

fMRI解析の参考資料

(3)Second-level解析

-One-sample t-test



- fMRI解析における Second Level Analysisとは、**グループレベルでの統計解析** を指します。

■ 背景

- **First Level Analysis** : 各被験者ごとに行う解析で、課題条件に伴うBOLD信号変化をモデル化します。結果として、各コントラスト（例：Inc-Con）に対応する統計マップ（例：con_0001.nii）が得られます。
- **Second Level Analysis** : 各被験者のコントラスト画像を集め、**集団全体として有意な効果があるかを統計的に検証**します。

■ 目的

- 被験者個々の結果を母集団レベルに一般化する。
- 条件や群間差、行動指標との相関など、**グループとしての傾向** を明らかにする。

■ One-sample t-test

- 1つの群の平均活性が0（効果なし）から有意に異なるかを検定。

■ Two-sample t-test

- 2群間（例：患者群 vs 健常群）の脳活動の差を比較。

■ Paired t-test

- 同一被験者内の2条件の差を比較。

■ Multiple regression

- 脳活動と行動指標（例：反応時間、正答率、アンケート得点）の関係を検証。

■ 入力データ

- 各被験者の1次レベル解析で得られたコントラスト画像(e.g., con_0001.nii)。

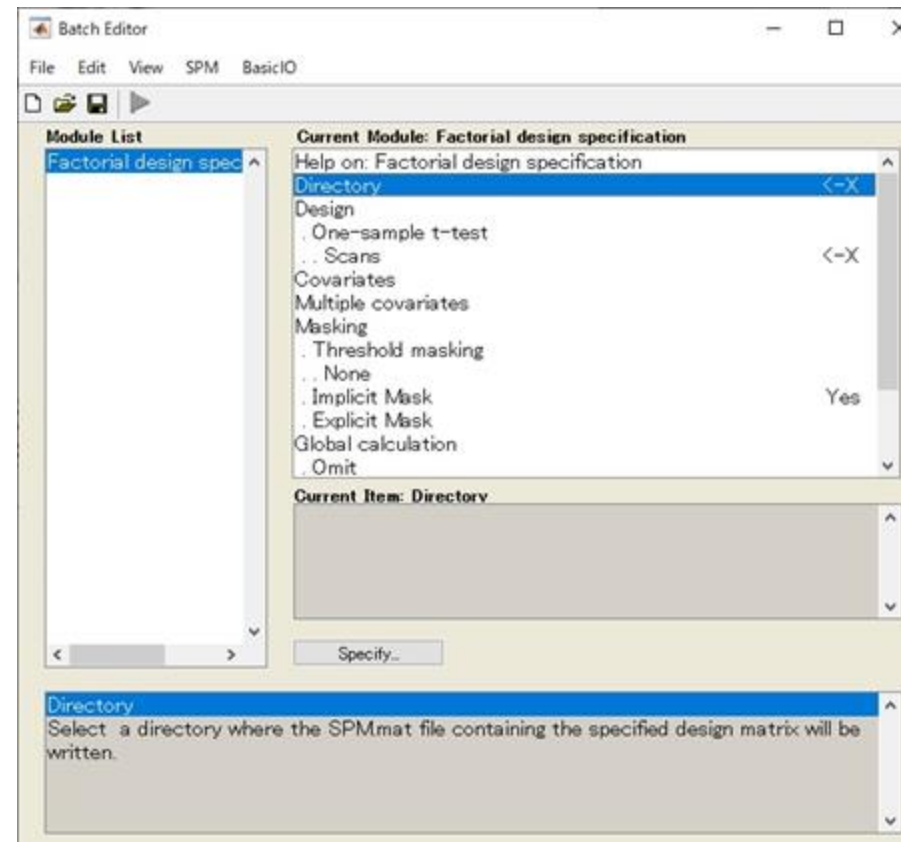
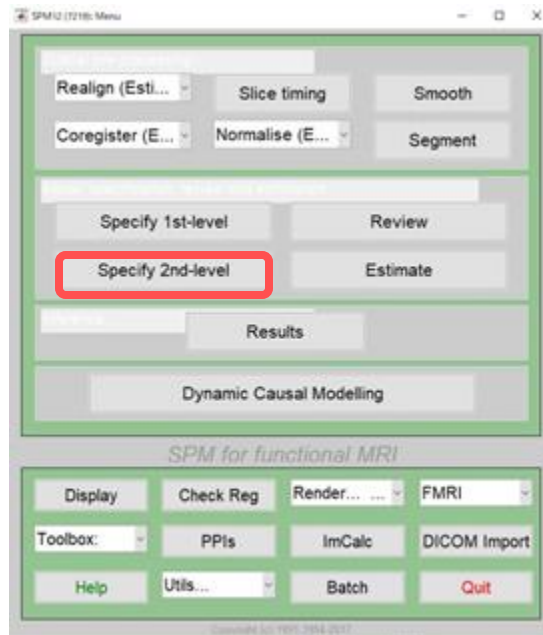
■ モデル設定：

- 研究課題に応じた統計モデル（t検定、回帰など）を指定。

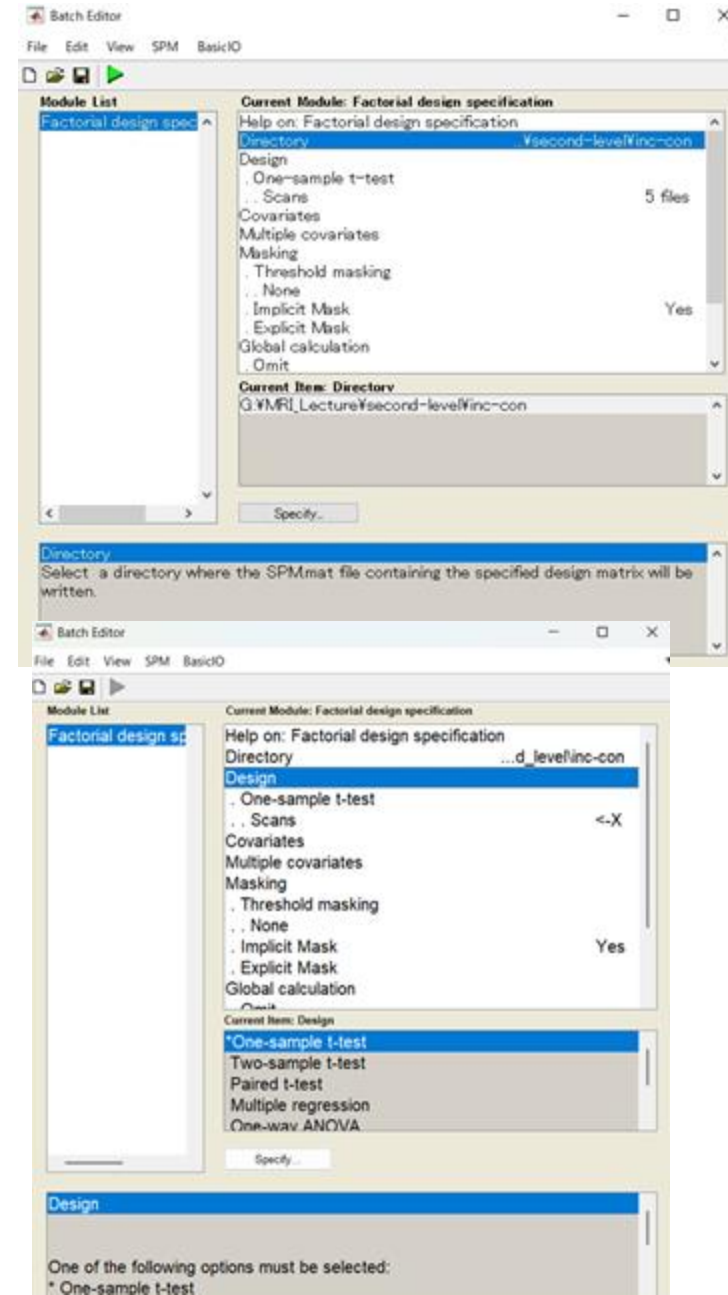
■ 結果出力：

- 集団レベルで有意な活動領域を示す統計マップ。

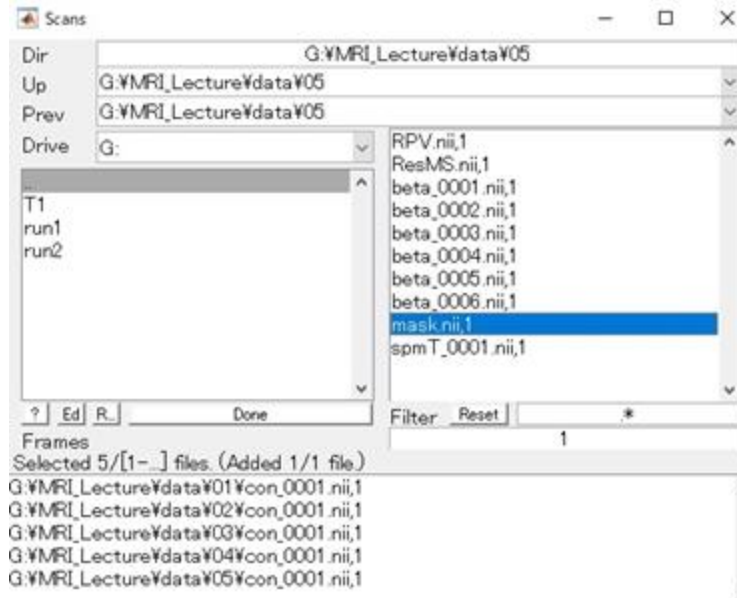
- 検定結果のSPM.matを入れる用のフォルダをあらかじめ作っておく
 - 分析に使用しているフォルダ下にsecond_levelフォルダ、その下にinc-conフォルダを作成
- MenuのSpecify 2nd-levelを押しBatch Editorを立ち上げる



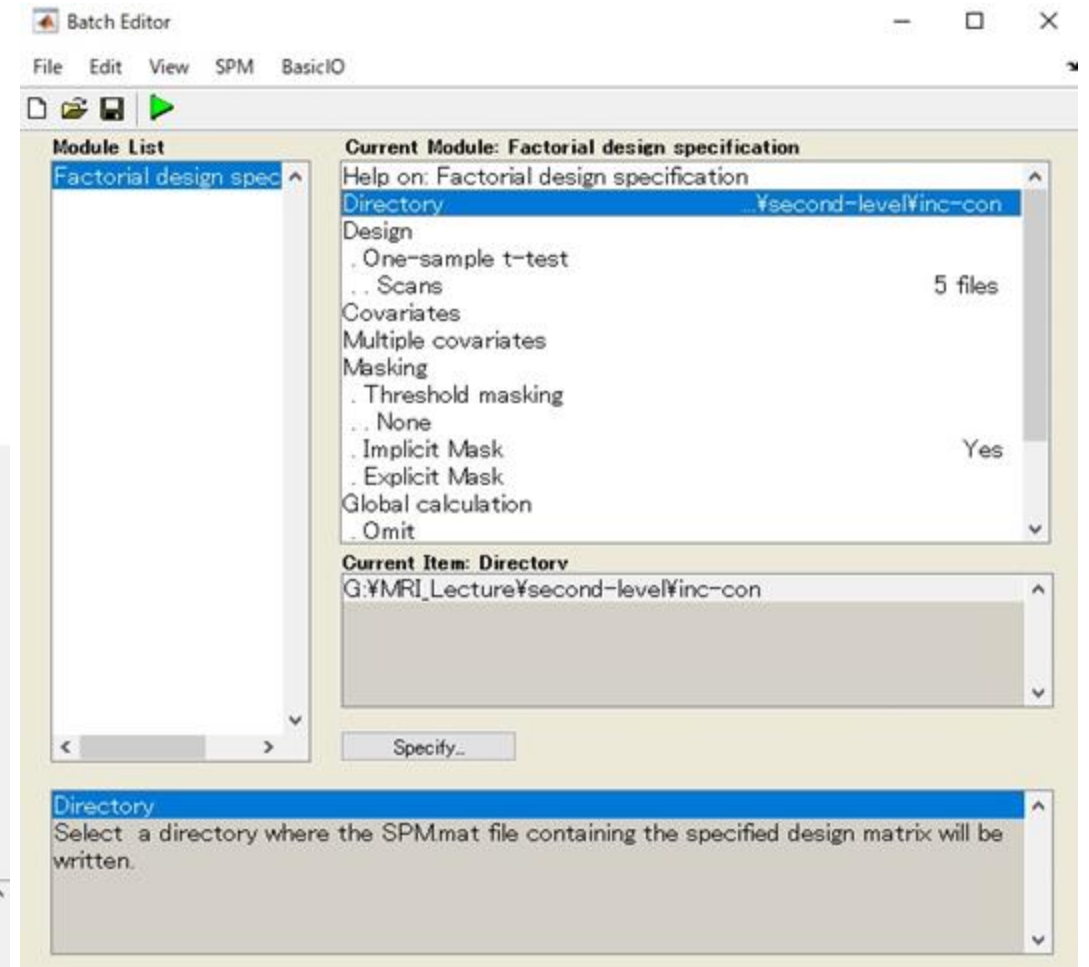
- Directoryには先ほど作成したsecond_levelフォルダ下のinc-conフォルダを設定
- Designで「One-sample t-test」を選択します。
 - 用途：ある被験者群が特定のコントラスト（contrast）において示す平均的な脳活動が、0から有意に偏っているかどうかを検証します。



- Scansの部分には、1st-levelのときSPM.matをおいたフォルダの中に作成されるcon_0001.niiを指定
- 被験者全員分のcon_0001.niiを入力して実行

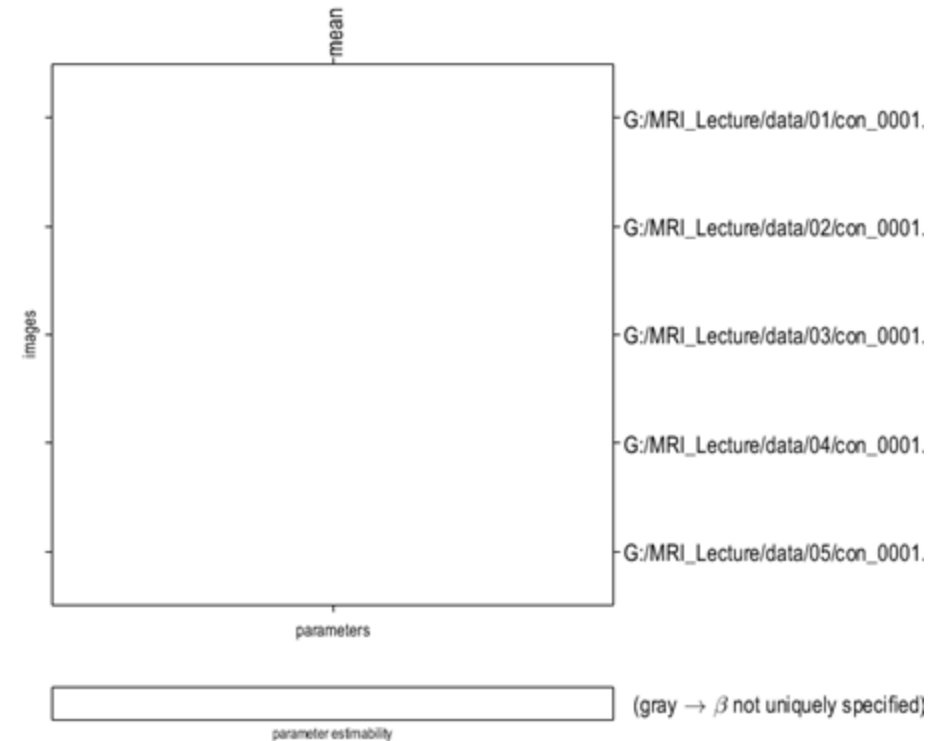


- 混乱を防ぐためにも、コントラストは同じ順番で作成しよう



- 完了すれば, SPM.matファイルが生成される。
- 1st-level解析と同様にDesign Matrixが作成され表示されるが、2nd-levelの場合はボックス1つになる
- 縦軸に各被験者コントラスト
- Batchも保存しよう

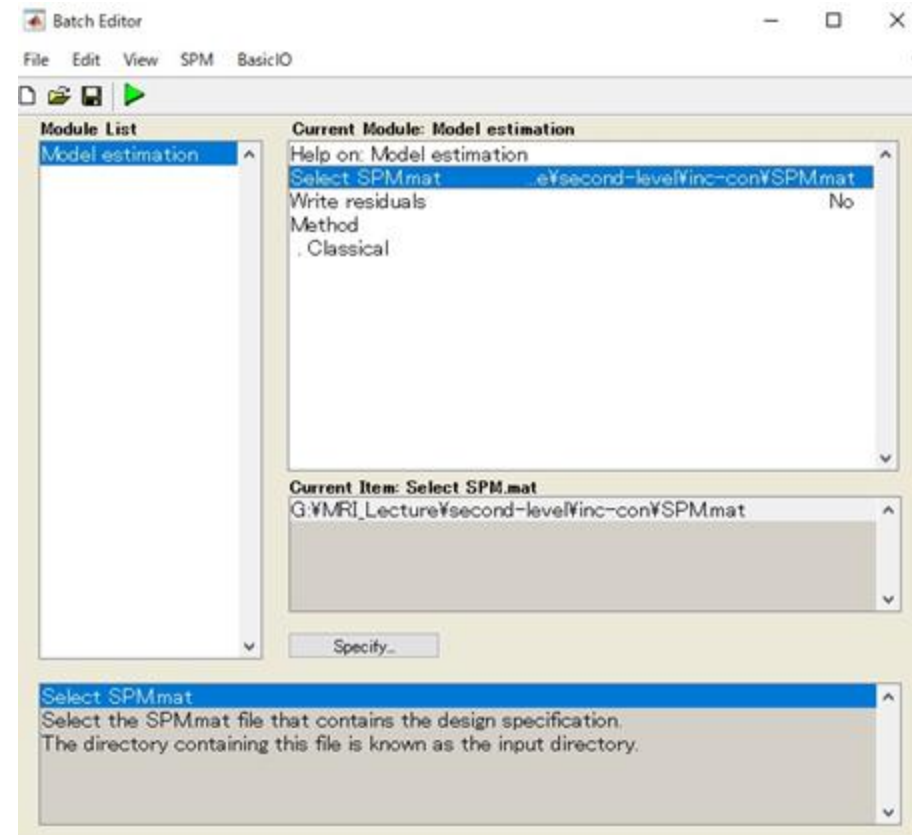
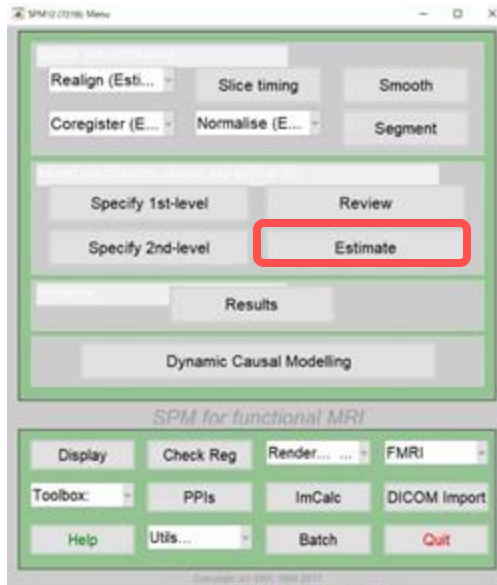
Statistical analysis: Design



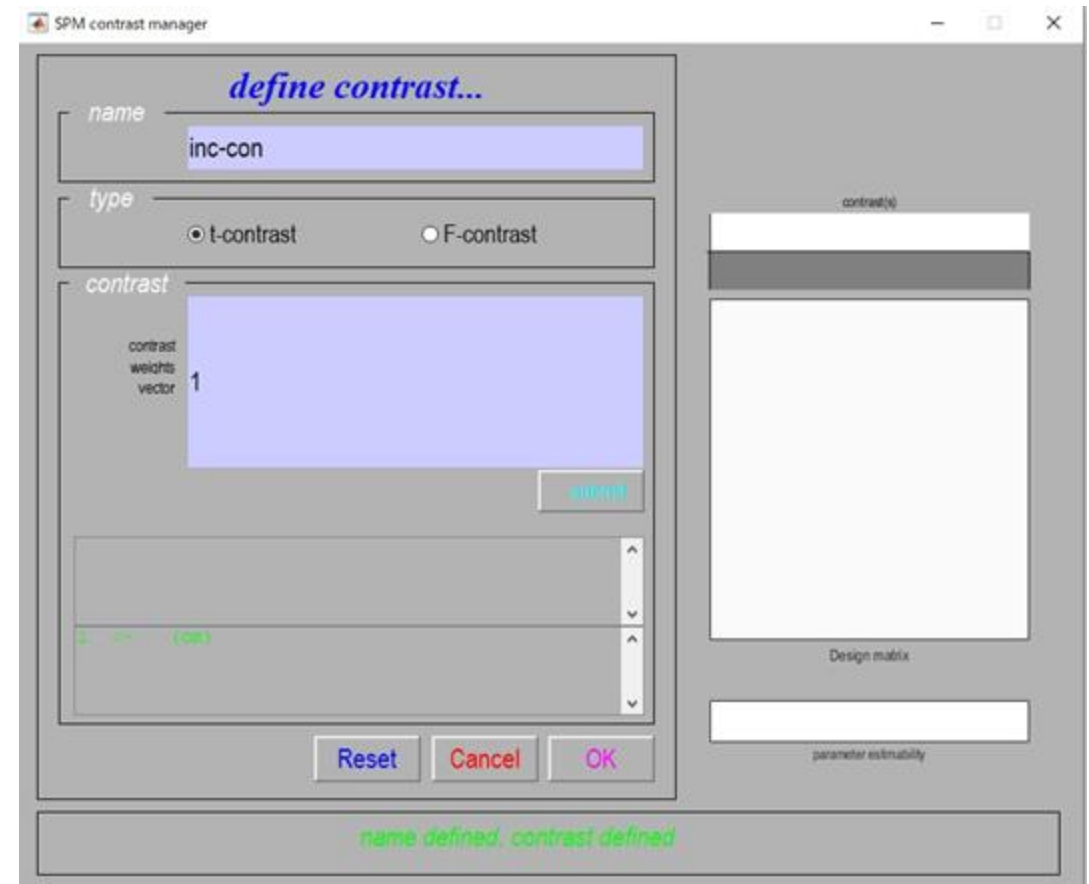
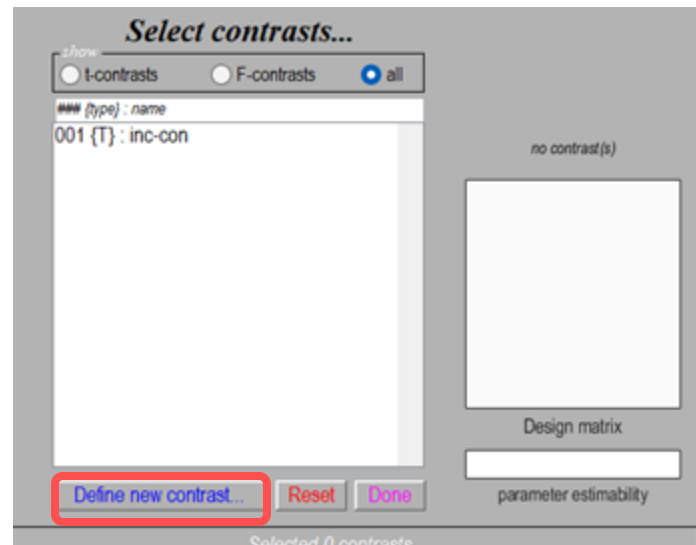
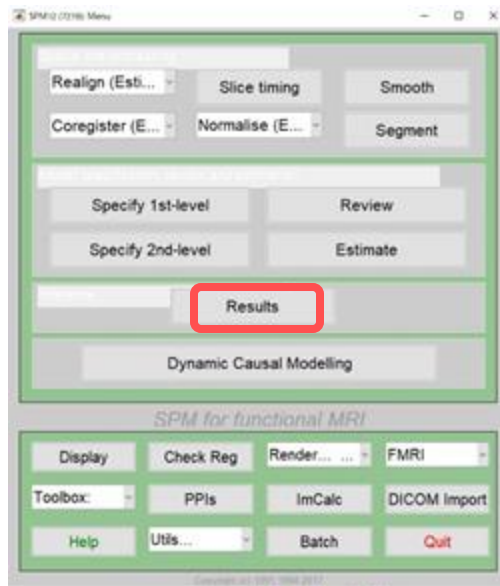
Design description...

Design : One sample t-test
Global calculation : omit
Grand mean scaling : <no grand Mean scaling>
Global normalisation : <no global normalisation>
Parameters : 1 condition, +0 covariate, +0 block, +0 nuisance
1 total, having 1 degrees of freedom
leaving 4 degrees of freedom from 5 images

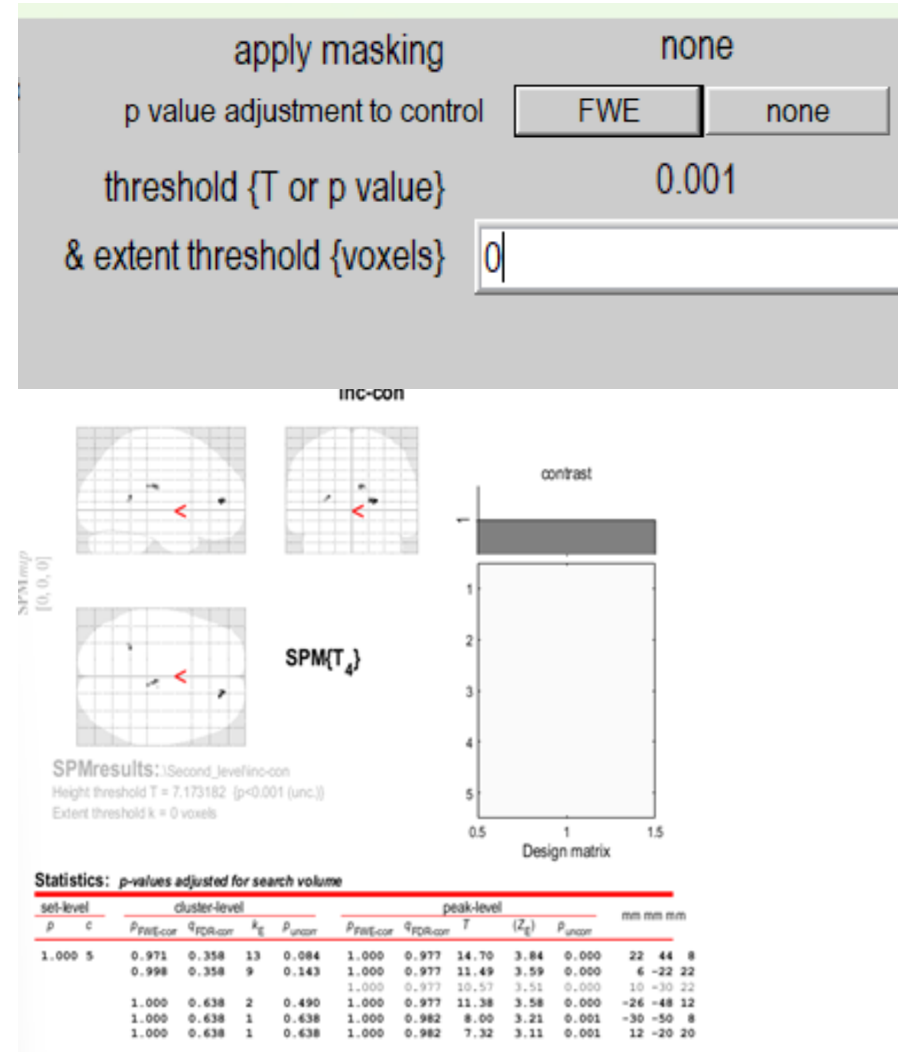
- 1st-level解析と同様にモデル推定を行うため、SPMのMenuウィンドウからEstimateを選ぶ
- Select SPM.matでinc-conフォルダに生成されたSPM.matを選択
- 実行してDoneを待つ（Batchも保存しておこう）



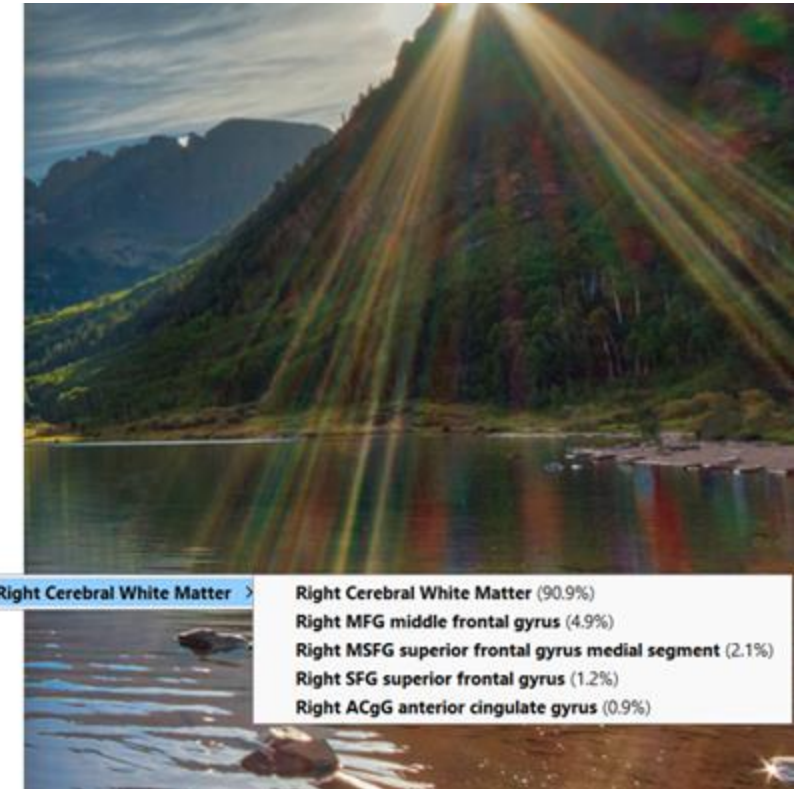
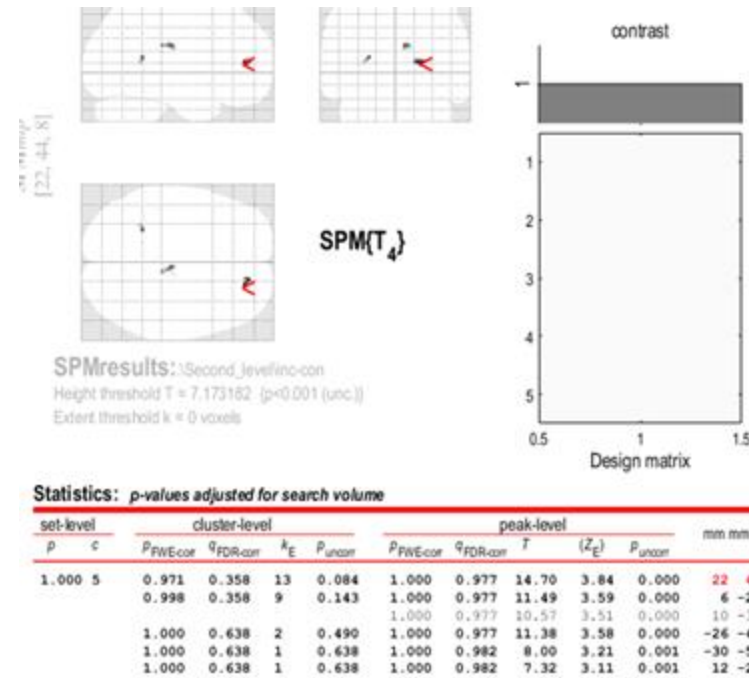
- モデル推定が終われば、MenuからResultsを選択
- 先程のinc-conフォルダのSPM.matを選択
- Contrast Managerが現れ、Define new contrastを押すのは1st-levelと同じだが、ここでは「1」だけ入力してOK
- 作成されたコントラストを選択してDone



- 1st-level解析と同様に
 - apply mask: none
 - p value adjustment control: none & threshold: 0.001 または、 p value adjustment control: FWE & threshold: 0.05 を選ぶ
- 5人分の結果が出てくる
- Batchも保存しよう



- Graphicsに脳画像が出たら、ResultsウィンドウのAtlas → Label using → Neuromorphometricsを押すことで、GraphicsのTableからだいたい部位名称を見ることができる



fMRI解析の参考資料

(3) fMRIデータの統計的解析

Second-level解析

応用認知神経科学センター・助教 田邊 亜澄
応用認知神経科学センター・助教 LIU Chunlin



fMRI解析の参考資料

(4) Second-level解析

-重回帰分析/Multiple Regression



■ 原理

- fMRI における multiple regression は、特定の実験条件下での脳活動強度と、1つまたは複数の連続型独立変数（例：被験者の行動成績、個人差質問紙スコア、生理指標など）との線形関係を探るためによく用いられます。

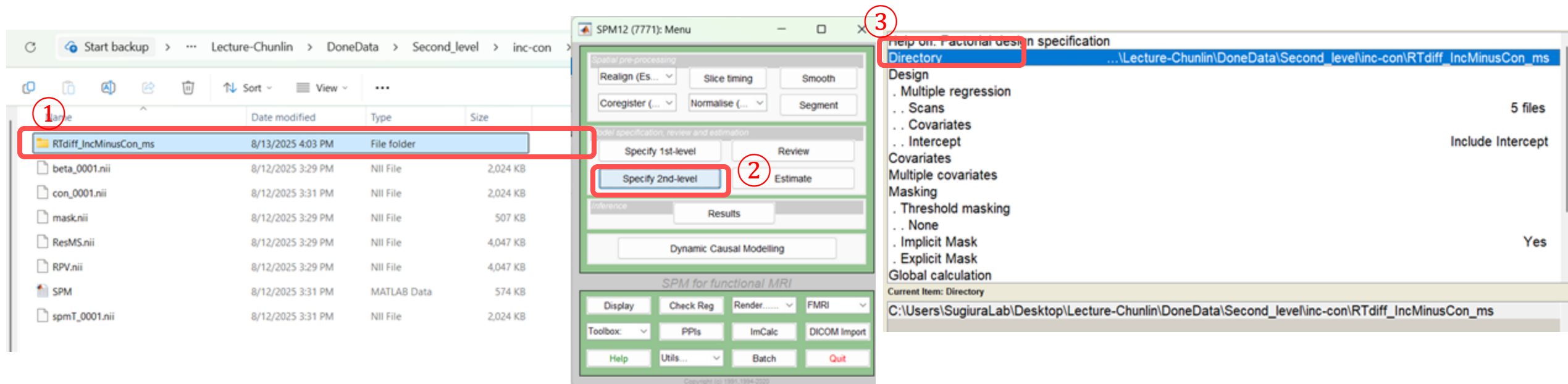
■ 目的：個人差効果の検証

- 被験者の行動成績（正答率・反応時間）、心理尺度スコア（不安、動機、自信）、語学力（TOEFL スコア）などが、特定条件下での BOLD 信号強度と正または負の相関を持つかどうかを検討します。

■ 研究課題例

- Flanker 課題において、反応時間差（コンフリクト効果）は前帯状回（ACC）の活動と正の相関を示すか？
- 情動刺激条件で、主観的情動評価が扁桃体や島皮質などの情動関連領域の活動を予測するか？
- explicit feedback 条件で、扁桃体の活動が「否定的評価への恐れ」の増加とともに高まるか？

1. 一次解析の脳画像データと被験者の行動データを準備します。
2. *Factorial Design Specification* で *Multiple Regression* を選択し、各被験者の特定コントラスト画像（contrast image）の値を従属変数として入力します。
3. 被験者の行動データ（共変量）をモデルに追加し、関心変数と統制変数の両方を含めることができます。
4. 結果として、各変数と脳活動の正の相関および負の相関の分布が示されます。



1. Prepare a Results Folder
 - Create a dedicated folder for the output (e.g., RTdiff_IncMinusCon_ms).
2. From the SPM GUI, select “**Specify 2nd Level**”.
3. **Directory:** Choose the newly created results folder.

The screenshot shows the SPM12 Factorial design specification window. The 'Design' tab is selected, and 'Multiple regression' is chosen under 'Design'. The 'Scans' tab is also selected, and the file paths to the first-level analysis results are listed. The file paths are highlighted in red, and the text 'Note the file paths to the first-level analysis results for reference' is shown in a green box. The text 'Check here to ensure that con_0001.nii files from all 5 subjects have been correctly selected' is shown in a green box. The text '2-1' is shown in a red box. The text '2-2' is shown in a red box. The text '2-3' is shown in a red box. The text '2-4' is shown in a red box.

Current Module: Factorial design specification

Help on: Factorial design specification

Directory ...\\Lecture-Chunlin\\DoneData\\Second_level\\Inc-Con\\RTdiff_IncMinusCon_ms

Design

Multiple regression

Scans

Covariates

Intercept

Covariates

Multiple covariates

Masking

Threshold masking

None

Implicit Mask

Explicit Mask

Global calculation

Current Item: Design

One-sample t-test

Two-sample t-test

*Multiple regression

One-way ANOVA

Specify ...

Current Module: Factorial design specification

Help on: Factorial design specification

Directory ...\\Lecture-Chunlin\\DoneData\\Second_level\\Inc-Con\\RTdiff_IncMinusCon_ms

Design

Multiple regression

Scans

Covariates

Intercept

Covariates

Multiple covariates

Masking

Threshold masking

None

Implicit Mask

Explicit Mask

Global calculation

Current Item: Scans

Scans

Dir C:\\Users\\SugiuraLab\\Desktop\\Lecture-Chunlin\\DoneData\\1st-level\\05

Up C:\\Users\\SugiuraLab\\Desktop\\Lecture-Chunlin\\DoneData\\1st-level\\05

Prev C:\\Users\\SugiuraLab\\Desktop\\Lecture-Chunlin\\DoneData\\1st-level\\05

Drive C:

RPV.nii,1

ResMS.nii,1

beta_0001.nii,1

beta_0002.nii,1

beta_0003.nii,1

beta_0004.nii,1

beta_0005.nii,1

beta_0006.nii,1

mask.nii,1

Note the file paths to the first-level analysis results for reference

Check here to ensure that con_0001.nii files from all 5 subjects have been correctly selected

2-1

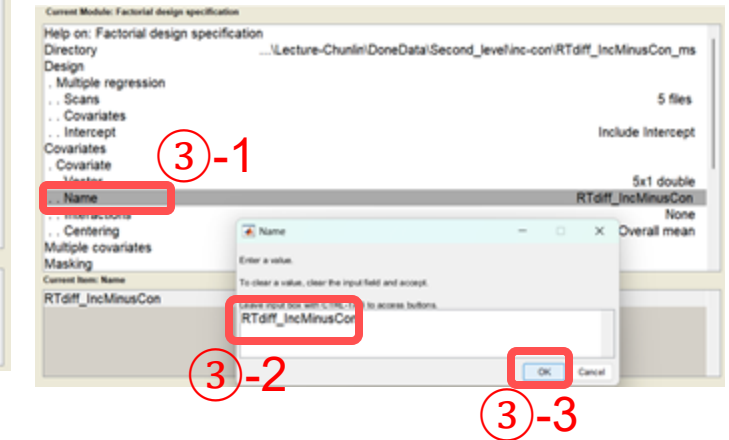
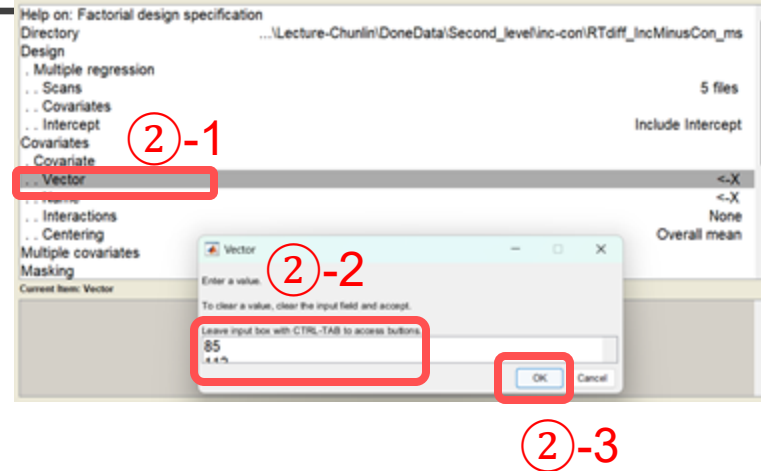
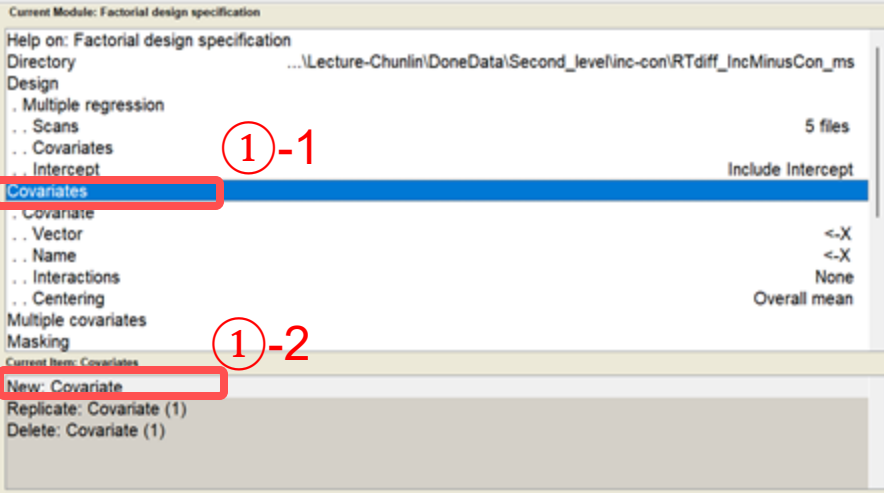
2-2

2-3

2-4

1. Click **Design** and select **Multiple Regression**
2. Double-click **Scans** and select all subjects' **con_0001.nii** (representing the Inc-Con contrast) files from the first-level analysis. ->Done

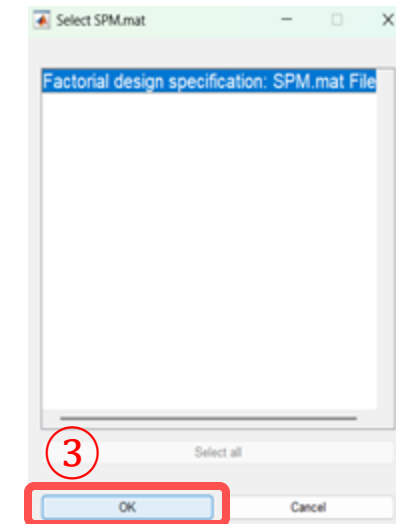
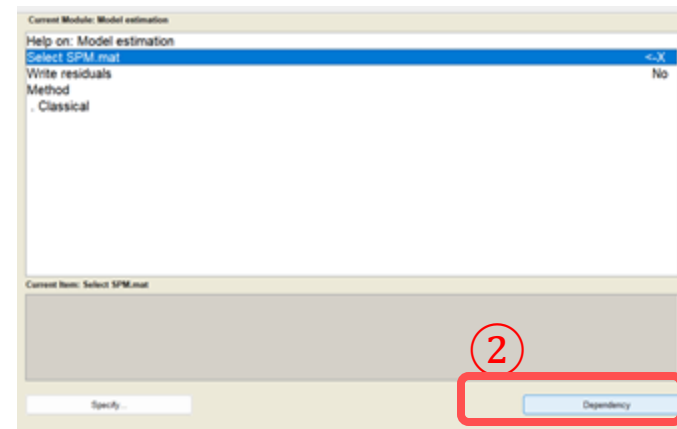
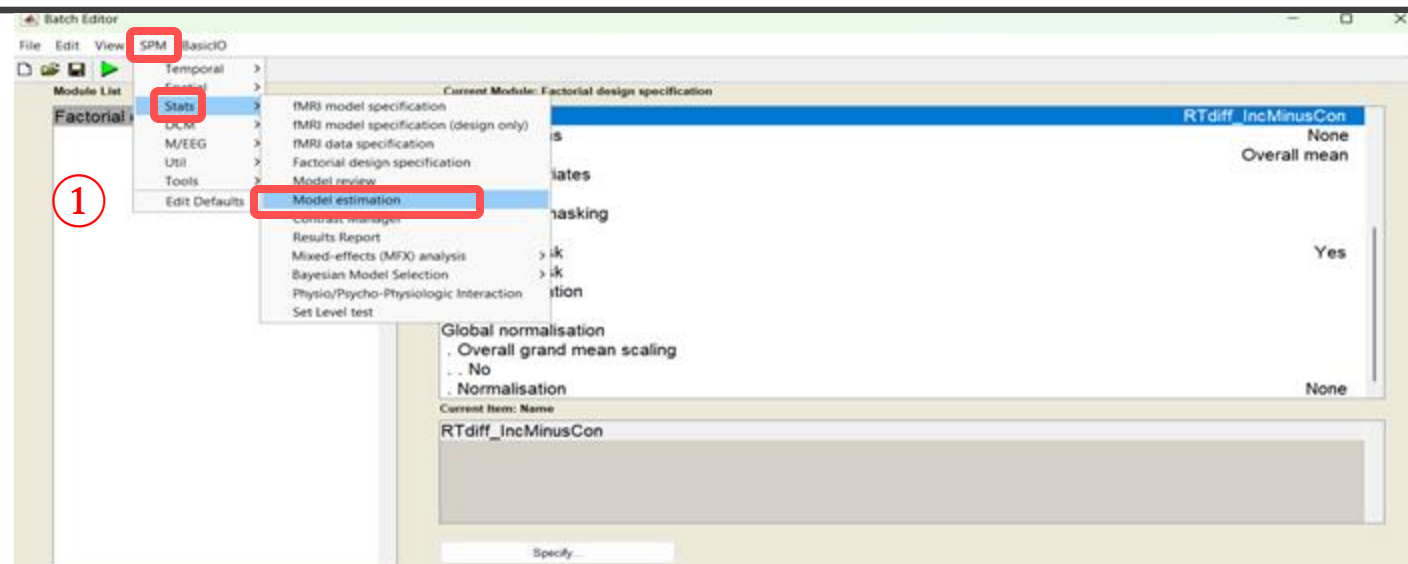
操作方法/How to do it in SPM12



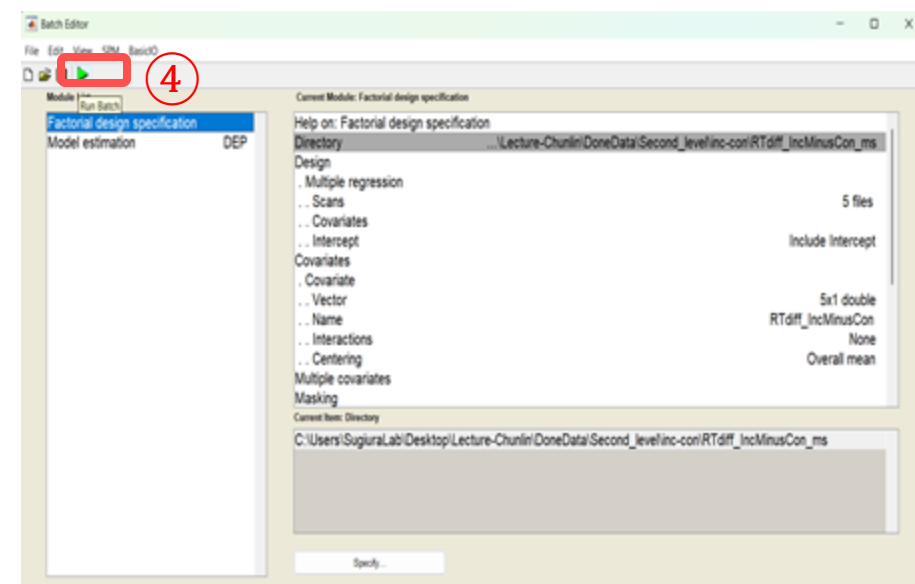
1. Click **Covariates** → **New covariate** to create a new one.
2. Double-click **Vector**, copy & paste the **RTdiff_IncMinusCon_ms** data from your individual difference file (e.g., ID covariates for tutorial.csv), then click **OK**.
3. Double-click **Name**, enter a descriptive name for the covariate, then click **OK**.

操作方法/How to do it in SPM12

7



1. Click **SPM -> Stats -> Model estimate**
2. For Select SPM mat, Select '**Dependency**'
3. Leave it as default and click on **OK**
4. Run it and save the batch for future use



操作方法/How to do it in SPM12

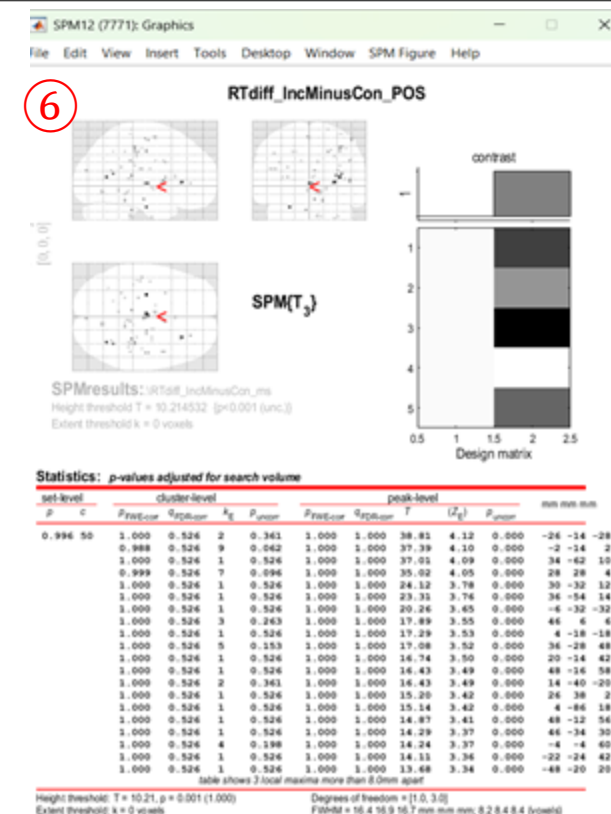
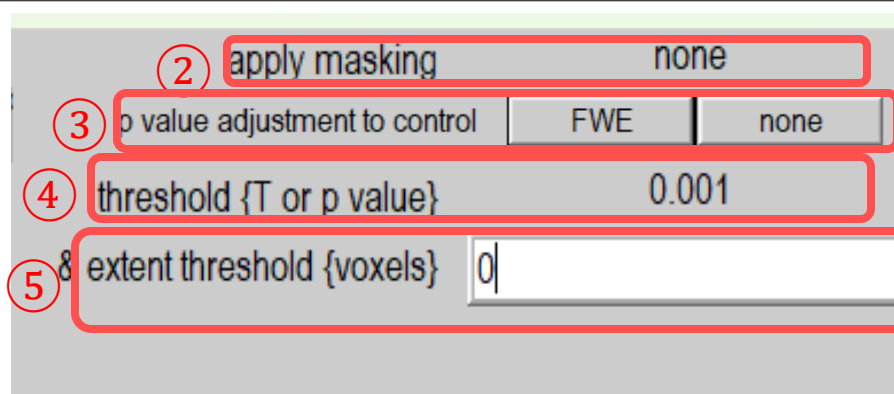
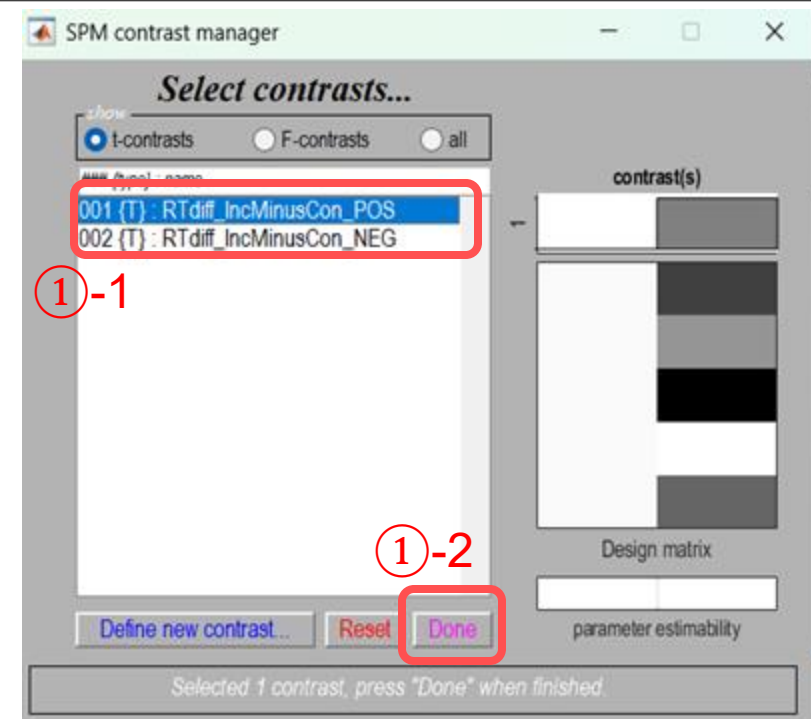
1. Go to **SPM GUI** → **Results**.

2. Select the **SPM.mat** file we just created, then click **Done**.

3. Click **Define new contrast**

4. Enter a descriptive **contrast name**, and type **0 1** (to test positive correlation of the covariate) or **0 -1** (to test negative correlation).

5. Click **Submit**, then click **OK**.



1. Select the **contrast** you want to view → click **Done**.
2. Applying masking → **none**
3. p value adjustment to control → **none**
4. threshold {T or p value} → keep default **0.001**
5. & extent threshold {voxels} → keep default **0** → press **Enter**
6. Check the results as we did in previous analyses.