

# Heart Beat Drum: 未病診断のための心電図聴覚化

○柳田 拓人<sup>†</sup>, 沖田 善光<sup>††</sup>, 中村 晴信<sup>†††</sup>,  
甲田 勝康<sup>††††</sup>, 杉浦 敏文<sup>†</sup>, 三村 秀典<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 静岡大学電子工学研究所

<sup>††</sup> 静岡大学創造科学技術大学院

<sup>†††</sup> 神戸大学大学院人間発達環境学研究科

<sup>††††</sup> 近畿大学医学部公衆衛生学教室

# 未病

- 近年の先進国での主死亡原因  
生活習慣病を中心とする慢性疾患
  - 一次予防や二次予防が  
それらを防ぐ最も効果的な方法

**未病** (病気ではないが健康でもない状態)

- 疾病予防と健康促進のために、  
健康状況のモニタリング・  
システムが必要

健康

高血圧  
高脂血症

動脈硬化

心筋梗塞  
脳卒中  
狭心症

# 健康状態の把握

- **自律神経活動 (ANSA)**

ストレスや食生活の変化を反映, 心臓病に関連<sup>[1]</sup>

- ANSAを示す生理学的データ

- **心電図 (ECG)**, 容積脈波 (PTG) など

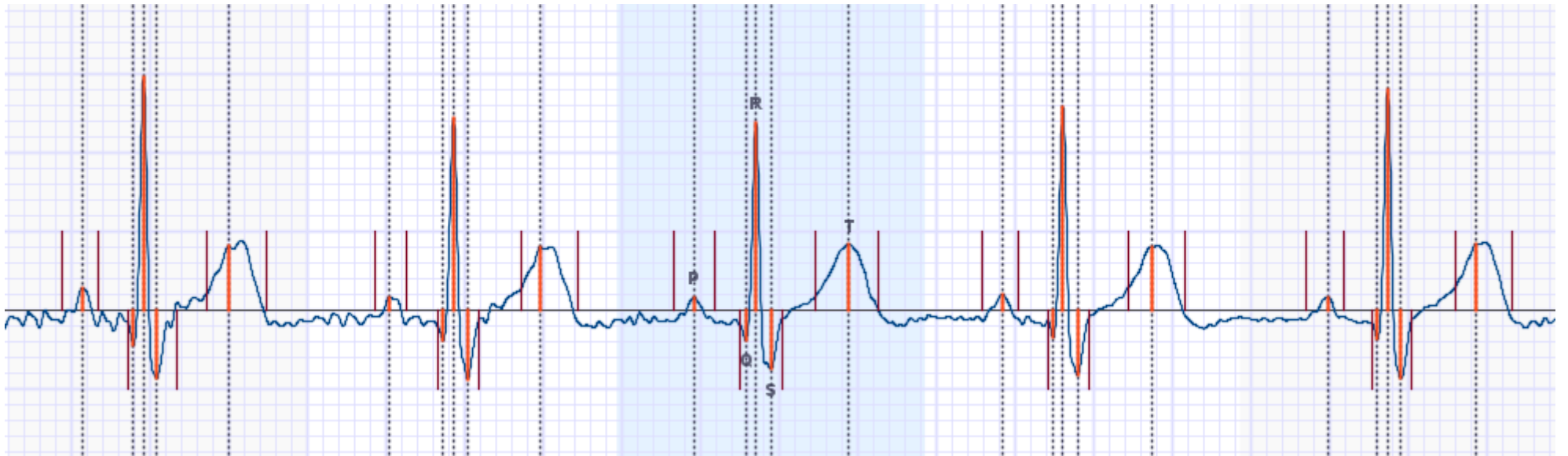
- 自覚症状のない病気のサインとして利用可能<sup>[2]</sup>

- 健康な被験者から得られるECG等から算出されるその波形の特徴的な形状により様々な指標

[1] T. Takagi, M. Ohishi, N. Ito, M. Kaibe, Y. Tatara, M. Terai, A. Shiota, N. Hayashi, H. Rakugi, and T. Ogiwara, "Evaluation of morning blood pressure elevation and autonomic nervous activity in hypertensive patients using wavelet transform of heart rate variability," Hypertension Research, vol.29, no.12, pp.977–987, 2006.

[2] L.A. Bortolotto, J. Blacher, T. Kondo, K. Takazawa, and M.E. Safar, "Assessment of vascular aging and atherosclerosis in hypertensive subjects: Second derivative of photo-plethysmogram versus pulse wave velocity," American Journal of Hypertension, vol.13, pp.165–171, 2000.

# 心電図 (ECG)

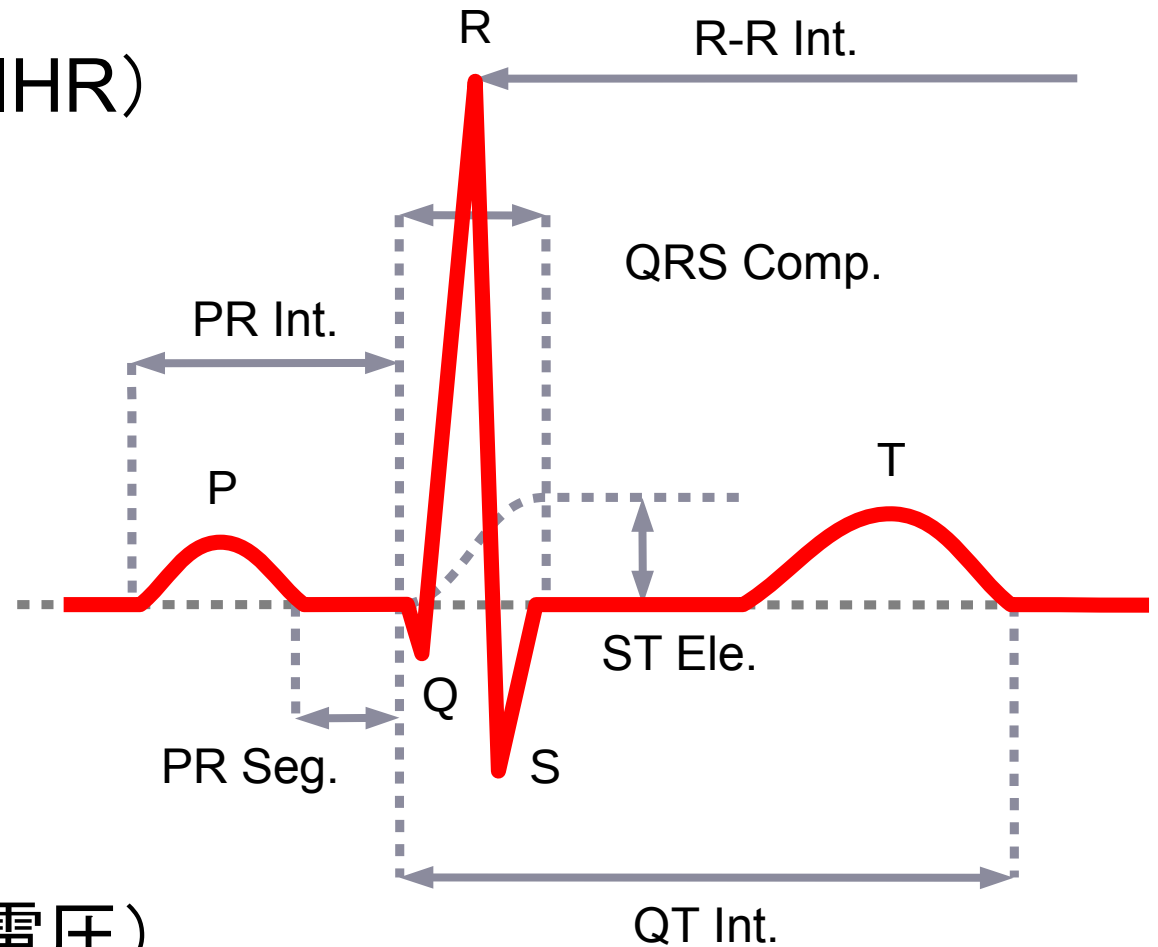


日本光電工業MME3132を用いて, CM5誘導法により測定

# 心電図の波形

- 評価指標

- 瞬時心拍数 (IHR)
- R-R間隔
- PR間隔
- PR部分
- QRS群
- QT(c)間隔
- ST降下
- 各波の高さ(電圧)



# 指標値の標準範囲

- 健常者の指標値の目安

指標値	標準範囲[4]
R-R間隔(ms)	$500 \leq x \leq 1500$
P波の幅(ms)	$x \leq 100$
P波の高さ(mV)	$x \leq 0.2$
PR間隔(ms)	$120 \leq x \leq 200$
QRS時間(ms)	$x \leq 100$
QRSの高さ(mV)	$0.5 \leq x \leq 4.0$
T波の高さのR波に対する割合(%)	$10 \leq x \leq 70$
T波の高さ(mV)	$x \leq 1.2$
QTc間隔(a.u.)	$350 \leq x \leq 440$

[4] 渡辺重行, 山口巖(編), 心電図の読み方パーフェクトマニュアル, 羊土社, 2006.

# ソフトウェア開発

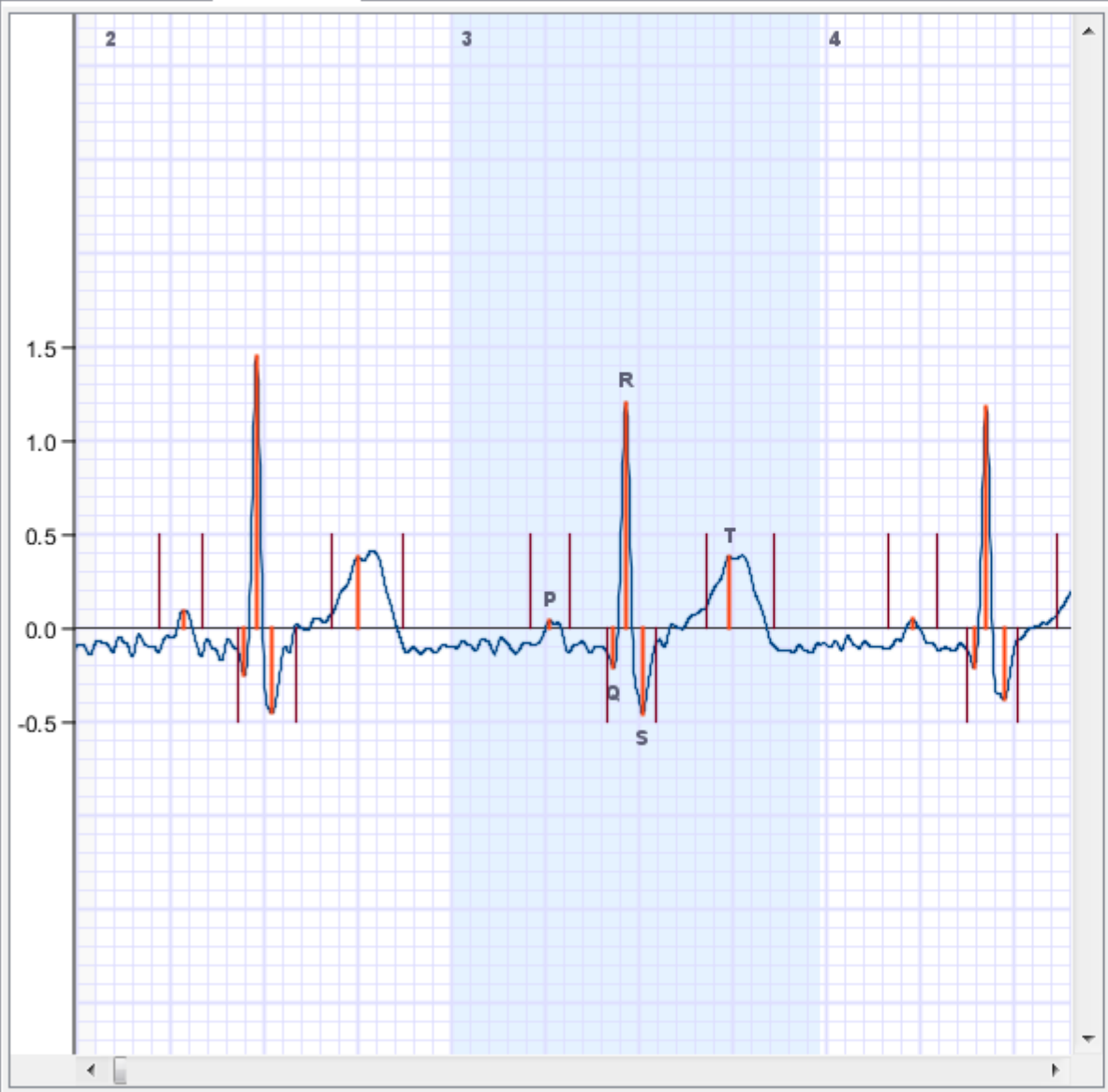
- ANSA簡易評価用  
**ECGとPTGの解析・可視化ソフトウェアの開発**<sup>[3]</sup>
  - 医師のためのツールとして、ユーザ・インタフェース(UI)を重視
  - オペレーティング・システムに非依存なソフトウェアの開発
  - 生理的データを解析するためのアルゴリズムと、ユーザビリティに優れたUI

[3] 柳田拓人, 沖田善光, 中村晴信, 甲田勝康, 杉浦敏文, 三村秀典, “ユーザ・インタフェースを考慮した自律神経活動の簡易評価ソフトウェアの開発,” 日本未病システム学会雑誌, vol.18, no.1, pp.85–89, 2012.

E ECG: ecgA24.csv (360.0 sec)

→ ↺ ▶ x1.0 🔍 ↕ ↻ ⏪ ⏩

IHR Indices Amp. Waveform PTT



ECG: 3/433 PTG: 0/0  Pin Tab

ECG PTT PTG Area APTG

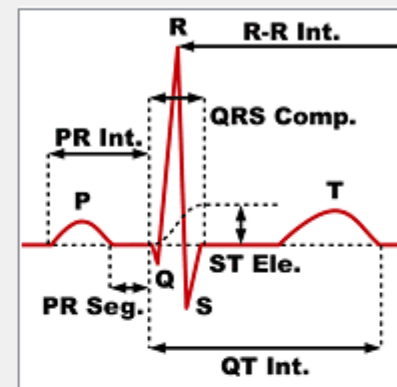


Fig. Cur.

Show ave.  Count out-of-range

IHR (bpm):	76 (433)
R-R Int. (ms):	769 (433)
PR Int. (ms):	162 (433)
PR Seg. (ms):	78 (433)
QRS Comp. (ms):	106 (433)
QT Int. (ms):	356 (433)
QTc (ms):	406 (433)
ST Ele. (mV):	0.113 (433)
P Amp. (mV):	0.142 (433)
Q Amp. (mV):	-0.211 (433)
R Amp. (mV):	1.205 (433)
S Amp. (mV):	-0.452 (433)
T Amp. (mV):	0.383 (433)

Export...



# 課題と提案

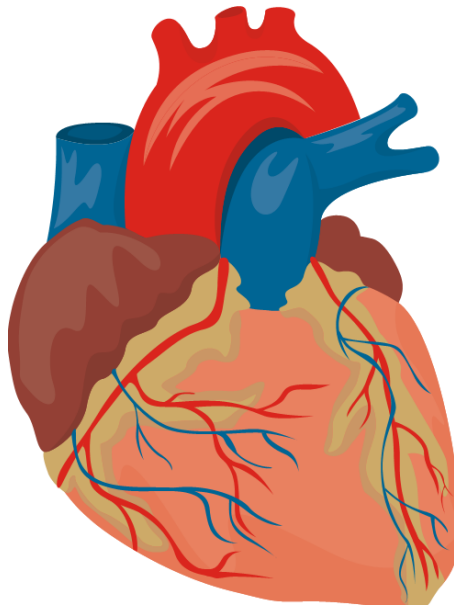
- 健常者の生理学的データ
  - 変異が少ない
    - ほとんどが正常データ
  - 長時間のデータの評価が必要
    - 10分～24時間

ECG の指標値を**聴覚化**する手法を提案

データを診断する医師の負担を低減させる手法として  
著者らの解析可視化ソフトウェアに実装

# Heart Beat Drum

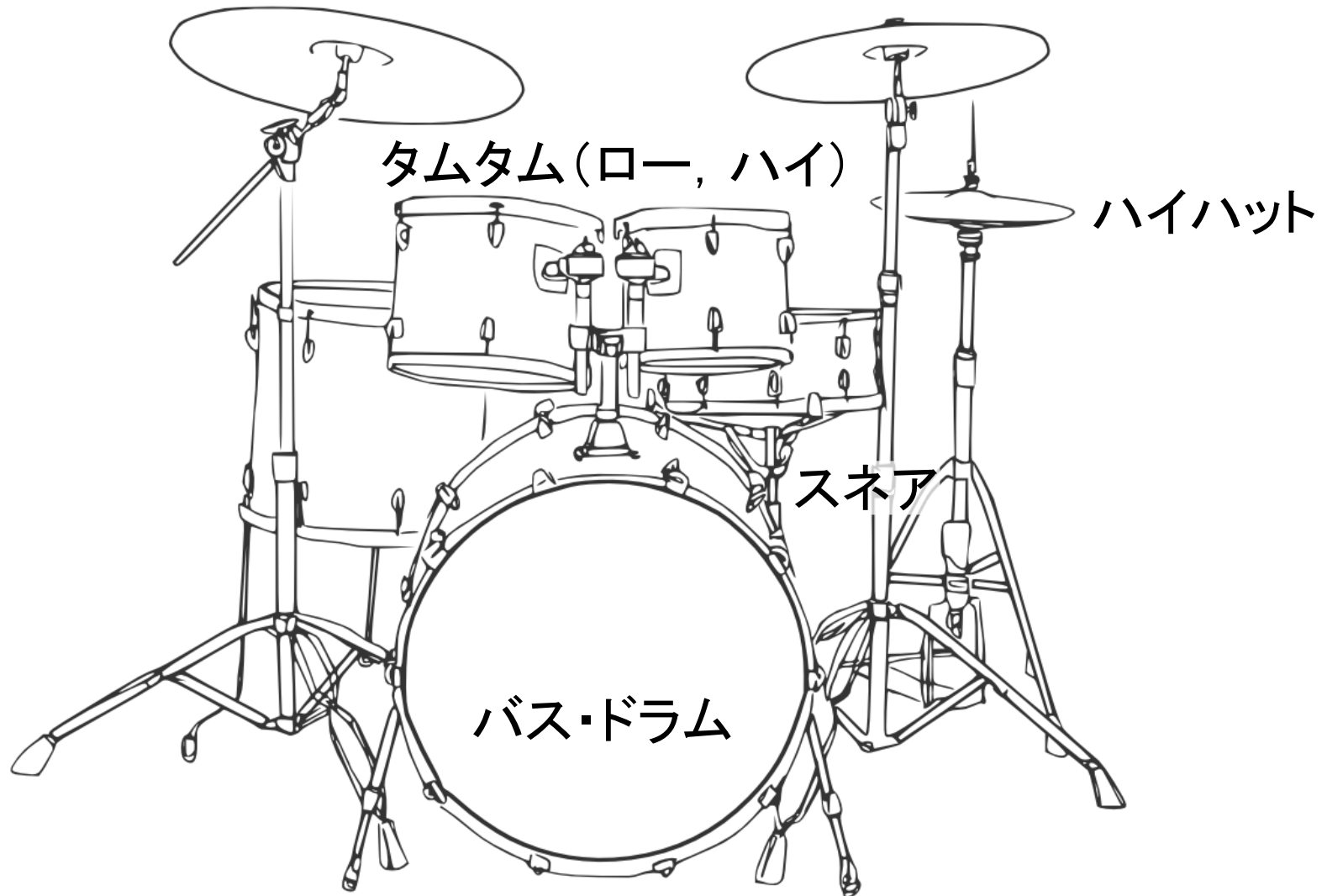
- ECGの指標値をドラム演奏に変換
  - 心拍 (heart beat) ≡ ドラム演奏 (drum beat)



≡



# ドラム・セット



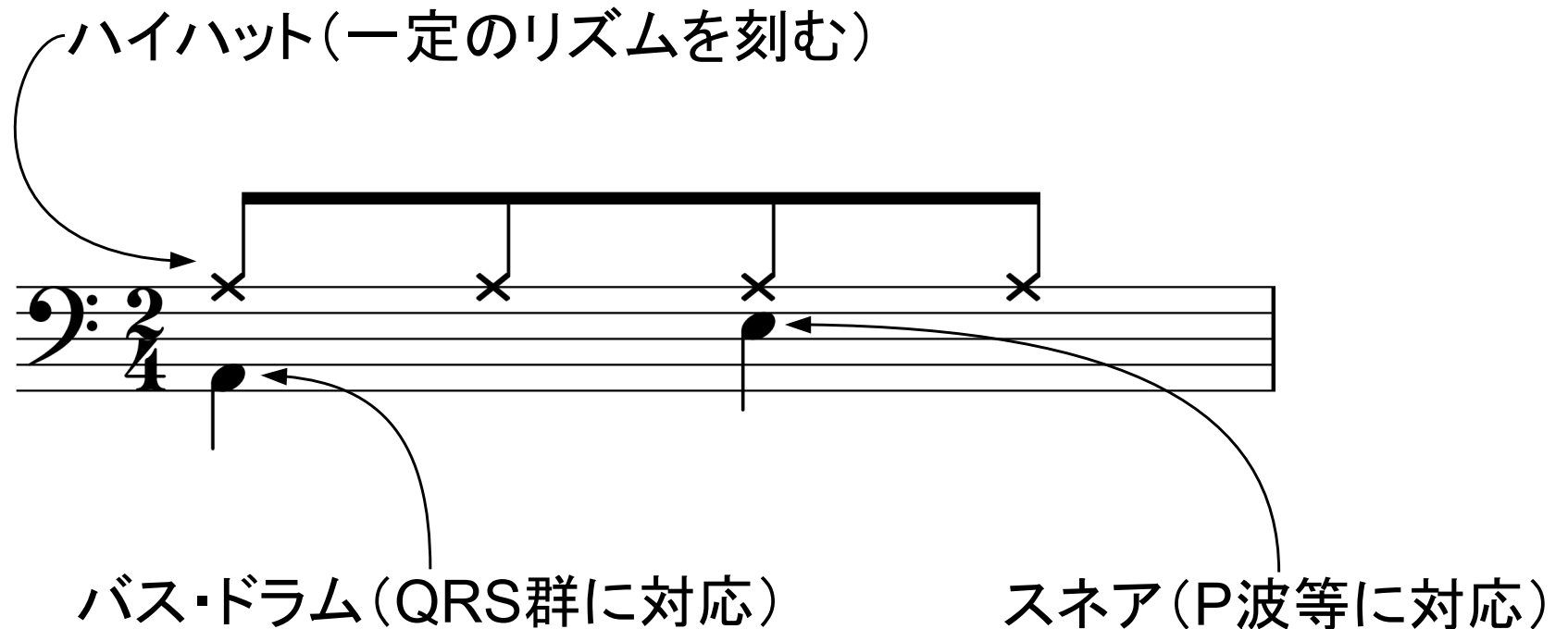
# 指標値との対応関係

- ECGの指標値と楽器&演奏

指標値	ドラム演奏
R-R間隔	テンポ
P波の幅	スネアの追加
P波の高さ	スネアの強さ
PR間隔	スネアの追加
QRS時間	バス・ドラムの追加
QRSの高さ	バス・ドラムの強さ
T波の高さ(mV)	ロー・タムの強さ
QTc間隔(a.u.)	ハイ・タムの追加

# 標準パターン

- 1拍波形が正常だった場合のドラム演奏  
- 8ビート・パターン



# 異常パターン

- すべての指標値が正常範囲外の時のドラム演奏

The diagram shows a musical staff in bass clef with a 2/4 time signature. It contains four measures of drum notation. The first measure has a triplet of eighth notes on the bass drum line, with an 'x' on the snare line. The second measure has a triplet of eighth notes on the snare line, with an 'x' on the bass drum line. The third measure has a triplet of eighth notes on the snare line, with an 'x' on the bass drum line. The fourth measure has a triplet of eighth notes on the snare line, with an 'x' on the bass drum line. Annotations with arrows point to specific parts: 'ロー・タム (T波波高値が異常)' points to the first triplet; 'ハイ・タム (QTc間隔が異常)' points to the second triplet; 'バス・ドラム (QRS群の時間が異常)' points to the first triplet; and 'スネア (P波の時間が異常, PR間隔が異常)' points to the second triplet.

ロー・タム (T波波高値が異常)

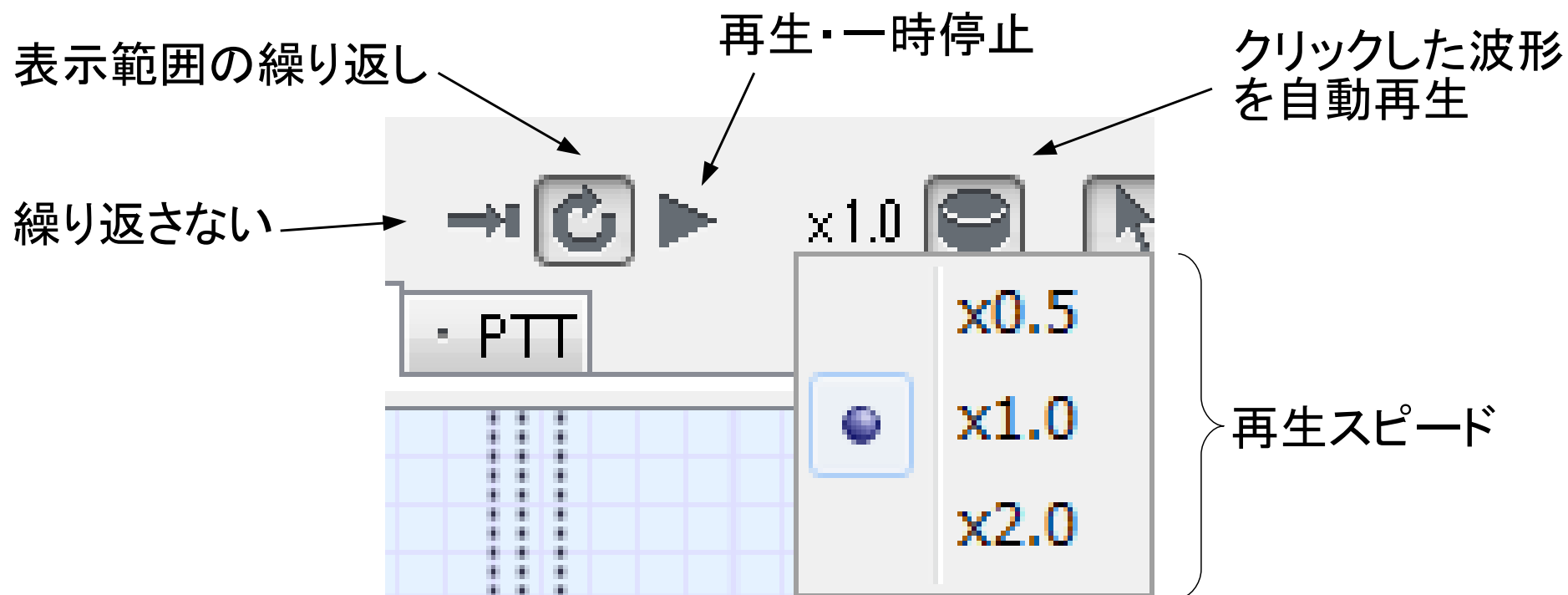
ハイ・タム (QTc間隔が異常)

バス・ドラム (QRS群の時間が異常)

スネア (P波の時間が異常, PR間隔が異常)

# ソフトウェアへの実装

- ユーザ・インタフェース
  - プレイバック・コントロール



# 試聽

The screenshot shows a software window titled "Test Heart Beat Drum" with a close button in the top right corner. The window contains several settings for audio playback:

- IHR (beats/min): 60 (spin box)
- Play P sound
  - P wave duration:  Normal  Too high
  - P wave amplitude:  Normal  Too high
  - PR interval:  Is normal
- Play R sound
  - QRS complex duration:  Is normal
  - QRS complex (R wave) amp:  Too low  Normal  Too high
- Play T sound
  - T wave amplitude:  Too low  Normal  Too high
  - Corrected QT interval:  Is normal
- Play Base Rhythm
-



# まとめ

- ECGの聴覚化手法を提案
  - 心拍とドラムの類推からECGをドラム演奏に変換
  - UIのマルチ・モダリティ化が実現
  - 異常データを見落とす危険性の低減を期待
- 今後の発展
  - 8ビート以外のドラム・パターン(ジャズなど)も選択できるように
  - アニメーション等を利用した新たな視覚化手法

# 評価

- 実際に医師は長時間のデータを診断することがあるのか？
  - 臨床では10秒程度
  - 24時間モニターの場合は心拍と異常波形のみ
    - 各種指標値は扱われない

新たな知見の発見, 及び  
未病という概念とその診断の普及  
が望まれる