

# 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)。

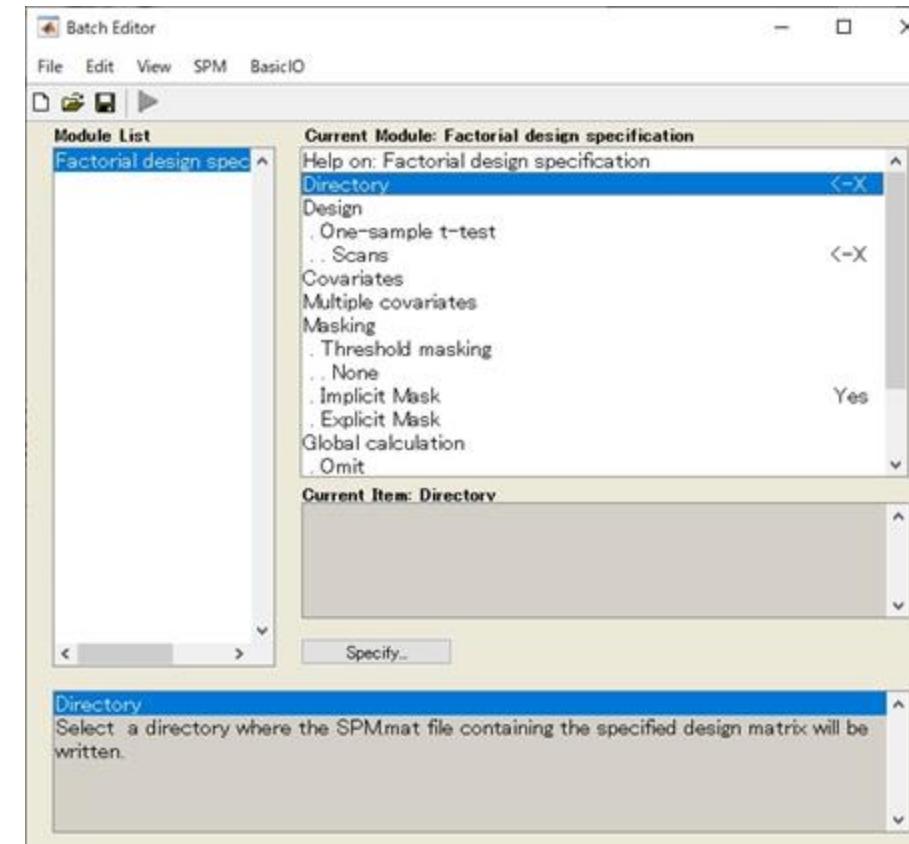
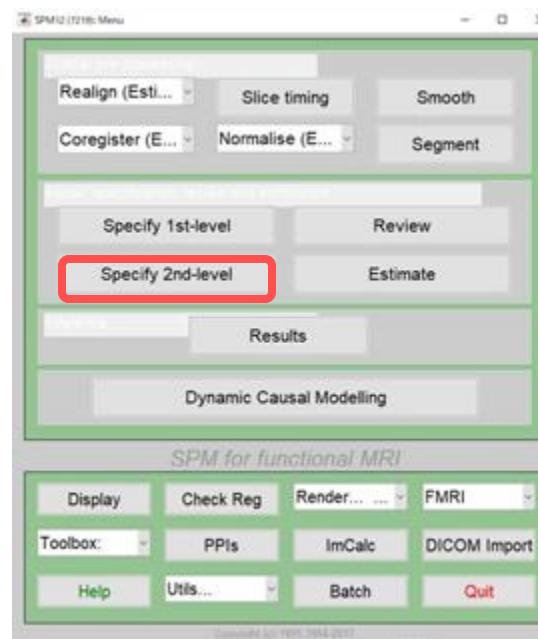
### ■ モデル設定 :

- 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 :

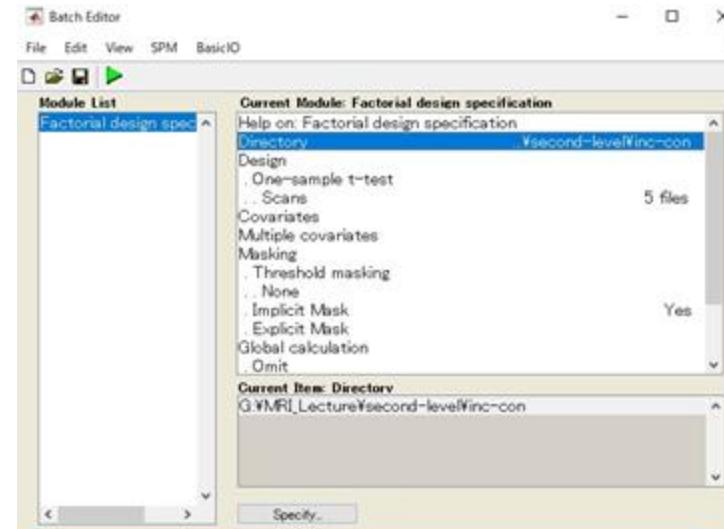
- 集団レベルで有意な活動領域を示す統計マップ。

- 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

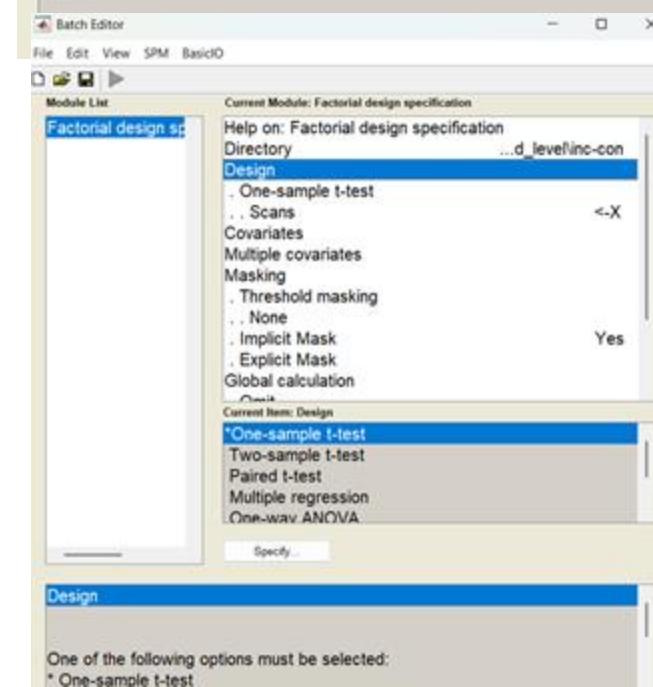


## 2nd-level 解析

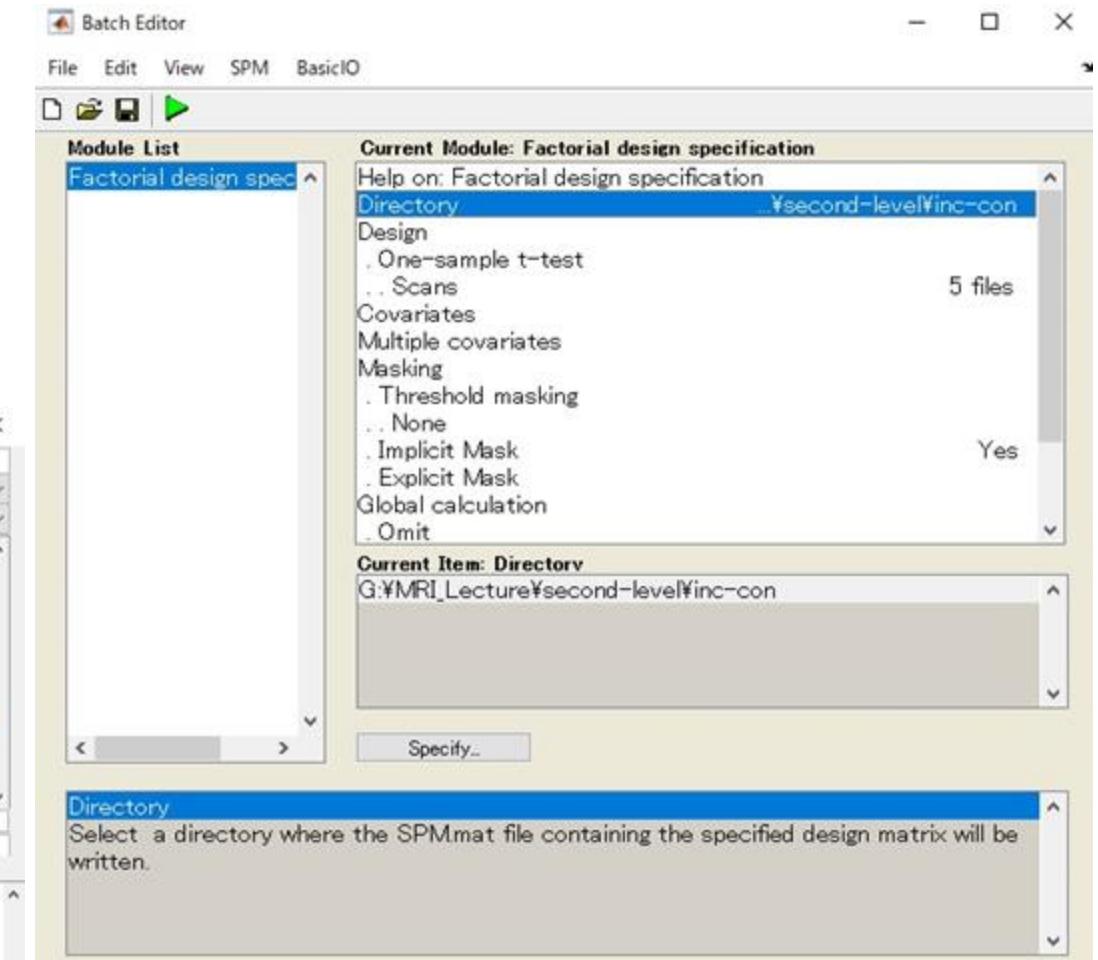
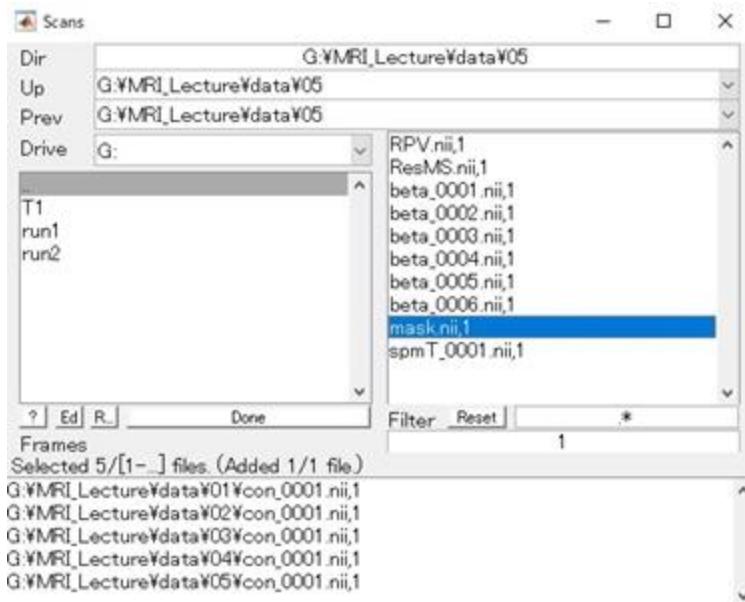
- Directoryには先ほど作成したsecond\_level フォルダ下のinc-con フォルダを設定



- 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。



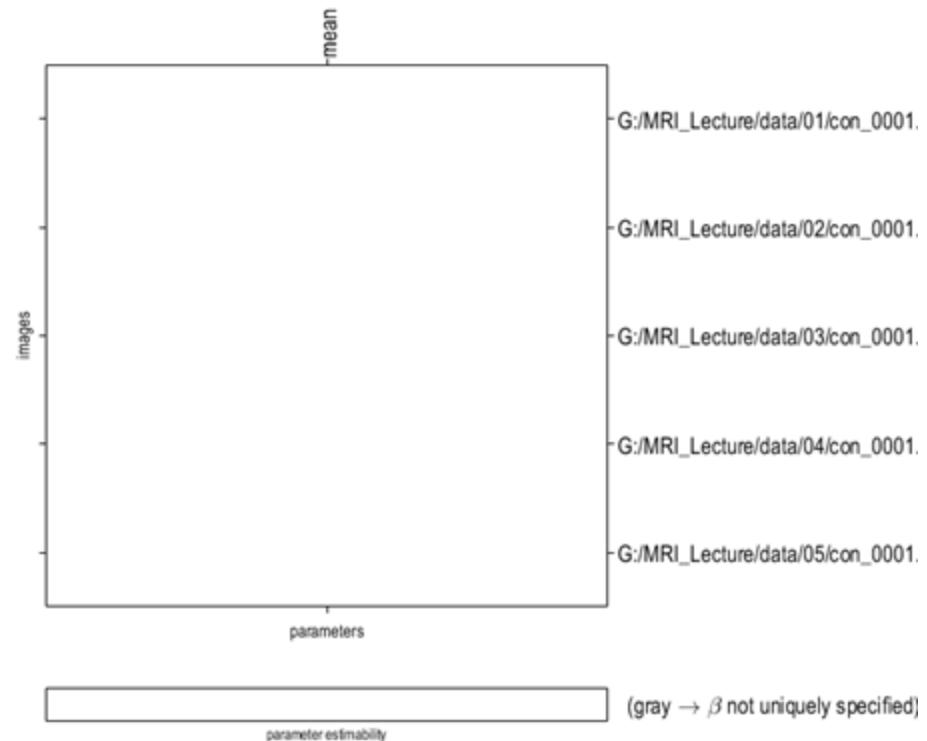
- Scansの部分には、1st-levelのときSPM.matをおいたフォルダの中に作成されるcon\_0001.niiを指定
- 被験者全員分のcon\_0001.niiを入力して実行



- 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

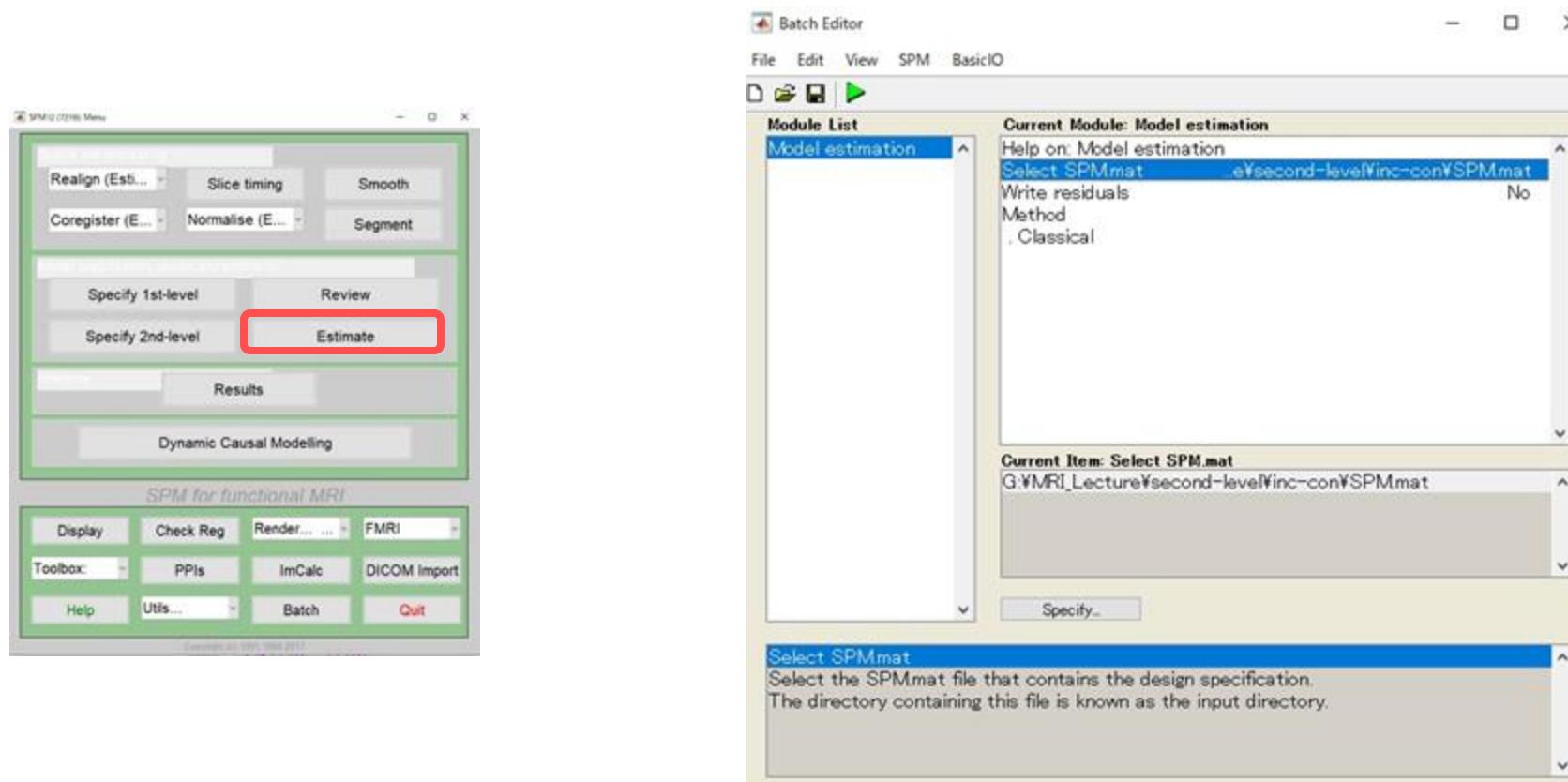
## Statistical analysis: Design



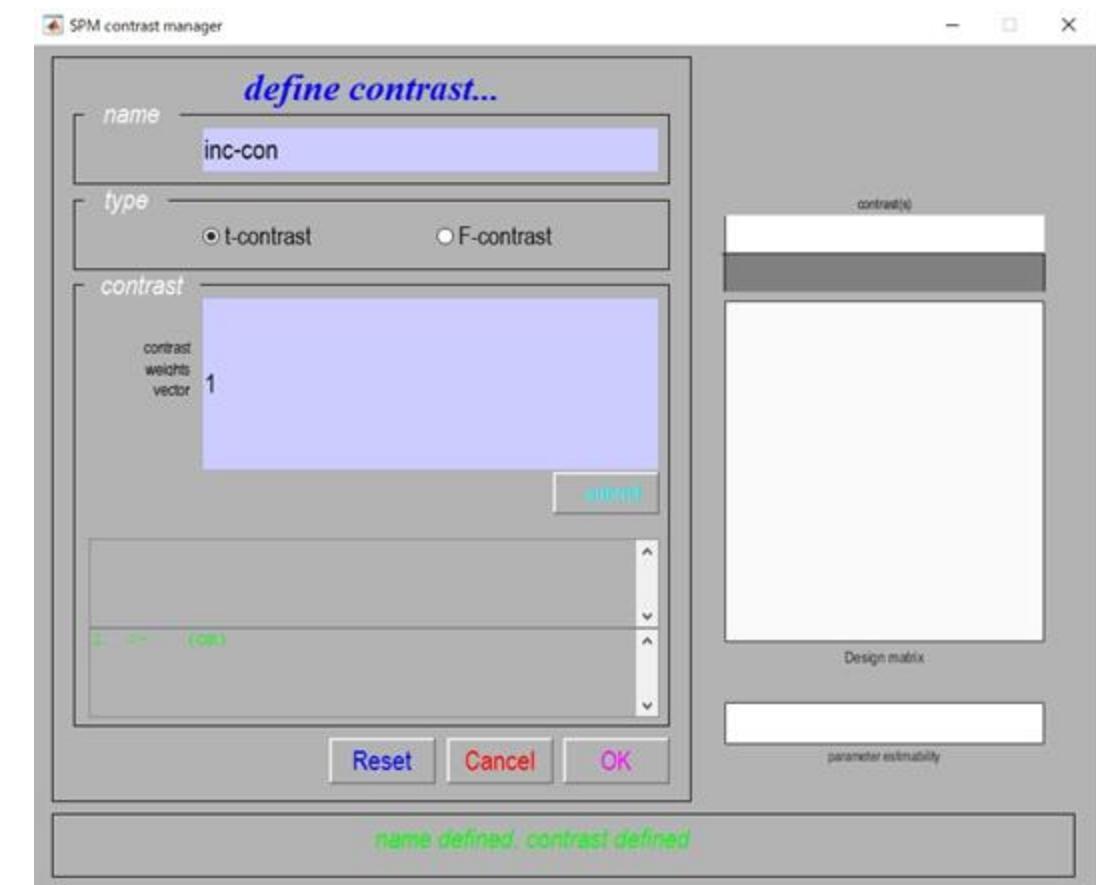
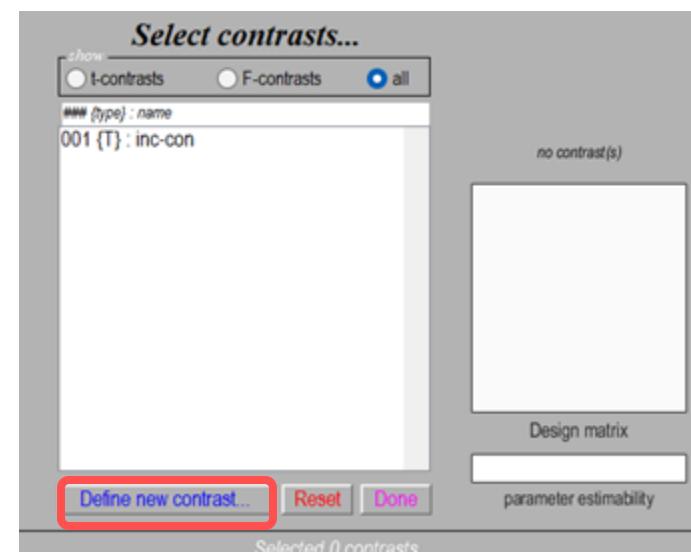
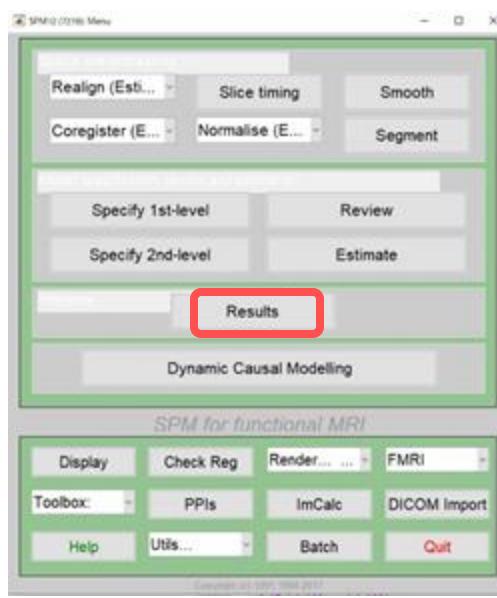
### Design description...

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

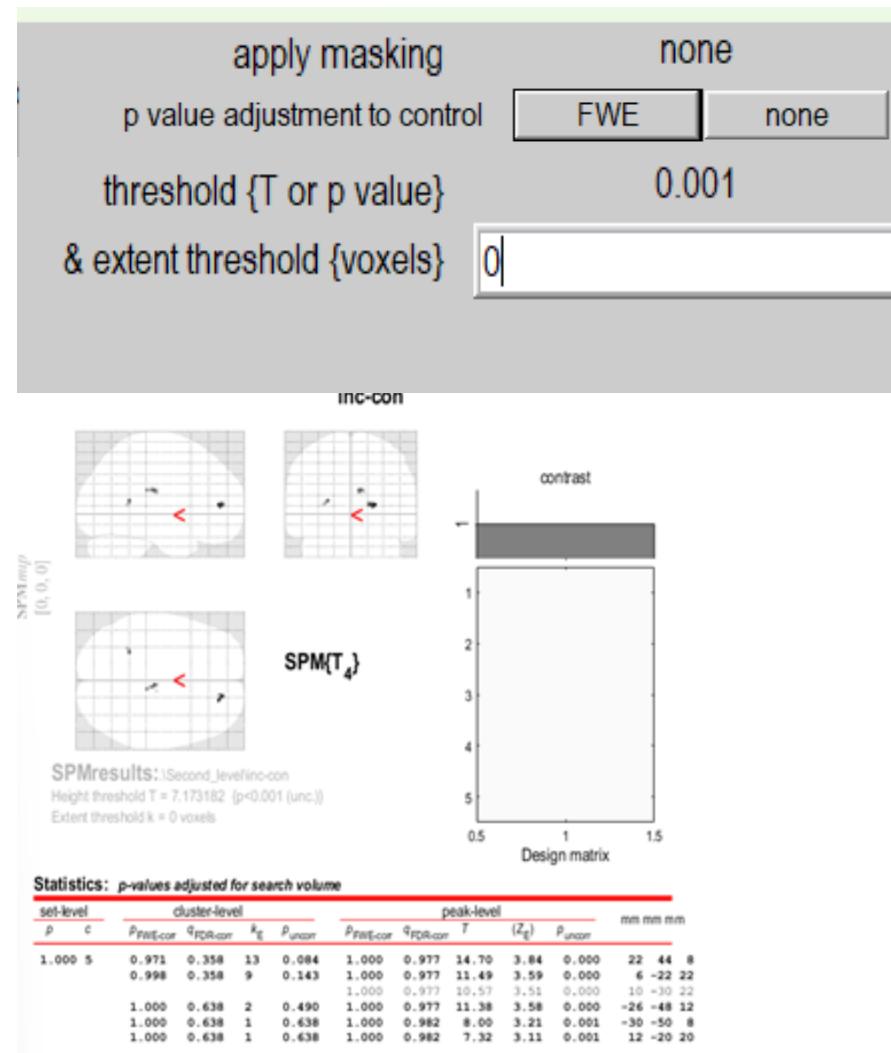


## ■ 1st-level 解析と同様に

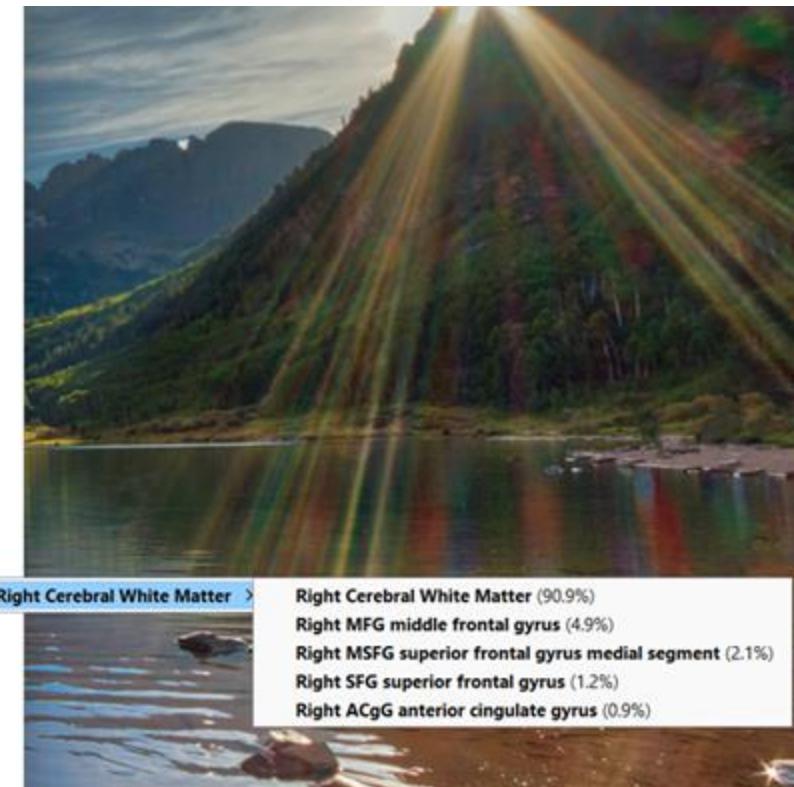
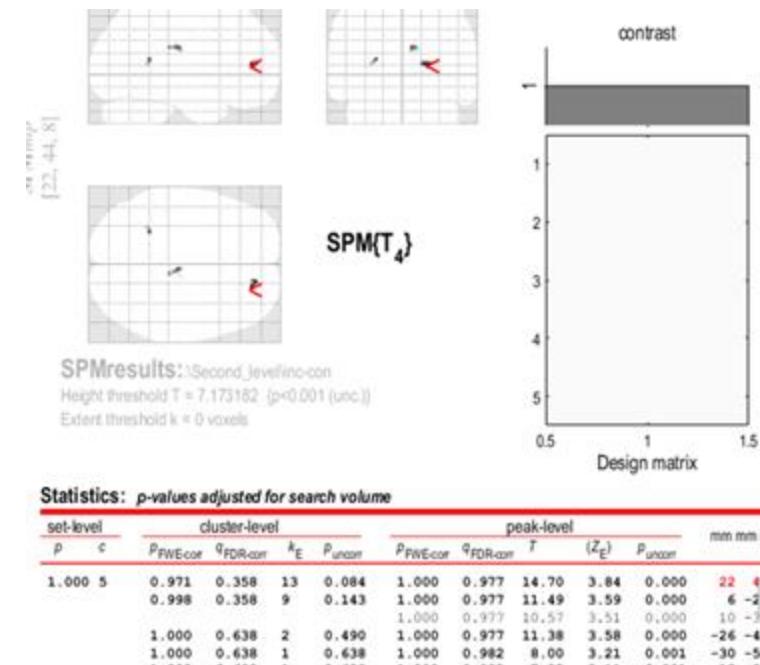
- apply mask: none
- p value adjustment control: none & threshold: 0.001 または、 p value adjustment control: FWE & threshold: 0.05 を選ぶ

## ■ 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からだいたいの部位名称を見る 것도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

応用認知神経科学センター・助教 Chunlin LIU



## ■ 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）との線形関係を探索するためによく用いられます。

## ■ 目的：個人差効果の検証

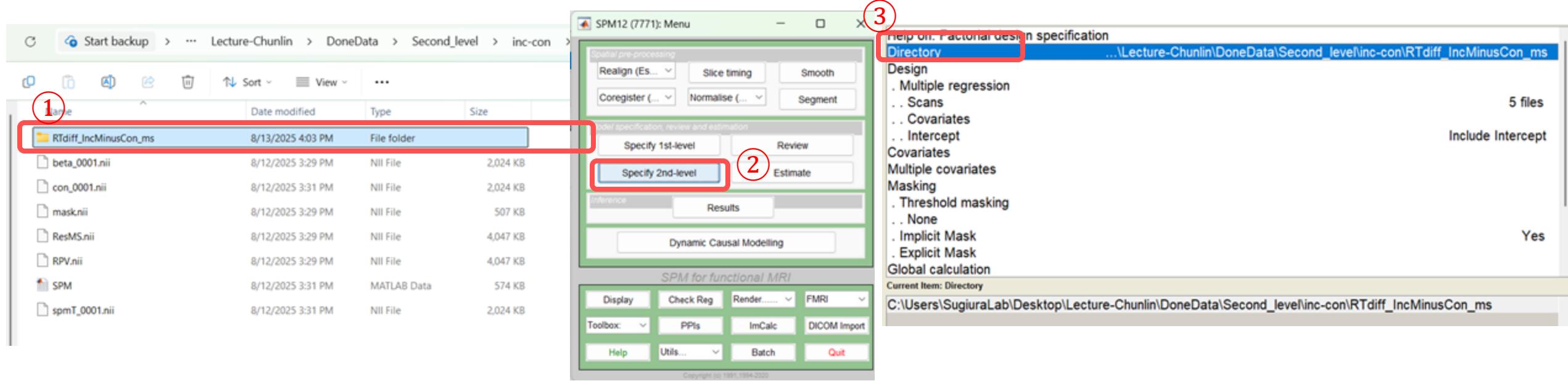
- 被験者の行動成績（正答率・反応時間）、心理尺度スコア（不安、動機、自信）、語学力（TOEFL スコア）などが、特定条件下での BOLD 信号強度と正または負の相関を持つかどうかを検討します。

## ■ 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、主觀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？

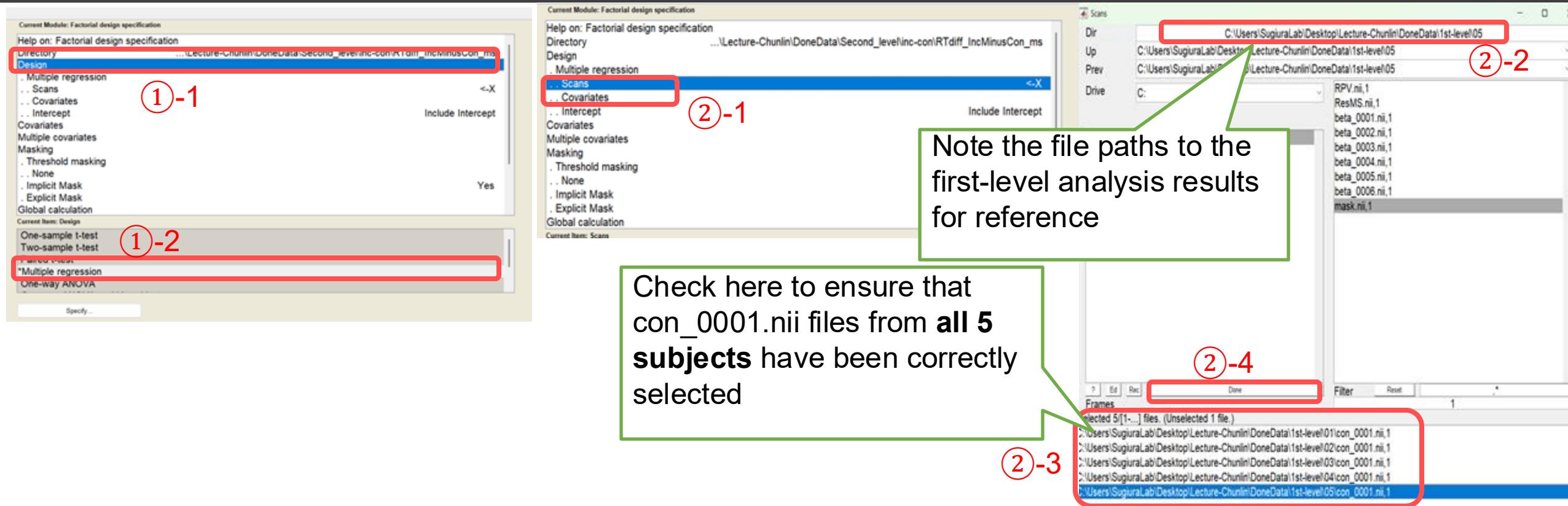
1. 一次解析の脳画像データと被験者の行動データを準備します。
2. *Factorial Design Specification* で *Multiple Regression* を選択し、各被験者の特定コントラスト画像 (contrast image) の値を従属変数として入力します。
3. 被験者の行動データ (共変量) をモデルに追加し、関心変数と統制変数の両方を含めることができます。
4. 結果として、各変数と脳活動の正の相関および負の相関の分布が示されます。

# 操作方法/How to do it in SPM12



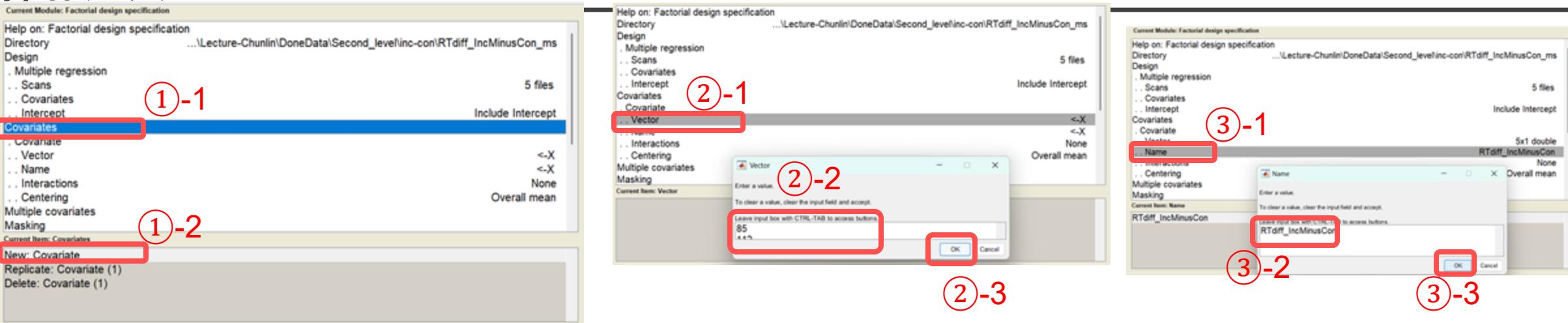
1. Prepare a Results Folder
  - Create a dedicated folder for the output (e.g., RTdiff\_IncMinusCon\_ms).
2. From the SPM GUI, select “Specify 2nd Level”.
3. **Directory:** Choose the newly created results folder.

# 操作方法/How to do it in SPM12



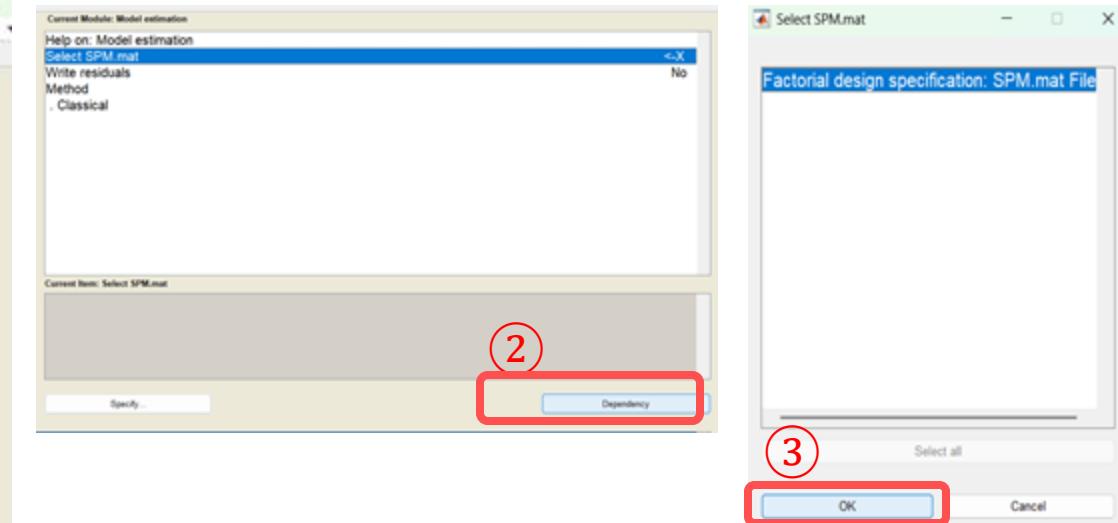
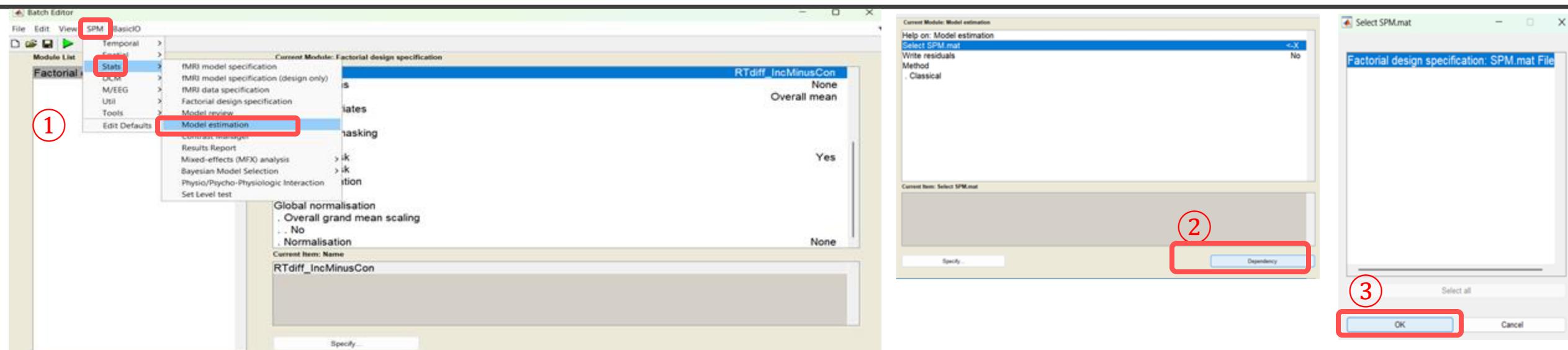
1. Click **Design** and select **Multiple Regression**
  2. Double-click **Scans** and select all subjects' **con\_0001.nii** (representing the Inc-Con contrast) files from the first-level analysis. ->Done

# 操作方法/How to do it in SPM12

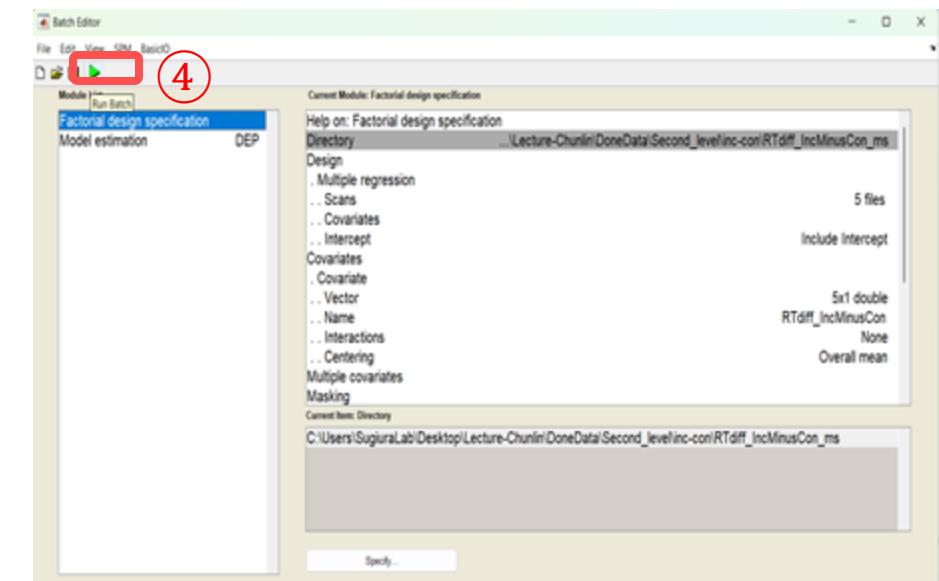


1. Click **Covariates** → **New covariate** to create a new one.
2. Double-click **Vector**, copy & paste the **RTdiff\_IncMinusCon\_ms** data from your individual difference file (e.g., ID covariates for tutorial.csv), then click **OK**.
3. Double-click **Name**, enter a descriptive name for the covariate,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

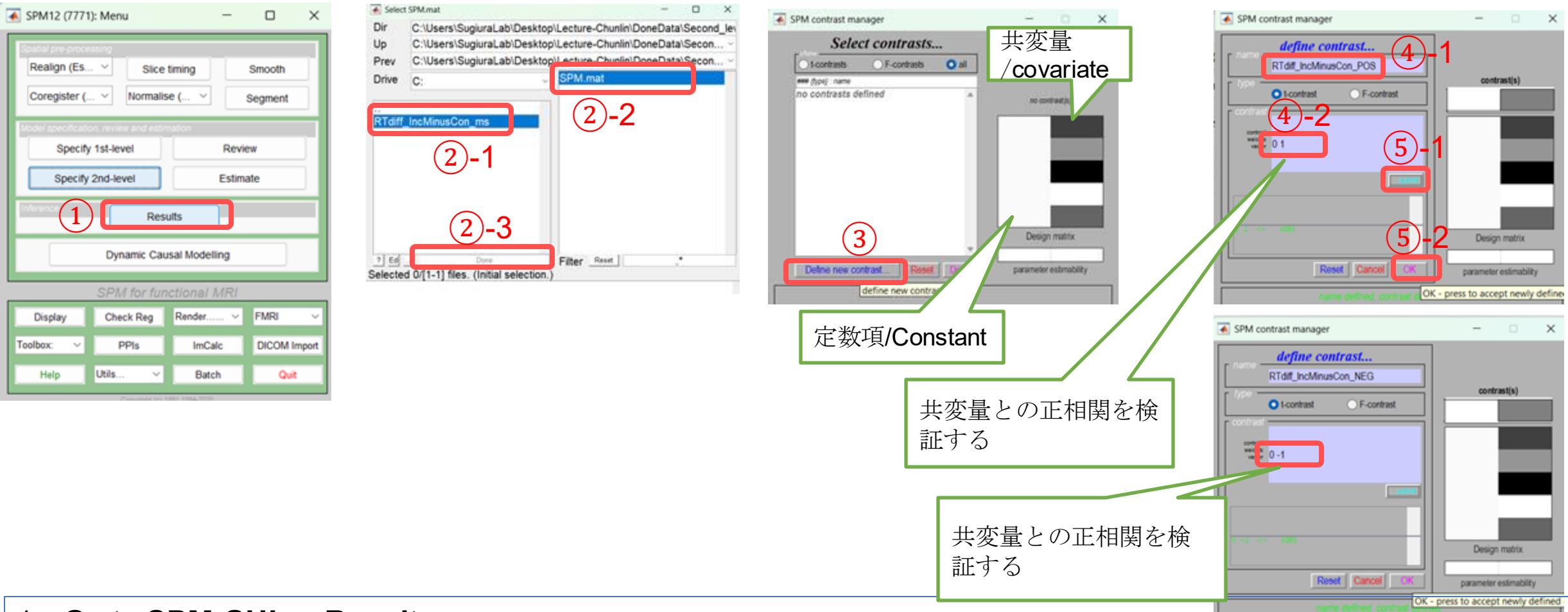
# 操作方法/How to do it in SPM12



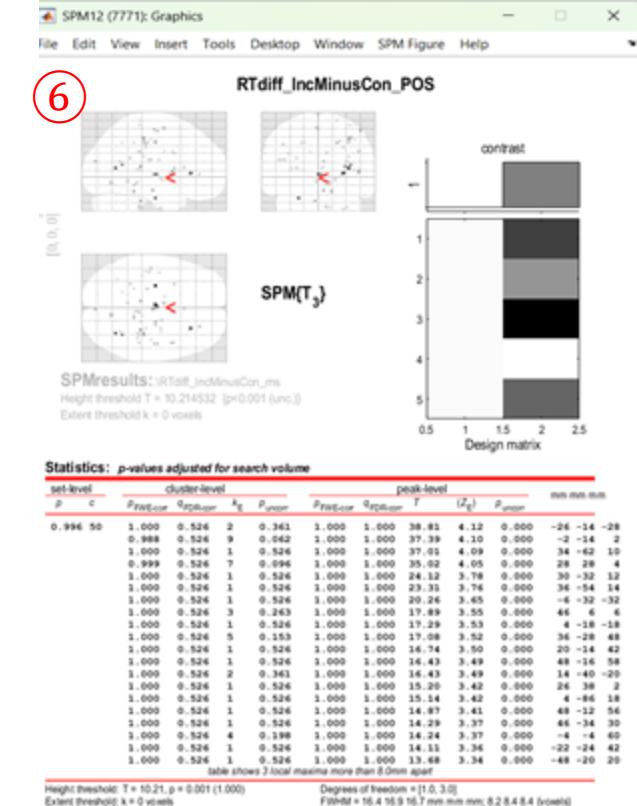
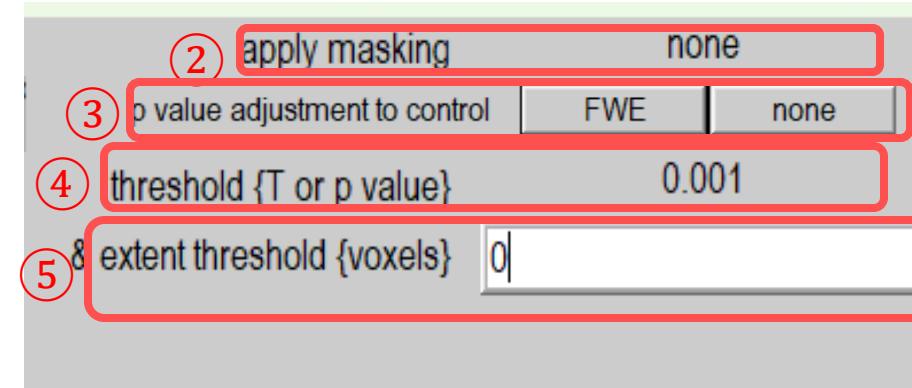
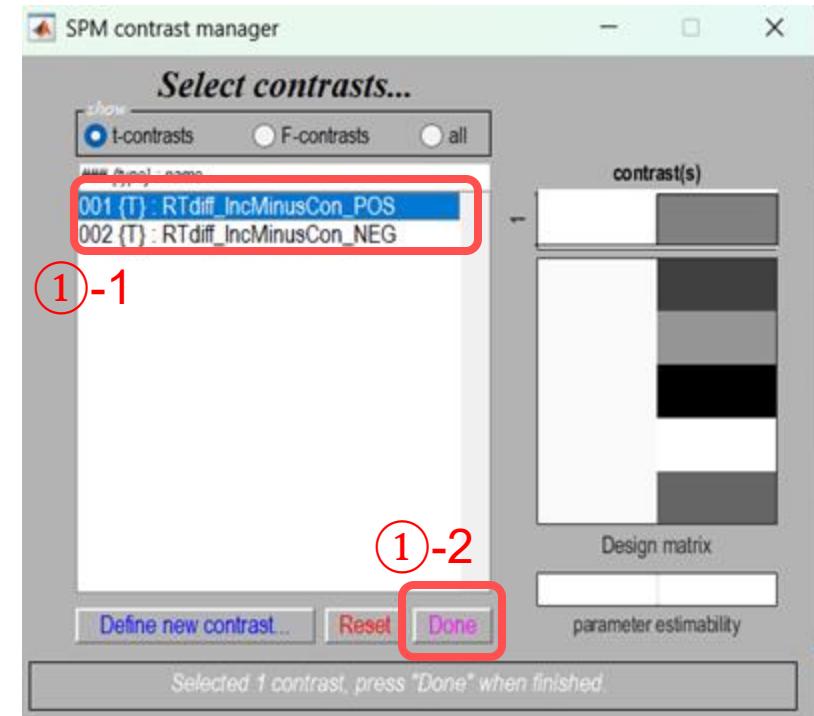
1. Click **SPM** -> **Stats** -> **Model estimate**
2. For Select SPM mat, Select '**Dependency**'
3. Leave it as default and click on **OK**
4. Run it and save the batch for future use



# 操作方法/How to do it in SPM12



# 操作方法/How to do it in SPM12



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.