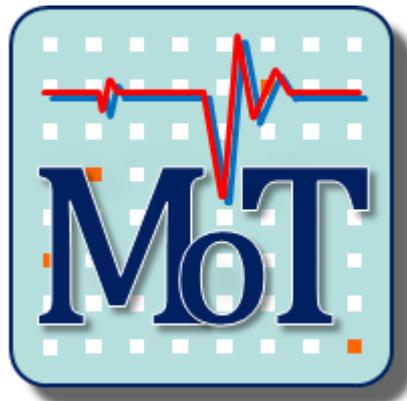


# Mobius Offline Toolkit 取扱説明書



## 1. はじめに

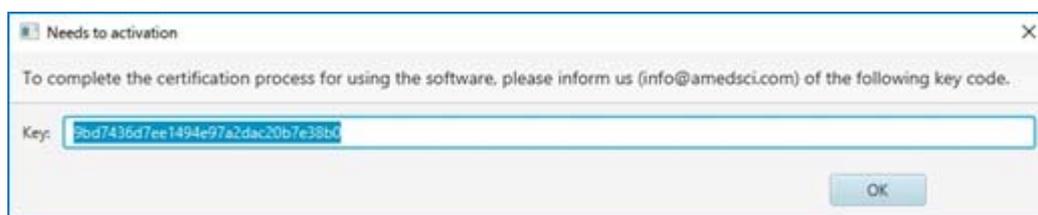
Mobius Offline Toolkit は MED64 システム制御ソフトウェア「Mobius」のオフライン解析機能を補足するコンセプトで企画・設計されたソフトウェアです。Mobius で出力可能な固有形式のファイルを入力とし、種類の異なる複数の解析ツールから構成されています。解析ツールはユーザーからの要望や意見を反映して新規追加やアップデートを継続して行っており、弊社ウェブサイトより最新版をダウンロードできます。

コンピューターの推奨動作環境は以下の通りです。

OS	: Windows 10 64 ビット版 (32 ビット版には対応していません。)
CPU	: Intel Core i7 と同等かそれ以上
メモリ	: 8 GB
空き容量	: 64 MB
ディスプレイ	: 1280 x 1024 以上

## 2. インストール

①インストーラーをダブルクリックしてインストールした後、100 日間は体験版としての使用が可能です。継続使用するためにはアクティベーションが必要になりますので、ポップアップウィンドウに表示される PC に固有の Key ID を弊社までお知らせください。Key ID に適合する activation ファイルを送付いたします。



②activation ファイルを C ドライブ以下の下記のフォルダー内に移します。

C:\ユーザー\ユーザー名\AppData\Local\Mobius Offline Toolkit\app



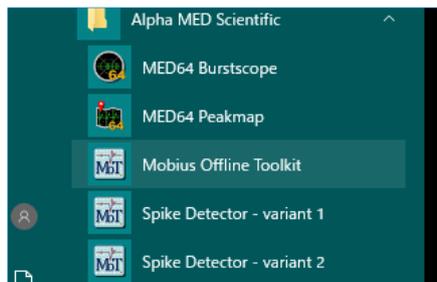
AppData は隠しファイルのため、フォルダー設定の表示タブ“隠しファイル”にチェックを入れて表示しなければなりません。



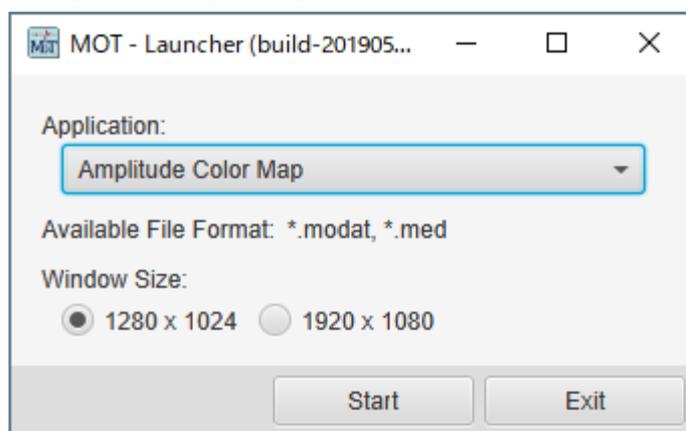
電子メールの添付ファイルとして activation ファイルを送信すると、activation.dat という拡張子が付いた名前のファイルになります。そのままではアクティベーションできませんので、拡張子.dat を削除して移動させてください。

## 3. 起動

①MOT はスタートメニューの“AlphaMED Scientific”フォルダーから“Mobius Offline Toolkit”を選択することで起動します。



②起動すると収録ツールを選択するランチャーが起動します。収録ツールのウィンドウサイズを指定し、Start をクリックして呼び出します。複数の収録ツールを同時に呼び出すことも可能です。終了する場合は Exit をクリックします。



#### 4. ラストワンメモリー設計

MOT はその終了時に各種のプルダウンメニューやテキストボックス等に設定した項目を保存し、次回起動時に呼び出すように設計されています。

#### 5. 使用メモリの割り当て変更

MOT は初期設定で最大 6GB のメモリを使用するように設定されています (8GB の PC を想定し、2GB は他の処理のために空けています)。十分なメモリサイズの PC をご使用の場合、その上限を増やして、処理速度の向上を図ることが可能です。

C:/ユーザー/ユーザー名/AppData/Local/Mobius Offline Toolkit/app

にある MED64 Burstslope.cfg をテキストエディターで開き

```
[JVMOptions]
-Xmx6000m
```

を修正後 (例: 6→16GB の場合、Xmx6000m→Xmx16000m)、保存して使用メモリを変更します。

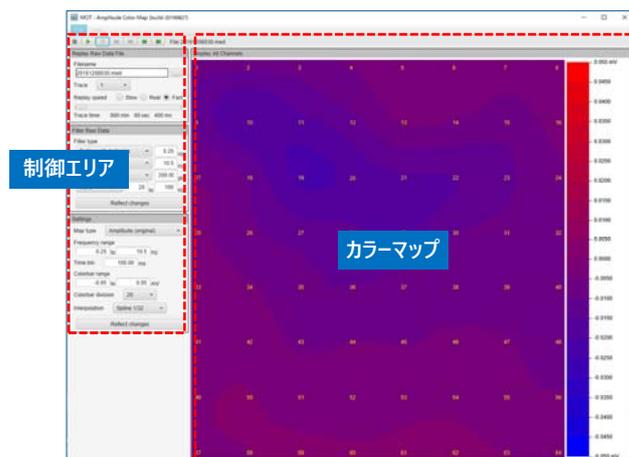
## Amplitude Color Map

### 1. 概要

Amplitude Color Map は生データの電圧値をカラーマップとして表現するツールです。MEA では電極ごとに信号源との距離や密度が異なり、それによって取得する電圧値が変化します。そのため、ある電極から別の電極に向かって信号が伝搬する様子をカラーマップで表現する場合には、電極ごとにその電圧値を標準化する必要があります。本ツールでは Iwata N らによる「Dialysis membrane-enforced microelectrode array measurement of diverse gut electrical activity」を元に、任意の周波数帯域のリニアスペクトルを用いて電圧値を標準化し、カラーマップ表示する方法を採用しています。

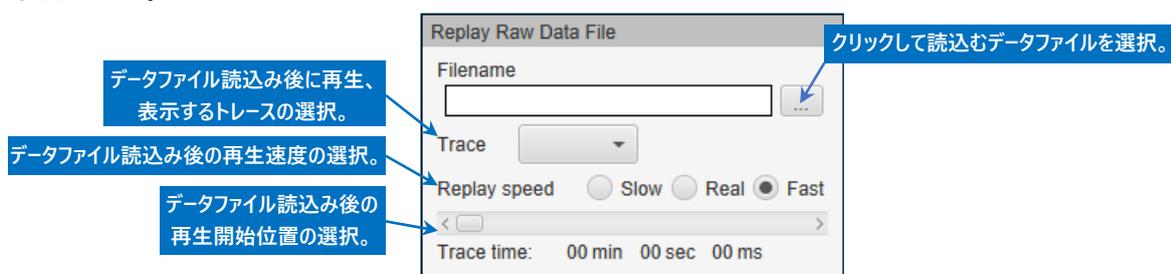
### 2. 操作手順

本ツールのウィンドウは、向かって左の制御エリアと右のカラーマップに分かれます。制御エリアには読み込むデータファイルを選択する Replay Raw Data パネル、読み込んだデータファイルに適用するフィルター処理を指定する Filter Raw Data パネル、カラーマップ表示の条件を指定する Settings パネルの 3 つのパネルが存在します。



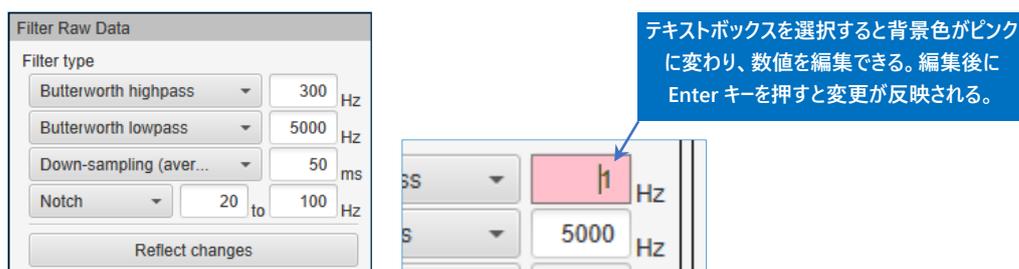
#### 2.1. データファイルの読み込み

制御エリアの Replay Raw Data パネル上で読み込むデータファイルを選択します。データファイルは modat 形式または med 形式 (Conductor ファイル) に対応しています。



制御エリアの Replay Raw Data パネル。

この際、予めフィルター条件を設定していれば、ファイル読み込み処理後にフィルター処理も行います。適用するフィルターの数だけ出現するプログレスウィンドウの数は増え、処理に時間を必要とします。適用するフィルター処理はデータファイル読み込み後も変更可能で、変更後に Reflect changes ボタンをクリックします。



制御エリアの Filter Raw Data パネル。

### Down-sampling について

Down-sampling (average)、Down-sampling (median):

指定した時間窓ごとに X 軸を区切り、各区間で平均値または中央値を算出してその区間のデータ点とします。例えば「50 ms」と入力した場合、未加工の modat ファイルは 0.05 ms ごとの離散値データのため、 $50 / 0.05 = 1000$  分の 1 (20 kHz→20 Hz) のダウンサンプリングとなります。

Down-sampling:

指定したデータ点 (modat ファイルの場合、「50」と入力すれば 2.5 ms) ごとに X 軸を時間窓で区切り、その中心時間 (50 の場合は 25 点目) のデータをその区間のデータ点として置き換えます。未加工の modat ファイルでは  $20000 / 50 = 400$  Hz のダウンサンプリングとなります。

### 2.2. Settings タブ

データファイル読み込み後 (プログレスウィンドウが消えた後)、カラーマップ表現の条件を指定します。Map type には Amplitude (original) と Amplitude (corrected) があり、前者は Time bin で指定した区間ごとに電圧値の区間平均を取り、それを単純にカラー表現します。後者は Frequency range で指定した周波数帯域のリニアスペクトルの総和を元に、

$$\text{電極の電圧値の区間平均} \times \frac{\text{全電極の指定周波数帯域のリニアスペクトルの総和の電極平均}}{\text{該当電極の指定周波数帯域のリニアスペクトルの総和}}$$

に従って補正した値でカラー表現します。なお、リニアスペクトルを算出する際の FFT サイズは 8192 (固定) であり、トレース全長で短時間フーリエ変換を行った後、得られたスペクトルの周波数ごとの平均値を上記の式に適用します。

電圧値を標準化するかどうか選択。

電圧値を補正する場合に、リニアスペクトルの周波数帯域を指定。

カラーマップ表示する時間解像度の指定。

カラー表現する電圧値の範囲を指定。

カラーバーの識別色の分割数を 5、10、20 から指定。

電極と電極の間を中間色で補間する方法 (直線補間またはスプライン補間) とその段階数を指定。

条件設定後、Execute をクリックしてカラーマップを作成します。条件を変更して結果を出力する場合は、その都度 Execute をクリックして再処理します。

### 2.3. Amplitude Color Map パネル

Settings パネルで設定した条件でのカラーマップを表示します。コマンドバーの再生ボタンをクリックすると、指定した再生速度での遅延時間の段階的表示 (アニメーション表示) を行います。右クリックメニュー「Capture Image」により、その瞬時のカラーマップをクリップボードに保存し、画像処理ソフトに貼り付け可能です。

再生ボタン。

再生速度の選択。

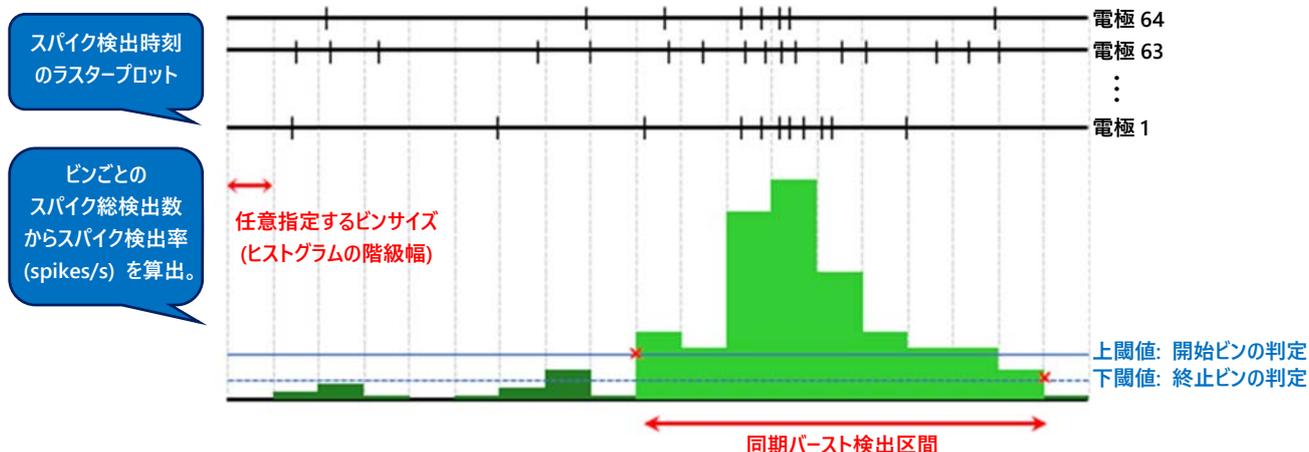
Capture Image

20

## Multi Channel Burst Analysis

### 1. 概要

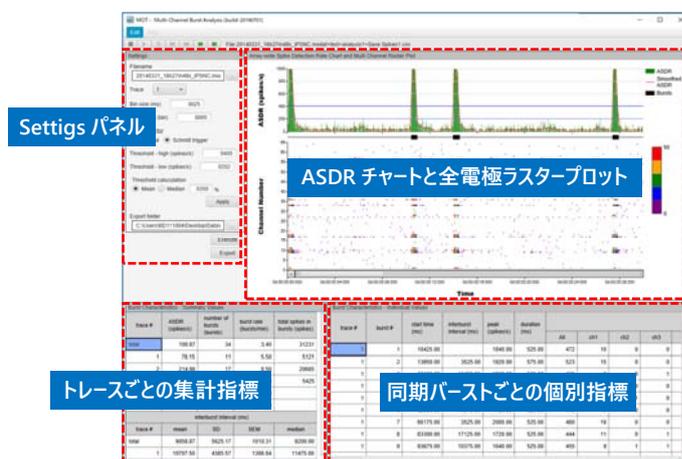
Multi Channel Burst Analysis は分散培養神経回路網において認められる、多電極間で同時発生的に起こるバースト発火現象（以下、同期バーストとよぶ）の区間を検出し、その検出数や同期バースト幅、同期バースト間隔等の数値指標を算出するツールです。入力ファイルとして Mobius Spike Sorter パッケージに含まれるモジュールによってスパイク検出、出力した Mobius 固有のスパイクタイムスタンプファイルを必要とします。同期バーストの検出アルゴリズムは向井らによる「神経回路網形成期における自発活動遷移過程の解析 (2002)」を元にしており、MOT 独自のオプションを加えたものです。



同期バースト区間の検出アルゴリズム。

### 2. 操作手順

本ツールのウィンドウは①読み込みファイルや解析条件の指定を行う Settings パネル、②全電極のラスタープロット及び、X 軸に時間、Y 軸に 1 秒あたりのスパイク検出数（電極平均）を取ったヒストグラム（ASDR チャート; Array-wide Spike Detection Rate チャート）を表示するパネル、③検出した同期バーストの個々の数値指標をまとめたテーブル、④検出した同期バーストの数値指標についてトレースごとに集計したテーブルの 4 領域に分かれます。



#### 2.1. データファイルの読み込み

Settings パネル上の Filename 欄右の...ボックスをクリックして、読み込むスパイクタイムスタンプファイルを選択します。選択後、ASDR チャートと全電極ラスタープロットが表示されます。複数のトレースで構成されたスパイクタイムスタンプファイルの場合、Trace 欄で表示するトレースを変更します。

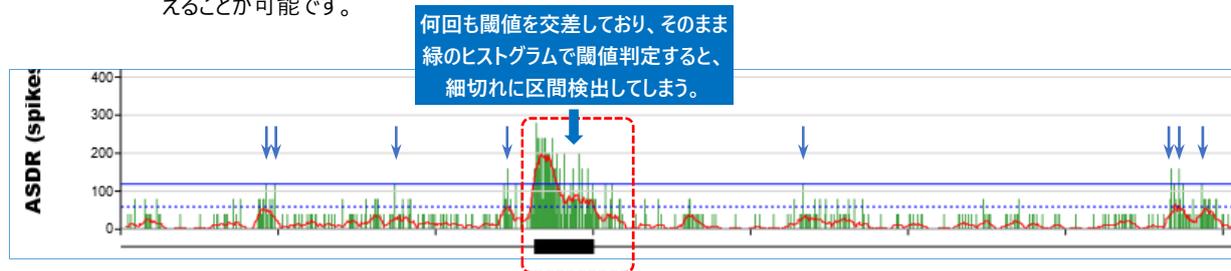
#### 2.2. 解析条件の設定と解析の実行

指定した解析条件は全トレースに共通して適用されます。

##### 解析条件について

Bin size (ms): ASDR チャート作図のための、X 軸のピンサイズ（ヒストグラムでの階級幅に相当）を指定します。クリックして選択後、背景色がピンクになり、数値を編集して Enter キーを押して変更を反映します（背景色が白に戻ります）。

Smoothing (bin): 同期バースト区間の判定に際し、ASDR チャートをスムージングする場合は 0 より大きな値を指定します (各ビンの ASDR を指定した前後のビン数の ASDR で平均した値にします)。例えば下図のように MED ミニ・プローブ (16 電極) で取得したデータにおいて、ベースの発火頻度と同期バースト区間の発火頻度の差が乏しい場合に、低く設定した閾値で意図しない区間を同期バーストとして検出する可能性があります。また、同期バースト区間でビンごとの発火の変動が激しい場合に、同区間を細切れに多重検出する可能性もあります。そのような場合においてスムージング (赤線) した波形で閾値判定すると、誤検出率を抑えることが可能です。



Burst detector: 閾値判定の方式を Normal と Schmitt trigger から指定します。前者は単一の閾値 (Threshold - high) により、バーストの開始ビンと終了ビンを判定します。後者は 2 つの閾値により、開始ビン (上閾値) と終了ビン (下閾値) を判定します。

Threshold - high (spikes/s): 同期バーストの開始ビンを判定する閾値です。

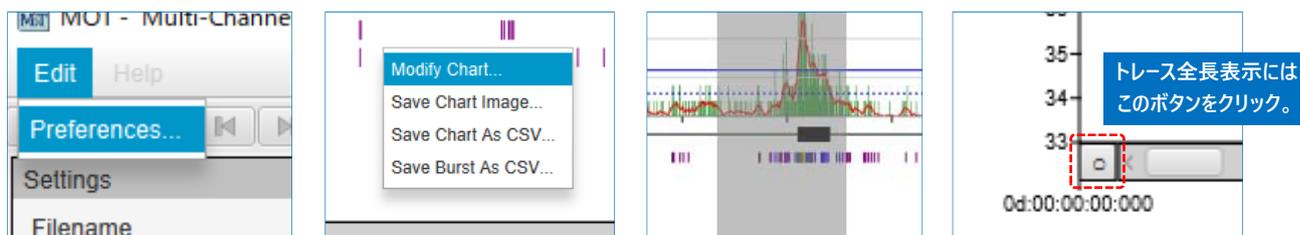
Threshold - low (spikes/s): 同期バーストの終了ビンを判定する閾値です。Threshold calculation で閾値を算出すると、上閾値の 50% の値が入力されます。Threshold - high 以下の数値でなければなりません。

Threshold calculation: 閾値を任意指定せず、データに基づいて算出する場合に使用します。ASDR のトレース平均または中央値を選び、その値を何倍 (X/100) するか指定した後、Apply を押すと自動的に閾値が設定されます。自動設定後も閾値の手動修正は可能です。

解析条件を指定した後、Execute ボタンをクリックして、その他のパネルに結果を表示します。

### 2.3. ASDR チャートと全電極ラスタプロット

軸の表示範囲やラベルフォントの指定はメニューバー Edit から「Preferences...」、またはパネル上の右クリックメニュー「Modify Chart...」から呼び出す Preferences ウィンドウ上で変更します。またチャート上のドラッグ & ドロップで X 軸の表示範囲を任意拡大でき、範囲拡大後にシークバー左のボタンをクリックすることでトレース全長の表示に切替えが可能です。



ASDR チャートは ASDR Chart Format タブ、全電極ラスタプロットは Raster Plot Format タブ上で設定変更します。Raster Plot Format タブの Plot Type 欄ではラスタプロットの表示色を指定できます。Black はラスタを黒の単色のみで表示し、Grayscale 及び Color はビンごとにラスタをグレースケールまたはカラースケールで 5 段階表示します。

スパイク検出率レベル	グレースケール	カラースケール
> 4 (4 を超える検出率)	0 (黒)	赤 (255, 0, 0)
4 (任意指定可能な表示上の最大スパイク検出率)	0 (黒)	赤 (255, 0, 0)
3	(255-最小レベル)×0.25	橙 (255, 165, 0)
2	(255-最小レベル)×0.50	緑 (0, 128, 0)
1	(255-最小レベル)×0.75	青 (0, 0, 255)
0 (最小スパイク検出率)	255-最小レベル*	紫 (128, 0, 128)

背景色に白を設定した場合において、白に近い最小階調のグレースケールでの表示を避けるため、55 を減算した階調で表示。

## 2.4. Burst Characteristics - Individual Values パネル

検出した同期バーストの個々の数値指標について、バーストごと（一行ごと）にまとめたテーブルを示します。

trace #	burst #	start time (ms)	interburst interval (ms)	peak (spikes/s)	duration (ms)	7		
						All	ch1	
1	1	10500.00		280.00	1525.00	179	0	
1	2	38500.00	28000.00	360.00	800.00	126	0	
1	3	60550.00	22050.00	320.00	1425.00	175	0	
1	4	84375.00	23825.00	480.00	1375.00	200	0	
1	5	105750.00	21375.00	520.00	1200.00	194	0	
1	6	124925.00	19175.00	320.00	1525.00	188	0	
1	7	146900.00	21975.00	400.00	1250.00	192	0	

項目番号	名称	説明
1	trace #	トレース番号。
2	burst #	バースト番号。
3	start time (ms)	バースト開始ビン。
4	interburst interval (ms)	バースト間間隔 (開始ビン-開始ビンの差)。
5	peak (spikes/s)	バースト区間中の最大 ASDR ビンの ASDR。
6	duration (ms)	バースト幅 (終止ビン-開始ビンの差)。
7	spikes in a burst (spikes)	バースト区間中の総スパイク検出数。
8	interval between 1st and last spikes (ms)	バースト区間中の最終-先頭スパイクの間隔。

テーブル内容についてはドラッグ&ドロップにより範囲指定し、右クリックメニュー「Copy Result」を選択することで、該当範囲の数値データをクリップボードに保存できます。また「Save Results...」を選択した場合は、テーブル全体を csv 形式にてファイル出力できます。

		(ms)	interval (ms)
1	1	10500.00	
1	2	38500.00	28000.0
1	3	60550.00	0.0
1	4	84375.00	5.0
1	5	105750.00	21375.0
1	6	124925.00	19175.0

## 2.5. Burst Characteristics - Summary Values パネル

検出した同期バーストの数値指標について、トレースごとに集計したテーブルを示します。

trace #	ASDR (spikes/s)	number of bursts	burst rate (bursts/min)	total spikes in bursts (spikes)
total	100.87	33	3.30	32726
1	78.15	11	5.50	5261
2	214.98	15	7.50	21389
3	115.58	7	3.50	6076
4	88.48	0	0.00	
5	7.15	0	0.00	

6 interburst interval (ms)				
trace #	mean	SD	SEM	median
total	10595.83	7295.49	1331.97	10825.00
1	10707.50	4387.27	1381.05	11475.00
2	7304.84	4130.06	1103.81	8612.50

2	1573.33	514.30	132.79	1325.00
3	1407.14	563.42	212.95	1500.00
4				
5				
9 spikes in a burst (spikes)				
trace #	mean	SD	SEM	median
total	39667.88	21684.79	3774.84	39160.00
1	19130.91	1053.01	317.49	19000.00
2	57037.33	17906.74	4623.50	47200.00
3	34720.00	14206.06	5369.39	41240.00
4				
5				

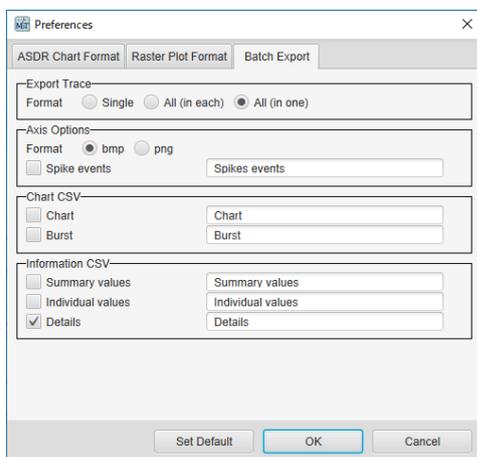
項目番号	名称	説明
1	trace #	トレース番号。
2	ASDR (spikes/s)	電極全体での平均スパイク検出率。
3	number of bursts (bursts)	バースト検出数。
4	burst rate (bursts/min)	バースト検出率。
5	total spikes in bursts (spikes)	バースト区間内の総スパイク検出数。
6	interburst interval (ms)	バースト間隔 (開始ビン-開始ビンの差)。
7	peak (spikes/s)	バースト区間中の最大 ASDR ビンの ASDR。
8	duration (ms)	バースト幅 (終止ビン-開始ビン)。
9	spikes in a burst (spikes)	バースト区間内の総スパイク検出数。

6-7についてはトレースごとに検出バーストのバースト平均、標準偏差、標準誤差、中央値を算出。

テーブルはドラッグ & ドロップにより範囲指定し、右クリックメニューの Copy Result で該当範囲の数値データをクリップボードに保存できます。また Save Results...を選択した場合は、テーブル全体を csv 形式にてファイル出力できます。

## 2.6. 解析結果の一括出力

Settings パネル上 Export folder で出力先を指定し、Export ボタンをクリックして一括出力します。出力する内容は Preferences ウィンドウの Batch Export タブで指定します。



### Batch Export タブの設定項目について

Export Trace: 結果を出力するトレースを指定します。Single は表示中のトレースのみ、All (in each) は全てのトレースを個別ファイルに、All (in one) は 1 つのファイルに出力します。

All (in one) を指定すると、一行空けて後続のトレースの結果がリストされる。

trace #	burst#	-1000	-975	-950	-9
1	1	21.81818	25.45455	29.09091	32.72727
2	1	29.09091	36.36364	36.36364	36.363
3	1	47.27273	47.27273	36.36364	43.636
4	1	21.81818	18.18182	21.81818	25.454
5	1	29.09091	25.45455	25.45455	21.818
6	1	29.09091	29.09091	29.09091	29.090
7	1	43.63636	54.54545	47.27273	43.636
8	1	10.90909	18.18182	18.18182	21.818
9	1	36.36364	36.36364	29.09091	32.727
10	1	25.45455	29.09091	29.09091	29.090
11	1	32.72727	32.72727	32.72727	29.090
12	1				
13	1				
14	2	58.18182	50.90909	54.54545	54.545
15	2	47.27273	61.81818	69.09091	65.454
16	2	63.63636	90.90909	98.18182	112.72
17	2	65.45455	65.45455	69.09091	69.090
18	2	61.81818	58.18182	58.18182	58.181
19	2	65.45455	61.81818	61.81818	61.818
20	2	36.36364	43.63636	40	47.272

Chart Image: Array-wide Spike Detection Rate Chart and Multi Channel Raster Plot パネルのチャート画像を出力します。bmp または png 形式から指定します。Export Trace で All (in one) を指定しても All (in each) 同様にトレースごとの個別出力になります。またテキストボックスに入力したテキストは、出力ファイル名の末尾に「読み込みファイル名+テキスト」の形式で追加されます (Chart CSV、Information CSV でも同様です)。

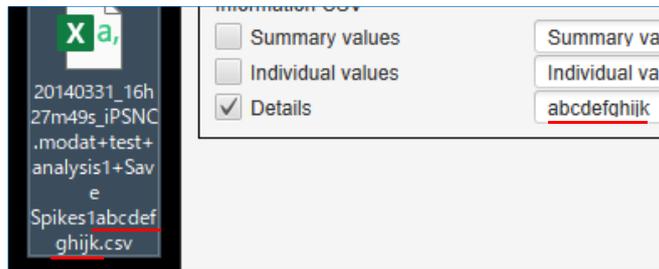
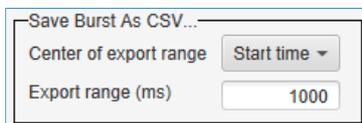


Chart CSV: ASDR チャートの数値データを出力します。Chart はトレース全体を、Burst はバースト区間 (後述) のみを出力します。後者の区間は ASDR Chart Format タブ上の Save Burst As CSV で指定します。同期バースト開始ピン (Start time) または ASDR ピークピン (Peak time) を起点に前後の範囲を Export range (ms) で指定します。



Information CSV: Summary values 及び Individual values は 2 つの Burst Characteristics パネルの数値データ (右クリックメニュー「Save Results...」と同じ出力ファイル) です。Details は下図に示す通り、検出バーストごとに含まれるスパイクの電極番号と検出時刻を網羅した詳細情報です。

	A	B	C	D
	trace #	burst #	ch	time (ms)
1	1	1	43	1038.
	1	1	17	1039.
	1	1	36	10434.
	1	1	33	10434.
	1	1	49	10438.
	1	1	27	1043.
	1	1	9	10442.
	1	1	63	1045.
0	1	1	41	10450.
1	1	1	9	10452.
2	1	1	17	1045.
3	1	1	10	1045.
4	1	1	41	10456.
5	1	1	10	1046.

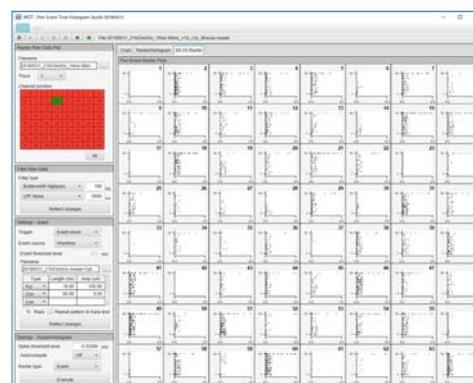
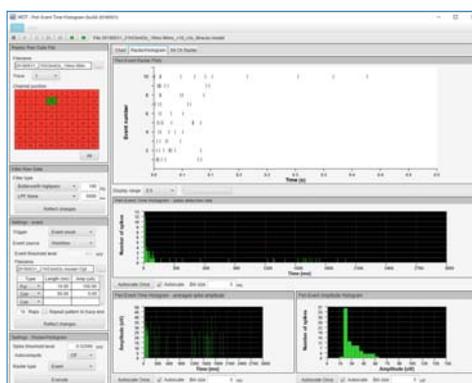
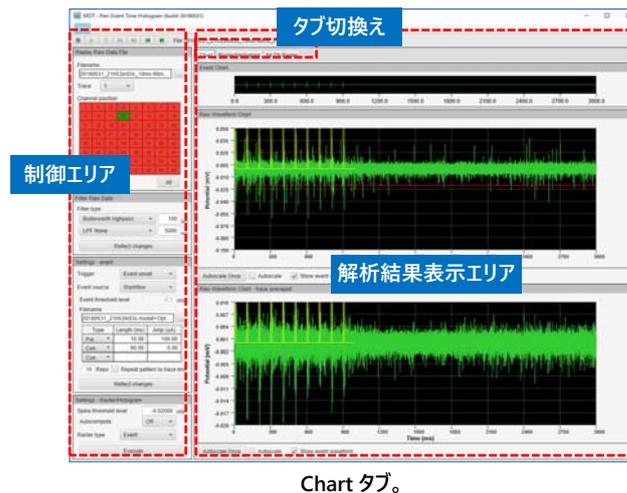
## Peri-Event Time Histogram

### 1. 概要

Peri-Event Time Histogram (以下 PETH) は繰り返しのある電気刺激等のイベントについて、そのイベント前後で検出したスパイク数を全イベントで累積し、ヒストグラムとして表すツールです。

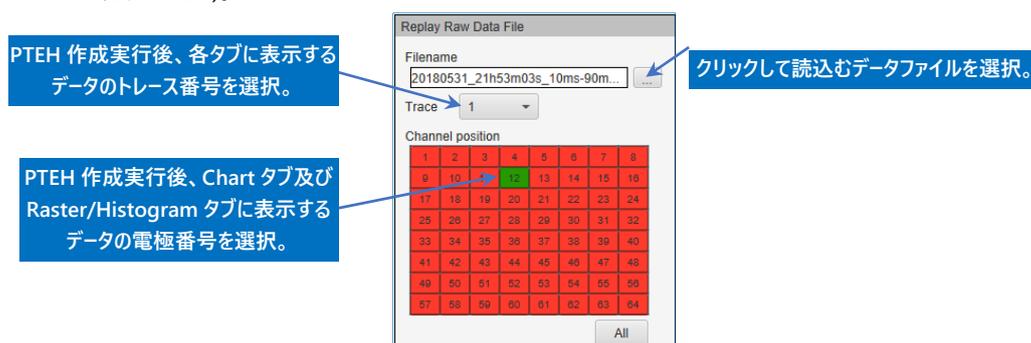
### 2. 操作手順

本ツールのウィンドウは、向かって左の制御エリアと右の結果表示エリアに分かれ、結果表示エリアは 3 つのタブウィンドウで構成されます。制御エリアは各タブで共通です。結果表示エリアの Chart タブはイベントチャートや任意に選択した 1 電極の 1 トレースの生データ波形等を表示し、Raster/Histogram タブはその PETH やイベント周囲時間ラスタープロット等を表示します。64 Ch Raster タブではイベント周囲時間ラスタープロットを 64 電極分全て表示します。



#### 2.1. データファイルの読み込み

制御エリアの Replay Raw Data パネル上で読み込むデータファイルを選択します。データファイルは modat 形式に対応しています。Channel position は電極番号をクリックして選択しますが、矢印キーでも番号を切換え可能です (電極番号をクリックして選択後、↑キーまたは←キーで 1 電極前へ、↓キーまたは→キーで 1 電極後へ進む)。



データファイルを読み込み、イベント周囲時間ラスタープロット及びヒストグラムの作成を実行した後に、表示するトレースと電極番号を指定する。

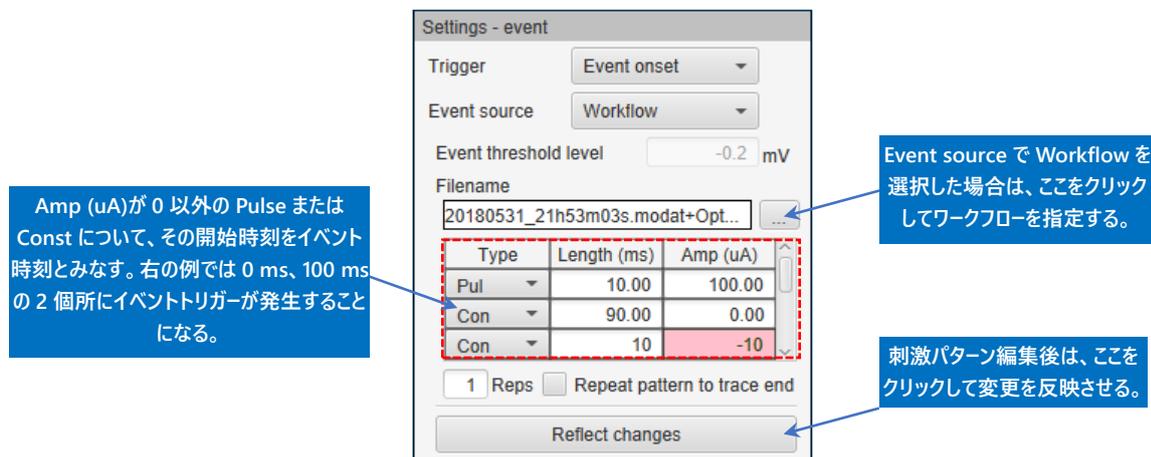
## 2.2. フィルター処理の適用

必要に応じてデータファイルに PETH 作成前のプレフィルター処理を適用します。なお、この工程は必ずしも必要ありません。ハイパスフィルターはバターワース (Butterworth) のみ、ローパスフィルターはバターワースとベッセル (Bessel) から選択します。ローパスフィルターのカットオフ周波数については 5000 Hz までの制限があります。それぞれ条件を設定した後 Reflect changes をクリックすると、読み込んだデータファイルにフィルター処理が適用され、Raw Waveform Chart パネルや Raw Waveform Chart - trace averaged パネルの波形がフィルター処理後の波形に変化します。

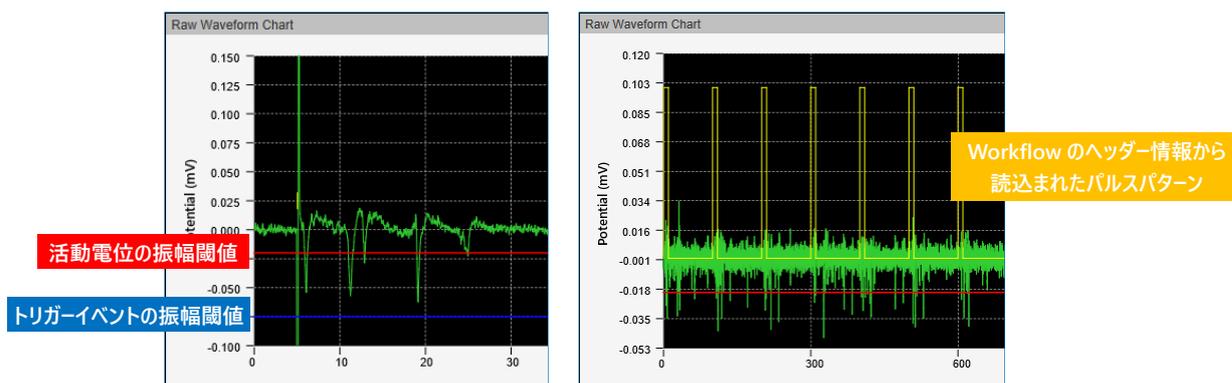


## 2.3. イベントトリガーの設定

PETH 作成に必要なイベントトリガーを設定します。Trigger 欄から Event onset または Trace onset を選択します。前者は 1 トレース中に複数回のイベントが存在する場合、各イベントを独立したトリガーとして扱います。後者は 1 トレース中に複数回のイベントが存在する場合も、トレース開始時刻をトリガーとして扱います。

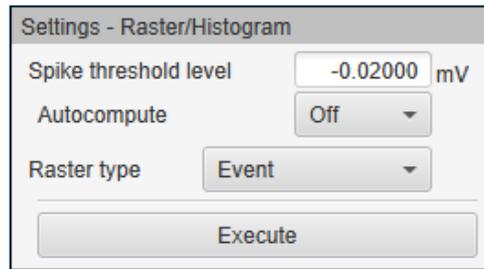


次に Event source 欄から Raw Data または Workflow を選択します。前者は読み込んだデータファイルに振幅閾値を設定し、その閾値と入力信号との交点をイベント時刻とします。具体例として分散培養神経回路網での電気刺激誘発応答計測を考えると、誘発される活動電位よりも電気刺激によるアーチファクトの振幅の方が大きくなるため、イベントトリガーとするアーチファクトのみ検出するよう閾値レベルを調整できます。閾値レベルは Event threshold level 欄だけでなく、チャート上の閾値カーソルを直接ドラッグ&ドロップすることでも変更可能です。後者の Workflow を選択した場合は、データ取得時に生成した ~+acquisition.moflo を読み込んで、適用した刺激パターンの情報を取得し、刺激パルス発生タイミングを自動的にイベントトリガーとして取り扱います。また、Workflow を読み込まず (または読み込んだ後) 刺激パターンを任意編集することも可能です。



Raw Data によるイベントトリガーの設定 (左) と Workflow によるイベントトリガーの設定 (右)。

## 2.4. PTEH 作成の実行



スパイク検出の振幅閾値を設定します。閾値レベルはデータファイル読み込み後に Autocompute の On/Off に従って自動設定されます。On の場合は以下の計算式

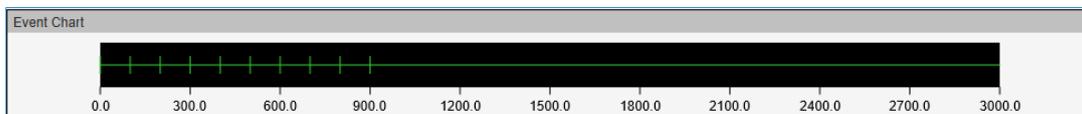
$$5 \times \text{median} \left\{ \frac{\{\text{ファイルの開始 2 秒間の各データ点の振幅値}\}}{0.6745} \right\}$$

に従って、電極ごとに異なる閾値レベルを自動設定します。Off の場合は全電極-0.02 mV と自動設定します。どちらも閾値と入力信号の交点から後の 0.5 ms の範囲では続くスパイク検出判定を行いません。スパイク検出時刻は Mobius でのシュミットトリガー方式と同様に、閾値との交点から 1/2 閾値との交点までの区間の信号ピーク振幅の時刻であり、ピーク振幅はその区間の極値です。また、Execute をクリックして PETH 作成する前であれば、電極ごとに閾値レベルを手動編集できます。Raster type では Raster/Histogram タブの Peri-Event Raster Plots パネルに表示するチャートの種類を指定します（「3.2.1. Peri-Event Raster Plots パネル」を参照）。

## 3.1. Chart タブ

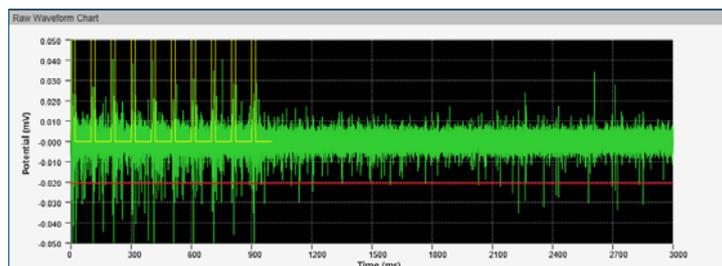
### 3.1.1. Event Chart パネル

PETH 作成の実行後に表示されるイベント発生時刻のタイムチャートです。軸の編集は行えず、右クリックメニューもありません。

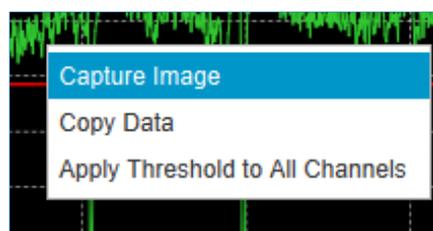


### 3.1.2. Raw Waveform Chart パネル

データファイル読み込み後に表示される 1 電極の 1 トレースの生波形チャートです。Replay Raw Data File パネルの Trace 及び Channel position で表示するトレース番号と電極番号を指定します。赤いカーソルはスパイク検出の振幅閾値、青いカーソルはイベント検出の振幅閾値 (Event source で Raw data を選択時のみ表示)、黄色い線はアーチファクトを表し、チャート下の Show event waveform のチェックを外すと非表示にできます。



X 軸及び Y 軸の表示範囲は、最大値または最小値をクリックして編集することで変更します。また右クリックメニューよりチャート画像 (Capture Image)、数値データ (Copy Data、※20190701 版では未実装) をクリップボードに保存できます。Apply Threshold to All Channels を選択すると、表示中の閾値をその他の電極全てに適用します。



チャート下の Autoscale Once をクリックすると表示中の Y 軸の値の最大値、最小値に従って軸を自動調整します。Autoscale ボックスにチェックを入れると、電極番号を切り替える度に軸を自動調整します。

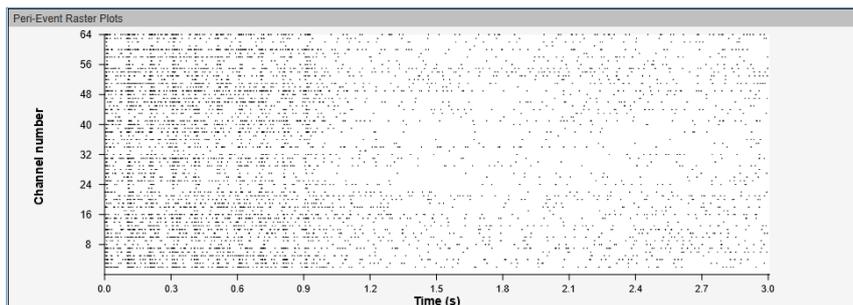
### 3.1.2. Raw Waveform Chart - trace averaged パネル

PETH 作成後に表示される 1 電極の全トレースを加算平均した生波形チャートです。加算平均によりランダムノイズと自発発火は打ち消し合いますが、全体的に信号の振幅自体も小さくなります。Raw Waveform Chart パネルと同様に軸の編集、右クリックメニューの呼び出しが可能です。

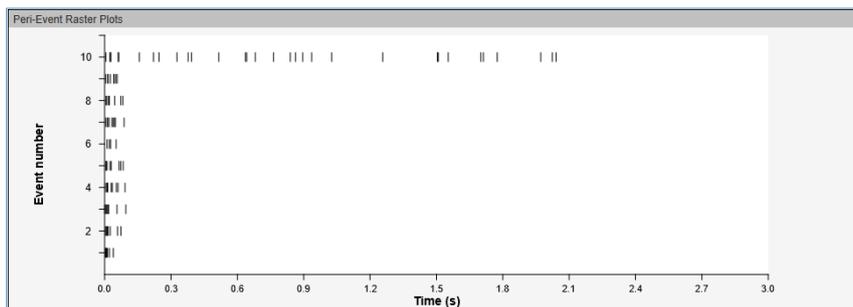
## 3.2. Raster/Histogram タブ

### 3.2.1. Peri-Event Raster Plots パネル

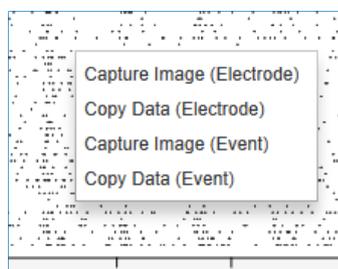
Settings - Raster/Histogram パネルの Raster type で Electrode を選択すると、X 軸を時間、Y 軸を電極番号とする 1 トレースごとのラスタープロットを表示します。



Event を選択すると、X 軸を時間、Y 軸をイベント番号とする 1 電極 1 トレースごとのラスタープロットを表示します。時刻 0 がイベントの発生時刻になるため、イベント後の応答発生タイミングや、イベントの繰り返しによる応答の再現性を視覚化できます。



どちらもチャート下の Display range により 1 画面の表示範囲を指定でき、スライダーで範囲を変更します。また軸の最大値、最小値をクリックして数値を直接編集することも表示範囲を指定できます。右クリックメニューより画像 (Capture Image) 及び数値データ (Copy Data) をクリックボードに保存できます。Raster type で選択していないチャートの情報もコピーできます。

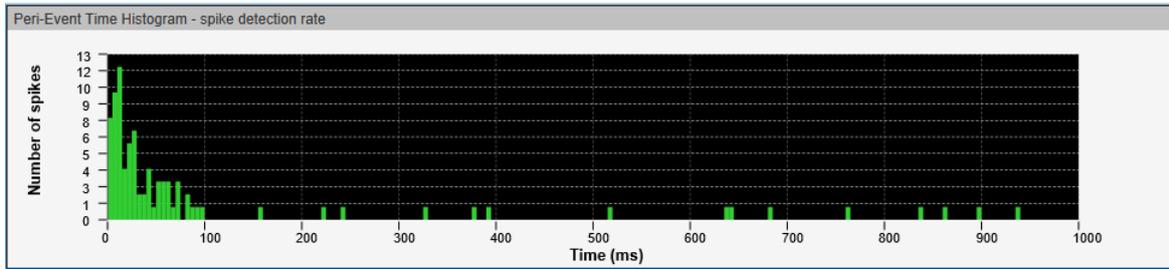


ch #	Spike time (ms)	A	B	C	D	E	F
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Event #	Event time (ms)	Spike time (ms)	D	E
1	0	7.6	25.9	64.55
2	100	1.85	8.1	11.35
3	200	9.6	11.6	12.75
4	300	8.9	14.8	41.1
5	400	79.85		
6	500	13.15	33.65	71.65
7	600	9.4	20.35	24
8	700	17.1	50.7	59.2
9	800	2.25	32.65	35.3
10	900	10.2	30.15	52.25

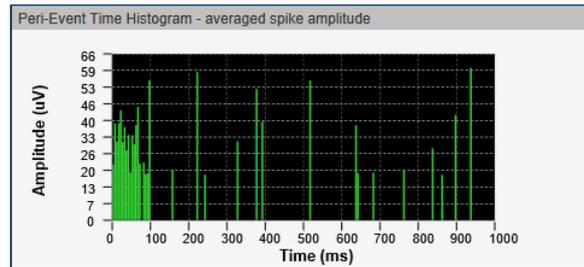
### 3.2.2. Peri-Event Time Histogram - spike detection rate パネル

X 軸を時間、Y 軸をスパイク検出数とする 1 電極 1 トレースごとのヒストグラムを表示します。時刻 0 がイベントの発生時刻になるため、イベント発生により誘発される定まった応答が存在する場合、その潜時が含まれるビン (階級) のスパイク検出数 (度数) は他のビンより大きくピークとして現れます。X 軸の解像度 (ヒストグラムの階級の幅) はチャート下の Bin size で指定します。右クリックメニューより、表示範囲中の画像データ (Copy Image) 及び数値データ (Copy Data) をクリックボードに保存できます。



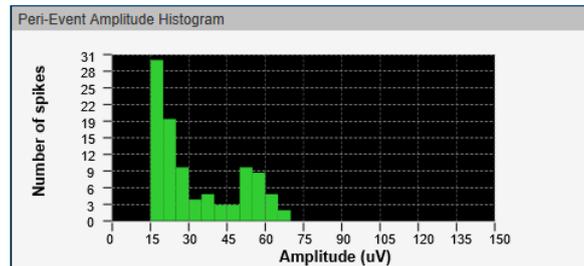
### 3.2.3. Peri-Event Time Histogram - averaged spike amplitude パネル

X 軸を時間、Y 軸を検出したスパイクの平均ピーク振幅とする 1 電極 1 トレースごとのヒストグラムを表示します。X 軸の解像度 (ヒストグラムの階級の幅) はチャート下の Bin size で指定します。右クリックメニューより、表示範囲中の画像データ (Copy Image) 及び数値データ (Copy Data) をクリックボードに保存できます。



### 3.2.4. Peri-Event Amplitude Histogram パネル

X 軸をスパイクのピーク振幅、Y 軸をスパイク検出数とする 1 電極 1 トレースごとのヒストグラムを表示します。X 軸の解像度 (ヒストグラムの階級の幅) はチャート下の Bin size で指定します。右クリックメニューより、表示範囲中の画像データ (Copy Image) 及び数値データ (Copy Data) をクリックボードに保存できます。



### 3.3. 64 Ch Raster

全 64 電極のイベント周囲時間ラスタープロットを表示するタブです。X 軸は Raster/Histogram タブの 1 電極イベント周囲時間ラスタープロットに連動します。右クリックメニューより画像を保存でき (Copy Image)、また電極ごとに個別での画像ファイル出力も可能です (Capture all images individually)。



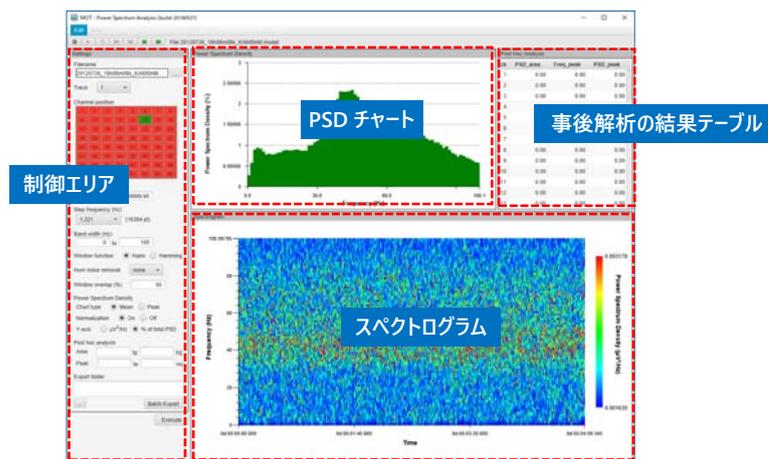
## Power Spectrum Analysis

### 1. 概要

Power Spectrum Analysis は生データ波形を短時間フーリエ変換し、電極ごとのパワースペクトル密度 (power spectrum density、以下 PSD) をグラフ化、またスペクトログラムを表示するツールです。得られた PSD から、指定した周波数範囲の PSD の合計値及び PSD の最大値を求める Post hoc 解析 (事後解析) オプションを備えています。

### 2. 操作手順

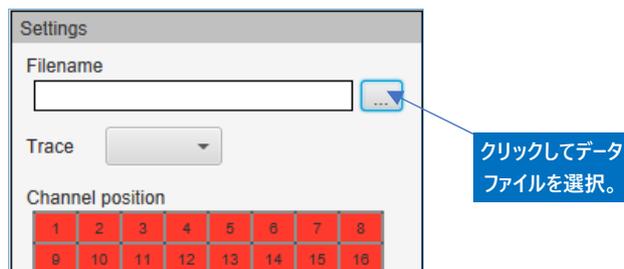
本ツールのウィンドウは、下図に示すように制御エリア、PSD チャート、スペクトログラム、事後解析の結果テーブルの 4 領域から構成されます。制御エリアの Settings パネル上で解析するデータファイルを読み込み、各種の解析条件を設定した後に Execute をクリックすることで、その他 3 領域に結果を表示します。



Power Spectrum Analysis のメインウィンドウ。

#### 2.1. データファイルの読み込み

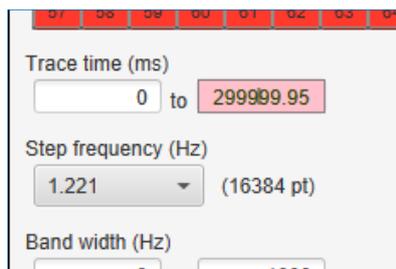
制御エリアの Settings パネル上で読み込むデータファイルを選択します。データファイルは modat 形式に対応しています。



まずは解析するデータファイルを選択する。

#### 2.2. 解析条件の設定

データファイル読み込み後、解析条件を設定します。テキストボックスをクリックで選択すると、背景色がピンクに変わって編集できる状態になり、編集後に Enter キーを押して変更を反映させます (背景色は白に戻ります)。



編集後に Enter キーを押さないと変更は反映されない。

### 解析条件について

Trace time (ms): データファイルの解析対象区間を指定します。解析対象区間の終端において、FFT サイズで分割できない残余区間は解析から除外します。

Step frequency (Hz): 求める PSD の周波数解像度を指定します。本設定は  $2^5-2^{18}$  から任意の FFT サイズ (FFT フレーム) を指定することに相当します。例えば  $2^{14}$  (16384) の場合、ダウンサンプリングされていない modat ファイルは 0.05 ms ごとの離散値データであるため、基本周期は  $16384 \times 0.05 = 819.2$  ms、即ち 1.221 Hz が基本周波数となります。

Band width (Hz): PSD の周波数帯域を指定します。

Window function: FFT フレームに適用する窓関数を指定します。

Hum nose removal: 50 Hz または 60 Hz のパワースペクトル密度を除去するオプションです。

Window overlap (%): FFT フレームを隣接する FFT フレームとオーバーラップさせる比率を 0-50% の間で指定します。

#### Power Spectrum Density

Chart type: PSD チャートに示す結果について、各時間窓で得られた PSD の平均値または最大値のどちらにするかを指定します。

Normalization: PSD の正規化の有無を指定します。正規化する場合、PSD は FFT サイズの 2 乗で割った値になり、サンプリング周波数の異なるデータファイル間の PSD を比較しやすくなります。

Y-axis: PSD の表示形式を指定します。% of total PSD を選択すると、Band width (Hz) で指定した帯域全ての PSD を 100 として、各周波数ビンの PSD をその比率で示します (% of total PSD 形式での表示の場合、正規化の有無は PSD の値に影響しません)。

### トレンド除去について

本ツールではデータからデータを線形回帰 ( $y=ax+b$ ) した値を引くトレンド除去をした後にフーリエ変換します。

### 事後解析について

周波数範囲を指定して解析を実行すると、その周波数範囲の PSD 合計値 (Area)、最大 PSD とその周波数 (Peak) を自動算出します。なおテキストボックスに整数値を入力すると、その整数にもっとも近い Step frequency (Hz) の倍数に置き換えられます。

Post Hoc Analysis			
ch	PSD_area	Freq_peak	PSD_peak
1	34.36	37.85	1.55
2	27.43	29.30	1.34
3	27.46	29.30	1.62
4	26.54	29.30	0.97

Post hoc analysis

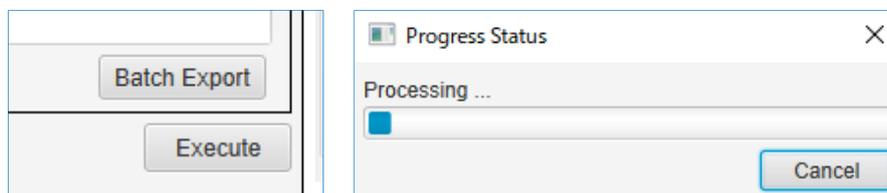
Area  to  Hz

Peak  to  Hz

事後解析の結果はテーブルでの右クリックメニューからクリップボードに保存できる。

### 2.3. 解析の実行

Settings パネル下の Execute をクリックして解析処理を開始します。進行を示すプログレスバーが出現しますが、Cancel をクリックすることで、解析処理を途中で中止することも可能です。

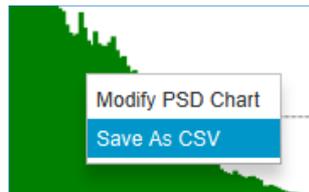
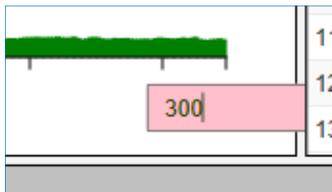


### 2.4. PSD チャート

解析処理終了後、Settings パネルの Channel position で選択した電極の PSD チャートを表示します。複数トレースで構成されるデータファイルの場合は、結果を表示させるトレースをプルダウンメニューまたはツールバーのスキップボタンをクリックして変更します。



表示範囲は軸の最大値及び最小値を直接編集するか、PSD チャート上での右クリックメニュー「Modify PSD Chart」から呼び出す Preferences ウィンドウの PSD Chart Format タブ上で変更します。



Axis Range	
X-axis Min.	0.00000
X-axis Max.	29
Y-axis Min.	0.00000
Y-axis Max.	

また右クリックメニュー「Save As CSV」を選択すると、選択中の電極について FFT フレームごとの PSD をまとめた csv ファイルを出力します。

周波数ごとの FFT フレーム中の最大値

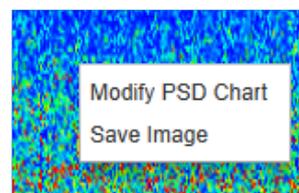
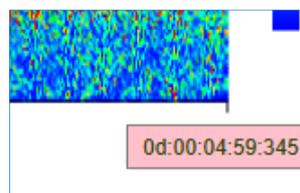
周波数ごとの FFT フレーム平均

1、2、3... 番目の FFT フレーム

Frequency (Hz)	Power Spectrum Density (uV <sup>2</sup> /Hz)	mean	peak	1	2	3
0	15140837.97	16488856	12129997.96	13782758.91	3398295.218	525
1.220703125	31559248.88	338201265.8	27159228.44	37586069.13	5595880.708	186
2.44140625	48993050.09	403409716.1	63819044.02	11607700.88	3556059.84	289
3.662109375	51515220.53	400193828	77727035.6	685156.9445	8914852.201	3419
4.8828125	50132675.69	371324954	137126644.2	39542308.61	36762738.83	6310
6.103515625	46439776.35	460938418.8	234466443	100733278.8	9223625.986	8895
7.32421875	42588051.68	282102458.9	61950432.88	8288740.045	17678894.3	2758
8.544921875	43674731.74	355022591.5	81817102.91	42453063.81	1649552.179	1107
9.765625	42580934.04	299938163.4	60768814.48	25559507.45	3520949.449	8536
10.98632813	43034793.56	271870843.6	4176076.902	21460170.96	93905437.37	3968
12.20703125	44782982.55	312493079.5	11254778.85	43371064.05	58267097.67	7812
13.42773438	45502785.39	347160543.2	18947182.77	49544709.05	2488199.545	475
14.6484375	47560554.09	328782332.0	148897804.4	18720134.08	18763644.07	942

## 2.5. スペクトログラム

解析処理終了後、Settings パネルの Channel position で選択した電極のスペクトログラムを表示します。複数トレースで構成されるデータファイルの場合は、結果を表示させるトレースをプルダウンメニューまたはツールバーのスキップボタンをクリックして変更します。表示範囲は軸の最大値及び最小値を直接編集するか、右クリックメニュー「Modify PSD Chart」から呼び出す Preferences ウィンドウの Spectrogram Format タブ上で変更します。



また右クリックメニュー「Save Image」を選択すると、表示中のスペクトログラムを emf 形式、bmp 形式または png 形式にてファイル出力します。

### カラー指定について

スペクトログラムの濃淡は PSD の大きさを表しますが、初期設定では 0-255 の 256 段階のカラー表示となっています。Spectrogram Format タブの PSD Range for Quantization 欄の Auto にチェックを入れると、その最小値 (0) と最大値 (255) は解析後に得られた全 PSD からの最小値と最大値を自動的に割り当てます。また Show lines in PSD chart にチェックを入れると、PSD チャート上に最小値と最大値を表す破線を表示します。

チェックを入れると最小値と最大値が解析結果から自動設定される。

**Color Presentation**

Color  Grayscale

---

**PSD Range for Quantization**

Auto

Min.

Max.

Show lines in PSD chart

## 2.6. 解析結果の一括出力

PSD チャート及びスペクトログラムの右クリックメニューから出力する csv ファイル、画像ファイルは一括出力が可能です。Preference ウィンドウの Batch Export タブで出力する項目を選択し、Settings パネルの Exoprt folder 欄左下の...ボックスをクリックして出力先フォルダーを指定後、Batch Export ボタンをクリックして出力します。

Preferences

PSD Chart Format | Spectrogram Format | **Batch Export**

**Export Trace**

Single  All (in each)  All (in one)

**Chart Image**

Format  emf  bmp  png

Spectrogram

**Chart CSV**

Power spectrum density

Set Default OK Cancel

Export folder

... Batch Export

### Batch Export タブの設定項目について

- Export Trace: 結果を出力するトレースを指定します。Single は表示中のトレースのみ、All (in each) は全てのトレースを個別ファイルに、All (in one) は 1 つのファイルに出力します。
- Chart Image: 選択中の電極のスペクトログラム画像を出力します。emf、bmp または png 形式から指定します。Export Trace で All (in one) を指定しても All (in each) 同様にトレースごとの個別出力になります。またテキストボックスに入力したテキストは、出力ファイル名の末尾に「読み込みファイル名+テキスト」の形式で追加されます (Chart CSV でも同様です)。
- Chart CSV: 選択中の電極について FFT フレームごとの PSD をまとめた csv ファイルを出力します。

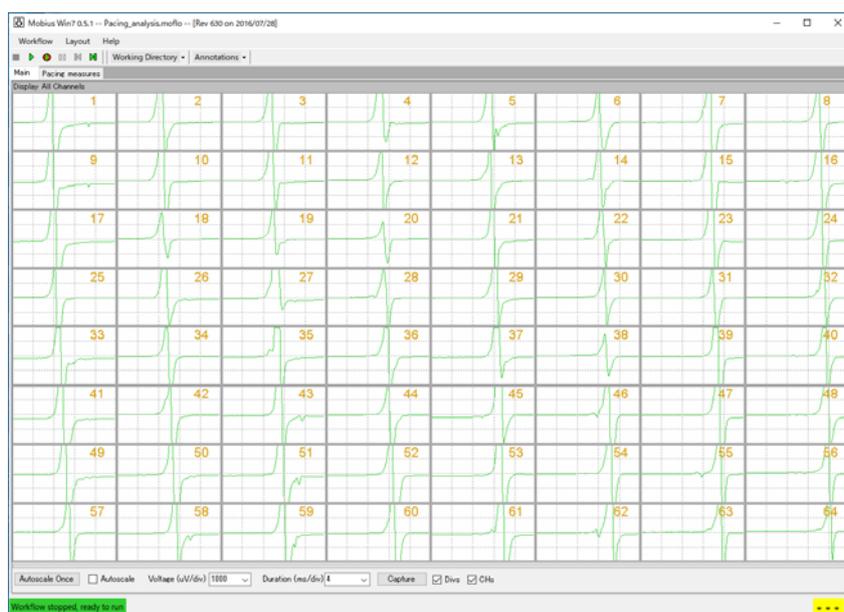
All (in one) を指定すると、一行空けて後続のトレースの結果がリストされる。

290	993.6523	2791398	30593784	35937.1
291	994.873	2788417	31876025	11974.4
292	996.0937	2782918	31886287	6716.3
293	997.3145	2733955	32438032	7671.2
294	998.5352	2725548	31769845	7974
295	999.7559	2714779	29077167	1982.8
296				
297	Frequency	Power Spectrum Density		
298	(Hz)	(uV <sup>2</sup> /Hz)		
299		mean	peak	
300	0	3.04E+08	3.17E+09	4.37E+
301	1.220703	5.41E+08	5.25E+09	1.16E+
302	2.441406	4.55E+08	8.25E+09	3.16E+
303	3.662109	1.7E+08	6E+09	836904
304	4.882812	1.06E+08	4.52E+09	613854
305	6.103516	8.2264091	3.11E+09	322784

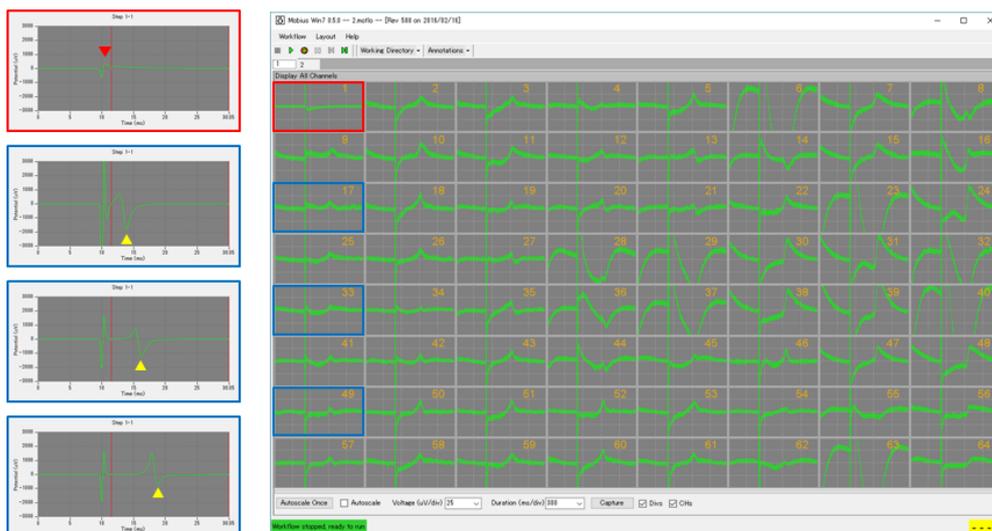
## Propagation Delay Map (for cardiac 1st spike)

### 1. 概要

Propagation Delay Map (for cardiac 1st spike) は、培養心筋標本において 1 拍動ごとにギャップ結合を介して伝わる電氣的興奮（心筋 FP 波形）の伝導の様子を、カラーマップとして表示するツールです。全電極においてもっとも早くに興奮を発生する電極を基準として、各電極間の電氣的興奮の発生タイミングの差（遅延時間）を算出し、等高線図で表します。各電極での電氣的興奮の発生は、1 拍動ごとの心筋 FP 波形の 1st スパイクのピーク時刻を観測点とし、入力ファイルとして Mobius で FP 波形検出後、出力したタイムスタンプデータを対象とします。また本ツールは自律拍動のみならず、電気ペーシングにより調律された拍動にも対応しており、後者においては刺激各電極にアーチファクトとして現れる波形のピーク点から、1st スパイクのピーク時刻までの潜時を興奮伝導の差として評価します。そのため、電気ペーシングのデータを取り扱う場合は、入力ファイルとして Extract Spike Measures モジュールで算出し、Save Measures Data モジュールで出力した潜時の出力結果を対象とします（詳細は Mobius チュートリアルをご参照ください）。



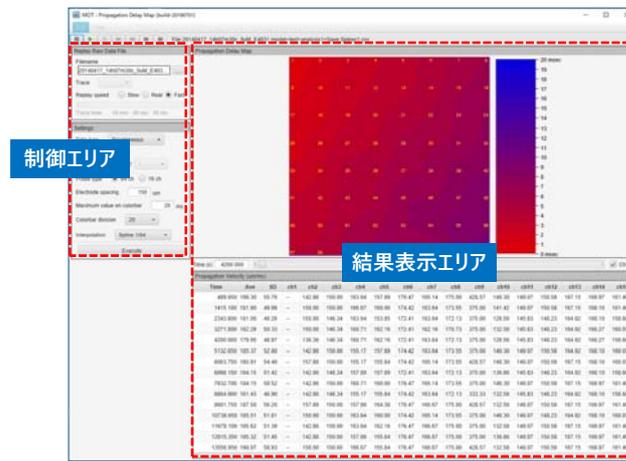
自律拍動のデータ。電極 1 から電極 64 へと 1st スパイクの出現タイミングに遅延が生じている。



電気ペーシングのデータ。電極 1 を刺激（赤枠の下向き三角）して発生した興奮の伝搬が、離れた電極ほど遅れて伝わる（青枠の下向き三角）。

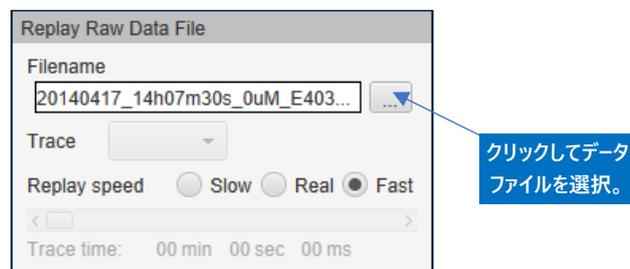
### 2. 操作手順

本ツールのウィンドウは、向かって左の制御エリアと右の結果表示エリアに分かれます。制御エリアは読み込みファイルを選択する Replay Raw Data File パネルと興奮伝搬図の作図条件を設定する Settings パネルで構成され、結果表示エリアは興奮伝搬図を表示する Propagation Delay Map パネルと 1 拍動ごとの伝導速度をまとめたテーブルを表示する Propagation Velocity パネルで構成されます。



## 2.1. データファイルの読み込み

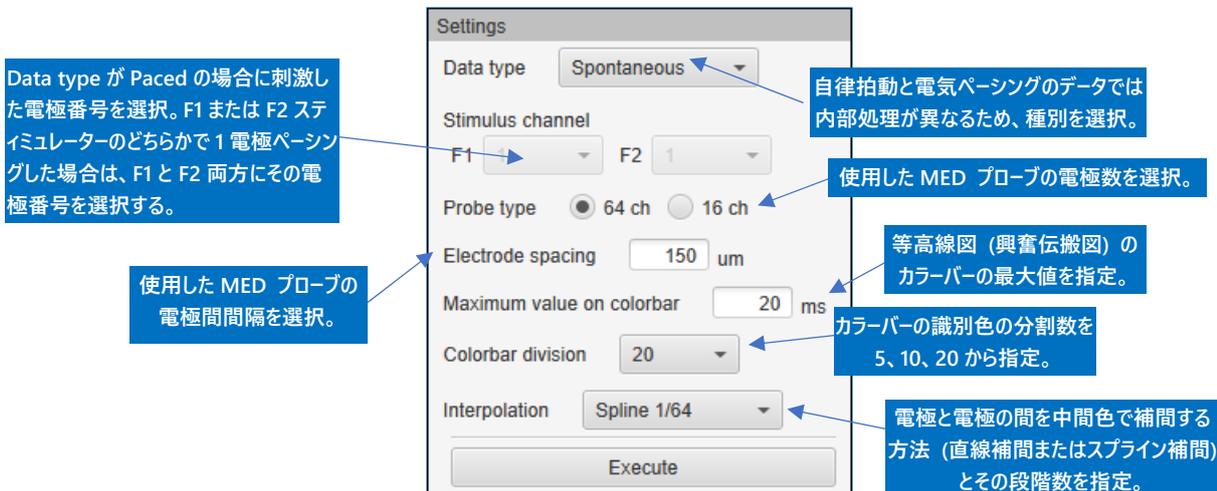
制御エリアの Settings パネル上で読み込むデータファイルを選択します。対応するデータファイルは自律拍動の場合はタイムスタンプファイル (csv 形式)、電気パージングの場合は Save Measures Data モジュールで出力した結果のファイル (csv 形式) です。また、どちらもトレース数が 1 のファイルでなければなりません (複数トレースのデータには対応していません)。Settings パネルの Data type 欄において指定した種類のデータファイルを読み込みます。



まずは解析するデータファイルを選択する。

## 2.2. 解析条件の設定と解析の実行

データファイル読み込み後、解析条件を設定します。



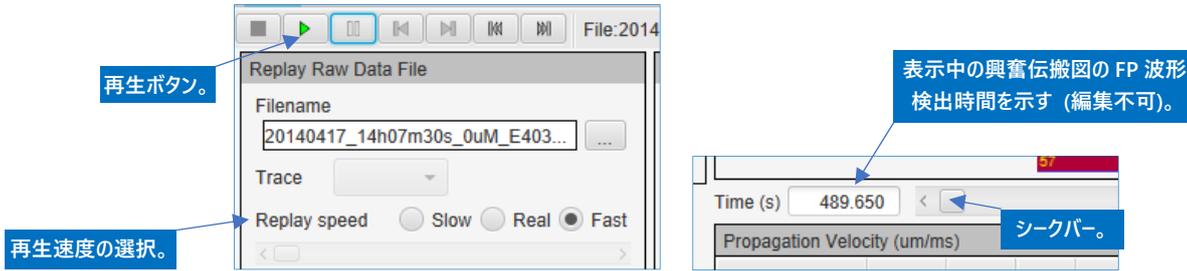
解析条件の設定後、Execute をクリックして興奮伝搬図の作成及び伝搬速度の算出を行います。結果の出力後、条件を変更して結果を出力する場合は、その都度 Execute をクリックして再処理します。

### Spontaneous 選択時の内部アルゴリズムについて

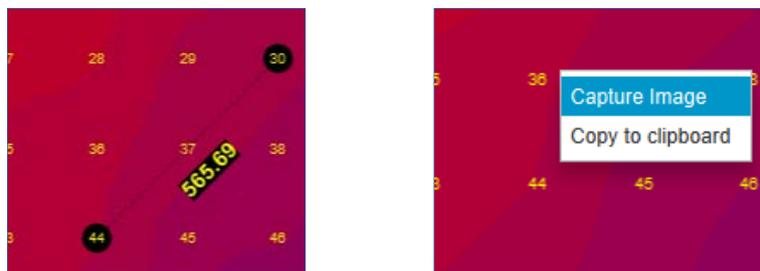
ファイル中に含まれるタイムスタンプを検索し、その数が最大で、なおかつ電極番号が小さい電極を選択します。その電極の 1 番目のタイムスタンプから 600~3000 ms 後の範囲で 2 番目のタイムスタンプを探索し、その後同様に次のタイムスタンプを探索して拍動タイミングの目安とします。それにより得られた目安となる 1 拍動ごとのタイムスタンプの前後 500 ms の範囲について、その他の電極においてもタイムスタンプを検索し、一番早いタイムスタンプ時刻の電極をもっとも早くに興奮を発生する電極 (ペースメーカー部位) とします。この処理を各拍動ごとに実行し、伝搬図を作成します。

### 2.3. Propagation Delay Map パネル

検出した 1 拍動ごとの興奮伝搬図を表示します。コマンドバーの再生ボタンをクリックすると、指定した再生速度で伝搬図を段階的に表示 (アニメーション表示) します。パネル下のシークバー操作によって、任意の時間の伝搬図にスキップすることも可能です。



伝搬図上の電極番号を 2 つクリックして選択すると、その電極間での伝搬速度を表示します (下図左)。



興奮伝搬図上の右クリックメニュー「Capture Image」を選択すると、表示中の画像をクリップボードに保存し、画像処理ソフトへの貼り付けが可能です (上図右)。

### 2.4. Propagation Velocity パネル

1 拍動ごとの伝搬速度を表示します。もっとも早くに興奮を発生した電極については伝搬速度を表示しません (「--」を表示します)。右クリックメニュー「Copy to clipboard」を選択することで、テーブル中の全数値を csv 形式でクリップボードに保存し、Excel 等の表計算ソフトへの貼り付けが可能です。

測度の電極平均と標準偏差。

Propagation Velocity (um/ms)							
Time	Ave	SD	ch1	ch2	ch3	ch4	ch5
489.650	186.30	55.76	--	142.86	150.00	163.64	157.8
1415.100	181.90	49.99	--	150.00	150.00	166.67	160.0
2343.800	170.50	96.02	--	150.00	146.34	163.64	153.8
3271.800	182.29	50.33	--	150.00	146.34	160.71	162.4
4200.000	179.95	48.97	--	136.36			
5132.650	174.81	98.31	--	142.86			
6063.750	175.33	99.27	--	157.89			
6998.150	173.61	97.45	--	142.86	146.34	157.89	157.8
7932.700	184.15	50.52	--	142.86	150.00	160.71	160.0

上から下へ 1、2、3... 拍目と並ぶ。

本例では ch1 がもっとも早くに興奮を発生。ch1 の 1st ピーク検出時間を基準に、その他電極との時間差を算出し、電極間距離を割って速度を算出 (um/ms)。

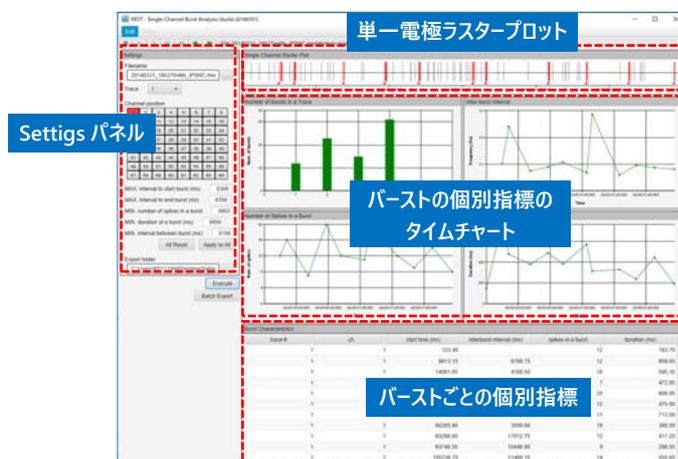
## Single Channel Burst Analysis

### 1. 概要

Single Channel Burst Analysis は、1 電極のチャート上において活動電位が一過性に連続して発生するバースト区間を検出し、その検出数やバースト幅、バースト間隔等の数値指標を算出するツールです。一般にバーストと言えば、1 つの信号源 (1 個の神経細胞、単一ユニット) の電位チャート上で該当区間を検出することが想定されますが、MEA では 1 電極の電位チャート上に複数の信号源の活動電位が重複して存在する場合があります。そのため、スパイク波形をその形状に基づいて個々の信号源へと分類 (クラスタリング) した後のバースト検出が、本来の意味でのバースト検出に近くなりますが、本ツール内ではクラスタリングまでは行いません。入力ファイルとして Mobius Spike Sorter パッケージに含まれるモジュールによってスパイク検出、出力した Mobius 固有のスパイクタイムスタンプファイルを必要とし、Max Interval method (Nextechnologies 社) アルゴリズムによるバースト検出を行います。

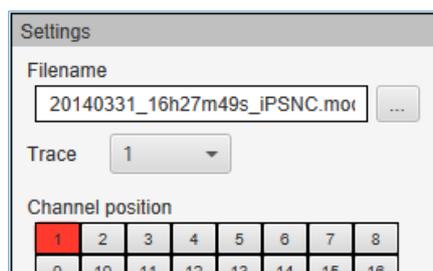
### 2. 操作手順

本ツールのウィンドウは①Settings パネル、②単一電極ラスタープロット、③バーストの個別指標のタイムチャート、④バーストごとの個別指標の 4 領域から構成されます。Settings パネル上で解析するデータファイルを読み込むと単一電極ラスタープロットにラスタを表示し、各種の解析条件を設定した後に Execute をクリックすることで、その他 2 領域にバースト検出の結果に基づく各種チャートを表示します。



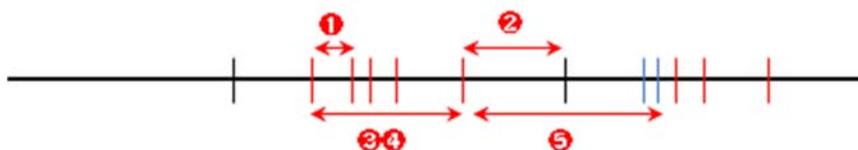
#### 2.1. データファイルの読み込み

Settings パネル上の Filename 欄右の...ボックスをクリックして、読み込むスパイクタイムスタンプファイルを選択します。ファイル選択後、単一電極ラスタープロットが自動的に表示されます。複数のトレースで構成されたスパイクタイムスタンプファイルの場合、Trace 欄で表示するトレースを変更します。



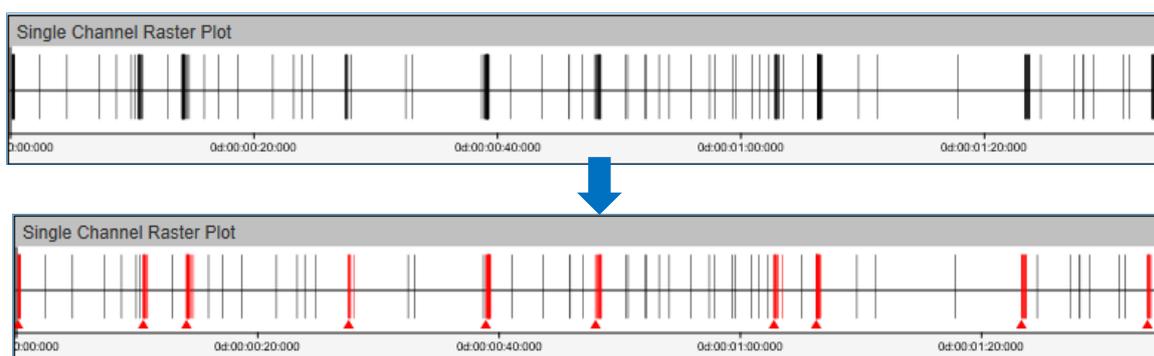
#### 2.2. 解析条件の設定と解析の実行

Max Interval method は以下の条件を満たす区間をバーストとして検出します。各条件に任意の数値を入力します。条件は電極ごとに指定可能です。Channel position で電極を指定し、条件を入力後、Apply to All によりその他の電極への同一条件の割り当てが可能です。All Reset をクリックすると初期設定の条件に戻ります。



- ① Max. interval to start burst: 連続するスパイクの間隔が設定値未満以下 (<) の先行スパイクをバースト (仮) 開始スパイクとし、
- ② Max. interval to end burst: その後連続するスパイクの間隔が設定値より長い (>) 先行スパイクをバースト (仮) 終了スパイクとする。
- ③ Min. # spikes in a burst: バースト (仮) 区間内のスパイク数が設定値以上 ( $\geq$ ) 存在し、
- ④ Min. duration of a burst: 開始点から終了点までの間隔が設定値以上 ( $\geq$ ) あれば、バーストと判定。
- ⑤ Min. interval between bursts: 連続するバーストの間隔 (先行バーストの終了スパイクから後続バーストの開始スパイク) は設定値以上 (<) とする (間隔内に含まれるスパイク列は、バースト検出の判定には用いられない)。

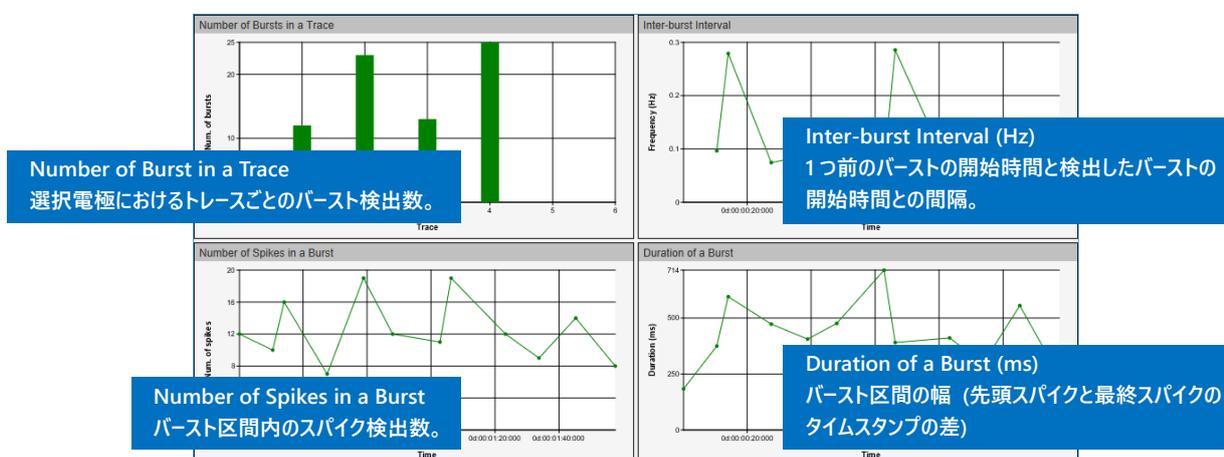
初期設定は全電極において①200、②350、③3、④50、⑤100です。テキストボックスをクリックして数値を編集します (背景色がピンクに変わります)。編集後に Enter キーを押すことで変更を反映します (背景色は白に戻ります)。条件指定後、Execute をクリックして結果を表示すると、単一電極ラスタプロット上のバースト区間が赤く強調表示されます。



上向き三角はバーストの開始スパイクを表す。

### 2.3. バーストの個別指標のタイムチャート

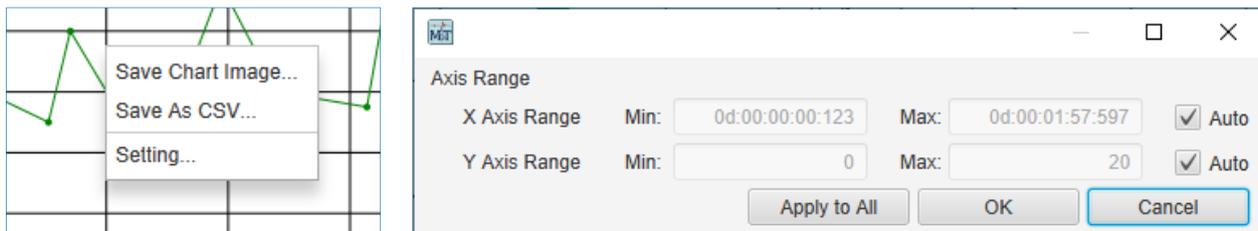
中央 4 つのチャートは以下の指標についてのタイムチャートを示します。



Inter-burst Interval はバースト間間隔を時間単位 (ms) ではなく、周波数単位 (Hz) で表記します。瞬時のバーストの開始時間を  $T_i$ 、1 つ前のバーストの開始時間を  $T_{i-1}$  とすると、

$$\text{Inter - burst Interval} = \frac{1000}{T_i - T_{i-1}}$$

で表されます。チャートの表示範囲を変更する場合は、右クリックメニュー「Settings...」を選び、編集ウィンドウを呼び出します。表示範囲はトレースごと、電極ごとに指定が可能です。表示範囲を編集後、全電極に共通の表示範囲とする場合は Apply to All をクリックします。この際、同一電極であっても、指定範囲は異なるトレース間では共通となりません (トレースごとに別途指定が必要です)。



「Save Chart Image...」を選ぶと、選択トレース、選択電極の表示中のチャートの画像を emf、bmp または png 形式のいずれかを選択してファイル出力します。「Save As CSV...」を選ぶと、選択トレース、選択電極のチャートの数値データを csv 形式でファイル出力します（表示範囲外の数値データも含まれます）。

## 2.4. バーストごとの個別指標

検出したバーストごと（1行ごと）に数値指標を下図のように示します。

Burst Characteristics					
① trace #	② ch	③ start time (ms)	④ interburst interval (ms)	⑤ spikes in a burst	⑥ duration (ms)
1	1	123.40		12	183.70
1	1	10498.35	10374.95	10	374.65
1	1	14081.65	3583.30	16	595.35
1	1	27525.10	13443.45	7	472.95
1	1	38898.00	11372.90	19	405.85
1	1	47999.65	9101.65	12	475.00

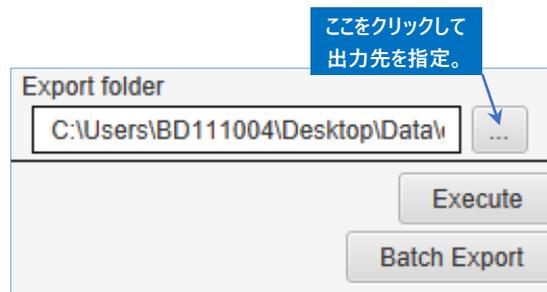
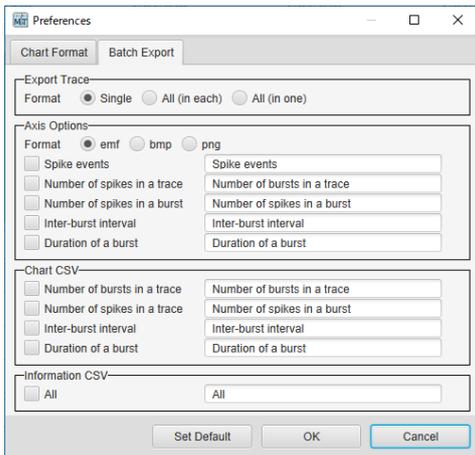
項目番号	名称	説明
1	trace #	トレース番号。
2	ch	バーストを検出した電極番号。
3	start time (ms)	バースト開始時間。
4	interburst interval (ms)	バースト間隔（1つ前のバーストの開始-現在のバーストの開始の差）。
5	spikes in a burst	バースト区間中のスパイク検出数。
6	duration (ms)	バースト幅（終了時間-開始時間の差）。

右クリックメニューより指定したセルの数値データのコピー（Copy Result）、及びテーブル全体の csv 形式でのファイル出力（Save Result...）が可能です。前者については、1つのセルを選択後、Shift キーを押しながら別のセルを選択することで、連続する複数範囲を選択できます。



## 2.5. 解析結果の一括出力

Settings パネル上 Export folder で出力先を指定し、Batch Export ボタンをクリックして一括出力します。出力する内容はファイルメニューの Edit から選択して呼び出す Preferences ウィンドウの Batch Export タブで指定します。



### Batch Export タブの設定項目について

**Export Trace:** 結果を出力するトレースを指定します。Single は表示中のトレースのみ、All (in each) は全てのトレースを個別ファイルに、All (in one) は1つのファイルに出力します。

**Chart Image:** 単一電極ラスタプロットと4つの個別指標のタイムチャートの画像を出力します。emf、bmp または png 形式から指定します。Export Trace で All (in one) を指定しても All (in each) 同様にトレースごとの個別出力になります。またテキストボックスに入力したテキストは、出力ファイル名の末尾に「読み込みファイル名+テキスト」の形式で追加されます (Chart CSV、Information CSV でも同様です)。

**Chart CSV:** 選択電極の4つの個別指標のタイムチャートの数値を出力します。表示中の範囲のみではなく、読み込んだデータファイル全長の区間の数値を出力します。

Ch1 Chart of	Duration of a burst		
Time(ms)	Duration of a burst		
123.4	183.7		
9913.15	959.85		
14081.65	595.35		
27525.1	472.95		
30694.8	609.05		
47999.65	475.9		
62785.3	713.5		
66285.9	390.5		
83298.65	411.2		
93748.55	296.55		
105236.7	555.65		
117596.9	240.75		
162227.05	575.15		
363594.45	515.1		
374565.55	672.2		
375749.3	357.05		
385861.15	584.95		
306076.7	672.25		
397375.55	789.05		

**Information CSV:** Burst Characteristics パネルのテーブルを csv 形式で出力します。

trace #	ch	start time (ms)	interburst int	spikes in a bu	duration (ms)
1	1	123.4		12	183.7
2	1	9913.15	9789.75	12	959.85
3	1	14081.65	4168.5	16	595.35
4	1	27525.1	13443.45	7	472.95
5	1	38694.8	11169.7	20	609.05
6	1	47999.65	9304.85	12	475.9
7	1	62785.3	14785.65	11	713.5
8	1	66285.9	3500.6	19	390.5
9	1	83298.65	17012.75	12	411.2
10	1	93748.55	10449.9	9	296.55

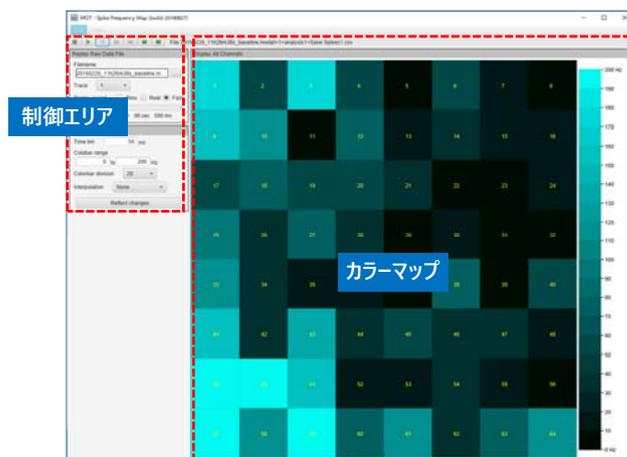
## Spike Frequency Map

### 1. 概要

Spike Frequency Map は Mobius で検出、出力したスパイクタイムスタンプファイルを入力として、任意に指定した時間窓で電極ごとにスパイク検出率 (spikes/s) を求め、その値をカラーマップ表示するツールです。

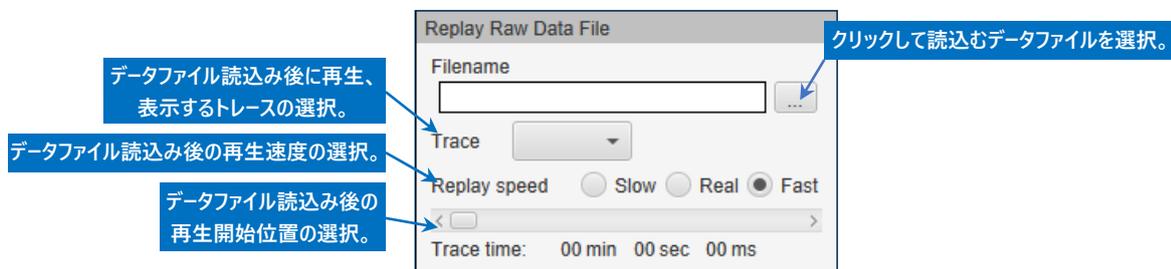
### 2. 操作手順

本ツールのウィンドウは、向かって左の制御エリアと右のカラーマップに分かれます。制御エリアには読み込むデータファイルを選択する Replay Raw Data パネルとカラーマップ表示の条件を指定する Settings パネルが存在します。



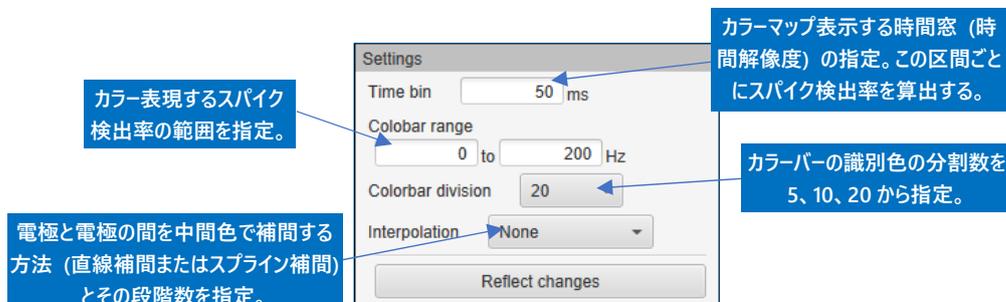
#### 2.1. データファイルの読み込み

制御エリアの Replay Raw Data パネル上で読み込むデータファイルを選択します。スパイクタイムスタンプファイルのみに対応しています。



#### 2.2. Settings タブ

データファイル読み込み後 (プログレスウィンドウが消えた後)、カラーマップ表現の条件を指定します。

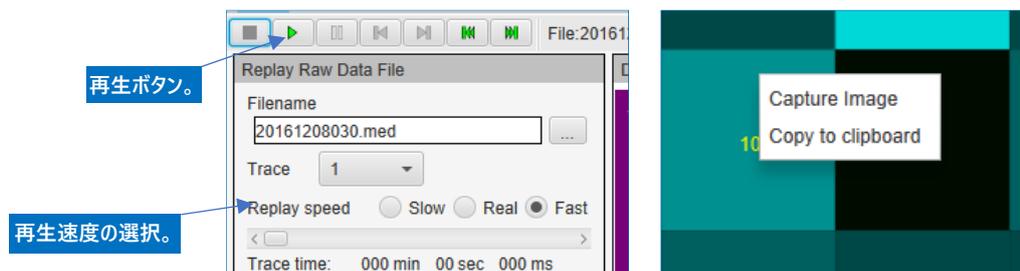


条件設定後、Execute をクリックしてカラーマップを作成します。条件を変更して結果を出力する場合は、その都度 Execute をクリックして再処理します。

#### 2.3. Spike Frequency Color Map パネル

Settings パネルで設定した条件でのカラーマップを表示します。コマンドバーの再生ボタンをクリックすると、指定した再生速度でスパイク検出率のカラ

ーマップを連続表示 (アニメーション表示) します。右クリックメニュー「Capture Image」により、瞬時のカラーマップをクリップボードに保存し、画像処理ソフトへの貼り付けが可能です。「Copy to clipboard」を選択すると、瞬時のスパイク検出率をクリップボードに保存し、Excel 等の表計算ソフトへの貼り付けが可能です。



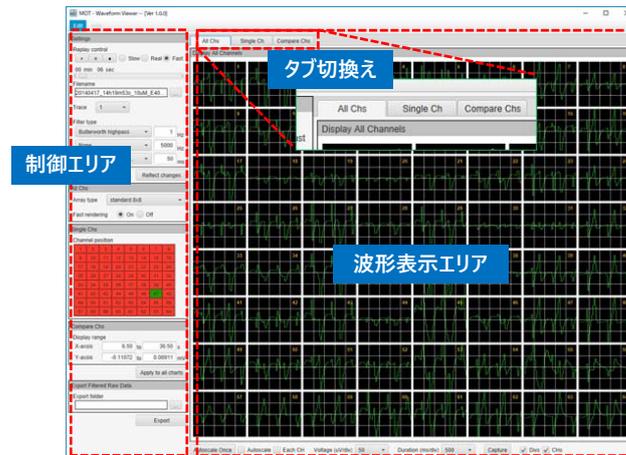
## Waveform Viewer

### 1. 概要

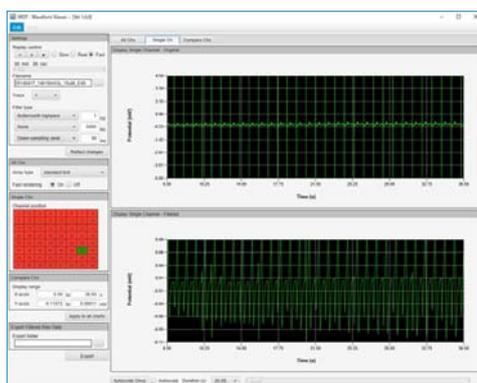
Waveform Viewer は生データの波形表示に特化したツールです。Mobius では制限のある長時間のデータ区間表示を可能にし、フィルター処理やファイル変換出力機能も備えています。また生波形の典型例を作図する際の利便性にも考慮しており、表示区間中の数値データのテキスト出力や、任意の電極の波形比較表示も可能です。

### 2. 操作手順

本ツールのウィンドウは、向かって左の制御エリアと右の波形表示エリアに分かれており、波形表示エリアは 3 つのタブウィンドウで構成されます。制御エリアは各タブで共通です。波形表示エリアの All Chs タブは 64 電極画面で波形を再生描画し、Single Ch タブでは任意に選択した 1 電極のフィルター処理適用前後の波形を表示します。前者はメモリの都合で時間軸の表示範囲に最大 5000 ms/div (1 電極では画面左端から右端までで 2.5 s) の制限がありますが、後者は読込んだデータファイルの全長を表示します。Compare Chs タブでは Single Ch タブで選択した電極について、指定区間を 1×n 電極画面で比較表示します。



All Chs タブ。



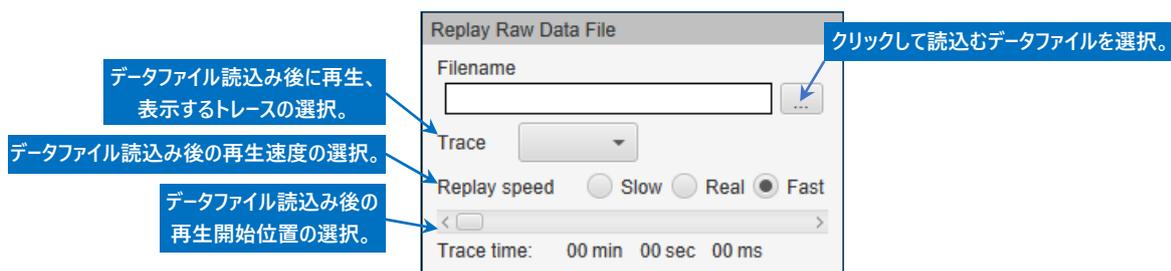
Single Ch タブ。



Compare Chs タブ。

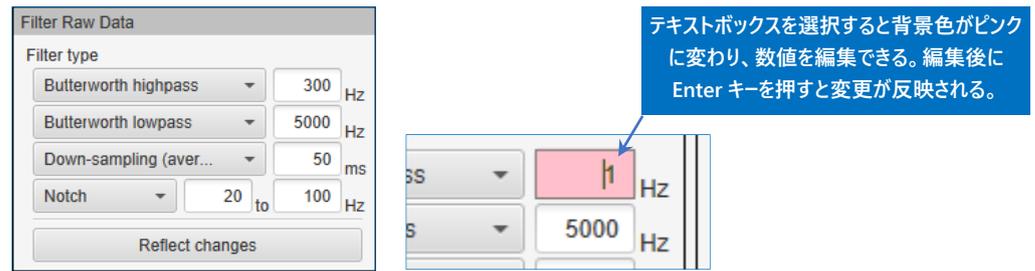
#### 2.1. データファイルの読み込み

制御エリアの Replay Raw Data パネル上で読み込むデータファイルを選択します。データファイルは modat 形式または med 形式 (Conductor ファイル) に対応しています。



制御エリアの Replay Raw Data パネル。

この際、予めフィルターを設定しておけば、ファイル読み込み処理後にフィルター処理を行います。適用するフィルターの数だけ出現するプログレスウィンドウの数は増え、処理に時間を必要とします。適用するフィルター処理はデータファイル読み込み後も変更可能で、変更後に Reflect changes ボタンをクリックします。



制御エリアの Filter Raw Data パネル。

### Down-sampling について

Down-sampling (average)、Down-sampling (median):

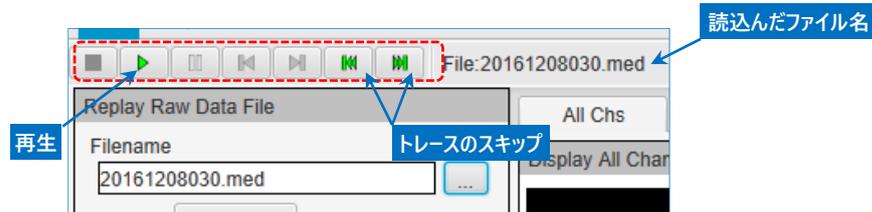
指定した時間窓ごとに X 軸を区切り、各区間で平均値または中央値を算出してその区間のデータ点とします。例えば「50 ms」と入力した場合、未加工の modat ファイルは 0.05 ms ごとの離散値データのため、 $50 / 0.05 = 1000$  分の 1 (20 kHz → 20 Hz) のダウンサンプリングとなります。

Down-sampling:

指定したデータ点 (modat ファイルの場合、「50」と入力すれば 2.5 ms) ごとに X 軸を時間窓で区切り、その中心時間 (50 の場合は 25 点目) のデータをその区間のデータ点として置き換えます。未加工の modat ファイルでは  $20000 / 50 = 400$  Hz のダウンサンプリングとなります。

## 2.2. All Chs タブ

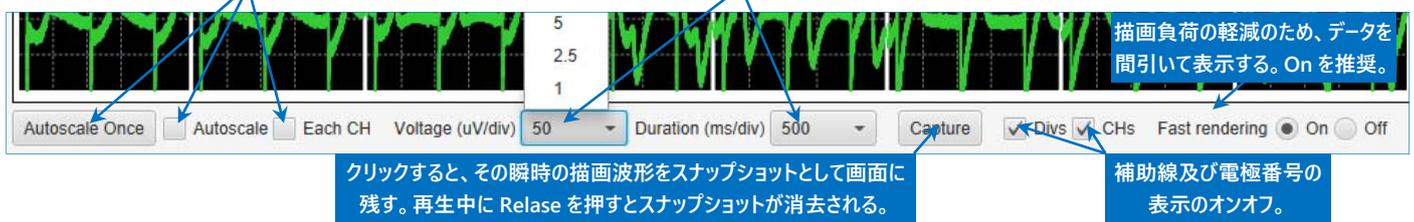
データファイル読み込み後 (プログレスウィンドウが消えた後)、制御エリア上方のツールバーにより、All Chs タブ上でデータを再生描画します。フィルター処理を適用した場合は、適用後の波形を再生描画します。また All Chs タブ下方には再生描画に関わる各種設定を行うツールバーが存在します。



制御エリア上方のツールバー。

クリックすると、その瞬時の再生データのうち、振幅が最大の電極のデータに合わせて全電極の縦軸を自動的に範囲設定する。Autoscale にチェックを入れると再生中に随時自動設定され、Each CH にチェックを入れると電極ごとにその振幅に合わせて縦軸を自動設定する。

補助線で区切られた 1 区画の Y 軸 (Voltage)、X 軸 (Duration) の表示範囲を指定する。2500、5000 ms/div では再生時の波形描画に大きな負荷がかかるため、メモリの割当てを増やす

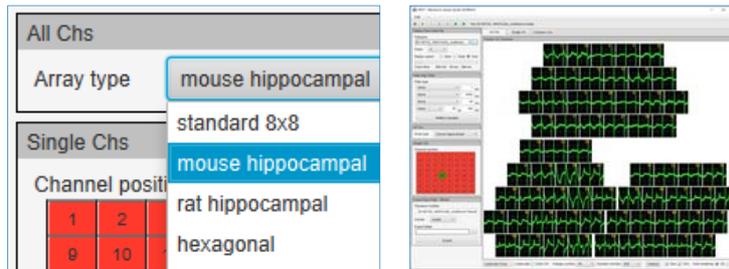


All Chs タブの波形表示エリア下方にあるツールバー。

### Fast rendering について

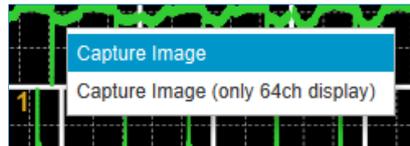
X 軸を 20 pts ごとに区切り、区間 SD を算出して 0.01 未満の場合に区間平均値のデータ点を 9 pts 目にプロットし、他の点はデータをプロットしない処理によって描画負荷を軽減します。

マウス海馬配列やヘキサゴナル配列、MED マルチウェル・プローブ等の特殊配列の MED プローブで得られたデータファイルの場合、制御エリアの All Chs パネルで配列タイプを選択すると、再生時に 64 電極画面が指定した配列に変化して表示されます。



All Chs パネルでの配列タイプの選択。再生時に表示が切り替わる。

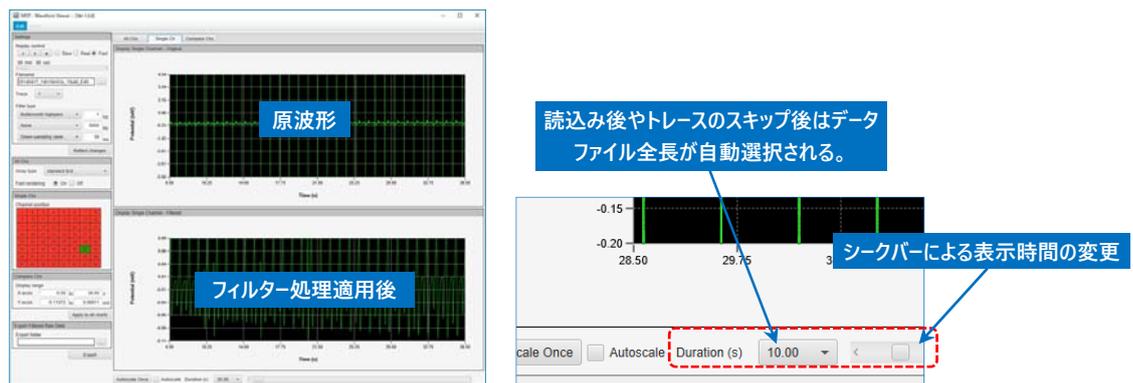
All Chs タブ上で右クリックすると、64 電極画面の画像を保存する右クリックメニューが現れます。Capture Image (only 64ch display) では 64 電極画面のみを保存し、Capture Image ではさらにウィンドウ下方のツールバーまで保存します。X 軸、Y 軸の情報が必要な場合には後者での保存が便利です。



All Chs タブの右クリックメニュー。

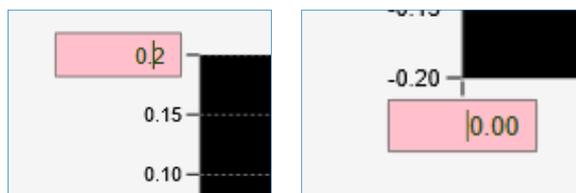
### 2.3. Single Ch タブ

データファイル読み込み後に制御エリアの Single Chs パネルで電極番号をクリックして、該当する電極のデータファイル全長の波形を表示します。

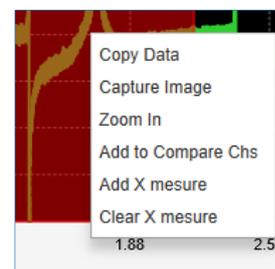


Single Ch タブの波形表示エリア下方にあるシークバー (右)。

表示範囲はツールバーの Duration (s) で X 軸を指定する以外にも、数値軸の最大値または最小値をクリックして直接編集して変更します。また、チャート上で右クリックすると右クリックメニューが現れますが、事前にドラッグ&ドロップで範囲指定すると Zoom in が加わり、X 軸指定範囲の拡大表示が可能です。その後 Zoom ou を選択すると、Zoom in 前の表示に戻ります。



数値軸をクリックして編集後、Enter キーを押す。



Single Ch タブの右クリックメニュー。

#### その他の右クリックメニュー

Copy Data: 表示区間の数値データをクリップボードに保存します。Excel 等の表計算ソフトへの貼り付けが可能です。

Capture Image: チャートパネルを画像としてクリップボードに保存します。ペイント等の画像処理ソフトへの貼り付けが可能です。

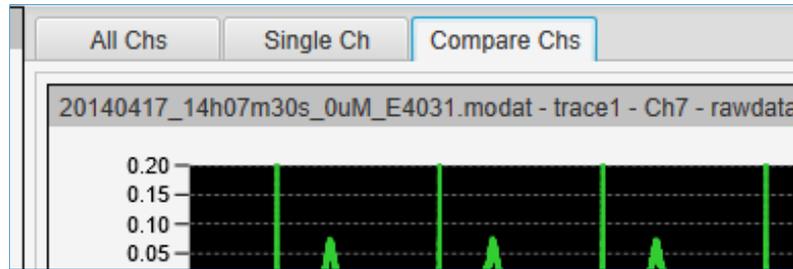
Add to Compare Chs: Compare Chs タブに表示するチャートとして選択します。

Add X measure: チャート上に X 軸の時間情報を示すカーソルを表示します。カーソル位置の数値をドラッグ&ドロップしてカーソルを動かします。

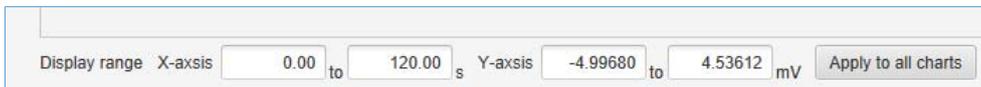
Clear X measure: 表示したカーソルを消去します。

### 2.4. Compare Chs タブ

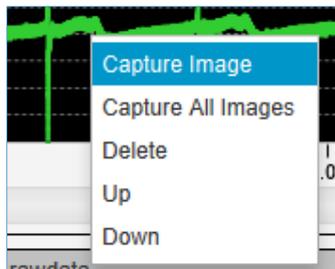
Single Ch タブの右クリックメニュー「Add to Compare Chs」で選択したチャートを比較表示するタブです。データファイルを変更しても追加したチャートは残るため、異なるデータファイル間での比較も可能です。タブに追加したデータの情報（ファイル名-トレース番号-電極番号-フィルター処理の有無）はパネル上部に表示されます。



チャートごとの個別の軸変更は行えず、タブ下方のツールバーでの一括変更のみ可能です。

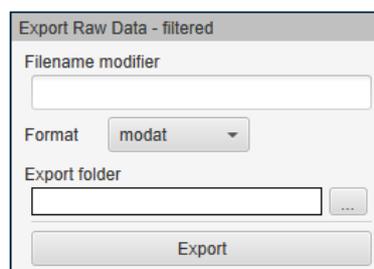


右クリックメニューより、画像保存やタブからのチャート削除、チャート位置の変更が可能です。



### 2.5. ファイル出力

フィルター処理を行った波形は modat 形式（64chs）または csv 形式でのファイル出力が可能です。出力先フォルダーを指定した後に Export をクリックすることで、ファイル出力を実行します。



本書は予告なく変更される場合があります。本書の一部または全てを著作権者であるアルファメッドサイエンティフィック株式会社の許可なしに複製、転載することを禁止します。本書の作成にあたっては細心の注意を払っておりますが、本書の記述にいかなる誤りや欠落があろうとも、またそれらの誤記や本書内で紹介するプログラムやソースコードによりいかなる損害が生じようとも、執筆者はいかなる責任も負わないものとします。いかなる場合でも、本書により直接的または間接的に生じた損害に対して、発行者および執筆者は責任を負いません。

© 2019 アルファメッドサイエンティフィック株式会社 ★不許複製・禁無断転載

Version: 190829

■ 企画・製造

アルファメッドサイエンティフィック株式会社

〒567-0085 大阪府茨木市彩都あさぎ 7 丁目 7-15 彩都バイオインキュベータ 209 号

TEL: 072-648-7973 FAX: 072-648-7974

E-mail: info@amedsci.com Web: <https://alphamedsci.com>

■ 販売

株式会社 SCREEN ホールディングス ライフサイエンス事業室 細胞関連機材営業課

〒612-8486 京都市伏見区羽東師古川町 322

TEL : 075-931-7824 FAX : 075-931-7826