

# 睡眠日誌アプリの開発と睡眠習慣改善行動の継続の予測

## Development of "Sleep Diary" application and continuation prediction of behavior for improvement sleeping habits

秋富 穰<sup>\*1</sup>  
Jou Akitomi

梶山 征央<sup>\*1</sup>  
Ikuo Kajiyama

石井 美穂<sup>\*1</sup>  
Miho Ishii

岡島 義<sup>\*2</sup>  
Isa Okajima

山口 美峰子<sup>\*1</sup>  
Mineko Yamaguchi

<sup>\*1</sup> NEC ソリューションイノベータ株式会社  
NEC Solution Innovators, Ltd.

<sup>\*2</sup> 東京家政大学  
Tokyo Kasei University

We consider that computer assistance at effective timing will be an important element in the user's behavioral change using an application. So, we tried to predict "effective timing" by using input data for first three days. As the first step, we tried a prediction of whether the user's behavior continued for several weeks.

### 1. はじめに

2017 年は睡眠負債という言葉が話題となったが、不眠や睡眠不足など、睡眠に問題を抱えることは精神面や身体面の両面に悪影響を与えることが知られており、疲労感や集中力の低下による産業事故のリスクを増大させ、生産性の低下など、社会的な問題を引き起こすと言われている[厚生労働省 2014]。特に我が国では、20 歳以上のおよそ 5 人に 1 人の割合で睡眠の問題を抱えていると言われており[Doi 2003]、睡眠の問題は大きな社会問題の一つであると言える。

睡眠改善の手法の一つとしては、不眠のための認知行動療法 (Cognitive Behavioral Therapy for Insomnia: CBT-I) があり、これまでにその有効性が示されている[Okajima 2011]。CBT-I は特に欧米において既に広く普及しているが、我が国においては普及率が未だ低く、段階的治療の観点からも多くの人がアクセスできる CBT-I ツールの開発の必要性が挙げられている[井上・岡島 2012]。

こうした状況を踏まえ、我々は CBT-I 技法の一部である睡眠日誌の記録と睡眠衛生の教育を提供するためのアプリである「睡眠日誌」アプリを試作開発した。ユーザは、睡眠日誌アプリの利用により、日々の睡眠を記録し、良い睡眠習慣について学び、日々の睡眠の状態を振り返る。ユーザがこのアプリの利用を継続することができれば、ユーザの睡眠習慣が改善されることが期待される。

しかし、このようなユーザの生活習慣の改善、行動変容を促すための取り組みは、必ずしもユーザの継続率は高くなく、途中で脱落するケースが多いという問題が指摘されており[宗 2016]、この問題を解決するために、エージェントによる介入技術を組み入れ、エージェントによる介入を行う方法などが提案されている[日室 2017]。

これらの方法は継続率の向上に一定の成果を挙げているが、ここにそれとは違う視点からのアプローチを追加することにより、より高い効果を発揮することが期待される。そこで、本研究では、これに付加する新たなアプローチとして、アプリの利用の継続を促すための介入方法そのものではなく、介入するべきタイミングや、介入するべきユーザを予測することに注目した。本稿ではその最初のステッ

プとして、睡眠日誌アプリに蓄積されたデータを基に support vector machine (SVM) の判別器を作成し、あるユーザが入力した最初の数日間のデータから、数週間後にそのユーザがアプリの利用を継続しているか否かを予測することを試みた。

### 2. 睡眠日誌アプリ

睡眠日誌アプリは、2016 年 3 月から一般公開されており、ユーザは Android 版と iOS 版をどちらも無償で利用できる。睡眠日誌アプリには大きく 3 つの機能がある。

#### 2.1 睡眠に関する情報の記録機能

睡眠日誌アプリでは、ユーザは、自身の睡眠に関する情報を日々記録する。記録する内容は、布団に入った時刻、眠りについた時刻、目覚めた時刻、布団から出た時刻などの睡眠そのものに関する情報が中心であるが、その他にも、寝る前にアルコールを摂取したか否か、寝る前にカフェインを摂取したか否か、寝る前にタバコを吸ったか否かなど、それに付随する情報も含まれる。

特に睡眠時間に関する情報に関しては、ユーザが自身の睡眠の状態を自覚することを特に重視するために自動記録の機能は取り入れておらず、自己申告の睡眠時間を記録するというコンセプトになっている。具体的な記録内容は、図 1 の画面で振り返ることが出来る。

#### 2.2 睡眠に関する知識(睡眠衛生)の学習機能

睡眠日誌アプリでは、ユーザは、睡眠の専門家が監修した睡眠に関するコラムを、常時 30 本以上読むことが出来る。このコラムはマイページからいつでも読むことが出来る他、毎日の睡眠の記録をした際におすすめのコラムが 1 本推薦される。コラムは、例えば図 2 のような画面で提供される。

#### 2.3 睡眠と活動量の振り返り機能

睡眠日誌アプリでは、一週間を単位として、ユーザは自身の睡眠の状態と、その日の日中にどのくらいの活動が出来たか(元気度)をつき合わせて閲覧することが出来る。

連絡先: 秋富 穰, NEC ソリューションイノベータ株式会社,  
東京都江東区新木場 1-18-7, 03-5534-2619,  
jou-akitomi@vt.jp.nec.com

例えば、睡眠が乱れた翌日は元気度が低いであるとか、逆に、睡眠が乱れていたとしても意外と日中元気であることが多いであるとか、そのユーザーに適したそのユーザーだけの睡眠習慣に対する気付きを得ることが期待できる。一週間の振り返りの画面は、図3の画面で提供される。



図1. 睡眠日誌アプリの記録内容の例

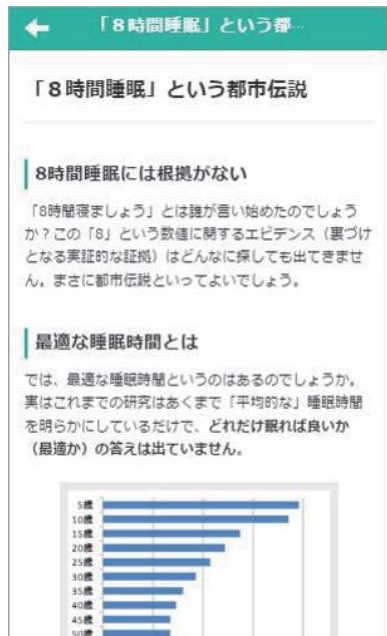


図2. 睡眠日誌アプリで提供されるコラムの例

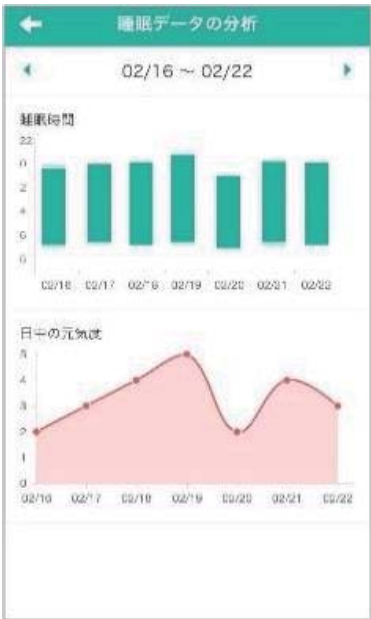


図3. 睡眠日誌アプリの一週間の振り返りの例

3. 睡眠日誌アプリユーザの睡眠の改善

これまでに述べたように、睡眠日誌アプリには、ユーザが良い睡眠習慣を獲得するための要素が含まれている。そのため、睡眠日誌アプリの継続利用者は、睡眠の問題が改善する可能性があると考えられる。睡眠状態を測るためには、例えばアテネ不眠尺度（AIS）と呼ばれる世界各国で使われているアンケートに回答することがその手段として用いられる。睡眠日誌アプリ内にも、ユーザが AIS に回答する機能と、その得点の推移を確認する機能が盛り込まれている。

3.1 アテネ不眠尺度（AIS）

アテネ不眠尺度は 8 問で構成されるアンケートである。ユーザの回答結果に応じて、0 点から最大 24 点までの得点が算出される。この得点は、以下のように解釈される。

- 6～24：不眠症の疑いあり
- 4～5：不眠症の疑いが少しあり
- 0～3：不眠症の疑いなし

3.2 睡眠日誌利用継続ユーザの AIS の変化

実際に睡眠日誌アプリを継続利用することによってユーザは自主的に良い睡眠習慣を獲得し、AIS の値が改善するかどうかについての予備的な調査を行った。調査は 2016 年 10 月から、2016 年 12 月までのデータを用いて行った。その結果を図4に示す。

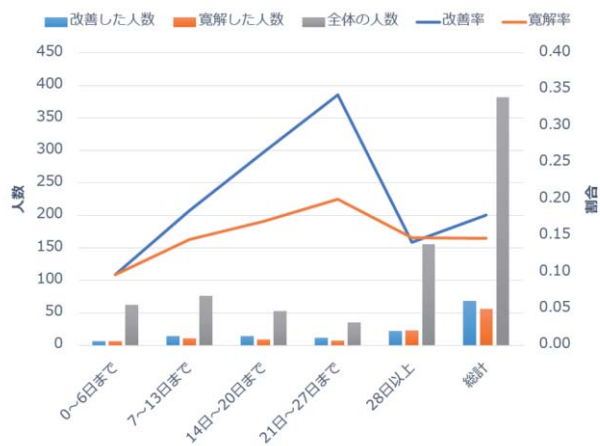


図 4. 睡眠日誌ユーザの継続利用日数と AIS の変化

図 4 では、ユーザのアプリ継続期間内において AIS の測定を 2 回以上実施し、AIS が 3 点以下になった者を「寛解」と定義し、AIS が 5 点以上低下した者を「改善」と定義した。図 4 に寄ると、睡眠日誌アプリユーザの中で寛解した者や改善した者は利用継続日数が増えるにつれて増加しており、増加のピークは 21～27 日の期間、即ち 4 週間程度の利用期間であることが示された。ただし、この集計においてはユーザの行動は統制されておらず、睡眠日誌アプリを利用継続するユーザが自主的に通院やその他の手段を用いて睡眠改善に取り組んだ効果が含まれている可能性があるため、この睡眠改善効果が睡眠日誌アプリによるものであると断定することは出来ない。

4. 睡眠習慣改善行動の継続の予測

アプリの利用の継続を促すために介入が必要なユーザや介入が必要なタイミングを予測するための第一歩として、アプリのユーザの 3 日分の入力データから、そのユーザがその後数週間アプリの利用を継続するか否か（規定回数以上の睡眠の記録をするか否か）の予測を試みた。

なお、睡眠日誌アプリは利用を開始する際にユーザからデータの研究利用についての同意を得ており、データは全て個人を特定できない形に処理した上で使用した。

4.1 使用したデータ項目

予測に用いたデータは、全て睡眠日誌アプリの入力データから抽出した。抽出したデータ項目は、具体的には以下の通りである。

(1) デモグラフィック

- 性別：0, 1
- 年代
- 初期の AIS の値
- 入眠困難を感じるか：0, 1
- 中途覚醒があるか：0, 1
- 早期覚醒があるか：0, 1
- 熟眠障害があるか：0, 1

(2) 日々の記録

- 入床時刻
- 入眠時刻
- 覚醒時刻
- 離床時刻
- 総睡眠時間
- 総就床時間
- 入眠潜時
- 離床潜時
- 中途覚醒時間
- 総覚醒時間
- 睡眠効率
- 入床時刻と離床時刻の中心時刻
- 入眠時刻と覚醒時刻の中心時刻
- 日中の活性度
- 昼寝時間
- 夜にアルコールを摂取したか否か：0, 1
- 夜にカフェインを摂取したか否か：0, 1
- 夜にタバコを吸ったか否か：0, 1
- 自由記述のコメントを入力したか否か：0, 1
- 覚醒してから睡眠を記録するまでにかかった時間
- AIS の測定回数

4.2 実験内容

睡眠日誌アプリを利用しているユーザの中から 10000 人分のデータを選択し、その中から特に、アプリの利用開始日から 3 日間連続で睡眠の記録をつけているユーザのみを抽出した。3 日分のデータはユーザごとに 3 日間の平均値、中央値、標準偏差の 3 通りのデータセットに加工し、そのユーザがその後規定回数分の睡眠記録をつけたか否かのラベルを付加することで、SVM の入力データとした。

5. 結果と考察

平均値、中央値、標準偏差の各データセットについて、2 週間継続（2 週間目に 3 日以上睡眠記録を実施するか否か）、3 週間継続（3 週間目に 3 日以上睡眠記録を実施するか否か）、4 週間継続（4 週間目に 3 日以上睡眠記録を実施するか否か）の予測を実施し、11-fold cross-validation で、accuracy を評価した。その結果を以下の表 1 に示す。

表 1. SVM による初期 3 日データからの継続予測結果			
	平均値	中央値	標準偏差
2 週間継続	66.1	65.4	71.0
3 週間継続	61.7	60.1	61.9
4 週間継続	63.9	63.6	64.9

表 1 によると、平均値、中央値、標準偏差という 3 つのデータセットの中では、比較的標準偏差のデータによる予測結果の精度が良く、アプリの最初の 3 日の入力データから 2 週間後～4 週間後の利用継続の予測が可能である可能性があることが分かった。標準偏差による分析結果が最も

精度が良かったということから考えると、アプリの利用を継続するユーザと継続しないユーザの差は 3 日の入力データの標準偏差に最も現れやすいということになる。標準偏差の大小は、言うまでも無く、算出する数値のばらつきを反映する。つまり、今回の結果は、継続するユーザと継続しないユーザでは、入力データのばらつきに差があるという可能性があることを示している。ここで入力データのばらつきが少ないということはユーザの日々の睡眠の状態が良くも悪くも一定であるということを示しており、ばらつきが大きいということは、変動が大きいということを示している。これがアプリの利用継続率に影響を与えているとすれば、元々の生活習慣がアプリの利用継続率に影響を与えているという可能性が示唆される。

また、今回実施した内容は本格的な解析の前の予備的な検討であったが、今後予測モデルを更新し、パラメータをチューニングすることにより、より実用的な予測結果を得られる可能性があると言える。

## 6. おわりに

本稿では特に対象を睡眠日誌アプリのユーザに限定し、ユーザの睡眠の問題解決のための生活習慣改善、行動変容を行うための方法の提案を行った。睡眠日誌アプリに限らず、ヘルスケアアプリを用いた行動変容においては、ユーザごとに最適化されたプログラムの提供や、最適なタイミングでの介入を行うことによる行動の継続支援が重要な要素となると考えられる。本稿で取り組んだ内容は初期 3 日の入力データからの規定の期間の継続の予測であったが、これが実用的なレベルで実施可能になると、初期 3 日のデータからユーザの属性を推定し、そのユーザに最適な介入を実施することが可能になると考えられる。本稿の内容には未だ改良の余地が大いにあるため、引き続き予測精度の向上や、新たな課題への応用の検討を進めていきたい。

## 謝辞

本研究について大きな貢献をいただいた NEC ソリューションイノベータの村上紘土さんをはじめ、本研究に協力していただいた皆様に感謝をいたします。

## 参考文献

- [厚生労働省 2014] 厚生労働省健康局：健康づくりのための睡眠指針 2014, 2014.
- [Doi 2003] Yuriko Doi, Masumi Minowa and Toshiro Tango: Impact and Correlates of Poor Sleep Quality in Japanese White-Collar Employees, *SLEEP*, Vol.26, No. 4, 2003.
- [Okajima 2011] Isa Okajima, Yoko Kodama and Yuichi Inoue: A meta-analysis on the treatment effectiveness of cognitive behavioral therapy for primary insomnia, *Sleep and Biological Rhythms*, Japanese Society of Sleep Research, 2010.
- [井上・岡島 2012] 井上雄一・岡島義：不眠の科学，朝倉書店，2012.
- [宗 2016] 宗未来・関沢洋一・竹林由武：人工知能で、人のこころは癒せるか？，人工知能（自然言語処理）フィードバック機能搭載型のインターネット認知行動療法（iCBT-AI）の抑うつ者に対する世界初の効果検証

（無作為統制試験），RIETI Discussion Paper Series, RIETI, 2016.

- [日室 2017] 日室聡仁，山本弘樹，武智小百合，新貝敦，山口美峰子：コンピュータ支援型認知行動療法におけるエージェントが行動継続に与える効果の検証，人工知能学会全国大会（31 回）講演論文集 4Q1-10in2, 2017.