

Data Pre-Processing Tool マニュアル

1. プログラムの起動.....	3
2. トップ画面.....	3
3. Wavelet.....	4
3. 1 Wavelet Denoising	4
3. 2 Wavelet Power Spectra.....	9
4. tPCA	14
5. CBSI	18
6. Filter Design	20
[BandPass / 移動平均 補足説明].....	25

version 1.3

ビー・アール・システムズ株式会社

2020年12月28日



更新履歴

更新日付	版数	内容
2019/6/20	1.0	初版作成
2019/10/4	1.1	wavelet 機能追加、BandStop 機能追加
2020/2/6	1.2	「3.2 wavelet power spectra」を追加
2020/12/28	1.3	「3.2 wavelet power spectra」に拡大機能を追加

1. プログラムの起動

DPPT.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。

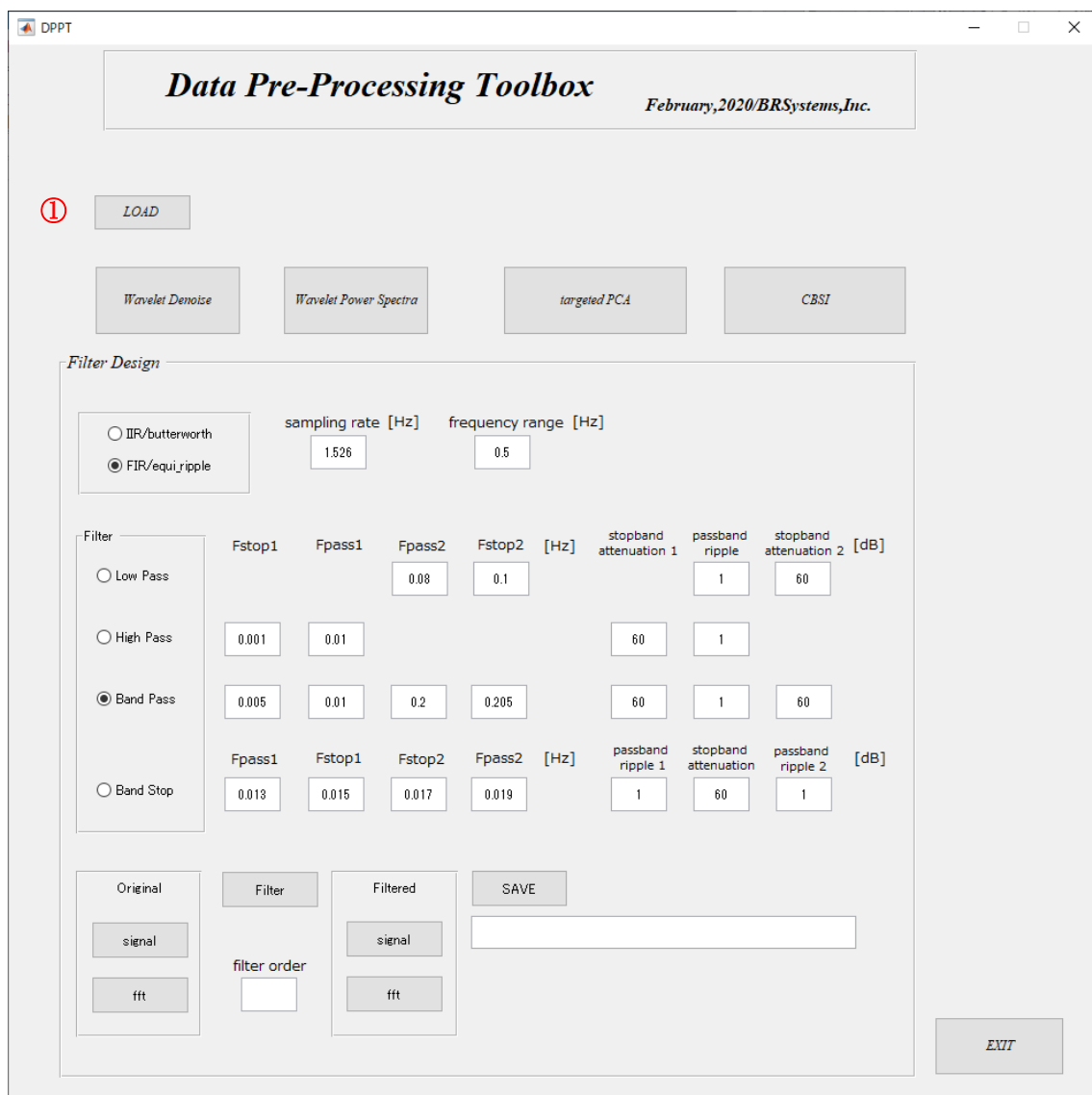
尚、Excel 搭載 PC に DPPT ツールはインストール願います。

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、「BBrainAnalyzer 解説書」を参照願います。

2. トップ画面



- ① LOAD をクリックし、データ（.csv ファイル対応）を入力します。
- ② 体動除去の手法を選択します。

3. Wavelet

3. 1 Wavelet Denoising

トップ画面の WaveletDenoise をクリックします。

[入力方法]

Wavelet 1-D Denoising

applied wavelet threshold rescaling coefficients

母関数 閾値処理の選択 ノイズ構造の選択

wavelet decomposition oxy deoxy total thresholding soft hard

channel number

number of levels

level	threshold value 閾値
low frequency 5	<input type="text" value="3.773"/>
⑧ 4	<input type="text" value="3.773"/>
3	<input type="text" value="3.773"/>
2	<input type="text" value="3.773"/>
high frequency 1	<input type="text" value="3.773"/>

levels omitted

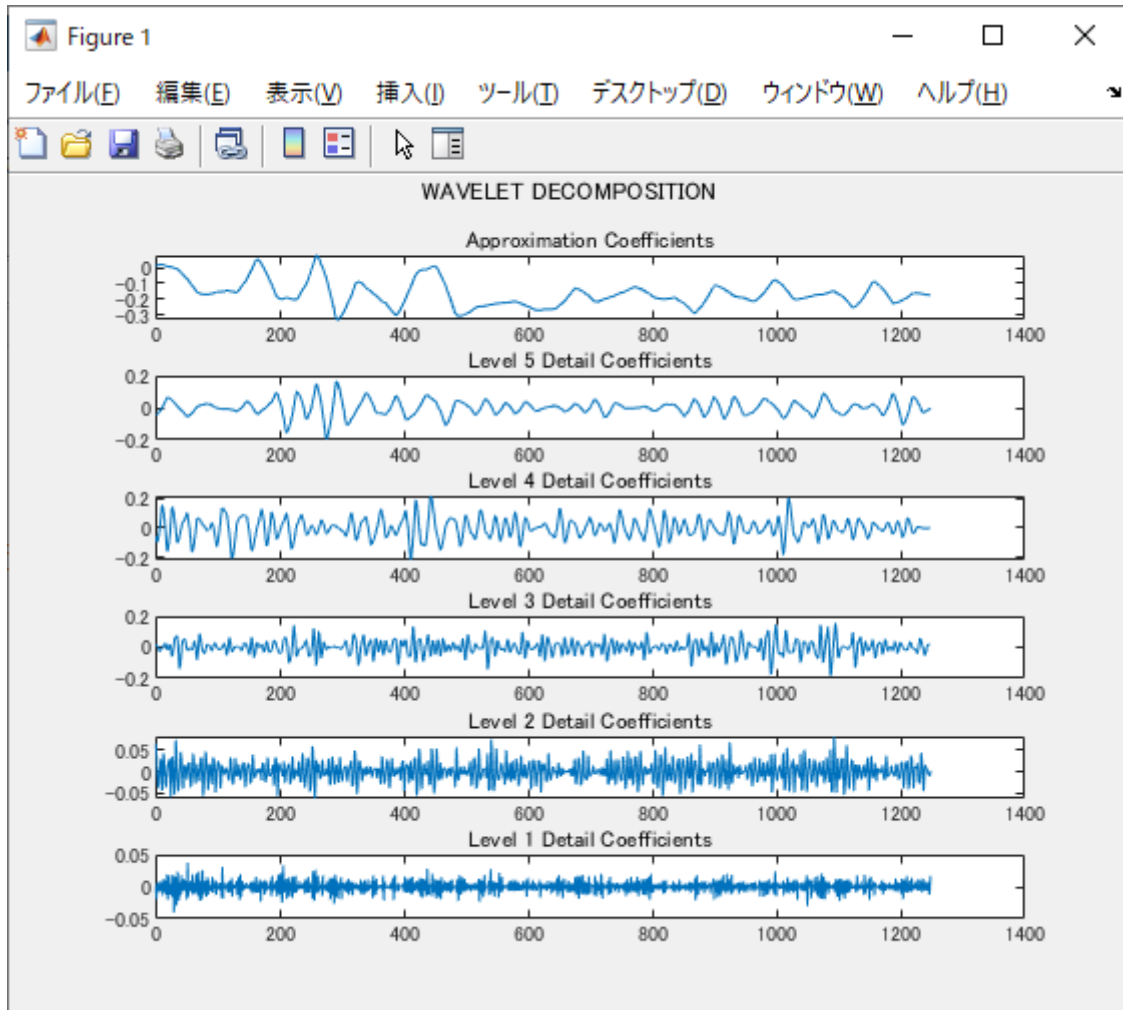
削除レベル

- ① wavelet の母関数を選択します。
- ② ノイズ除去スレッショールド法の選択をします。
- ③ ノイズ構造の選択をします。
- ④ 係数図選択の対象
- ⑤ 閾値処理の方法を選択します。ソフト処理は連続性が保たれ、ハード処理は不連続になりますが、遷移部をより明確にします。
- ⑥ 係数図選択の対象チャンネル
- ⑦ 計算を実行します。
- ⑧ 閾値が自動的に計算されます。レベル数を 5 または 3 に設定願います。
- ⑨ 考慮しない次数を選択します（一般的には不要です）。

- ⑩ ⑨を考慮した波形を再構築します。
- ⑪ ノイズ処理した波形を保存します。
- ⑫ 画面を閉じます。

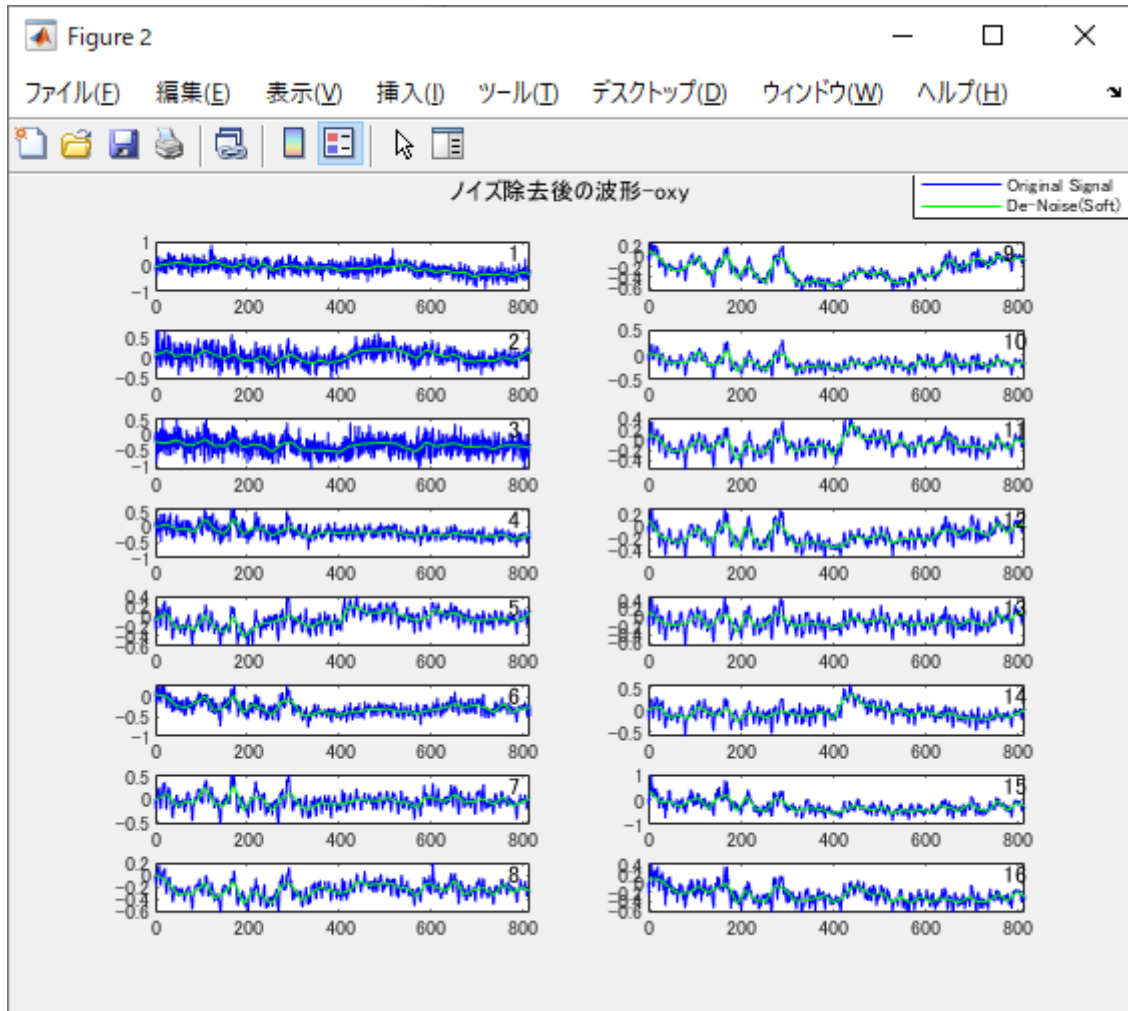
[計算結果]

各レベル（この場合は、oxy、チャンネル 10）の係数図



1 次が高周波成分、5 次は低周波成分

ノイズ除去後の波形（緑）と原波形（青）



各チャンネルの denoise 後の波形はグリーンで表示されています。ノイズが除去されていることが判ります。

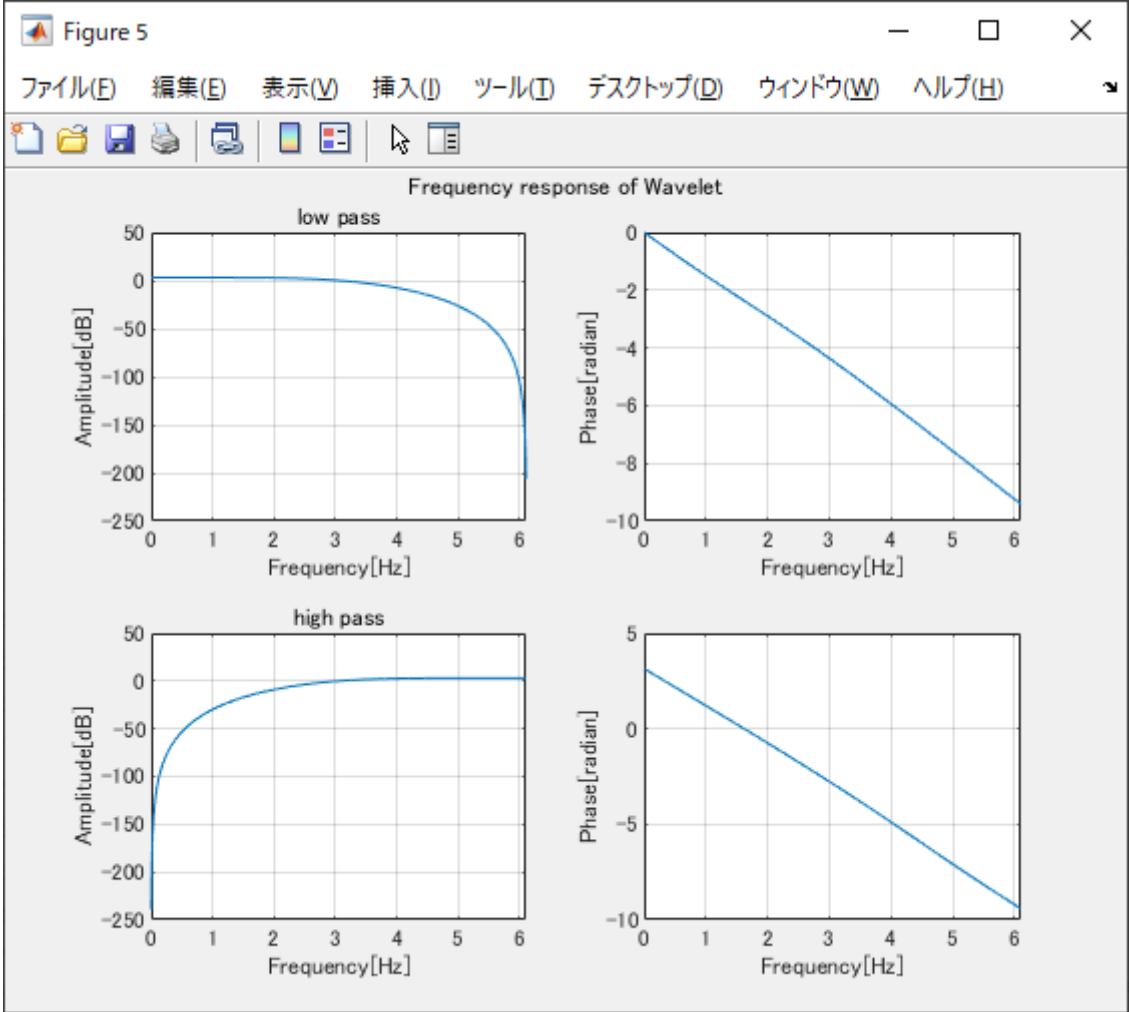
レベル数を 5 にした場合、平滑化が過ぎ、脳の賦活も滑らかにする恐れがあります。

その場合、レベル数は 3 に設定願います。

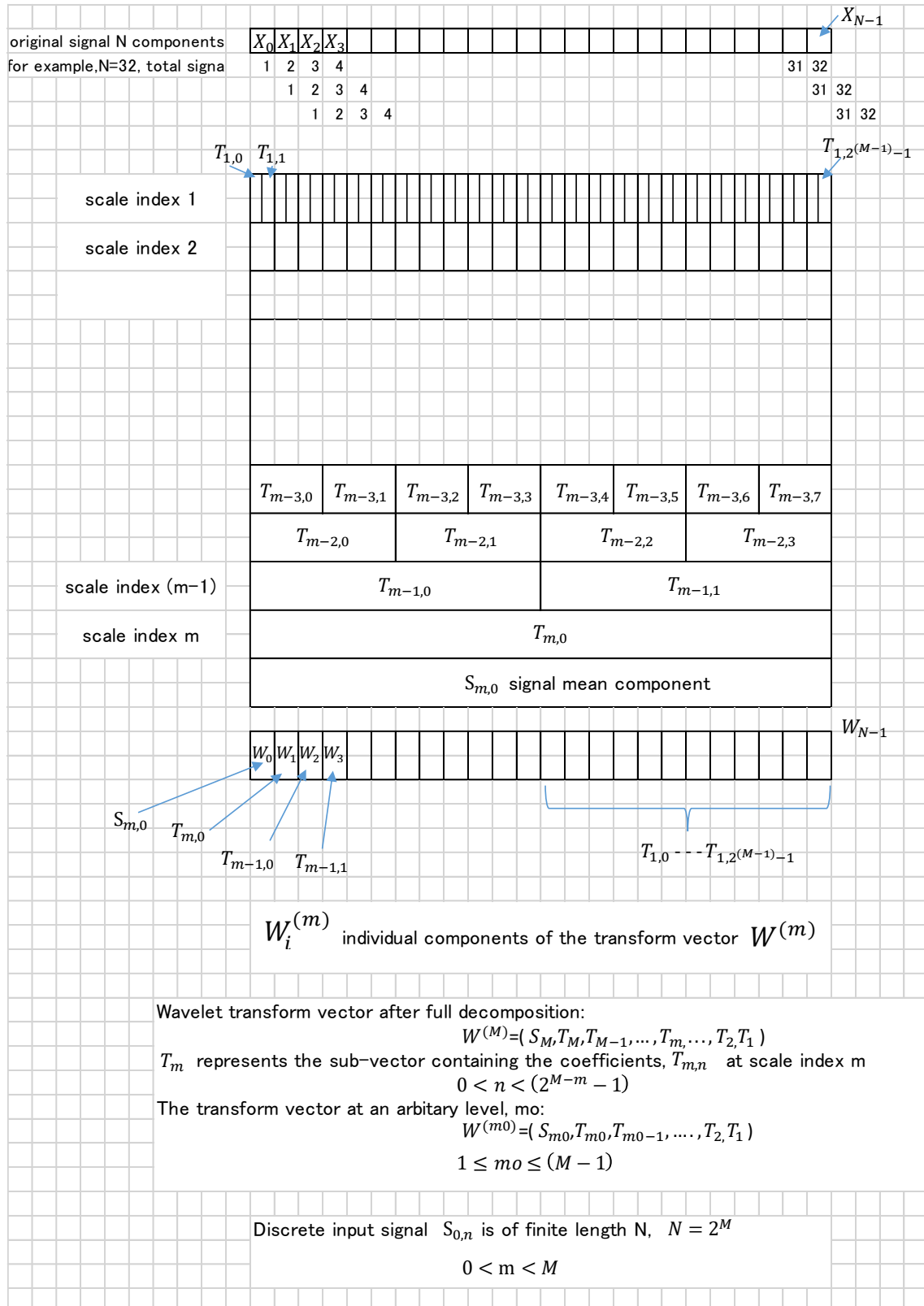
また、対象波形にも依存しますが、除去効果は母関数、各種設定により、変化します。

Band Pass の場合の、low pass, high pass の利き具合の例を次図に示します。

(symlet4, nyquist freq. 6.1[Hz])

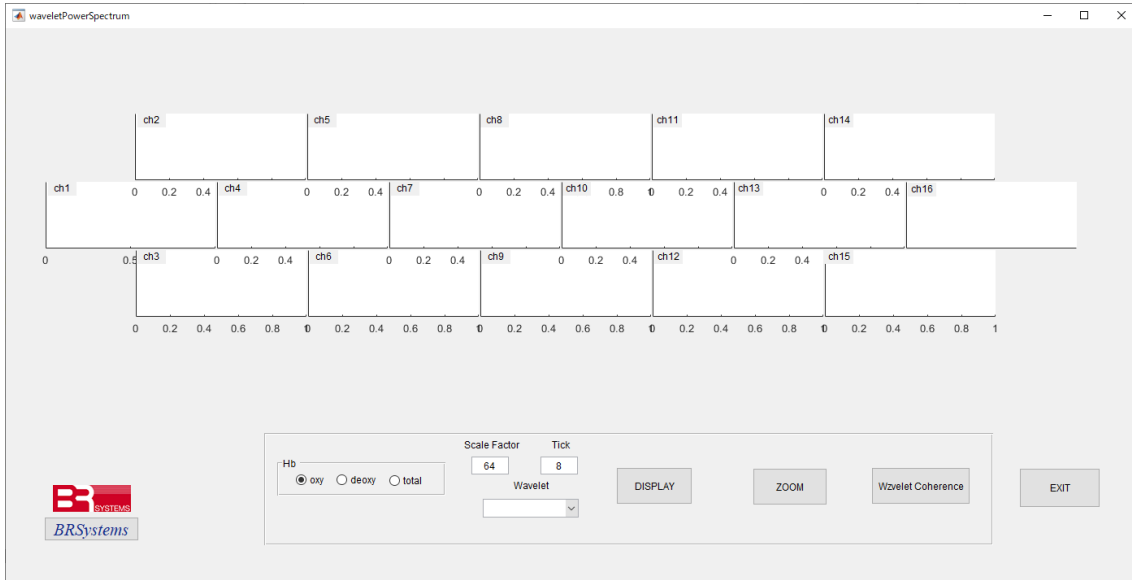


wavelet の信号処理の図解

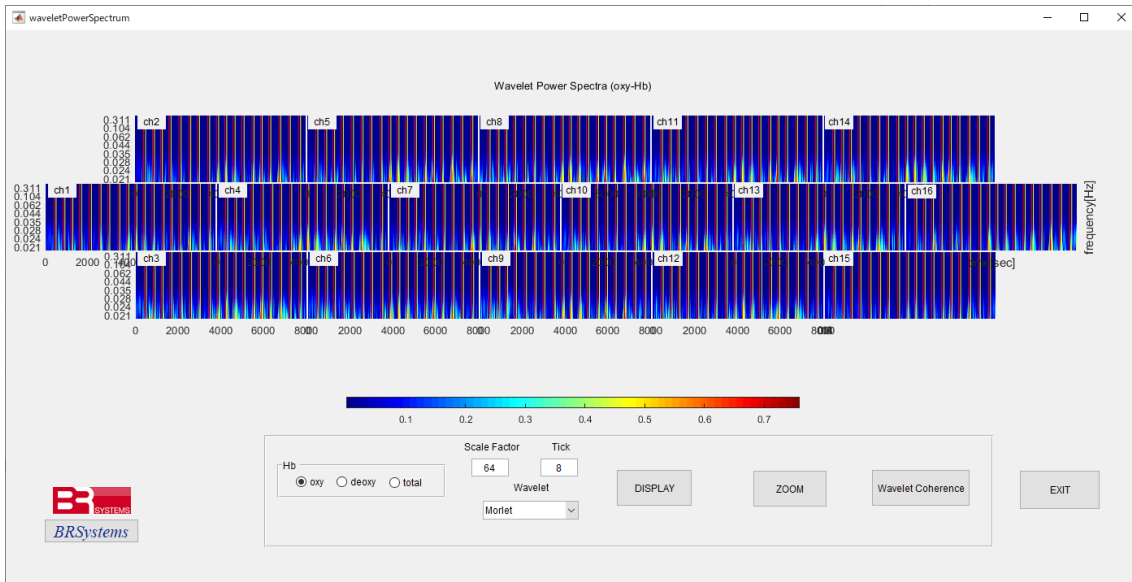


3. 2 Wavelet Power Spectra

トップ画面の Wavelet Power Spectra をクリックします。

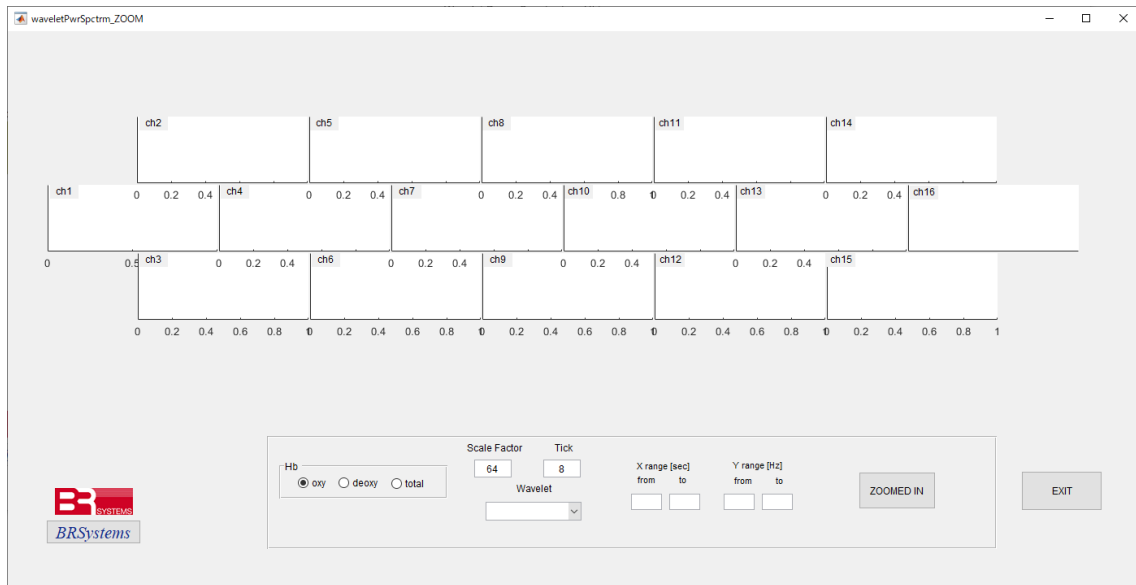


Hb のタイプ (oxy,deoxy,total)、Scale Factor (縦軸の解像度)、Wavelet の母関数を選択して、DISPLAY をクリックしますと、スペクトル図が表示されます。タスクのイベント線も表示されます。

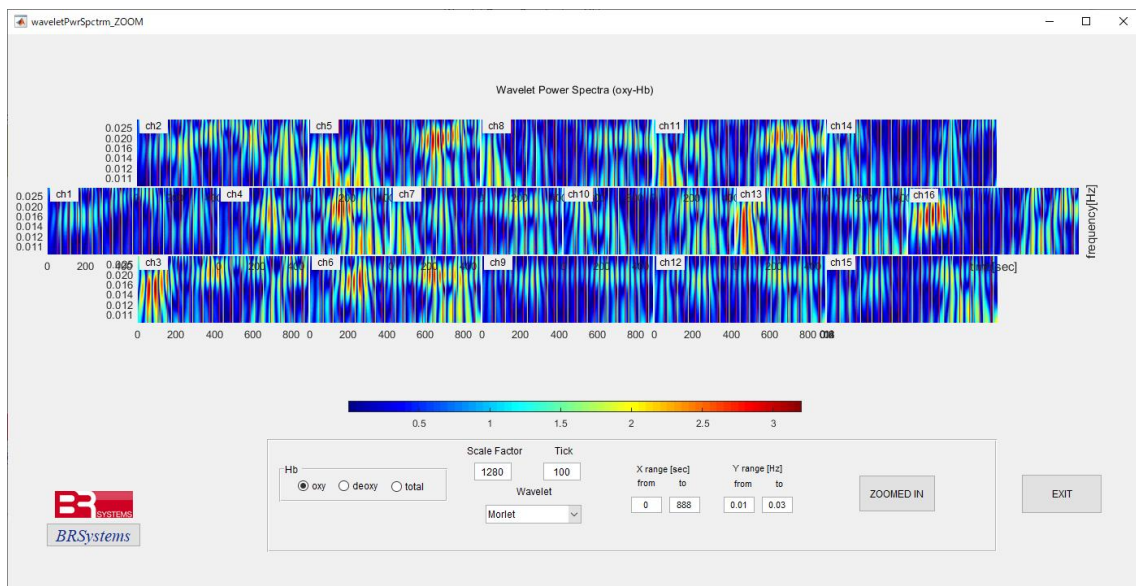


このスペクトル図から、各チャンネルの時系列な周波数変化、チャンネル間の相関関係が一目瞭然で判読できます

但し、解像度が粗すぎて確認したい時間帯、周波数域が解読できない場合は、ZOOM をクリックします。



ZOOM 画面上で、Scale Factor, Tick, Xrange, Yrange を設定し、拡大図を表示します。
 下の例では、Scale Factor:1280, Tick:100, Xrange:0—888[sec], Yrange:0.01—0.03[Hz]
 で表示しています。前頁の図で見逃していた脳の賦活パターンが判ります。



擬似周波数(Fp: pseudo-frequency)について

擬似周波数 F_p は、wavelet 関数の F_c (center frequency), a (Scale Factor), F_s (Sampling Frequency) から算出されます。

[設定項目の説明]

・ F_c (center frequency)

各ウェーブレット関数 (harr,sym4,morley,) は一意の F_c (center frequency)を持ちます。

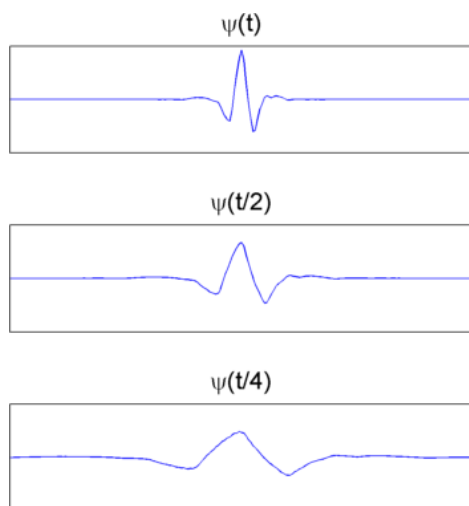
$\text{centfrq}(\text{'meyer'}) = 0.6902[\text{Hz}]$ 、 $\text{centfrq}(\text{'morl'}) = 0.8125[\text{Hz}]$

$\text{centfrq}(\text{'sym4'}) = 0.7143[\text{Hz}]$

・ a (Scale Factor)

Scale Factor は、擬似周波数に関係します。Scale Factor が 1 ですと一番圧縮された高周波数になり、Scale Factor が大きいと伸長された低周波数になります。

下図の例で分母(1,2,4)が Scale Factor に相当します。



・ Tick (目盛) 縦軸スケールが目盛間隔を指定。

・ F_p (pseudo-frequency)

F_p は次式から算出されます。

$F_p = \text{scal2frq}(1:a, \text{'morl'}, 1/F_s)$; % この例では、ウェーブレット関数として'morley'。

・ Xrange[sec]: 拡大したい時間軸 (開始秒から終了秒) の指定。

・ Yrange[Hz]: 拡大したい周波数域 (低周波数から高周波数) の指定。

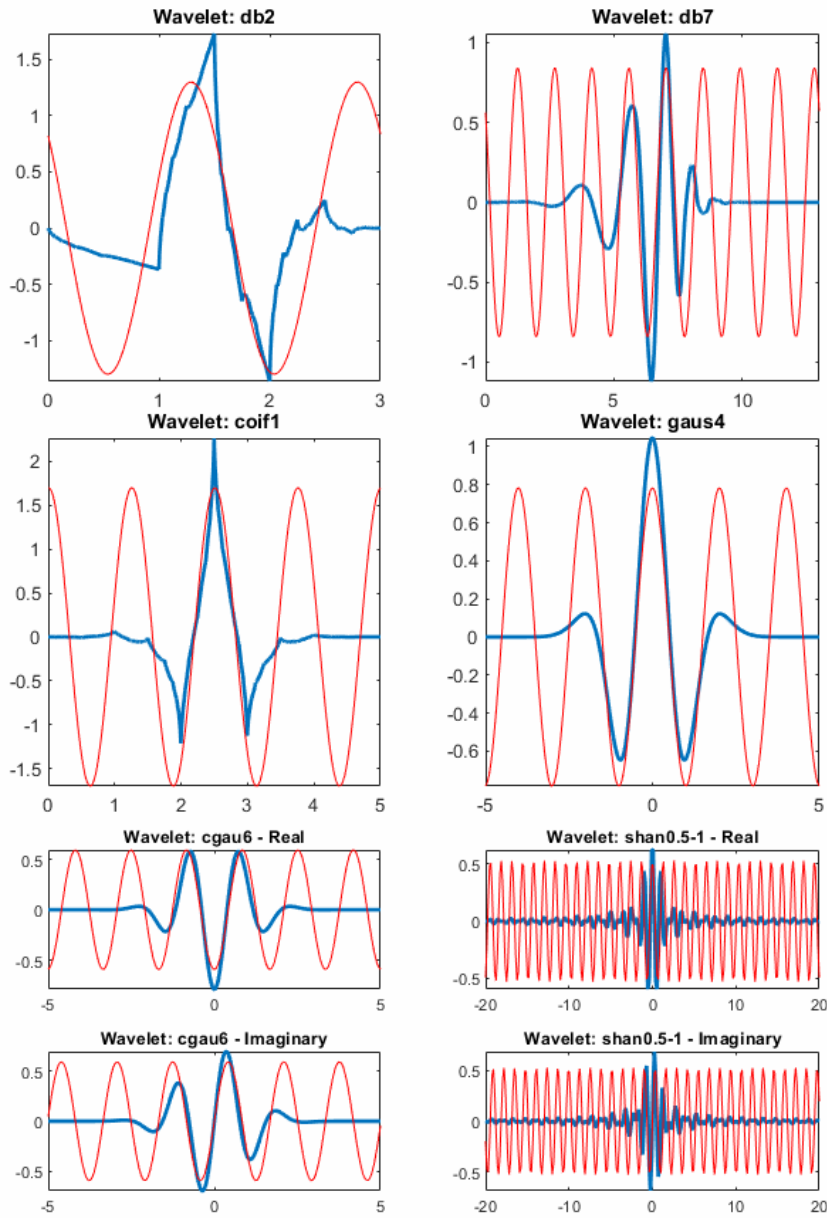
Wavelet Function: morley
 Fs(Sampling Frequency): 12.2[Hz]

	a: Scale Factor	Fp: Pseudo Frequency
目盛(Tick): 8	4	2.478
	12	0.826
	20	0.496
	28	0.354
	36	0.275
	44	0.225
	52	0.191
	60	0.165
	:	
	128	0.0774
	:	
	640	0.0155
:		
1280	0.0077	

Yrange設定時の注意点:
 例えば、Scale Factorが60で、Yrangeの低周波数を
 0.165より小さい値に設定しますと、エラーになります。

Ref: <https://mathworks.com/help/wavelet/ref/scal2frq.html>

各ウェーブレット関数が一意的 F_c (center frequency)を持つ例



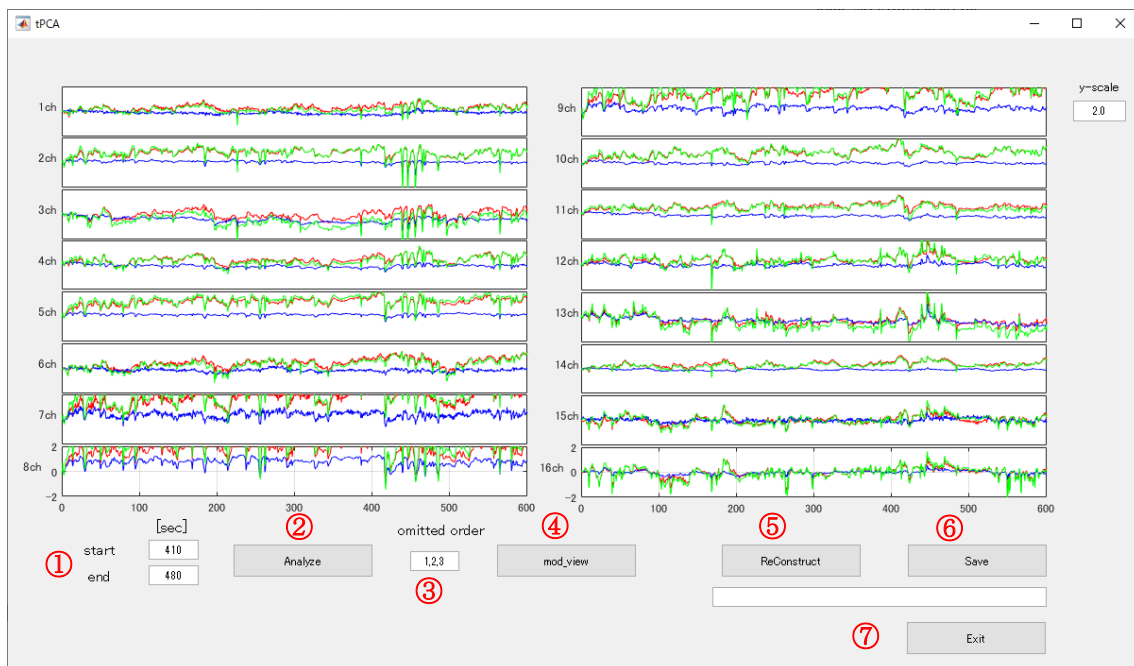
As you can see, the center frequency-based approximation (red) captures the main wavelet oscillations (blue). The center frequency is a convenient and simple characterization of the dominant frequency of the wavelet.

4. tPCA

トップ画面の targetedPCA をクリックします。

波形全体を主成分分析しますと、残して置きたい箇所も削除次数の影響を受け低減する場合があります。

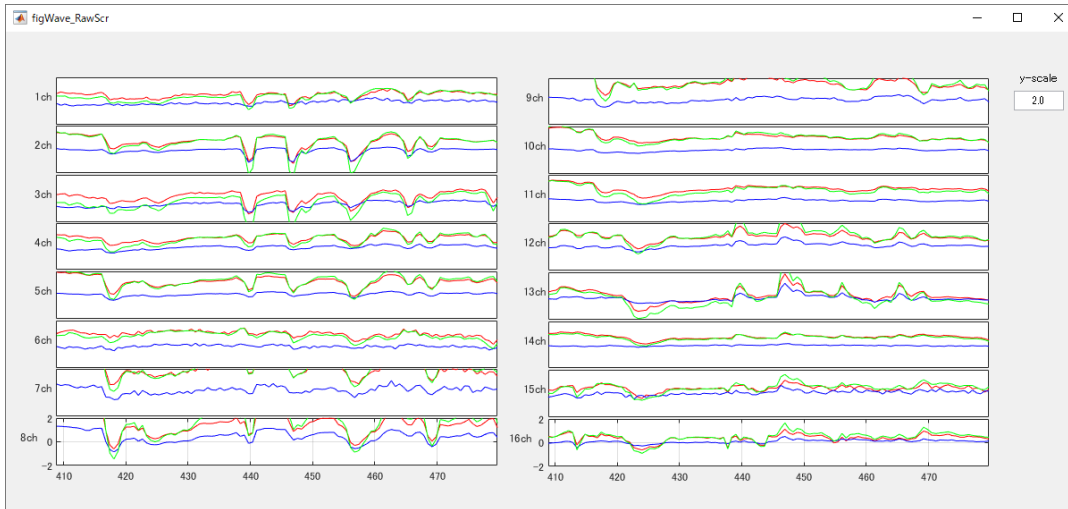
こういう場合に、MA (Motion Artifact, 体動) の影響がある範囲を切り出し、その範囲に対して主成分分析を掛け、MA 成分を除去し、その後、その修正された波形を原波形に戻す手法です。



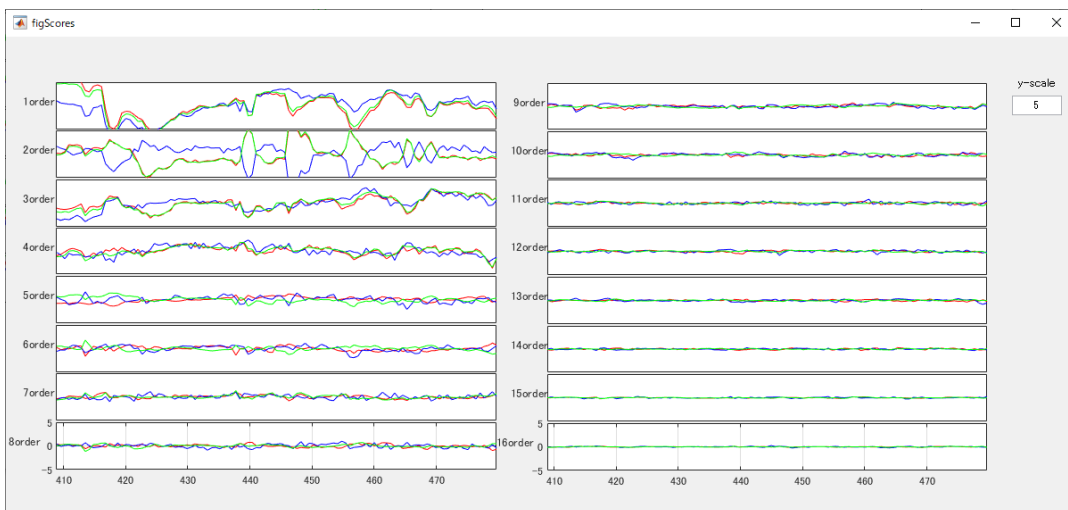
[入力方法]

- ① 切り出す範囲を設定します (この場合は、410~480 秒間)。
- ② Analyze をクリックしますと、この範囲の原波形 (図 1) と、主成分分析の結果 (図 2) が表示されます。
- ③ この場合、主成分の 1,2,3 次成分を削除すべく、「1,2,3」と設定します。
- ④ mod_view をクリックしますと、主成分の 1,2,3 次成分が削除された波形が表示されます (図 3)。
- ⑤ ReConstruct をクリックし、原波形の始端と終端に座標を合わせます。
- ⑥ 修正された波形を保存します。
修正された波形を BRainAnalyzer にて表示します。(図 4-1)
図 4-2 に原波形を表示します。修正波形では 410~480 秒間に波形が滑らかになっています。
図 5-1 に修正後の 3 チャンルの拡大図、図 5-2 に原波形の 3 チャンルの拡大図を示します。
- ⑦ 画面をクローズします。

1.



2.



3.

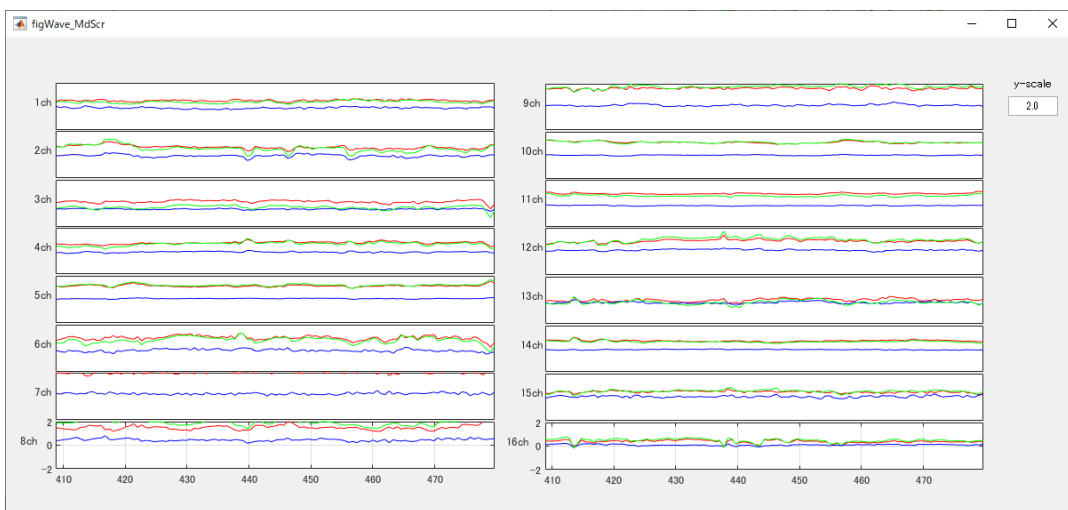


图 4-1. tPCA 处理后

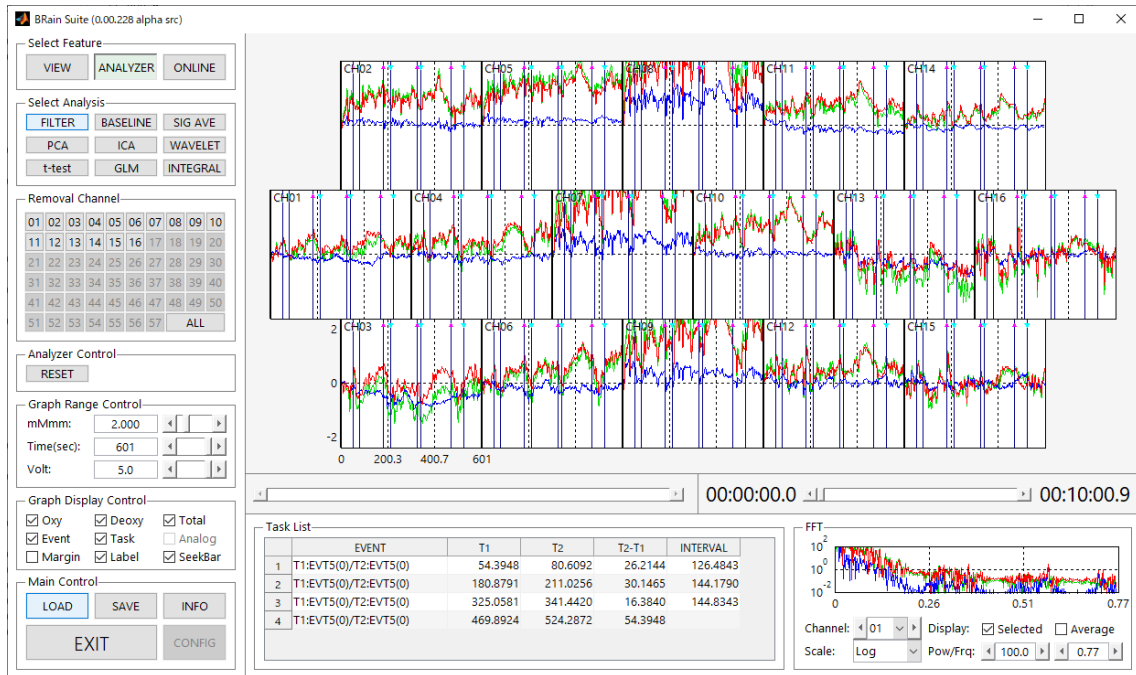


图 4-2 原波形

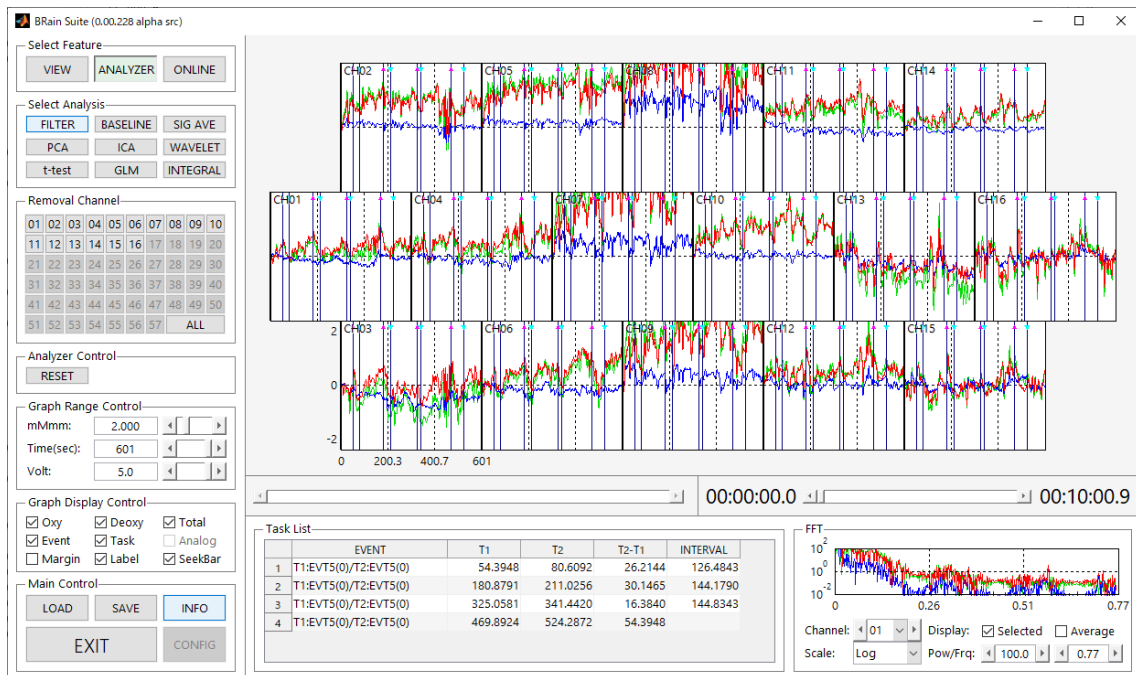


图 5-1 tPCA 处理后

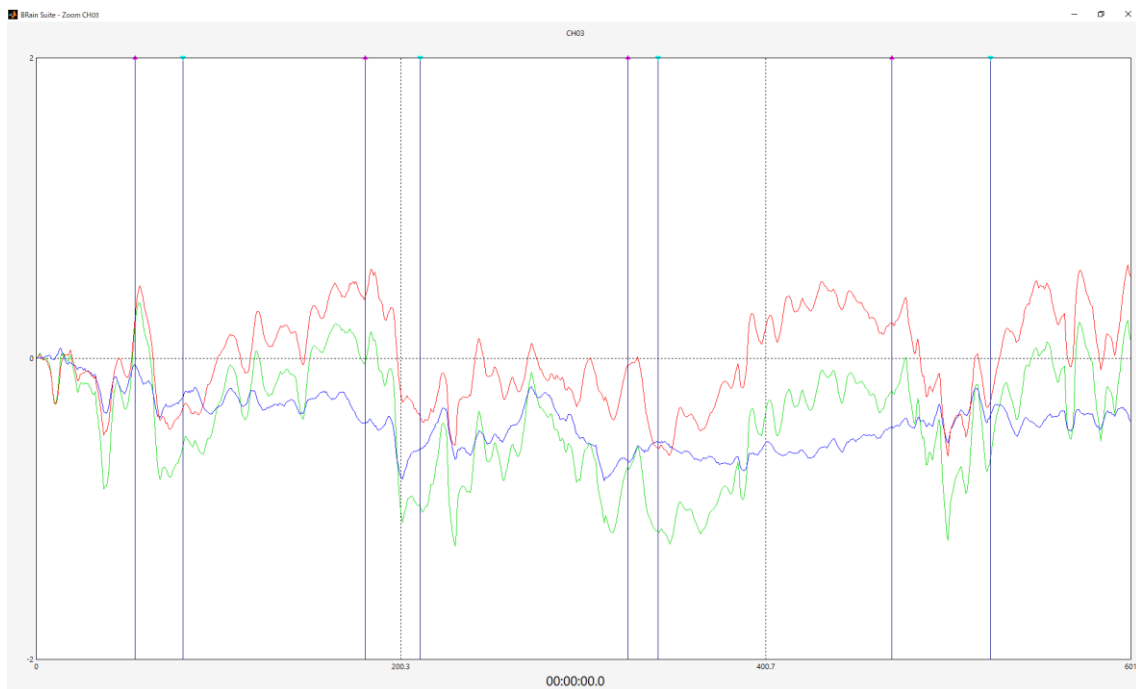
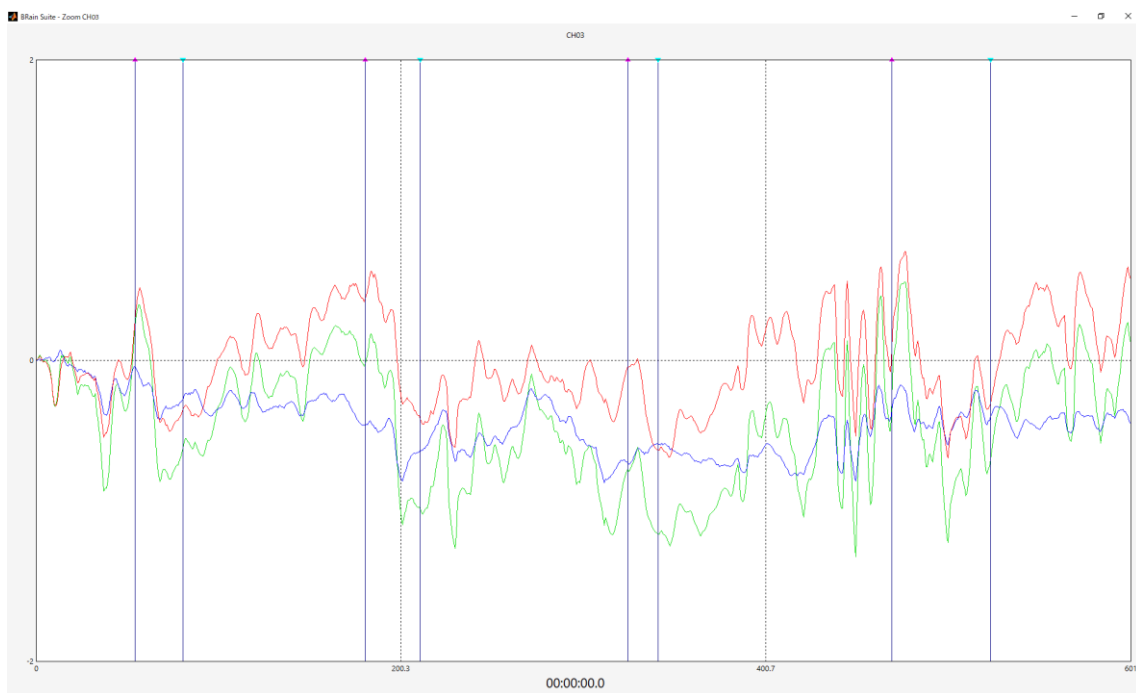
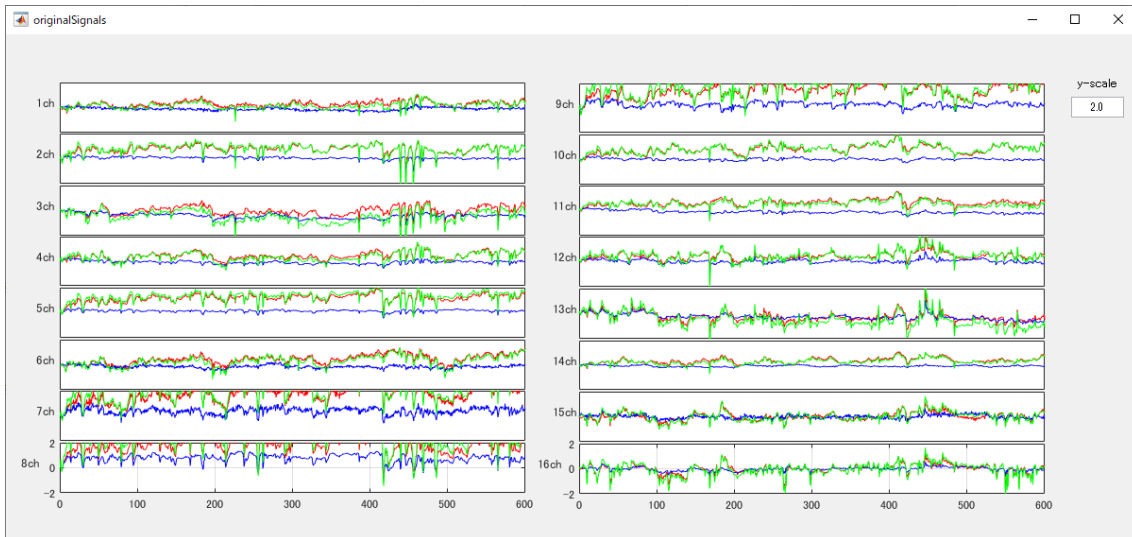


图 5-2 原波形

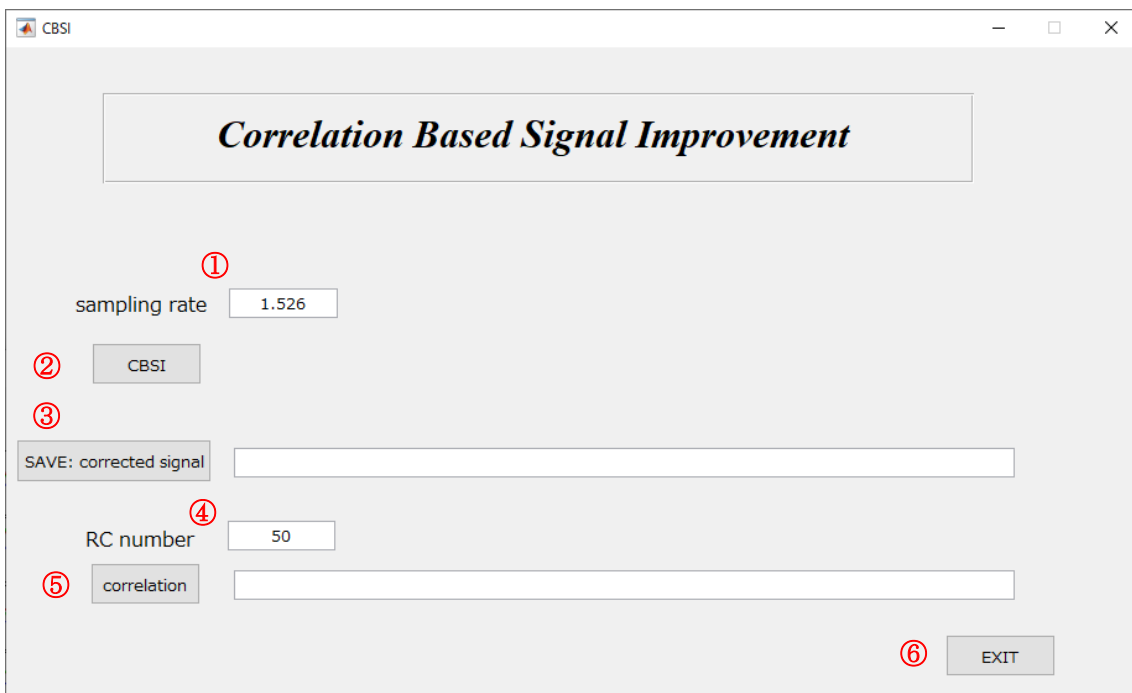


5. CBSI

トップ画面の CBSI をクリックします。
原波形が表示されます。



CBSI の設定画面が立ち上がります。



The screenshot shows a settings window titled 'CBSI'. At the top, it says 'Correlation Based Signal Improvement'. Below this, there are several controls:

- ① A 'sampling rate' input field with the value '1.526'.
- ② A 'CBSI' button.
- ③ A 'SAVE: corrected signal' label next to an empty text input field.
- ④ An 'RC number' input field with the value '50'.
- ⑤ A 'correlation' label next to an empty text input field.
- ⑥ An 'EXIT' button at the bottom right.

[入力方法]

- ① sampling rate を設定します。
- ② CBSI された波形を表示します (図 1)。
- ③ CBSI された波形の信号ファイルを保存します。

- ④ 相関係数表示のための RC を設定します。
- ⑤ 相関係数を求め、データを保存します。入力された信号に対しての相関係数です。CBSI 後の相関係数を求める場合は、④で保存しましたデータをトップ画面から入力願います。
CBSI 後の、相関係数図を表示します（図 2:負の相関図を得ます）。
- ⑥ 画面をクローズします。

図 1 .

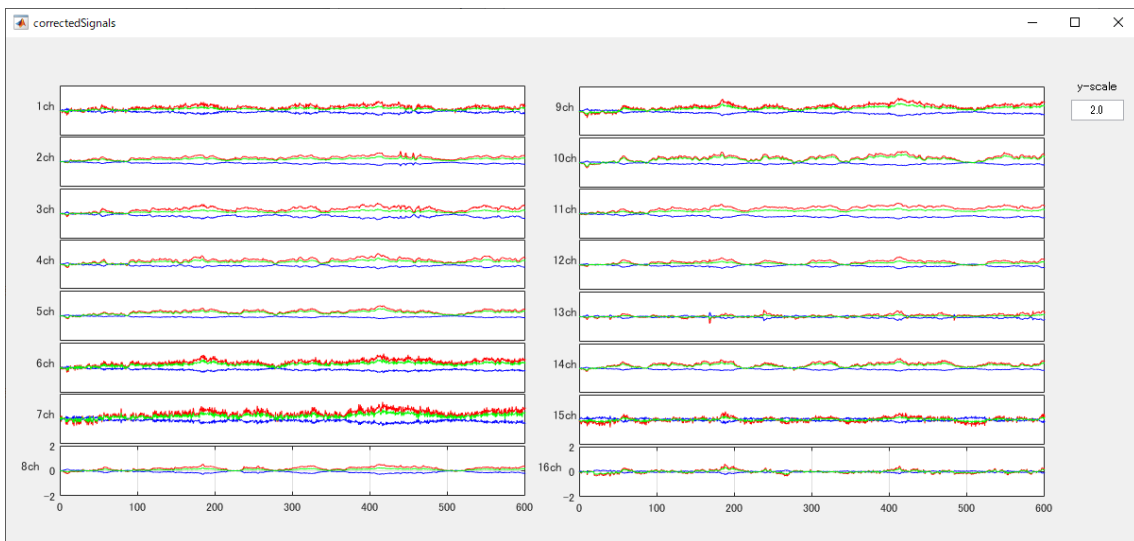
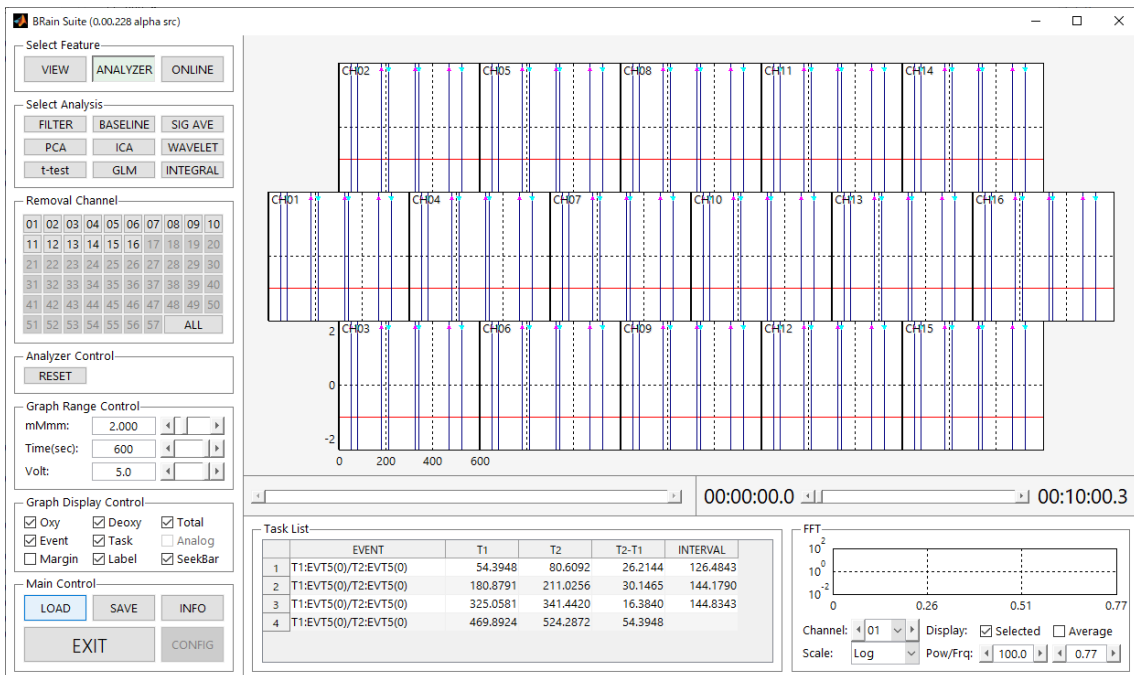
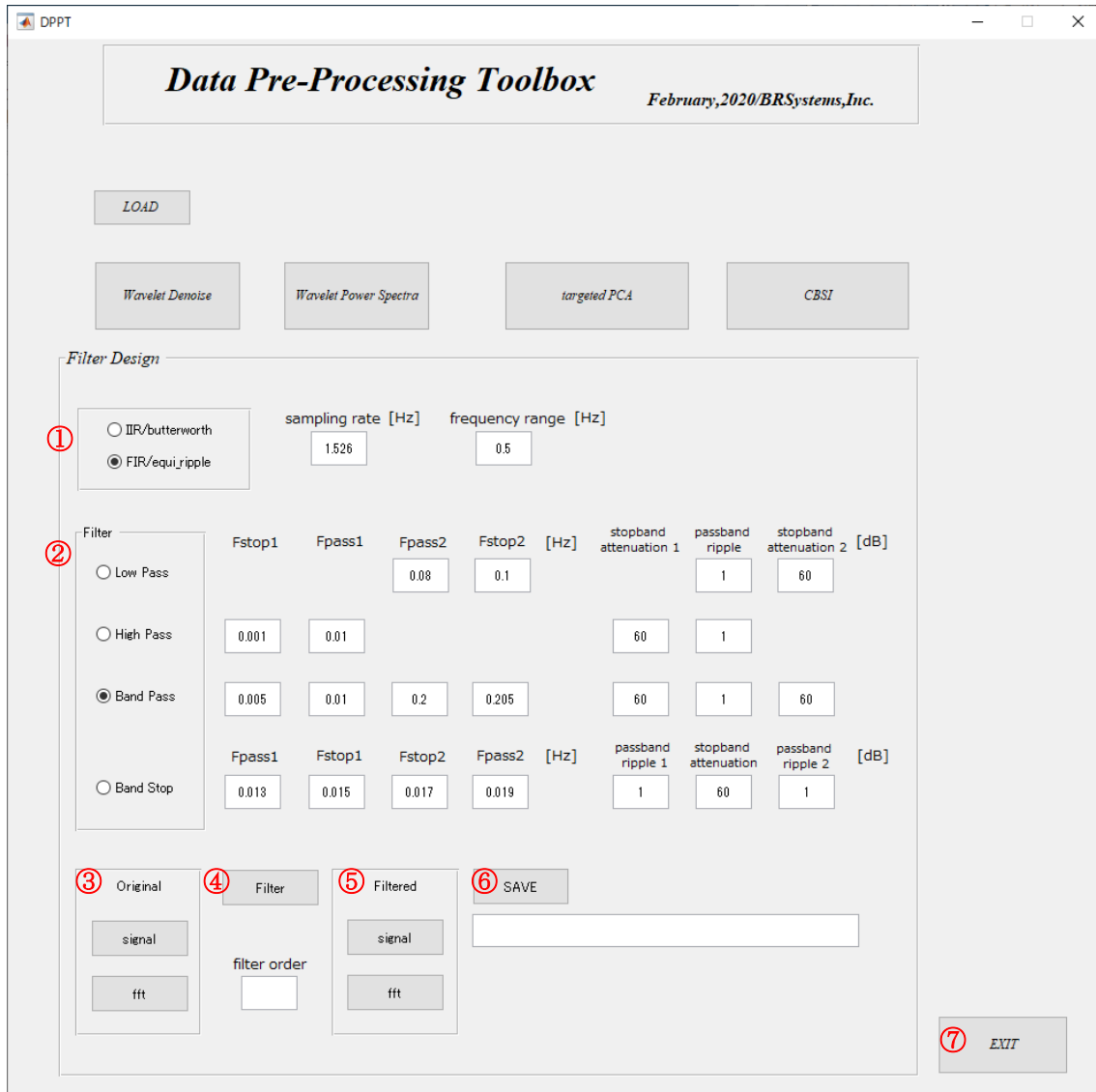


図 2 .



6. Filter Design



[入力方法]

- ① デジタルフィルタの IIR か FIR の選択をします。IIR(infinite impulse response filter)とは、インパルス応答が無限に続くフィルタで再帰形フィルタと一致します。FIR(finite impulse response filter)とは、インパルス応答が有限にしか続かないフィルタで非再帰形フィルタと一致します。続いて、sampling rate[Hz]及び frequency range[Hz]を設定します。frequency range は fft の横軸の範囲です。sampling rate の数値がデフォルトで良い時も、sampling rate の数値で「Enter」してください。

- ② フィルターの応答タイプを選択し、その周波数仕様、振幅仕様を設定願います。
用語については、「BRainAnalyzer 解説書」を参照願います。
- ③ まず、Original 枠 の"signal "をクリックして原波形を表示させます。(図 1)
続いて、"fft"(log/linear)をクリックし、原波形の fft 図を表示させます。(図 2)
- ④ "Filter"をクリックし、フィルター仕様を確認します。フィルター仕様として振幅応答、位相応答が表示
されます(図 3)。filterOrder の数値が表示されます。
- ⑤ Filtered 枠の、の"signal "をクリックしてフィルターを掛けた波形を表示させます。(図 4)
続いて、"fft" (log/linear)をクリックし、フィルターを掛けた fft 図を表示させます。(図 5)

ボタンクリックの順番は、original の signal->fft->Filter->Filtered の signal->fft です。

- ⑥ フィルターを掛けたデータを任意の名前で保存します。
csv 保存されたデータを再び BrainAnalyzer に取り込み、baseline 処理以降の処理を行います。
- ⑦ "EXIT"をクリックし、操作を終了します。

図 1

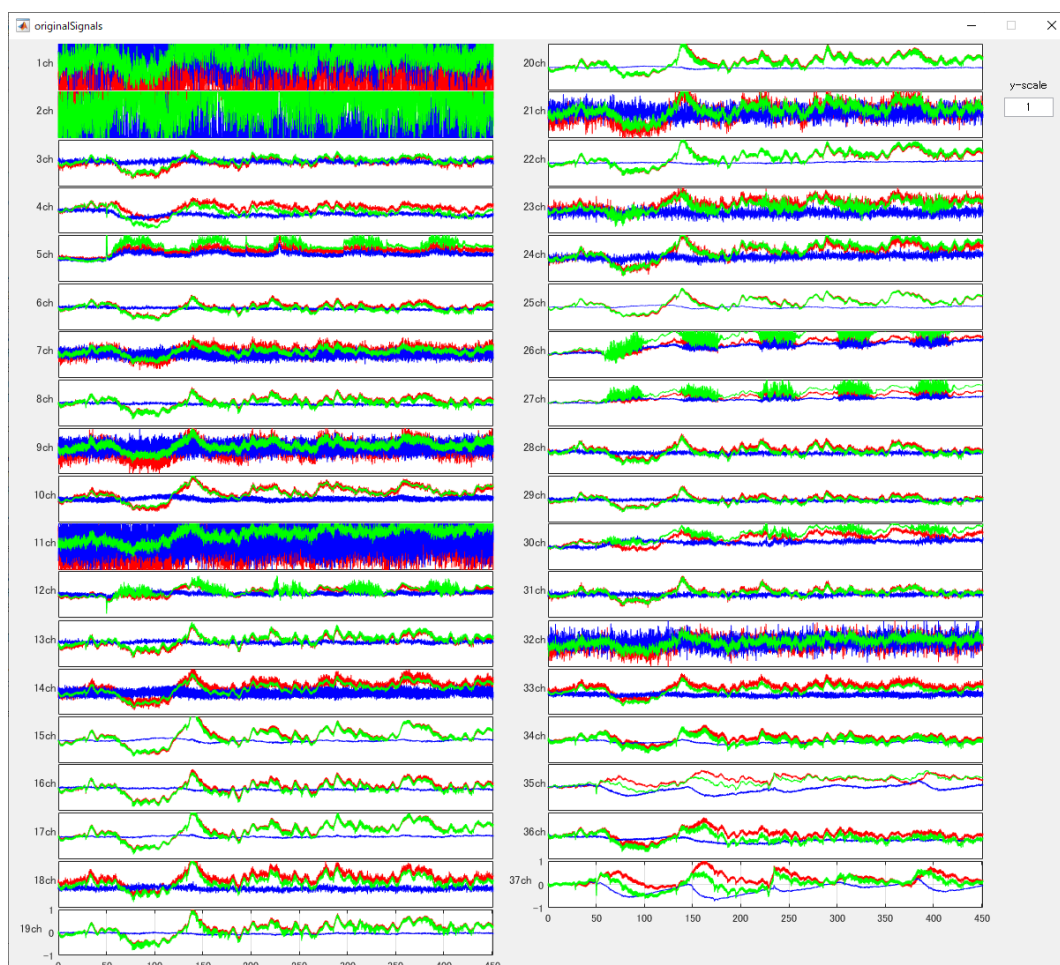


図 2

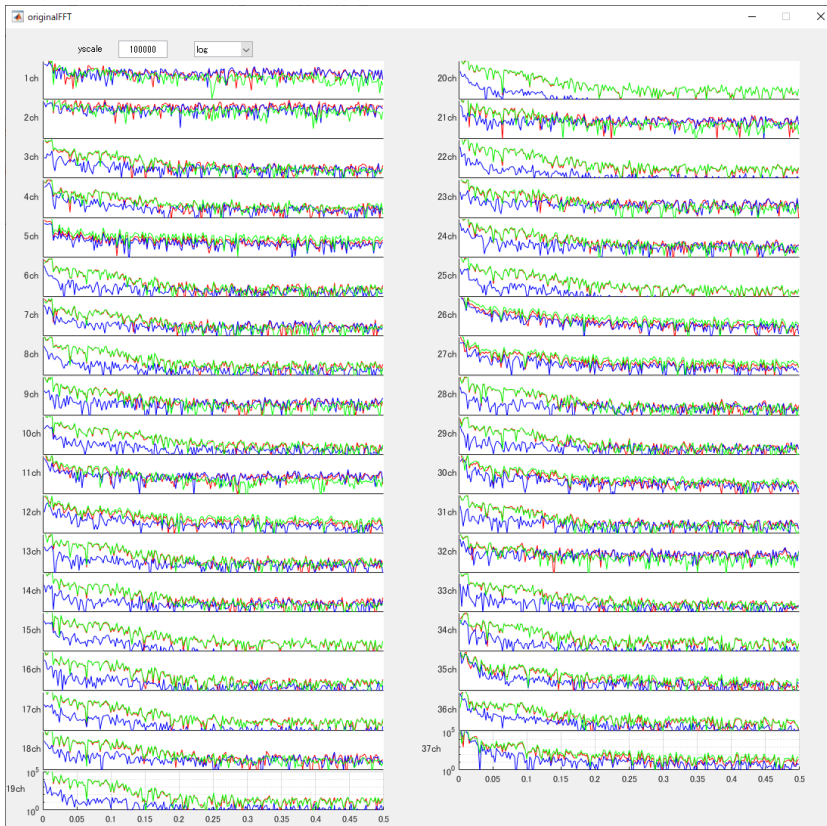
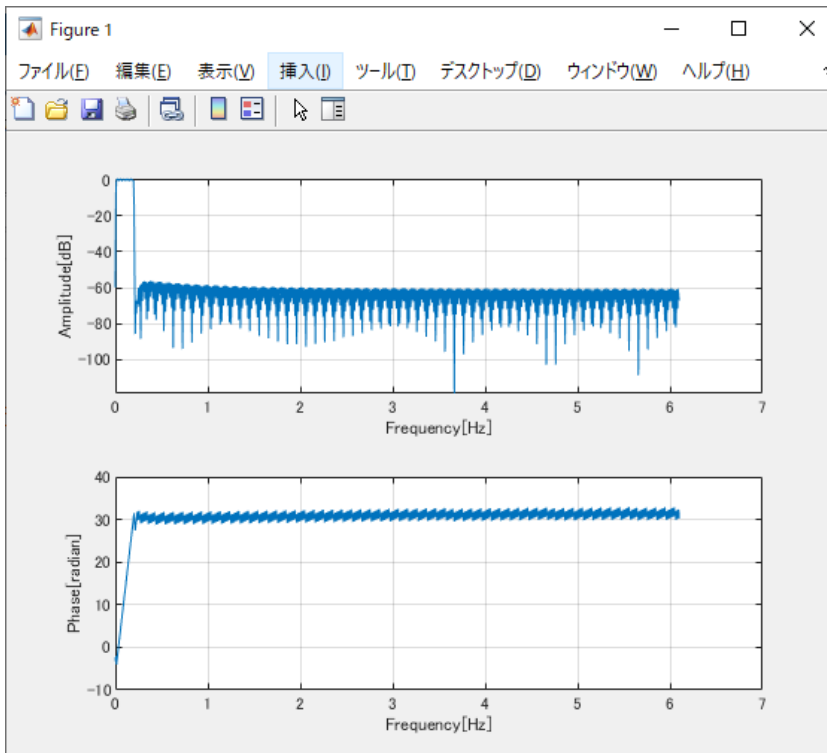
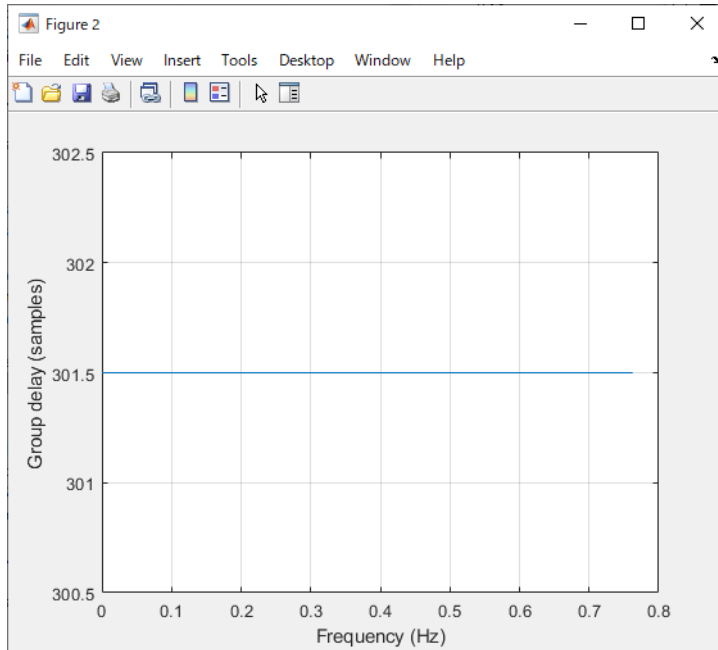


図 3



group delay response



pole-zero plot

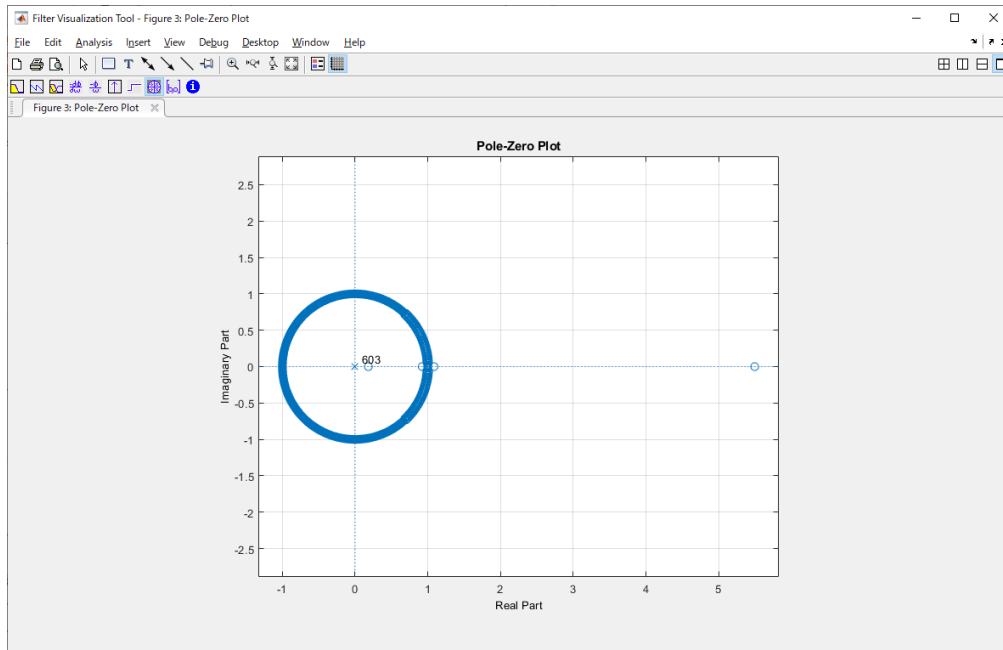
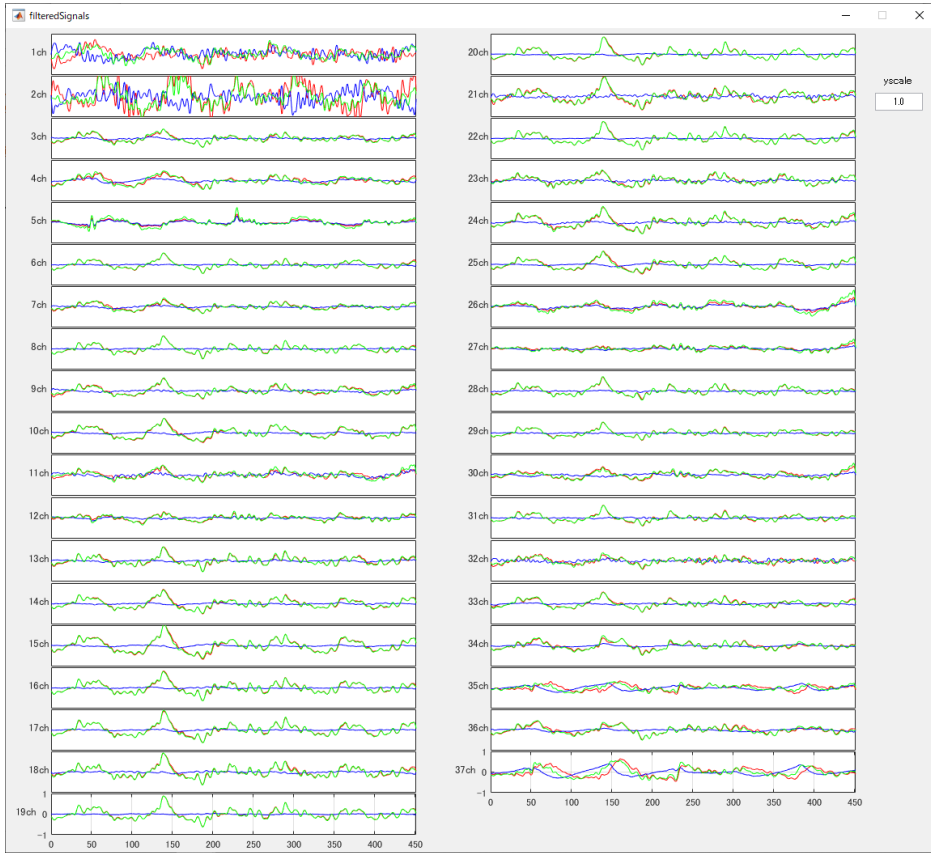
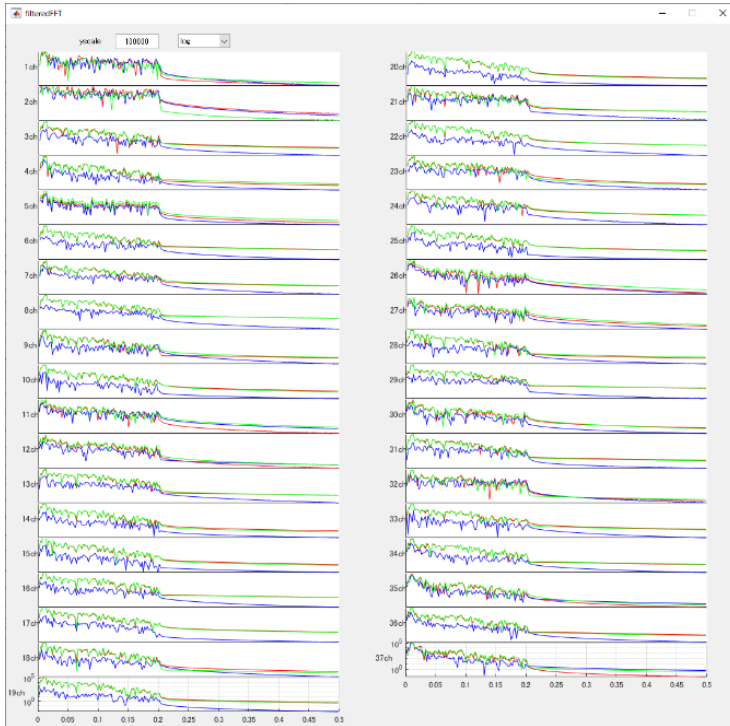


図 3 の図形から、フィルターの設計が適正に行われているかどうか判断します。

4



5



[BandPass / 移動平均 補足説明]

BandPass では、下限周波数と上限周波数を設定しています。移動平均はサンプル信号の波を実際の周波数とは関係なく平滑化しただけのフィルターで、下限周波数を設定していないため、脳の賦活とは無関係な低周波数の波が存在します。この低周波数の波をカットする BandPass は論理的なフィルターと考えられます。

以上