

心電図・脈波や呼吸の解析

3-3) LF/HFを算出する

心電図や脈波から特定の周波数(HF成分やLF成分と呼ばれる周期的な変動成分)を算出します。
一般的に、LF成分とHF成分を抽出するには100心拍前後のデータが必要とされています。

<操作の流れ>

- ↓ ①心電図または脈波の生波形を表示する。
- ↓ ②解析する区間を選択する。
- ↓ ③心拍の揺らぎを除去する。
- ↓ ④R波または、脈波のPeakを検出する。

⑤LF/HFを算出する

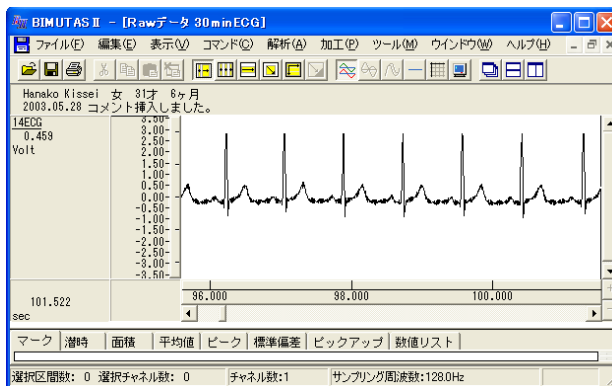
#1) 平均振幅を用いる方法

1. 周波数解析を行う。
 ☆周波数成分を時系列的に抽出する場合
 ☆任意区間の周波数成分を算出する場合
2. LFとHFを求める。
3. タブ領域内のLFとHFをコピーし、表計算ソフトへ貼り付け、LF/HFを算出する。

#2) 含有量を用いる方法

1. 周波数解析を行う。
 ☆周波数成分を時系列的に抽出する場合
 ☆任意区間の周波数成分を算出する場合
2. LFとHFを求める。
3. タブ領域内のLFとHFをコピーし、表計算ソフトへ貼り付け、LF/HFを算出する。

①心電図または脈波の生波形を表示する。



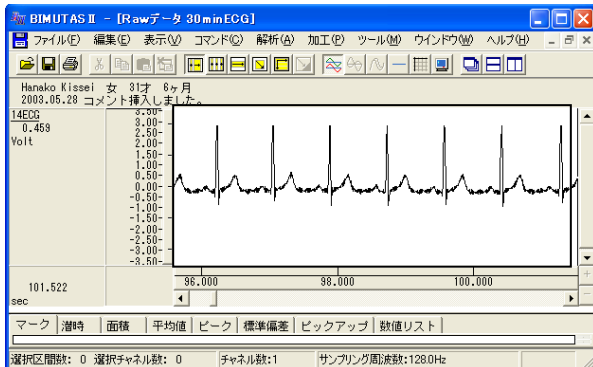
②解析する区間を選択する。

ツールバーの選択範囲モードを選び、選択範囲を設定します。

例:チャンネル全体を選択範囲とする場合、ツールバーで「チャンネルの全範囲」ボタンを押します。

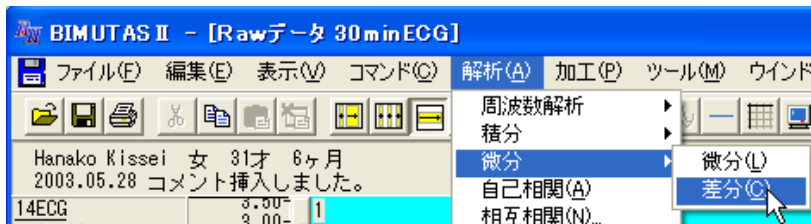


波形上でクリックすると、そのチャンネル全体が選択されます。

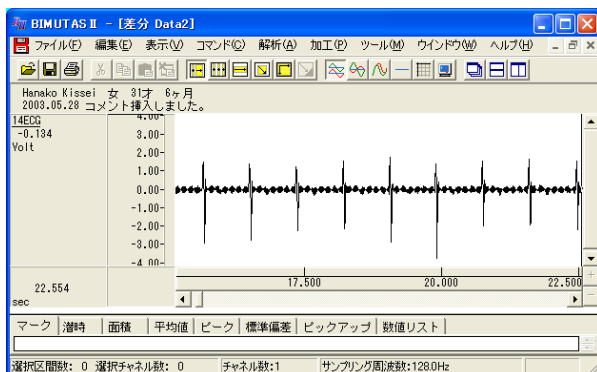


③心拍の揺らぎを除去する。

「解析」メニューの「微分」から「差分」を選択します。



新しいウィンドウに微分された波形が表示されます。元の波形とは異なりますが、ピーク間隔は元の波形と同じです。



注:心拍の揺らぎの除去

この処理は心拍波形にゆらぎがある場合に行ってください。
ゆらぎがなく、④項のピーク検索を用いて R 波または Peak を拾ってくることは、必要ありません。

④R 波または、脈波の Peak を検出する。

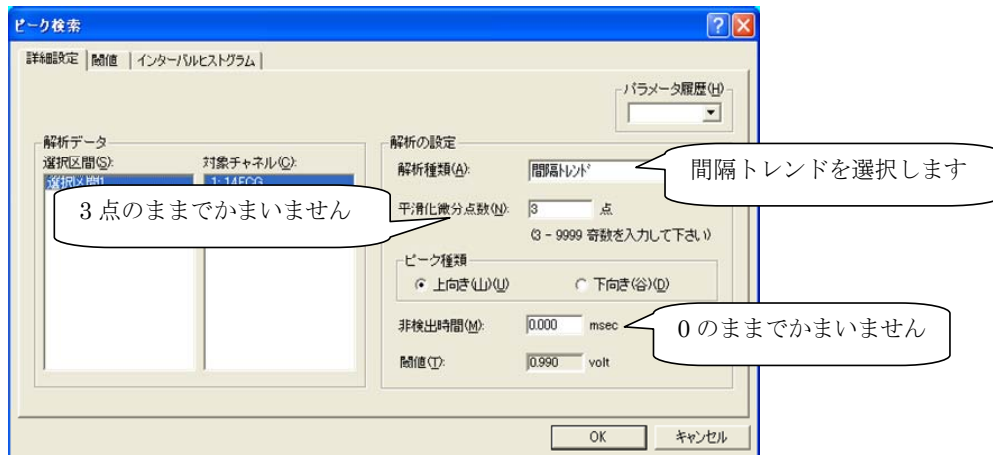
ツールバーの「全範囲を選択します。」ボタンを押します。



「解析」メニューの「ピーク検索」を選択します。



「ピーク検索」ダイアログの「詳細設定」タブをクリックし前面に表示させ、以下の様に設定します。

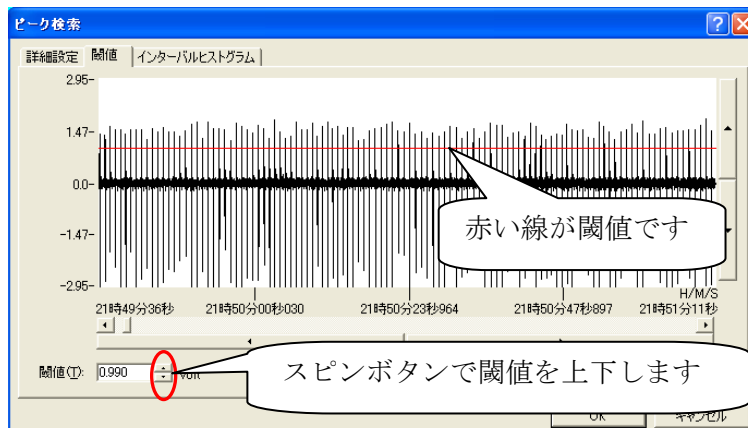


解析種類： ”間隔トレンド”を必ず選択してください。

間隔トレンドは、R-R 間隔の時系列変化を示すものです。

間隔トレンドのデータがどのようにして作成されるかについては、BIMUTASII のヘルプ「解析」-「ピーク検索」-「間隔トレンド」内の模式図を御覧ください。

「ピーク検索」ダイアログの「閾値」タブをクリックし前面に表示させ、ピークが赤線を越える様に設定します。

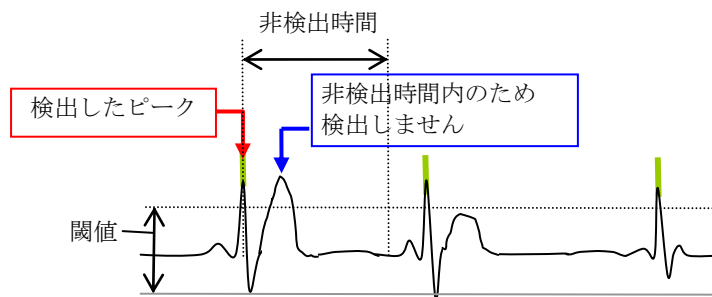


注: R 波のみを正しく拾ってきているか確認するには

「詳細設定」タブの「解析種類」から「間隔テキスト」を選択してください。
 ただし、「間隔トレンド」の結果からは、次項⑤～を行うことができません。「間隔テキスト」で R 波を正しく拾ったことを確認したら、もう一度同じ条件で「間隔トレンド」結果を表示させてください。

対処法 1: T 波が R 波と同じくらい大きく、R 波のみを拾えない。

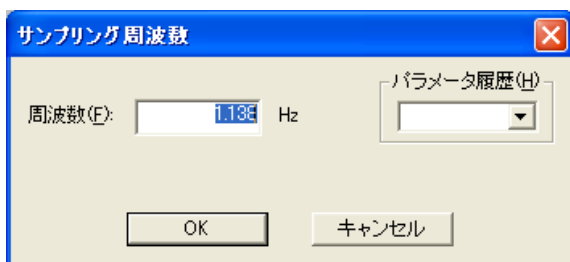
③項を行っていない場合は、「微分」の「差分」を行ってください。
 それでも正しく拾えない場合は、「ピーク検索」ダイアログの「詳細設定」タブにて、「非検出時間」を[400~600msec]に設定します。



対処法 2: 脈波のピークがはっきりしないため、波形の山にピークが集まり、多く検出されてしまう。

「ピーク検索」ダイアログの「詳細設定」タブにて、「平滑化微分点数」を大きく設定します。
 詳しくは、「その他 4-3) 平滑化微分点数と移動平均」を御覧下さい。

「OK」ボタンを押すと、以下の「サンプリング周波数」ダイアログが表示されます。



RR 間隔の平均値を周波数に換算したものが、デフォルトで表示されます。次項「周波数解析を行う」のために、一定の数値を入力する必要があります。

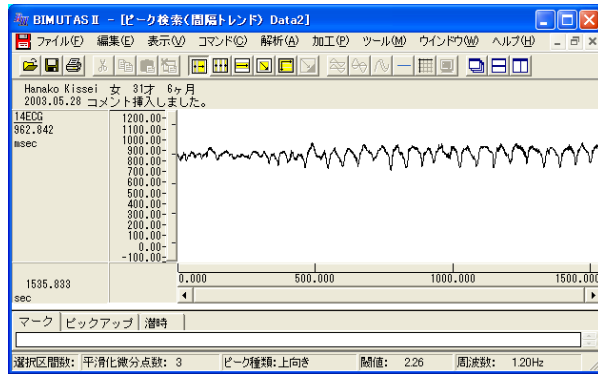
ヒトの心電図では、一般的に「ヒト安静時における RR 間隔の平均的な値である 1.2Hz ほど」～「ヒト運動時における 2.5Hz ほど」の間を入力することが多いです。

注: サンプリング周波数の設定方法

複数の被験者データに対して一つ一つを解析すると、最後に現れるサンプリング周波数は必ず違う値が表示されます(理由: 被験者ごとに平均 RR 間隔が異なるため)。FFT を行う際に FFT ポイント数を揃えても、FFT を行う範囲(分析時間)が被験者毎に異なってしまい、データを比較できなくなってしまいます。

最終的に LF/HF を被験者毎または異なる事象毎に比較するには、「サンプリング周波数」ダイアログに一定の値を入力する必要があります。

「サンプリング周波数」ダイアログにて「OK」ボタンを押すと、新しいウィンドウに RR 間隔トレンドが表示されます。



#1) 平均振幅を用いる方法

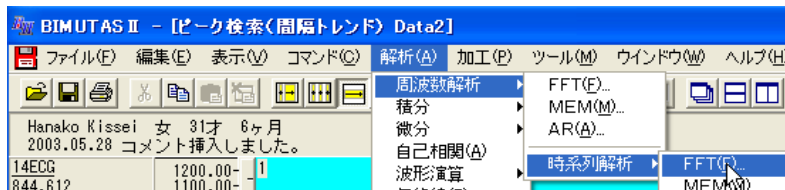
1. 周波数解析を行う。

全体を選択区間として設定するため、ツールバーの「全範囲を選択します。」ボタンを押します。

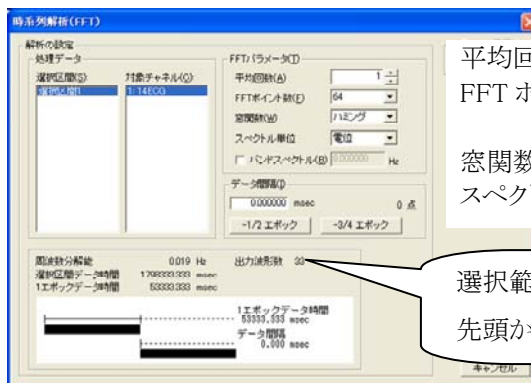


☆周波数成分を時系列的に抽出する場合

「解析」メニューの「周波数解析」-「時系列解析」から「FFT」を選択します。



「時系列解析(FFT)」ダイアログの設定を行います。



平均回数: 1 回に設定します。
 FFT ポイント数: データ長に合わせて設定します。
 下の囲みをご覧ください。
 窓関数: ハミングまたはハニングが一般的です。
 スペクトル単位: 電位

選択範囲時間約 30min の内、
 先頭から約 53sec 毎に FFT されます。

注: 平均回数と FFT ポイント数の設定方法

心電図の場合、平均回数は 1 回になるように設定します。

人の心拍を解析する場合、R 波はだいたい 60 回/1min です。つまり、1 分間のデータであれば、R 波データが 60 点分あることとなります。2 分間のデータであれば、R 波データは $60 \times 2 = 120$ 点あります。

一方、FFT ポイント数は数学的に 2 のべき乗を取らざるを得ません。すなわち、64, 128, 256, 512, 1024・・・を設定することになります。
 そこで、FFT ポイント数には、1 エポックデータ時間が 0min~1min では 64 点、1min~2min は 128 点、2min~4min は 256 点、4min~8min では 512 点、8min~17min なら 1024 点を入力するのが一般的です。

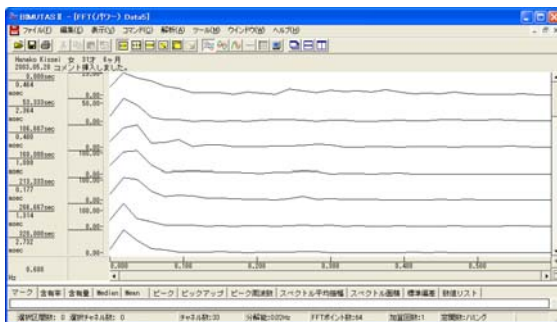
詳しくは、「4-1) FFT ポイント数とサンプリング周波数」
 「4-2) FFT ポイント数と平均回数」を御覧下さい。

注:分析時間を、区切り良く設定する方法

FFT ポイント数は 2 のべき乗である必要があるため、「1 エポックデータ時間」を区切りの良い時間にできない場合があります。
 ダイアログ上の「データ間隔」に端数を代入して下さい。ただし「データ間隔」は FFT 解析範囲に含まれません。

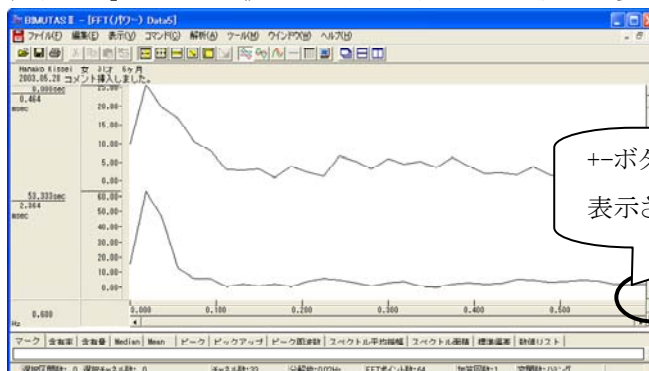
例: 180000msec(3min)毎に分析したい。しかし、「1 エポックデータ時間」は 176000msec が限界である。
 ↓
 “データ間隔”に 4000msec (=180000msec-176000msec) を代入して下さい。

FFT 結果が新しいウィンドウに表示されます。



注:1つ1つの FFT 結果を確認する場合

右下の「-」ボタンを連続してクリック→表示される波形が少なくなります。
 右下の「+」ボタンを連続してクリック→表示される波形が多くなります。



LF, HF を算出する前に、全ての波形を表示して下さい。表示されていない波形については、解析が行われません。

☆任意区間の周波数成分を算出する場合

「解析」メニューの「周波数解析」から「FFT」を選択します。



「FFT」ダイアログの設定を行います。



区間の指定方法: 平均回数を1回
窓関数: ハミングまたはハニングが一般的です。
スペクトル単位: 電位

注:FFT ポイント数の設定方法

心電図の場合、一般的に平均回数 1 回に設定します。

人の心拍を解析する場合、R 波はだいたい 60 回/1min です。つまり、1分間のデータであれば、R 波データが 60 点分あります。2 分間のデータであれば、R波データは 60 x 2 = 120 点あります。一方、FFT ポイント数は数学的に 2 のべき乗を取らざるを得ません。すなわち、64, 128, 256, 512, 1024・・・を設定することになります。

そこで、FFT ポイント数には、1 エポックデータ時間が 0min~1min では 64 点、1min~2min は 128 点、2min~4min は 256 点、4min~8min では 512 点、8min~17min なら 1024 点を入力するのが一般的です。

FFT ポイント数 < 全データ点数の場合:

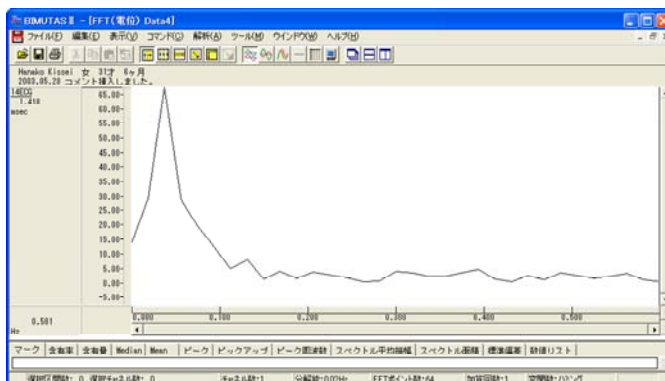
データ先頭から FFT ポイント数分のデータが FFT 解析に使用されるため、データ後半は FFT 結果に反映されません。

FFT ポイント数 > 全データ点数の場合:

FFT するために足りないデータは、自動的に 0 で埋められます。

詳しくは、「4-2) FFT ポイント数とサンプリング周波数」を御覧下さい。

FFT 結果が新しいウィンドウに表示されます。

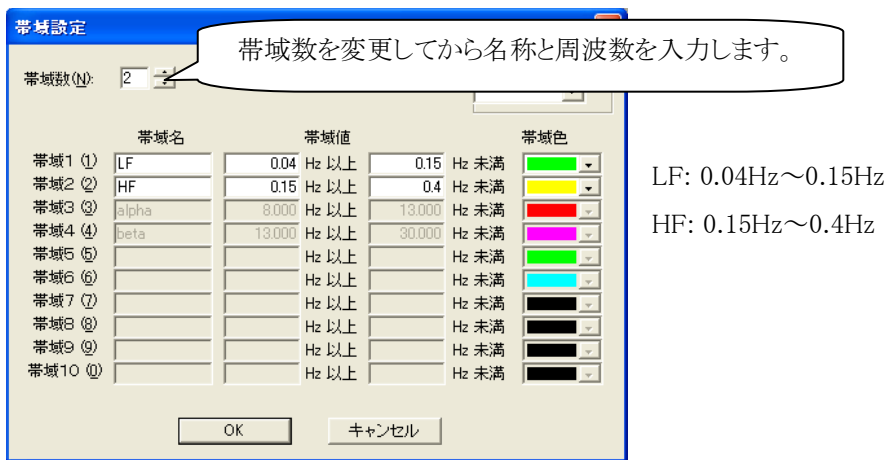


2. LF と HF を求める。

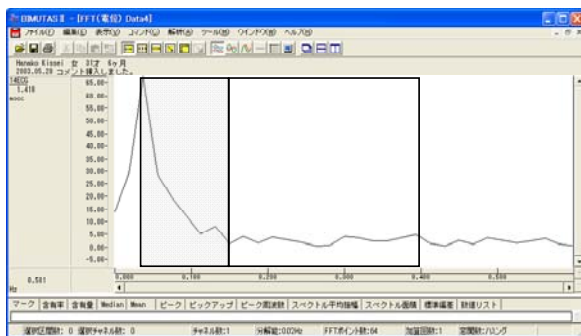
「コマンド」メニューの「帯域設定」を選択します。



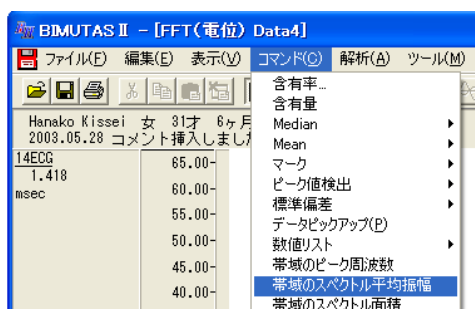
LF と HF 帯域名称と、周波数を入力し「OK」ボタンを押します。



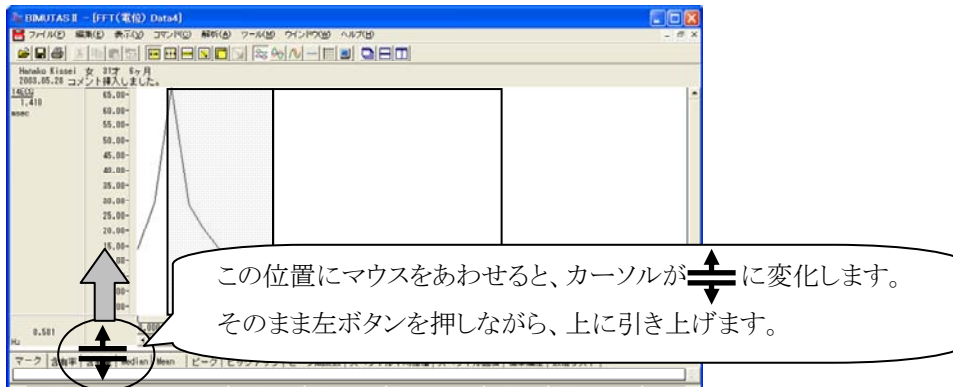
「表示」メニューの「帯域塗り分け」を選択すると、帯域毎に波形が分けられます。



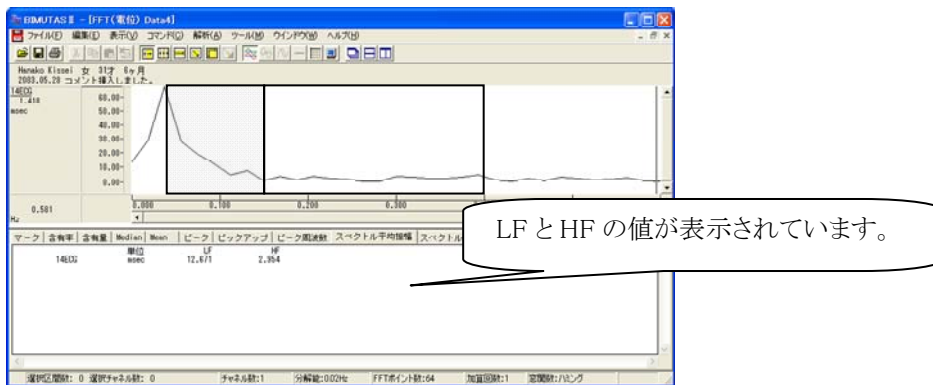
「コマンド」メニューの「帯域のスペクトル平均振幅」を選択する。



LF と HF の値がタブ領域に表示されます。

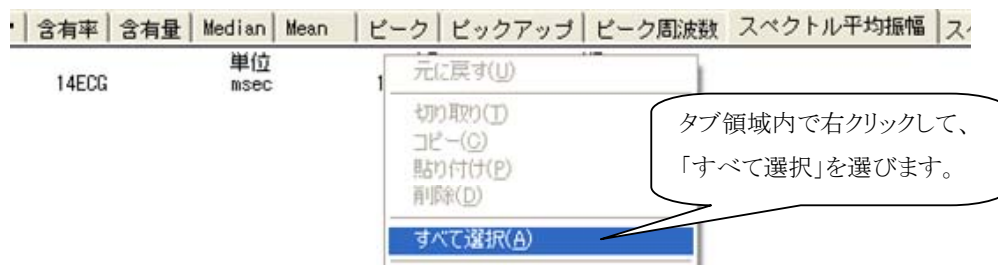


タブ領域が広げられ、LF と HF が計測されていることがわかります。

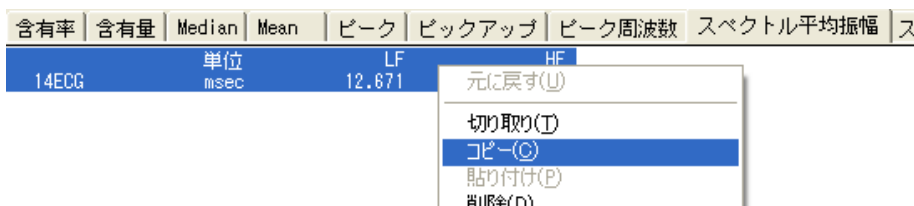


3. タブ領域内の LF と HF をコピーし、表計算ソフトへ貼り付け、LF/HF を算出する。

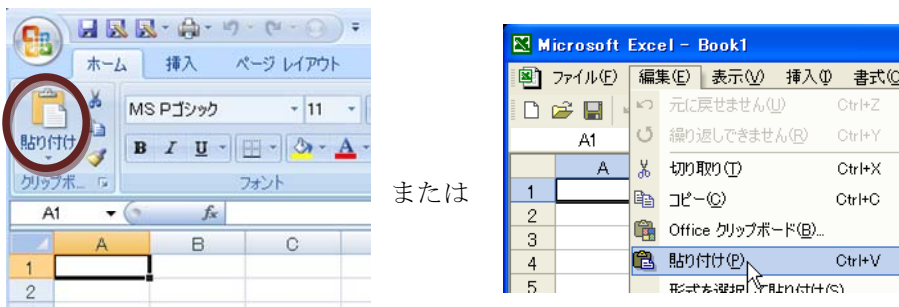
タブ領域内で右クリックして、「すべて選択」を選びます。



タブ領域内が選択された(色反転している)ことを確認した後で、再びタブ領域内で右クリックして、「コピー」を選びます。



表計算ソフト(例:Excel)を起動し、「貼り付け」メニューまたはボタンを選びます。



LF と HF が表計算ソフトに表示されました。表計算ソフト上で、LF/HF を算出します。

	A	B	C	D	E	F	G
1		単位	LF	HF		LF/HF	
2	14ECG	msec	12.671	2.954		4.289	
3							

以上の方法は、書籍「人体計測ハンドブック」(産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門 編・朝倉書店・2003年)を参考にしております。

#2)含有量を用いる方法

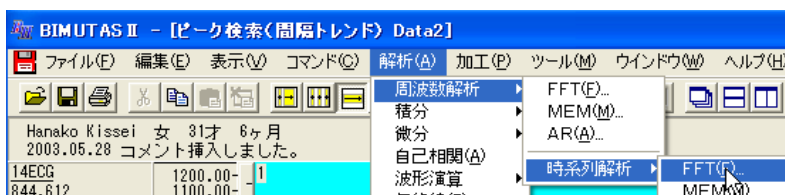
1. 周波数解析を行う。

全体を選択区間として設定するため、ツールバーの「全範囲を選択します。」ボタンを押します。

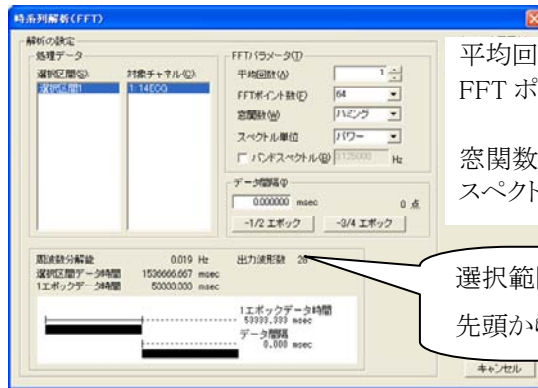


☆周波数成分を時系列的に抽出する場合

「解析」メニューの「周波数解析」-「時系列解析」から「FFT」を選択します。



「時系列解析 (FFT)」ダイアログの設定を行います。



平均回数: 1 回に設定します。
 FFT ポイント数: データ長に合わせて設定します。
 下の囲みをご覧ください。
 窓関数: ハミングまたはハンギングが一般的です。
 スペクトル単位: パワー

選択範囲時間約 25min の内、
 先頭から約 53sec 毎に FFT されます。

注: 平均回数と FFT ポイント数の設定方法

心電図の場合、平均回数は 1 回になるように設定します。

人の心拍を解析する場合、R 波はだいたい 60 回/1min です。つまり、1 分間のデータであれば、R 波データが 60 点分あることになります。2 分間のデータであれば、R 波データは $60 \times 2 = 120$ 点あります。

一方、FFT ポイント数は数学的に 2 のべき乗を取らざるを得ません。すなわち、64, 128, 256, 512, 1024... を設定することになります。

そこで、FFT ポイント数には、1 エポックデータ時間が 0min~1min では 64 点、1min~2min は 128 点、2min~4min は 256 点、4min~8min では 512 点、8min~17min なら 1024 点を入力するのが一般的です。

詳しくは、「4-1) FFT ポイント数とサンプリング周波数」
 「4-2) FFT ポイント数と平均回数の関係」を御覧下さい。

注: 分析時間を、区切り良く設定する方法

FFT ポイント数は 2 のべき乗である必要があるため、「1 エポックデータ時間」を区切りの良い時間にできない場合があります。

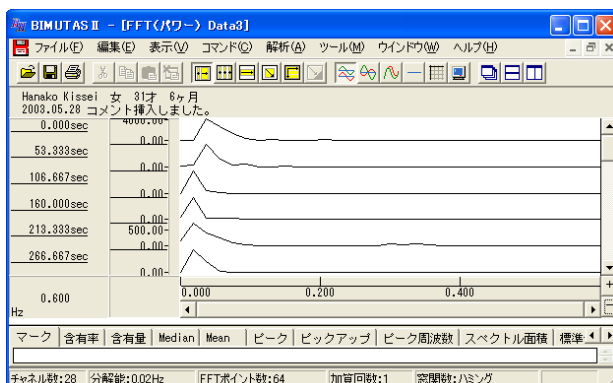
ダイアログ上の「データ間隔」に端数を代入して下さい。ただし「データ間隔」は FFT 解析範囲に含まれません。

例: 180000msec(3min)毎に分析したい。しかし、「1 エポックデータ時間」は 176000msec が限界である。

↓

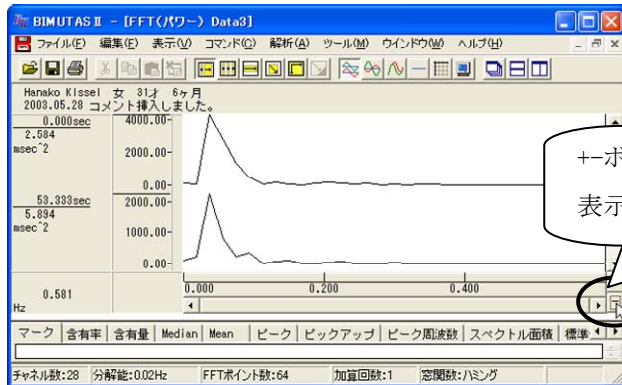
“データ間隔”に 4000msec (=180000msec-176000msec) を代入して下さい。

FFT 結果が新しいウィンドウに表示されます。



注:1つ1つの FFT 結果を確認する場合

右下の「-」ボタンを連続してクリック→表示される波形が少なくなります。
 右下の「+」ボタンを連続してクリック→表示される波形が多くなります。



+-ボタンのクリックで
表示される波形の数を変更します。

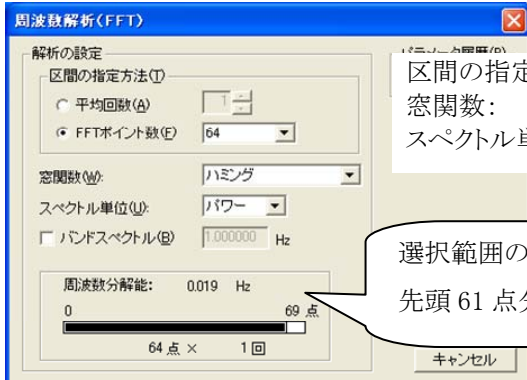
LF, HF 算出を行う前に、全ての波形を表示して下さい。表示されていない波形については、解析が行われません。

☆任意区間の周波数成分を算出する場合

「解析」メニューの「周波数解析」から「FFT」を選択します。



「FFT」ダイアログの設定を行います。



区間の指定方法: 平均回数を1回
 窓関数: ハミングまたはハミングが一般的です。
 スペクトル単位: パワー

選択範囲の点数 69 点の内、
先頭 61 点分が FFT されます。

注:FFT ポイント数の設定方法

心電図の場合、一般的に平均回数 1 回に設定します。

人の心拍を解析する場合、R 波はだいたい 60 回/1min です。つまり、1分間のデータであれば、R 波データが 60 点分あります。2 分間のデータであれば、R波データは 60 x 2 = 120 点あります。一方、FFT ポイント数は数学的に 2 のべき乗を取らざるを得ません。すなわち、64, 128, 256, 512, 1024・・・を設定することになります。

そこで、FFT ポイント数には、1 エポックデータ時間が 0min~1min では 64 点、1min~2min は 128 点、2min~4min は 256 点、4min~8min では 512 点、8min~17min なら 1024 点を入力するのが一般的です。

FFT ポイント数 < 全データ点数の場合:

データ先頭から FFT ポイント数分のデータが FFT 解析に使用されるため、データ後半は FFT 結果に反映されません。

FFT ポイント数 > 全データ点数の場合:

FFT するために足りないデータは、自動的に 0 で埋められます。

詳しくは、「4-2) FFT ポイント数とサンプリング周波数」を御覧下さい。

FFT 結果が新しいウィンドウに表示されます。

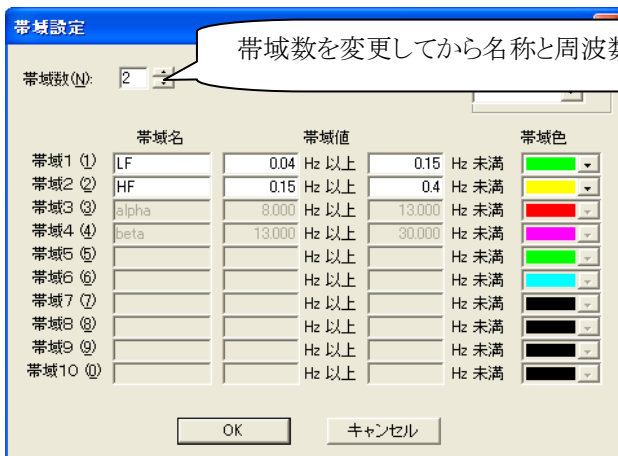


2. LF と HF を求める。

「コマンド」メニューの「帯域設定」を選択します。



LF と HF 帯域名称と、周波数を入力し「OK」ボタンを押します。

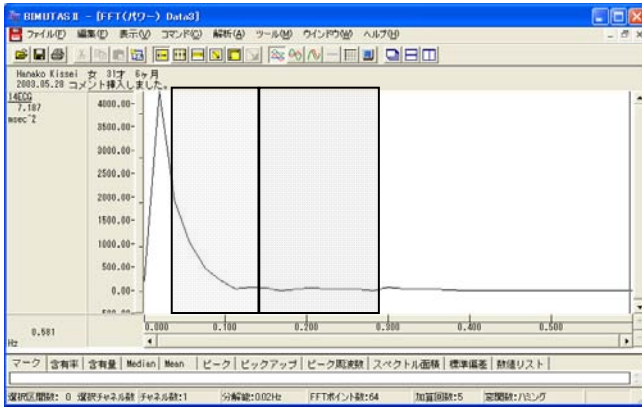


LF: 0.04Hz~0.15Hz

HF: 0.15Hz~0.4Hz

BIMUTASII を使用した解析手順

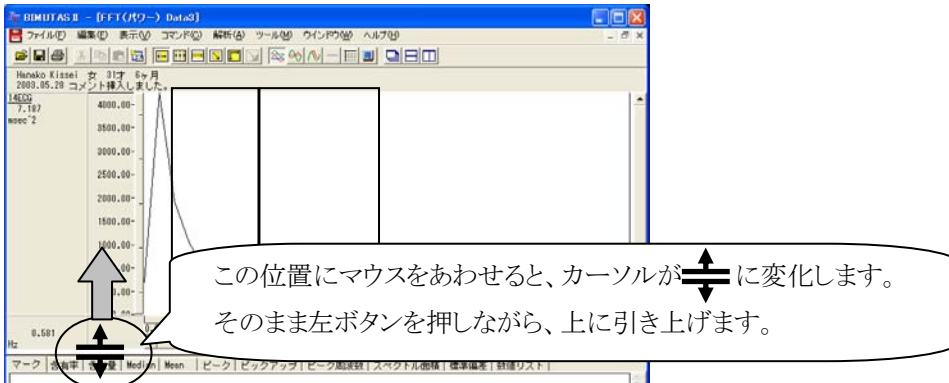
「表示」メニューの「帯域塗り分け」を選択すると、帯域毎に波形が分けられます。



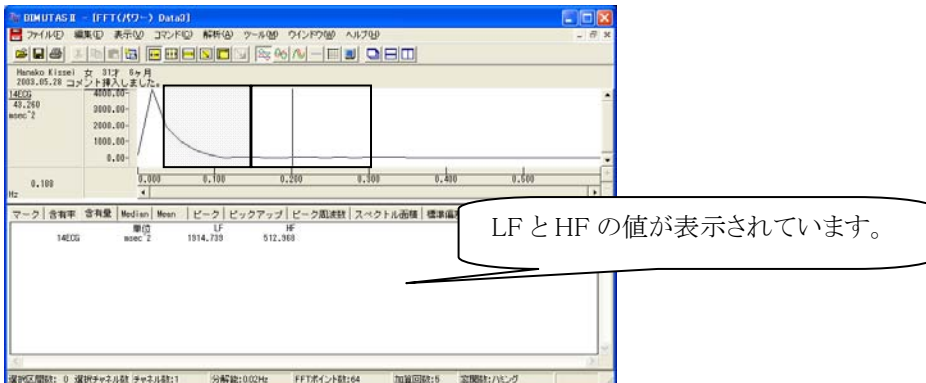
「コマンド」メニューの「含有量」を選択する。



含有量、すなわち LF と HF がタブ領域に表示されます。

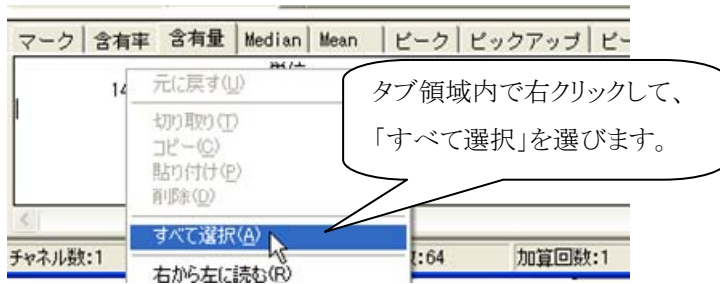


タブ領域が広げられ、LF と HF が計測されていることがわかります。

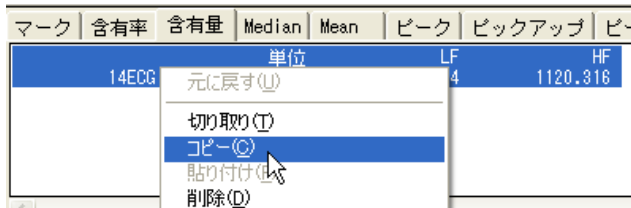


3. タブ領域内の LF と HF をコピーし、表計算ソフトへ貼り付け、LF/HF を算出する。

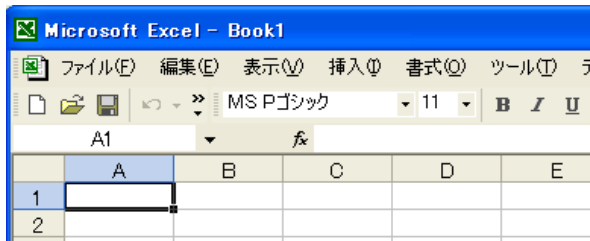
タブ領域内で右クリックして、「すべて選択」を選びます。



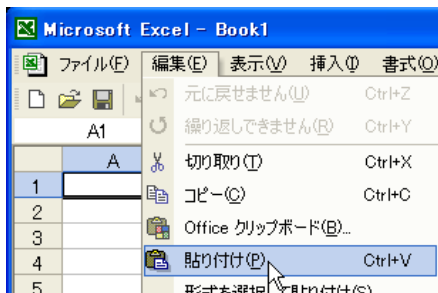
タブ領域内が選択された(色反転している)ことを確認した後で、再びタブ領域内で右クリックして、「コピー」を選びます。



表計算ソフト(例:Excel)を起動します。



表計算ソフト上で「貼り付け」を選びます。



LF と HF が表計算ソフトに表示されました。表計算ソフト上で、LF/HF を算出します。

