

第2部(1) ROI解析

筑波大学医学医療系
精神医学

根本 清貴

本勉強会のルール

- ターミナルでタイプするものは、青色で表示
 - 例: `freeview -v bert/mri/T1.mgz`
- 入力する必要のないコマンドは、紫色で表示
- スクリプトに記載してある内容は緑色で表示
- ショートカットキーの組み合わせは、`Ctrl+C` のように水色で色づけ
- GUIでの動作は、`View → Show Control Panel` のように紫で色づけ
- # 以降は、解説でありタイプする必要はない
- 「フォルダ」=「ディレクトリ」

本セクションの目標

- FreeSurferに搭載されているアトラスについて理解する
- ROI解析のために必要なコマンドを知る
- 海馬のSubfield解析の結果を集めるためのコマンドを知る
- 脳幹の構造解析の結果を集めるためのコマンドを知る

本セクションのチートシート

- `nisg-202001/docs` にある `ex5.html` をダブルクリック
- コマンドの意味も記載されている

SUBJECTS_DIRの設定

- Lin4Neuroの場合

`nisg=/media/sf_share/nisg-202001`

- MacOSの場合

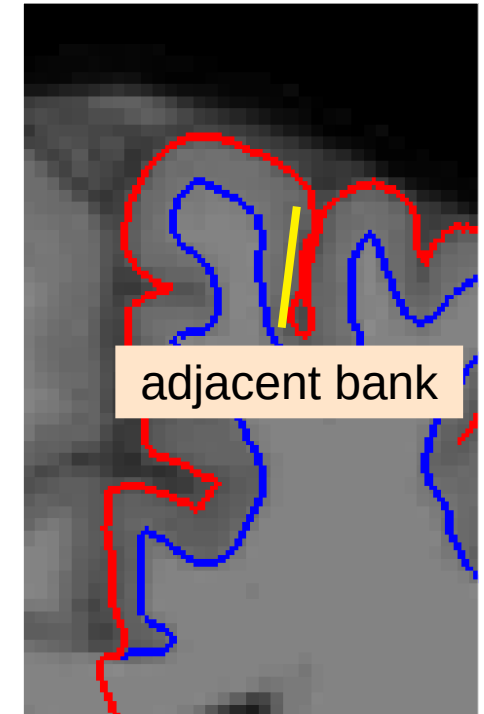
`nisg=~/.git/nisg-202001`

`SUBJECTS_DIR=$nisg/subjects`

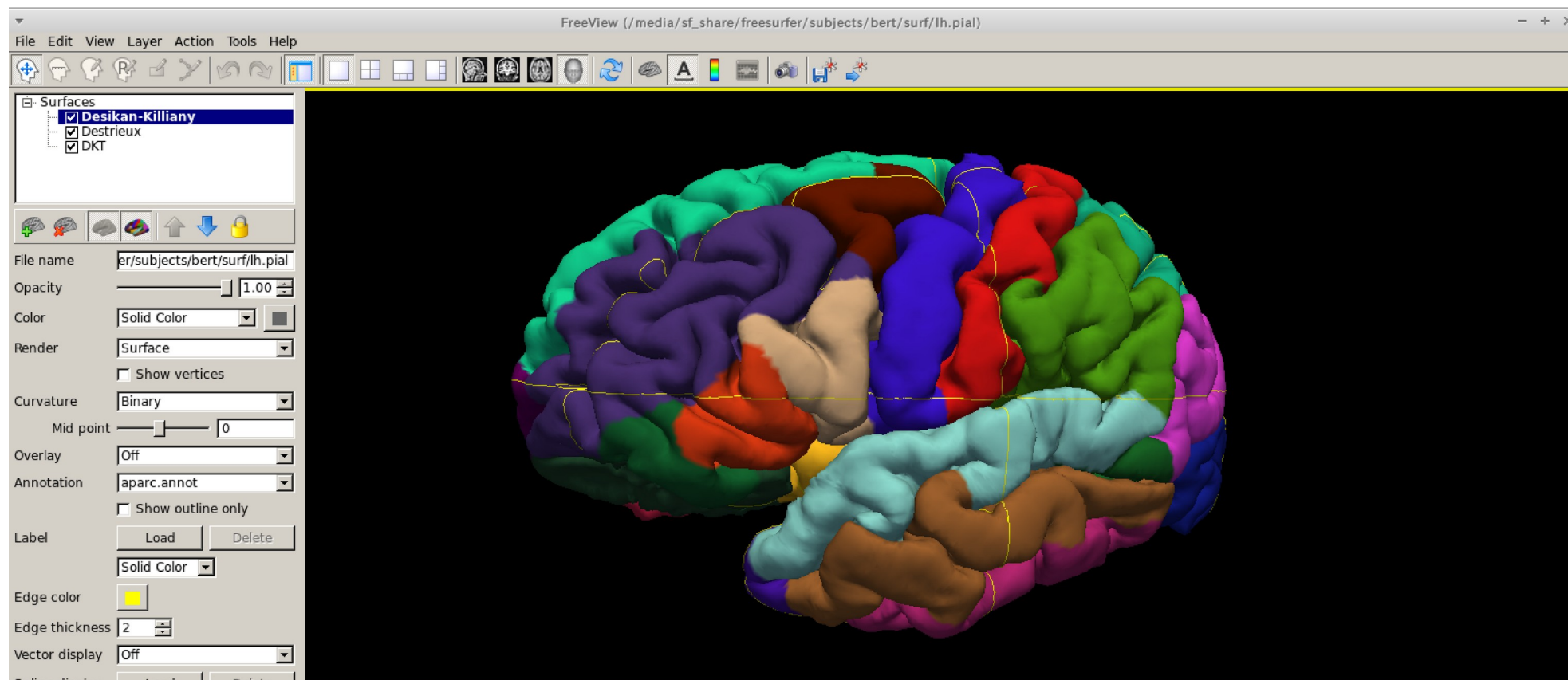
`cd $SUBJECTS_DIR/ernie`

FreeSurferに準備されているアトラス

- FreeSurferには3つのアトラスが準備されている
 - Desikan-Killiany (aparc)
 - 脳回をもとにしたアトラス
 - 脳回は軟膜画像で見える部分+それに隣接している土手 (adjacent bank) 部分で構成
 - Destrieux (aparc.a2009s)
 - 曲率の情報を使って皮質を脳回と脳溝に区分
 - 脳回はpial画像で見える部分だけの情報
 - 脳回の土手は脳溝として扱われる
 - DKT (aparc.DKTatlas)
 - Desikan–Killiany–Tourville
 - Mindboogle-101の40人のデータから構成
- FreeSurferのページでは、Desikan-KillianyかDestrieuxが扱われているため、この2つを主に扱う

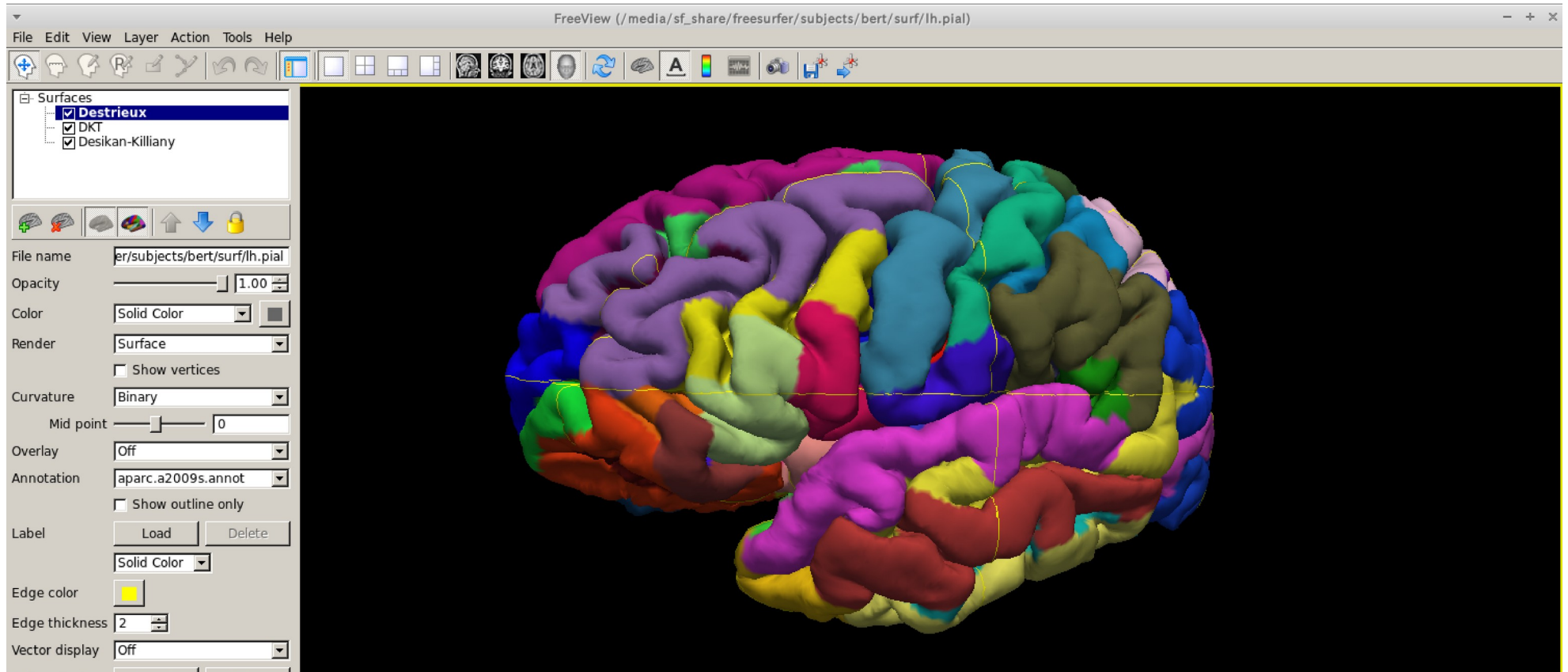


Desikan-Killiany atlas



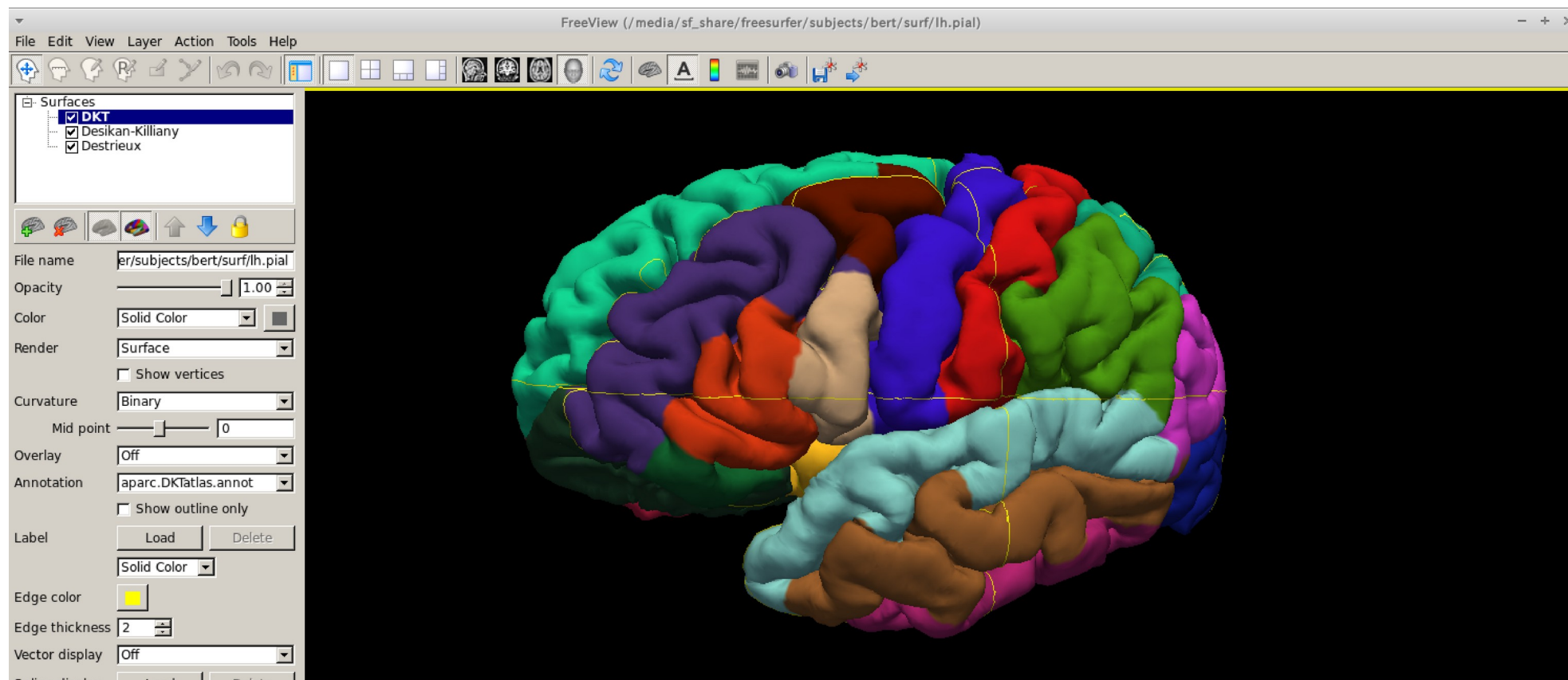
- 40人から作成 健常者30人、認知症10人、男14/女26、18-87歳
- 35領域のROI

Destrieux atlas



- 12人から作成
- 58領域のROI

DKT atlas



- 40人から作成(男20、女20、 26 ± 7 歳)
- DK atlas の変形
- 35領域のROI

ROIの数値を知る

- FreeSurferの特徴のひとつに、`recon-all` が終わった際に、既にROIの数値が得られているということが挙げられる
- 各subjectの `stats` ディレクトリにファイルがある
- `stats` に移動し、`ls` でファイルの一覧を見る

```
cd stats
```

```
ls
```

\$SUBJECTS_DIR/ernie/stats

aseg.stats	lh.aparc.stats	rh.aparc.a2009s.stats
lh.BA_exvivo.stats	lh.curv.stats	rh.aparc.pial.stats
lh.BA_exvivo.thresh.stats	lh.w-g.pct.stats	rh.aparc.stats
lh.aparc.DKTatlas.stats	rh.BA_exvivo.stats	rh.curv.stats
lh.aparc.a2009s.stats	rh.BA_exvivo.thresh.stats	rh.w-g.pct.stats
lh.aparc.pial.stats	rh.aparc.DKTatlas.stats	wmparc.stats

- **aseg.stats**: 皮質下ROIの情報
- **lh.aparc.stats**: Desikan-Killiany atlasに基づいたROIの情報
- **lh.aparc.a2009s.stats**: Destrieux atlasに基づいたROIの情報
- **wmparc.stats**: wm画像におけるROIの情報

ROI情報を一度に取り出す

- 個々人の情報は **stats** ディレクトリにある
- 多くのSubject がいる時に1例1例取り出すのは大変
- FreeSurferには、一度に取り出して表を作成するコマンドがある
 - **asegstats2table**: aseg.stats to table
 - **aparcstats2table**: aparc.stats to table
- OAS2_0013 と OAS2_0048 のROI情報を取り出す

Pythonのバージョンに注意

- `asegstats2table`, `aparcstats2table` はともに、Python2.x系で動作する
- macOSの方でデフォルトが Python3.x系にしている方はこのままだと動かない

`python --version`

- `$FREESURFER_HOME/bin/` にある、`asegstats2table` および `aparcstats2table` の最初の行を以下に変更することでうまく動く

```
#!/usr/bin/env python2.7
```

デフォルトがPython 3.x系の場合

```
python -version
```

```
Python 3.6.7
```

```
cd $FREESURFER_HOME/bin
```

```
sudo open -e asegstats2table
```

```
sudo open -e aparcstats2table
```

行頭を以下に変更

```
#!/usr/bin/env python2.7
```

asegstats2table

- 使い方は以下

```
asegstats2table \
```

```
--subjects subj1 subj2 subj3 \
```

```
--tablefile テーブル名
```

- `--delimiter=comma` でコンマ区切りにできる

```
cd $SUBJECTS_DIR
```

```
asegstats2table \
```

```
--subjects OAS2_0013 OAS2_0048 \
```

```
--delimiter=comma \
```

```
--tablefile aseg.vol.csv
```

aseg.vol.csv

- コマンドをタイプしたディレクトリに aseg.vol.csv は保存されるので注意
- macOS, Lin4Neuro とともに以下で開く

open aseg.vol.csv

- macOSではNumbersが、Lin4NeuroではLibreOfficeが起動するはずですが

aseg.vol.csv

Measure: volume	Left-Lateral- Ventricle	Left-Inf- Lat-Vent	Left-Cerebellum- White-Matter	Left-Cerebellum- Cortex
OAS2_0013	17015.3	774.7	10676.7	39947.4
OAS2_0048	51450.7	1702.4	14135.5	56131.7

- Subjectごとに1行に表示される
- 行列を転置するには、`--transpose` を使う

`asegstats2table \`

`--subjects OAS2_0013 OAS2_0048 \`

`--delimiter=comma \`

`--transpose \`

`--table aseg.vol.trans.csv`

aseg.vol.trans.csv

Measure:volume	OAS2_0013	OAS2_0048
Left-Lateral-Ventricle	17015.3	51450.7
Left-Inf-Lat-Vent	774.7	1702.4
Left-Cerebellum-White-Matter	10676.7	14135.5
Left-Cerebellum-Cortex	39947.4	56131.7
Left-Thalamus-Proper	5368.5	6106.4
Left-Caudate	3198.8	4307.7
Left-Putamen	4075.7	5878.5
Left-Pallidum	1425	2100.7
3rd-Ventricle	1542.4	2743.6
4th-Ventricle	1193.2	1924.6
Brain-Stem	16195.1	22025.3
Left-Hippocampus	3148.9	4049
Left-Amygdala	1297.8	1310.6

fs_stats_aseg.sh

- `asegstats2table` を簡単に使うために準備したスクリプト
- `$SUBJECTS_DIR/tables` 内にcsvファイルを保存する
 - “タイムスタンプ.aseg.csv”
- 使い方は以下のとおり
`fs_stats_aseg.sh subject(s)`
- `OAS2_*`MR[12] のROIデータを保存する
`fs_stats_aseg.sh OAS2_*`MR[12]

`open tables`

fs_stats_aseg_trans.sh

- fs_stats_aseg.sh の結果を転置して出力するスクリプト

- 使い方は以下のとおり

fs_stats_aseg_trans.sh subject(s)

- OAS2_*MR[12] のROIデータを取り出す

fs_stats_aseg_trans.sh OAS2_*MR[12]

open tables

aparcstats2table

- 使い方は以下

```
aparcstats2table -hemi lh \  
  --subjects Subj1 Subj2 \  
  --table lh.aparc.csv
```

- デフォルトは Desikan-Killiany atlas をもとに、ROI の面積を求める
 - アトラスを変化させたいときは、`--parc` で指定
 - 測定するものを変化させたいときは、`--meas` で指定
 - 転置するときは、`--transpose` を指定

aparcstats2table

- **OAS2_0013 と OAS2_0048 の左半球の面積を求める**

```
aparcstats2table --hemi lh \  
  --subjects OAS2_0013 OAS2_0048 \  
  --delimiter=comma \  
  --table lh.aparc.area.csv
```

aparcstats2table

thicknessの計算

- area以外を求めたい時は、`--meas` の後に求めたいものを指定する

```
aparcstats2table --hemi lh \  
  --subjects OAS2_0013 OAS2_0048 \  
  --delimiter=comma \  
  --meas thickness \  
  --table lh.aparc.thickness.csv
```

lh.aparc.area.csv

lh.aparc.area	OAS2_0013	OAS2_0048
lh_bankssts_area	771	806
lh_caudalanteriorcingulate_area	436	795
lh_caudalmiddlefrontal_area	1612	2267
lh_cuneus_area	1089	523
lh_entorhinal_area	289	506
lh_fusiform_area	2164	3103
lh_inferiorparietal_area	3412	3867
lh_inferiortemporal_area	2389	2681
lh_isthmuscingulate_area	821	1030
lh_lateraloccipital_area	3814	4079

*transposeしています

lh.aparc.thickness.csv

lh.aparc.thickness	OAS2_0013	OAS2_0048
lh_bankssts_thickness	2.296	2.259
lh_caudalanteriorcingulate_thickness	2.588	2.55
lh_caudalmiddlefrontal_thickness	2.373	2.324
lh_cuneus_thickness	1.968	2.041
lh_entorhinal_thickness	3.294	3.061
lh_fusiform_thickness	2.593	2.175
lh_inferiorparietal_thickness	2.314	1.867
lh_inferiortemporal_thickness	2.866	2.455
lh_isthmuscingulate_thickness	2.24	2.171
lh_lateraloccipital_thickness	2.065	1.995

*transposeしています

fs_stats_aparc.sh

- `aparcstats2table` を簡単に使うために準備したスクリプト
- `$SUBJECTS_DIR/tables` 内に16種類のcsvファイルを出力
{アトラス2種}×{lh,rh}×{面積, 皮質厚, 皮質厚SD, 皮質容積}
- 使い方は以下のとおり

`fs_stats_aparc.sh subject(s)`

- `OAS2_*MR[12]` の結果を保存するには

`fs_stats_aparc.sh OAS2_*MR[12]`

`open tables`

fs_stats_aparc_trans.sh

- `aparcstats2table` の結果を転置したもの
- 結果を `$SUBJECTS_DIR/tables` 内に8種類のcsvファイルを出力

{アトラス2種}×{面積, 皮質厚, 皮質厚SD, 皮質容積}

- 使い方は以下のとおり

`fs_stats_aparc.sh subject (s)`

- `OAS2_*MR[12]` の結果を保存するには

`fs_stats_aparc_trans.sh OAS2_*MR[12]`

`open tables`

Volume = Thickness × Surface area

- Question: What are the implications of cortical volume vs. thickness for measuring differences between healthy groups? In particular, what do these mean when looking at differences between men and women? Given that volume has been more closely correlated with cortical surface area, why would thickness be the preferred measure in some cases?
- Answer: **volume = thickness * surface area**, how you interpret differences between populations measuring one or the other is not clear at all

海馬subfield容積の確認

- 各subjectの `mri/{lh,rh}.hippoSfVolumes-T1.v10.txt` に情報がおさめられている
- `ernie` の 左半球の海馬subfieldの容積を確認する

```
cd $SUBJECTS_DIR/ernie/mri
```

```
cat lh.hippoSfVolumes-T1.v10.txt
```

```
Hippocampal_tail 540.337015
```

```
subiculum 404.762092
```

```
CA1 616.299497
```

```
hippocampal-fissure 185.327710
```

quantifyHippocampalSubfields.sh

- 海馬の情報を一括して集めるFreeSurfer本家のスクリプト
- \$SUBJECTS_DIR 内にある海馬の情報を一括してまとめる
- 使い方は以下のとおり

```
quantifyHippocampalSubfields.sh T1 \  
    <output_file>
```

- \$SUBJECTS_DIR/hipposf.txt に書き出してみる

```
quantifyHippocampalSubfields.sh T1 \  
    hipposf.txt
```

fs_stats_hipposf.sh

- 海馬subfieldの一覧を取り出すために準備したスクリプト
- 結果を **\$SUBJECTS_DIR/tables** 内に左右別に2つのcsvファイルを出力する
- 使い方は以下のとおり

fs_stats_hipposf.sh subject(s)

- OAS2_*MR1 の結果を保存する

cd \$SUBJECTS_DIR

fs_stats_hipposf.sh OAS2_*MR1

open tables

fs_stats_hipposf_trans.sh

- fs_stats_hipposf.sh の結果を転置して出力するスクリプト

- \$SUBJECTS_DIR/tables 内に左右別に2つのcsvファイルを出力

- 使い方は以下のとおり

fs_stats_hipposf_trans.sh subject(s)

- OAS2_*MR1 の結果を保存する

fs_stats_hipposf_trans.sh OAS2_*MR1

open tables

脳幹構造の容積の確認

- 各subjectの `mri/brainstemSsVolumes.v10.txt` に情報がおさめられている
- **ernie** の 脳幹構造の容積を確認する

```
cd $SUBJECTS_DIR/ernie/mri
```

```
cat brainstemSsVolumes.v10.txt
```

```
Medulla 4335.069467
```

```
Pons 14677.847278
```

```
SCP 360.762963
```

```
Midbrain 6218.191115
```

```
Whole_brainstem 25591.870823
```

quantifyBrainstemStructures.sh

- 脳幹の情報を一括して集めるFreeSurfer本家のスクリプト
- `$SUBJECTS_DIR` 内にある脳幹の情報を一括してまとめる
- 使い方は以下のとおり

```
quantifyBrainstemStructures.sh  
<output_file>
```

- `$SUBJECTS_DIR/brainstem.txt` に書き出してみる

```
quantifyBrainstemStructures.sh \  
brainstem.txt
```

Questions?