Pythonで実際にArgoデータを読み込んでグラフを描いてみましょう

対象：主に（高校生～）学部生～大学院生

2022年6月2日

海洋研究開発機構　川合義美

Pythonで、アルゴフロートの個々の観測データのファイルを読み込んで簡単なグラフを描いてみます

Pythonのインストール方法、開発環境などについては解説しませんのでご了承ください

海洋観測データの解析をしたい方は、バニラPythonよりminicondaを使う方がいいかもしれません

NetCDFとは？

- 気象・海洋分野で広く使われているファイルフォーマットの1つ
- データに関する説明（メタデータ）を格納できる
- データを配列として読み出すことができる

- 拡張子は .nc
- Python, C, Matlab, Octave等様々なプログラミング言語で読み書きするためのパッケージが無料で利用できる（そのままでは読めない）

PythonでnetCDF形式のArgoデータを読む

準備

• ライブラリ　netCDF4　をインストールする

* 素のPython（バニラPython）の場合

> pip install netcdf4

CDFは大文字でも小文字でもよい

* Anaconda またはMinicondaの場合

> conda install netcdf4

※　xarrayを使う方法もある

注）condaで最新バージョンをインストールするとインポート時にエラーが出ることがある。
そんな時は古いバージョンを指定してインストールする

（例）> conda install netcdf4=1.5.6

PythonでnetCDF形式のArgoデータを読む

```
import numpy as np
import netCDF4
import inspect

# ファイルをオープン
nc = netCDF4.Dataset('ファイル名', 'r')

# 次元及び変数の情報を表示する
print (nc.dimensions)
print (nc.variable)

# 全ての変数の情報を表示する
for x in inspect.getmembers(nc):
        print (x)
```

ファイル名のパターン

例） D2902474_015.nc

- R: リアルタイム
  D: 遅延モード
- フロート固有の番号（WMO ID）
- 何回目の観測か

大量の情報が表示されるので
初めての人にはわかりにくい

PythonでnetCDF形式のArgoデータを読む

特に大事な変数（Delayed-modeの場合）

PRES_ADJUSTED　:補正済圧力
TEMP_ADJUSTED　:補正済水温
PSAL_ADJUSTED　:補正済実用塩分
LATITUDE　:緯度
LONGITUDE　:経度
JULD　:1950年1月1日からの日数

float型

とりあえず、これだけ押さえておけば何とかなります

PRES_ADJUSTED_QC　:補正済圧力の品質
TEMP_ADJUSTED_QC　:補正済水温の品質
PSAL_ADJUSTED_QC　:補正済塩分の品質
POSITION_QC　:位置の品質
JULD_QC　:日時の品質

数値ではなく文字列であることに注意

1, 2, 8以外は使わない（あるいは1しか使わない）のが無難

（例）

```
> print(nc.variable['TEMP_ADJUSTED'])

<class 'netCFD4._netCDF4.Variables'>
float32 TEMP_ADJUSTED(N_PROF, N_LEVELS)
        long_name: Sea temperature in-situ ITS-90 scale
        standard_name: sea_water_temperature
        units: degree_Celsius
        _FillValue: 99999.0
        valid_min: -2.5
        valid_max: 40.0
        C_format: %9.3f
        FORTRAN_format: F9.3
        resolution: 0.001
unlimited dimensions:
current shape = (1, 101)
filling on
```

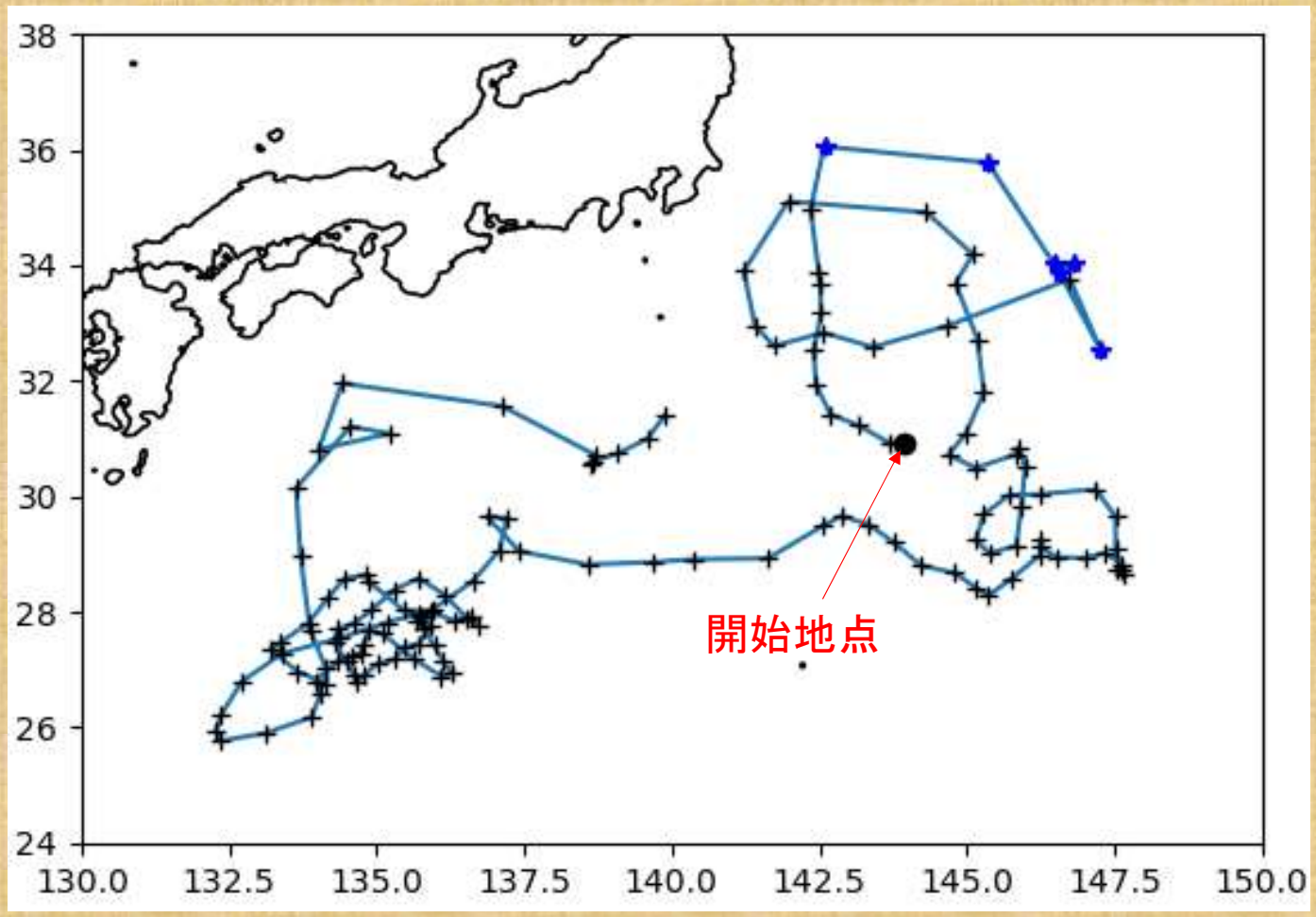
配列（行列）の行数と列数

※　まれにN_PROFが1でないファイルがある（1つのファイルに2つ以上のプロファイルがはいっている）ので注意
これが原因でエラーが発生してプログラムが止まることがある

このファイルの場合はプロファイル数が1、層の数が101
実質的に1次元のベクトル

あるフロートの例

WMOID 2902474のフロート



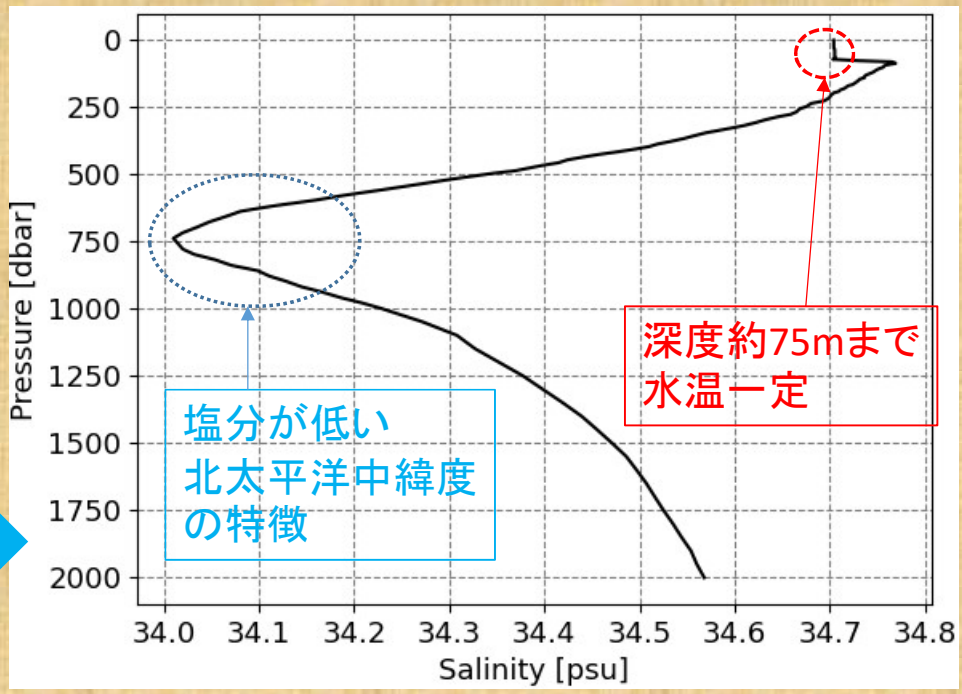
※　地図の描き方は今回は触れません

PythonでnetCDF形式のArgoデータを読む

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import netCDF4

nc = netCDF4.Dataset('D2902474_000.nc', 'r')
# 塩分と圧力（深度）を読み込む
psal = np.squeeze ( nc.variables [‘PSAL_ADJUSTED’] [:] )
pres = np.squeeze ( nc.variables ['PRES_ADJUSTED’] [:] )

# グラフを描く
fig = plt.figure()
ax = fig.add_subplot(1, 1, 1)
ax.plot(psal, pres, color = 'k')
ax.set_xlabel(‘Salinity [psu]', fontsize=13)
ax.set_ylabel('Pressure [dbar]', fontsize=13)
ax.tick_params(axis='both', labelsize=13)
ax.grid(which='major', color='gray', linestyle='dashed')
ax.invert_yaxis()
plt.show()
```



北緯30度56分、東経143度56分の
2013年12月20日の鉛直塩分分布

注）netCDF4はディレクトリ名・ファイル名に日本語を入れてはダメ

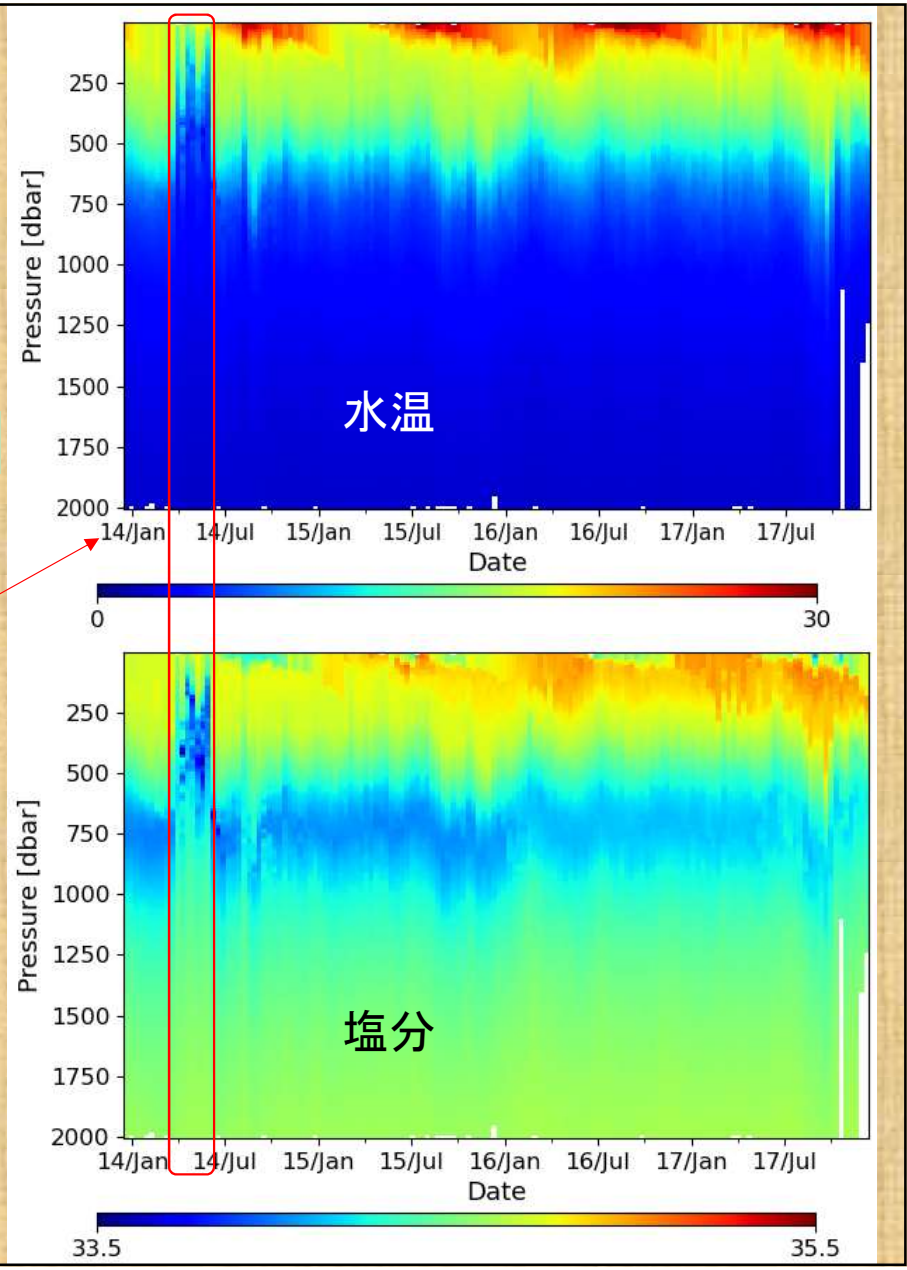
```
juld = float(nc.variables['JULD'][:])
d = datetime.datetime(1950, 1, 1, 0, 0, 0, 0)
                + datetime.timedelta(days=juld)
day.append(d)
```

```
clrm = (0, 30)
fig = plt.figure()
ax = fig.add_axes([0.13, 0.19, 0.83, 0.72])
sc = ax.pcolormesh(day, pres, temp.T, cmap=plt.cm.jet, ¥
      vmin=clrm[0], vmax=clrm[1], shading='nearest')
ax.set_xlabel('Date', fontsize=13)
ax.set_ylabel('Pressure [dbar]', fontsize=13)
ax.tick_params(axis='both', labelsize=11)
ax.invert_yaxis()
```

行列：観測回数×層の数

```
import matplotlib.dates as mdates
ax.xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter('%y/%b'))
ax.xaxis.set_minor_locator(mdates.MonthLocator([1, 4, 7, 10]))
```

```
#  カラーバー
cax = fig.add_axes([0.1, 0.06, 0.8, 0.02])
cbar = fig.colorbar(sc, cax=cax, orientation="horizontal")
cbar.set_ticks([clrm[0], clrm[1]])
cbar.ax.tick_params(labelsize=12)
plt.show()
```



断面図を描く時のtips

- 鉛直層の数・深度は、同じフロートでも全ての観測（プロファイル）で同じとは限らない
- 不良データが混じることもある

- 不良データを取り除いたのち、統一された深度面に内挿するとよい

（例）不良データの除去

```
temp = np.squeeze( nc.variables['TEMP_ADJUSTED'][:] ).tolist(np.nan)
qc = np.squeeze( nc.variables['TEMP_ADJUSTED_QC'][:] )
for idx, n in enumerate(qc):
        if int(n) != 1: temp[idx] = np.nan      # QCフラグ1以外は欠損値に
dat0 = np.vstack( [pres, temp] )                # 1つの行列にまとめる
dat = dat0[:, ~np.isnan(dat0).any(axis=0)]      # 欠損値の要素を除去
```

（例）

```
from scipy import interpolate
import os

# 深度10dbarから2000dbarまで10dbar毎の深度
prs_ref = np.arange(10, 2010, 10)
num = 0
temp_itp = []

filename = 'D2902474_{:0>3d}.nc'
while num < 1000:
   fname = filename.format(num)

   if os.path.isfile(fname):     # ファイルが存在する場合
      nc = netCDF4.Dataset(fname, 'r')
      #   途中省略

      f = interpolate.Akima1DInterpolator(dat[0,:], dat[1,:])
      temp_itp.append( f(prs_ref) )              # 補間

   num += 1
```

※　まれにN_PROFが1でないファイルがある（1つのファイルに2つ以上のプロファイルがはいっている）ので注意

Argoデータも各種Toolboxもタダで手に入ります

グラフを描いて、海の中がどうなっているのか
自分で実際に見てみましょう