

公開シンポジウム：多様な個人のウェルビーイングと未来社会
～ウェルビーイングの可視化とビジネスチャンス～

未来社会創造事業 探索加速型「個人に最適化された社会の実現」領域

次世代健康経営の実現に向けた AIoT*によるEcological Well-beingの 可視化

研究開発代表者： 中村亨（大阪大学デービリティフロンティア機構）

主たる共同研究者： 山本義春（東京大学教育学研究科）

2022年11月7日
@JST東京本部別館

* AIoT = 「人工知能(AI)」 + 「モノのインターネット(IoT)」

2020年度にテレワークの実態把握調査を実施



「緊急事態宣言」発出前後、調布市の企業Aと
関連コンソーシアム会員を対象に、**労働生産性、
在宅勤務(テレワーク)などに関する調査を実施**

□ 企業A(50名、2週間)

- 事前質問紙調査(労働生産性、睡眠、精神・心理など)
- Ecological Momentary Assessment(EMA)による気分・身体症状、労働生産性等の経時変化記録
- ウェアラブル活動量計による活動量・睡眠記録
- Fitbit、環境センサデータの取得

スマートフォンアプリによるEMA



□ コンソーシアム会員(67名、2~40日)

- EMAによる気分・身体症状、睡眠・活動、労働生産性等の経時変化記録

ウェアラブル活動量計



Actigraph Mini-Motionlogger
Ambulatory Monitors Inc.

※ 労働生産性はWHO の提案評価尺度(Health and Performance Questionnaire[Kessker R, et al., J Occup Environ, 2003])で測定

テレワークには、潜在的な健康リスクが存在することが明らかに

□ 企業A

- 1日の労働生産性は、その日の抑うつ気分や低活動頻度、眠気が高いと低下
- 1日の労働生産性は、前日の睡眠時間が短いと低下
- テレワーク(在宅勤務)では、通常出勤に比べ日中の不安が高い

□ コンソーシアム会員

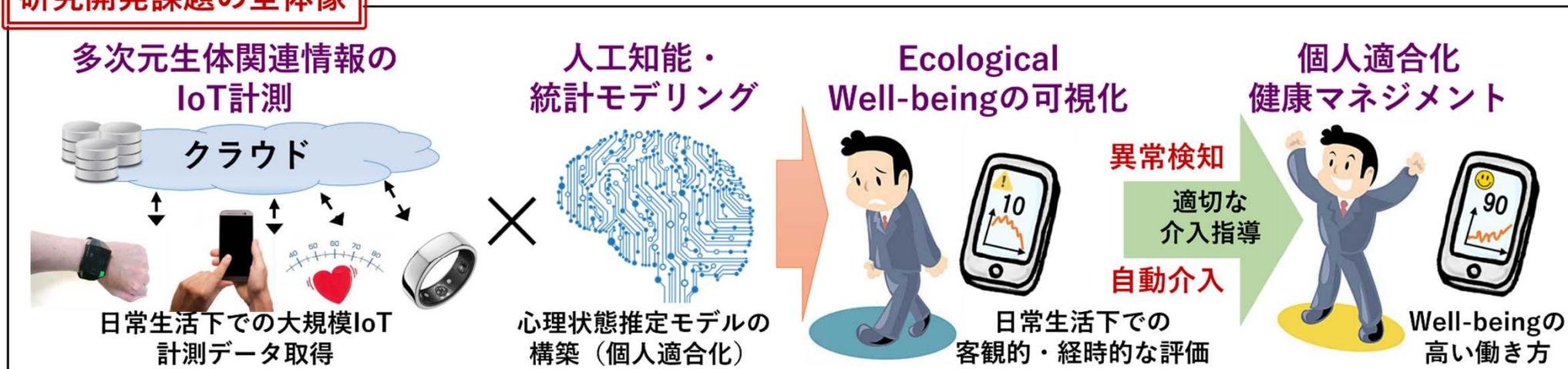
- テレワークでは、通常出勤に比べて労働生産性が約15%低下
- 座位行動が、約2時間延長し(10時間を超える)、身体活動量が大きく低下する(企業Aの客観調査でも同様)
- 睡眠時間が不規則になる傾向

➡ 中長期的には心身の不調や労働生産性の低下につながる潜在的な健康リスクが存在

➡ メンタルヘルスと生活リズムへの適切な介入により、労働生産性の向上と健康維持の両立が可能か？

Ecological Well-beingの個人最適化に基づく次世代健康経営の実現

研究開発課題の全体像



本格研究の到達点

次世代健康経営の実現

- (1) 個人適合型健康マネジメントシステムの構築
- (2) AIoT健康経営サービス事業への展開



心身の健康と生産性向上の制御



健康リスクの早期検知



AI産業医による見守り・指導

どのように世界が変わるのか

- 個人・集団(コミュニティ・地域)・社会の **Well-beingの最適化に基づく社会システムのデザイン・設計・構築** (国や地方自治体の施策、企業サービス等)へのパラダイムシフトを引き起こす
- 新たな人生・健康価値観の共有による **Well-beingの高い暮らし方・人生の過ごし方**

Ecological Well-beingの個人最適化に基づく次世代健康経営の実現

JST未来社会創造事業での研究プロジェクト内容

研究開発課題の全体像



本格研究の到達点

次世代健康経営の実現

- (1) 個人適合型健康マネジメントシステムの構築
- (2) AIoT健康経営サービス事業への展開



心身の健康と生産性向上の制御



健康リスクの早期検知



AI産業医による見守り・指導

どのように世界が変わるのか

- 個人・集団(コミュニティ・地域)・社会の **Well-beingの最適化に基づく社会システムのデザイン・設計・構築** (国や地方自治体の施策、企業サービス等) へのパラダイムシフトを引き起こす
- 新たな人生・健康価値観の共有による **Well-beingの高い暮らし方・人生の過ごし方**

Well-beingの可視化の課題と課題克服に資する 基盤技術・強み

① 日常生活下での実時間計測・評価が困難

- **Ecological Momentary Assessment** が可能なIoTクラウドシステムを構築

② 日常生活下での簡便かつ客観的な計測・評価が困難

- **PsychoBehavioral Computing**
身体活動量から「抑うつ気分」を推定する技術を開発
- **Ecological Affective Computing**
音声データから「不安感」を推定する技術を開発

日常生活下での実時間かつ経時的な心身の状態把握(Ecologicalな計測)

Ecological Momentary Assessment(EMA):

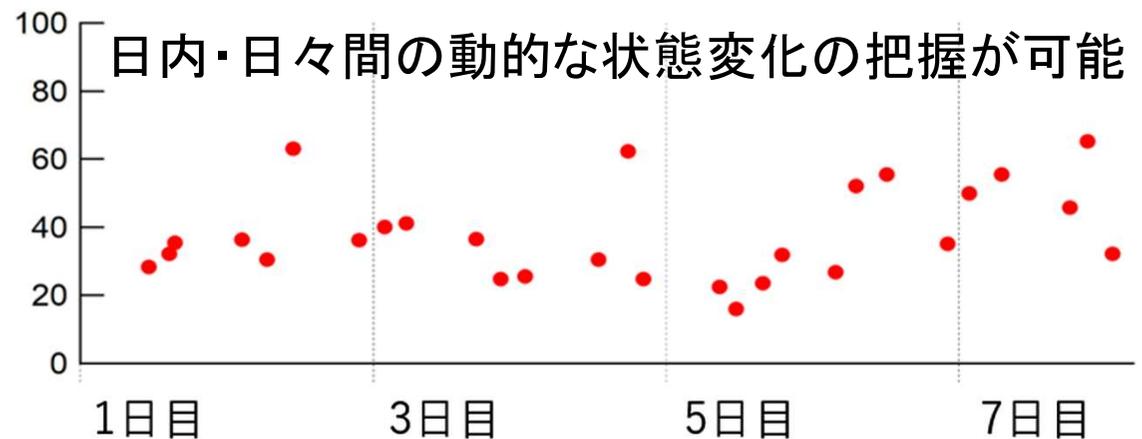
スマートフォン等を電子日記として用いて、日常生活下での経験や生体状態を**実時間**で記録・評価する**生態学的妥当性**が高い計測法

(Ann. Behav. Med., 1994)

* **生態学的妥当性**: 測定で得られたデータがどのくらい実際の行動や状態の理解に役立つか、一般化できるか



抑うつ気分スコア
(100点満点)



① 欠点: 日常生活下で繰り返し**回答することによる負荷**

Well-beingの可視化の課題と課題克服に資する 基盤技術・強み

① 日常生活下での実時間計測・評価が困難

- Ecological Momentary Assessment が可能なIoTクラウドシステムを構築

② 日常生活下での簡便かつ客観的な計測・評価が困難

- PsychoBehavioral Computing
身体活動量から「抑うつ気分」を推定する技術を開発
- Ecological Affective Computing
音声データから「不安感」を推定する技術を開発

「抑うつ気分」/「不安感」の変化は、生体信号のゆらぎに反映：IoT生体信号計測

PsychoBehavioral Computing

Ecological Affective Computing

抑うつ気分

不安気分

共通

EMA:抑うつ
(教師信号)

EMA:不安
(教師信号)

気力減退
興味・喜びの減退
希死念慮

イライラ感
集中困難
睡眠障害
易疲労性
など

恐怖感

過度の心配

緊張感

体重変化

息切れ感、動悸、

心拍増加、発汗、

筋肉の緊張

など

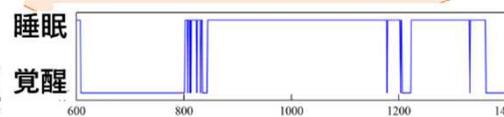
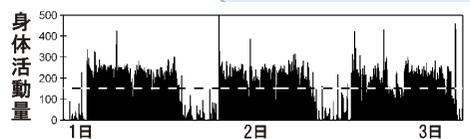
精神運動性制止

など



発話・音声

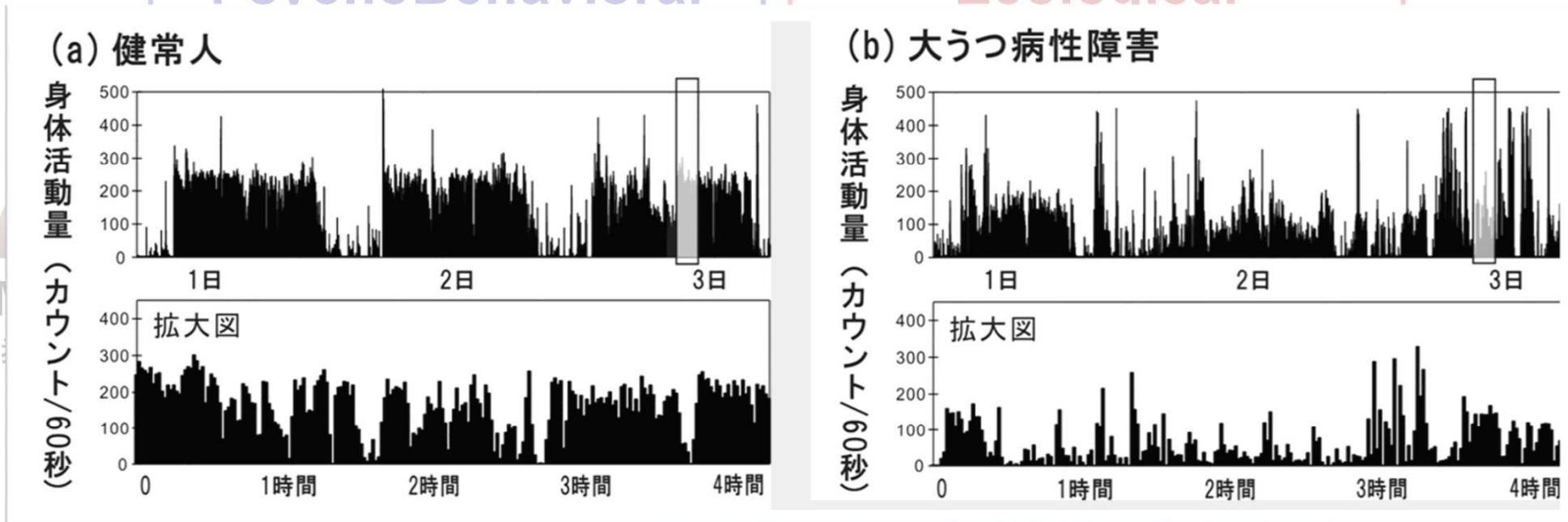
身体活動量



「抑うつ気分」/「不安感」の変化は、生体信号のゆらぎに反映：IoT生体信号計測

PsychoBehavioral

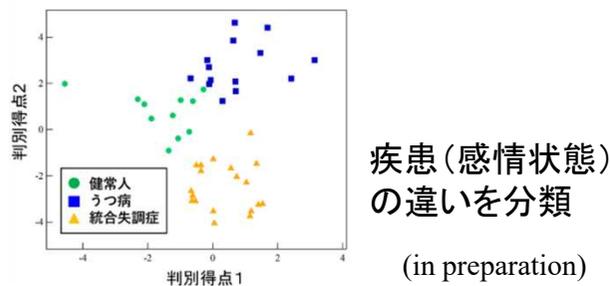
Ecological



基盤技術：日常生活IoT生体信号計測による「抑うつ気分」/「不安感」の客観的把握



身体活動による疾患分類



身体活動による抑うつ気分経時変化推定



教師信号

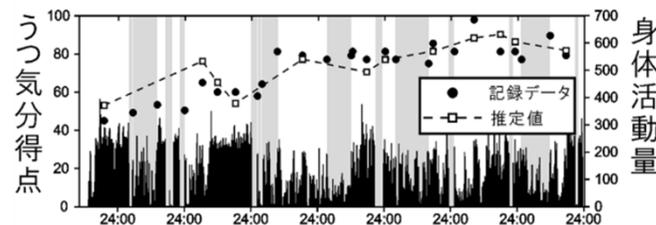
[抑うつ気分スコア]

Ecological Momentary Assessment (EMA)による日常生活下計測

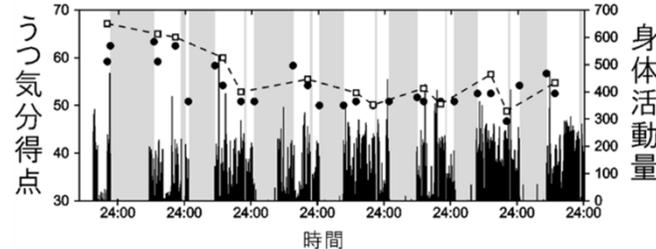
Kim, *PLoS ONE*, 2013

Kim, *IEEE JBHI*, 2015

(a) うつ病患者A: 相関係数(予測) = 0.77($p < 0.01$)



(b) うつ病患者B: 相関係数(予測) = 0.74($p < 0.01$)



音声による不安感の推定

Covid-19感染患者の不安感



- 文脈的意味のない発話データと不安スコアを取得
- 特徴抽出エンジンopenSMILEにより高次特徴情報を導出し(ComparE)、機械学習により、「不安感」や「疲労感」の推定に成功

Qian, *IEEE IoT J*, 2021

AI(機械学習等)とIoTを組み合わせたAIoTにより、日常生活下でのポジティブ気分、ネガティブ気分(抑うつ気分や不安感)を推定する技術を構築

個人適合型介入指導による行動変容 (Just-in-Time Adaptive Intervention: JITAI)



Kim, Nakamura, et al., IEEE J. Biomed. Health Informatics 19: 1347, 2015

- ❑ **Just-in-Time:** a person is vulnerable and/or open to positive changes, and receptive
- ❑ **adaptive:** time-varying (dynamical) individualization

I. Nahum-Shani et al., *Health psychology*, 2015

次世代健康経営の社会実装・実用化に向けたロードマップ

