

## 睡眠センサの利活用事例

○竹井宏, 河野暁子, 長舟利雄, 小島義包 (株式会社大林組)  
鐘ヶ江正巳 (ヘルスセンシング株式会社), 岩堀圭太 (神田通信機株式会社)

Examples of using sleep sensors

TAKEI Hiroshi, KAWANO Akiko, NAGAFUNE Toshio and KOJIMA Yoshikane (Obayashi Corporation)  
KANEGAE Masami (Health Sensing Corporation), IWAHORI Keita (Kanda Tsushinki Corporation)

キーワード: 睡眠センサ, 自律神経活動指標, 心拍数, 呼吸数, 体動

### 1. はじめに

睡眠の質の向上が我々の業務効率の向上に結び付いていることは経験的に分かっている。また、睡眠の質を向上させるために各種環境要素を変更するための取り組み<sup>1)</sup>は様々な形で行われている。

本報では既報<sup>2)</sup>に示した大林組横浜研修所「Port Plus」の宿泊室における睡眠センサを利用した睡眠の質の向上に向けた取り組み事例を報告する。

### 2. 睡眠センサの概要

今回は睡眠センサとして、ヘルスセンシング株式会社のシート型圧電センサ (幅 12mm, 長さ 700mm, 厚さ 1mm) を採用し、これを宿泊室内ベッドマットレスの下に設置している (図 1 参照)。

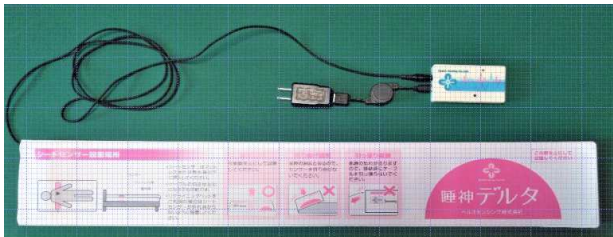


図 1 睡眠センサ外観写真

このセンサの出力を付属の制御ボックスで解析し、宿泊者の心拍数、呼吸数、体動を推定し、この心拍数と呼吸数を利用して、自律神経活動指標値を計算している。

λ 値は山形大学の新関教授によって考案された心拍間隔の変動の瞬時位相と、呼吸パターンの瞬時位相から求めた「位相コヒーレンス」であり、眠りの深さと相関性の高い睡眠指標である<sup>3)</sup>。

### 3. 睡眠センサを利用した制御システムの構成

図 2 に睡眠センサを利用した制御システムの構成を示す。睡眠センサ付属の制御ボックスから、センサ ID やデータ収集時刻、心拍数等の各種データを 5 秒周期でネットワークに伝送する (WiFi 経由)。このデータを睡眠制御サーバが受信し、データ蓄積すると共にサーバ上の制御ロジックにより、照明制御システムや空調制御シス

テム、ブラインド制御システムに対して、制御を行う。

また、宿泊室内に設置された iPad を利用して、宿泊者は、心拍数等の各種データ収集の可否や睡眠制御対応可否、照明制御パターン選択、睡眠予定時刻入力等を行う。睡眠制御サーバは、その内容に合わせて、照明等に対する睡眠制御を実施する。

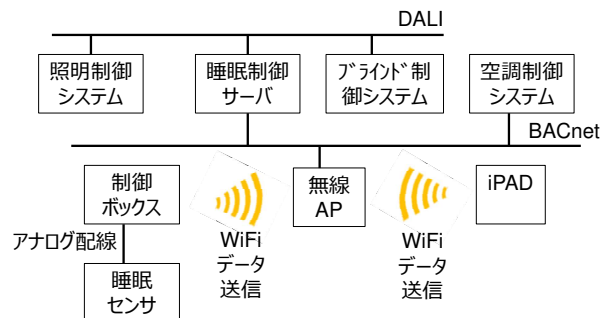


図 2 睡眠センサを利用した制御システム構成

### 4. 睡眠データを利用した設備制御概要

本建物では宿泊室に設置した iPad に宿泊者が入力する「睡眠予定時刻」、「起床予定時刻」、「入眠時や起床時の照明制御パターン (ゆるやか、ふつう、さっと)」により、睡眠制御サーバが、照明の調光率や色温度、空調設定温度、ブラインドの開度をスケジュール制御している。

具体的には以下のような制御を実施している。

#### ①空調制御

暖房時であれば、入眠時、睡眠予定時刻の 30 分前に設定温度を所定温度に上げ、睡眠予定時刻の 2 時間後に通常設定に戻す。また、起床時、起床予定時刻の 1 時間前に設定温度を所定温度に上げる。

#### ②ブラインド制御

起床予定時刻にブラインド (縦型) をベッドからの視線と逆向きに 45 度で開放する。これによって、自然光を宿泊者にとって間接光として取り入れる。

#### ③照明制御

入眠時、宿泊者が選択した照明制御パターン (ゆるやか、ふつう、さっと) により、睡眠予定時間のそれぞれ 120

分前, 60 分前, 30 分前から徐々に調光率を下げる。  
起床時, 以下の 3 つのパターンで制御。「A: 起床予定時刻の 15 分前から調光率や色温度を徐々に上げる (図 3 参照)」「B: 起床予定時刻の 15 分前から調光率を徐々に上げる。色温度は最初から 5000K」「C: 起床予定時刻に調光率 100%, 色温度 5000K」

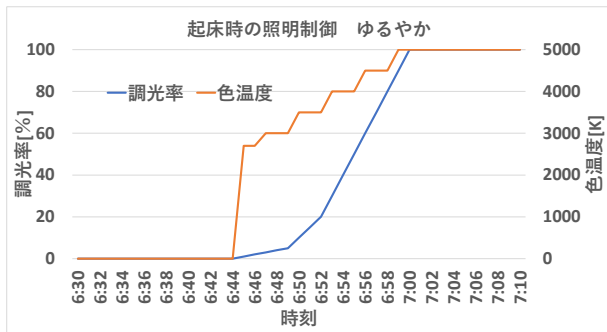


図3 起床時のAパターンでの調光率と色温度の変更

上述のスケジュール制御に対して, 心拍数や体動データを利用して, 照明制御やブラインド制御を対象に割り込み制御して, より快適な入眠や起床をサポートしている。尚, 現状では空調制御に関する割り込み制御は実施していないが, 今後のデータ分析等に基づき, 実施検討する予定である。

以下に起床時を例として, 割り込み制御の概要を示す。

起床時には起床予定時刻の 30 分前から起床判定および離床判定を行っている。

起床判定では判定スタートから 1 分毎に体動のカウンタ数をチェックし, 一定数以上であれば, 起床していると判断する。その時点で調光率 100%, 色温度 5000K, ブラインドをベッドからの視線と逆向きに 45 度で開放する。

離床判定では判定スタートから心拍数をチェックし, 30 秒間のデータが全て一定値未満だった場合に宿泊者は離床していると判定する。その時点で調光率 100%, 色温度 5000K, ブラインドをベッドからの視線と逆向きに 45 度で開放する。

## 5. 睡眠データの評価結果

睡眠制御サーバは蓄積された睡眠センサデータを利用して, 宿泊者に対して睡眠評価結果を提供する機能を準備している。

図 4 は iPad での睡眠評価結果の表示例である。

表示画面には「心拍数や入値を用いた睡眠レベル (レム睡眠等) 等の時系列データ」や「睡眠レベルの割合」, 「5 つの指標 (睡眠周期や覚醒回数等) に基づく睡眠評

価結果」が示される。

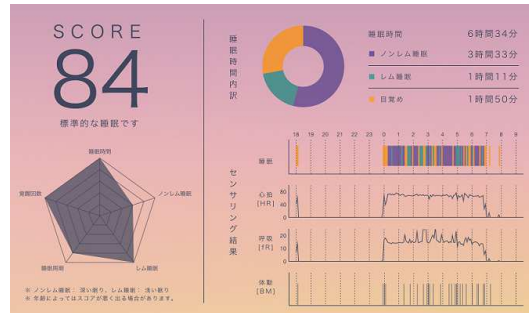


図4 睡眠評価結果表示例

## 6. 睡眠データの収集状況

図 5, 6 に宿泊室 401 の 2022 年 4 月 26 日~27 日の入眠時と起床時それぞれの割り込み制御に利用する睡眠データの変動状況と割り込み制御判定時刻を示す。

これらのデータを見ると想定通りに割り込み制御のための判定が行われていることが分かる。



図5 入眠時のデータ変動と割り込み制御判定状況

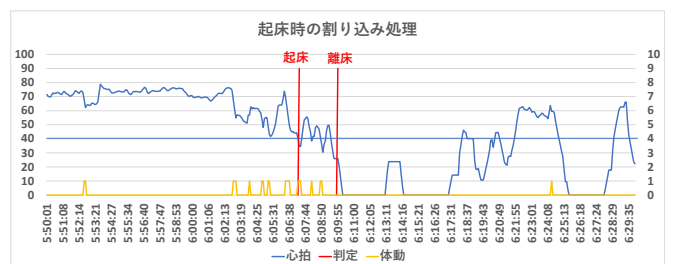


図6 起床時のデータ変動と割り込み制御判定状況

## 7. まとめ

本報では宿泊室における睡眠センサデータの活用事例を紹介した。今回は現状の制御内容や宿泊室への試泊データの紹介にとどまっているが, 今後, アンケート調査含めて, 運用データを継続的に分析し, 制御ロジックやパラメーター設定等の改善につなげていく予定である。

### 【参考文献】

- 野口広喜ら「天井照明を用いた起床前漸増光照射による目覚めの改善」照明学会誌第 85 巻第 5 号, 2001
- 河野暁子ら「木造研修施設における電気設備」電気設備学会全国大会講演論文集, 2022
- Kyuichi Niizeki ら「Association Between Phase Coupling of Respiratory Sinus Arrhythmia and Slow Wave Brain Activity During Sleep」Frontiers in Physiology, September 2018 |Volume 9