

差分法プログラムの紹介 (と GLSC の準備)

桂田 祐史

http://nalab.mind.meiji.ac.jp/2022/Z02_0924

2021年9月24日

1 今日すること

次の2つ。

- 各自の MacBook で、C 言語のプログラムがコンパイル&実行できるかチェックする (もし何か問題があれば出来るように直す)。グラフィックス・ライブラリ GLSC と、コンパイル用のシェル・スクリプト `cglsc` をインストールする。
- 「発展系の数値解析」を学ぶので、熱方程式、波動方程式のサンプル・プログラムを早めに紹介する。各自コンパイル&実行してみる。

(今回は C 言語のプログラムを示すけれど、自分がやるときは、どのプログラミング言語を使っても良い。桂田ゼミとしては、プログラムを C 言語から、Julia, Python に書き直していくつもり。)

2 C 言語プログラミング環境のチェック・整備

今回のゼミのメンバーは、春学期に C 言語によるプログラミングを行ったので、C 言語によるプログラムの入力・編集とコンパイルには問題がないはず (夏休み中に壊れていなければ)。それについては省略するが、疑問に思うことがあれば、自分で調べたり、質問・相談したりすること。

C 言語には、グラフィックスの機能はないので、可視化するには、データを出力してグラフを描くソフト (`gnuplot` など) を使うか、何かグラフィックス・ライブラリを使う必要がある。

以前の現象数理学科 Mac には、`cglsc` コマンドというコマンドが用意されていた。これは C 言語のプログラムをコンパイルして、GLSC というグラフィックス・ライブラリとリンクするというものである。これがあるかないかチェックしてみよう。

ターミナルで

```
cglsc
```

```
cglsc: command not found
```

のようなエラーメッセージ表示されれば、インストールされていない (多分)。エラーメッセージが表示されなければインストールされている。

今後は Julia や Python に移行するつもりであるが、C 言語で書かれたサンプル・プログラムが(たくさん)あるので、それらを実行可能にするため、GLSC と cglsc コマンドのインストールを行う。

「GLSC についてまとめておく (2021 年版)」¹ というメモを作成してある (今読む必要はない)。

そこからの引用。以下、ターミナルを用いて、(sagyou というディレクトリを作り、そこで作業している。もしも自分で sagyou という名前のファイルやディレクトリを作っているならば、別の名前にする。))

sagyou はあるか? チェックする。

```
ls sagyou
```

sagyou があるかどうかチェックする。“ls: sagyou: No such file or directory” となれば OK。この後、以下のコマンドをコピペしてみる。

必要なファイルを手に入してパッチをあてる

```
mkdir sagyou
cd sagyou
curl -O http://www602.math.ryukoku.ac.jp/~nakano/software/math/glsc-3.5.a.tar.Z
curl -O http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/daishin/glsc-3.5+a.patch
curl -O http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/program/graphics/glsc-3.5+mk.patch20201229
tar xzf glsc-3.5.a.tar.Z
cd glsc-3.5.a
patch -p1 < ../glsc-3.5+a.patch
patch -p1 < ../glsc-3.5+mk.patch20201229
```

問題なければ、最後に patching file test/pMakefile のようなメッセージがでるはず。

(もし gfortran などの Fortran コンパイラがインストールされているならば、この段階で適当な修正をすれば、きちんと動くように出来る可能性がある。今回はスルーする。)

ライブラリのコンパイルを行う

```
make
```

これでライブラリのコンパイルが始まる。数十秒で終了するはず。最後に Fortran のサンプル・プログラムのコンパイルを始めて、おそらくそこで (make[1]: *** [ftests] Error 1 のようなエラーが表示されて止まるはず)。Fortran を使わなければ、そのエラーは無視して良い。

適当な場所にコピーする

```
sudo mkdir -p /usr/local/bin /usr/local/include /usr/local/lib
sudo make install
```

(ここは1つ1つ実行すること。最初の sudo を実行したとき、パスワードを入力するよう要求される。キーボードから打ち込み、最後に [enter] をタイプする。)

ここまでで GLSC ライブラリはインストール出来ている。

用意されているサンプル・プログラムを実行してみたければ

¹<http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/knowhow-2021/node16.html>

```
cd test
./ctests
./ctestd
```

ctests, ctestd はどちらも同じようなことをする。

cglsc というシェル・スクリプトを用意しよう。(現象数理学科 Mac には、~/bin というフォルダがあるはずなので、そこにコピーする。)

```
cglsc コマンドを入手してインストール
curl -O http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/misc/20210429/cglsc
chmod +x cglsc
cp cglsc ~/bin
```

2.1 熱方程式の差分法プログラム (GLSC) を 1 つ試す

```
ターミナルでやってみて下さい (GLSC 版)
curl -Ohttp://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/program/fdm/heat1d-e-glsc.c
ls -l heat1d-e-glsc.c
cglsc heat1d-e-glsc.c
./heat1d-e-glsc
```

1. 区間の分割数 $N =$ と出るので 40[enter] と入力する。
2. $\lambda (= \tau/h^2) =$ と出るので 0.5[enter] と入力する。
3. 最終時刻 $T_{\max} =$ と出るので 0.5[enter] と入力する。
4. 数秒で表示が終わるはず。終わりました。X の場合はウィンドウをクリックして下さい。と表示される。グラフの表示されているウィンドウをクリックするとプログラムが終了する。

プログラムの解説はそのうちやってもらうが、一言で説明すると、前回配ったプリント「発展系の数値解析」² の 3 節の差分方程式をそのままプログラムにしたものである。

2.2 おまけ 熱方程式の差分法プログラム (GLSC3D) を 1 つ試す

```
ターミナルでやってみて下さい (GLSC3D 版)
curl -O http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/misc/20201009/heat1d-e-glsc3d.c
ls -l heat1d-e-glsc3d.c
ccg heat1d-e-glsc3d.c
./heat1d-e-glsc3d
```

²<http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/labo/text/heat-fdm-0.pdf>

3 今後の勉強

今後どうするか、相談して決める。

- C言語については、「C言語これくらい覚えよう」³ というのを書いた。3節 (3.10 くらいまで) 読んで、4節の問題を解いてみるとか。
- 差分法のプログラムについては
 - 上にあげた `heat1d-e-glsc.c` が短くて読みやすい。発展系の数値解析で差分法の陽解法の説明 (3節) を学んだ後に解説するとよい。
 - 「公開プログラムのページ」の「空間1次元の熱方程式」⁴ に他にもいくつかプログラムがある。`heat1d-i-glsc.c`⁵, `heat1n-i-glsc.c`⁶ これらを使って、「発展系の数値解析」に載っている数値例を再現してみる。
 - 「公開プログラムのページ」の「波動方程式」⁷ に GLSC バージョンがある `wave1d-glsc-v2.c`⁸, `wave1n-glsc-v2.c`⁹ 波動方程式に対する差分法については、例えば「波動方程式に対する差分法」¹⁰ の第2章などを見よ。

³<http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/labo/text/cminimum/>

⁴<http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/program/#heat1d>

⁵<http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/program/fdm/heat1d-i-glsc.c>

⁶<http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/program/fdm/heat1n-i-glsc.c>

⁷<http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/program/#wave>

⁸<http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/program/fdm/wave1d-glsc-v2.c>

⁹<http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/program/fdm/wave1n-glsc-v2.c>

¹⁰<http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/labo/text/wave.pdf>