
電気通信大学 新技術説明会

**無拘束型リアルタイム睡眠段階推定と
深い睡眠を導く行動マイニング**

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻

教授 高玉 圭樹

2019年5月14日

従来技術とその問題点（その1）

- **毎日ぐっすり眠れますか？**

**日本人の睡眠時間は
世界100カ国で最下位**

従来技術とその問題点 (その2)



・ 病気

- 5人に1人 (約2400万人) : 何らかの睡眠障害

- ・ 睡眠時無呼吸症候群 → 心筋梗塞・脳梗塞
- ・ 高額かつ時間のかかる診断, 専門医が少ない

・ 健康維持

- 慢性睡眠不足 (睡眠負債)

- ・ 生活習慣病 (糖尿病, 高血圧) ・ 認知症 ・ 学習能力の低下



・ 日中活動

- 睡眠負債からくる慢性疲労: 大きな経済損失

- ・ 産業 / 交通事故やヒューマンエラーの増加



従来技術とその問題点 (その3)

睡眠を測る

- PSG
 - 医療診断
 - 多くの電極
- 無拘束型マットセンサ
 - 簡易推定



1日の睡眠データ必須

リアルタイム推定

睡眠を改善する

- 寝具
 - 高級ベット
- ヒーリングサウンド
 - 波の音



一次的な効果 +
日中の活動を考慮していない

睡眠の最適化

従来技術とその問題点（再掲）

睡眠を測る

- PSG
 - 医療診断
 - 多くの電極
- 無拘束型マットセンサ
 - 簡易推定



1日の睡眠データ必須

リアルタイム推定

睡眠を改善する

- 寝具
 - 高級ベット
- ヒーリングサウンド
 - 波の音



一次的な効果+

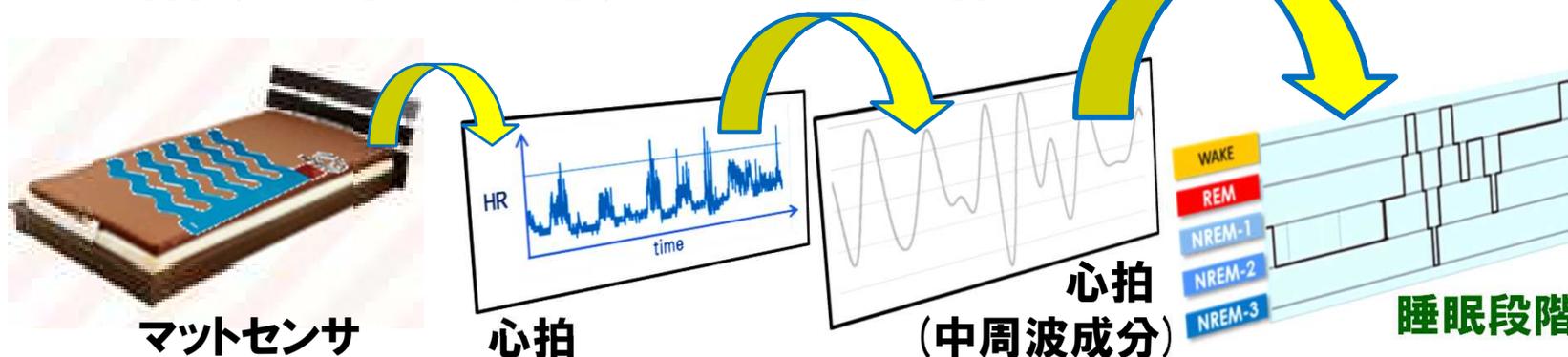
日中の活動を考慮していない

睡眠の最適化

新技術の特徴・従来技術との比較 (その1)

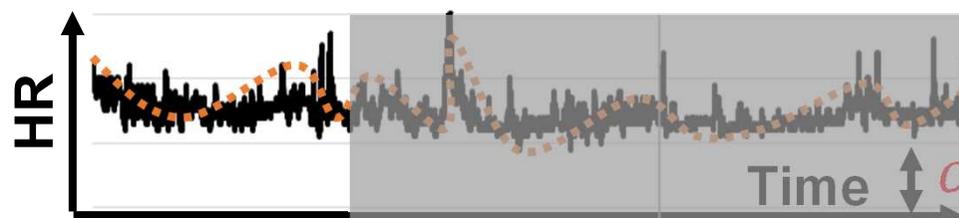
・ [従来] 無拘束型睡眠段階推定

- 心拍 (中周波成分) \doteq 睡眠段階 [Harper 1987, Otsuka 1991]



・ [提案] 無拘束型リアルタイム睡眠段階推定

- 心拍を三角関数 (\cos , \sin) の合成波として近似



$HR(t)$: 心拍 $h(t)$: 近似心拍

$$\min \left[\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T ((HR(t) - h(t))^2) \right]$$

T : 睡眠時間 (データ数)

新技術の特徴・従来技術との比較 (その2)

- ・ 無拘束型リアルタイム睡眠段階推定のイメージ

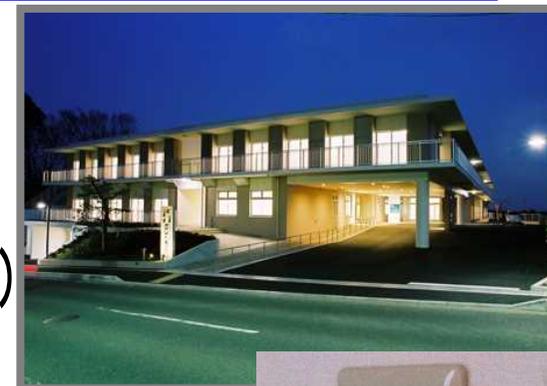


新技術の特徴・従来技術との比較 (その3)

・ 特別養護老人ホームで実証

－ マットセンサとデータサーバの設置

- ・ T.Tさん (女性82歳, 要介護3:糖尿病)
- ・ T.Mさん (女性89歳, 要介護5:
認知症・精神不安定)
- ・ M.Kさん (女性107歳, 要介護4)



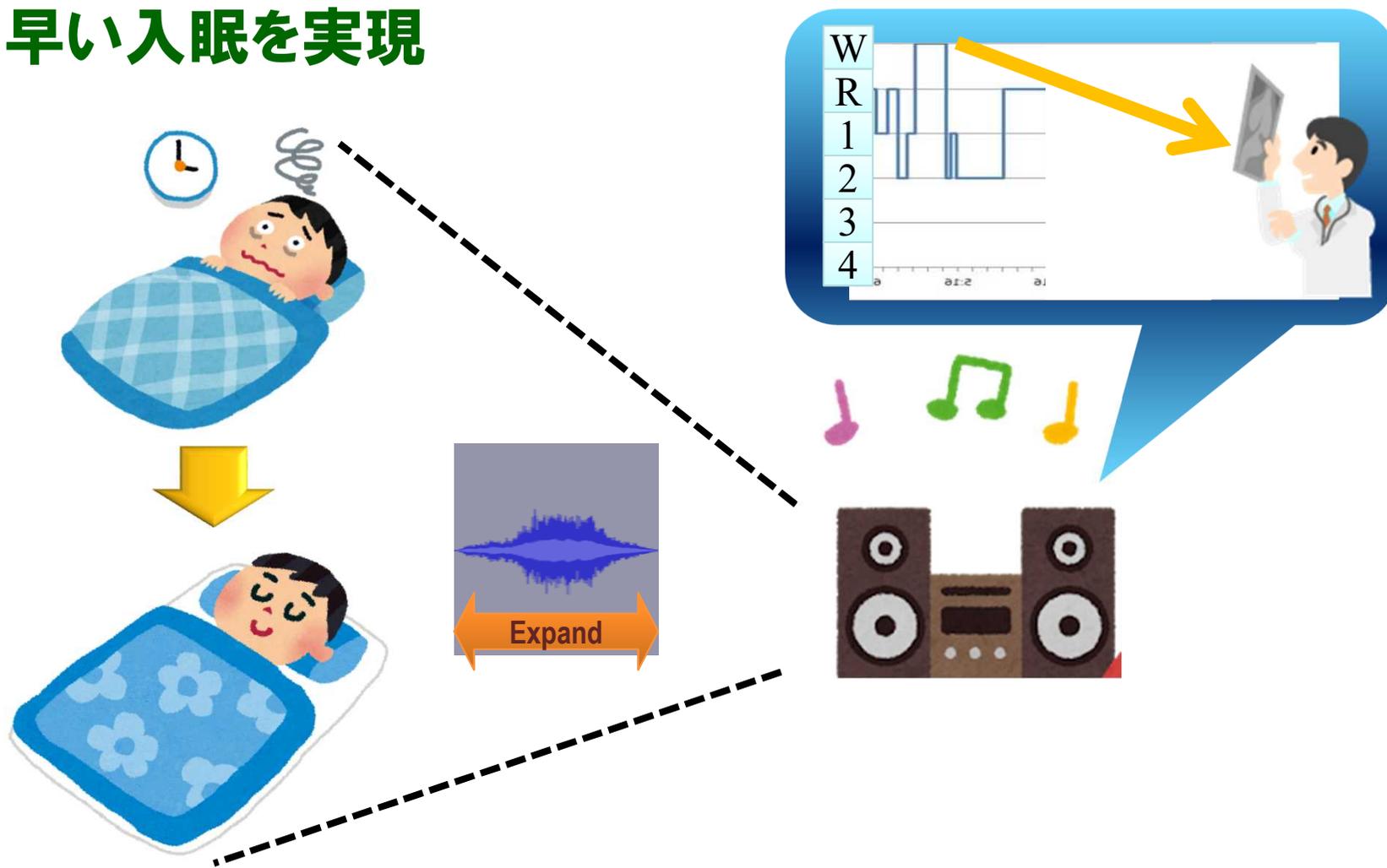
新技術の特徴・従来技術との比較 (その4)

- ・ 従来では困難なケア (気持ちの良いおむつ交換) を実現
- ・ 夜間見回りの人数削減が可能: コストと軽減削減



新技術の特徴・従来技術との比較 (その5)

- ・ 従来では困難な快眠を導く音の実現
 - 早い入眠を実現



従来技術とその問題点（再掲）

睡眠を測る

- PSG
 - 医療診断
 - 多くの電極
- 無拘束型マットセンサ
 - 簡易推定



1日の睡眠データ必須

リアルタイム推定

睡眠を改善する

- 寝具
 - 高級ベット
- ヒーリングサウンド
 - 波の音



一次的な効果＋
日中の活動を考慮していない

睡眠の最適化

新技術の特徴・従来技術との比較 (その6)

- **[従来] 限定的な睡眠改善 (万人＋夜間のみ)**
 - 物理的アプローチ: 高級ベット, マット
 - 聴覚的アプローチ: ヒーリングサウンド
 - 知識的アプローチ: 就寝前のスマホを控える
- **[提案] 睡眠最適化 (個人適応＋日中・夜間)**
 - 深い睡眠を導く行動を抽出する技術
 - (睡眠改善に留まらず) 睡眠を若返らせる



新技術の特徴・従来技術との比較 (その7)

・ 深い睡眠を導く知識

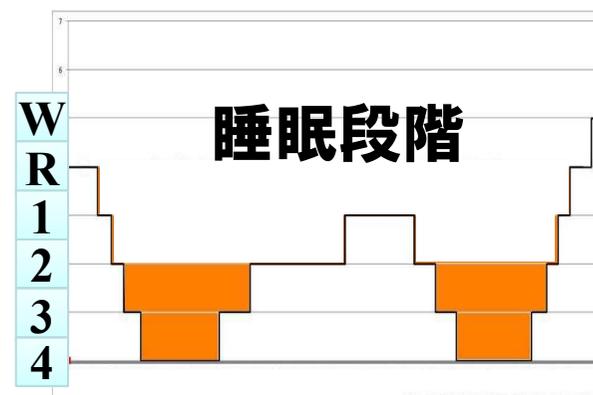
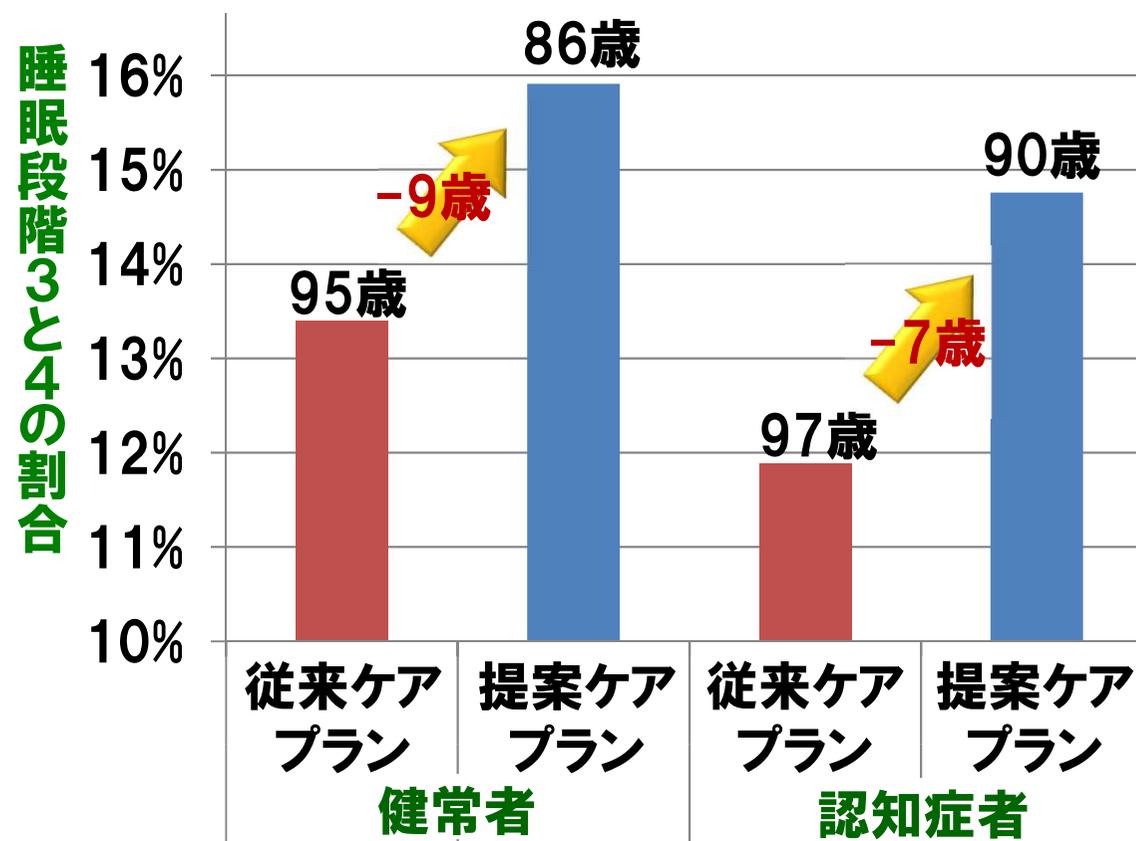


・ 浅い睡眠を導く知識



新技術の特徴・従来技術との比較 (その8)

- ・ 若い (深い) 睡眠を導く日中行動の特定
 - 徘徊減少 → 見回りの人数削減



想定される用途 (その1)

- ・ **無拘束型リアルタイム睡眠段階推定**
 - **介護施設: 徘徊対策**
 - **ケア付き高齢者住宅: 徘徊対策**
 - **睡眠機器: 各人にあった快眠音の提供**

リアルタイム性の側面ではないが、下記も有効

- **病院: 睡眠障害早期発見システム**
- **寝具: ベット/布団/枕などの寝具の性能評価**
 - ・ 一般の方
 - ・ 飛行機・鉄道・船にのるお客

想定される用途 (その2)

- **日中活動に基づく個人適応型睡眠最適化**
 - **介護施設: 深い睡眠を導く活動計画**
 - **ケア付き高齢者住宅: 深い睡眠を導く活動計画**
 - **労働管理:**
 - **運輸業 (ドライバー) のシフト管理**
 - **看護師のシフト管理**
 - **警察官, 自衛官, 消防官のシフト管理**

実用化に向けた課題

- **無拘束型リアルタイム睡眠段階推定**
 - リアルタイムに睡眠段階を推定可能
 - 今後、推定精度の向上を目指す
 - 実用化に向けて、多数の被験者による検証が必要

- **日中活動に基づく個人適応型睡眠最適化**
 - 深い睡眠を導く日中行動のマイニングが可能
 - 今後、個人差における影響を明確化する
 - 実用化に向けて、多数の被験者による検証が必要

企業への期待

- ・ 下記とつながりのある企業との共同研究を希望
 - ・ 病院・介護施設・住宅・労働管理を必要とする会社
- ・ 想定される用途であげた分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効

本技術に関する知的財産権 (その1)

- **発明の名称:**
 - Sleep Stage Estimating Apparatus, Biological Data Estimating Apparatus, Sleep Stage Estimating Method, Biological Data Estimating Method, Sleep Stage Estimating Program, Biological Data Estimating Program
- **出願番号:** PCT/JP2016/050831
- **出願人:** 国立大学法人 電気通信大学
- **発明者:** 高玉 圭樹, 原田 智広

本技術に関する知的財産権 (その2)

- **発明の名称:**
 - データマイニングによる, ルール生成装置, 方法, 及び, プログラム, 並びに, 介護支援システム
- **特許番号:** 第6369974号
- **出願人:** 国立大学法人 電気通信大学
- **発明者:** 高玉 圭樹, 中田 雅也

お問い合わせ先

電気通信大学産学官連携センター

産学連携コーディネーター 今田 智勝

TEL:042-443-5871

FAX:042-443-5108

E-mail: imada@sangaku.uec.ac.jp