

# ウェアラブル脈波センサのための 脈拍間隔ノイズ除去フィルタ

東北大学

データ駆動科学・AI教育研究センター

助教 湯田 恵美

2022年7月14日





Random fluctuations of voltage in pink noise.

1. 従来技術とその問題点
2. 新技術の特徴・従来技術との比較
3. 想定される用途
4. 実用化に向けた課題
5. 企業への期待

その他：

本技術に関する知的財産権  
産学連携の経歴  
お問い合わせ先



# 1. 従来技術とその問題点

既に実用化されている健康機器から得られる生体指標には、次のような問題がある

- ① 指標の算出がブラックボックスで**解釈が曖昧**
- ② 不透明な**ノイズ処理**により信号の重要な特性を落としてしまっている

(e.g. PPIからは呼吸スペクトルを抽出できる。 Yuda E et al, 2020)

このため、健康機器に対する指標の信頼性は低い

# 医療機器・健康機器



院内検査



©suzuken

解析センター



©TDK



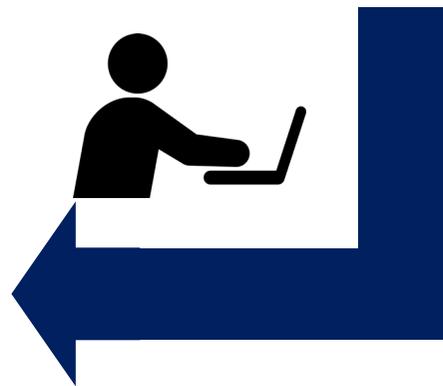
©Oura



©Apple



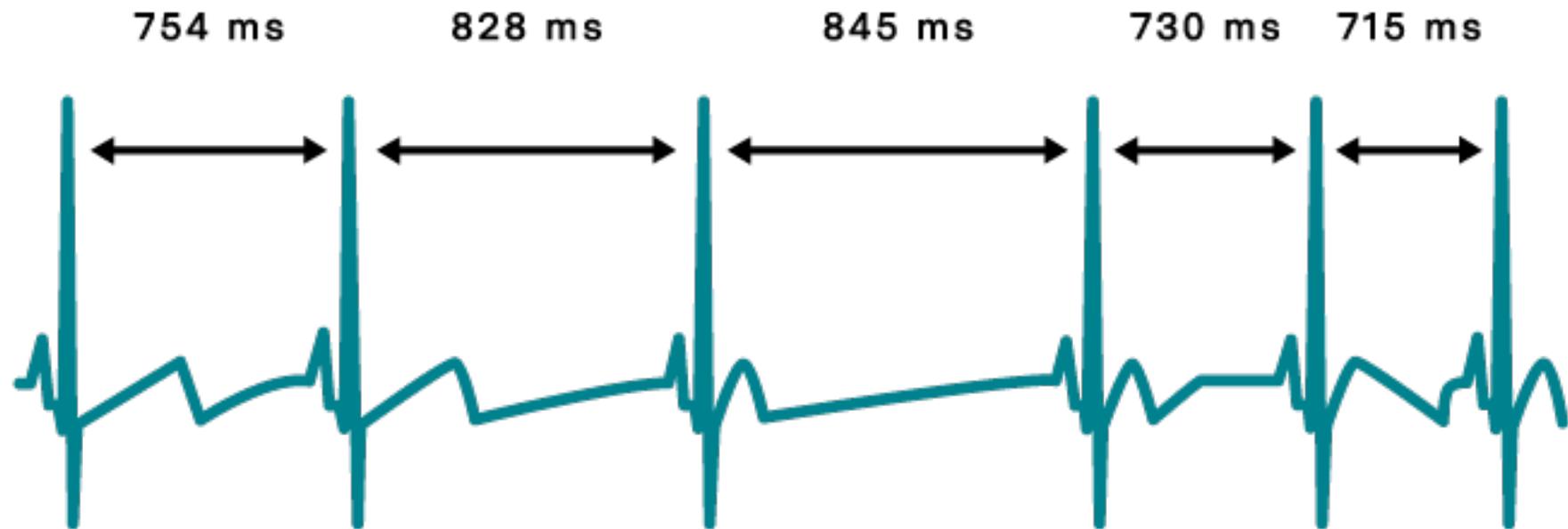
疾患データ



疾患の早期発見が期待できるも、「**指標**」には様々な問題がある

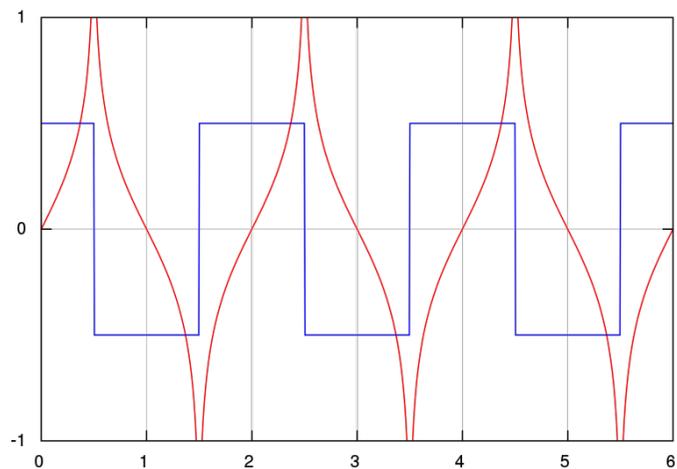
# 心拍変動

## Heart Rate Variability (HRV)



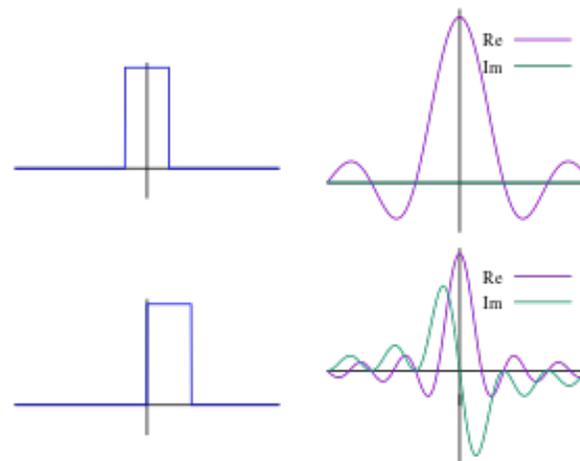
敗血症性ショックの発症予測，多臓器障害発症の予測，脳死を含めた頭部外傷患者の予後予測，外傷患者の予後予測，心血管外科手術の術後経過予測などに有用

## Fourier Transform



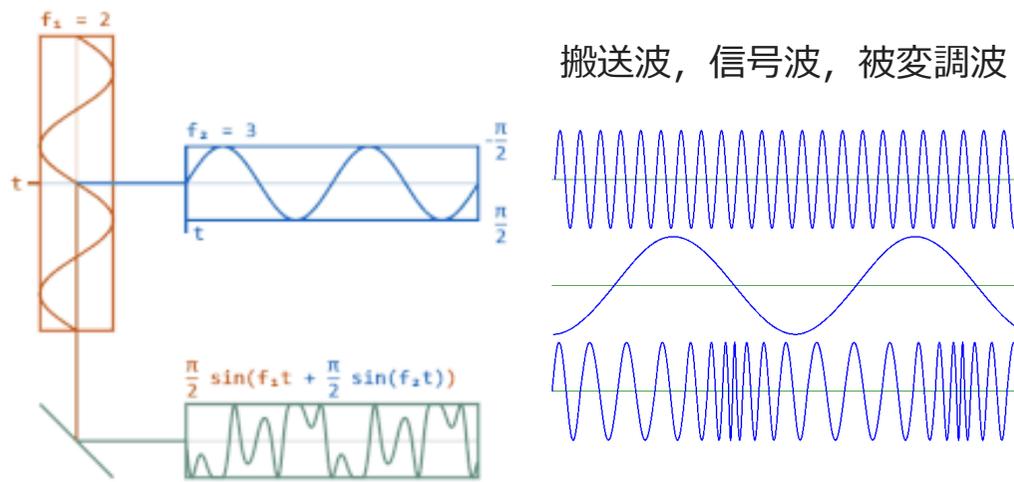
関数fを正弦波・余弦波に分解する手法

## Hilbert Transform



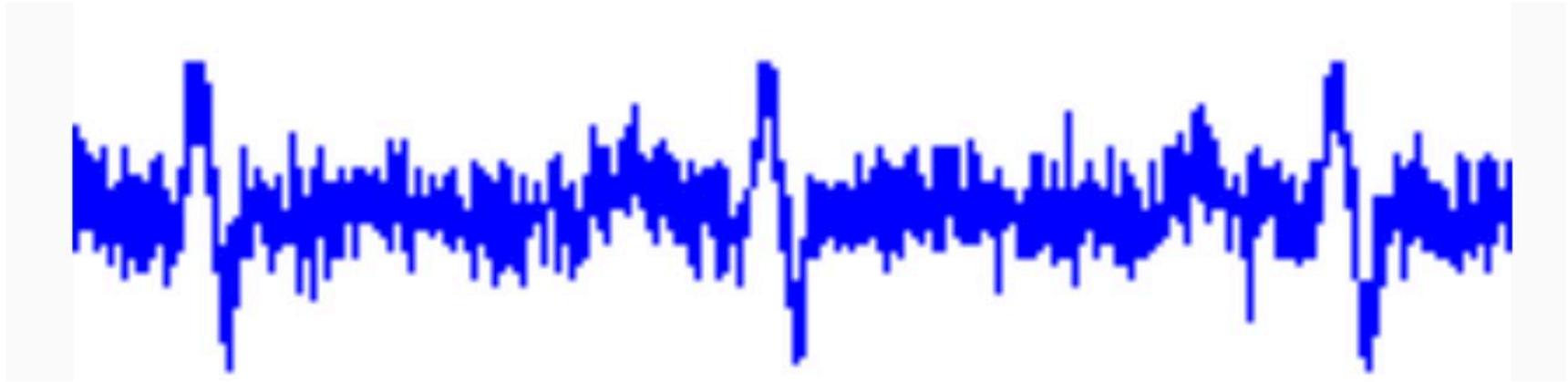
与えられた関数に対し  
すべての周波数成分の  
位相を  $90^\circ$  ずらす  
(フーリエ振幅の変化  
はない)

## Phase Modulation (PM)



搬送波の位相の変化で伝達する変調方式

# ノイズ除去フィルタ



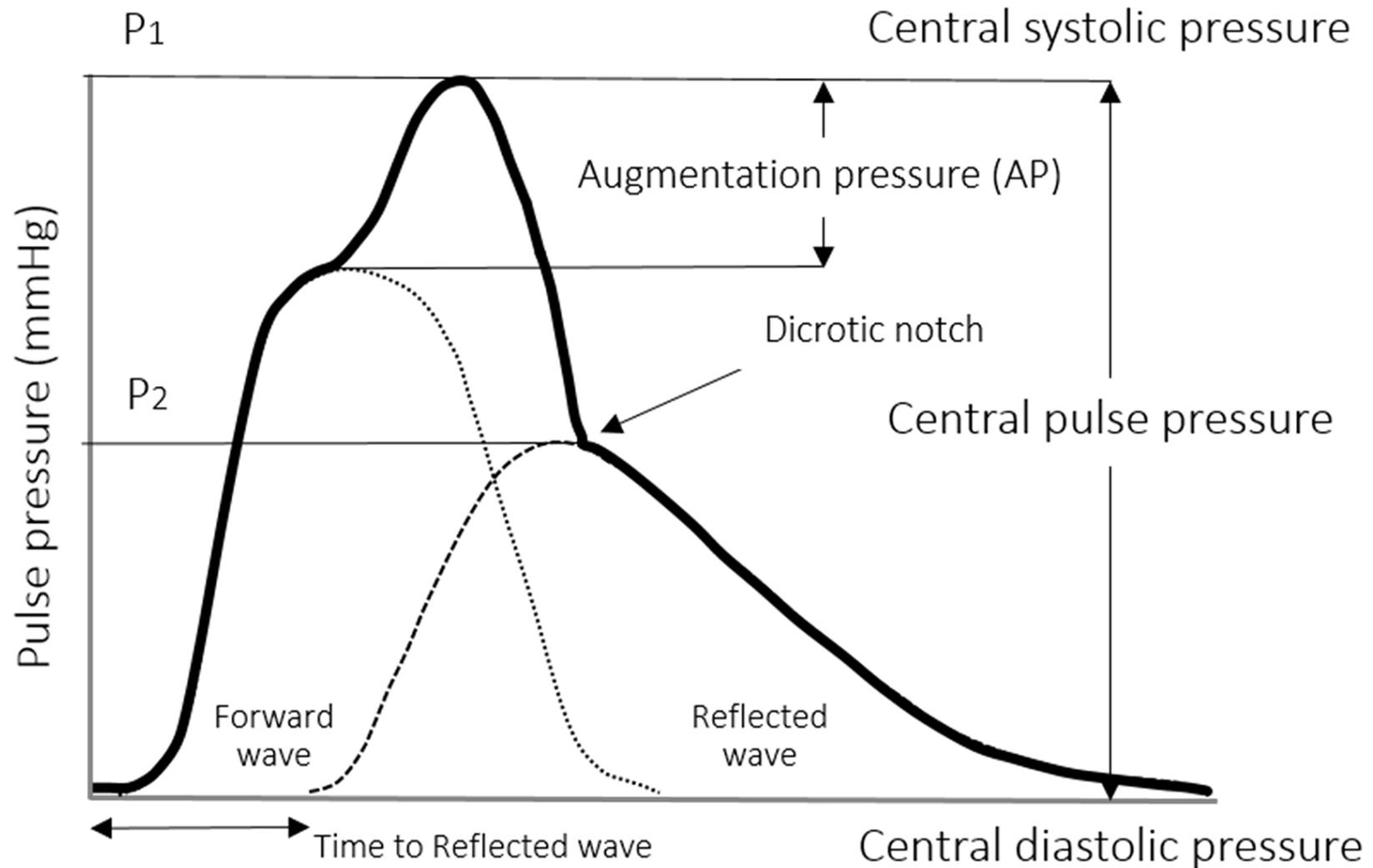
**Original Signal**



**Filtered Signal**



# 中心脈圧波形



中心脈圧の輪郭は心臓に近い動脈(頸動脈)に典型的に見られる  
Parittotokkaporn S et al. JMA J. 2021;4(2):119-128.

## 2. 新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、ウェアラブルPPGセンサから得られる脈拍数時系列信号に含まれる**ノイズの生理学的特性に基づく識別に成功**した
- 従来は真の脈拍数の変動範囲や分布を仮定し、そこから外れるものをノイズとしていたが、この方法ではノイズの混入や真の脈拍数のノイズとしての誤認識が多かった
- 本技術は、**生理的な脈拍数変動の特性**を利用して、**非生理的な変動をノイズとして識別**する。これによって、従来、ウェアラブルPPGセンサでは困難であった**活動中を含めた1拍毎の脈拍変動解析が可能**になることが期待される

## 3. 想定される用途

- 本技術を用いることで、①波形の**可視化**、②再現性のある**指標の算出**、③**機械学習**など解析技術の向上が考えられる
- 情動分析から購入率の予測、健康経営データからプレゼンティズム・アブセンティズムの予測など、**組み合わせ**によって広い応用が可能

## 脈拍間隔ノイズ除去



### 疾患の早期 スクリーニング

- ✓ 睡眠時無呼吸（SAS）の検出(Yuda E et al, 2020)
- ✓ 心房細動の検出

※ 研究中(Yuda E, Hayano J, Yoshizawa M)  
※ ECGによる検出はYoshizawaらが実装済

### 健康管理 ヘルスプロモーション

- ✓ 性周期予測
- ✓ 概日リズム
- ✓ 睡眠
- ✓ 身体加速度
- ✓ 疲労
- ✓ ストレス
- ✓ 眠気
- ✓ 自律神経状態推定

### 見守り

- ✓ 高齢者の見守り
- ✓ ペットの健康



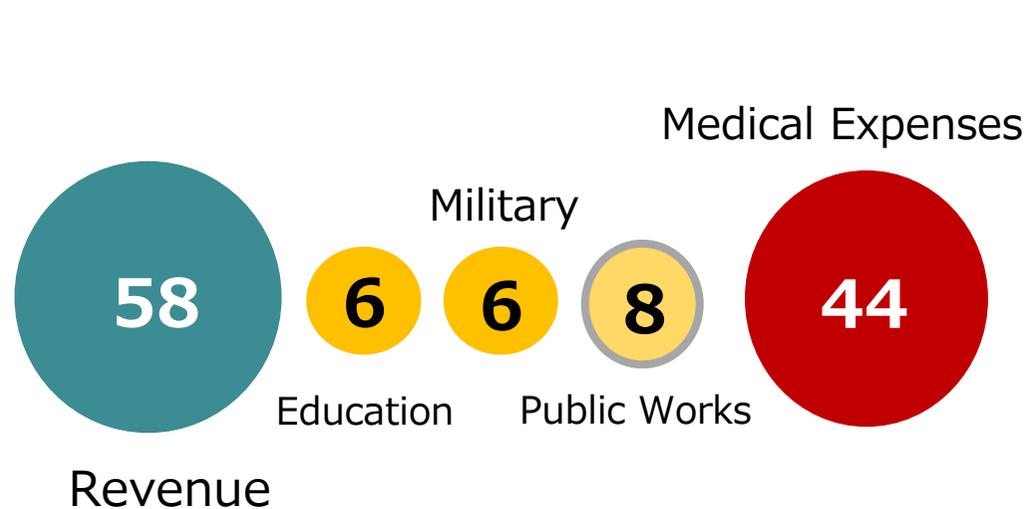
## 4. 実用化に向けた課題

- 睡眠時無呼吸（SAS）の検出：実装可能(Yuda E et al, 2020). 検出精度の向上についても実施済み（論文執筆中）
- 心房細動の検出：ECGによる検出（閉ループ）は可能であるが，脈波からの検出（開ループ）については研究中

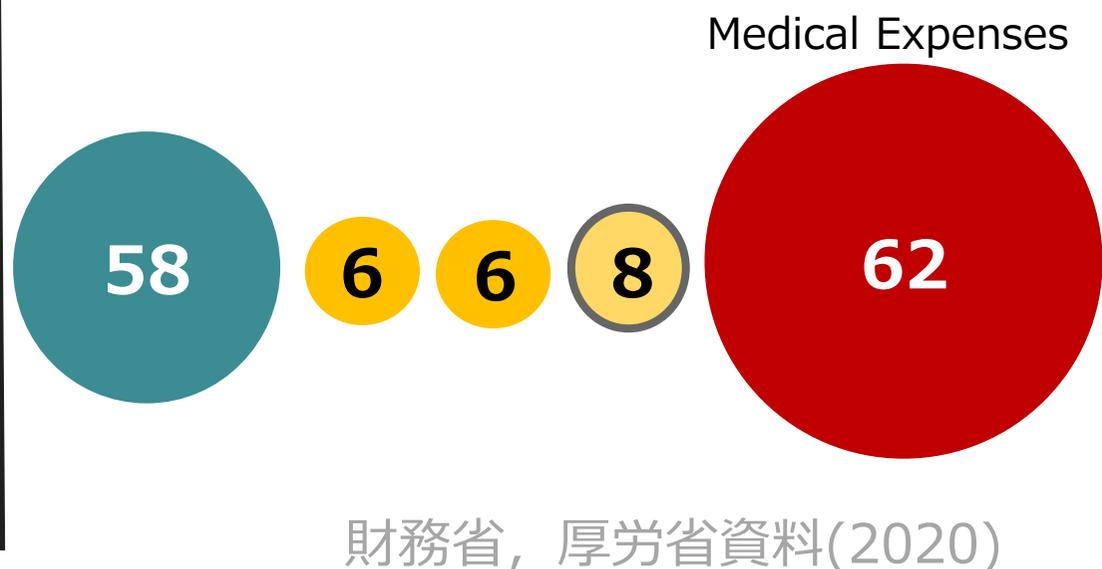


# 国民の医療費

## Medical Expenses 2019

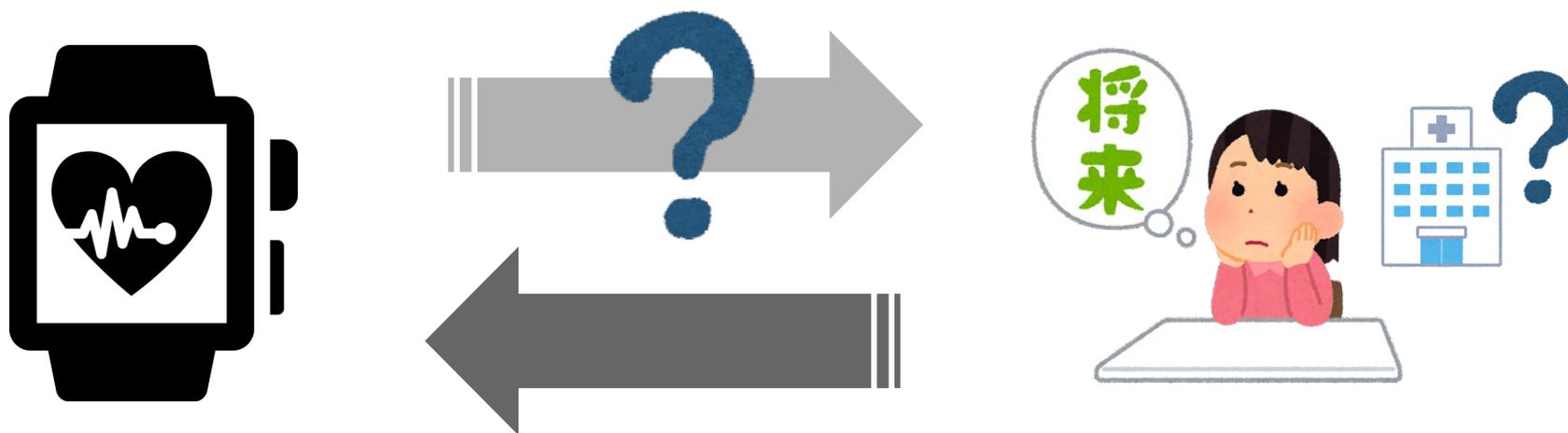


## Medical Expenses 2030



- ✓ 昭和36年(1961年)に国民皆保険制度が導入され, 医療費は1970年代から急速に増加
- ✓ このまま医療費高騰が続けば日本の財政は破綻
- ✓ 日本の国民皆保険制度と良好な医療アクセスは世界に誇るべき
- ✓ 国民健康保険が破綻すると, **必要なときに医療を受けることができなくなるリスク**がある

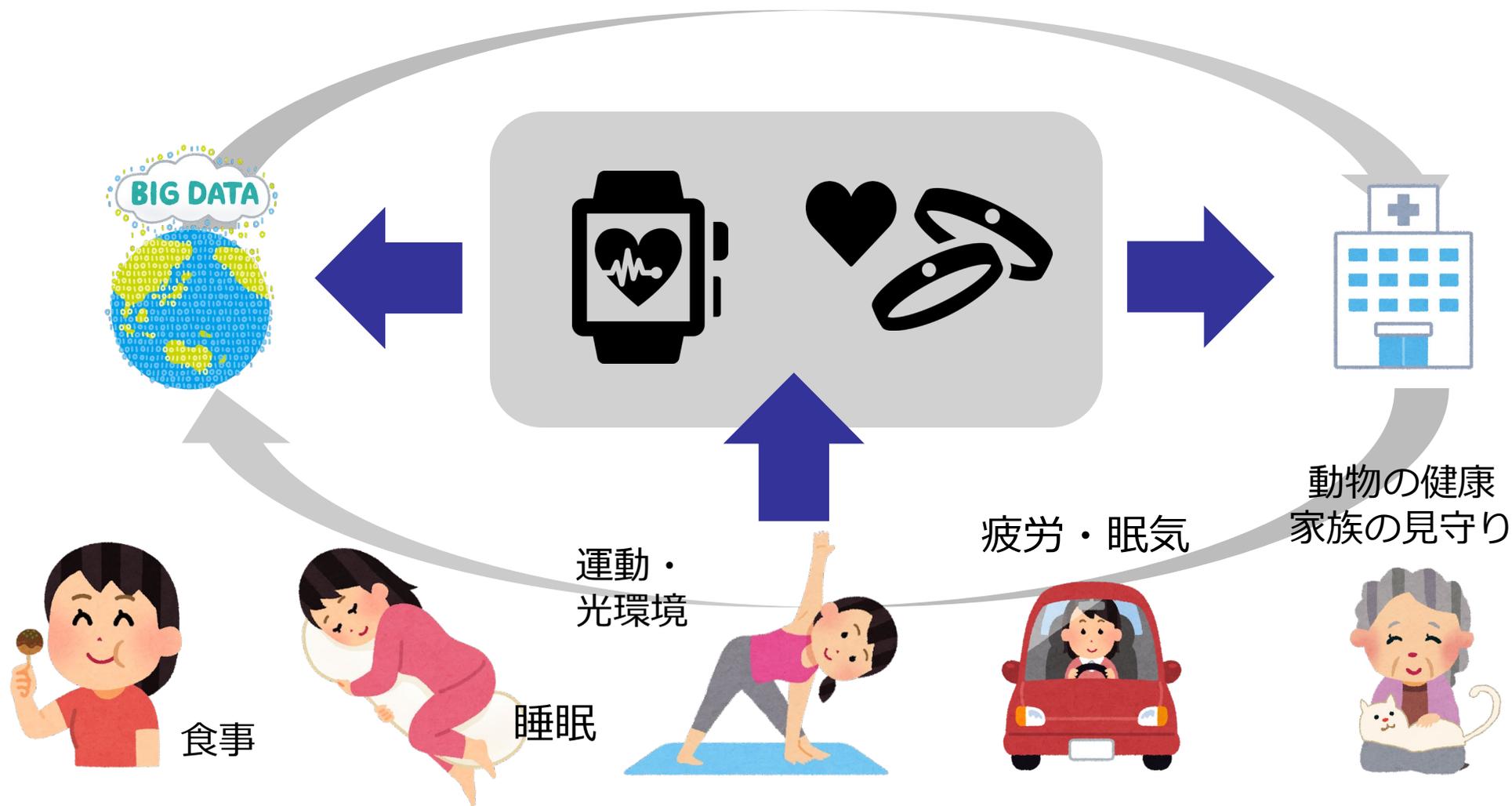
# 自分の健康と安全を 「自分で守る」時代



- 高齢者の増加とともに医療費の増大が問題
- ウェアラブル端末やデータ活用等によって、本当に効果的に医療費の削減はできるのか？

**未来の子供たちに残したい技術**をつくる！

# 日常活動下のモニタリングで「楽しく」生きる！



必要なものは、生体信号から得られる「指標」の研究

## 5. 企業への期待

- 脈波からの心房細動検出については現在  
研究中（2022年度内に論文発表予定）
- 本技術を搭載できるハードウェア/ソフト  
ウェア開発が可能な企業との共同研究を希  
望
- 医療機器，製造業など「健康」「安全」  
に関心のある幅広い企業とのマッチングを  
希望します

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 拍動解析装置、拍動解析方法、およびプログラム
- 出願番号 : 特願2022-094742
- 出願人 : 東北大学、株式会社ハートビートサイエンスラボ
- 発明者 : 湯田恵美、早野 順一郎

# 産学連携の経歴

- 2015年- 2022年 20社以上の企業と共同研究を実施
- 2021年- 2022年

総務省 Beyond 5G時代に向けた戦略的な知財・標準化, 事業化等  
促進支援プロジェクト 採択 (研究統括)

「脈波解析を用いた心原性脳梗塞早期スクリーニング手法の開発」

- 2021年- 現在

国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT)と共同研究実施 (研究代表) 産学連携に向けて準備中

- 2022年- 現在 企業2社と共同研究実施 (研究代表)
- 2022年- 現在 国立情報学研究所(NII)との共同研究実施 (研究代表) 産学連携に向けて準備中
- 2022年 (予定) 大学発ベンチャー 設立予定

# お問い合わせ先

東北大学

産学連携機構 総合連携推進部

Website

<https://www.rpip.tohoku.ac.jp/jp/>

TEL 022-795-5275

FAX 022-795-5286

E-mail [souren@grp.tohoku.ac.jp](mailto:souren@grp.tohoku.ac.jp)

ご連絡お待ちしております

