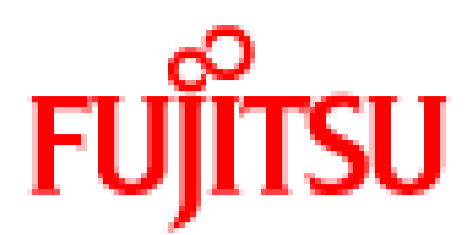


活動量データから主睡眠および就床・離床時刻を自動推定するアルゴリズムの開発

田口 勇次郎¹, 中野 泰志¹, 太田 周作¹, 向當 さや香¹, 山地 隆行², 遠藤 拓郎³



¹キッセイコムテック株式会社 公共・医療ソリューション事業部, ²富士通株式会社 イノベーション企画・推進本部, ³東京睡眠医学センター スリープクリニック



目的

睡眠状態を客観的に評価するツールとして、加速度センサーから体の動きを得る活動量計（アクチグラフ）が一般的に利用されている。活動量計は体に装着するだけで計測を行えるため、被験者の負担が少なく長期間の計測も容易に行えるメリットがある。

一方、キッセイコムテック社製「SleepSign Act」（活動量計から睡眠/覚醒を判別するソフト）では、就床・離床時刻の検出は自動化されておらず、目視により判断しなければならないことから、解析時の負担となっていた。

そこで、活動量計のデータから、就床・離床時刻を自動で推定するアルゴリズムを開発し、精度の検証を行った。

結論

目視で判定した結果との比較

主睡眠の特定	99.2%
就床・離床時刻の差異	
・前後30分未満	81.9% (就床80.0%・離床83.9%)
・前後15分未満	76.0%
・前後60分未満	88.3% 以上的一致がみられた

考察

本アルゴリズムにより、活動量計のデータから主睡眠ならびに就床および離床時刻が大枠で自動推定できることが示唆された。差異があった18.1%のうち約半数においては、目視においても何処を就床、離床とするか迷う部分が見られた。

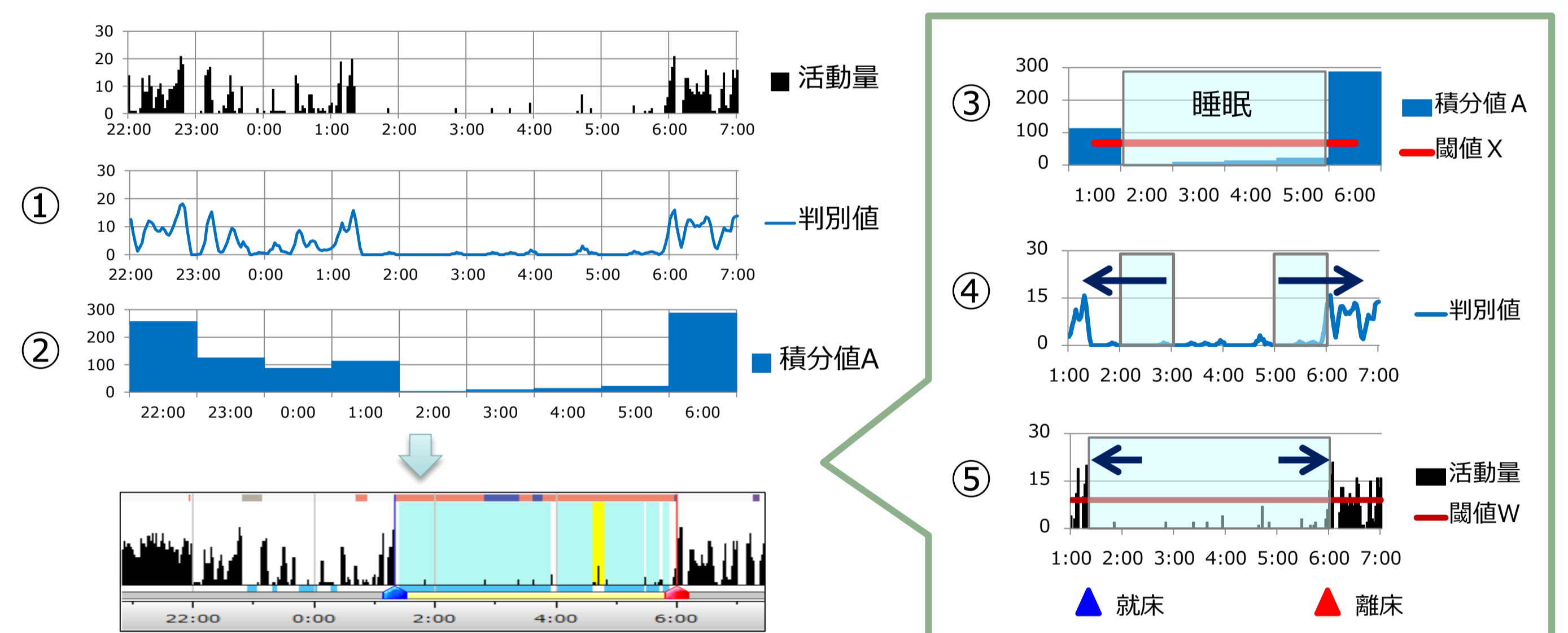
方法

アコース社製の活動量計FS-750を用い、加速度センサーから得られた活動量（体の動きの強度に応じて32段階に割り振られたデータ）と、姿勢情報（6方向：立位、倒立位、仰臥位、側臥位、伏臥位など）をもとに、就床・離床時刻の推定を行った。

精度検証は、弊社提供の「睡眠計測サービス」を利用した被験者^{*1}および弊社社員^{*3}のデータ（16名385夜のデータ、25～54歳）を用い、目視で判定した結果との比較を行った。

自動推定のアルゴリズム

- ① 活動量から数学式^{*2}を用いて判別値を算出する。
 - ② 判別値から1時間毎の積分値Aを算出する。
 - ③ 積分値Aが、閾値X以下になる区間を睡眠とし、1日の中で一番長い睡眠を主睡眠とする。
 - ④ 主睡眠の最初の1時間分の積分値Bを算出し、以後2分毎前方にずらしながら閾値Z以上になる位置を探す。
 - ⑤ ④から前方に向かって活動量を参照し、閾値Wを越えた時刻を就床時刻とする。
- ・同様に主睡眠の最後の1時間から④⑤の処理を行い、離床時刻を算出する。



比較結果

【主睡眠の特定】

- 主睡眠の位置は、99.2%が一致した（0.8%は昼寝を誤判定）自動推定では、1日の中で一番長い睡眠を主睡眠としている。これにより、昼寝の方が長ければ昼寝が主睡眠となる。

【就床・離床時刻の差異】

- 81.9%が一致（目視との差が、前後30分未満の場合）

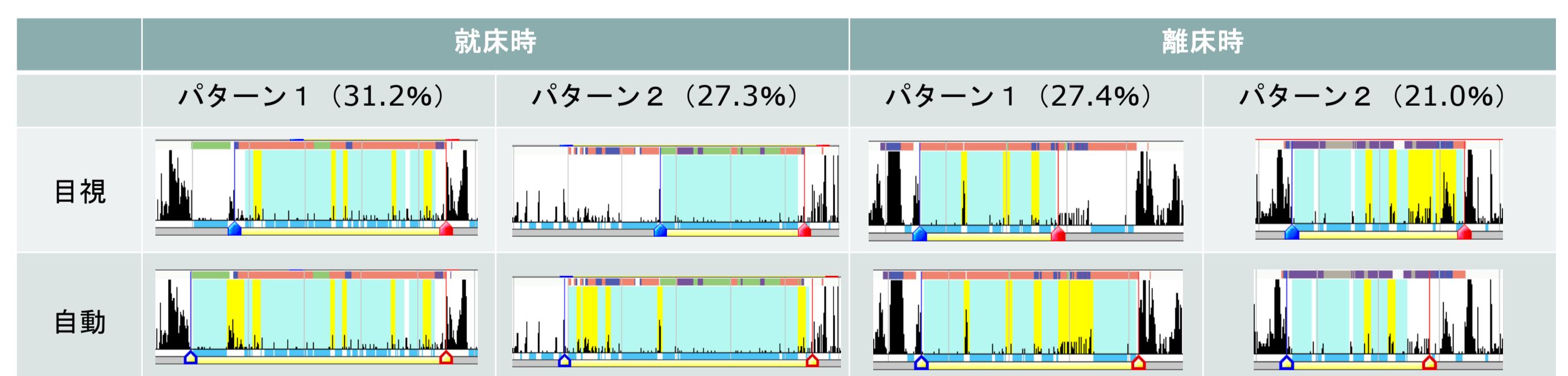
目視との差異（前後）	一致率
15分未満	76.0% (就床: 73.5%, 離床: 78.4%)
30分未満	81.9% (就床: 80.0%, 離床: 83.9%)
60分未満	88.3% (就床: 86.0%, 離床: 90.6%)

n = 385夜 (16名)

差異の要因

【30分以上差異があったケース（18.1%）の要因】

- 就床直前または離床直後に活動量が少ない（未装着）場合、自動推定では睡眠と判定する可能性が高い。
- 姿勢は横向き（仰臥位、側臥位、伏臥位）であっても、活動量の大小によって覚醒または睡眠と判定する。



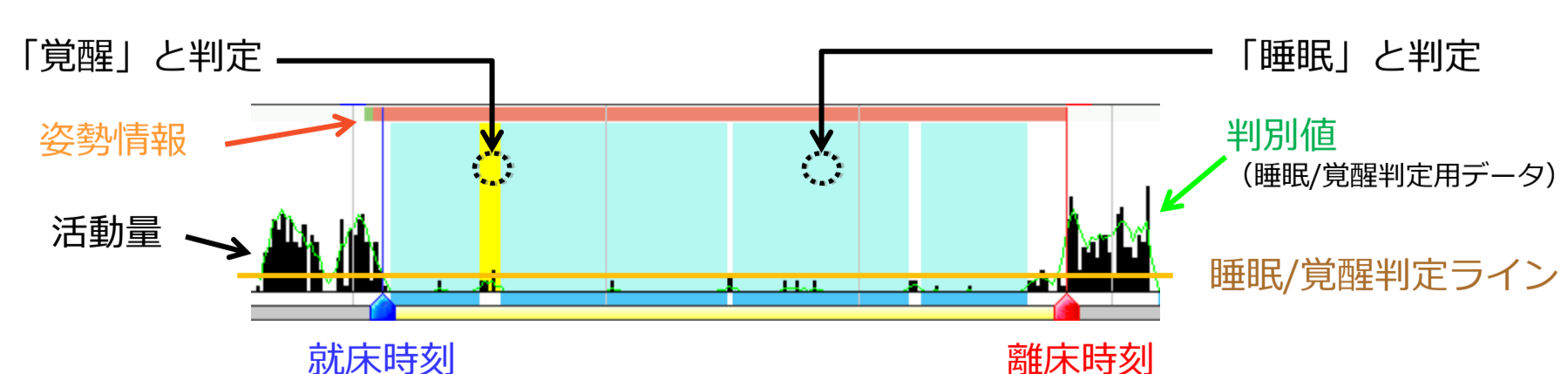
睡眠計測サービスとは



*1: ご利用開始時に、研究目的のためにデータを使用する旨の同意を取得済
*3: 研究目的のためにデータを使用する旨の同意を取得済

睡眠/覚醒判定の方法

弊社ソフトウェア SleepSign Act に搭載



- ① 活動量から、睡眠/覚醒を判定する数学式^{*2}を用いて判別値（睡眠/覚醒判定用データ）を算出
- ② 判別値が、睡眠/覚醒判定ライン以上なら覚醒、未満なら睡眠と判定

○患者 (n=34, 21.9 years) で、

PSGと的一致率 = 88.4%

$$z = 0.24669x_1 + 0.2562x_2 + 0.408771x_3 + 0.155046x_4 + 0.136728x_5$$

$z \geq 1$ denotes wake (W_{ACT}) and $z < 1$ denotes sleep (S_{ACT}).

*2: 数学式は「Journal of Physiological Anthropology」に掲載
Validity of an algorithm for determining sleep/wake states using a new actigraph, Nakazaki et al. Journal of Physiological Anthropology 2014, 33:31