

地殻変動解析における 3 次元結晶構造の可視画像化とモデル化に関する研究

前橋工科大学建設工学科 学生会員 ○小池 輝明
前橋工科大学建設工学科 正会員 濱島 良吉

1. はじめに

現在、新潟県中越地震をはじめ、スマトラ島沖地震など世界各地で大規模な地震が発生している。また今後、首都圏直下型の大地震等も懸念されており、地震予知への関心が高まっている。

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。

地殻変動解析を行うにあたっては、3次元結晶構造の可視画像化とモデル化が重要である。現在に至るまで、可視画像化については独自に可視画像化プログラム (FESM3D-B) の開発を行ってきたが、不足する機能やいくつかの問題点があった。そこで本研究では、可視画像化プログラムの修正を行うとともに、他の研究で使用するシステムとの統合性、プログラム自体の操作性や汎用性を考慮し、新たなツールを用いて可視画像化プログラムの開発を行った。またモデル化に関しては、これまで地球シミュレータプロジェクトで蓄積されたデータを参考にし、簡易的なモデルの作成を行った。

2. 可視画像化

2. 1 FESM3D-B の開発と特徴

これまで、本研究室では Visual Basic 6.0 と DirectX7 の Direct3D を用いて可視画像化のプログラムを独自に開発してきた¹⁾。なお、Direct3D には基本的な描画エンジンである「直接モード(Immediate Mode)」と、その上に構築された高級言語に相当する「保持モード(Retained Mode ; Direct3DRM)」が用意されており、本研究では Direct3DRM を用いている。また Direct3DRM の利用に関しては、川田徹氏の著書²⁾を参考にしている。そのため本プログラムを利用する際には、同氏によって作成された「VbD3dRm2.dll」を Windows の System ディレクトリまたは Visual Basic のディレクトリにコピーする必要がある。

2. 2 FESM3D-B の機能

FESM3D-B の機能を以下に示す。

- ① データ読み込み・データ作成機能
- ② 画像描画機能
 - 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) 分断表示機能
 - 4) 切断面表示機能
- ③ アニメーション機能 (モデルを回転させる)

3. 研究内容

3. 1 FESM3D-B の修正と機能の開発

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。

そこでプログラムを徹底的に見直したところ、任意の位置に定義した切断面と、モデルとの交点を判定する際の判定条件がいくつか不足していることがわかった。また判定における計算には単位法線ベクトルが必要となるが、既存のプログラムでは計算の対象となるベクトルの外積がそのまま用いられていた。そのためこれらの問題について修正を行った。

次に、同じく画像描画機能の 1 つである分断表示機能においては、各面 (XY, YZ, ZX 面) に平行にしかモデルを分断することができなかった。そこで、任意の位置でモデルを分断できる機能を作成した。

3. 2 新たな可視画像化プログラムの作成

(1) プログラム開発の経緯

先にも述べた通り、FESM3D-B は Visual Basic 6.0 と DirectX7 の Direct3D を用いて作成している。しかし、昨今における技術の進歩はめまぐるしく、現在では Visual Basic 6.0 は Visual Basic .NET へ、DirectX7 は DirectX9 へと発展している。また、それに伴って Direct3DRM は姿を消し、今まで 2 次元のグラフィックスを担当していた DirectDraw と 3 次元の Direct3D が統合されている。

そこで、既存のプログラム (FESM3D-B) の操作性、

キーワード：地殻変動解析，3次元結晶構造，可視画像化

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 TEL：027-265-7361 FAX：027-265-7361

汎用性、そして発展性を考慮し、Java (Java3D) を用いて新たな可視画像化プログラム (以下、FESM3D-J) を開発することにした。

(2) Java (Java3D) の利点

- ① フリーのツールであるためコストがかからない。
- ② OS に依存することなく、一度コンパイルを行えばどのマシン上でもプログラムの利用が可能である。
- ③ Java3D が DirectX や OpenGL の上位に位置づけられている。
- ④ Java3D では、シーングラフと呼ばれる仮想空間を定義することで、比較的容易に 3D グラフィックスを作成することができる。
- ⑤ Web 上で公開することで、だれでもどこからでもプログラムの利用が可能となる。
- ⑥ 本研究室で別途研究を行っているシステムの構築にも Java を用いているため、今後のシステム全体の統一性が図れる。

(3) FESM3D-J の開発

FESM3D-J の開発にあたっては、広内哲夫氏の著書³⁾を参考にした。また、プログラムそのものについても「彩画 3D」というクラスを利用している。

(4) FESM3D-J の開発の問題点

FESM の解析で対象となるモデルを構成する要素は多面体の形状を成している。そして、その要素を構成している面は最大で 16 角形である。

Java3D で多面体を描画する場合、その基本形状として、三角形 (TRIANGLE_ARRAY) と四角形 (QUAD_ARRAY) が用意されている。そのためこの基本形状を利用して、多角形 (多面体) を作成していくことになる。

FESM3D-B では、3DCG の作成に Direct3DRM を用いていた。そこでも多角形 (多面体) を作成するには基本形状 (三角形) での作成が必要だった。しかし、Direct3DRM では、AddFace メソッドと呼ばれるメソッドがあり、多角形の各節点の情報を与えれば、AddFace メソッドが三角形分割を行っていた。そのため、プログラマー側でその処理を記述する必要がなかった。しかし、Java3D にはそのようなメソッドは用意されていないため、独自に三角形分割の機能を作成する必要があった。そこで、多角形を三角形分割する機能の開発を行った。

(5) FESM3D-J の機能

- ① ファイル操作機能
画像描画を行う対象となるファイルの読み込みを

行うとともに、先に述べた三角形分割やその他画像描画に必要なデータの作成を行う。

② 画像描画機能

FESM3D_B の機能をほぼ継承しているが、部分的に改良を加えより操作性の高いプログラムになっている。また、新たに断層形状を描画する機能と断層を組み込んだ詳細なモデルを描画する機能を追加する。これにより、今後扱うであろう断層やプレートを組み込んだモデルを描画することが可能となる。

③ マウス操作機能

マウス操作によって、描画したモデルの回転、移動、拡大・縮小を行える。

4. モデル化

モデル化に関しては、地球シミュレータプロジェクトにおいて、現在に至るまで蓄積されたデータを参考にし、簡易的なモデルを作成した。

今後はそれを基に、より詳細なモデルの構築を行っていく予定である。

5. 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。

モデル化に関しては簡易的なモデルの作成に留まってしまったため、今後より詳細なモデルの作成が必要である。

6. 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。

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.
- 2) 川田徹, Visual Basic による Direct3D アニメーション入門, 工学社
- 3) 広内哲夫, Java3D グラフィックス, 小学館