

keio-lscpGLM(POTATo¹で使える GLM 解析ツール)

ver0.2

2014/1/15

慶應義塾大学 文学部 皆川泰代, 内田真理子, 星野英一

1. keio-lscpGLM でできること

- keio-lscpGLM は、日立製作所中央研究所で開発された光トポグラフィ信号解析のためのソフトウェア「POTATo」上で動作するプラグインです。
- Minagawa-Kawai *et al.* (2011)²で採用されたデータ処理手続き——一般化線形モデル (GLM) による解析——を実行します。
- 脳の機能的活動は脳の部位, 実験タスク, 被験者の年齢などの要因によって異なるために, GLM で使用する血行動態反応関数 (Hemodynamic Response Function : HRF) も実験により最適なものを設定する必要があります。keio-lscpGLM では, HRF を Regressor に設定する際, 最適な潜時で HRF をシフトさせることができます。各被験者または各チャンネルの反応曲線に対して最適な潜時を決めたり, それらの総平均の反応曲線に対して最適潜時を決めることもできます。論文中で使われた HRF を利用することも, 一般的な HRF を利用することもできます。あるいは, ユーザーが作成した任意の HRF をロードして使うこともできます。
- 最適な潜時を決めるために, 予め 1 秒長の Boxcar 関数を複数個 Regressor として設定し GLM を実行しておく必要があります (Boxcar を Finite Impulse Response : FIRに見立てた処理を行い, 最適潜時を決めます)。この方法でもとめられた最適潜時に従って HRF をシフトさせ, 新たに GLM を実行します。
- β 係数を使って, 各チャンネルの活動レベルの評価や, グループ解析を行います。多重比較の補正 (FDR 補正³) 結果も出力されます⁴。

2. 免責事項

以下の免責事項をよくお読みになり, 同意される方のみご利用ください。

- 本プラグインは, 現状のままで無償にて使用許諾されるものであって, 本プラグインが使用マニュアル通りに動作すること, 及び解析結果の正確性その他本プラグインの動作, 機能に関する不具合等につき, 一切保証されません。
- ユーザーは, ユーザー自身の費用と責任において本プラグインによる機能拡張を行うもの

¹ http://www.hitachi.co.jp/products/ot/analyze/kaiseiki_ja.html

² Minagawa-Kawai Y, van der Lely H, Ramus F, Sato Y, Mazuka R, Dupoux E. Optical Brain Imaging Reveals General Auditory and Language-Specific Processing in Early Infant Development. *Cerebral Cortex*, **21** (2), 254-261, 2011.

³ <http://www.broadinstitute.org/~orzuk/matlab/libs/stats/fdr/fdr.m>

⁴ β 係数の統計解析については, 日立製作所中央研究所の許可を得て POTATo の既存プラグイン (t-test) を改変し, 多重比較補正機能を追加したバージョンを作成しました。

であり、これによって生じた一切の問題をユーザー自身の費用と責任で解決する必要があります。直接、間接を問わず、本プラグインの使用又は不具合に起因して生じたデータの消失、誤ったデータ解析、第三者の知的財産権を含む権利の侵害その他に起因するあらゆる種類の問題について、いかなる場合においても責任はユーザーが負うものとします。

- 本プラグインは、Matlab®上で動作する POTATo の上で利用できますが、POTATo の開発元である日立製作所中央研究所、および Matlab® の製造・販売元である Mathworks 社とは一切関わりがありません。Mathworks 社と日立製作所中央研究所およびその関連会社に対し、本プラグインに関する質問、苦情その他の問合せは一切行わないでください。
- 本プラグインの使用方法、更新の方法、その他本プラグインに関して生じた問題点について、本プラグインの提供者はサポートを行いません。
- 本プラグイン及びこの免責事項は、ユーザーに何ら通知することなく更新されることがあります。

3. インストール手順

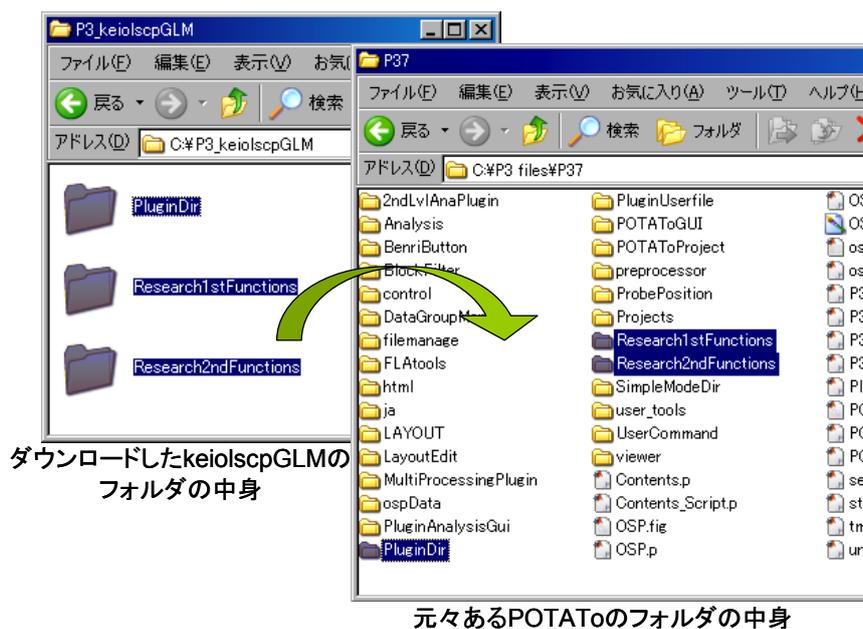
① POTATo を起動している場合は、いったん終了してください。

② ダウンロードファイルを解凍し、「P3_keioIscpGLM」フォルダに入っている3つのフォルダを、POTATo のフォルダ（P38）に移動してください。P38 の下層には、移動した3つのフォルダと同じ名前のフォルダが既に存在しているので、既存のフォルダが上書きされたように見えます。しかし、実際の上書きされるファイルはありません。フォルダの中に新しいファイルが追加されるだけです。

③ その後、POTATo を通常通り起動すれば、keio-IscpGLM をお使いいただけます。

※ Keio-IscpGLM は POTATo の Research Mode で作動するツールです。Research Mode 以外のモードからの変更は、POTATo メイン画面のメニューバーから[Setting]→[P3 MODE]をクリックし、[Research Mode] を選ぶだけです。

※ HRF の計算で SPM (<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>)の関数を使用していますので、別途インストールパスを通しておいてください。



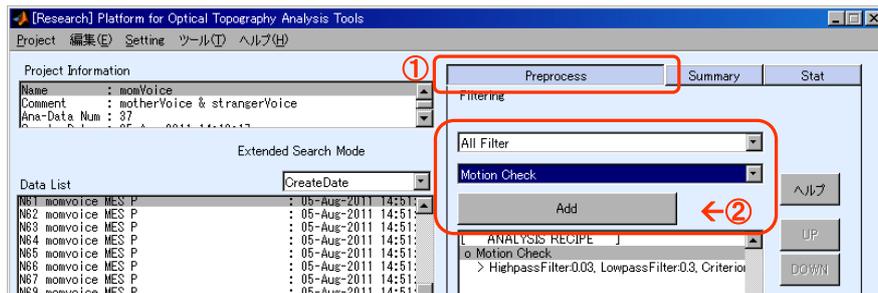
4. keio-lscpGLM の使い方

以下では、POTATo を起動し、必要なデータファイルをインポートした後のデータ処理手続きについて説明します。

データ処理の流れ
(イ) 前処理 (体動ノイズチェックなど) → (ロ) Boxcar 関数を使って GLM を実行 → (ハ) HRF の最適潜時を決定する → (ニ) 最適潜時にシフトした HRF を使って再び GLM を実行 → (ホ) β 値の統計解析 (活動レベルの評価, グループ解析)

(イ) 前処理

- ① Preprocess (Pre) プロセスで、
- ② 各データファイルの continuous data に必要な Filter をポップアップメニューから選び、[Add]ボタンをクリックして設定する (例として図(イ)では体動チェックフィルタを設定)。



図(イ). 前処理

(ロ) Boxcar 関数を使って GLM を実行

- ① Summary Statistic Computation(Summary)プロセスのボタンをクリック.
- ② 新規の GLM 手続きに名前を入力する.
- ③ Function-Name ポップアップメニューから「keio-GLM」を選択する.
- ④ Block の時間情報 (秒) を入力する.
- ⑤ Use Model から「Boxcar」を選択する.

ここでは一秒長の Boxcar Regressor を 20 個生成し, 1 秒間隔でズラす設定にしている.

※Boxcar ではなく, 「Model from File」を選んで任意の関数をロードすることもできる.

- ⑥ 回帰分析の残差項として Fluctuation 用のパラメータを設定する.
- ⑦ ヘモグロビンデータの種類を選択する.
- ⑧ Regressor の確認のため「Check Design Matrix」をクリックする.
選択した Channel のデザインマトリクスが出力される.

・ 特定のファイルデータのデザインマトリクスを確認したい場合は, 操作画面左側の Data List でファイルを選択し, 再度ボタンを押す.

・ 図(ロ)のデザインマトリクスにあるように, 刺激条件毎に Boxcar Set Regressor が設定される. 定数項は Flag 情報を参照してノイズ混入箇所では新しい項が追加される.

- ⑨ 実行する: 「Save」ボタンをクリックすると, POTATo が「選択中のファイルか, 全部のファイルか」を聞いてきます. 操作画面左側の Data List の全てのファイルについて GLM を実行する場合は, 全部のファイルを選びます. 一部のファイルについて GLM を実行したい場合は, 予め Data List の中からそれらのファイルを選んでおきます ([Ctrl]ボタン押しながらファイル名をクリックして選ぶ).

① Summary Statistics Computation タブを選択

② Summary Stastic Data-Name: Untitled

③ Function-Name: keio GLM

④ Stimulus period (sec): 15.0, Pre-stimulus (sec): 2.0, Post-stimulus (sec): 10.0

⑤ Use Model: Boxcar, Box width (sec): 1.0, Number of Box: 20, Box Onset Asynchrony (sec): 1.0

⑥ Sine & Cosine Regressors: 0.25 0.5 1 2 3 4 5

⑦ (Hb Kind): Oxy, (Plot Channel): 1

⑧ Check Design Matrix

⑨ Save

⑧で出力されるRegressors' Matrix

図(ロ). Boxcar関数を使ってGLMを実行

(ハ) HRF の最適潜時をもとめる

- ① Statistical Test (Stat)プロセスボタンをクリック。
- ② Summary Statistic Data List ポップアップメニューから、図(口)②で付けた名前のデータを選択し、「Add」ボタンをクリック。画面左の Data List にデータ群の名前が表示される。
- ③ 「keio GLM test」を選択して、
- ④ 「Make Data」ボタンをクリックすると入力項目が表示される。
- ⑤ 最適潜時を決定するための反応波形のタイプを設定する。
 ※ ここでは、File リストボックスの全ファイル名を選択し、さらに Channel リストボックスの全チャンネル番号を選択します（全選択の簡単操作：リストボックスをクリックしてCtrl+A）。
 - ・ 最適潜時を全被験者(全ファイル)の全チャンネルの総平均波形から決定する場合、File と Channel の両方の(method)ポップアップメニューから「Mean」を選ぶ。
 - ・ 最適潜時を各チャンネルで全被験者(全ファイル)の総平均波形から決定する場合、File の(method)から「Mean」を選ぶ。一方、Channel の(method)からは「none」を選ぶ。
 - ・ 最適潜時を各被験者(各ファイル)で全チャンネルの総平均波形から決定する場合、File の(method)から「none」を選ぶ。一方、Channel の(method)から「Mean」を選ぶ。
- ⑥ 「Check FIR」ボタンをクリックすると、平均された反応波形（ここでは FIR モデルと呼ぶ）が Stimulus Condition 毎に表示されるので確認。
- ⑦ HRF 関数を任意に選ぶ場合、チェックボックスをクリックして HRF 関数をロードする。
 ※ なお Minagawa-Kawai *et al.* (2011) で採用された HRF 関数をロードする場合は⑦' をクリックし、ファイル選択画面で「...¥PluginDir¥keioGLM¥keioGLM_HRF32s.mat」を選ぶ。
- ⑧ FIR モデルと HRF 関数の相互相関を計算する際のシフト幅 [最小値 最大値] を設定。
- ⑨ FIR モデルと HRF 関数のフィットの具合(相関係数)や最適潜時を画像で確認する。
- ⑩ 最適潜時データを含む HRF モデルデータの保存。

① Statistical Test (Stat)プロセスボタンをクリック。

② Summary Statistic Data List ポップアップメニューから、図(口)②で付けた名前のデータを選択し、「Add」ボタンをクリック。画面左の Data List にデータ群の名前が表示される。

③ 「keio GLM test」を選択して、

④ 「Make Data」ボタンをクリックすると入力項目が表示される。

⑤ 最適潜時を決定するための反応波形のタイプを設定する。
 ※ ここでは、File リストボックスの全ファイル名を選択し、さらに Channel リストボックスの全チャンネル番号を選択します（全選択の簡単操作：リストボックスをクリックしてCtrl+A）。
 ・ 最適潜時を全被験者(全ファイル)の全チャンネルの総平均波形から決定する場合、File と Channel の両方の(method)ポップアップメニューから「Mean」を選ぶ。
 ・ 最適潜時を各チャンネルで全被験者(全ファイル)の総平均波形から決定する場合、File の(method)から「Mean」を選ぶ。一方、Channel の(method)からは「none」を選ぶ。
 ・ 最適潜時を各被験者(各ファイル)で全チャンネルの総平均波形から決定する場合、File の(method)から「none」を選ぶ。一方、Channel の(method)から「Mean」を選ぶ。

⑥ 「Check FIR」ボタンをクリックすると、平均された反応波形（ここでは FIR モデルと呼ぶ）が Stimulus Condition 毎に表示されるので確認。

⑦ HRF 関数を任意に選ぶ場合、チェックボックスをクリックして HRF 関数をロードする。
 ※ なお Minagawa-Kawai *et al.* (2011) で採用された HRF 関数をロードする場合は⑦' をクリックし、ファイル選択画面で「...¥PluginDir¥keioGLM¥keioGLM_HRF32s.mat」を選ぶ。

⑧ FIR モデルと HRF 関数の相互相関を計算する際のシフト幅 [最小値 最大値] を設定。

⑨ FIR モデルと HRF 関数のフィットの具合(相関係数)や最適潜時を画像で確認する。

⑩ 最適潜時データを含む HRF モデルデータの保存。

⑥ 出力されるFIR model の例

⑦ 選んだHRF関数が出力されます

⑨ FIRとHRFのフィッティング結果

刺激が2つの場合は2つのウインドウ開きます

図(ハ). HRFの最適潜時をもとめる

(二) 最適潜時にシフトした HRF を使って再び GLM を実行

- ① Summary Statistic Computation(Summary)プロセスボタンをクリック。
- ② Edit ボタンをクリックし、List から図(口)②で付けた名前を選ぶ。
- ③ Use Model から「Optimal Model from File」を選択し、図(ハ)⑩で保存した HRF モデルデータをロードする。
- ④ Regressor を確認するため「Check Design Matrix」をクリック。
 - ・ (Plot Channel)で選択した Channel のデザインマトリクスが出力される。
 - ・ 特定のファイルデータのデザインマトリクスを確認したい場合は、操作画面左側の Data List でファイルを選択し、再度ボタンを押す。
- ⑤ GLM を実行し、元の Boxcar 関数による GLM 結果を書き換える : 「Apply changes」をクリックする。
- ⑥ また、「Text Out」をクリックすれば GLM による β の数値データ、HRF の最適潜時などのデータを CSV 形式のファイルで確認できる。

④で出力される Regressor Design Matrix

⑥で作られるCSV形式データファイル

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Summary Statistics	Data	Output	File						
2				POTATo	Versin	3.7.0.0				
3	Data	Time	Channel	Kind	Flag	beta	Reg. Numb	Stim	XC	delay
4	0.074998	1	1	1	0	0.074998	1	Stim1	-0.12494	14
5	0.39915	1	2	1	0	0.39915	1	Stim1	-0.10748	14.5
6	0.018689	1	3	1	0	0.018689	1	Stim1	-0.25036	14
7	0.30662	1	4	1	0	0.30662	1	Stim1	-0.33802	15.6
8	0.331891	1	5	1	0	0.331891	1	Stim1	-0.00043	14

β 値, delay(HRF modelの最適潜時), XC(最適潜時を選んだときに得られた相互相関の最大値), 等のデータを見ることができます

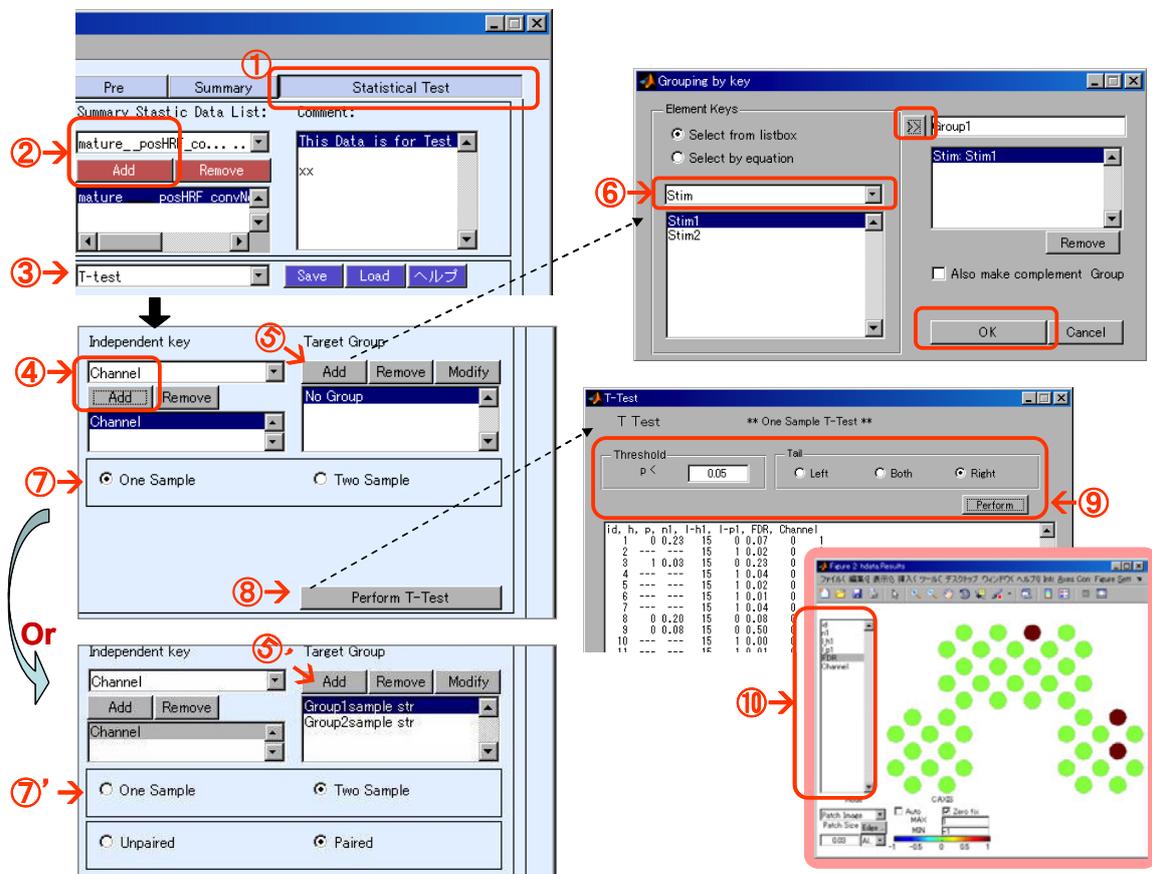
図(二). 最適潜時にシフトさせたHRFによるGLM

(ホ) β 値の統計解析(Activation Analysis の例)

以下では, 各チャンネルの活動レベル (β 値) がゼロより有意に高いかを T-test により評価する.

- ① Statistical Test (Stat) プロセスボタンをクリック.
- ② Summary Statistic Data List ポップアップメニューから, 図(ニ)②で選んだ名前のデータを選択し, 「Add」 ボタンをクリック.
- ③ 「T-test(keio-lscp)」を選択する.
- ④ Independent Key として Channel を選択し, 「Add」 ボタンをクリック.
- ⑤ Target Group を選択するための「Add」 ボタンをクリックし,
- ⑥ 現われた Window 上で Target Group として Stim を選択, さらに Stim1 をリストボックスから選んで「>>」をクリックし, 「OK」を押す.
- ⑦ Target Group をひとつしか選んでいないので「One Sample」を選択する.
- ⑧ 「Perform T-test」 ボタンをクリックし,
- ⑨ 現われた Window 上で T-test の設定を行う. なお, FDR で用いる q-値の閾値は p-値の閾値と同じとする. 「Perform」ボタンを押すと, その下に各チャンネルの検定結果が表示される.
- ⑩ さらに 2次元マップも表示されるので, 左側のリストから FDR を選択すると, 多重比較補正後の有意なチャンネルが色づいて表示される.

※⑥の操作を 2 回繰り返すことにより, Target Group に Stim1 と Stim2 の 2 グループを選ぶことができる. この場合, ⑦'のように「Two Sample」を選ぶ.



図(ホ). β 値を使ったT検定