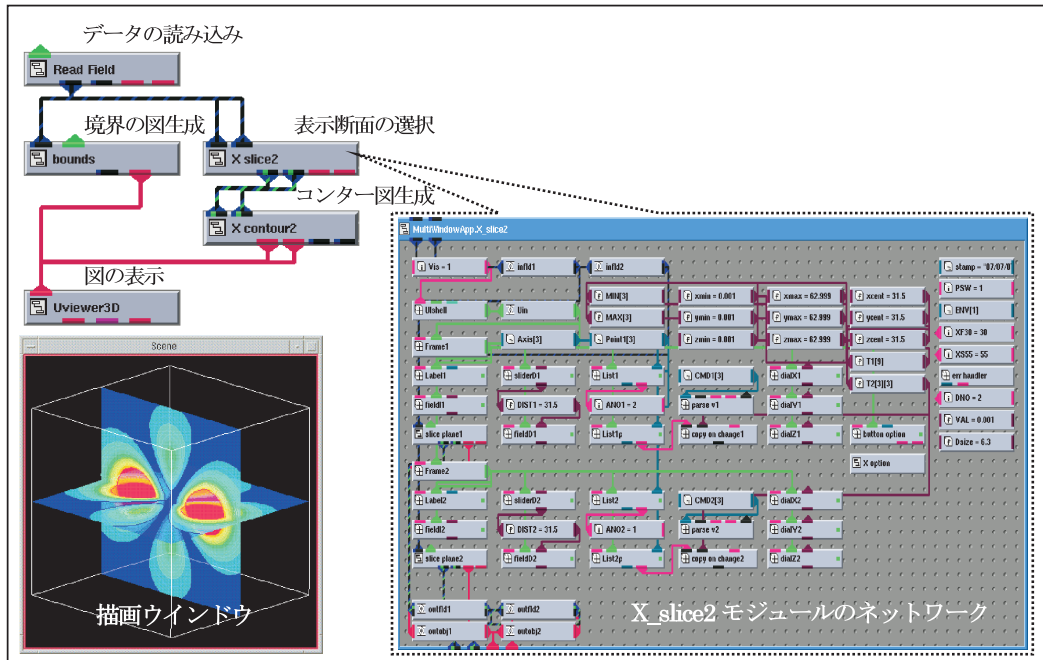


図5 アプリケーションの構築例

3. アプリケーションの作成

必要なモジュールがワークスペースにロードされたら、それらのモジュール・アイコン同士をデータの流れてに沿って接続すればネットワーク（アプリケーション）は完成します。実際の操作は、モジュール・アイコンが持つ入力ポートと出力ポート間で、マウスをドラッグすることで接続及び切断操作を行います。図5に、3次元データの2箇所断面コンターを表示するネットワークの構築例を示します。このネットワークの中では、X_slice2 モジュールと X_contour2 モジュールが V モジュールです。

V モジュールのカスタマイズを行う場合は、まず、V モジュールアイコン上でマウスの左ボタンをダブルクリックしてモジュールのネットワークを表示します。そして、現れたネットワークに対して変更操作を行います。

4. アプリケーションの実行

AVS は、データフロー型のアーキテクチャです。入力データかパラメータの変更が発生するとモジュールが実行され、モジュールの出力ポートに実行結果が出力されます。したがって、一連のネットワークの最上流のモジュールが実行されると、次々に下流モジュールが実行され画面

に結果が表示されます。

図5に示すアプリケーションを例に挙げると、Read Field モジュールのパラメータに可視化するデータのファイル名をインプットすると、可視化データが読み込まれ、読み込んだデータはデータフローにしたがってネットワークの上から下へと線に沿って流れます。まず、Read Field モジュールから線で結ばれた下層の bounds モジュールと X_slice2 モジュールにデータが流れます。次に、bounds モジュールは、境界の図を作成します。X_slice2 モジュールは、3次元データの2箇所の断面を切り出し、下層の X_contour2 モジュールに切り出した断面データを渡します。そして、X_contour2 モジュールはそのデータを受けて2個のコンター図を作成します。作成した作図データは Uviewer3D モジュールに流れ込み、描画ウィンドウに表示されます。

V. 可視化事例

以下に、V モジュールを使用した可視化事例を紹介します。

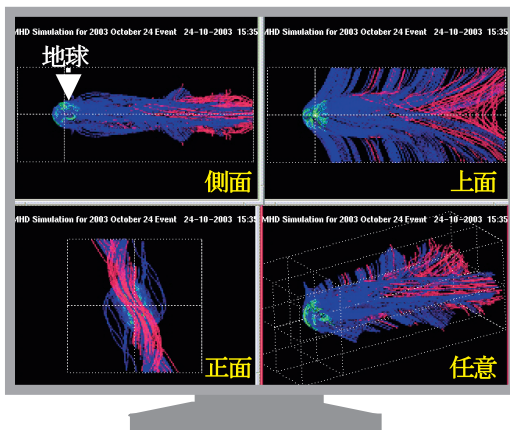


図6 地球磁気圏のMHDシミュレーション
名古屋大学太陽地球環境研究所
萩野竜樹氏提供

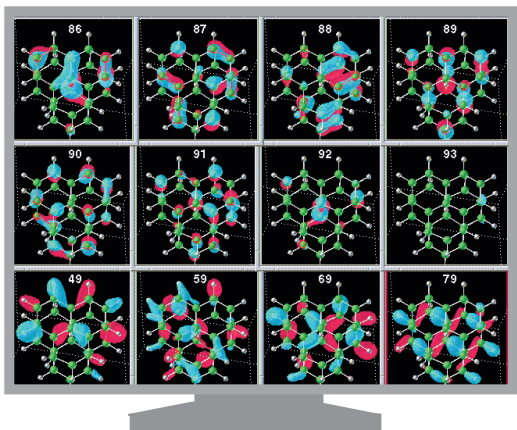


図7 グラファイトの分子軌道法計算結果の一部
名古屋大学工学研究科
吉田朋子氏 宮部祐三子氏提供

1. 多視点を使った可視化

図6には、太陽風と地球磁気圏相互作用のMHD(3次元電磁流体力学)シミュレーションの解析結果を、複数方向から同時に眺めた様子を示します。図は、地球磁気圏の磁力線の3次元構造を表しています。この例は、4つの描画ウィンドウに幾何変換(サイド表示、回転、移動、拡大、縮小)操作を施して眺める方向を決め、時系列データを連続的に表示して太陽風によって複雑に変化する地球磁場と惑星間空間磁場の構造を可視化しました。

Vモジュールには、この例で示すように複数の描画ウィンドウに対して多視点(非同期モード)また1視点(同期モード)を選択して、可視化するモジュールがあります。

2. 複数データの比較表示

図7には、Gaussian03を使った分子軌道法計算の100を超える軌道データ出力の中から、注目したい軌道を見つけ出すときに使用した可視化例を示します。この例では、まず、12個の描画ウィンドウに、分子、結合、軌道を連続的に表示し、候補となる特性を持つものを選び出します。そして、選び出した軌道を描画ウィンドウに表示して比較することにより、目的の軌道を短時間でを見つけ出すことができました。

Vモジュールには、この例で示すように時系列データを操作（連続読み出しモード，非連続読み出しモード）して、複数の任意のステップデータを同時に読み出すモジュールがあります。

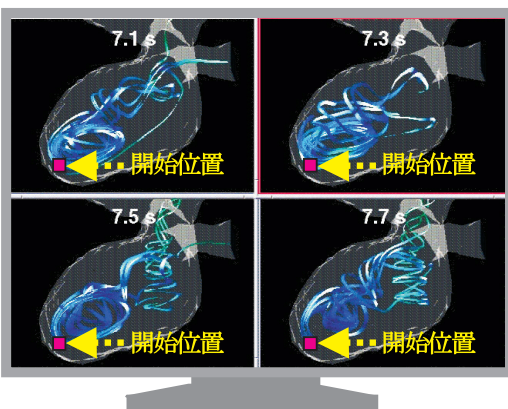
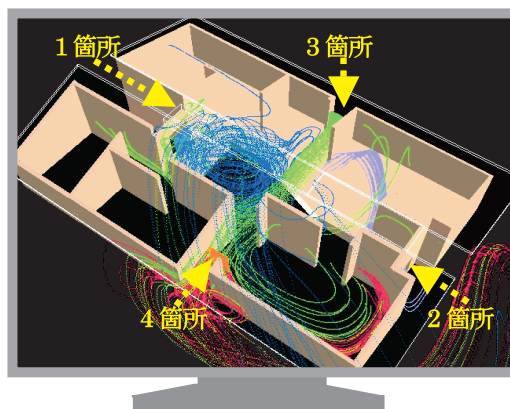


図8 熱帯気候の家の流れのシミュレーション
名古屋大学工学研究科
RJAPAKSHA INDRIKA 氏提供

図9 3DCTをもとにした脳動脈瘤のシミュレーション
名古屋大学脳神経外科 服部健一氏提供

3. 複数のモジュールの同時操作（実行制御パラメータの同期化）

図8には、熱帯気候の家の流れのシミュレーションの結果を、4個のパーティクルリリース・モジュールを使ってアニメーション表示した様子を示します。この例では、家の4箇所の出入り口に、質量のないパーティクルを配置し、配置した4箇所から同じタイムステップでパーティクルを連続的に放出することにより屋内外の風の流れを可視化しました。この同時操作は、4個のパーティクルリリース・モジュールの実行を制御するパラメータ値の同期化をはかることにより実現しています。

Vモジュールには、この例で示すように複数の同じモジュールの実行を制御するパラメータの同期をとって、同時操作するモジュールがあります。

4. 複数のモジュールの同時操作（位置情報パラメータの同期化）

図9には、脳の動脈瘤の血流動態シミュレーションの解析結果を、4個の描画ウィンドウに4時刻単位に流線表示モジュールを使ってリボン表示した様子を示します。この例では、描画ウィンドウ間で流線を開始する位置を同期させて一括操作することにより、時系列データ間の流れの比較や瘤内部の流れを可視化しました。流線開始位置は、描画ウィンドウ上でのマウス操作や操

作パネルを使って、対話形式で解析空間内を自由に移動していろいろな場所から流線を放出することができます。

V モジュールには、この例で示すように位置情報やメッシュ情報に関するパラメータの同期をとって、同時操作するモジュールがあります。

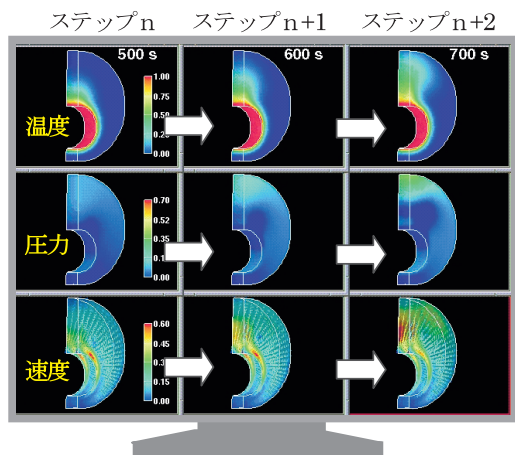


図 10 円管内の自然対流のシミュレーション
富士通計算科学研究センター提供

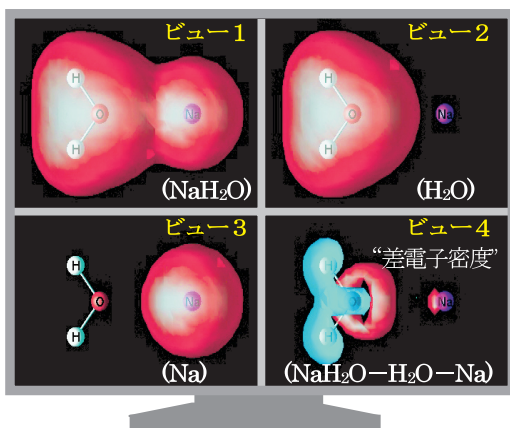


図 11 分子軌道法計算結果から求めた差電子密度など
岐阜大学地域科学部 和佐田裕昭氏提供

5. 複数成分の時系列データの可視化

図 10 には、二重円管内の熱対流のシミュレーションの解析結果を、3 ステップ 3 成分単位に 9 個の描画ウィンドウに表示した様子を示します。画面上の描画ウィンドウの表示データは、横方向には時間ステップを、縦方向にはその時間ステップの成分データ（温度データ、圧力データ、速度データ）をコンター図とベクトル図を使って表示しています。この例では、複数のステップデータと複数の成分データを同時に表示することにより、時系列データの動きと成分データ間の相関関係を可視化しました。

V モジュールにはこのように、時系列データを操作して、複数ステップデータや複数成分データを同時に読み出すモジュールがあります。

6. 数式演算処理を用いた電子密度の可視化

図 11 には、Gaussian03 による分子軌道法計算の結果を解析した例として差電子密度分布を求めたものを示します。ここでは、操作パネルから入力した数式を使って演算処理を施した様子を示します。

この例は、ビュー 1 からビュー 2 とビュー 3 の電子密度データを引いた結果を、ビュー 4 に表示しています。したがって、ビュー 4 の表示が差電子密度分布になります。AVS には、データを演算するモジュールがあります。入力データを #1, #2, #3 といった変数で表して、算術式や数学関数と組み合わせてデータに対して演算処理を行い、得られた演算結果も作図モジュール

ルを使って直接図示して確認することができます。図 11 の演算式は、“#1-#2-#3” または “#1-(#2+#3)” です。

7. フライスルー機能を用いた血管内部の可視化例

図 12 には、脳の血管にできる動脈瘤の血流解析を行った可視化結果を、脳の内頸動脈から入り込んで血管内部の様子を血液の流れに沿って流れの相対速度で観察した様子を示します。図中のコンターライン表示は血管壁に働く力 (wall shear stress) を、流線 (チューブ表示) は血液の流れの速度と向きを表しています。図 13 に、可視化空間の血管形状と、フライスルーに使用したカメラの移動軌跡 (流線をもとに作成したルート) を示します。図 12 の右図は、拍動モデルの 2 つの時刻の解析結果を、2 つの描画ウィンドウを使って同じルートで同時にフライスルーしたときの一場面を示します。

V モジュールには、この例で示すようにカメラを移動させて可視化空間内をフライスルーするモジュールと、フライスルー・ルートがいない描画オブジェクトに幾何変換操作を施してフラ



図 12 脳の血流解析シミュレーションの血管内部のフライスルー

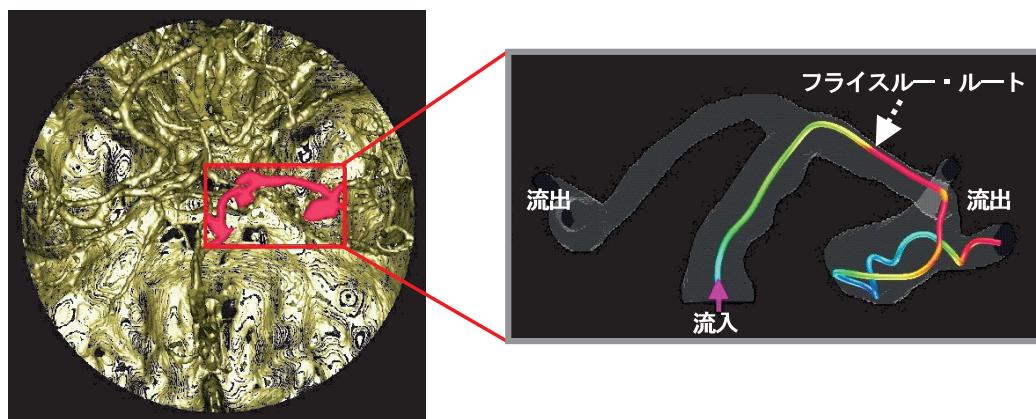


図 13 解析モデル形状とフライスルー・ルート

イスルーするモジュールがあります。

VI. おわりに

以上、VisPlus システムの新機能である V モジュールの概要について紹介しました。この V モジュールを使用すると、少ないプログラミング操作で複雑なアプリケーションを容易に構築することができます。現在も、新しい V モジュールの開発は継続しており、新規開発モジュールに関する情報は、随時 VisPlus のホームページでお知らせします。次回から、V モジュールの中からいくつかのモジュールを抜粋して順次解説を行います。なお、今回紹介した可視化事例の動画は、VisPlus のホームページで閲覧できます。

V モジュールに関するご質問ご要望がある方は、筆者（センター 3 階運用支援掛：052-789-4372，内線 4372）までご連絡ください。

謝辞

本研究の開発を進めるにあたり、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、株式会社ケー・ジー・ティーの方々に感謝いたします。

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」IPSJ Magazine Vol.43 No.5 May 2002
- (2) AVS を使ったシミュレーション支援システムの開発 高橋一郎
全国共同利用情報基盤センター研究開発論文集 No.26 2004.11
- (3) AVS を使ったハイエンド・ビジュアライゼーションシステム VisPlus 高橋一郎
全国共同利用情報基盤センター研究開発論文集 No.27 2005.10
- (4) 可視化アプリケーション開発ツール “V ツール” 高橋一郎
全国共同利用情報基盤センター研究開発論文集 No.29 2007.10

(たかはし いちろう：名古屋大学情報連携基盤センター・名古屋大学全学技術センター)