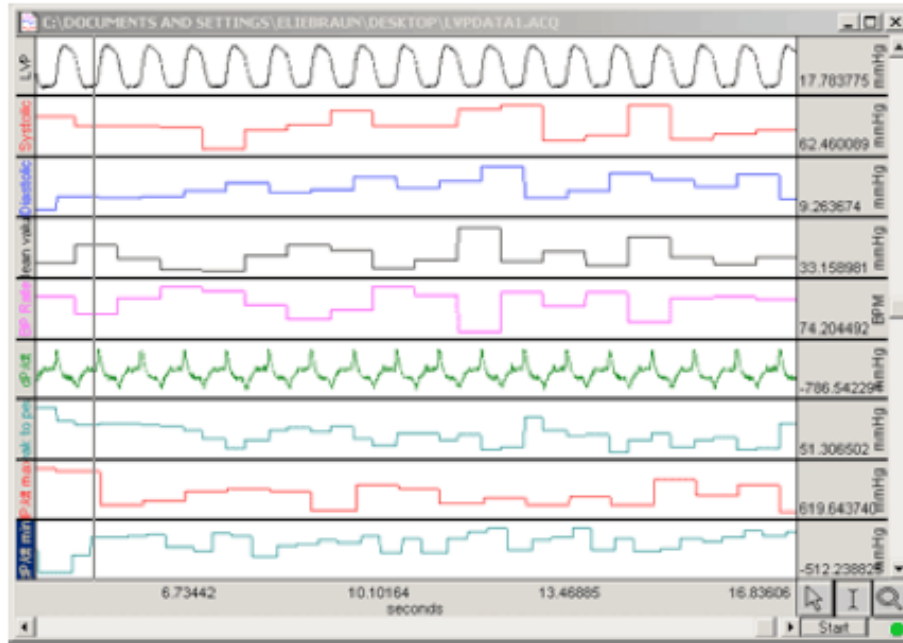


## アプリケーションノート 115: 血行動態測定



### リアルタイムで表示された生血圧および 8 つの血行動態測定

収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧、および割合などの基本的な測定に加えて、AcqKnowledge は、複数の血行動態測定をサポートします。これらの測定は、データ記録中（オンライン）もしくはデータ記録後（オフライン）に実行することができます。

AcqKnowledge バージョン 4.1 以上では、記録済みの血行動態解析は [Analysis] > [Hemodynamics] を選択し、様々な血行動態解析を容易に行うことができます。

MP36 ハードウェアと一緒に BSL PRO を使用する、もしくは AcqKnowledge で血行動態測定を手動で解析する場合、以下の手順を参照してください。

次の 8 つのパラメータは、1 つの動脈血圧データから抽出することが可能です。

- 収縮期血圧（最高血圧）
- 拡張期血圧（最低血圧）
- 平均血圧
- 心拍数（BPM）
- 血圧波の微分（dP/dt）
- 拡張期から収縮期の血圧差（Pk-Pk）
- dP/dt 最大値      • dP/dt 最小値

次の測定は、1心拍ごとに行われ、サイクル毎に更新されます。

- 収縮期血圧
- 拡張期血圧
- ピーク間の血圧差（拡張期から収縮期）
- 最大 dP/dt
- 最小 dP/dt

## 設定

### 機器：

データ取得ユニット - MP100、MP150 または MP36 (R)

ユニバーサルインターフェースモジュール- UIM100C (MP100/MP150)

多種トランスデューサ汎用アンプ - DA100C (MP100/MP150)

圧力トランスデューサ - TSD104A (MP100/MP150) または SS13L (MP36/36R)

### 被験者：

動脈血圧データは通常、侵襲的に動脈に取り付けられた圧力トランスデューサを介して得られます。

### MP150 ハードウェアの場合：

1. 圧力トランスデューサ (TSD104A) を多種トランスデューサ汎用アンプ (DA100C) に接続します。
2. DA100C アンプを UIM100C モジュールに接続します。
3. DA100C の上部にあるスイッチをチャンネル 1 に設定します。
4. DA100C 上の 300Hz ローパスフィルタを ON に設定します。
5. DA100C 上のローパスフィルタを 10Hz に設定します。
6. ハイパスフィルタを 0.05Hz に設定します。

### MP36/36R ハードウェアの場合：

SS13L 圧力トランスデューサを MP36/MP36R ユニットの CH1 に接続します。

### ソフトウェア：

**取得設定：** [MP メニュー] > [Set Up Data Acquisition] > [Length/Rate]

このアプリケーションノートでは、血圧データを 2000 サンプル/秒のサンプルレートを使用すると仮定します。

**チャンネル設定：** [MP メニュー] > [Set Up Data Acquisition] > [Channels]

- *Analog* : CH A1 に圧力トランスデューサからの血圧データを入力します。
- *Calculation* : リアルタイム計算のために、下記の説明の通りにチャンネル設定を行います。
- *オフライン* : データ記録後の変換のために、以下で説明されている通りチャンネル設定を行います。

## MP150 ハードウェアのキャリブレーション：

圧力トランスデューサのキャリブレーションを行うことが重要です。トランスデューサは、血圧カフもしくは代用可能なその他のデバイスを用いて較正を行ってください。

AcqKnowledge バージョン 4.1 以上で圧力トランスデューサを較正するには：

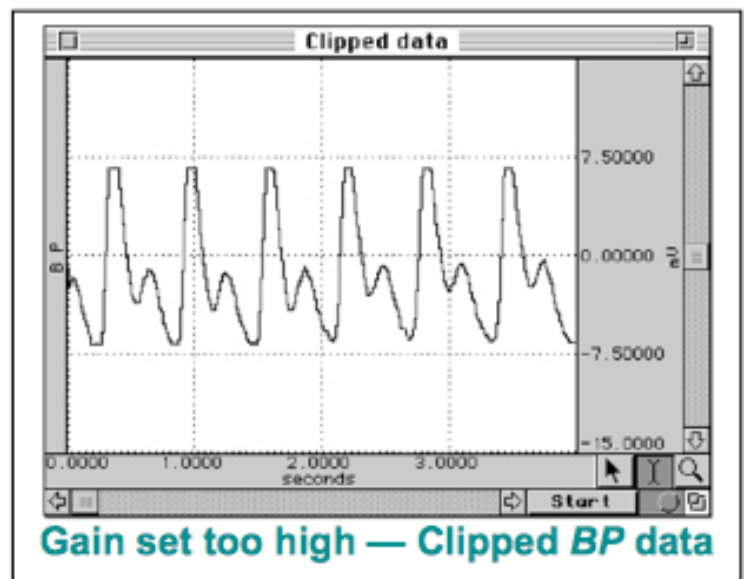
1. [MP150 メニュー] > [Set Up Data Acquisition] もしくは [Set Up Channels] > [Channels] に進み、“View by Modules” を選択します。
2. “Add New Module” を選択し、モジュールリストから “DA100C” を選び “Add” をクリックします。
3. その次の “Choose Channel” ダイアログで “CH1” を選択し、“OK” をクリックします。
4. 上記の “ハードウェア” で説明されている DA100C のフィルタ設定と一致するように、プロンプトの設定を行います。
5. “Connected to” のメニューから “TSD104A-Blood Pressure” を選択し、“OK” をクリックします。
6. 画面上のキャリブレーションプロンプトに従って “Calibrate” をクリックして下さい。

## MP36R/36 ハードウェアのキャリブレーション：

圧力トランスデューサの較正は、二段階の処理となります。最初のステップは、トランスデューサの最適なゲイン設定を見つけることです、2つ目のステップは、実際のキャリブレーションです。

最適なゲイン設定を見つけるには：

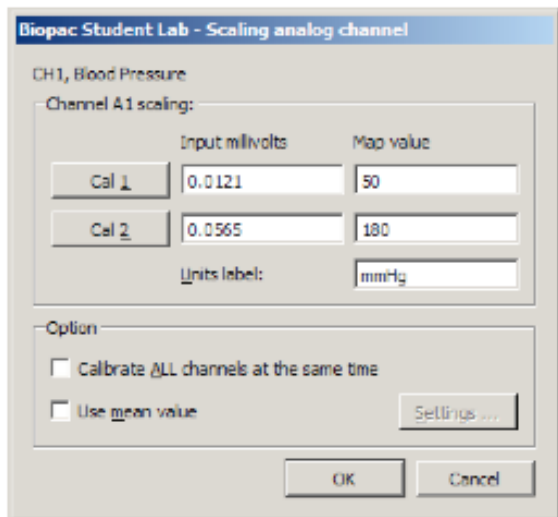
1. ソフトウェアのプリセットで開始します。(この場合は 1000 の利得)
  - プリセットを設定するには：[MP3X メニュー] > [Set Up Data Acquisition] > [Channels] > [Analog Presets] に進み、“Blood Pressure (Arterial)” を選択します。
2. トランスデューサを予測圧力のおおよその最大値、もしくは最小値の状態にします。
3. この設定で数秒間データを記録します。
4. データを調べます。飽和しているデータを探してください。これは、入力信号（増幅後）が最大入力範囲に対して大きすぎる場合に生じます。飽和したデータのサンプルは右に表示されています。
5. 信号が飽和した場合、より低いゲイン設定（例：×5000 から×2000 へ）で新しいデータを記録します。
  - ゲイン設定を行うには：[MP3X メニュー] > [MP3X メニュー] > [Set Up Data Acquisition] > [Channels] > [Blood Pressure (Arterial) Preset channel] > [Setup] > [Scaling] のプルダウンメニューに進みます。
6. 入力信号が、飽和しなくなるまでこの手順を繰り返します。



トランスデューサの最適な利得設定が確立されると、これと同じ利得設定は、その他の類似するトランスデューサや測定において使用することができます。

次のステップは、トランスデューサを較正します。これは、より意味のある単位（mmHg など）に入力信号をマッピングすることを意味します。これを行うには：

1. チャンネルスケーリングダイアログボックスにアクセスします。（[MP3X メニュー]>Set Up Data Acquisition)>[Channels]>[Blood Pressure (Arterial) Preset channel]>[Setup]>[Scaling]



注：

このサンプルダイアログでは、トランスデューサは Cal 1 をクリックする前に 50mmHg の圧力にします。

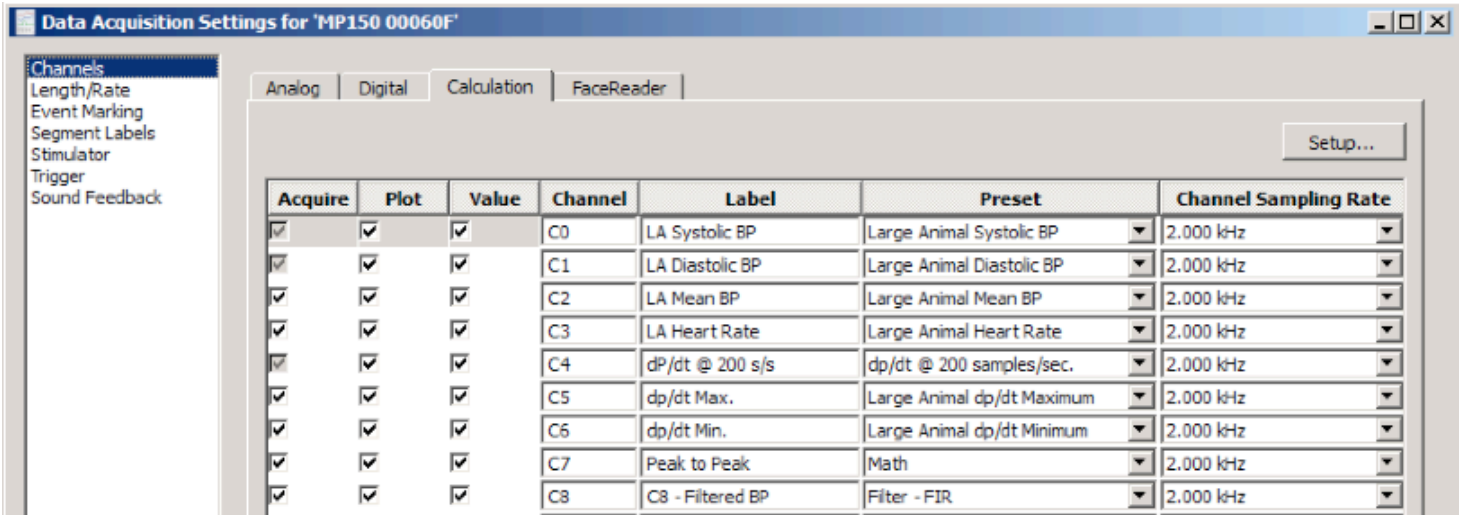
トランスデューサはその後、Cal 2 をクリックする前に 180mmHg の圧力にします。

2. トランスデューサを予想される圧力の最低値の状態にします。
3. チャンネルスケーリングウィンドウ内で Cal 1 ボタンをクリックします。
4. 電圧値は自動的に対応する入力値ボックスに入力されます。
5. トランスデューサを予想される圧力の最大値の状態にします。
6. 同じスケーリングウィンドウ内で Cal 2 ボタンをクリックします。
  - 電圧値は自動的に対応する**入力値**ボックスに入力されます。

ソフトウェアは、mmHg の正確な計測値を記録するために、これら 2 つの較正值の間に補間しています。

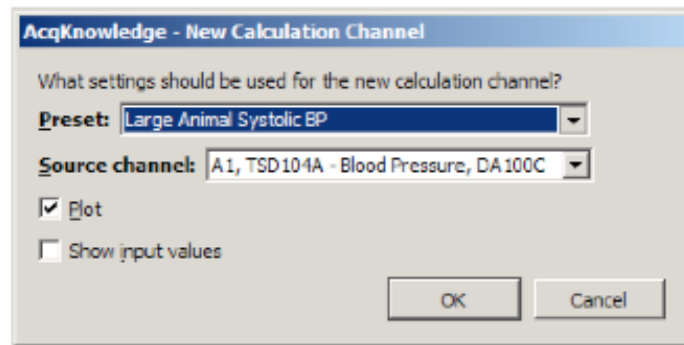
## リアルタイム計算

- リアルタイムで血行動態パラメータを計算するには、Analog で記録した血圧データから 5 つの演算チャンネル（C0～C4）と、演算結果から算出する 3 つの演算チャンネル（C5～C7）を設定します。血圧データにノイズが多く見られる場合、フィルタリング処理したデータを使用することをお勧めします。

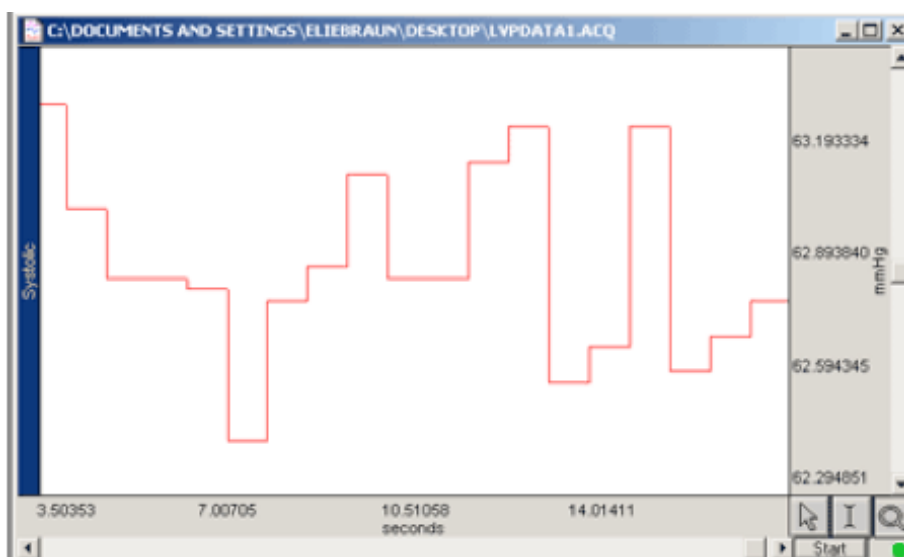


### 1. 収縮期圧（最高血圧） - 演算チャンネル C0

Preset : “Large Animal Systolic BP”    Source : A1 血圧データ



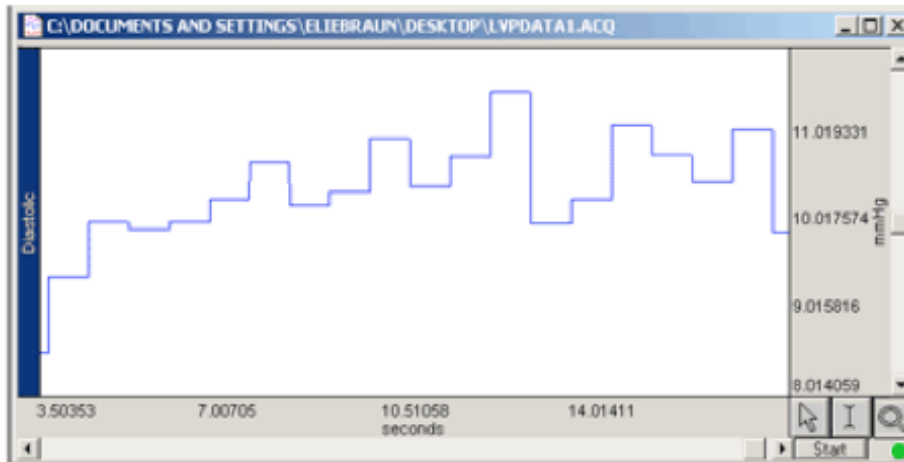
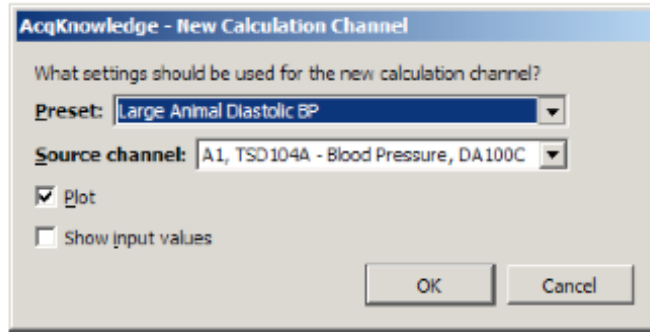
**注：**これらの設定は、測定が大型動物に対して行われたと仮定しますが、小動物においても同等のプリセットがあります。



収縮期圧（最高血圧）

## 2. 拡張気圧（最低血圧） - 演算チャンネル C1

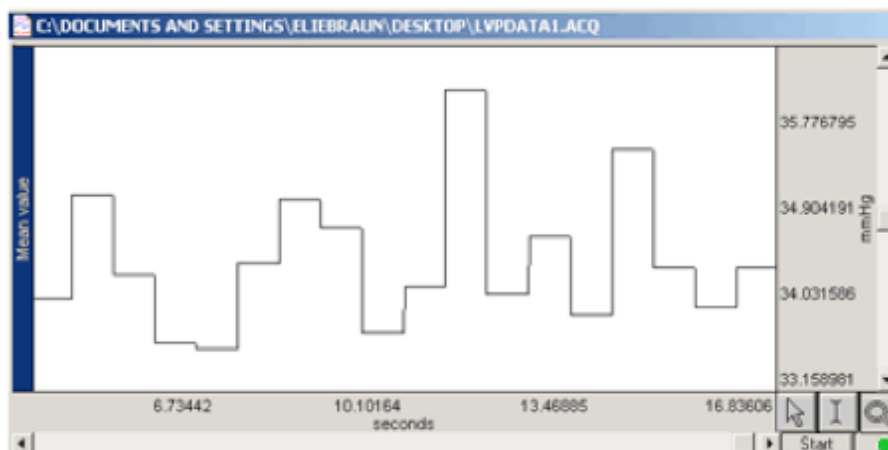
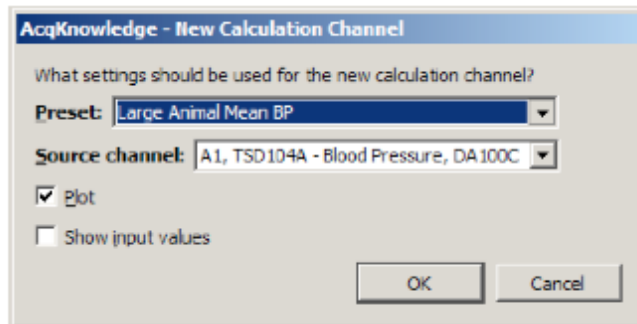
Preset: "Large Animal Diastolic BP" Source: A1 血圧データ



拡張期圧（最低血圧）

## 3. 平均血圧 - 演算チャンネル C2

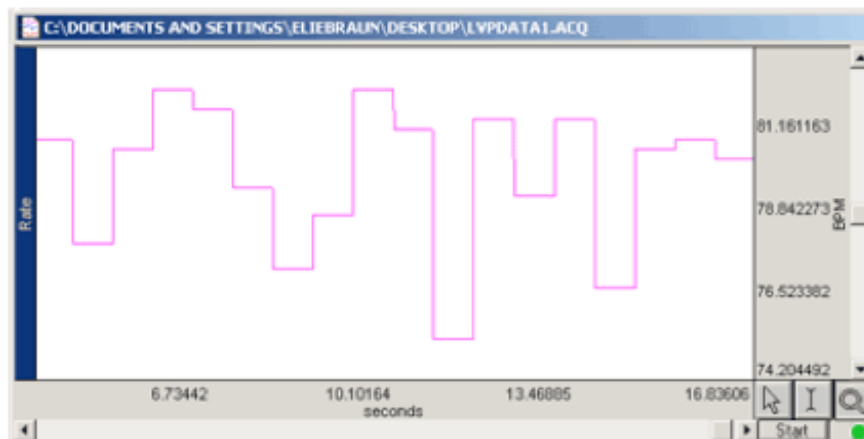
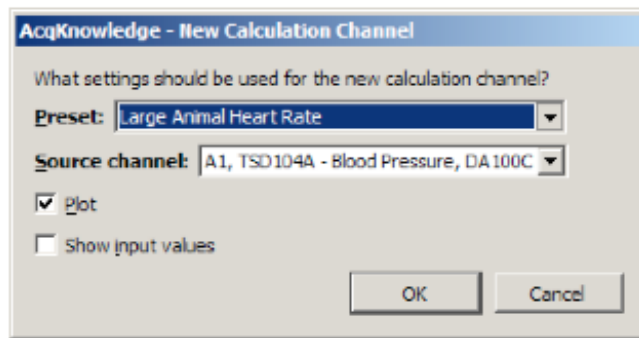
Preset: "Large Animal Mean BP" Source: A1 血圧データ



平均血圧

#### 4. 心拍数 (BPM) - 演算チャンネル C3

Preset : "Large Animal Heart Rate"    Source : A1 血圧データ

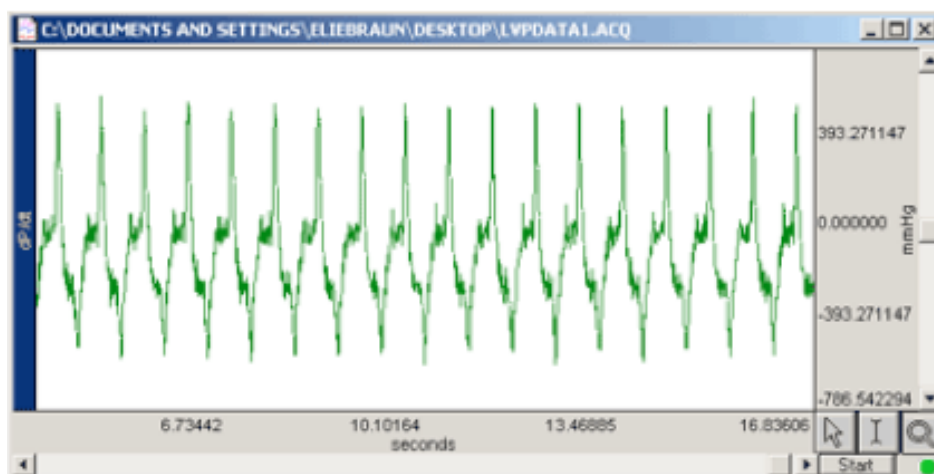


心拍数 (BPM)

#### 5. 血圧波の微分 (dP/dt) - 演算チャンネル C4

Preset : dp/dt    ;    Source : A1 血圧データ    ;    1 サンプル間    単位 : mmHg/sec

- この場合、微分は血圧データの 1 サンプル間で計算されます。

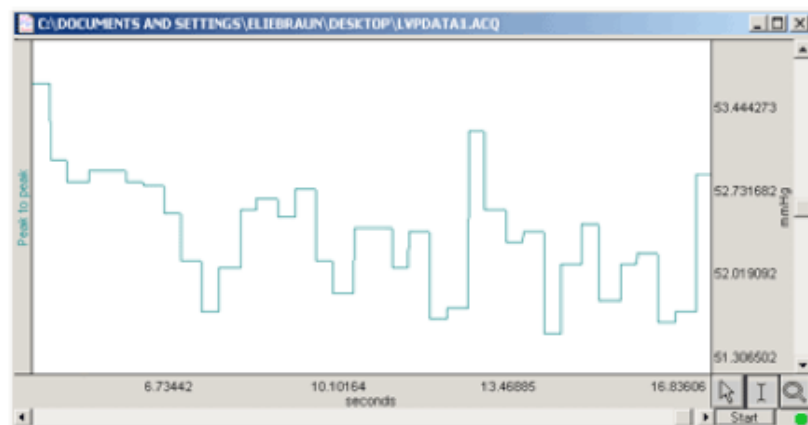
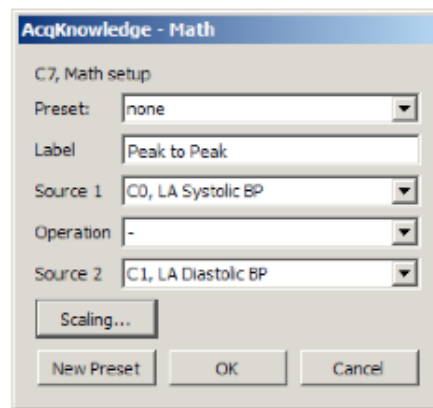


血圧波の微分 (dP/dt)

## 6. 血圧差 (Pk-Pk) - 演算チャンネル C7

Preset : [Math] 設定 : Preset : Pk-Pk Source1 : 収縮期圧 (最高血圧) (C0)

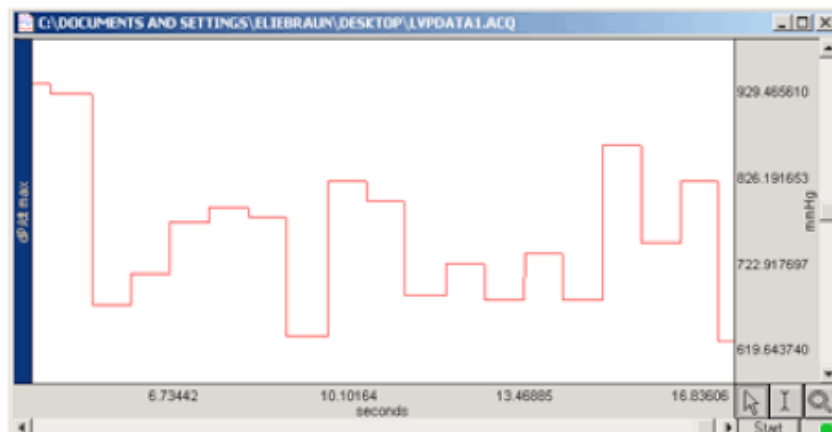
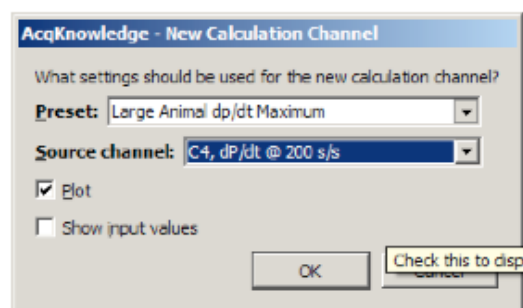
Source2 : 拡張期圧 (最低血圧) (C1) Operation : - (減算)



血圧差 (Pk-Pk)

## 7. dP/dt 最大値 - 演算チャンネル C5

Preset : "Large Animal" dp/dt Maximum Source : 血圧波の微分 (dP/dt) (C4)

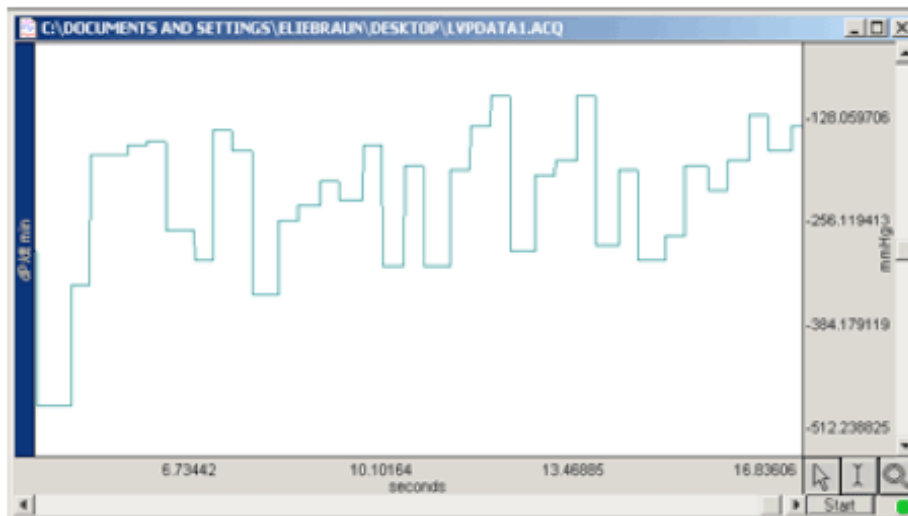
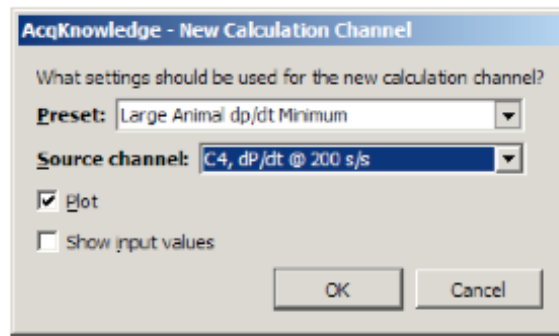


dP/dt 最大値



## 8. dP/dt 最小値 - 演算チャンネル C6

Preset : “Large Animal dp/dt Minimum”    Source : 血圧波の微分(dP/dt) (C4)

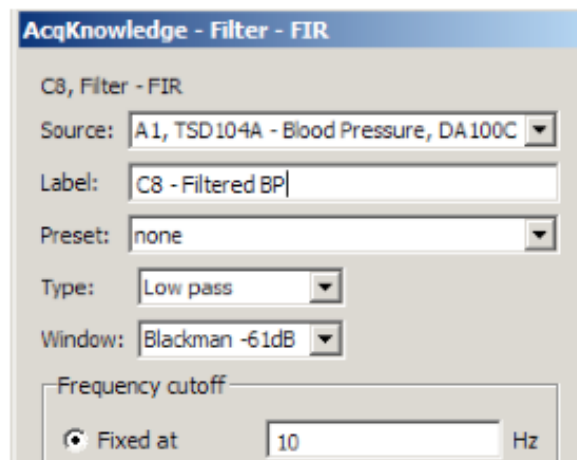


dP/dt 最小値

## 9. フィルタリング - 演算チャンネル C8 オプション

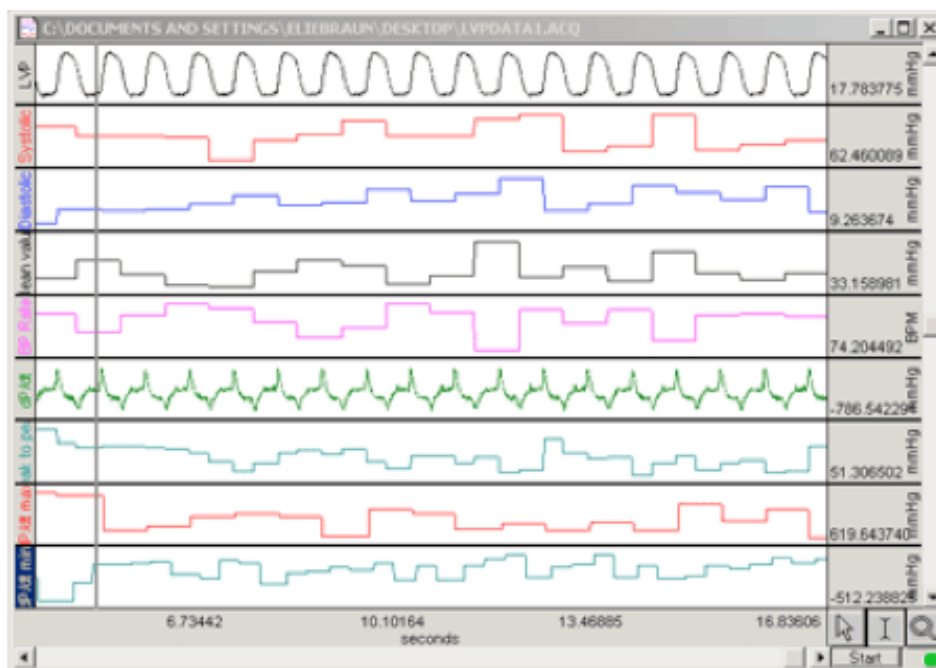
Preset : Filter(FIR)    Source : 血圧データ (A1)    Type : Low pass

Frequency Cutoff : 5~10Hz の任意の値    “フィルタ処理後 BP” にラベルを変更して下さい。



このローパスフィルタ演算チャンネルをソースとして使用する場合は、血行動態パラメータチャンネルのソースを A1 血圧データから C8 フィルタ処理後 BP へ変更して下さい。

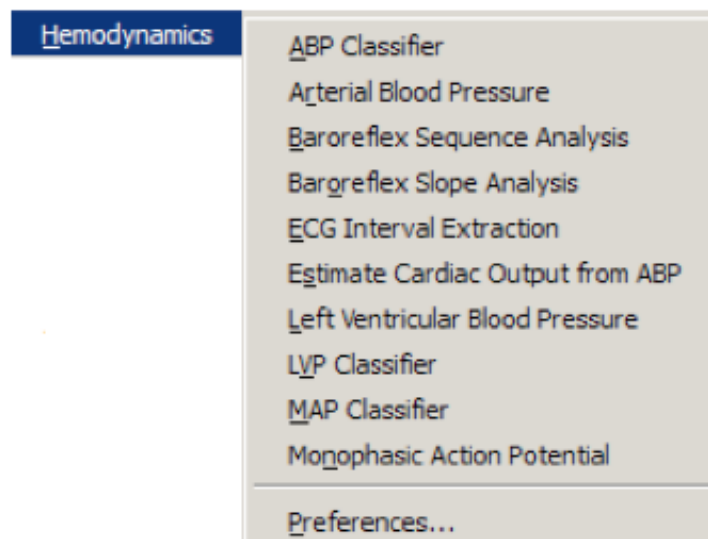
このリアルタイム設定を用いてデータを記録する場合、グラフデータは下の例と類似するはずです：



血圧データおよびリアルタイムで表示された8つの血行動態測定

## オフライン計算

AcqKnowledge4.1以上のバージョンで、血行動態解析を行うには[Analysis]>[Hemodynamics]を選択し、以下の血行動態解析ルーチンを使用することで容易に行うことができます。



データ記録後に血行動態パラメータを手動で計算するには、オンライン演算チャンネルの代わりに[Transform]と[Analysis]メニューで以下のツールを使用します。

1. **収縮期血圧**：[Analysis]>[Find Rate]（ガイドライン参照）

機能選択 Function：Max

2. **拡張期血圧： [Analysis] > [Find Rate]** (ガイドライン参照)  
機能選択 Function : Min
  
3. **拡張期から収縮期への血圧差： [Transform] > [Waveform Math]**  
血圧差 (収縮期-拡張期) を計算します：収縮期チャンネル C0 から拡張期チャンネル C1 を減算し、結果を新しいチャンネルに出力します。
  
4. **平均血圧： [Transform] > [Smoothing]**  
5 秒以上の区間の血圧データから平均を計算します。
  
5. **血圧波の微分 (dP/dt)： [Transform] > [Difference]**
  - a. 微分変換はデータが上書きされるので、変換前の波形を選択して [Edit] > [Duplicate] 機能を利用して、元の血圧波形を複製することをお勧めします。
  
  - b. 複製波形を選択して [Transform] > [Difference] を選択し、間隔 [interval] を 1 に設定します。
  
6. **dP/dt 最大値： [Analysis] > [Find Rate]** (ガイドライン参照)  
機能選択 Function : Max
  
7. **dP/dt 最小値： [Analysis] > [Find Rate]** (ガイドライン参照)  
機能選択 Function : Min
  
8. **心拍数 (BPM)： [Analysis] > [Find Rate]** (ガイドライン参照)  
機能選択 Function : Rate (BPM)
  
9. **フィルタリングのオプション： [Transform] > [Smoothing]**
  - a. 移動平均はデータが上書きされるので、変換前の波形を選択して [Edit] > [Duplicate] 機能を利用して、元の血圧波形を複製することをお勧めします。
  
  - b. 複製波形を選択して [Transform] > [Smoothing] を選択し、平均化要素を 5 サンプルに設定します。
  
  - c. 平均化されたデータをソースとして Find Rate 機能を使用する場合は、血行動態パラメータチャンネルのソースを A1 血圧データから平均化処理後 BP へ変更して下さい。

## レートガイドライン

通常、レート機能におけるデフォルト設定は、血行動態パラメータを算出するために非常に良く機能します。正確な結果を得るのに問題が生じる場合、レート機能におけるデフォルト設定を変更してみてください。

- **レートウィンドウ**で正確な結果を得るには、解析前の波形を目視で確認し、波形に異常がないか確認して下さい。
- **心拍数 (BPM) の最小/最大設定**を確立させます。  
これらの最小/最大は、血圧データから算出した心拍数がどのような範囲になるかを決定します。正確な範囲に近い BPM の値であるほど、**レート**検出の精度が向上します。場合によっては少し低く、または高く算出する場合があります。おおよその範囲の作成を試みてください。
- **ベースライン除去**および**自動閾値検出 (Remove Baseline, Auto-Threshold detect)**  
これらのオプションは、移動ベースラインで**レート**機能が信号を追跡するのに役立ちます。これらのオプションの動作を続けてください。
- **ノイズ除去 (Noise Rejection)**  
**約 5%**の閾値が、典型的な血圧データに適した設定です。