

1. はじめに

これまで地球シミュレータプロジェクトの中で、列島規模の地殻変動解析が行われてきた。その中で、日本列島に潜り込むプレートの形状が地震発生メカニズムに大きく影響してくることが判明し、モデル化等において多くの検討の余地があることが指摘されている。そこで、プレートの潜り込み、内陸部の断層を組み込んだ詳細なモデルを構築する必要がある。

地殻変動解析を行うにあたって重要となるのが、解析に用いる3次元結晶構造のモデル化と可視画像化である。これまで主として可視画像化のプログラム開発してきたが、機能にいくつか問題がある。そこで、まずは機能の問題点についての修正を行った。

可視画像化プログラムは Visual Basic6.0 と Microsoft DirectX7 のサブシステムである Direct3DRM を用いて作成している。しかし、現在の開発ツールの進歩を考えるとプログラムの改良が望ましく、新たにプログラムを開発する必要がある。また、それと並行して断層を組み込んだ詳細なモデルの構築を行っていく。

2. 可視画像化プログラム

データ読み込み・データ作成機能

ここでは、解析を行う際に必要となる情報を持つインプットデータと解析により得られたアウトプットデータを読み込む。またそれに加え、画像描画に必要なデータを作成する。

画像描画機能

画像描画機能は用途に応じて、以下に示すような構成になっている。

- 1) フラット表示・線画表示機能
- 2) 破損面表示・透明表示機能
- 3) 断面カット機能
- 4) 切断面表示機能

アニメーション機能

モデルを x 軸、 y 軸、そして z 軸回りに回転させる機能（同時に2軸以上の回転も可）。

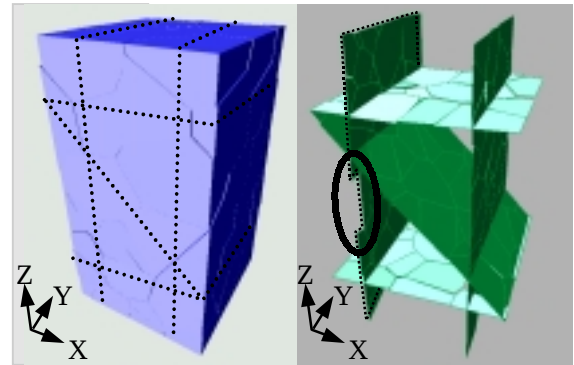


図1 解析後のモデル 図2 切断面表示機能

3. 研究内容

3.1 可視画像化プログラムの修正

研究を進めるにあたり、画像描画機能の1つである切断面表示機能において、描画する際の微妙な位置関係により、要素の欠落部分が発生することが判明した。図1は解析後のモデルであり、図2は図1に示すモデルを任意の位置で切断し表示する切断面表示機能である。そこでプログラムを見直し、判定条件で抜けている部分があることを明らかにした。判定条件の不足する部分については、切断面表示機能のアルゴリズムを元にベクトル解析により検証した。その結果、定義した切断面と各要素との交点を求める場合にそのうちのいくつかは抜けていることが分かった。そこで不足していた部分の修正を行い、要素の欠落の見られた位置の切断面を表示させたが要素は欠落したままだった。

そのため再度プログラムを徹底的に見直すと、切断面の位置を算出する際の計算に必要な単位法線ベクトルが用いられていないことが分かり修正を行った。

また、本プログラムではメモリ等を考慮して、単精度浮動小数点型の変数を用いて計算を行っていたが、その影響も考慮して倍精度浮動小数点型の変数に修正を行った。

3.2 FESM プログラムの利用と開発

FESM (Finite Element Spring Model) とは濱島により開発された不連続体解析手法である。この解析手法は、今まで困難とされてきた複雑な形状を有する3次元結

晶構造に対しての変形，破壊を扱うものであり，要素内の弾性，塑性，粘弾性変形状態に加え，結晶粒界での引張破壊，せん断破壊によって生ずる剥離，滑りを考慮することが可能な解析手法である¹⁾。

現在，地球シミュレータプロジェクトで用いられている FESM プログラムは解析，メッシュ分割，そして可視画像化などいくつかのプログラムから構成されている．本研究ではそれらの中で主に可視画像化とメッシュ分割のプログラムを扱う．

3.2.1 可視画像化プログラム

地球シミュレータプロジェクトの中で可視画像化に用いているのは，汎用グラフィックソフトの AVS (AVS/EXPRESS) である．しかし，このソフトは高度なカスタマイズ機能を有しているため，非常に高価である．そのため容易に利用することは難しい．そこで本研究では，今まで自前で作成してきた可視画像化プログラムを用いて可視画像化を行うことにした．

現在の可視画像化プログラムは先にも述べたとおり，Visual Basic 6.0 と DirectX7 のサブシステムである Direct3DRM を用いて作成している．しかし，技術の進歩に伴い，Visual Basic 6.0 は Visual Basic .NET へ，DirectX7 は DirectX9 へと進化している．そこで，今後の可視画像化プログラムの汎用性を考慮すると新たなツールの利用が望ましく，それらを用いてプログラムを開発することにした．

現在は Visual Basic .NET の開発言語の 1 つである Visual Basic .NET と DirectX9 のサブシステムである DirectGraphics を用いて，新たなプログラムの開発を進めている．既存のプログラムにおいて利用できていた機能はそのまま用いた．追加する機能としては，断層面形状を描画するための機能や大規模なモデルを描画するための機能などを作成している．

3.2.2 メッシュ分割プログラム

メッシュ分割プログラムは，以下に示すプログラムによって構成されている．メッシュ分割に関しては既存のプログラムを利用してモデル化を行う．

クリッキングプログラム

断層面データから断層面形状をクリッキングにより推定する．

メッシュジェネレータ

推定した断層を含んだ 3 次元地殻構造モデルの作成を行う．

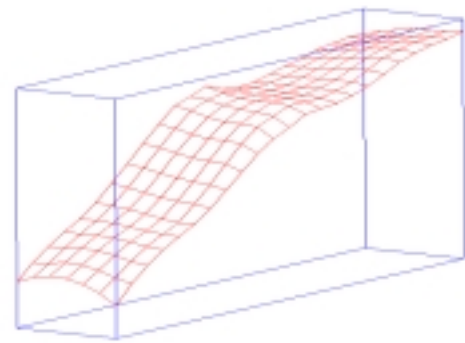


図3 クリッキングによる断層面

AVS 変換プログラム

作成されたデータから可視画像化を行う AVS のフォーマットに変換する

グラフィックツール (AVS)

変換されたデータを可視画像化する．

現在，クリッキングプログラムとメッシュジェネレータ等のプログラムを用いて，要素数の少ない簡易的なモデルの構築を行った．図3は簡易的なモデルとは別に，断層面データからクリッキングプログラムによって作成した断層面を表示したものである．

今後は簡易的なモデルから得られた結果を踏まえて，より詳細なモデルを構築していく．

4. 結果と考察

可視画像化プログラムの修正を行い，画像描画機能の1つである切断面表示機能においての問題点を解決することができた．また，新たなツールを用いて可視画像化プログラムを作成したことにより，今後さまざまな利用が期待できる．

メッシュ分割によるモデル化に関しては，簡易的なモデルの作成にとどまってしまった．

5. おわりに

可視画像化プログラムに関してはほぼ完成段階にあるといえる．可視画像化プログラムを自前で作成することにより，必要な機能を自由に作成できるという利点がある．またデータフォーマットの変換などという作業も必要なくなる．今後はプログラムの完成に向け，更に開発を進めていく．

モデル化に関しては今後，実際の挙動に近づけるため，より詳細なモデルの構築していく．

参考文献

- 1) 荻原律，濱島良吉，元島三明，結晶構造の変形・破壊現象に関する可視画像化，第7回分子動力学シンポジウム講演論文集(2002)，P.88．