

BRANL GLM マニュアル

システム要件	3
注意事項	3
ユーザサポート/お問い合わせ	3
1. プログラムの起動	4
2. GLM	4
2.1 GLM 解析の流れ	5
2.2 設定手順	7
2.2.1 データの取り込み	7
2.2.2 図の見方	14
2.3 各手法の図	15
2.4 結果の出力	19
[参考文献]	22

version 1.8

ビー・アール・システムズ株式会社

2022年11月7日



更新履歴

更新日付	版数	内容
2021/11/16	1.0	初版作成
2021/12/7	1.1	GLM サンプル関の改正
2021/12/29	1.2	GLM 「3.2 設定手順」の追加
2022/1/31	1.3	GLM β 値表の修正、他
2022/2/2	1.4	GLM 連続計算方法の追加(P33)
2022/2/12	1.5	入力設定値の説明を追加
2022/3/9	1.6	GMF 機能の更新、FIR 選定時の β 計算について
2022/3/31	1.7	FIR_I/II の β 出力に平均値出力機能の追加
2022/11/7	1.8	回帰分析の前提条件の記載(p4)、stats 説明文の修正(p21)

システム要件

- 本ソフトウェアは、以下のハードウェア要件を推奨いたします。

CPU : Intel Core i7 以上

メモリ : 8GB 以上

HDD : 200MB 以上の空き容量

OS : Microsoft Windows 10/ 11

モニタ : 解像度 1920x1080

OS は 64bit

デスクトップ設定のフォントサイズは 100%

注意事項

- 本ソフトウェア及び本マニュアルを運用した結果については、一切責任を負いかねますのでご了承ください。
- 本ソフトウェアは、1 ライセンスにつき 2 台のコンピュータまで同時使用することができます。3 台以上のコンピュータで使用する場合は、別途ライセンスの購入が必要です。

ユーザサポート/お問い合わせ

操作方法など、ご購入後の製品に関するお問い合わせは、下記へお願いします。

- ◆ テクニカルサポートの連絡先

- オンラインサポート

info@brsystems.jp

- 電話

0467-40-4318

※ 受付時間 祝祭日を除く月～金曜日 10 : 00～12 : 00、13 : 00～17 : 00

- ◆ 有償サポートのご案内

- ご購入後、1 年以内のテクニカルサポート及びバージョンアップは無償です。
- ご購入後、2 年目以降のテクニカルサポート及びバージョンアップは有償となります。
- 有償サポート価格は、年間 6 万円（税抜）です。

1. プログラムの起動

BRANL.exe をダブルクリックすることで起動します。

起動後、次の画面が立ち上がります。

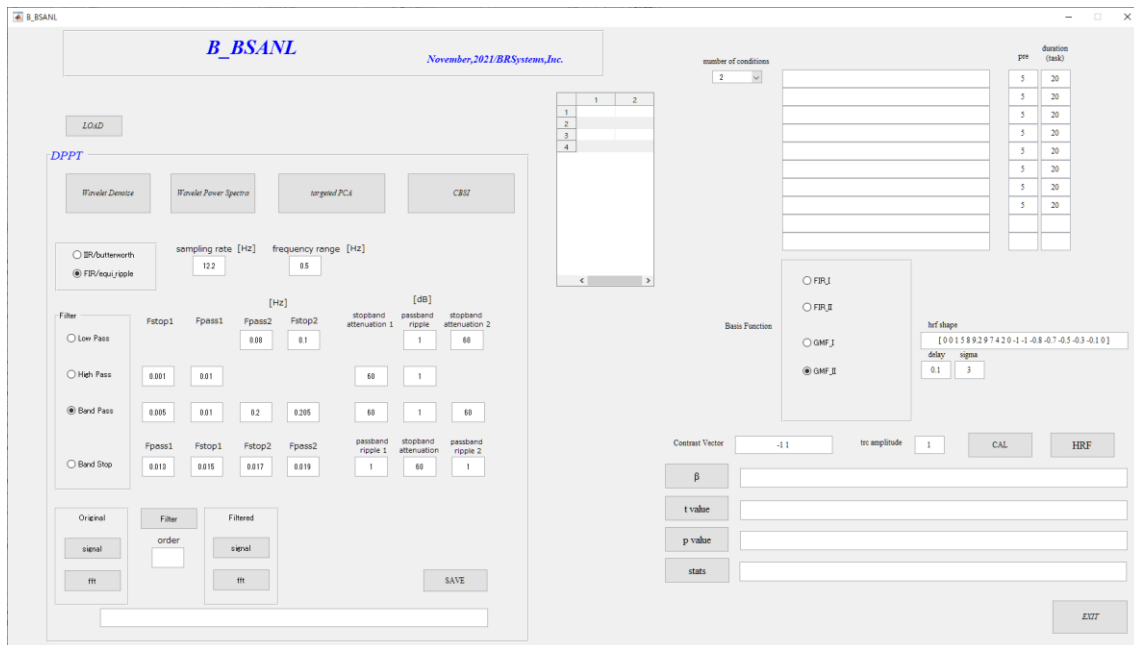
尚、Excel 搭載 PC に DPPT ツールはインストール願います。

一般的に最初の段階で、体動、等によるノイズ低減の処理を行います。

除去ツールとして、WaveletDenoising, tPCA, CBSI の 3 手法を搭載しています。この手法の使い訳は、ノイズの性質に拠り選択願います。その後、電気信号、心拍、呼吸、等のノイズを FilterDesign で低減させます。

これら 4 手法の技術的説明は、「BRANL 解説書」を参照願います。

トップ画面



2. GLM

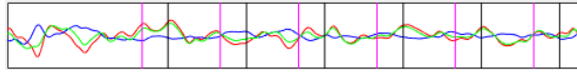
回帰分析の前提は、①信号が正規分布していること、②外れ値の影響を受けないこと、③信号が周波数に依存しないこと、④誤差項が互いに無相関、があります。そこで③の影響を除くため、

PreWhitening 処理を行いその影響を確認します。

本 GLM ツールでは、算出された β 値が適正かどうかの検証を行います。その結果は stats 情報として表示されます。

2.1 GLM 解析の流れ

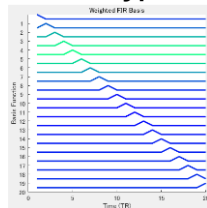
measured concentration data Y (HbO, HbR)



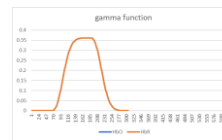
$$Y = X\beta + \varepsilon$$

basis function

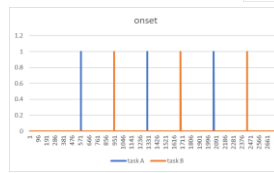
fir type



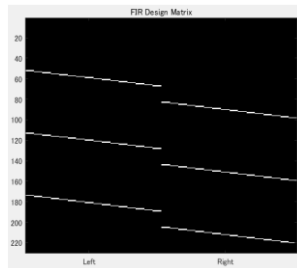
gamma function type



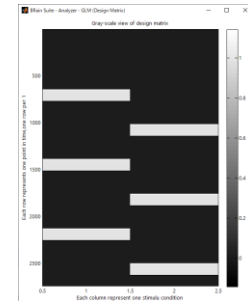
onset/duration



design matrix (convolution)



X

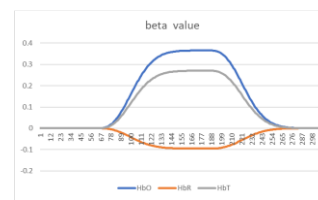
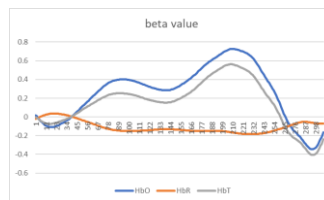


$$X^* = (X^T X)^{-1} X^T$$

β (based on OLS)

$$\beta = X^* Y \quad (\text{MATLAB/regress})$$

HRF



t value

$$t = \frac{c^T \beta}{\sqrt{\varepsilon^2 c^2 (X^T X)^{-1} c}}$$

本ツールでは、GLM解析の検定（モデルの適性、等）をstats情報で表示します。

Y :data X :regressor β :coefficients(weights) ε :measurement error c :contrast vector

•**BRANL**で採用しています GLM 手法

(1) FIR_I

Flexible model で 1 秒長の Boxcar 関数を複数個 regressor としています。

(2) FIR_II

Flexible model で連続したガウス関数を regressor としています。

(3) GLM_I

Fixed canonical shape で、MATLAB の gampdf 関数を double で使用しています。

(4) GLM_II

Fixed canonical shape で、MATLAB の gampdf 関数を single を使用しています。

•**BRANL** の t 検定結果は、多重比較検定の補正は行っていませんので、適宜補正願います。

•**BRANL** での GLM 計算時、誤差を低減するため、2 列（補正項）を追加しています。1 の定数項と、1 次の単純増加列（max.1）です。

2.2 設定手順

BRANL は csv データ入力となります。dat 形式の場合は、まず BrainANalyzer ツールで csv ファイルに変換願います。

2.2.1 データの取り込み

BRANL の LOAD ボタンからデータを読み出します。

[BRANL 設定画面]

The screenshot shows the BRANL settings interface with the following elements and callouts:

- 1**: Table for task start/end times (eventID).
- 2**: "number of conditions" dropdown menu.
- 3**: List of conditions (1-8).
- 4**: "pre" and "task" duration input fields (5 and 20).
- 5**: "Basis Function" section with radio buttons for FIR_I, FIR_II, GMF_I (Double Gamma), and GMF_II (Single Gamma).
- 6**: "average" and "variance" input fields.
- 7**: "s1", "r1", "s2", "r2" input fields.
- 8**: "k" and "stimulus duration" input fields.
- 9**: "Contrast Vector" input field (-1 1).
- 10**: "trc amplitude" input field (1).
- 11**: "CAL" button.
- 12**: "HRF" button.
- 13**: " β " output field.
- 14**: "t value" output field.
- 15**: "p value" output field.
- 16**: "stats" output field.
- 17**: "EXIT" button.

① の各タスクの始点終了点の秒数が表示されます。データの eventID の設定値は 1,4,8,10,xx と種々ありますが、すべて 1 に統一されて表示されます。各種 fNIRS 測定装置の殆ど (OEG 以

外) の eventID は 1 が採用されているためです。

設定する項目

加算平均手法 (e.g. BRainAnalyzer) では、イベント線間の範囲をタスクとしていますが、GLM 法では、開始点(onset)と、タスクの継続時間(duration)を設置して、タスク範囲としています。

- ② number of conditions(実験デザイン)の数
プルダウンメニューからタスクの種類数を選択願います。
- ③ onset 行の設定
タスクの種類順に設定行があります。
設定行毎に実験デザインの開始秒 (ONSET) を①表を参考に、入力願います。
行数と②の数値は一致します。
(「onset 行の設定方法」参照)
- ④ 各タスクの pre/duration(task)の設定
タスク前(pre) の秒数を設定します。
duration(task)の持続範囲の秒数を設定します。FIR_I,II 時のタスク時間、 GMF_I,II 時の HRF 図の横軸範囲となります。
- ⑤ GLM 手法の選定— 4 種類あります。
 - (1) FIR_I
Flexible model で 1 秒長の Boxcar 関数を複数個 regressor としています。
 - (2) FIR_II
Flexible model で連続したガウス関数 (平均 1、分散 1) を regressor としています。
 - (3) GMF_I
canonical hrf で、MATLAB の gampdf 関数を double で使用しています。
$$hrf = gampdf(y, s1, r1) - k \times gampdf(y, s2, r2)$$
$$k: coefficient(ex. 0.5)$$
$$y: time, s: shape(peak time), r^{-1}: scale(dispersion time)$$
 k, s, r^{-1} の値の設定により、spm_hrf とほぼ同等な hrf を利用できます。
hrf の形状には、絶対的な形状はなく、測定に合った形状を選択していきます。
s1,r1,s2,r2,k のデフォルト値は“fMRI in Neuroscience: Modeling the HRF with FIR Basis Functions, The OG Clever Machine”を参考にしました。
 - (4) GMF_II
canonical hrf で、MATLAB の gampdf 関数を使用しています。
$$gampdf(y, s, r) \dots$$
$$p(y|s, r) = \frac{r^s}{\Gamma(s)} y^{s-1} \exp(-ry) \quad (*)$$
$$y: time, s: shape(peak time), r^{-1}: scale(dispersion time)$$

(*) page138,「データ解析のための統計モデリング入門」、久保拓弥
本計算手法は version1.5 までとは異なります。“The NIRS Brain AnalyzIR
Toolbox,H.Santosa,X.Zhai,F.Fishburn,T.Huppert,2018”を参考にしています。
s,r のでデフォルト値は、上記論文を参考にしました。

手法の設定は、測定された信号の波形に依存します。

- ⑥ ガウス関数の係数 平均と分散、デフォルトは 1,1 です。
- ⑦ ガンマ関数の係数
ガンマ分布の確率密度関数の分散値です。本式については「BRANL 解説書」にて説明します。
ガンマ分布の形状を決定します。デフォルトは 3 に設定していますが、本来は、脳賦活の立ち上がり
曲線を参照して設定します。
- ⑧ ガンマ係数の持続時間（タスクの持続時間に相当）（秒）、タスク前(pre)の秒数は、④の pre
が使用されます。
[task related component の拡大係数の設定方法]の説明図の場合は、タスクが 10 秒のた
め、boxcar stimulus duration は 10 と設定しています。
また、この場合、HRF 図を見易くするため、右上の task の値は（boxcar stimulus
duration+10）の設定をお勧めします。
- ⑨ β 値評価時の各実験デザインのコントラスト比
（②の個数と同じ数のコントラストが必要です。②が 4 の場合は、例えば、[-1 0 1 0]）
これらの数値の設定については、SPM(Design Matrix,計画行列、モデルコントラスト)を参照願
います。
- ⑩ task related component の拡大係数（「task related component の拡大係数の設定方
法」参照）
- ⑪ GLM 計算の実行
GLM 計算を実行します。
- ⑫ HRF 図の表示
- ⑬ β 値の結果を excel ファイルに保存
- ⑭ t 値の結果を excel ファイルに保存
- ⑮ p 値の結果を excel ファイルに保存
- ⑯ stats 情報を excel ファイルに保存
本 GLM 計算での統計量を表示しています。
 R^2 統計量、F 統計量とその p 値、および誤差分散の推定値
 R^2 の値が 1 に近く、p 値が有意水準より小さい場合、 β 値は有意な線形回帰関係があるとされます。
- ⑰ BRANL の終了ボタン

[onset 行の設定方法]

- ① 表の値は参考用で計算には使用されません。
- ② 実験デザインの数
- ③ onset行に各実験デザインの開始秒を入力します。onset行は②と一致します。このonset秒がイベントの開始時間となります。

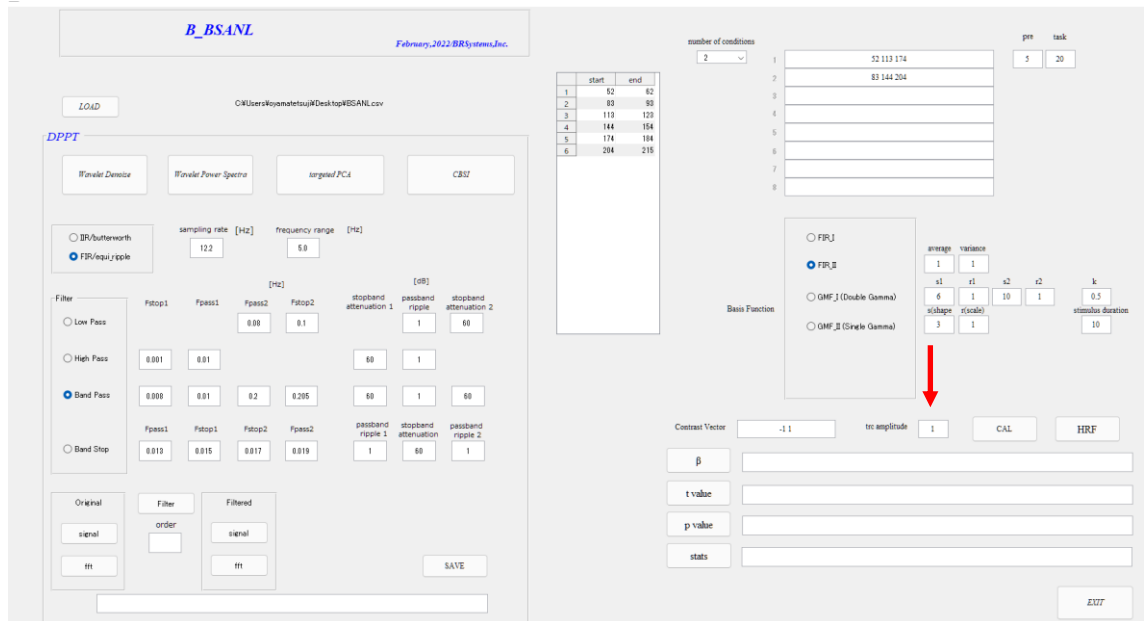
The screenshot shows a software interface with the following elements:

- Table 1 (Left):** A table with columns 'start' and 'end'.

	start	end
1	52	62
2	83	93
3	113	123
4	144	154
5	174	184
6	204	215
- number of conditions:** A dropdown menu set to '3'.
- onset Table (Middle):** A table with 8 rows. The first three rows contain onset times:

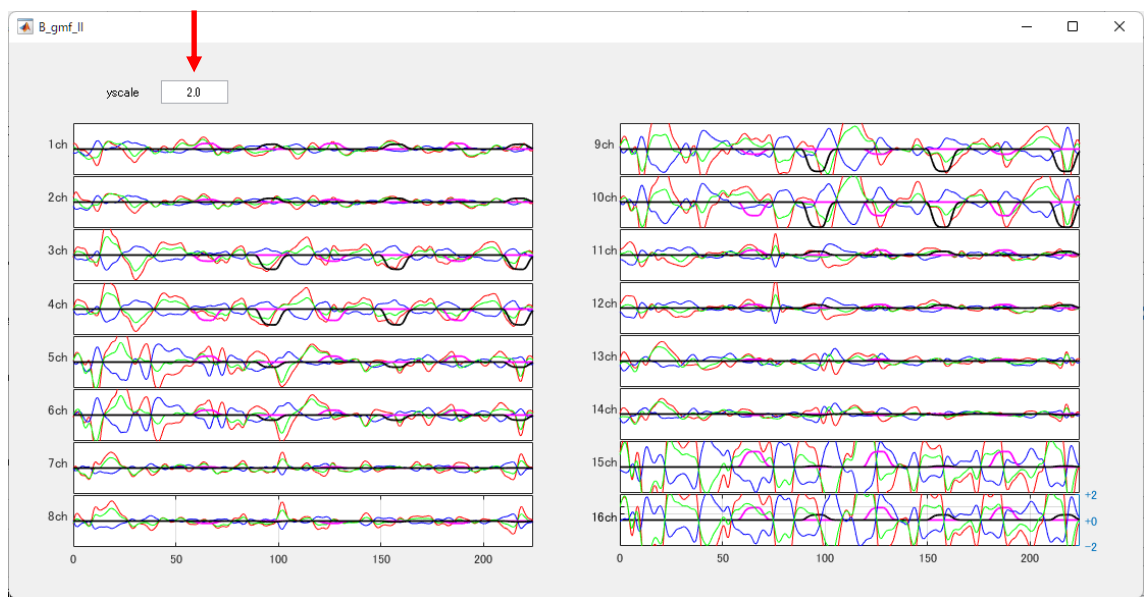
1	30 70 170
2	80 110 200
3	150
4	
5	
6	
7	
8	
- pre task:** Input fields for 'pre' (5) and 'task' (20).
- Basis Function:** Radio buttons for FIR_I, FIR_II (selected), GMF_I, GMF_II, and GMF_III.
- sigma:** Input field set to 3.
- boscar stimulus duration:** Input field set to 10.
- Contrast Vector:** Input field set to -1 1.
- trc amplitude:** Input field set to 1.
- Buttons:** 'CAL' and 'HRF' buttons.
- Output Fields:** Input fields for β , t value, p value, and stats.
- EXIT:** A button at the bottom right.

[task related component の拡大係数の設定方法]



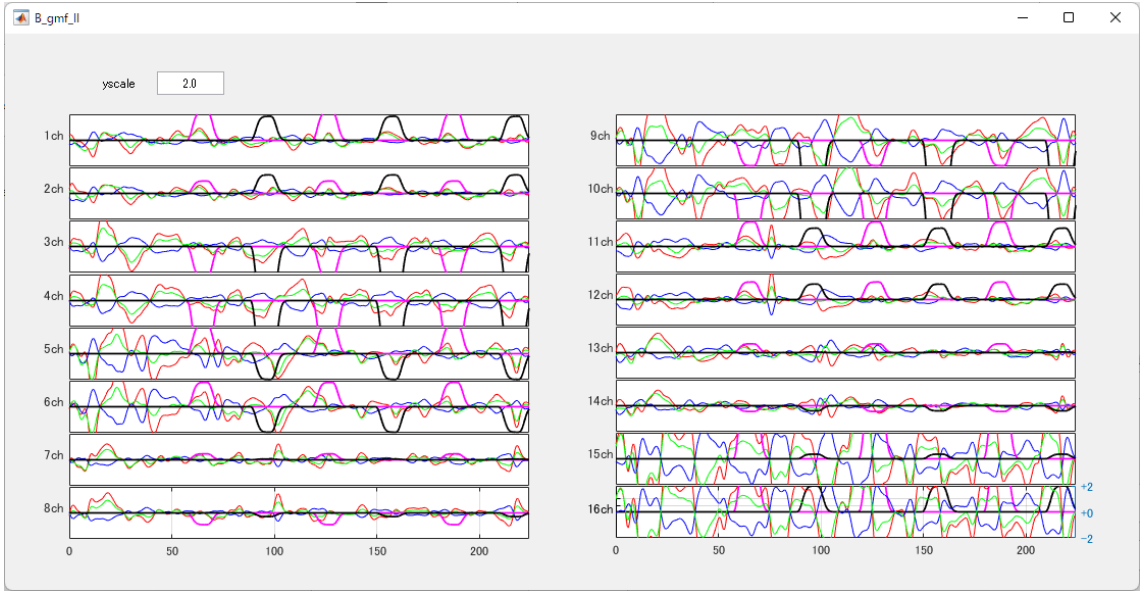
trc amplitude は 1 に設定、CAL クリックで次図を得ます。

yscale の数値を変えることにより、測定データのスケールを変えます。



task related component の色は、
荷重 1 はマゼンダ、荷重 2 はブラック、荷重 3 はシアン、荷重 4 以降はこの繰り返しです。

task related component の波形が β 値が低い場合は信号レベルも下がっています。この場合、
まず一旦この図を消し、trc amplitude を例えば 5 に設定し CAL クリックしますと、task related component が拡大されます。



[計算を連続して行うやり方] :

最初に計算を実行した後、この設定を維持したまま、number of condition/Basis Function を変更して、再計算を行う場合のやり方です。

number of conditions: 2

	start	end
1	52	62
2	83	93
3	113	123
4	144	154
5	174	184
6	204	215

pre: 5 task: 20

1: 53 113 174
2: 83 144 204
3:
4:
5:
6:
7:
8:

② Basis Function

FIR_I
 FIR_II
 GMF_I
 GMF_II

sigma: 3 boxcar stimulus duration: 20

③

Contrast Vector: -1 1 trc amplitude: 1

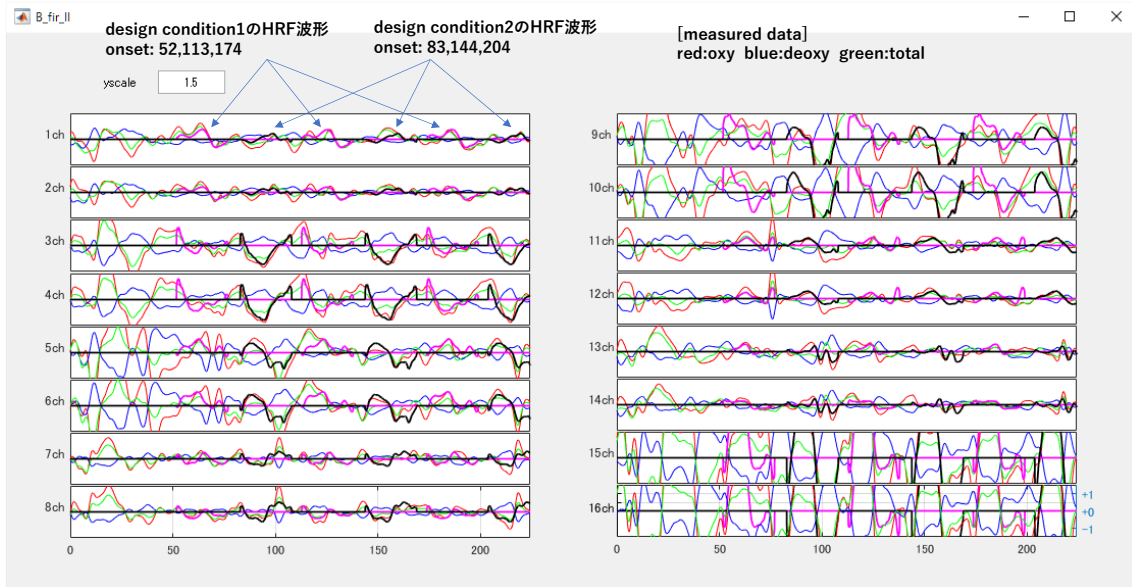
β :
t value:
p value:
stats:

- ① まず、number of condition を再度プルダウンメニューから選択します。
- ② Basis Function を選択します。
- ③ CAL を実行します。

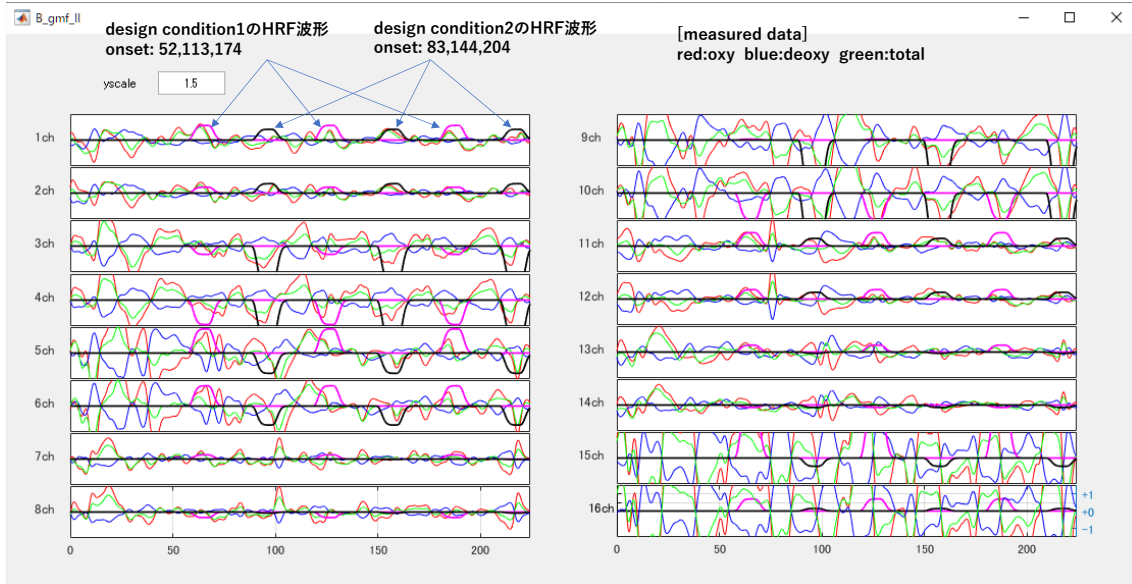
2.2.2 図の見方

測定波形と task related component 図

FIR_II の例



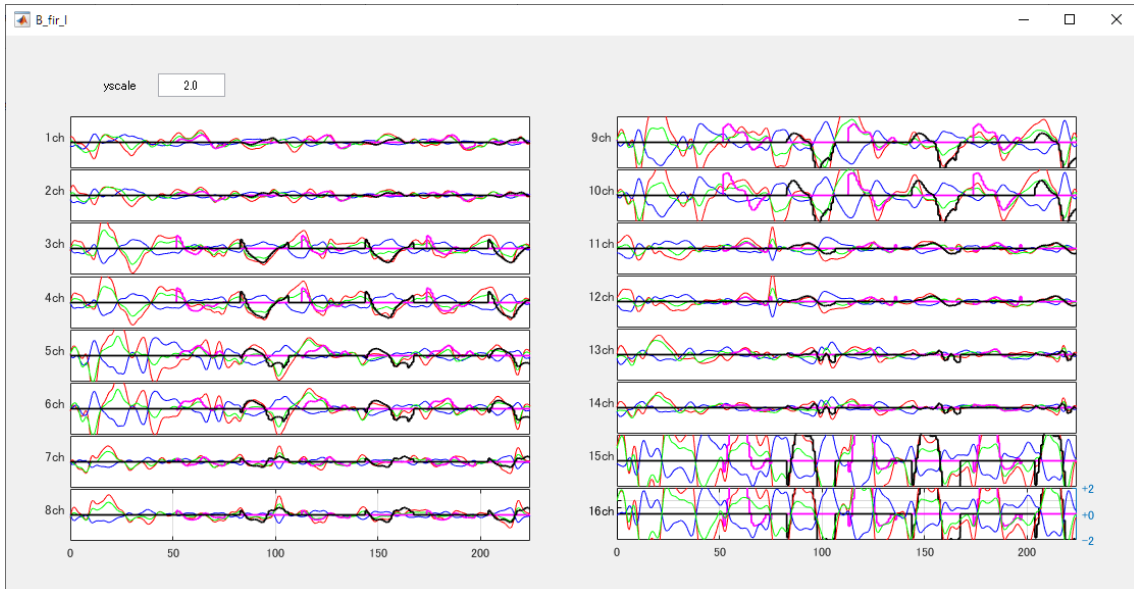
GMF_II の例



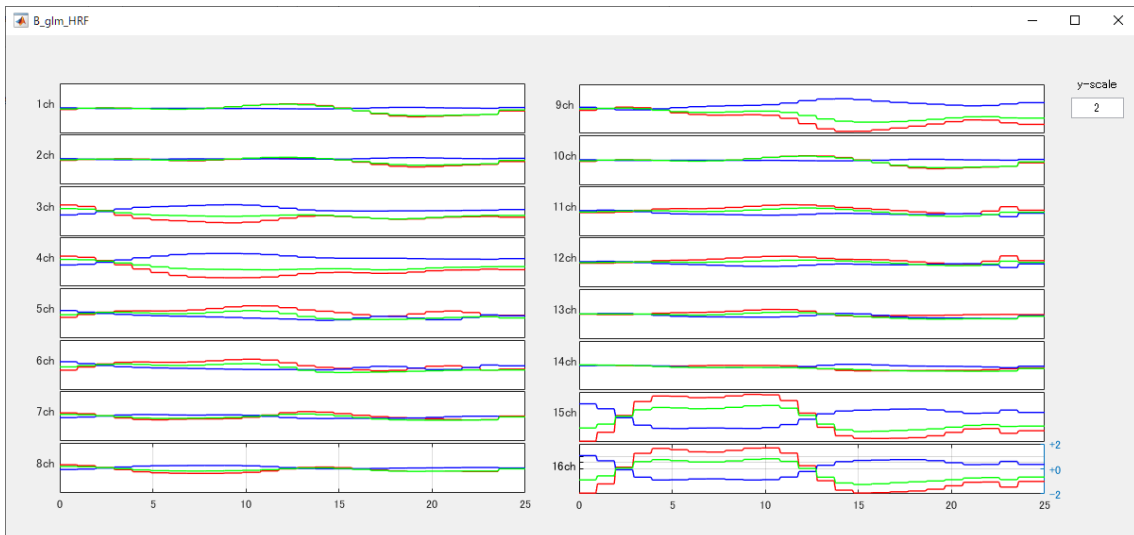
2.3 各手法の図

(1) FIR-I

測定された波形と task related component

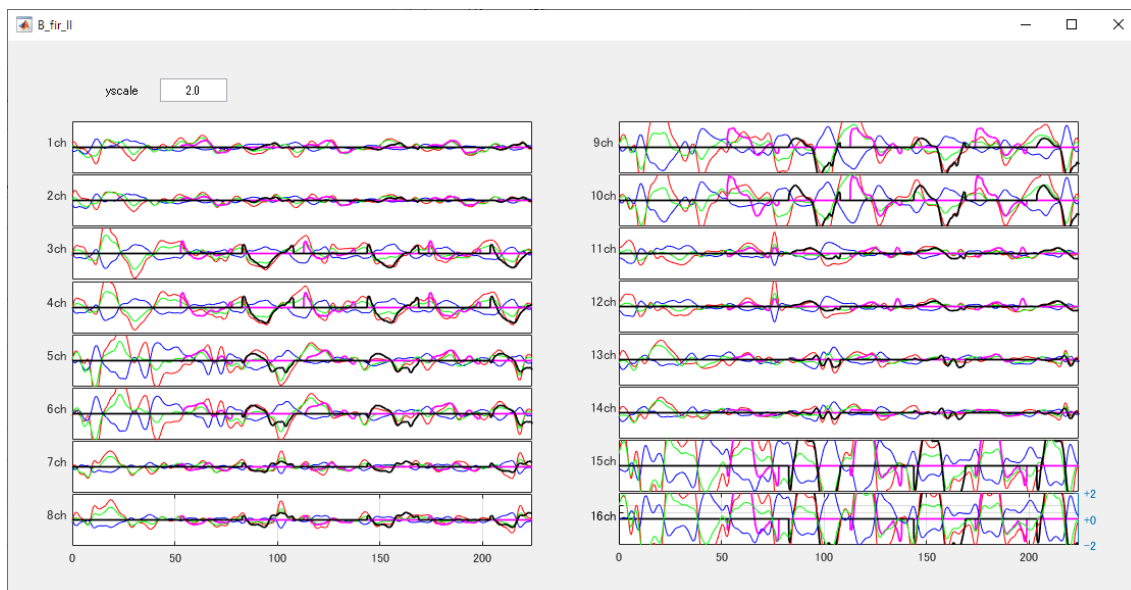


HRF 図

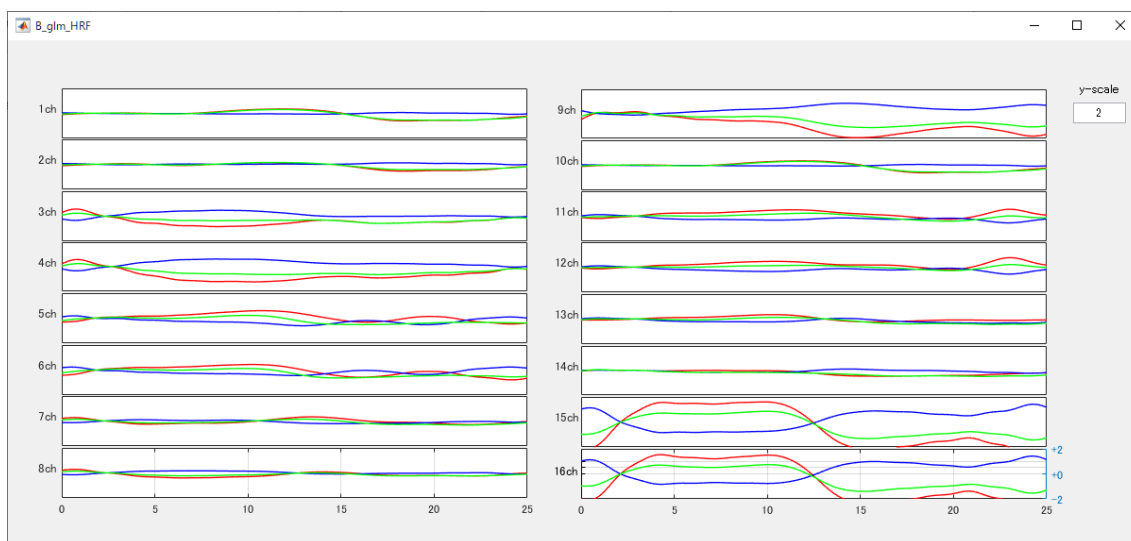


(2) FIR-II

測定された波形と task related component

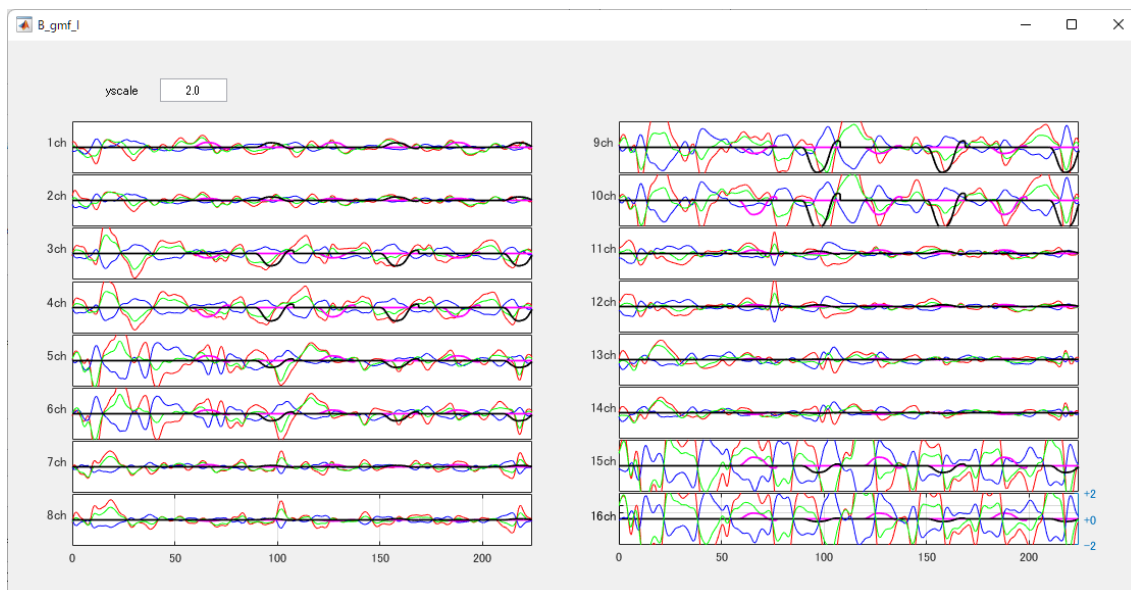


HRF 

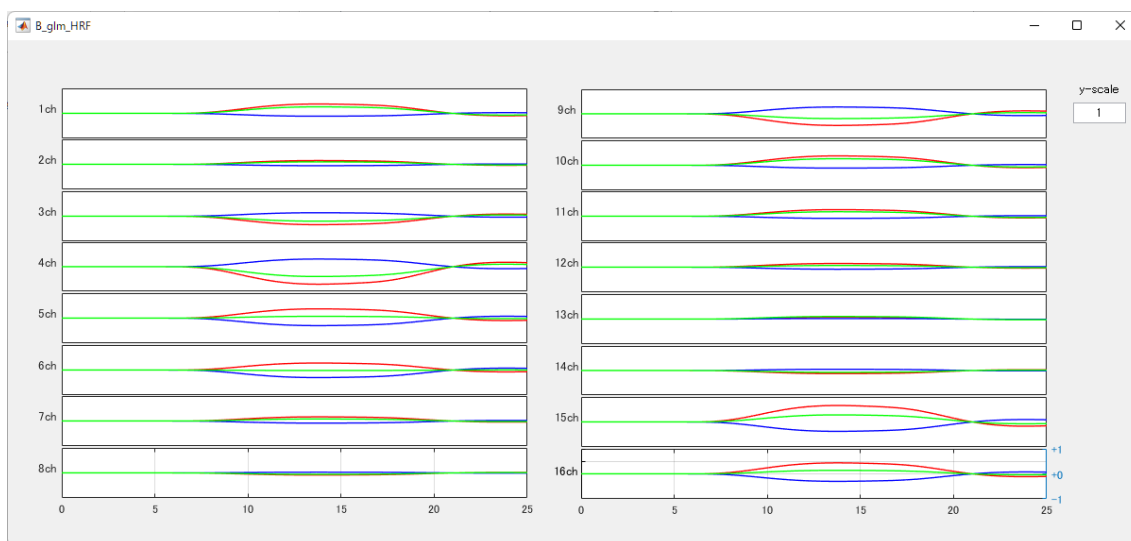


(3) GMF-I

測定された波形と task related component

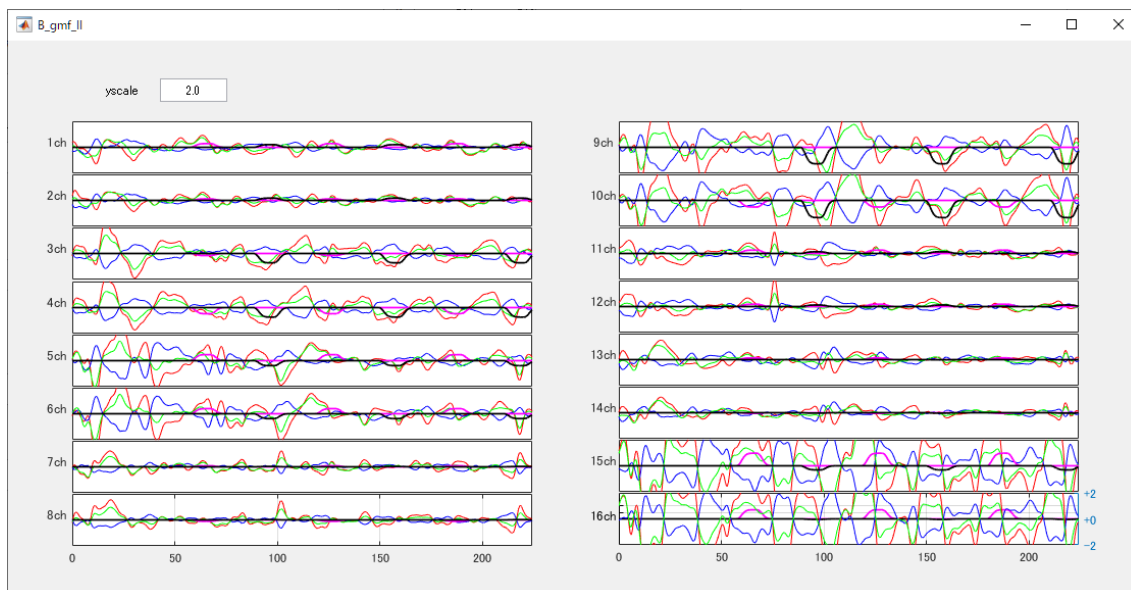


HRF

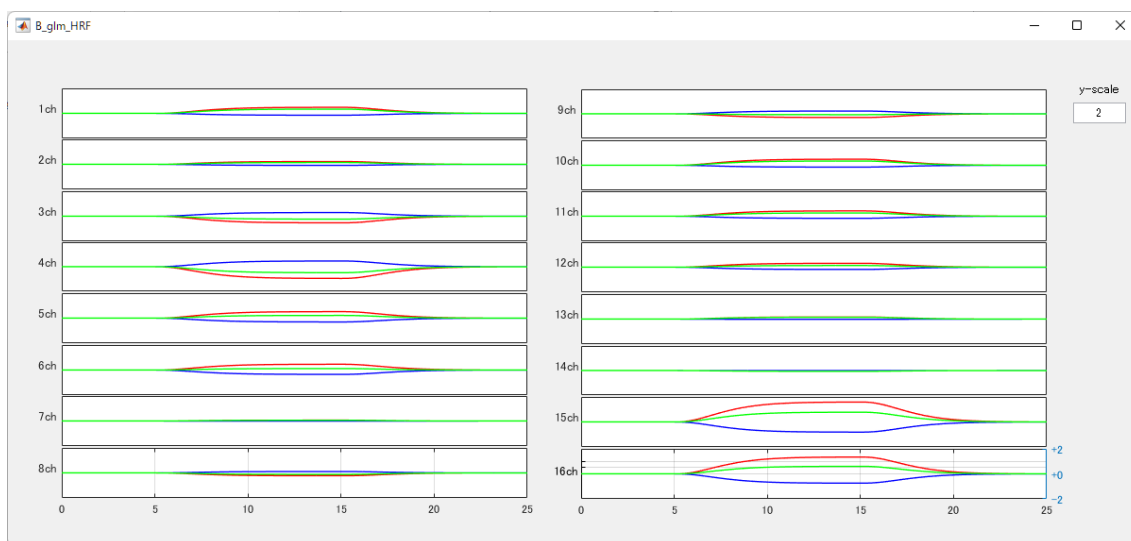


(4) GMF-II

測定された波形と task related component



HRF



2.4 結果の出力

(1) β 値(GMF)

例：実験デザイン 1 と 2 の HbO/HbR の β 値

beta-value	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5	ch6	ch7	ch8	ch9	ch10	ch11	ch12	ch13	ch14	ch15	ch16
1_HbO	0.813	0.339	-0.458	-1.326	1.312	1.114	0.219	-0.305	0.096	-1.354	0.73	0.517	0.387	-0.106	2.849	2.1
1_HbR	-0.247	-0.137	0.237	0.606	-0.692	-0.783	-0.096	0.12	0.169	0.743	-0.272	-0.312	-0.035	0.03	-1.262	-1.047
2_HbO	0.571	0.483	-2.037	-2.082	-1.016	-0.979	0.036	0.001	-3.435	-3.58	0.4	0.355	-0.028	-0.087	-0.638	0.131
2_HbR	-0.168	-0.136	1.121	1.094	0.053	0.262	0.03	0.039	1.309	1.511	-0.167	-0.137	-0.108	-0.158	-0.647	-0.759

β 値(FIR)

刻み数 (秒)	HbO																HbR		
	Cnd	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5	ch6	ch7	ch8	ch9	ch10	ch11	ch12	ch13	ch14	ch15	ch16	ch1	ch2
実験デザイン 1	1	0.25595	0.12409	0.63993	0.69447	-0.27415	-0.09553	0.2507	0.16634	1.1441	1.7563	0.044129	-0.04143	0.033447	0.21729	-0.17607	-0.23086	-0.0574	-0.0327
	2	0.052785	0.034659	-0.27287	-0.31243	0.44022	0.33892	-0.12538	-0.10055	-0.48197	-0.86224	-0.05849	-0.01954	-0.08542	-0.15483	0.11633	0.18082	-0.04096	-0.02373
	3	0.29775	0.17029	0.35694	0.49968	-0.11258	0.15365	0.12278	0.050535	1.4558	2.0505	0.077554	-0.01289	0.023451	0.22276	1.4447	1.3863	-0.07113	-0.05884
	4	0.052831	0.088236	-0.59828	-0.57579	0.46242	0.43203	-0.27368	-0.23479	-0.3461	-0.77207	0.077664	0.077711	-0.02568	-0.14139	1.3186	1.3839	-0.04056	-0.05862
	5	0.22061	0.12718	0.017751	0.10584	-0.02872	0.2047	-0.06134	-0.15287	0.97864	1.2506	0.20414	0.072109	0.076948	0.1463	1.7158	1.6378	-0.05711	-0.05055
	6	0.043863	0.02649	-0.55024	-0.68568	0.34535	0.34569	-0.25653	-0.28733	-0.31441	-0.68828	0.11057	0.080053	0.037349	-0.10096	1.2159	1.1678	-0.03963	-0.03139
	7	0.15784	0.046651	-0.12389	-0.25759	0.05154	0.22087	-0.01596	-0.16904	0.65423	0.7437	0.13097	0.065344	0.060129	0.13394	1.4907	1.3723	-0.04144	-0.01443
	8	0.095342	0.02125	-0.51142	-0.68805	0.3336	0.35136	-0.18524	-0.29097	-0.17712	-0.51652	0.15092	0.1543	0.054441	-0.01096	1.2842	1.1948	-0.05158	-0.02233
	9	0.20116	0.10549	-0.28665	-0.34782	0.20658	0.32688	-0.07353	-0.1925	0.50915	0.47035	0.18911	0.14825	0.11867	0.079814	1.5928	1.4899	-0.04658	-0.03182
	10	0.20805	0.095439	-0.51124	-0.63098	0.41116	0.4135	-0.17438	-0.24732	0.001515	-0.29095	0.25097	0.22204	0.14625	-0.00518	1.4594	1.4117	-0.06439	-0.03431
	11	0.27073	0.14081	-0.26436	-0.40367	0.3418	0.40574	0.002369	-0.1733	0.44736	0.35077	0.23968	0.17978	0.17676	0.085084	1.6645	1.6303	-0.02631	-0.0094
	12	0.29729	0.15135	-0.36561	-0.58341	0.40097	0.37188	0.000736	-0.16801	-0.12244	-0.3966	0.33378	0.27589	0.16292	0.005294	1.2097	1.2057	-0.07208	-0.03921
	13	0.31703	0.15425	-0.1169	-0.29531	0.22013	0.20789	0.18824	0.008731	-0.02951	-0.19128	0.21148	0.094023	0.069428	-0.00781	0.71236	0.68979	-0.04103	-0.007
	14	0.28263	0.13726	-0.18546	-0.41309	0.14907	0.055826	0.10545	-0.03968	-0.57259	-0.84163	0.25621	0.17857	-0.04361	-0.15318	-0.09262	-0.18942	-0.10316	-0.06068
	15	0.20027	0.11056	-0.10246	-0.25444	0.23174	0.20392	0.10677	0.020199	-0.12714	-0.35944	0.064199	-0.00488	-0.11291	-0.13251	0.31208	0.20699	-0.02094	-0.01137
	16	0.14048	0.054491	-0.28922	-0.399	0.061164	-0.01151	-0.03049	-0.11778	-0.57412	-0.87507	0.25799	0.24571	-0.09302	-0.16538	-0.18277	-0.28273	-0.10853	-0.07424
	17	-0.02763	-0.0477	-0.14841	-0.2777	0.077765	0.1104	0.022347	-0.02147	0.069453	-0.11687	-0.04366	-0.0707	-0.03248	-0.08939	0.47194	0.41655	0.037941	0.040013
	18	-0.0458	-0.11117	-0.40534	-0.50773	-0.12441	-0.16047	-0.15185	-0.25021	-0.55025	-0.71537	0.2406	0.25837	-0.01908	-0.17274	-0.33359	-0.3829	-0.11077	-0.05268
	19	-0.21654	-0.18752	-0.19331	-0.23331	0.14926	0.22304	-0.01065	-0.06189	0.33277	0.22502	-0.23279	-0.28321	-0.05219	-0.07886	0.67178	0.62896	0.11671	0.1083
	20	-0.04527	-0.13856	-0.38574	-0.44956	0.029786	-0.0407	-0.20288	-0.31435	-0.61078	-0.80263	0.32171	0.33929	-0.04252	-0.17273	-0.43395	-0.51914	-0.16455	-0.08847
	21	-0.16419	-0.12771	-0.04194	-0.05718	0.41624	0.49028	0.000673	0.047896	0.73919	0.52421	-0.46577	-0.53759	-0.00862	-0.05484	1.1951	1.1727	0.1356	0.11226
	22	0.035934	-0.0632	-0.39399	-0.47603	0.013488	-0.10904	-0.31632	-0.38505	-0.66521	-0.80909	0.4407	0.45606	-0.00042	-0.20874	-0.34447	-0.41271	-0.23909	-0.15621
	23	-0.17985	-0.09388	-0.00306	-0.06393	0.27071	0.35159	-0.02009	0.037012	0.84367	0.75052	-0.39048	-0.46954	-0.01338	-0.00667	1.3973	1.3614	0.17843	0.12714
	24	0.063193	-0.04924	-0.39321	-0.42004	-0.16846	-0.28229	-0.26654	-0.37046	-0.84681	-0.84217	0.92756	1.0722	-0.00526	-0.0985	-0.65175	-0.79211	-0.22884	-0.14264
実験デザイン 2	1	0.30052	0.17544	0.34157	0.34719	-0.20273	-0.33209	0.35462	0.26702	-0.23195	0.10834	0.29355	0.20923	0.11778	0.071027	-1.783	-1.6316	0.005479	0.012497
	2	-0.19578	-0.10462	-0.44206	-0.30287	0.4614	0.60886	-0.29001	-0.27013	0.48972	0.38248	-0.08086	-0.02273	-0.12235	-0.08811	1.6883	1.6792	0.056144	0.031691
	3	0.27312	0.16141	0.026182	-0.02048	0.0049	-0.05478	0.22912	0.075073	-0.09722	0.34096	0.40105	0.27181	0.087767	-0.00465	-0.57554	-0.3137	0.013076	0.017247
	4	-0.22486	-0.14847	-0.70638	-0.68043	0.47182	0.65067	-0.36929	-0.44394	0.4467	0.39904	0.009218	0.001312	-0.14123	-0.15822	2.5264	2.6029	0.072414	0.059029
	5	0.14778	0.048825	-0.26384	-0.37107	0.086042	0.064357	0.02394	-0.11338	-0.0825	0.15755	0.36642	0.23017	0.040732	-0.06331	0.47864	0.6774	0.028631	0.046505
補正項	0	-0.12381	0.019769	0.22341	0.26892	0.005066	-0.08776	0.05525	0.24084	0.054239	-0.03377	-0.0898	-0.03618	0.10629	0.077613	-0.45243	-0.49918	0.040767	-0.01419
	0	-0.08707	-0.15179	0.53703	0.62591	-0.22244	-0.1515	0.036554	-0.06093	0.32254	0.60729	-0.23953	-0.23787	-0.11774	0.050136	-0.76457	-0.80537	0.013415	0.052499
	t1_mean	0.086028	0.011845	-0.2775	-0.39182	0.17987	0.18289	-0.06754	-0.15661	-0.05227	-0.2306	0.15725	0.12653	0.021181	-0.06075	0.66519	0.59841	-0.04686	-0.02045
	t1_sd	0.16623	0.11106	0.16499	0.18244	0.17572	0.21984	0.13884	0.14085	0.51985	0.57405	0.30456	0.34523	0.08402	0.097306	0.79541	0.81107	0.10933	0.076152
平均・SD	t2_mean	0.099904	0.06015	-0.39518	-0.43127	-0.06913	-0.04093	-0.01741	-0.05656	-0.43552	-0.45717	0.09201	0.083586	-0.07094	-0.09336	0.19624	0.3212	-0.01397	-0.00194
	t2_sd	0.10306	0.11356	0.23624	0.29745	0.4699	0.42767	0.22816	0.27565	0.73698	0.60375	0.30039	0.21424	0.26111	0.17252	1.2666	1.1633	0.087516	0.10436

- 各行は 1 秒間の値です。
- 今回の設定では、Pre が 5 秒、Task が 20 秒のため、最初の 5 行は Pre に対応し、Task の β は 6~24 行で計算願います。
- β の後の 2 行は、GLM 計算時の精度を上げるために追加しました補正項の行です。
- 各実験デザイン (Task) の平均値、標準偏差値を表示しています。t1,t2,tx の数値は各実験デザイン (Task) の番号です。

(2) t 値

contrast vectoe[-1 1]の設定ですので、実験デザイン 1 を-1, 実験デザイン 2 を 1 として
t 検定

t-value	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5	ch6	ch7	ch8	ch9	ch10	ch11	ch12	ch13	ch14	ch15	ch16
HbO	-2.939	2.17	-10.023	-4.496	-12.29	-10.796	-2.097	3.027	-12.744	-7.854	-3.602	-1.846	-4.58	0.252	-7.101	-4.032
HbR	1.781	0.03	11.877	6.145	6.591	9.742	3.181	-1.675	7.604	5.234	1.6	2.845	-1.12	-3.417	2.526	1.196

(3) p 値

contrast vectoe[-1 1]の設定ですので、実験デザイン 1 を-1, 実験デザイン 2 を 1 として
p 検定

p-value	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5	ch6	ch7	ch8	ch9	ch10	ch11	ch12	ch13	ch14	ch15	ch16
HbO	0.001661	0.015032	0	3.60E-06	0	0	0.018039	0.001246	0	2.89E-15	0.000161	0.032485	2.43E-06	0.40057	7.85E-13	2.84E-05
HbR	0.03751	0.48801	0	4.58E-10	2.61E-11	0	0.000742	0.047022	1.95E-14	8.91E-08	0.054858	0.002239	0.1314	0.000321	0.005804	0.11583

(4) stats 値 (文献7)

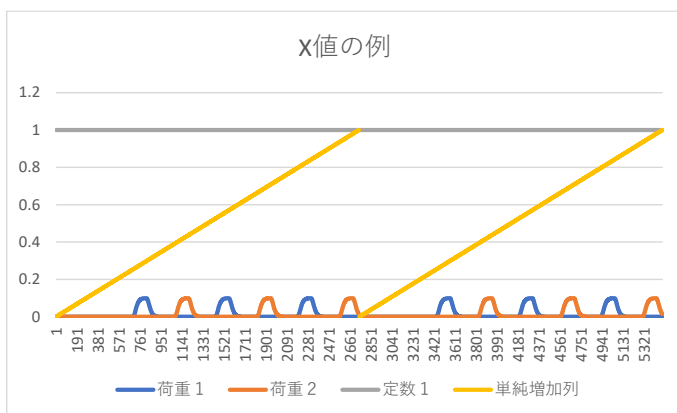
本 GLM 計算での統計量を表示しています。

stats	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5	ch6	ch7	ch8	ch9	ch10	ch11	ch12	ch13	ch14	ch15	ch16
1_R2	0.28594	0.24456	0.27783	0.33631	0.16254	0.19182	0.25582	0.27869	0.30366	0.34864	0.23257	0.19938	0.16804	0.22046	0.43985	0.4383
1_F	23.9348	18.3327	23.5896	30.8727	10.9906	13.5215	19.8776	24.9492	25.1723	30.6976	17.7358	14.2571	12.0596	16.8537	45.1314	45.0887
1_p(F)	5.39E-168	4.10E-128	1.34E-165	3.11E-214	2.19E-72	5.26E-92	2.40E-139	5.73E-175	1.72E-176	4.17E-213	1.00E-123	1.24E-97	1.02E-80	3.41E-117	1.23E-299	2.13E-299
1_ervar	0.10957	0.071773	0.41188	0.44255	0.64665	0.64602	0.11584	0.14927	1.2114	1.2087	0.13928	0.13062	0.14036	0.091862	2.8269	2.7689
2_R2	0.10556	0.078911	0.31822	0.35738	0.14523	0.19551	0.27626	0.27522	0.22685	0.30456	0.24276	0.22639	0.20272	0.21477	0.39029	0.42359
2_F	7.0252	4.8929	29.0418	34.287	9.4675	13.6547	23.1084	25.6012	17.1845	25.368	18.5259	16.7273	15.0333	15.9504	36.6452	42.5171
2_p(F)	3.60E-41	1.24E-24	2.35E-202	8.54E-236	1.99E-60	5.02E-93	2.93E-162	2.07E-179	1.19E-119	7.97E-178	1.58E-129	2.98E-116	1.57E-103	1.92E-110	2.94E-250	7.53E-285
2_ervar	0.037015	0.032997	0.090099	0.097522	0.22831	0.19717	0.023392	0.034632	0.3733	0.33431	0.067316	0.060732	0.070003	0.048399	0.7554	0.69201

- 1_xx は HbO、2_xx は HbR に対応します。
- R2 : 決定係数 (coefficient of determination) は式の適合度を測る指標で、測定値(y)の総変動のうちの何パーセントが、説明変数(X)に拠って説明されるかを示しています。(The proportionate amount of variation in the response variable y explained by the independent variables X.) $R2 = 1 - SSE/TSS$
 SSE: error sum of squares (残差平方和) ,
 TSS: total sum of squares (総変動平方和)
 第 2 項の値が相対的に小さいと、式の説明力は高い。
- F:検定統計量 :

$$F = (RSS/(p - 1))/s2$$
 RSS: regression sum of squares (変動平方和)
 p:変数の数、s2: estimator of error variance (平均平方残差)
- p(F) : F を超える確率 (限界水準) ,F 累積分布関数から算出
- ervar : s2 (平均平方残差) ,この値が相対的に小さいほうが精度は高い。

regress 関数の計算時、regressor として、1 の定数項と単純増加列の 2 種類を加え、4 種類の列を入力しています。



以上

[参考文献]

1. Commentary on the statistical properties of noise and its implication on general linear models in functional near-infrared spectroscopy, T.J.Huppert, Neurophotonics,Jan-Mar 2016,Vol.3(1)
2. Optimizing the general linear model for functional near-infrared spectroscopy: an adaptive hemodynamic response function approach, M.Uga, et al. Neurophotonics,Jul-Sep 2014,Vol.1(1)
3. Current Status and Issues Regarding Pre-processing of fNIRS Neuroimaging Data: An Investigation of Diverse Signal Filtering Methods Within a General Linear Model Framework, P.Pinti, F.Scholkmann, et al. Frontiers in Human Neuroscience, Jan.2019,Vol.12 Article 505
4. Improved physiological noise regression in fNIRS: A multimodal extension of the General Linear Model using temporally embedded Canonical Correlation Analysis, A.Luhmann, et al. NeuroImage 208(2020) 116472
5. keio-IscpGLM(POTATOで使える GLM 解析ツール),皆川、太田
6. Best practices for fNIRS publications, M.Yucel, A.Luhmann, F.Scholkmann, I.Dan, Neurophotonics,Jan-Mar 2021,Vol.8(1)
7. 「回帰分析」、佐和隆光著、朝倉書店
8. Multiple linear regression, MATLAB regress
9. 「多変量解析入門」、小西貞則著、岩波書店