

GPL を用いた動画の作成

宮武 隆*・鶴岡 弘**

Computer Animation Using Graphic Plot Library

Takashi MIYATAKE* and Hiroshi TSURUOKA**

Abstract

Computer simulation in seismology such as the 3D simulation of seismic waves now often requires storage of huge files. Such files require much effort to extract meaningful results from the simulation. Computer animation is a powerful tool not only for presentating the results of computer simulations, but also for understanding phenomena in the simulations. However, making animation files requires several steps that can reduce the quality of the graphic file. GPL (Graphic Plot Library) can simplify such steps and prevent loss of quality in graphic files.

Key words : computer animation

はじめに

筆者の 1 人 (T.M) は, これまで断層運動や地震波動の数値シミュレーションの結果を動画にして考察したり, 口頭発表などに用いてきた. その手順は, 初めは動画の 1 コマ 1 コマのファイルを手作業で 1 枚 1 枚変換していて, 100 枚の変換に 2 時間程度かかっていた. その後試行錯誤を重ね, 手間も時間もかなり短縮できた. その結果, 前述の 100 コマの動画ファイルへの変換は 40 分程度でできるようになってきた. 最近になって GPL (鶴岡, 1997) を使うことによって, さらに手順を減らし, 10 分程度に短縮できた. まだ改良の余地は十分にあるが, 地球物理学・地震学において, 結果をアニメーション表示する需要も多いので, あえて現時点での方法を紹介し, 利用に供することにする.

従来の手順

図 1 に示すのは筆者らが使っていた方法である. 各自の計算機環境により異なるし, 筆者らのものよりスマートで効率良い手順を使っている読者もあるかもしれないが, ご容赦いただきたい. ここに示すのは, あくまでも地震研究

所での筆者らの計算機環境でのものである.

計算結果を動画にするには様々なやり方がある. まず計算結果であるが, これは CS6400 などの並列計算機やスーパーコンピュータなどで行うことになるので, ここに UNIX のファイルが作られることになる. これから 1 コマ 1 枚の番号付き ps (Post Script) ファイルを作成するのであるが, これには, GMT (The Generic Mapping Tools; Wessel and Smith, 1995) か calpak を使っていた. これを ps2gif (N. Drakos 作成) で番号付き GIF ファイルに変換する. その後は, (1) SGI (シリコングラフィックス社) 製の WS (O₂ など) にファイル転送し, これを media tools (日本シリコングラフィックス社, 1996) の media converter で動画ファイルに変換する. さらに media tools の movie-maker で加工編集することもできる. (2) マックなどのパソコンに転送し, 例えば, Sparkle または DeBavelizer (Equilibrium, 1996) などの画像ファイル変換ソフトウェアで動画ファイルを作成することになる. さらに Video shop (Avid Technology, 1994), Adobe Premier (Adobe, 1994) などのビデオ編集ソフトウェアで編集することもできる. 最後のビデオ出力に関しては, SGI の O₂ の場合には, ビデオ出力端子がついており media player で端末にビデオ再生したものをそのままビデオ録画することになる.

従来の方法の問題点と解決法

前述の従来の手順では, 最初に GMT, calpak などを

1998 年 10 月 5 日受付, 1998 年 11 月 20 日受理.

* 東京大学地震研究所地球計測部門

** 地震予知情報センター

* Division of Monitoring and Computational Geoscience,

** Earthquake Information Center, Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

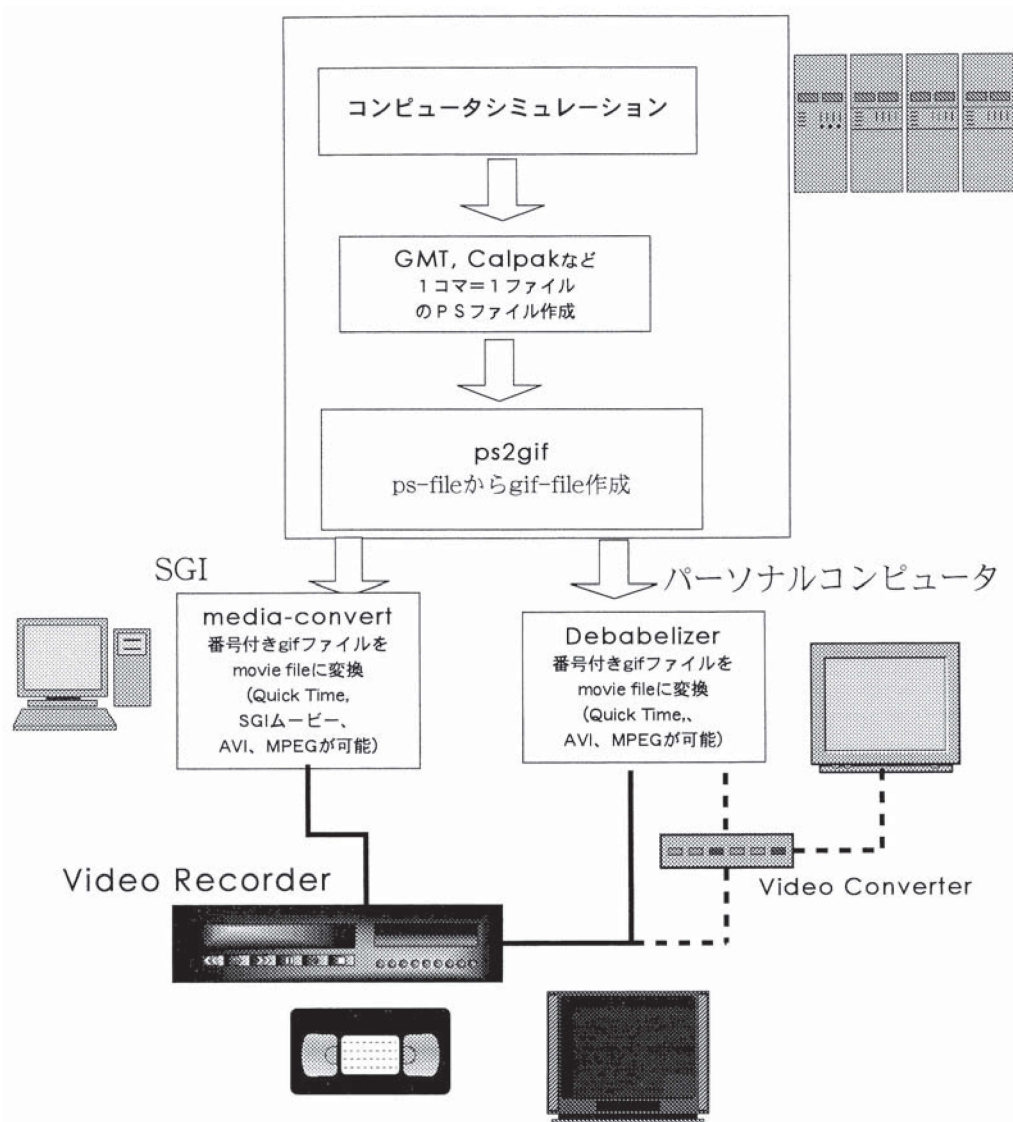


図 1. 従来の動画作成手順。処理は上から下に進む。計算結果を GMT 又は Calpak などにより 1 コマ 1ps ファイルに変換する。次に ps2gif で GIF ファイルに変換後、SGI 又はパーソナルコンピュータに転送して処理する。

使って図を描くため ps ファイルでしか出力ファイルにできない。また動画ファイルとして Mpeg, Quick-time Movie, Avi などに変換するルーチンの多くは、入力ファイルは番号付きの JPEG, GIF, PICT などである必要があり、直接 ps ファイルから変換できるものはない。以上の理由から ps ファイル→GIF ファイル→MPEGまたは Quick-time ファイルという変換が必要であり、手間と時間がかかる。この変換に際しては、多くの場合画質の劣化が発生することも大きな問題である。特に線画や文字などは画質劣化の影響が目立ちやすい。また変換途中に何種類かのファイルを保存するため、大きなディスク作業域も必要である。

上記問題点の解決策としては、

- (1) データから直接 movie file を作ること、
- (2) ps ファイルから直接動画ファイルを作成するツールの開発、
- (3) ps ファイルでなく、JPEG, GIF ファイルへの出力ができるグラフィックルーチンの開発、

動画ファイルだけを作る手順を省略するのに、最もよいのは、(1)である。しかし、同じ画像を本稿のような印刷物による発表に使うことも、今なお多く必要であり、現時点では ps ファイルにも変換することも必要である。従って(3)において ps ファイルと画像ファイル (JPEG, GIF ファイルなど) または動画ファイルに変換できることが望まれる。GPL は鶴岡 (1997) により開発されたグラフィックサ

ブルーチンパッケージで、まさにそのような機能を持つ。GPL では、GIF ファイルと ps ファイルの 2 種類の出力ファイル形式を選べるのである。

GPL を用いた手順

前述のように GPL を使うと、計算結果→GIF ファイル→movie file という手順となり、従来に比べると手順が減り画質の劣化も改善できる。ここでは、1 例として地震波動の CG アニメーションを説明する。

まず表示すべき計算結果であるが、ここでは浅い横ずれ断層の断層運動と断層近傍の地動であり、地動と断層運動を同時に表示する。計算には 3 次元 4 次精度 Staggered grid 差分法 (Viriuex and Madariaga, 1982) で 3 次元弾性方程式を並列計算機 CS6400 で解いている。断層の上端が地表に達しており、幅 5 km 長さ 10 km の矩形で、一方の端の中央の点から S 波速度の 0.8 倍の速さで破壊が伝播して止まるという状況を設定した (図 2)。この計算において予めアニメーションにすべき各時刻の断層運動と地動をファイルに保存しておくものとする。

アニメーション化は下記の手順で行った。

(1) 計算結果ファイルを読み、GPL で 1 コマ 1 ファイルの番号付き GIF ファイルを作成する。なお GPL では、GIF ファイルの代わりに ps ファイルを出力することもできる。この際、番号付き GIF ファイルを作成するには、例えば Fortran プログラムでは、以下のようにする。

```
character c3*3, fname*11
.....
write(c3,'(i3.3)') j
fname = 'Fig.'//c3//'.gif'
.....
```

このようにすれば、Fig. 001. gif のようなファイル名が作成できる。

(2) 番号付き GIF ファイルを SGI の WS に転送し utility program の media convert を利用してムービーファイルを作成する。(なおパーソナルコンピュータに転送して、例えば DeBavelizer などの画像ファイル変換ソフトや SPARKLE などを利用してムービーファイルを作ることでもできる)。必要に応じて movie maker (パーソナルコンピュータの場合では、Adobe Premier, Video shop などのビデオ編集ソフト) を利用して編集する。

(3) ムービーファイルを再生しながらビデオに録画する。SGI の O₂, マッキントッシュの AV 端子付きのもの、またはビデオ出力のないパソコンであれば、ビデオ信号変換装置 ECTOOL (CONTEC 社製) でディスプレイ画面をビデオ信号に変換すればビデオに録画可能である (NEC, IBM, マッキントッシュなどほぼ全機種対応可能である)。

このようにして作ったムービーファイルのいくつかのこ

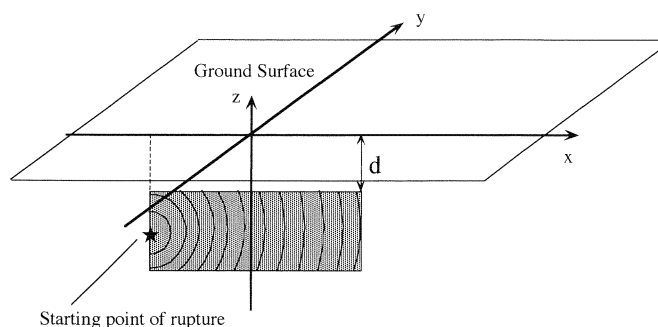


図 2. 断層の模式図。垂直横ずれ断層の一方の端の中央深さから破壊は S 波の 80% の速度で伝播するものと仮定する。

まを図 3 に示す。図中、垂直な面が断層面を含む鉛直面であり、中央付近の 4 角で囲まれた部分が断層面である。濃い色が滑り速度の大きいことを、白色は小さいことを表す。地動についても同様であり、地動速度の絶対値の大きさを濃淡で示している。断層破壊の指向性が見られ、x の + 方向に振幅が大きくなっているのがわかる。図 4 には、従来の手順で作成した動画の 1 コマを示した。画像が劣化して文字などが見づらくなっていることがわかる。

図 5 には、断層トレース (図 2 で $y=0$) に沿った地動と地動速度の断層直交成分 (U_x および V_x) を図の上部に、断層面上の滑り速度を図の下部に示してある。横ずれ断層で断層に直交する成分が大きいことは断層運動がダブルカップルで表現できることと破壊伝播の方向を考えれば容易に理解されるが (Aki and Richards, 1980), 地震学研究者でも意外と不思議に思うようであった。高校教育においても断層運動と P 波・S 波の押し引きの空間分布を教えているようであるが、おそらくは、なぜ断層に沿う方向で S 波が卓越するのかは直感的にも理解させるのは難しいであろう。実はこの直感的にわかりにくい成分が断層近傍ではもっとも大きく、立木をもなぎ倒すほど強いものである (嶋本ほか, 1996; Inoue and Miyatake, 1998)。

最後に、ここで紹介したものも含め、

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/miyatake/OPENHOUSE.html>

で見ることができることを付記する。

議 論

GPL を使うと、どの位時間が短縮されるかを述べる。例えば前節の例を従来の方法で行うと (地震研究所 eic20 [Sun SPARCStation5, クロック 85MHZ] で実行の場合), 計算結果から 100 コマの ps ファイル作成に 15 分, ps ファイルから GIF ファイルへの変換に 18 分, SGI の WS へのファイル転送に 30 秒, SGI (SGI 社製 O₂, クロ

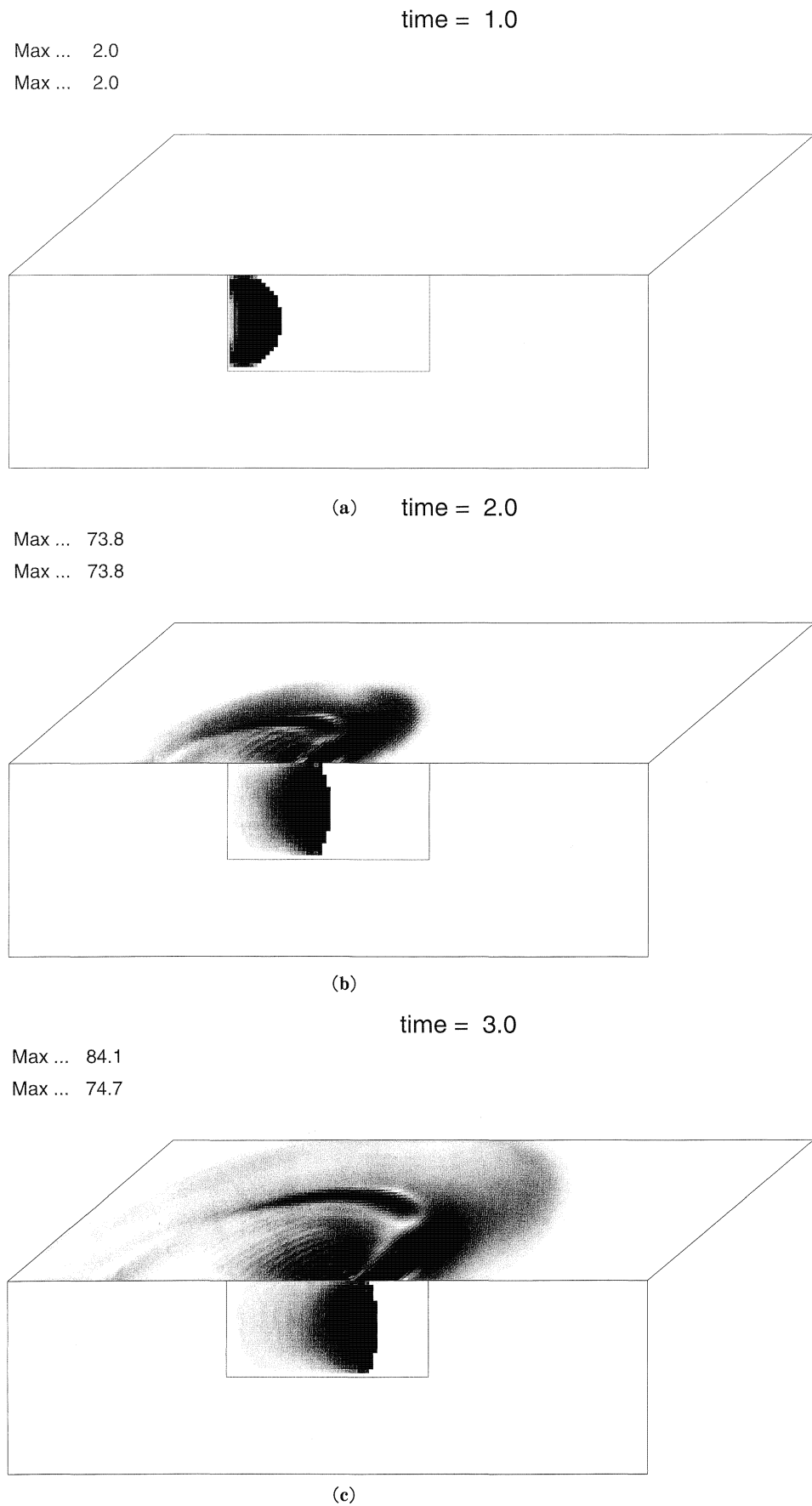
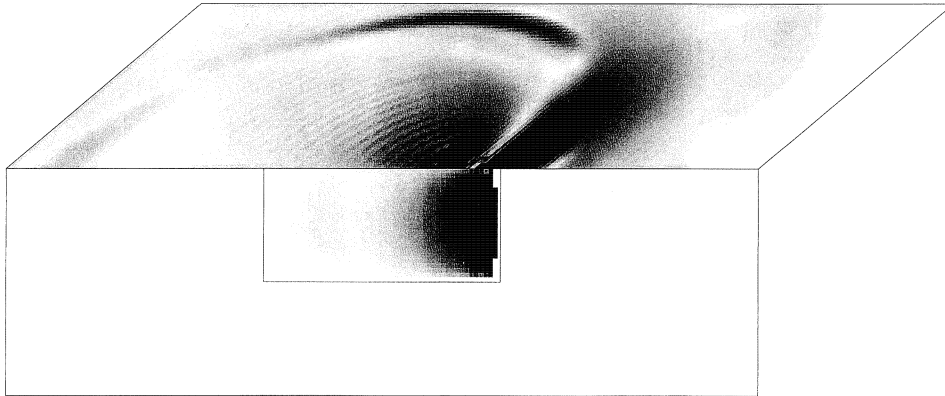


図 3. 垂直横ずれ断層上のすべり速度と地動速度の絶対値を地震発生後 1 秒 (a) から 6 秒 (f) まで 1 秒毎に示す.

time = 4.0

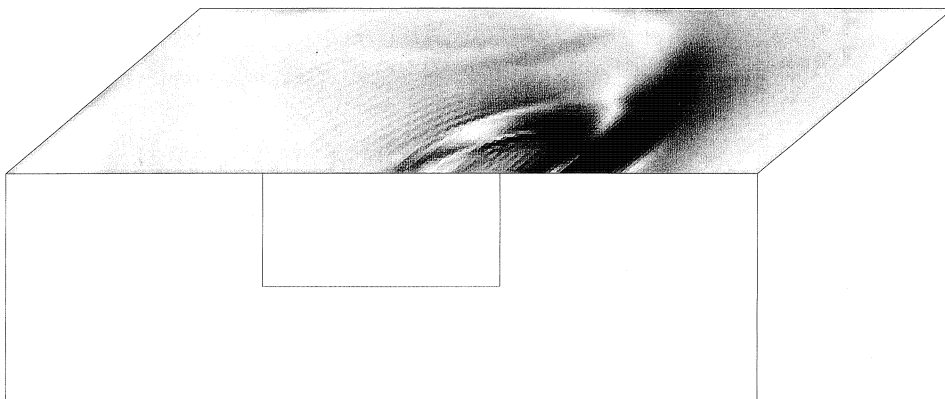
Max ... 100.2
Max ... 100.2



(d)

time = 5.0

Max ... 100.2
Max ... 43.2



(e)

time = 6.0

Max ... 100.2
Max ... 34.7



(f)

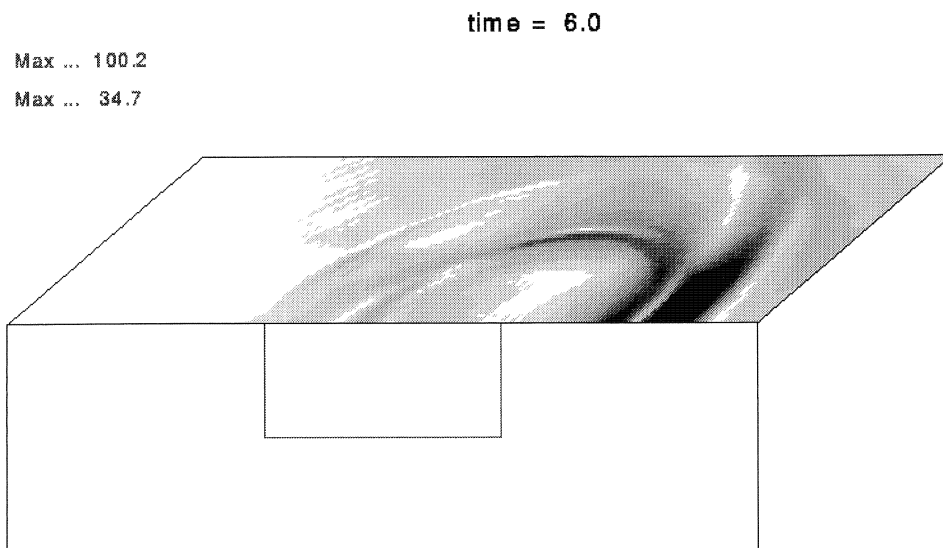


図 4. 従来の手順で得られた図 3 (d) に対応する図.

ク周波数 180 MHz, 128 MB メモリー) で movie file 作成に 3 分かかっており, 全体で 36 分かかった. 新しい手順では, ps ファイルから GIF ファイルへの変換時間が不要なので全体で 18 分となり, 半分の時間で済む. 画質の劣化も非常に少ないし, 従来の手順では ps ファイルを GIF ファイル, ppm ファイル (ps2gif の中でいったん変換する) というように途中で, いくつかの作業ファイルが必要であり, ディスク作業域を必要としたが, これも不要である. 具体的には, 前記の例の場合, ps ファイルは 1 ファイル 0.6 MB 程度, 全体で 60 MB, ppm ファイルが 16 MB であった. それに対し, GPL による GIF ファイルは 0.15 MB 程度, 全体で 15 MB であった. 結局, GPL の方が, 必要なディスクスペースは約 1/5 で済んでいる.

本稿では, GPL を使う場合と GMT を使う場合のアニメーション作成について比較した. しかし GPL は calpak のようなサブルーチンパッケージであり, 一方 GMT は地球物理データの表示を意識したコマンド群である. これらを演算時間や画質だけから比較するのは妥当ではない. 一般に, コマンドはサブルーチンパッケージを使ってプログラムを作成するよりも手間も時間もかからない. しかし当然のことであるが, コマンドの用意されていない図は作成できないし用意されていない機能は使えない (例えば図 3 は GMT では作成不可能である). 一方, GPL は, 線を描く, 任意の図形を塗りつぶす, 文字を描く, などの基本機能を備えており, かつ使い易いサブルーチンパッケージな

ので, プログラムさえ書けば, どんな図でも作成可能である. しかし, 例えば複雑な地図投影法を必要とするような場合には, プログラム作成には手間がかかるので考慮が必要である. つまり GPL によるプログラム作成の時間・時間と, GMT を使ってアニメーションを作成する場合での画質劣化・演算時間などを比較し総合的に判断する必要がある.

文 献

- Adobe, 1994, ユーザガイド Adobe Premiere 4.0J.
 Aki, K., and P.G. Richards, 1980, *Quantative seismology*, W.H. Freeman and Company, San Francisco, Vol. 1, pp.557.
 Avid Technology, 1994, ユーザガイド Avid Videoshop.
 Equilibrium, 1996, DeBabelizer Reference Guide.
 Inoue, T., and T. Miyatake, 1998, 3-D simulation of near-field strong ground motion based on dynamic modeling, *Bull. Seism. Soc. Amer.* in press.
 日本シリコングラフィックス社, 1994, Media Tools User's Guide.
 嶋本利彦, 渡辺満久, 鈴木康弘, コズーリン, ストレリーツォフ, ロゴージン, 1996, 1995 年ネフチェゴルスク大地震の地震断層と被害, 文部省科学研究費突発災害研究報告書, 平成 7 年サハリン北部地震とその被害の調査研究.
 鶴岡 弘, 1997, Web に適したプロットライブラリの開発, 東京大学地震研究所技術研究報告, No. 2, 130-134.
 Virieux, J., and R. Madariaga, 1982, Dynamic faulting studied by a finite difference method, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **72**, 345-369.
 Wessel, P., and W.H.F. Smith, 1995, GMT Version 3 Technical Reference and Cookbook.

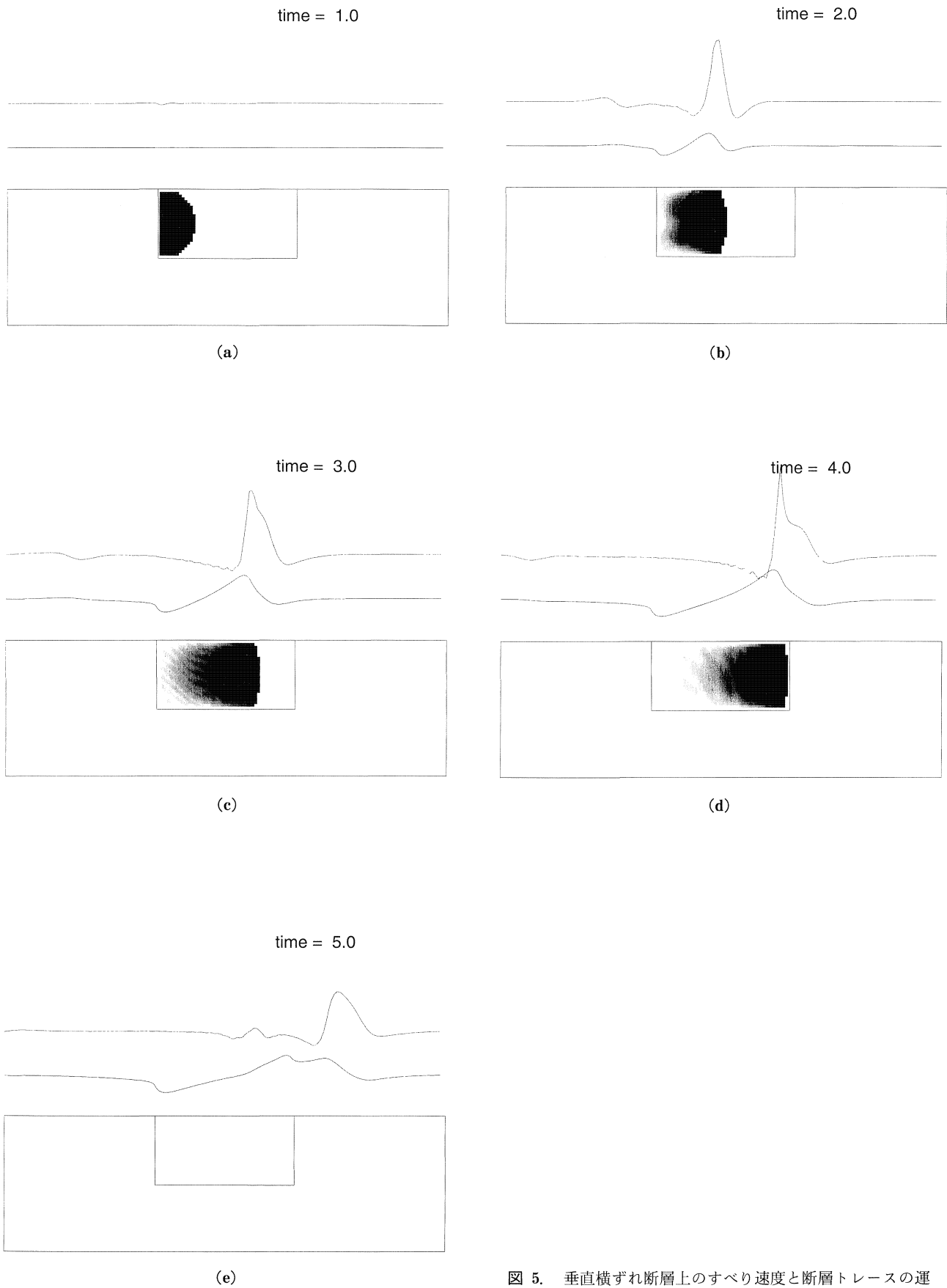


図 5. 垂直横ずれ断層上のすべり速度と断層トレースの運動. 上側は地動速度の断層直交成分, 下側は地動変位の断層直交成分.