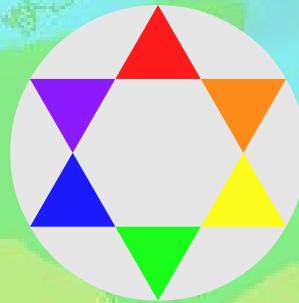


# Introduction of Meteorological Model WRF & Installation



妹尾 賢 (SENOO, Ken)

✉ [contact@senooken.jp](mailto:contact@senooken.jp)

👤 <https://social.senooken.jp/senooken>

2014-11-29

第 44 回オープン CAE 勉強会@関東（流体など）

<http://opencae-kanto.connpass.com/event/9555/>

URL: <https://senooken.jp/public/20141129/>

This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.



# お題目

## ■ 話すこと

- ▶ 気象モデル WRF とは？
- ▶ インストール方法
- ▶ 入力データの入手方法
- ▶ 簡単な実行方法と可視化方法

## ■ 話さないこと

- ▶ 内部理論式
- ▶ 計算設定
- ▶ 応用 ( 入力データ変更, 可視化詳細 )

# WRF とは？

Weather Research and Forecasting modeling system

呼称：ワーフ，ウォルフ

気象の研究と予測のための数値気象予報モデル群

ライセンス：パブリックドメイン

言語：Fortran, C

## 開発元

- NCAR (National Center for Atmospheric Research)
  - MMM (Mesoscale and Mi- croscale Meteorology) 部門
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)
  - NCEP (National Centers for Environmental Prediction)

ここ数年以下のような分野で活発に利用  
気象・大気環境・農学・海洋

# 主要なコンポーネント

## ■ WPS (WRF Preprocessing System)

- ▶ Geogrid: 格子定義。
- ▶ Ungrib: 気象データ整形
- ▶ Metgrid: 格子と気象データのマージ
- ▶ OBSGRID: データ同化

## ■ REAL ( 初期・境界条件 )

## ■ ソルバ

- ▶ ARW (Advanced Research WRF)

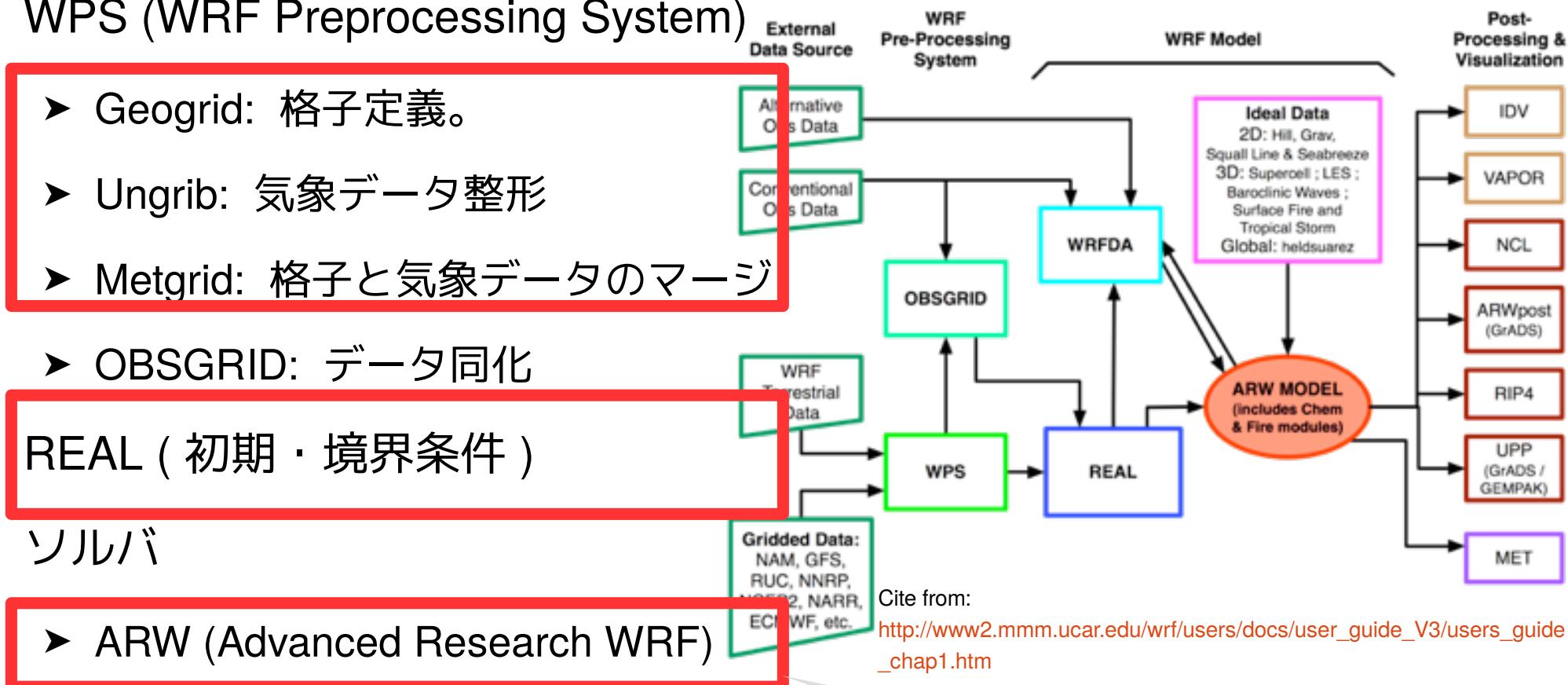
- ▶ NMM

## ■ データ同化 : WRFDA (Data Assimilation)

## ■ オンライン大気質モデル : WRF/Chem

その他 HWRF( ハリケーン特化 ) などいくつかの派生ソフトあり

WRF Modeling System Flow Chart



Cite from:

[http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user\\_guide\\_V3/users\\_guide\\_chap1.htm](http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide_V3/users_guide_chap1.htm)

研究などで多用

# WRF の雑多な情報

## ■ 最新バージョン (3.6.1)

- ▶ 毎年 4 月にメジャーバージョアップ (x.x)
- ▶ 每年 9 月にマイナーバージョンアップ (x.x.1)

## ■ 想定解像度

- ▶ 都市スケール ~ 半球
- ▶ 格子解像度：数 100 m ~ 数 100 km
- ▶ 格子解像度 100 m 未満は計算時間的に HPC が必要

ユーザーページ : <http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/>

ユーザーガイド :

[http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user\\_guide\\_V3/contents.html](http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide_V3/contents.html)

モデル全体のサイト : <http://www.wrf-model.org/index.php>

### 超重要情報源

- ソースコード配布
- 入力データ配布
- 物理オプションの論文掲載

# WRF の活用方法

- 研究▷ ただ計算するだけでは新規性皆無
- 気象予報▷ 業務でやるなら気象予報士免許必要
- 観測のない場所での詳細な気象データの作成
- OpenFOAM の境界条件としての利用
- スパコンでの利用



気象と他分野との連携で有効活用できないか？

# **WRF インストールのための 環境構築**

# ビルド環境

- OS: Ubuntu 14.04 64bit

- Fortran コンパイラ: gfortran 4.8.2

- C コンパイラ: gcc 4.8.2

- シェル: bash

不自由な Windows や Mac

でもビルドできるらしい

ビルド時に中で  
csh を利用

```
sudo apt-get install gfortran csh make
```

## コンパイラ変数

```
export FC=gfortran
export F90=gfortran
export CC=gcc
export CXX=g++
```

コンパイラが複数なければ  
設定不要

```
export FC=ifort
export F90=ifort
export CC=icc
export CXX=icpc
```

# インストールするパッケージ

パッケージ	バージョン	説明
stow	2.2.0	ローカルパッケージマネージャー
IDV	5.0u2	可視化ソフト
JasPer	1.900.1	JPEG 画像ライブラリ
zlib	1.2.8	圧縮ライブラリ
libpng	1.6.14	PNG 画像ライブラリ
HDF5	1.8.14	データフォーマットライブラリ
NetCDF	4.3.2	データフォーマットライブラリ
MPICH	3.1.3	並列計算

パッケージ	インストール先
stow, IDV	\$HOME/.local/
上記以外	\$HOME/model/WRF/WRF-3.6.1/.local/

# ディレクトリ構成に関する問題

- 複数モデル： 他のモデルも使っている
- 複数バージョン：バージョン間の違いをみたい
- ライブラリ： パッケージの競合は避けたい
- 可搬性： 持ち運びしやすくしたい
- 権限： 管理者権限が使えない

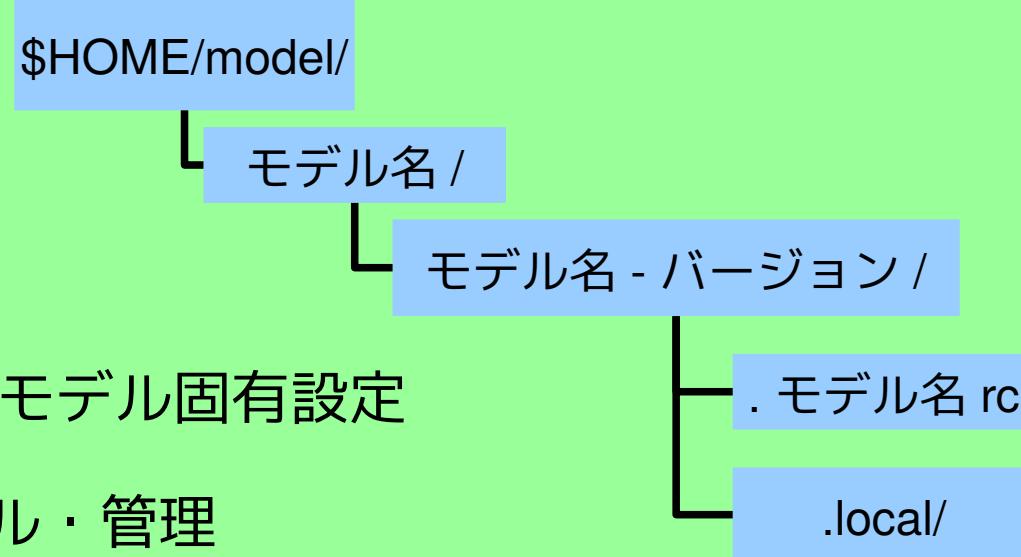
モデル・バージョン・パッケージ・権限の対応が必要

## 解決策

ディレクトリ単位で完結

# ディレクトリ構成の概念

- ホーム直下に model ディレクトリ
- モデルごとにディレクトリ
- バージョンごとにディレクトリ
- . モデル rc で .local 以下へパス設定・モデル固有設定
- .local に使用パッケージをインストール・管理



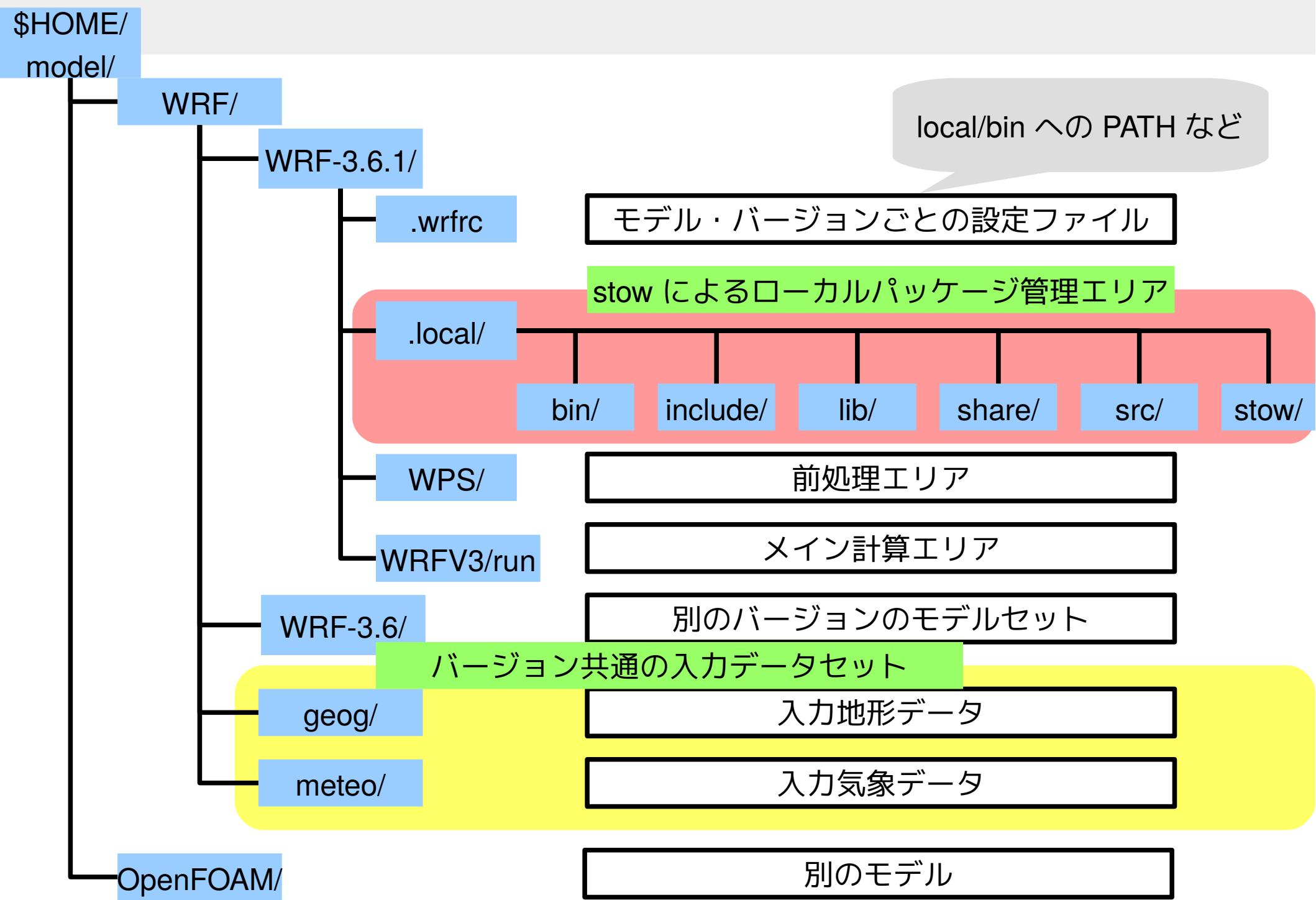
## メリット

- ディレクトリで**実行環境を完結**。管理者権限不要
- 複数バージョン・パッケージへの**柔軟な対応**が可能

## デメリット

- モデル・パッケージのソースからのビルドが前提

# 推奨するディレクトリ構成



# ローカルパッケージマネージャー stow

ソースからビルドしたソフトを管理するソフト (Perl)

ローカル環境で複数バージョンのパッケージを効率的に管理可能

インストールディレクトリからリンクを貼って利用▷安全

配布元：<http://www.gnu.org/software/stow/>

## インストール

```
VER=2.2.0 LOCAL=~/.local
cd $LOCAL/src
wget -nc http://ftp.gnu.org/gnu/stow/stow-$VER.tar.bz2
tar -xf stow-$VER.tar.bz2
cd stow-$VER
./configure --prefix=$LOCAL/stow/stow-$VER
make && make install
cd $LOCAL/stow
./stow-$VER/bin/stow stow-$VER/
```

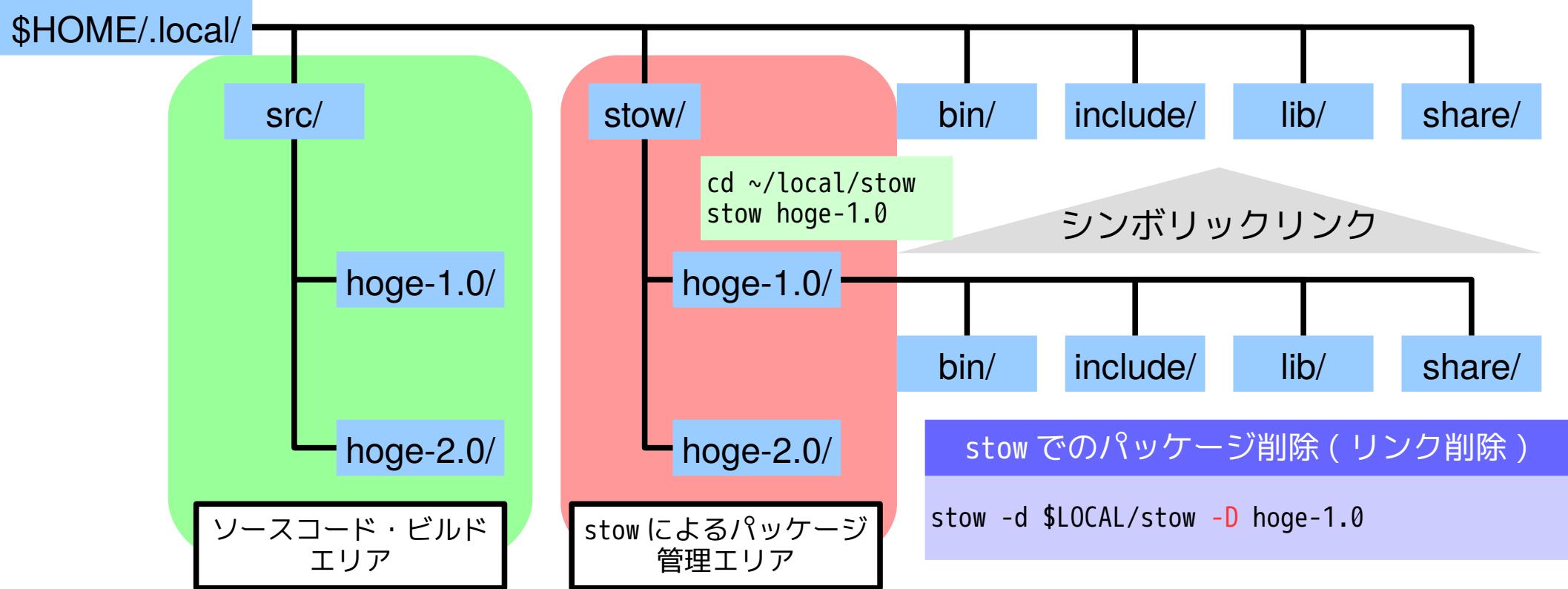
依存関係 : Perl

## パス設定 (~/.bashrc に追記 )

```
## Local path
LOCAL=~/.local
PATH="$LOCAL/bin:$PATH" LD_LIBRARY_PATH="$LOCAL/lib:$LD_LIBRARY_PATH"
CPATH="$LOCAL/include:$CPATH" MANPATH="$LOCAL/share/man:$MANPATH"
export PATH LD_LIBRARY_PATH CPATH MANPATH
```

# stow の使い方

.bashrc などで PATH を通しておく  
export PATH=\$HOME/.local/bin:\$PATH



## 標準的なフロー

```
LOCAL=~/.local
mkdir -p $LOCAL/src # ソースコードのダウンロード・ビルドディレクトリ作成(初回のみ)
cd $LOCAL/src
wget http://hoge-1.0.tar.gz # ソースのダウンロード
tar -xf hoge-1.0.tar.gz # 展開
cd hoge-1.0
./configure --prefix=$LOCAL/stow/hoge-1.0 # インストール先を $HOME/local/stow/hoge-1.0 に指定
make && make install # コンパイルし, $HOME/local/stow/hoge-1.0 にインストール
stow -d $LOCAL/stow hoge-1.0 # リンク(../* に hoge-1.0/* 以下へリンク)
```

# stow 実行時のエラー対処

まれに起こる

```
senooken% 2-0: stow uduits-2.2.17
WARNING! stowing uduits-2.2.17 would cause conflicts:
* existing target is stowed to a different package: share/info/dir =>
.../.../stow/stow-2.2.0/share/info/dir
All operations aborted.
```

info コマンドで使用する share/info/dir ファイルが被っているのが原因

## 対処法

既存の share/info/dir( リンク ) を削除

```
rm ./share/info/dir
stow uduits-2.2.17
```

オプションにより dir ファイルを無視

```
stow --ignore=dir uduits-2.2.17
```

場当たり的だが確実  
▷--ignore オプションの方が操作ミスがあったとき安全  
問題が起きたらその都度 --ignore=dir で無視すればよい

alias を設定すれば悩まされない▷競合発生に気づかない

```
alias stow="stow --ignore=dir"
```

# WRF に必要な パッケージのインストール

※ バージョンが新しくなり URL が変わることがある。そのときは配布元から新 URL を取得。

JasPer	1.900.1	JPEG 画像ライブラリ
zlib	1.2.8	圧縮ライブラリ
libpng	1.6.14	PNG 画像ライブラリ
HDF5	1.8.14	データフォーマットライブラリ
NetCDF	4.3.2	データフォーマットライブラリ
MPICH	3.1.3	並列計算

# .wrfrc 設定ファイル

パッケージへのパスやモデル設定。モデル実行前に**必ず実行。**

```
## (File name: .wrfrc)

## directory
WRFDIR="$PWD"
LOCAL="$PWD/.local"

## Local library
PATH="$LOCAL/bin:$PATH" LD_LIBRARY_PATH="$LOCAL/lib:$LD_LIBRARY_PATH"
CPATH="$LOCAL/include:$CPATH" MANPATH="$LOCAL/share/man:$MANPATH"
export PATH LD_LIBRARY_PATH CPATH MANPATH

## JasPer
export JASPERLIB=$LOCAL/lib
export JASPERINC=$LOCAL/include

## WRF configure
export WRF_EM_CORE=1 # explicitly defines which model core to build
export WRF_NMM_CORE=0 # explicitly defines which model core NOT to build
export WRF_DA_CORE=0 # explicitly defines no data assimilation
export NETCDF=${PWD}/local/
export OMP_NUM_THREADS=4 # if you have OpenMP on your system, this is how to specify the number of threads
# export MP_STACK_SIZE=64000000 # OpenMP blows through the stack size, set it large. However, if the model
still crashes, it may be a problem of overspecifying stack size. Set stack size sufficiently large, but not
unlimited. On some systems, the equivalent parameter could be KMP_STACKSIZE, or OMP_STACKSIZE
export WRFIO_NCD_LARGE_FILE_SUPPORT=1 # for generating larger than 2 GB netcdf file
```

\$HOME/model/WRF/WRF-3.6.1 に配置して実行

```
mkdir -p $HOME/model/WRF/WRF-3.6.1/local/src; cd $HOME/model/WRF/WRF-3.6.1; source .wrfrc
```

# JasPer

- JPEG のライブラリ。 WPS で必要
- 環境変数の設定が必要 (.wrfrc で設定済み )

配布元 : <http://www.ece.uvic.ca/~frodo/jasper/>

```
## JasPer
VER=1.900.1
cd $LOCAL/src/
wget -nc http://www.ece.uvic.ca/~frodo/jasper/software/jasper-$VER.zip
unzip -o jasper-$VER.zip
cd jasper-$VER
./configure --prefix=$LOCAL/stow/jasper-$VER
make -j 4 &> make.log && make install
cd $LOCAL/stow
stow jasper-$VER
```

```
## JasPer
export JASPERLIB="$LOCAL/lib"
export JASPERINC="$LOCAL/include"
```

# zlib

- 圧縮のためのライブラリ。HDF5, libpng, NetCDFで必要。
- システムにインストール済みのこともある。

配布元：<http://www.zlib.net/>

```
## zlib
VER=1.2.8
cd $LOCAL/src
wget -nc http://zlib.net/zlib-$VER.tar.xz
tar -xf zlib-$VER.tar.xz
cd zlib-$VER
./configure --prefix=$LOCAL/stow/zlib-$VER
make -j 4 check &> makecheck.log && make install
cd $LOCAL/stow
stow zlib-$VER
```

# libpng

PNG のライブラリ。 WPS のビルドに必要。 zlib が必要。

配布元 : <http://www.libpng.org/pub/png/libpng.html>

```
## libpng
VER=1.6.14
cd $LOCAL/src
wget -nc http://download.sourceforge.net/libpng/libpng-$VER.tar.xz
tar -xf libpng-$VER.tar.xz
cd libpng-$VER
LDFLAGS=-L$LOCAL/lib ./configure --prefix=$LOCAL/stow/libpng-$VER
make -j 4 check &> makecheck.log && make install
cd $LOCAL/stow
stow libpng-$VER
```

依存関係 : zlib

# HDF5 (Hierarchical Data Format)

階層型のデータ構造。衛星画像などの標準ファイル形式

配布元：<http://www.hdfgroup.org/HDF5/release/obtain5.html>

```
## HDF5
VER=1.8.14
cd $LOCAL/src
wget -nc http://www.hdfgroup.org/ftp/HDF5/current/src/hdf5-$VER.tar.bz2
tar -xf hdf5-$VER.tar.bz2
cd hdf5-$VER
./configure --prefix=$LOCAL/stow/hdf5-$VER --with-zlib=$LOCAL --enable-cxx
--enable-fortran --enable-fortran2003 --enable-hl --enable-shared
make -j 4 &> make.log && make install
cd $LOCAL/stow
stow hdf5-$VER
```

依存関係： zlib

同サイトの **szip** ライブラリをインストールすればより高压縮  
 × 不自由なソフト  
 ▷ 読み込み利用は無料。書き込みの営利は別ライセンス

# NetCDF (Network Common Data Format)

自己記述型。大気・海洋分野での標準ファイル形式

配布元：<http://www.unidata.ucar.edu/downloads/netcdf/index.jsp>

```
## NetCDF
### C library
VER=4.3.2
cd $LOCAL/src
wget -nc ftp://ftp.unidata.ucar.edu/pub/netcdf/netcdf-$VER.tar.gz
tar -xf netcdf-$VER.tar.gz
cd $LOCAL/src/netcdf-$VER
# ./configure --prefix=$LOCAL/stow/netcdf-$VER --disable-netcdf-4 --disable-dap
LDFLAGS=-L$LOCAL/lib ./configure --prefix=$LOCAL/stow/netcdf-$VER --enable-netcdf-4 --enable-dap
--enable-shared
make check -j 4 &> makecheck.log
make install

### Fortran library
FVER=4.4.1
cd $LOCAL/src/
wget -nc ftp://ftp.unidata.ucar.edu/pub/netcdf/netcdf-fortran-$FVER.tar.gz
tar -xf netcdf-fortran-$FVER.tar.gz
cd $LOCAL/src/netcdf-fortran-$FVER
NETCDF=$LOCAL/stow/netcdf-$VER
LDFLAGS=-L$NETCDF/lib ./configure --prefix=$NETCDF --enable-shared
make check -j 4 &> makecheck.log && make install
cd $LOCAL/stow/
stow netcdf-$VER
```

NetCDF-4 を  
無効化したいとき

依存関係 : zlib, HDF5

# MPICH (Massage Passing Interface CHameleon)

MPI 並列計算のための実装。OpenMPI より高速な印象

配布元 : <http://www.mpich.org/downloads>

```
## MPICH
unset F90 # F90 が設定されていると configure でエラー
VER=3.1.3
cd $LOCAL/src
wget -nc http://www.mpich.org/static/downloads/$VER/mpich-$VER.tar.gz
tar -xf mpich-$VER.tar.gz
cd mpich-$VER
./configure --prefix=$LOCAL/stow/mpich-$VER
make -j 4 &> make.log && make install
cd $LOCAL/stow
stow mpich-$VER
```

-----

MPICH の代わりに OpenMPI を使っても OK 配布元 : <http://www.open-mpi.org/software/ompi/>

```
## OpenMPI
VER=1.8.3
cd $LOCAL/src
wget -nc http://www.open-mpi.org/software/ompi/v${VER%.?}/downloads/openmpi-$VER.tar.bz2
tar -xf openmpi-$VER.tar.bz2
cd openmpi-$VER
./configure --prefix=$LOCAL/stow/openmpi-$VER
make -j 4 all &> makeall.log && make install
cd $LOCAL/stow
stow openmpi-$VER
```

# WRF 本体のインストール

参照元 :Chapter 2: Software Installation

[http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user\\_guide\\_V3/users\\_guide\\_chap2.htm](http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide_V3/users_guide_chap2.htm)

# WRF ファイルのダウンロード

- 配布元：

[http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/get\\_source.html](http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/get_source.html)

- メールアドレスを登録してダウンロードする。

- URL がわかれば、実はダウンロードに登録は不要。

```
VER=3.6.1
```

```
WRFDIR=~/model/WRF/WRF-$VER
```

```
mkdir -p $WRFDIR
```

```
cd $WRFDIR
```

```
wget -nc http://www.mmm.ucar.edu/wrf/src/WRFV$VER.TAR.gz
```

```
wget -nc http://www.mmm.ucar.edu/wrf/src/WPSV$VER.TAR.gz
```

```
tar -xf WRFV$VER.TAR.gz
```

```
tar -xf WPSV$VER.TAR.gz
```

# ARW のビルド

```
cd $WRFDIR/WRFV3
export NETCDF4=1 # ON NetCDF4
./configure
```

```
checking for perl5... no
checking for perl... found /usr/bin/perl (perl)
Will use NETCDF in dir: /home/senooken/model/WRF/WRF-3.6.1/local/
PHDF5 not set in environment. Will configure WRF for use without.
If you REALLY want Grib2 output from WRF, modify the arch/Config_new.pl script.
Right now you are not getting the Jasper lib, from the environment, compiled into WRF.
```

Please select from among the following supported platforms.

```
1. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with gcc (serial)
2. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with gcc (smpar)
3. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with gcc (dmpar)
4. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with gcc (dm+sm)
5. Linux x86_64, PGI compiler with pgcc, SGI MPT (serial)
6. Linux x86_64, PGI compiler with pgcc, SGI MPT (smpar)
7. Linux x86_64, PGI compiler with pgcc, SGI MPT (dmpar)
8. Linux x86_64, PGI compiler with pgcc, SGI MPT (dm+sm)
9. Linux x86_64, PGI accelerator compiler with gcc (serial)
10. Linux x86_64, PGI accelerator compiler with gcc (smpar)
11. Linux x86_64, PGI accelerator compiler with gcc (dmpar)
12. Linux x86_64, PGI accelerator compiler with gcc (dm+sm)
13. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc (serial)
14. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc (smpar)
15. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc (dmpar)
16. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc (dm+sm)
17. Linux x86_64 i486 i586 i686, Xeon Phi (MIC architecture) ifort compiler with icc (dm+sm)
18. Linux x86_64 i486 i586 i686, Xeon (SNB with AVX mods) ifort compiler with icc (serial)
19. Linux x86_64 i486 i586 i686, Xeon (SNB with AVX mods) ifort compiler with icc (smpar)
20. Linux x86_64 i486 i586 i686, Xeon (SNB with AVX mods) ifort compiler with icc (dmpar)
21. Linux x86_64 i486 i586 i686, Xeon (SNB with AVX mods) ifort compiler with icc (dm+sm)
22. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc, SGI MPT (serial)
23. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc, SGI MPT (smpar)
24. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc, SGI MPT (dmpar)
25. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc, SGI MPT (dm+sm)
26. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc, IBM POE (serial)
27. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc, IBM POE (smpar)
28. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc, IBM POE (dmpar)
29. Linux x86_64 i486 i586 i686, ifort compiler with icc, IBM POE (dm+sm)
```

```
30. Linux i486 i586 i686 x86_64, PathScale compiler with pathcc (serial)
31. Linux i486 i586 i686 x86_64, PathScale compiler with pathcc (dmpar)
32. x86_64 Linux, gfortran compiler with gcc (serial)
33. x86_64 Linux, gfortran compiler with gcc (smpar)
34. x86_64 Linux, gfortran compiler with gcc (dmpar)
35. x86_64 Linux, gfortran compiler with gcc (dm+sm)
36. Linux X86_64 i486 i586 i686, xlf compiler with xlc (serial)
37. Linux X86_64 i486 i586 i686, xlf compiler with xlc (smpar)
38. Linux X86_64 i486 i586 i686, xlf compiler with xlc (dmpar)
39. Linux X86_64 i486 i586 i686, xlf compiler with xlc (dm+sm)
40. Cray XT CLE/Linux x86_64, PGI compiler with gcc (serial)
41. Cray XT CLE/Linux x86_64, PGI compiler with gcc (smpar)
42. Cray XT CLE/Linux x86_64, PGI compiler with gcc (dmpar)
43. Cray XT CLE/Linux x86_64, PGI compiler with gcc (dm+sm)
44. Cray XE and XC30 CLE/Linux x86_64, Cray CCE compiler (serial)
45. Cray XE and XC30 CLE/Linux x86_64, Cray CCE compiler (smpar)
46. Cray XE and XC30 CLE/Linux x86_64, Cray CCE compiler (dmpar)
47. Cray XE and XC30 CLE/Linux x86_64, Cray CCE compiler (dm+sm)
48. Cray XC30 CLE/Linux x86_64, Xeon ifort compiler (serial)
49. Cray XC30 CLE/Linux x86_64, Xeon ifort compiler (smpar)
50. Cray XC30 CLE/Linux x86_64, Xeon ifort compiler (dmpar)
51. Cray XC30 CLE/Linux x86_64, Xeon ifort compiler (dm+sm)
52. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with pgcc (serial)
53. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with pgcc (smpar)
54. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with pgcc (dmpar)
55. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with pgcc (dm+sm)
56. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with gcc -f90= (serial)
57. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with gcc -f90= (smpar)
58. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with gcc -f90= (dmpar)
59. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with gcc -f90= (dm+sm)
60. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with pgcc -f90= (serial)
61. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with pgcc -f90= (smpar)
62. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with pgcc -f90= (dmpar)
63. Linux x86_64 i486 i586 i686, PGI compiler with pgcc -f90= (dm+sm)
```

ビルドする PC のアーキテクチャとコンパイラ・並列計算種類の選択 (dm: MPI, sm: OpenMP)

通常は 16: ifort か 35: gfortran を選択。今回は 35。

Enter selection [1-63] : 35

Compile for nesting? (1=basic, 2=preset moves, 3=vortex following) [default 1]: 1

ネスティングの設定。  
基本的に標準 (1) でよい。

d: distributed  
s: shared  
m: memory

# WRF-ARW のコンパイル

以下のコマンドでコンパイル開始

```
J="-j 8" ./compile em_real &> compile.log
```

約 10 分かかった。

コンパイルが成功すると main ディレクトリに 5 種類のバイナリが存在

```
ls main/*.exe
main/ndown.exe*  main/nup.exe*  main/real.exe*  main/tc.exe*
main/wrf.exe*
```

コンパイルが失敗したり、設定を間違えてやり直したい場合、  
以下のコマンドでクリーンして configure からやり直す。

```
./clean -a
```

# WPS のビルド設定

```
cd $WRFDIR/WPS/
./configure
```

```
Will use NETCDF in dir: /home/senooken/model/WRF/WRF-3.6.1/local/
Found Jasper environment variables for GRIB2 support...
$JASPERLIB = /home/senooken/local/lib
$JASPERINC = /home/senooken/local/include
-----
Please select from among the following supported platforms.
 1. Linux x86_64, gfortran (serial)
 2. Linux x86_64, gfortran (serial_NO_GRIB2)
 3. Linux x86_64, gfortran (dmpar) (selected)
 4. Linux x86_64, gfortran (dmpar_NO_GRIB2)
 5. Linux x86_64, PGI compiler (serial)
 6. Linux x86_64, PGI compiler (serial_NO_GRIB2)
 7. Linux x86_64, PGI compiler (dmpar)
 8. Linux x86_64, PGI compiler (dmpar_NO_GRIB2)
 9. Linux x86_64, PGI compiler, SGI MPT (serial)
10. Linux x86_64, PGI compiler, SGI MPT (serial_NO_GRIB2)
11. Linux x86_64, PGI compiler, SGI MPT (dmpar)
12. Linux x86_64, PGI compiler, SGI MPT (dmpar_NO_GRIB2)
13. Linux x86_64, IA64 and Opteron (serial)
14. Linux x86_64, IA64 and Opteron (serial_NO_GRIB2)
15. Linux x86_64, IA64 and Opteron (dmpar)
16. Linux x86_64, IA64 and Opteron (dmpar_NO_GRIB2)
```

```
17. Linux x86_64, Intel compiler (serial)
18. Linux x86_64, Intel compiler (serial_NO_GRIB2)
19. Linux x86_64, Intel compiler (dmpar) (selected)
20. Linux x86_64, Intel compiler (dmpar_NO_GRIB2)
21. Linux x86_64, Intel compiler, SGI MPT (serial)
22. Linux x86_64, Intel compiler, SGI MPT (serial_NO_GRIB2)
23. Linux x86_64, Intel compiler, SGI MPT (dmpar)
24. Linux x86_64, Intel compiler, SGI MPT (dmpar_NO_GRIB2)
25. Linux x86_64 g95 compiler (serial)
26. Linux x86_64 g95 compiler (serial_NO_GRIB2)
27. Linux x86_64 g95 compiler (dmpar)
28. Linux x86_64 g95 compiler (dmpar_NO_GRIB2)
29. Cray XE/XC CLE/Linux x86_64, Cray compiler (serial)
30. Cray XE/XC CLE/Linux x86_64, Cray compiler (serial_NO_GRIB2)
31. Cray XE/XC CLE/Linux x86_64, Cray compiler (dmpar)
32. Cray XE/XC CLE/Linux x86_64, Cray compiler (dmpar_NO_GRIB2)
33. Cray XC CLE/Linux x86_64, Intel compiler (serial)
34. Cray XC CLE/Linux x86_64, Intel compiler (serial_NO_GRIB2)
35. Cray XC CLE/Linux x86_64, Intel compiler (dmpar)
36. Cray XC CLE/Linux x86_64, Intel compiler (dmpar_NO_GRIB2)
```

PC アーキテクチャ・コンパイラ・並列計算の有無・GRIB 形式データへの対応の選択  
 通常は 3: gfortran (dmpar) , 19: ifort (dmpar) を選択。今回は 3 (gfortran)

```
Enter selection [1-36] :3
```

# WPS のビルド設定の編集・ビルド

ビルド時にエラーが出るので `configure.wps` を編集

エラー内容

`undefined reference to 'GOMP_loop_runtime_start'`

参考 : <http://forum.wrfforum.com/viewtopic.php?f=20&t=5672>

```
WRF_LIB      = -L$(WRF_DIR)/external/io_grib1 -lio_grib1 \
               -L$(WRF_DIR)/external/io_grib_share -lio_grib_share \
               -L$(WRF_DIR)/external/io_int -lwrfio_int \
               -L$(WRF_DIR)/external/io_netcdf -lwrfio_nf \
               -L$(NETCDF)/lib -lnetcdff -lnetcdf -lgomp
```

エラー内容

`gfortran: error: unrecognized command line option '-f90=gfortan'`

-lgomp を追加

参考 : <http://computing.io/wp/2013/07/compiling-wrf/>

```
# DM_FC      = mpif90 -f90=gfortran
DM_FC      = mpif90
```

コンパイル

-f90=gfortran を除去

`./compile &> compile.log`

以下の 3 ファイルができていれば OK。

`ls *.exe`

`geogrid.exe metgrid.exe ungrid.exe`

うまくいかなければ以下のコマンドでクリーンして `configure` からやり直す。

`./clean -a`

# テスト計算の準備

## ■ 入力データの入手

- ▶ 地形データ
- ▶ 気象データ

## ■ 可視化ソフト IDV

- ▶ インストール
- ▶ 簡単な使い方

# 地形データの入手

- WRF のソースコードの配布サイトで案内

- 配布元 :

[http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/get\\_sources\\_wps\\_geog.html](http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/get_sources_wps_geog.html)

- 全球の地形データ ( 最小解像度 : 30" = 1 km 程度 )

```
mkdir -p ~/model/WRF/geog
cd ~/model/WRF/geog
wget -nc
http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/src/wps_files/geog_complete.tar.bz2
tar -xf geog_complete.tar.bz2
```

## 所要時間

DL: 10 min

解凍: 20 min

## ファイルサイズ

解凍前 : 2.3 GB

解凍後 : 49 GB

# 気象データの入手

## ■ WRF のサイトで自由に使える気象データの紹介

### ■ [http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/free\\_data.html](http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/free_data.html)

#### ■ 使えるデータはいろいろ。

- Only a limited number of datasets are available online

#### ■ 以下の点から NCEP Final Analysis (FNL) がよい

- The data is free for all users to download
  - ▶ 解像度 ( $1^\circ$ =100 km)

Available GRIB datasets: (for input to WPS)

- ▶ データの存在期間：数日前まで存在

- NCEP Final Analysis (FNL from GFS) (ds083.2): 1 degree resolution, every 6 hours
  - ▶ 利用実績：論文などで比較的多用
- NCEP/NCAR Reanalysis (ds090.0): 2.5 degree resolution, every 6 hours
  - <http://rda.ucar.edu/datasets/ds090.0/>
- NCEP GRIB GDAS (ds083.0): 2.5 degree resolution, every 12 hours. - you may be able to use it if your entire domain stays in one hemisphere.
  - <http://rda.ucar.edu/datasets/ds083.0/>
- NCEP Eta/NAM (ds609.2): 40 km resolution, every 6 hours.
  - <http://rda.ucar.edu/datasets/ds609.2/>

# NCEP-FNL データ入手

■ サイトにアクセス <http://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/>

Hello Guest [Register Now](#) [Sign In](#) | [Forgot Password?](#)

CISE RESEARCH DATA ARCHIVE  
Managed by NCAR's Data Support Section  
Data for Atmospheric and Geosciences Research

Home Find Data Ancillary Services About

NCEP FNL Operational Model Global Tropospheric Analyses, continuing from July 1999 ds083.2

For assistance, contact Grace Peng (303-497-1218).

Description Data Access Documentation Software

Abstract: These NCEP FNL (Final) Operational Global Analysis data are on 1-degree by 1-degree grids prepared operationally every six hours. This product is from the Global Data Assimilation System (GDAS), which continuously collects observational data from the Global Telecommunications System (GTS), and other for many analyses. The FNLs are made with the same model which NCEP uses in the Global Forecast (GFS), but the FNLs are prepared about an hour or so after the GFS is initialized. The FNLs are delayed more observational data can be used. The GFS is run earlier in support of time critical forecast needs, a the FNL from the previous 6 hour cycle as part of its initialization.

The analyses are available on the surface, at 26 mandatory (and other pressure) levels from 1000 millibars, in the surface boundary layer and at some sigma layers, the tropopause and a few others. Par include surface pressure, sea level pressure, geopotential height, temperature, sea surface temperature values, ice cover, relative humidity, u- and v-winds, vertical motion, vorticity and ozone.

The archive time series is continuously extended to a near-current date. It is not maintained in real-time.

Temporal Range: 1999-07-30 18:00 +0000 to 2014-11-23 06:00 +0000 (Entire dataset)  
Period details by subset

Updates: Daily

Variables: Air Temperature Albedo Cloud Amount/Frequency Cloud Base Pressure

Description Data Access Documentation Software

For assistance, contact Grace Peng (303-497-1218).

NCAR-Only Access

Central File System (GLADE) Holdings	Tape Archive (HPSS) Holdings
GLADE File Listing	HPSS File Listing
GLADE File Listing	HPSS File Listing
GLADE File Listing	HPSS File Listing

Description Data Access Documentation Software

For assistance, contact Grace Peng (303-497-1218).

View listings of our Internet-accessible\* data file holdings and download the files. You can download files one-by-one by clicking their links, or you can take advantage of the tools that we provide that will allow you to easily download many files. Your options are:

Faceted Browse	Complete File List
Interactively browse the Internet-accessible collection of data files and make selections to create a list of only the files you need. Please note that this is not a subsetting service. You will still receive whole data files as they exist in our archive.	View a hierarchical listing of the full collection of data files

\* For some datasets, not all of the archived data are Internet-accessible. If you aren't finding something that you expect to find, please see the Tape Archive (HPSS) Holdings option under the "Data Access" tab for a full listing of all files available for this dataset.

# NCEP-FNL データ入手

NCEP FNL Operational Model Global Troposp

July 1999  
ds083.2

Description Data Access Documentation Software

[ Web server holdings ]

GRIB2 - GRIB2 6 HOURLY FILES begin 2007.12.06

GRIB2 files can be used in the WRF. GRIB2 files have same data as GRIB1, with more analysis times.

Subgroup Summary

Group ID	Data Description	FILE COUNT
GRIB2 2007	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2007	102
GRIB2 2008	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2008	1464
GRIB2 2009	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2009	1460
GRIB2 2010	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2010	1460
GRIB2 2011	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2011	1460
GRIB2 2012	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2012	1464
GRIB2 2013	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013	1460
GRIB2 2014	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2014	1306
TOTAL	8/84 Subgroups	10176

2013年1月1~2日の  
データ入手する

Description Data Access Documentation Software

[ Web server holdings ]

GRIB2 2013 - GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013

GRIB2 files can be used in the WRF. GRIB2 files have same data as GRIB1, with more analysis times.

All analysis times are available for this year.

[View Selected Files/Get As a Tar File](#) [Perl Download Script](#) [Csh Download Script](#)

Subgroup Summary

Group ID	Data Description	FILE COUNT
GRIB2 2013.01	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.01	124
GRIB2 2013.02	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.02	112
GRIB2 2013.03	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.03	124
GRIB2 2013.04	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.04	120
GRIB2 2013.05	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.05	124
GRIB2 2013.06	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.06	120
GRIB2 2013.07	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.07	124
GRIB2 2013.08	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.08	124
GRIB2 2013.09	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.09	120
GRIB2 2013.10	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.10	124
GRIB2 2013.11	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.11	120
GRIB2 2013.12	GRIB2 6 HOURLY FILES for 2013.12	124
TOTAL	12 Subgroups	1460

必要な月にチェックを入れ  
DL スクリプト入手。  
下の方で個別でも入手可能

```
mkdir -p ~/model/WRF/meteo/NCEP-FNL  
cd ~/model/WRF/meteo/NCEP-FNL  
./get-fnl.csh [PASSWORD]
```

# 可視化ソフト

WRF の出力ファイルは NetCDF 形式

NetCDF の読めるソフト・ライブラリを利用

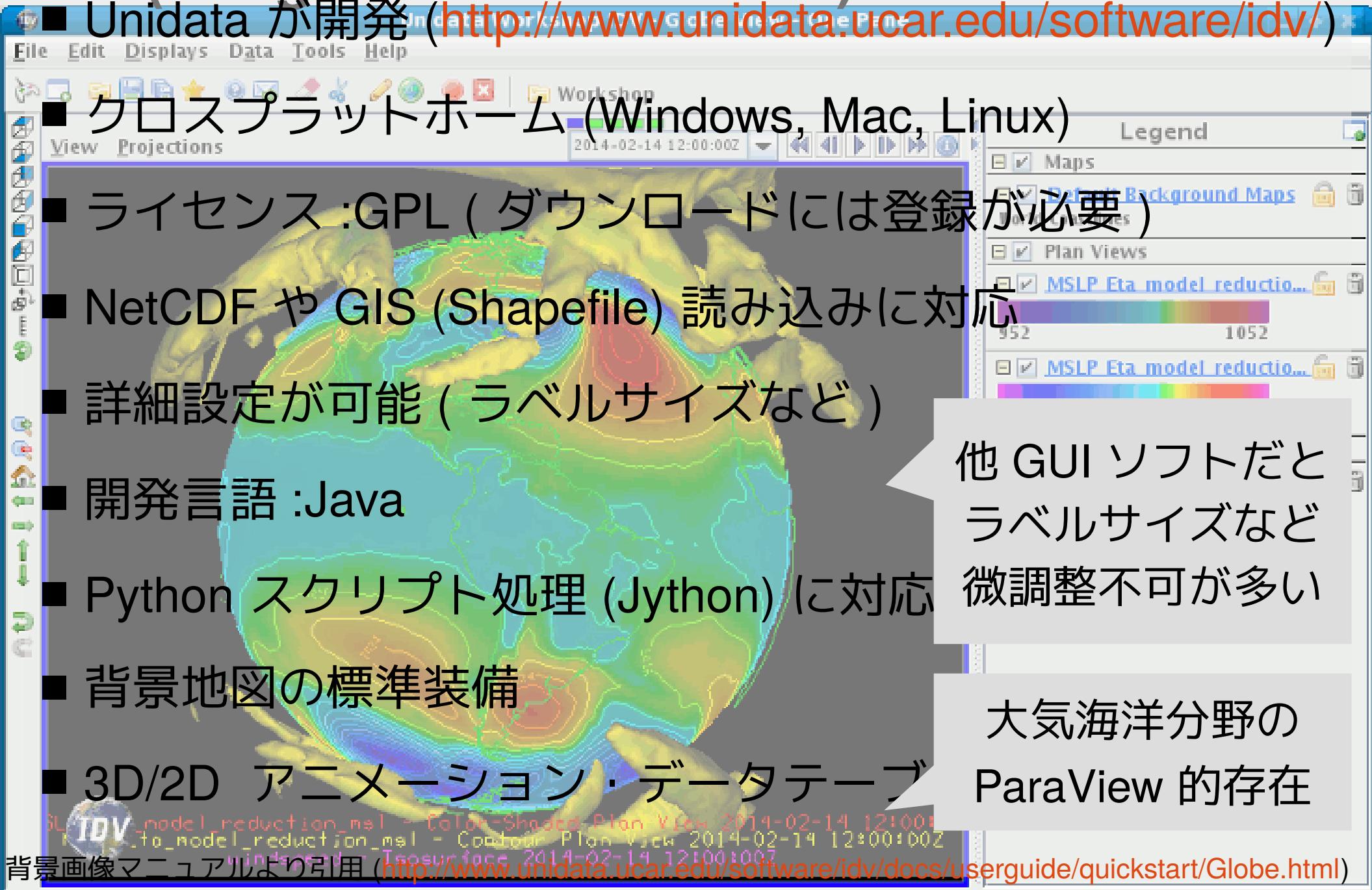
- 専用ビューア : Ncview
- CUI: GrADS
- GUI: Panoply, VisIt, IDV, VERDI, ncBrowser など
- GIS: QGIS
- 言語バインディング : Python/Ruby/C/Fortran/Java

## 使い分け

定型作業・論文での利用： 言語バインディングで自作 (Python)  
ぱっとみたい・一回だけ： GUI (IDV が高品質)

# IDV (Integrated Data Viewer)

■ Unidata が開発 (<http://www.unidata.ucar.edu/software/idv/>)



# IDV のダウンロード



Data Software Downloads Support Community Projects News Events About

Home / IDV

## › IDV

Version History

FAQs

Display Examples

Documentation

Download

Support

For Developers

RAMADDA

Related Projects

## Integrated Data Viewer (IDV)



The Integrated Data Viewer (IDV) from Unidata is a Java-based software for analyzing and visualizing geoscience data.

[See the IDV package overview](#) ›

### IDV News & Announcements

#### IDV 5.0u2

2014/11/11

#### IDV 5.0u1

2014/08/06

#### New IDV Tutorial Videos: Adaptive Resolution and More

2014/06/06

### IDV Display Examples



In the IDV **Globe** display and maps a onto a spherical globe



Display **Plan View** 2D map data or cross sections of 3D data using the

## IDV Download and Installation

IDV 5.0 u2 release

Built: 2014-11-12 20:14 UTC

### IDV 5.0u2 Installers

Install4j installers for supported platforms. See the [Downloading and Running the IDV](#) section of the User's Guide for more information.

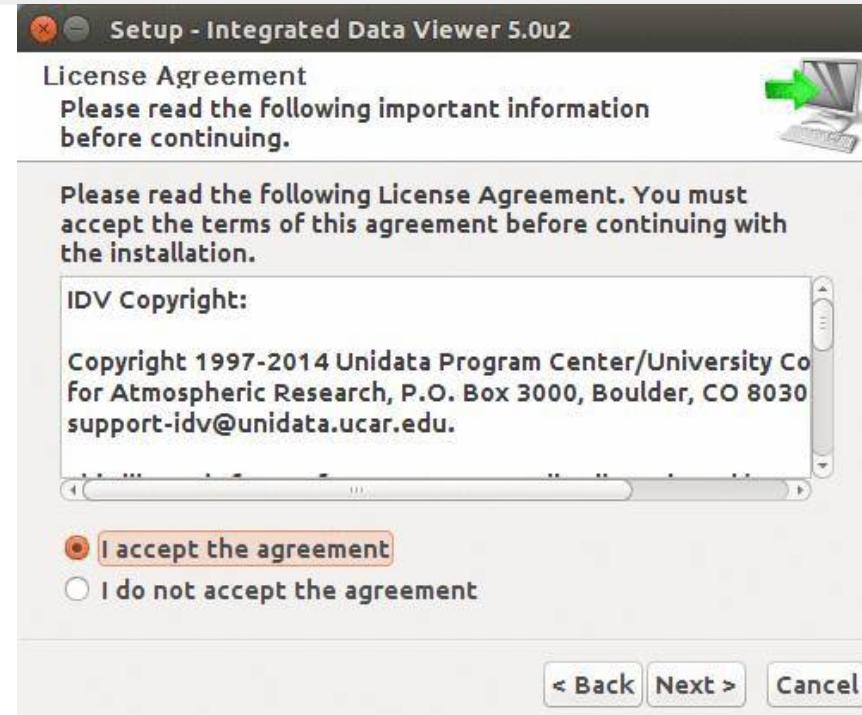
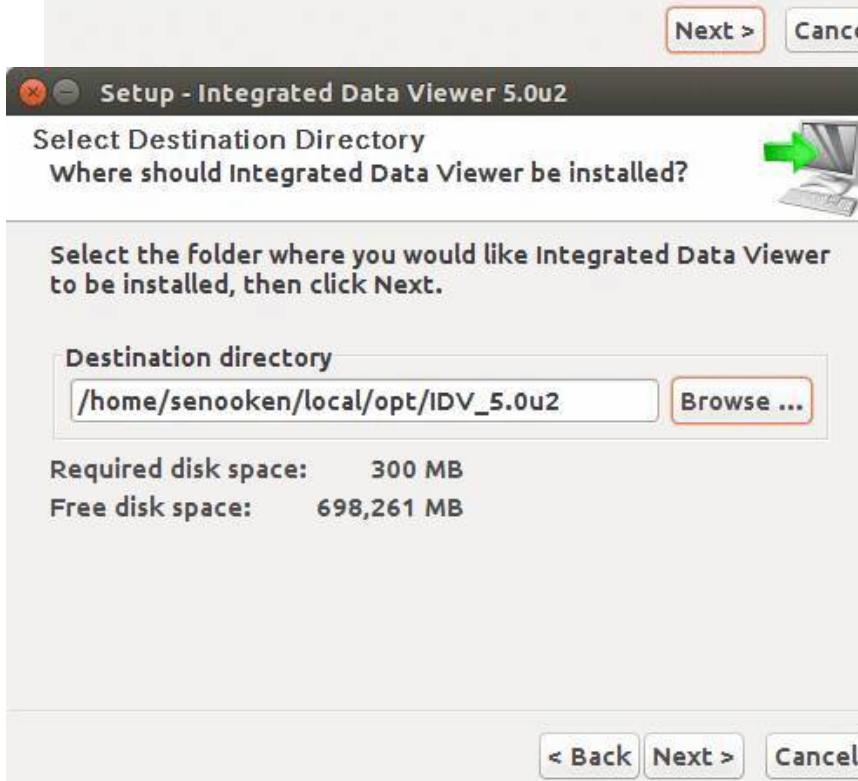
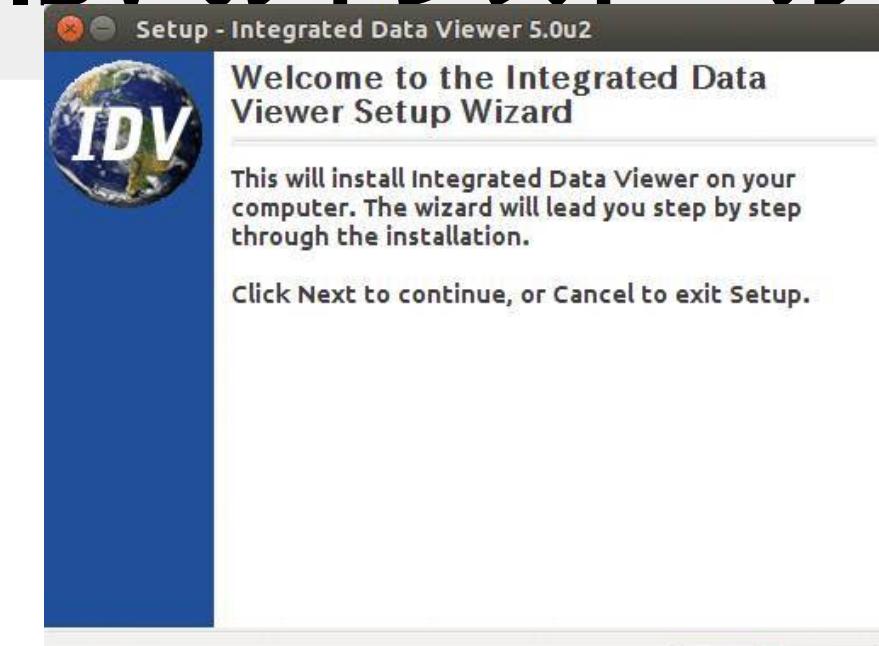
idv\_5\_0u2\_linux64\_installer.sh をダウンロード  
以下のコマンドで実行してインストーラーを起動

```
sh idv_5_0u2_linux64_installer.sh
```

File	Size	Date	Description
IDV 5.0u2 Installer for Windows XP/Vista/7	112.76MB	Nov 12, 2014	Installer for IDV under Windows XP/Vista/7. <a href="#">MD5</a>
IDV 5.0u2 Installer for 64-bit Windows XP/Vista/7	114.52MB	Nov 12, 2014	Installer for IDV under 64-bit Windows XP/Vista/7. <a href="#">MD5</a>
IDV 5.0u2 Installer for Linux/x86 (32-bit)	120.01MB	Nov 12, 2014	Installer for IDV under Linux/x86 (32-bit). <a href="#">MD5</a>
<b>IDV 5.0u2 Installer for Linux (64-bit)</b>	<b>118.11MB</b>	<b>Nov 12, 2014</b>	Installer for IDV under 64-bit Linux. <a href="#">MD5</a>
IDV 5.0u2 Installer for Mac OS X	114.3MB	Nov 12, 2014	Installer for Mac OS X. <b>Requires Mac OS X 10.7 or later.</b> See the <a href="#">System Requirements</a> section of the User's Guide for more information. <a href="#">MD5</a>

アカウントを登録しておく

# IDV のインストール

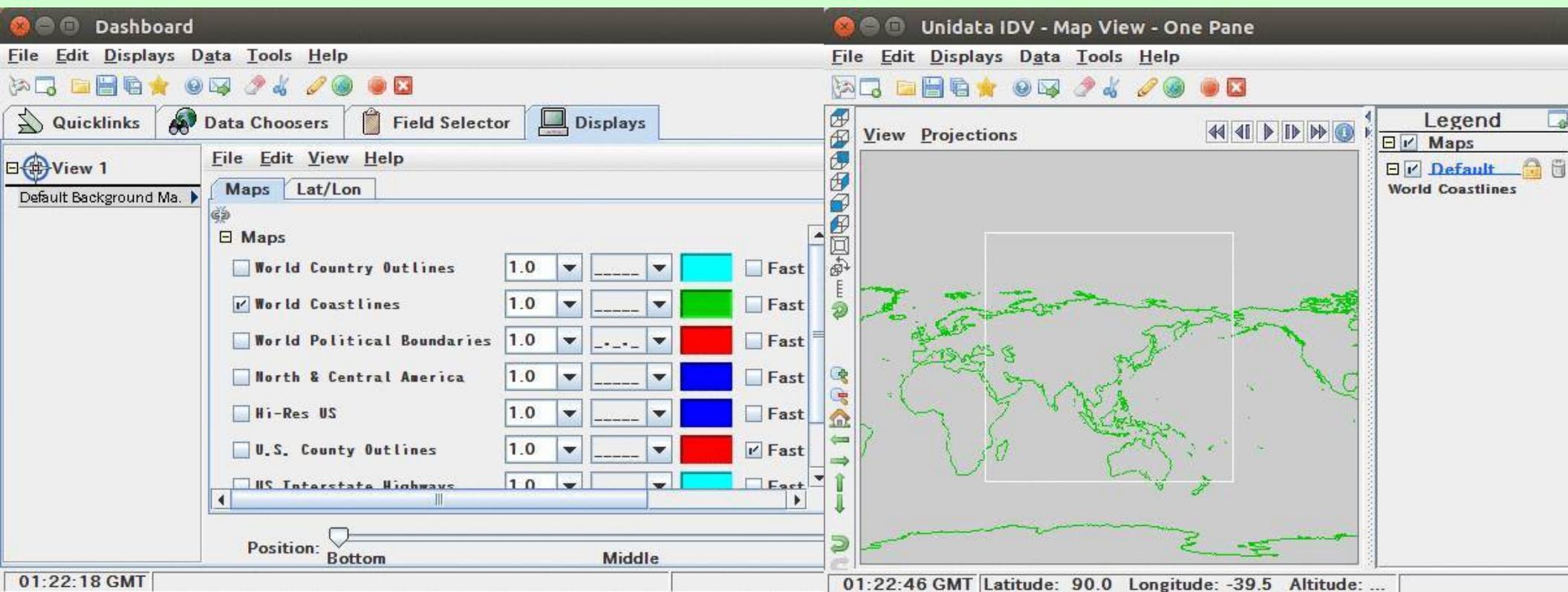


ライセンス同意書にチェックを入れ、  
インストール先を選択。  
以下の場所にインストール  
\$HOME/local/opt/IDV\_5.0u2

# IDV の使い方

# 起動

```
cd ~/.local/opt/IDV_5.0u2
./runIDV &
```



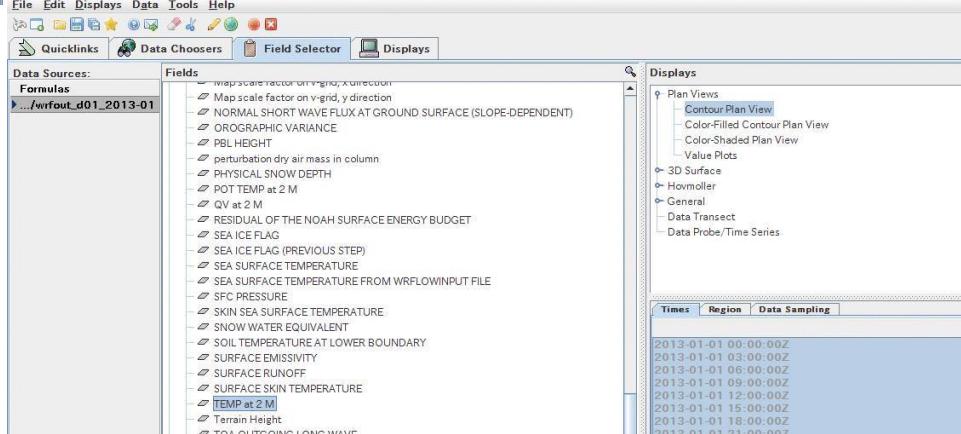
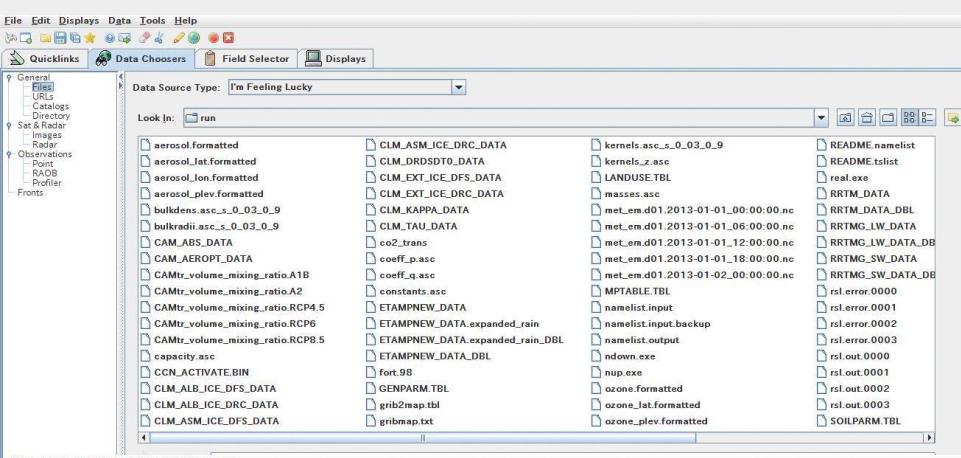
Dashboard: データの選択。可視化方法の選択

Map View: 可視化結果の閲覧。視点の変更

参考: 大野, 宏之 (2014): メッシュ農業気象データ利用マニュアル

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/laboratory/narc/material/051883.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/narc/material/051883.html)

# IDV: ファイルの開き方



## Data Choosers タブ

- データと形式を選択
- NetCDF/Shapefile/KML など対応

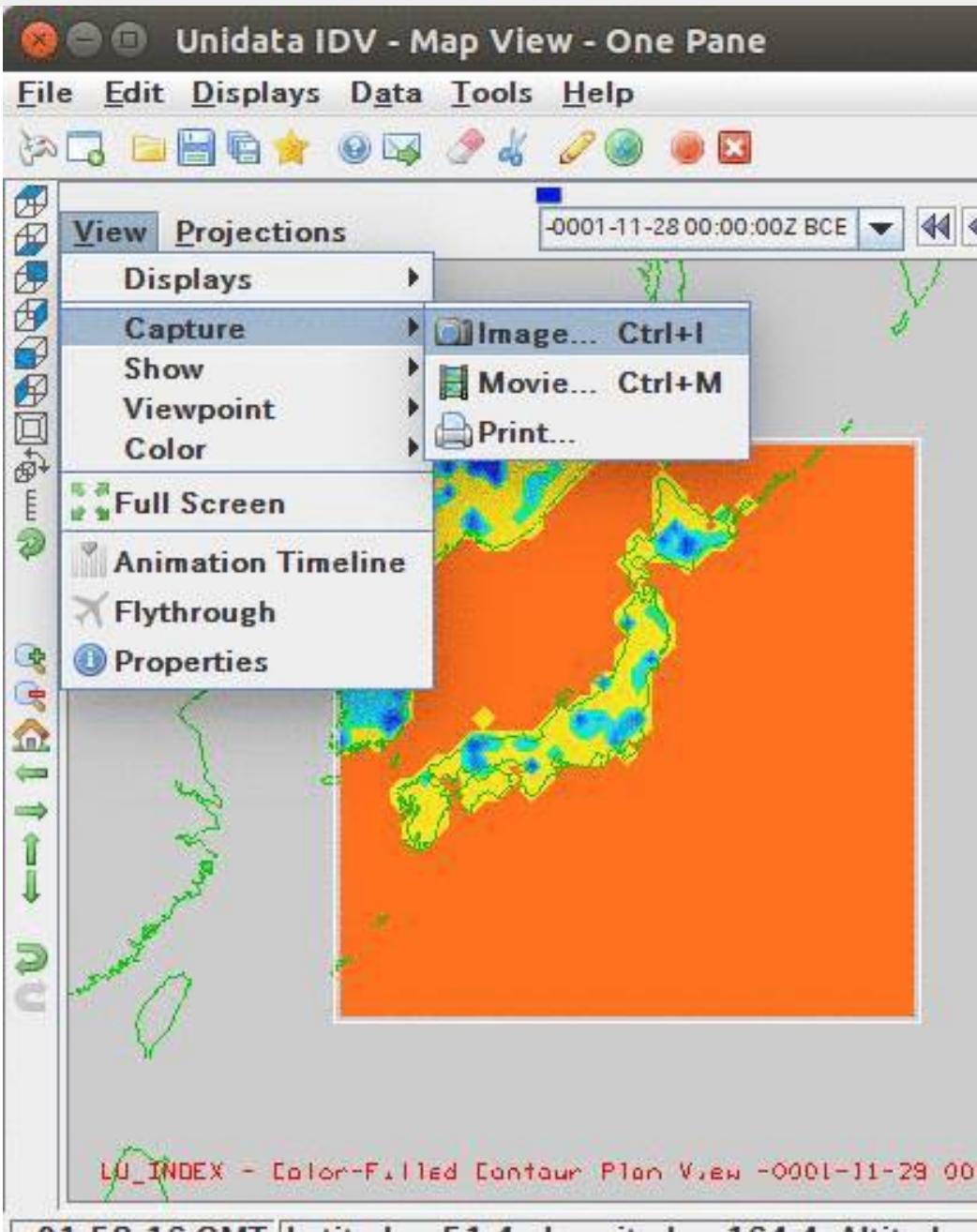
## Field Selector タブ

- 表示する変数の選択
- 表示方法 (2D/3D/ コンター etc.)

## Displays タブ

- 背景地図の経緯線の間隔
- 軸目盛りフォントサイズなど

# IDV: Map View



## 画像・動画出力

View -> Capture -> Image/Movie

## 画像の対応形式

jpg, gif, png, pdf, ps, svg  
kml, kmz

## 動画の対応形式

mov, avi, gif, zip, kmz, html

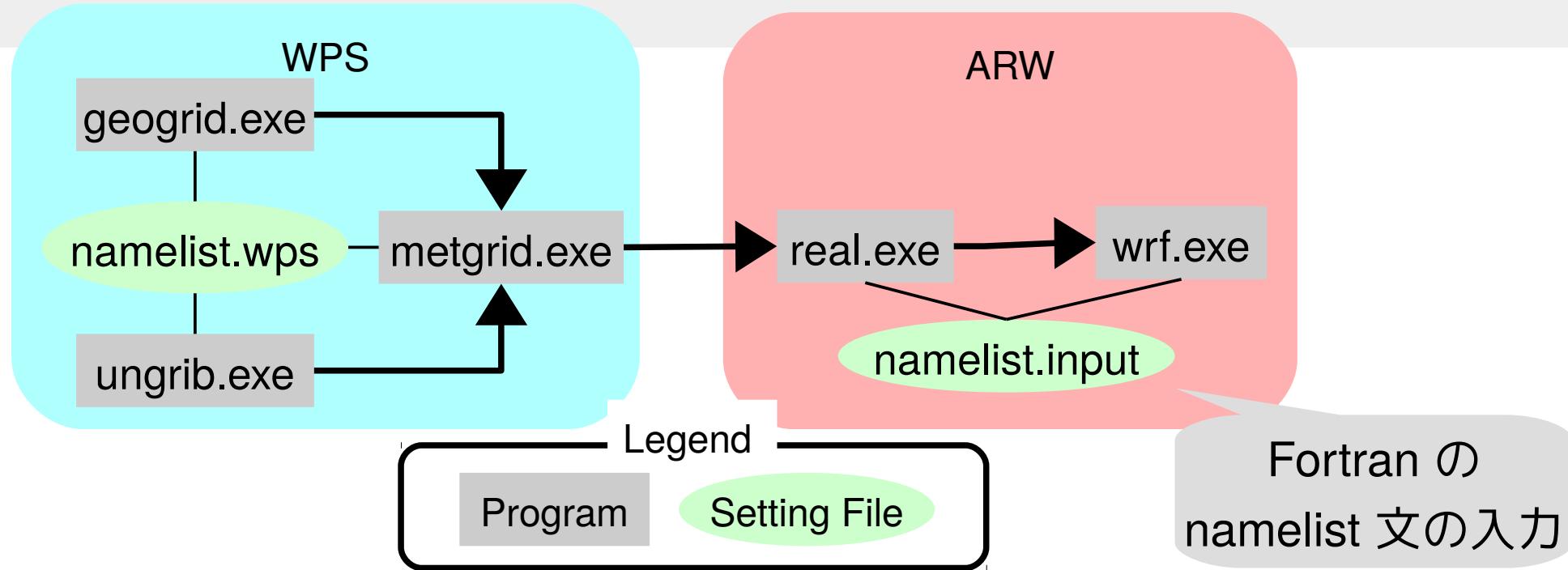
操作	説明
マウスホイール	拡大・縮小
右ドラッグ	回転
中ボタン	値の調査

# テスト計算実行手順

計算期間：2013-01-01～2013-01-02

計算領域：沖縄を除く日本全体

# WRF Structure



## 実行手順

- **geogrid:** 地形データを抽出し水平格子を定義
- **ungrib:** GRIB 形式の気象データを抽出
- **metgrid:** geogrid と ungrid で抽出した地形と気象をマージ
- **real:** 初期条件と境界条件を設定
- **wrf:** 計算ソルバ

# WPS: namelist.wps の編集・領域の確認

```
cd ~/model/WRF/WRF-3.6.1; source .wrfrc
cd WPS
```

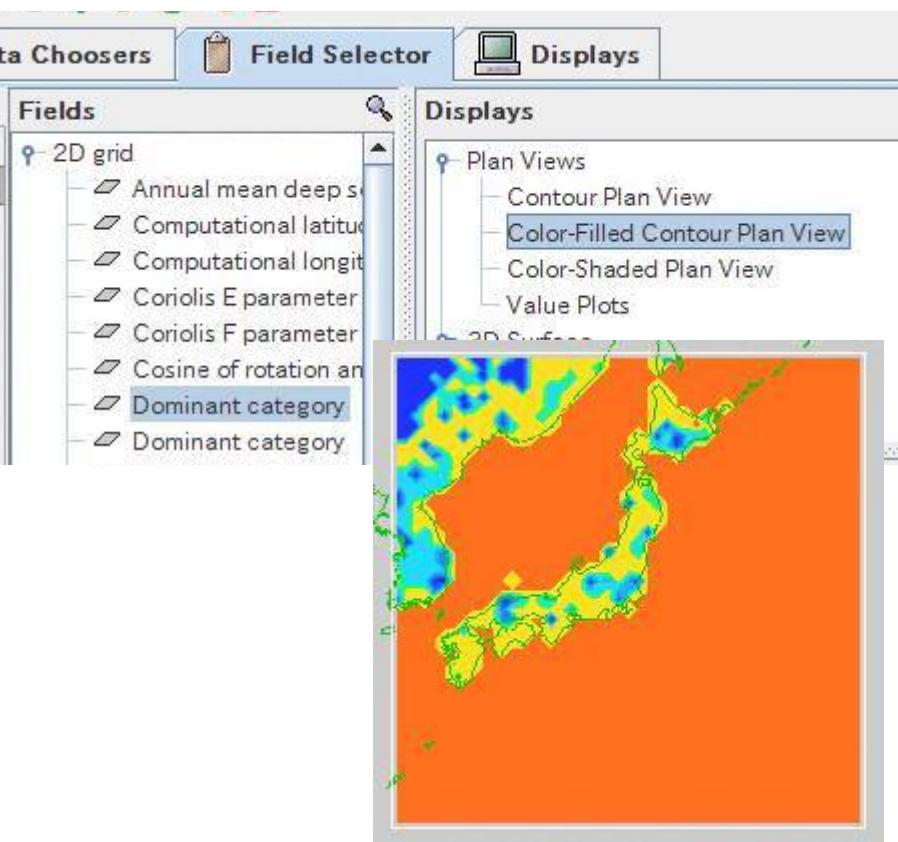
右のように namelist.wps を編集

```
## Geogrid.exe の実行
./geogride.exe
```

出力された geo\_em.d01.nc を IDV で開く

Fields Dominant category (LU\_INDEX)

Display: Color Filled



```
&share
wrf_core = 'ARW',
max_dom = 1,
start_date = '2013-01-01_00:00:00', '2006-08-16_12:00:00',
end_date = '2013-01-02_00:00:00', '2006-08-16_12:00:00',
interval_seconds = 21600
io_form_geogrid = 2,
/
&geogrid
parent_id = 1, 1,
parent_grid_ratio = 1, 3,
i_parent_start = 1, 31,
j_parent_start = 1, 17,
e_we = 30, 112,
e_sn = 30, 97,
geog_data_res = '10m', '2m',
dx = 50000,
dy = 50000,
map_proj = 'lambert',
ref_lat = 36.0,
ref_lon = 140.0,
truelat1 = 30.0,
truelat2 = 40.0,
stand_lon = 140.0,
geog_data_path = '.../.../geog/'
/
```

# WPS (ungrib, metgrid) の実行

```
## Ungrib の実行
ln -sf ungrib/Variable_Tables/Vtable.GFS Vtable # 正しいVtableにリンクを貼る
./link_grib.csh ../../meteo/NCEP-FNL/fnl_2013010{1,2}* # 使用気象データへリンク
./ungrib.exe

## Metgrid の実行
./metgrid.exe

cd $WRFDIR/WRFV3/run
ln -sf ../../WPS/met_em.d0* ./ # リンクを貼る
```

## WPS の実行が完了

**FNL Data**

NCEP Global Analyses on 1x1 degree grids is available every six hours. The analyses are from the [NCEP](#) Final Analyses (FNL) which currently is the same as the Aviation (GFS/AVN) run except that a later input data cutoff time is used. These were operationally prepared by NCEP, but are available for download from [NCAR/DSS](#).

For further information about the FNL archives at NCAR: See, <http://dss.ucar.edu/datasets/ds083.2>.

**Type:** GRIB1 data

**Resolution:**

1deg global data  
Output frequency 6 hourly  
26 pressure levels (1000-10hPa ; excluding surface)

**Availability:** This data is available at [NCAR/DSS](#) since September 15, 1999

From the web:  
<http://dss.ucar.edu/datasets/ds083.2>  
Follow the tab to "Data Access -> Internet Download". You must register (it is free) to access the data.

Vtable 設定根拠 :

<http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/OnLineTutorial/DATA/FNL/>

Vtable: Vtable.GFS

For users with an NCAR IBM account, you can use the script:  
`~mesouser/MM5V3/Util/get_fnl.csh`, to download the data  
 and copy script to your account. Running instruction are inside the script.  
 When you run this script, make sure that you work in a temporary directory (such as  
`/ptmp/$USER`).

# WRF-ARW の実行

右のように

\$WRDDIR/WRFV3/run/namelist.input の

以下のセクションを修正

\* &time\_control セクション

\* &domains セクション

time\_step の設定は重要

CFL 条件に引っかかるないように必ず

**DX/1000×6** 以内程度にする

実行中にいきなり以下のエラーが出る

Program received signal SIGSEGV: Segmentation  
fault - invalid memory reference.

## WRF-ARW の実行

mpirun ./real.exe

mpirun ./wrf.exe

wrf.exe の実行時間：約 1-2 min

計算結果 : wrfout\_d01\*

計算ログ : rsl.out.????, rsl.error.????

PC 環境に合わせ mpirun -n 4 など並列数を設定

自 PC だと -n 2 以上で遅くなった

namelist.wps と同じ設定にする

```
&time_control
run_days
run_hours
run_minutes
run_seconds
start_year
start_month
start_day
start_hour
start_minute
start_second
end_year
end_month
end_day
end_hour
end_minute
end_second
```

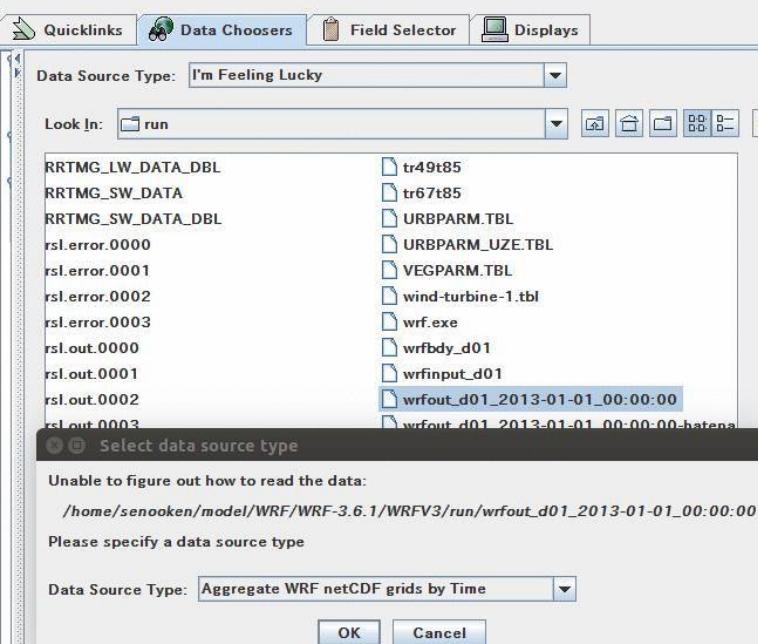
= 1,  
= 0,  
= 0,  
= 0,  
= 2013, 2000, 2000,  
= 01, 01, 01,  
= 1, 24, 24,  
= 0, 12, 12,  
= 00, 00, 00,  
= 00, 00, 00,  
= 2013, 2000, 2000,  
= 01, 01, 01,  
= 2, 25, 25,  
= 00, 12, 12,  
= 00, 00, 00,  
= 00, 00, 00,

```
&domains
time_step
time_step_fract_num
time_step_fract_den
max_dom
e_we
e_sn
e_vert
p_top_requested
num_metgrid_levels
num_metgrid_soil_levels
dx
dy
```

必ず DX/1000×6  
以内程度にする

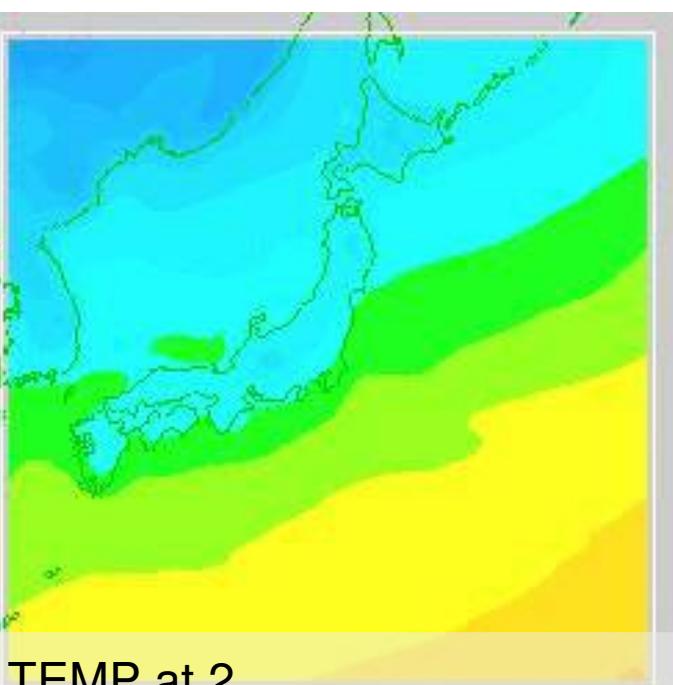
= 300,  
= 0,  
= 1,  
= 1,  
= 30, 112, 94,  
= 30, 97, 91,  
= 30, 30, 30,  
= 5000,  
= 27,  
= 4,  
= 50000, 10000, 3333.33,  
= 50000, 10000, 3333.33,

# IDV で結果の確認



拡張子がついていないので開くとき以下を選択  
 Data Source Type: Aggregate WRF netCDF grids by Time

## 主要な変数



表示	NetCDF 変数	説明
TEMP at 2	T2	地上 2 m の気温
U/V at 10 M	U10, V10	地上 10 m の風速
SFC PRESSURE	PSFC	地表圧力
QV	Q2	湿度
ACUUMULATED SHALLOW PRECIPITAION	RAINC	降水量 (columus)
ACUUMULATED TOTAL CUMULUS PRECIPITAION	RAINNC	降水量 (microphysics)
SNOW WATER EQUIVALENT	SNOW	降雪量

# 注意点

- NetCDF-4 をオンにした WRF の出力サイズが大 (137 MB)
- 以下のコマンドで NetCDF ファイルバージョンを確認

```
ncdump -k wrfout_d01_2013-01-01_00:00:00  
netCDF-4
```

- namelist.input の &time\_control で NetCDF-4 をオフ  
use\_netcdf\_classic=.true.

参考 : [http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/wrfv3.5/building\\_netcdf4.html](http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/wrfv3.5/building_netcdf4.html)

- 再度 wrf.exe を実行しサイズとバージョンを確認

```
ncdump -k wrfout_d01_2013-01-01_00:00:00  
64-bit offset  
du wrfout_d01_2013-01-01_00:00:00  
40 M wrfout_d01_2013-01-01_00:00:00
```

- NetCDF-4 以前の形式 (40 MB) のほうが有利？

# 一括インストールスクリプト

- 事前に stow, gfortran, csh, make をインストールしておく (apt 可 )
- ライブラリと WRF 本体をインストールするシェルスクリプト
  - 配布元 : <https://github.com/lamsh/model/blob/master/WRF/wrf-install.sh>
    - Raw をクリックすると元ファイルを DL できる。
  - stow と IDV , 入力データを除く WRF のライブラリと WRF 本体をダウンロードしてインストール。
  - 以下のコマンドで実行すると、スライドで掲載したディレクトリ構造でインストール ( 約 30 min )  
./wrf-install.sh
  - コンパイラ : gfortran+gcc , 並列計算 dm+sm , NetCDF-4 オン
  - 必要に応じて WVER 変数に WRF のバージョンを変更して使う。
    - バージョンを変更するなら、 WRF/WPS の configure の値も変更。

# まとめ

- 気象モデル WRF について紹介
- インストール手順を説明
- 入力データの入手手順を説明
- 計算の実行手順を説明
- 可視化手順を説明

# 質疑・コメント（発表後追記）

- ディレクトリ構成をいろいろやっていたが、独自ライブラリは使いにくくて、デフォルトのインストール先がけっこういいことがある。Mac の homebrew は管理者権限がなしていろいろ入れていい。だから、WRF の brew パッケージがあったらしい。OpenFOAM も Mac の brew 版作って欲しいと誰かいっていた。
- 研究室ごとに、自分たちの理論を試すために WRF に独自の拡張を施している。これでやってくれといわれる。
- WRF は手順が多くてしんどい。レガシーな作りになっている。中間ファイルが多いし。しかし、領域の気象モデルでは一番使われている。あんまりまとまった情報がない。CAE といえるかは微妙だが、いいまとめだと思う。
- 可視化ソフト、VERDI 使いにくい。VisIt はどう？
  - ▶ GIS に未対応。可視化ソフトはあまり地理関係に対応していない。
- 可視化方法で、都道府県の行政境界を表示したいときは GIS ソフトでやるのが一般的な考え方？
  - ▶ 国土地理院がシェープファイルで提供。IDV はシェープファイルに対応。IDV で一緒に読めばいい。
  - ▶ NetCDF ビューアでは IDV がおそらくベスト。
- 気象の可視化で GrADS を使っている。独自の言語でやっかいそうだったので、IDV はいい情報だった。
  - ▶ プログラムでやるなら Python がベスト。データ処理とか応用が効く。

- ArcGIS はどうかな。
  - ▶ NetCDF の読み込み・表示は一応できる。けど、地理情報をきちんと抽出できるかは微妙。
  - ▶ 自分で NetCDF の地理情報から座標系の設定が必要なことがある。同類の QGIS はできていない。
  - ▶ ArcGIS は不自由でしかも高価なのでおすすめはしない。
- OpenMPI より MPICH がいいといっていたが、OpenFOAM では OpenMPI が標準。性能はどうなの？
  - ▶ 今回のテスト計算だと、OpenMPI だと約 2 min だけど、MPICH だと約 1 min。MPICH の方が早かった。MPICH もいろいろバージョンがある。検証が必要。
- WRF と OpenFOAM の連携はどうやる？ WRF の 100 m とかの解像度の結果を OpenFOAM の 1 m の解像度にどう入れる？
  - ▶ わからない。たぶん、リニアに補間している。温度条件とかが難しい。大気安定度まで OpenFOAM に入れるのは難しい。