

加速度脈波からの加齢指数自動検出の試み

柳田拓人¹⁾, 沖田善光²⁾, 中村晴信³⁾, 甲田勝康⁴⁾, 杉浦敏文¹⁾, 三村秀典¹⁾

¹⁾静岡大学電子工学研究所, ²⁾静岡大学創造科学技術大学院

³⁾神戸大学大学院人間発達環境学研究科, ⁴⁾近畿大学医学部公衆衛生学教室

背景 (1)

- ▶ 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
- ▶ 疾病予防と健康促進の両方を目的とする、
健康状況の簡易モニター・システムが必要



背景 (2)

▶ 自律神経活動(ANA)

ストレスや食生活の変化を反映, 心臓病等に関連

▶ ANAを反映するデータ

▶ 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

▶ 健康な被験者から得られるECGとPTG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

背景 (3)

▶ ANA簡易評価用

ECGとPTGの解析・可視化ソフトウェアの開発

- ▶ 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
- ▶ ECGとPTGの生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の実装

加齢指標自動検出を追加

評価指標: 心電図

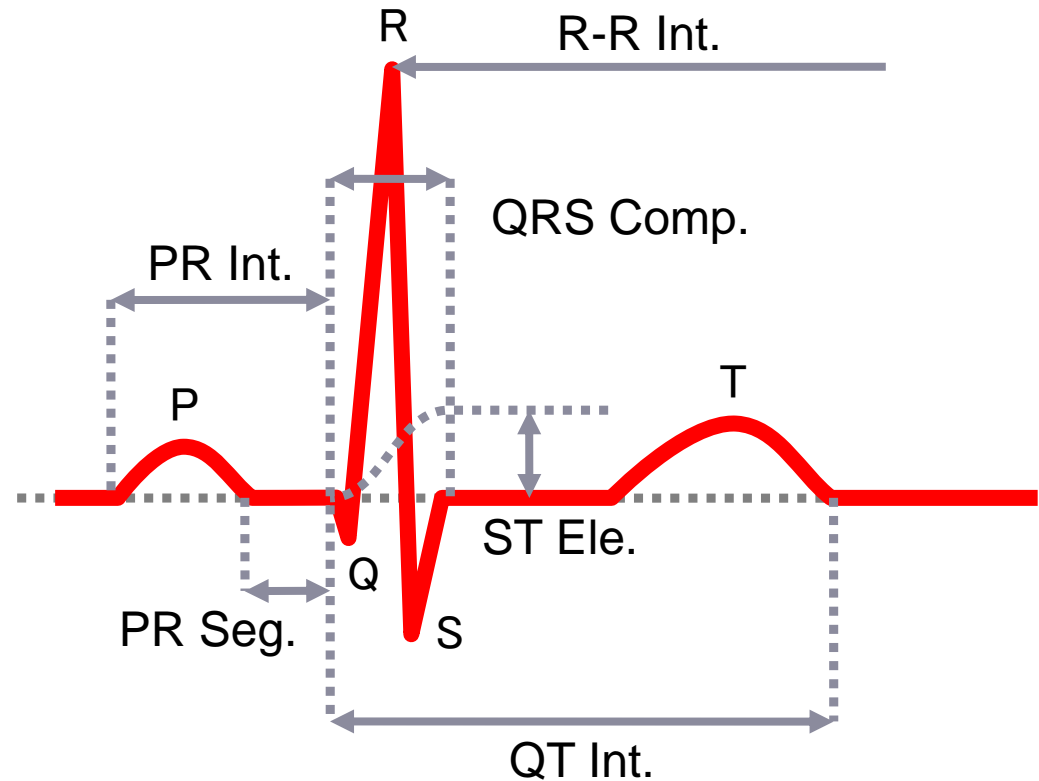
▶ 心電図 (ECG)

▶ ECGの指標値

- ▶ PR間隔
- ▶ PR部分
- ▶ QRS群
- ▶ QT(c)間隔,
- ▶ R-R間隔
- ▶ ST降下

▶ 瞬時心拍数 (IHR)

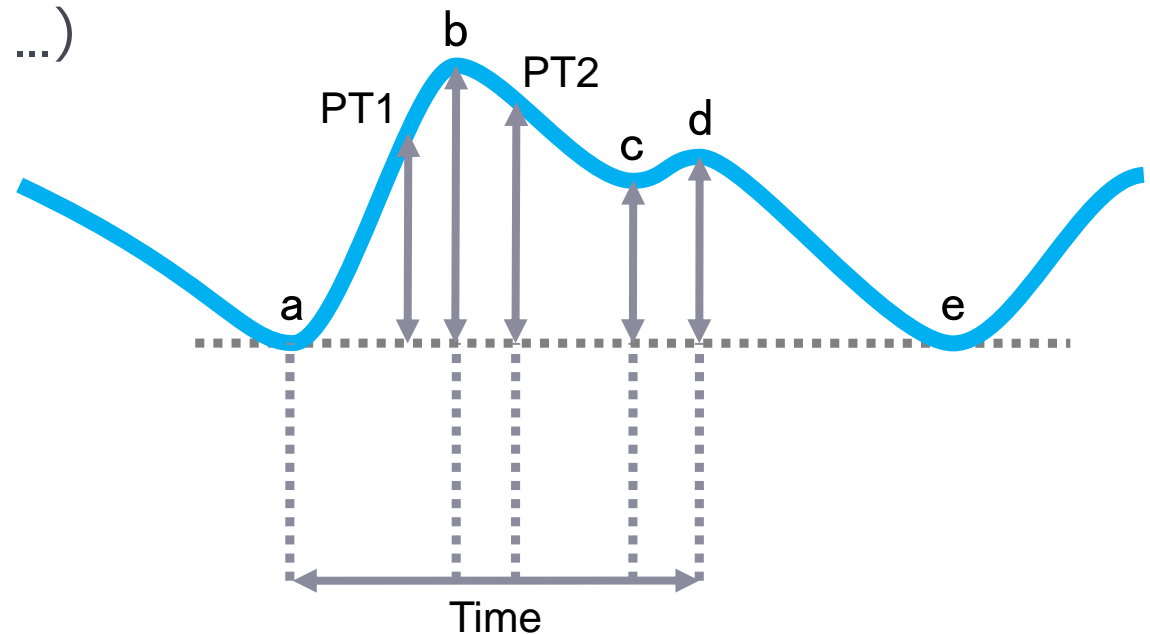
- ▶ 特徴点の高さ(電圧)
(P, Q, R, S, T)



評価指標: 脈波

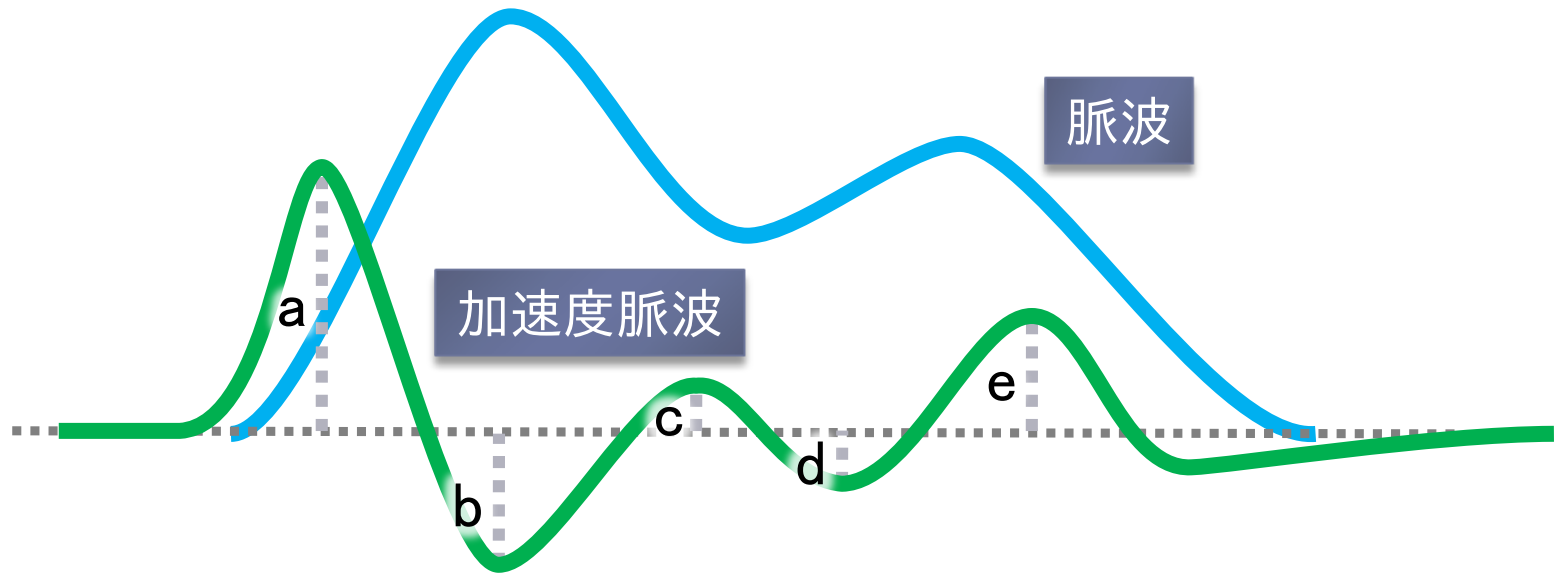
▶ 容積脈波 (PTG)

- ▶ 特徴点の高さ(圧力)と時間 (a, b, c, d, e)
- ▶ 面積値 (a-b, a-c, ...)
- ▶ 加速度脈波
 - ▶ 時間
 - ▶ 高さ
 - ▶ 割合
- ▶ 加齢指数 (AGI)



加齢指標: AGI

- ▶ 加速度脈波の特徴点(波高値)より算出
- ▶ 動脈硬化の進展を示す指標として利用可能



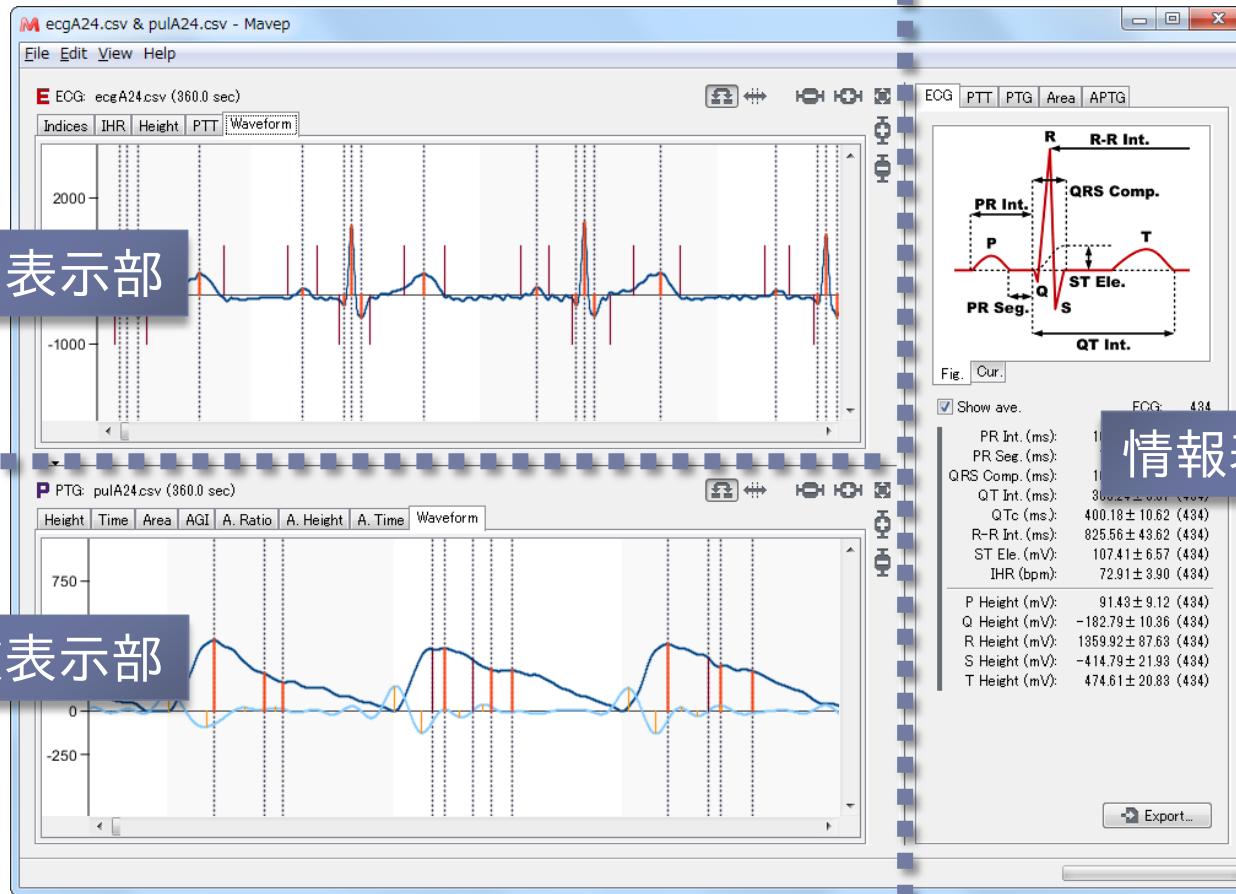
$$AGI = \frac{b - c - d - e}{a}$$

加齢指標の計算

▶ 計算手法

1. ノイズ除去 (低域通過フィルタ)
2. 一拍波形区間検出 (帯域通過フィルタ)
3. ダウン・サンプリング
4. 二階微分
5. 特徴点の各波高値を取得
6. 計算式にてAGI算出

解析・可視化ソフトウェア



心電図表示部

情報表示部

容積脈波表示部

ソフトウェアの使い方

▶ ユーザの操作

1. ファイルの選択

- ▶ 生データCSVファイルを開く
- ▶ 複数のファイル形式に対応

▶ アプリケーションの動作

2. 自動的なデータ解析

- ▶ ECGとPTGの特徴点を検出
- ▶ 検出点の微調整等を受付



4. 自律神経活動の評価

- ▶ 情報の閲覧と評価
- ▶ 解析結果のファイル出力

3. グラフと指標値の表示

- ▶ 各グラフ, 指標値を表示
- ▶ ユーザ操作を反映, 再計算



ユーザ・インタフェース

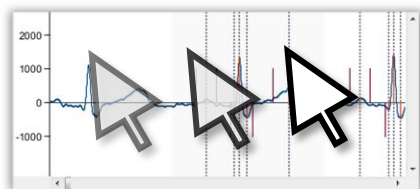
▶ 拡大縮小

- ▶ 垂直ズーム
- ▶ 水平ズーム
- ▶ 表示サイズにフィット



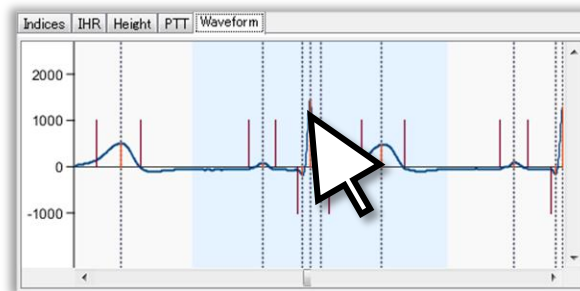
▶ スクロール

- ▶ ドラッグ



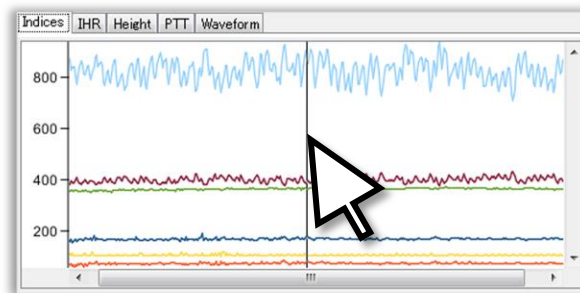
▶ 表示位置の同期

▶ 波形と指標値の切り替え



波形タブ

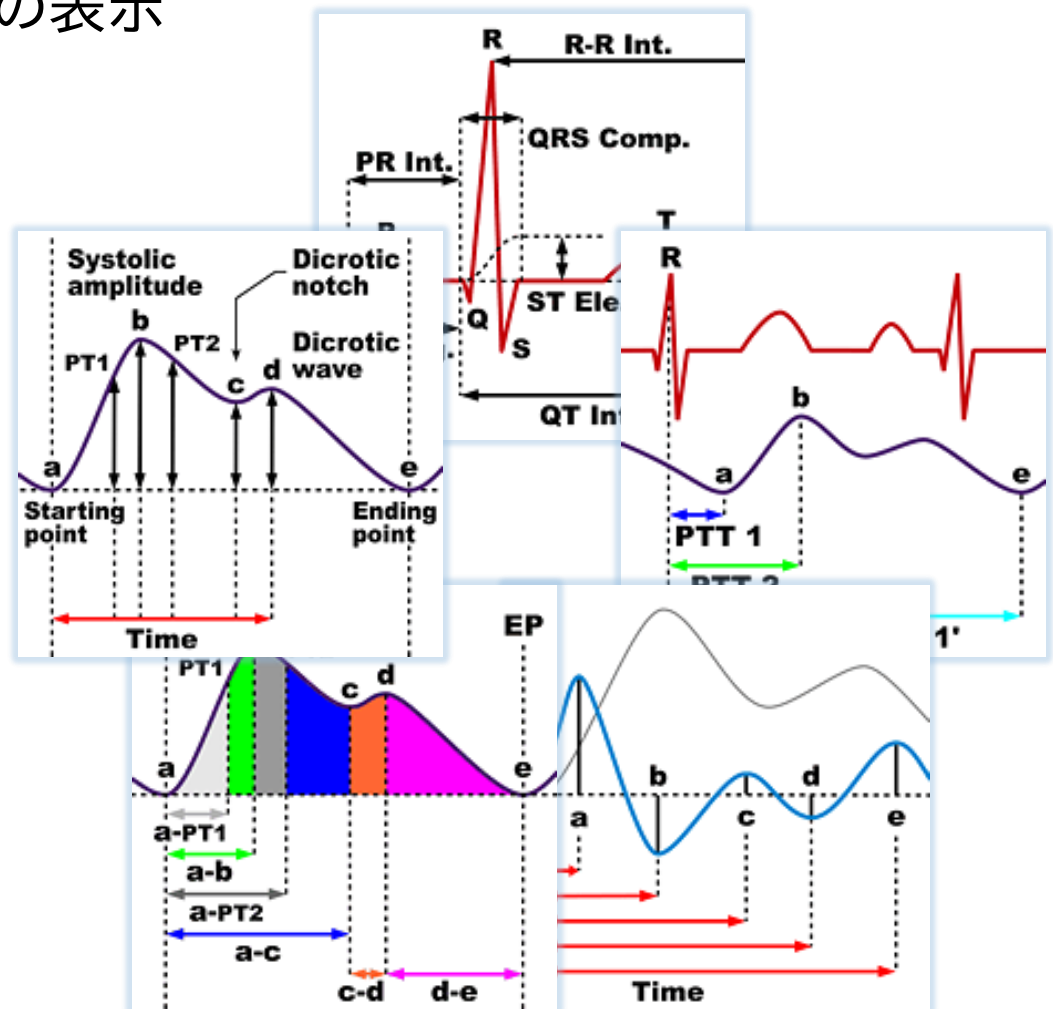
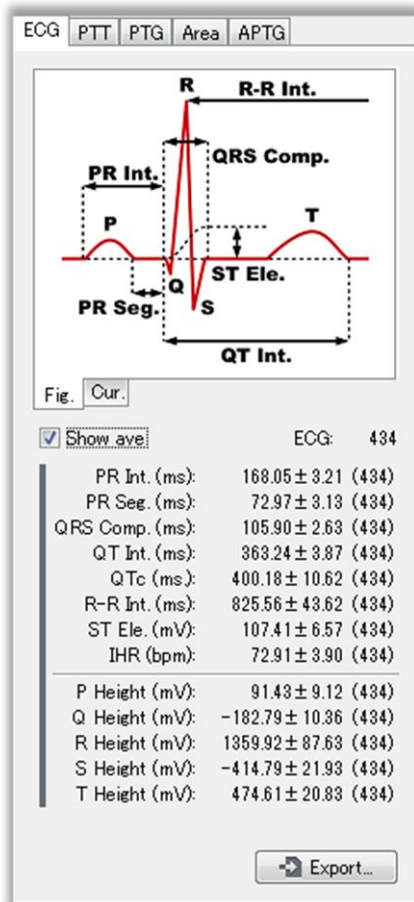
ダブル・クリック



指標グラフ・タブ

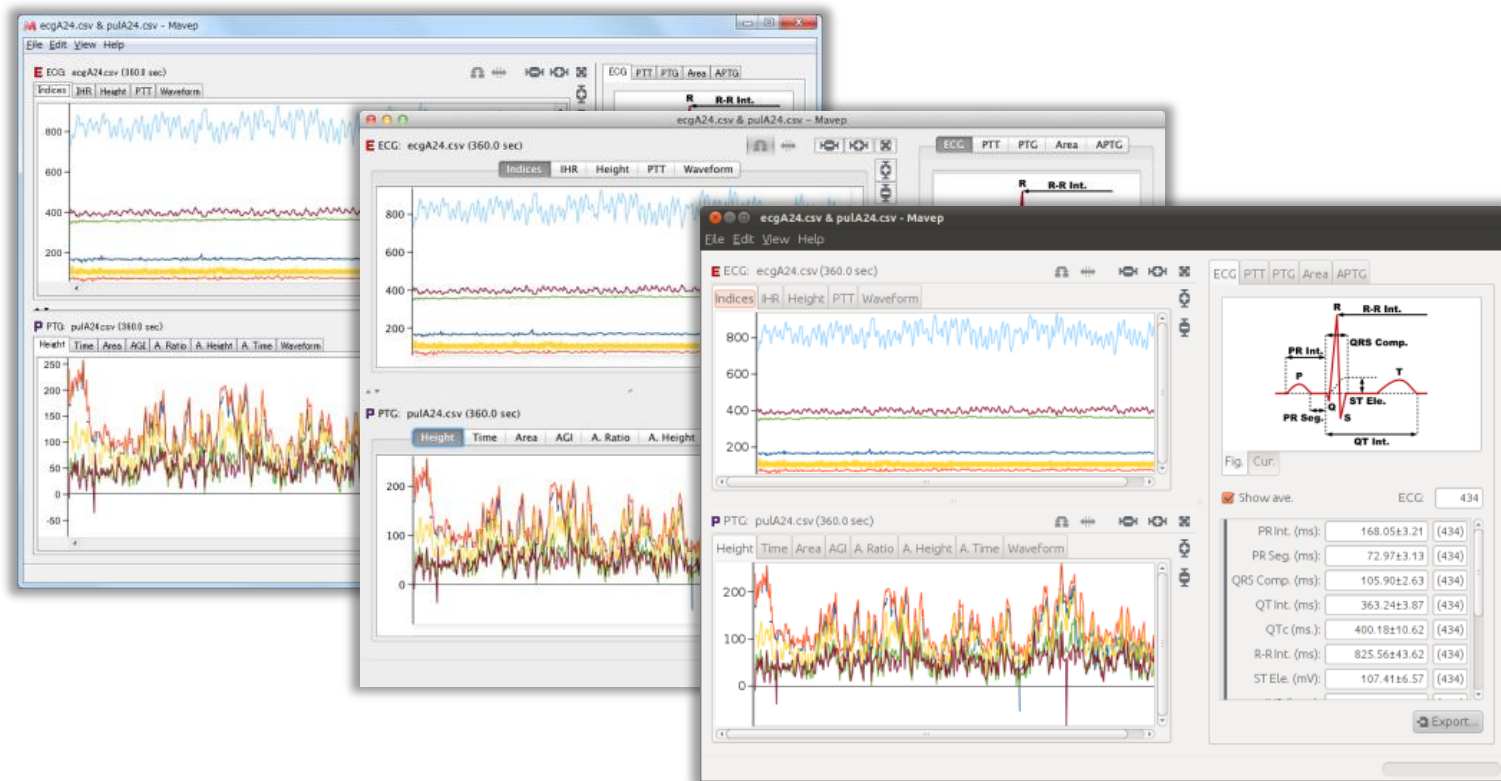
情報表示部と説明図

各指標値とその説明図の表示



ソフトウェアの可搬性

- ▶ Windows, Mac OS X, Linuxのいずれにおいても使用可能
 - ▶ 同一の実行ファイルが動作



予備実験

▶ AGIの自動検出手法を検証する実験

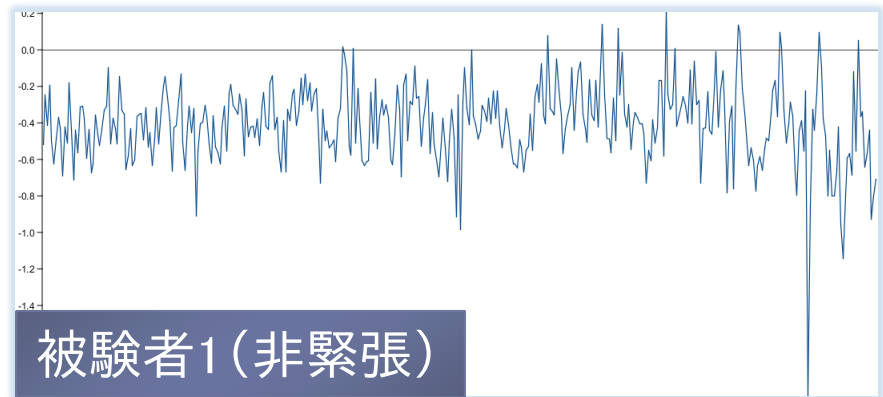
▶ 測定機器

▶ 日本光電工業MME3132

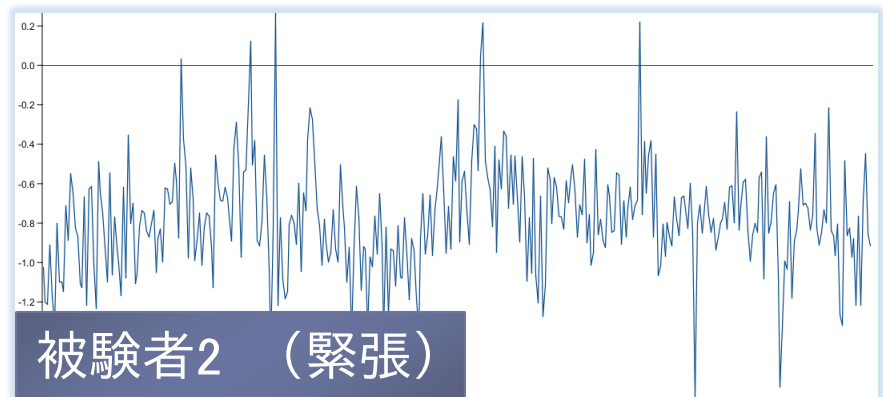
▶ 被験者

▶ 22, 23歳の健常者

AGI: -0.40 ± 0.22



AGI: -0.78 ± 0.27



考察

- ▶ 検出されたAGIの値
 - ▶ 非緊張状態にある被験者の平均AGI
既知の健常者の値にほぼ合致
 - ▶ -0.37 ± 0.02 (60歳未満, 動脈硬化なし)
- ▶ AGIの変化の比較
 - ▶ 緊張状態がAGIに影響を及ぼしている

1. 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 photoplethysmogram versus pulse wave velocity,” *American Journal of Hypertension*, vol.13, pp.165–171, 2000.

まとめ

- ▶ 自律神経活動の簡易評価ソフトウェア開発
 - ▶ 健康な被験者の心電図と容積脈波から、評価指標を自動算出
- ▶ 加齢指数自動検出の試み
 - ▶ 容積脈波から経時的に変化する加齢指数を計算
 - ▶ 非緊張状態の被験者の既存研究との合致
 - ▶ 時間変化の確認