

Web を介した「心不全患者のこころと眠りの支援プログラム」 のための睡眠データ収集システムの構築

田久保美千代¹ 佐藤雅明² 福田紀子¹ 久保美紀³ 野末聖香¹

概要：心不全患者にとって、睡眠や精神状態のセルフコントロールは重要であり、外来通院中の患者に対する遠隔看護の有用性も示されているが、遠隔による睡眠とこころの健康に対する支援方法は具体化されていない。睡眠改善には、睡眠日誌を記載して睡眠状態を評価することが有用とされているが、日誌記載の負担と正確性の点で課題がある。生体センサを用いた睡眠データの収集という手法もあるが、睡眠を測定する生体センサは装着時のストレスやデータ蓄積機能の有無が課題であった。そこで本研究では、「心不全患者のこころと眠りの支援プログラム」の開発に向け、ベッドマットレス型の睡眠センサを用いた睡眠データ取得手法を検討し、睡眠データ収集システムの構築を試みた。また、健康な成人5名を対象に睡眠データの収集・集約を試行し実施可能性を確認すると共に、睡眠データの可視化をおこなった。睡眠センサの安全性に問題は認められず設置が簡便で、対象者にとっては少ない負担で睡眠データから睡眠日誌を作成できた。この結果から、睡眠の支援に必要な睡眠データを収集し可視化するシステムの有用性を考察した。

Web-based Mental Health and Sleep Support Program for Chronic Heart Failure Patients: Construction of sleep data collection system

MICHIYO TAKUBO¹ SATO MASAACKI² NORIKO FUKUDA¹ MIKI KUBO³
KIYOKA NOZUE¹

1. はじめに

心不全患者には、睡眠障害やうつ・不安症状が合併することが知られている。これらは心不全の予後にも影響することから[1][2]、睡眠や精神状態のセルフコントロールは極めて重要である。

心不全患者の疾患管理の要点や必要な支援についてはガイドラインで示されており[3]、医療施設や在宅医療にて活用されている。しかし、こころの健康と睡眠に関する疾患管理の視点や方法についての記述は非常に少なく、支援方法の具体化が必要である。また、患者の状態を継続的かつ効率的に把握しながら細やかに支援する方法としては、遠隔コミュニケーションによるテレナーシングの有用性が示されているが[4]、睡眠に関する遠隔看護の報告は極めて少ない。

睡眠改善のための支援を行う場合、一般的には患者自身が睡眠日誌（睡眠潜時、睡眠時間、中途覚醒時間等の記録および睡眠効率の計算）を毎日作成し、睡眠状態を評価しながら、不眠の認知行動療法に取り組むことが有用とされている[5][6]。睡眠状態の可視化は、不眠症状（入眠困難、中途覚醒、早朝覚醒）や睡眠相（睡眠と覚醒のリズム）を確認した上で、患者自身が生活習慣と睡眠の関連性を振り返り、睡眠改善のための行動を検討する上で必要となる。また、睡眠状態の変化は、睡眠改善への支援効果を評価す

る上でも重要な指標となる。

しかし、睡眠日誌を作成することへの負担が課題として挙げられる。また、睡眠日誌は患者の記憶に頼るという点から正確性の点で課題がある。

これらの課題を解決する方法として、生体センサがある。睡眠を測定するセンサには、睡眠ポリグラフィ（polysomnography：以下、PSG）検査、アクチグラフ、アクチグラフに準じた体振動計や心拍計などがある。

PSG 検査は、睡眠障害の確定診断においてゴールドスタンダードであり、脳波・眼球運動・心電図・筋電図・呼吸運動・動脈血酸素飽和度などの生体活動を、一晚にわたって測定する。頭部、胸部、手足等に複数のセンサパッドを装着するとともに、専門の技師および医師がいる入院施設でないと測定ができない。

アクチグラフには、腕時計型、体幹型などがあり、体振動計や心拍計には、マット下設置型などがある。アクチグラフは、内蔵している加速度センサによって被検者の活動量を検出し、睡眠・覚醒リズムの測定するものである。腕時計型や体幹型は、商品化され小型であり、データ送信機能を搭載しているため普段の日常生活下で記録することが可能であるが、終日装着する必要がある。

マット型シート型睡眠モニタ、すなわち睡眠時のマットの下に設置するセンサは、マットレスとベッドの間に設置するため被検者の負担が少なく、データ送信機器も搭載さ

¹ 慶應義塾大学 看護医療学部
Keio University Faculty of Nursing and Medical Care

² 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科
Graduate school of Media and Governance, Keio University

³ 昭和大学 保健医療学部
SHOWA University School of Nursing and Rehabilitation Sciences

れ在宅での使用報告もみられている。表1に[7], それぞれの睡眠検査の方法と利点・欠点をまとめる。

表1 睡眠検査の方法とその利点と欠点

方法	PSG	体動量計 (アクチグラフ)	マット型シート型睡眠モニタ
利点	<ul style="list-style-type: none"> 睡眠を正確に測定することができる。 方法が標準化されており、世界中のデータを比較することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 比較的長期にわたる測定が可能。 普及していて、これまでのデータとも比較ができる (異なった機器によってデータ比較ができるかどうかについて慎重に考える必要がある)。 非常に簡便で安価な方法である。 	<ul style="list-style-type: none"> 被験者の負担がほぼ皆無で、長期にわたる測定が可能。 記録漏れが少ない。 睡眠区間だけでなく、心拍数、呼吸数などを推定することができる機材がある。 比較的安価で非常に簡便な方法である。
欠点	<ul style="list-style-type: none"> 多くの電極を装着するため、被験者への負担が大きい。 長期間にわたって連続的に測定することが困難である。 設備は高価である。 	<ul style="list-style-type: none"> 体に装着するため、ときに負担となることがある。 装着し忘れや紛失などが起こりやすい。 睡眠区間の推定のみである。 	<ul style="list-style-type: none"> 日中の活動が記録できない。 測定中の寝床以外での睡眠は記録できない。

(松浦雅人編：睡眠とその障害の臨床的クエスチョン 200, p60, 表1より引用)

患者への適用にあたっては、生体センサの装着ストレスや、データ送信機能搭載の有無などの点から活用可能性、適切性を十分に検討することが必要である。本研究では、睡眠改善のための支援を行うための睡眠データの収集には、非装着性の生体センサを用いた遠隔的手法が有用ではないかと考えた。

2. 目的

本研究は、心不全患者を対象とした Web を用いた睡眠とこころの健康を支援するプログラム開発を目的とした研究の一部である。生体センサを用いた睡眠データを収集・集約する一連の運用について、健康成人を対象に試行し、実施可能性を確認することを目指した。実験において確認した項目は、以下の3点である。

- 1) 複数の研究対象者の睡眠センサ機器から自動的に送信される睡眠データの集約および Web 管理画面上からの睡眠データの保存と活用が可能であるか
- 2) 睡眠データを可視化し、研究対象者と共有する方法
- 3) 睡眠センサの使用感に課題がないか

3. 方法

3.1 こころと眠りの支援プログラム

こころと眠りの支援プログラムは、睡眠状態を測定する生体センサを用いた遠隔支援システムによって睡眠状態をモニタリングし、睡眠の問題を特定して睡眠改善のための継続的支援を行う。これにより、睡眠およびうつや不安の予防・改善を図ることが本プログラムの目的である。介入内容は、不眠の認知行動療法を基に作成された短期睡眠行動療法を、外来通院中の心不全患者用として一部改変した。

実施方法としては、遠隔的に収集した睡眠データを可視化したグラフを作成し、このグラフを基に Web 看護面談を行う。Web 看護面談は、Web 会議システムを介して映像と音声によるコミュニケーションで実施する。患者と睡眠データを画面共有しながら目標を立て、睡眠改善するための支援を行う。加えて、ストレス対処の目標を立て、患者の取り組みを支援し、こころの健康の向上を図る (図1)。

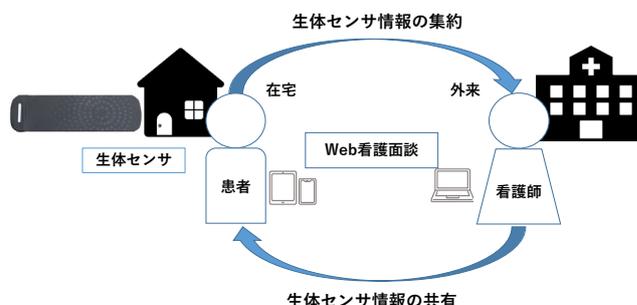


図1 こころと眠りの支援プログラム

3.2 睡眠センサ機器

患者の睡眠状態を遠隔からモニタリングする際に、装着ストレスが少ない生体センサについて検討し、ベッドマットレス/敷布団の下に敷くタイプの睡眠センサであるパラマウントベッド社の Active Sleep Analyzer (以下 ASA) [8] を選定した。ASA は、マット状の人の体振動 (呼吸運動、心弾動、体動) を測定し、睡眠状態をモニタリングするセンサである。ASA および専用ルーターは研究者が準備し、対象者の自宅に送付した。設置方法を図2に示す。



図2 ASA の設置方法

3.3 対象者

選定要件として、A 大学に属する大学生もしくは大学院生で、自宅に Wi-Fi 接続できる環境があり、スマートフォンや iPad を活用している。加えて、ASA を 2 週間連続して使用できる者とした。

除外要件は、定期的な受診や治療を要する身体疾患、精神疾患を有する者や、不安・うつ尺度：Hospital Anxiety and Depression Scale (以下、HADS) [9][10] が 11 点以上 (不安、抑うつあり)、もしくは不眠重症度尺度：Japanese version of the Insomnia Severity Index (以下、ISI-J) [11][12] が 15 点以

上（中程度～重度の不眠）であることとした。

3. 4 睡眠データ収集システム

ASA より収集できる睡眠データを，表 2 に示す。

表 2 ASA より収集した睡眠データ

睡眠データ項目	内容
①睡眠潜時	寝つくまでの時間
②睡眠時間	就床時間 — (睡眠潜時+中途覚醒時間)
③就床時間	寝床にいた時間
④就寝時刻	寝床に入った時刻
⑤起床時刻	寝床から出た時刻
⑥睡眠効率 (%)	睡眠時間 ÷ 就床時間 × 100
⑦中途覚醒時間	就床時間内に途中で目が覚めた時間
⑧平均呼吸数	寝床での平均呼吸数
⑨平均心拍数	寝床での平均心拍数

今回の実験に用いる ASA は，すべての機器にあらかじめ ID が割り振られている。研究対象者の自宅で ASA が設置された後は，この ID を用いることで，睡眠データがデータそのものからは個人を識別できない形で Web ポータルに自動送信され記録される。

ASA から自動送信された研究対象者の睡眠データは，研究者がパソコンから Web ブラウザにアクセスすることで閲覧できる管理画面上からパスワード入力により確認できる (図 3)。

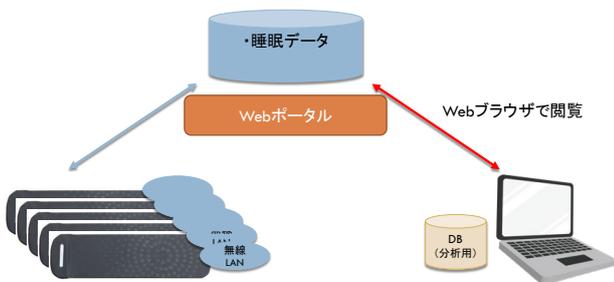


図 3 睡眠データ収集システム

管理画面では，複数の対象者を同時に一括して確認することができる。対象者毎に睡眠データを CSV ファイルとしてダウンロードし，分析対象とした。

3. 5 睡眠データ分析方法

研究対象者毎に睡眠状態（睡眠潜時，睡眠時間，睡眠効率，中途覚醒時間）について分析し，これらをすべての対象者において 2 週間の睡眠日誌として変換することが可能かを確認した。

3. 6 ASA の使用感についての調査

ASA の使用感に関する感想や意見を，メールあるいは Google form で収集した。自由記述データは，質的に内容を分析した。

4. 倫理的配慮

対象者に対して，研究目的，研究内容，参加協力内容，プライバシーや個人情報保護等について説明し，同意を得た。同意を得るにあたり，研究協力は自由意思であること，研究に協力しない場合でも不利益がなく撤回が可能であることを説明した。なお本研究は，慶應義塾大学看護医療学部研究倫理委員会の承認（受理番号 298）を得て実施した。

5. 実証実験

5. 1 対象者の登録手順

対象者の登録は，以下の手順で行った。

1. 研究者は，まずメールで研究協力の意思が示された研究対象候補者のメールアドレスに説明文書（研究依頼書）を送付し，研究協力の依頼を行う。
2. 研究対象候補者は，研究に同意する場合には研究依頼書に記載されている QR コードから Google form にアクセスし，研究協力への同意の意向を伝える。
3. 研究対象候補者は，ISI-J, HADS, こころと眠りのセルフケア尺度（独自に作成した睡眠とストレスへのセルフケア対処に関する質問票），個人属性，に回答する。
4. 研究者は，研究対象候補者の回答をチェックし，HADS 得点，および ISI-J 得点が除外要件に該当しないことを確認した後に，研究対象者として登録する。

5. 2 睡眠データ測定および使用感の調査手順

睡眠データ測定および使用感の調査は，以下の手順で行った。

1. 研究者は，研究対象候補者に研究対象者として登録されたことをメールで伝える。
2. 研究対象者は，研究者に対して ASA を受け取る住所を，研究者にメールで連絡する。
3. 研究者は，連絡を受けた住所に対し ASA を発送する。
4. 研究対象者は，配送された ASA を受け取り，寝具下にセンサ本体と専用ルーターを設置する。

5. 研究対象者は、研究者に ASA を設置したことをメールで連絡し、2 週間 ASA を使用する。
6. 研究者は、管理画面上で連日、研究対象者の睡眠データ取得状況を確認し、2 週間の睡眠データをダウンロードする。
7. 2 週間経過後、研究者は測定期間が終了したことをメールで伝える。
8. 研究対象者は、研究者からのメールにしたがって ASA の使用感や睡眠測定の一連の作業や手順について、Googleform あるいはメールにて意見を回答する。

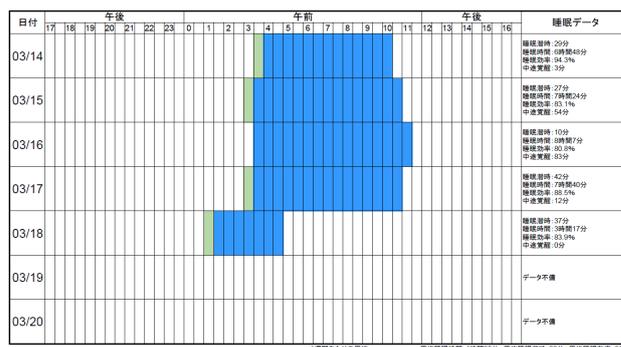


図 4 睡眠日誌の例

5. 3 睡眠データの可視化手順

睡眠データの可視化については Google Apps Script を使用し、次のように行った。

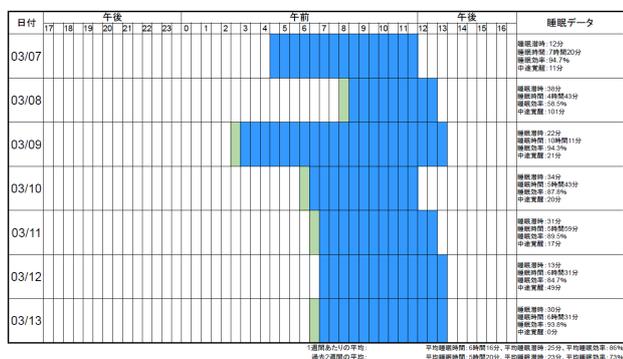
1. ASA で取得した睡眠データを CSV ファイルに出力する。
2. CSV ファイルを Google スプレッドシートにインポートする。
3. Google Apps Script で、睡眠時間をグラフ描画するプログラムを実行し、可視化する。

6. 結果

本研究では、研究対象候補者として 8 名の応募を受けたが、選定要件および除外要件をもとに選定を行い、その内の 5 名を研究対象候補者として登録した。対象者は、年齢 20~23 歳の大学生もしくは大学院生 5 名（男性 3 名、女性 2 名）であった。調査期間は、2021 年 3 月 2 日~18 日までであり、各対象者は、自宅で ASA を 2 週間使用した。

6. 1 睡眠データの可視化

すべての対象者において、2 週間の睡眠データを基に、睡眠日誌を可視化することができた。睡眠日誌の例を以下に示す (図 4)。



6. 2 睡眠データ集約と保存

すべての対象者から睡眠データを取得することができたが、5 名のうち 2 名の対象者については、2 週間のうち 3 日間の睡眠データが取得できなかった。その理由としては、(睡眠センサの) 電源ケーブルが外れた、自宅内の電源が落ちた、使用している寝具で睡眠を取らない日があったことが挙げられた。

6. 3 睡眠センサの使用感

ASA の使用感についての調査結果を取りまとめたものを表 3 に示す。

“設置しやすさ”については、本体の設置位置が正しいのか悩んだ対象者もいたが、設置方法自体は簡単にできていた。

また、“使用感”においては初日のみ、気になったという意見が聞かれたが、翌日以降は慣れて普段通りの睡眠がとれていた。継続設置については、負担がなく継続使用できるセンサであることがわかった。一方で、睡眠データが取得できているのか心配になった対象者もいた。

“睡眠の意欲”については、ASA を使用し睡眠をモニタリングしていることが睡眠行動に影響しており、夜更かしをしないよう心掛けたり、睡眠時間を気にしたりすることにつながっていた。また、就寝時間が遅いことに罪悪感を感じたり、睡眠状態を見られていることを意識したりもしていた。

表 3 ASA の使用感について

項目	内容
設置しやすさ	設置方法は簡単で分かりやすい
	センサ本体の設置位置に悩んだ
使用感	設置初日は気になったが、その後は慣れた
	継続設置の負担はない
	普段と変わらない睡眠がとれた
	睡眠データの取得状況が心配である
睡眠への意識	夜更かしや徹夜をしないよう心掛けた
	就寝時間、睡眠時間を気にするようになった
	就寝時間が遅いことに罪悪感を感じた
	睡眠データを見られているという意識があった

7. 考察

実施期間中すべての対象者の健康状態に変化はなく、使用感についても使用初日はASA設置が気になったものの、2日目より対象者全員が普段通りの睡眠が取れており、設置も簡便で、継続設置にも負担がないという結果から、安全性に問題はないと考えられた。

睡眠データ収集・集約について、睡眠支援プログラムを実施するために必要な睡眠データを収集することができた。また、ASAから取得した睡眠データは、管理画面を通してタイムリーに閲覧可能であり、なおかつ睡眠日誌を可視化するプログラムを作成することができた。

以上から、ASAを用いた睡眠データ収集と集約システムは、睡眠に対する遠隔支援において活用可能な睡眠センサであることを確認することができた。データが取得できていない日が3回あったが、電源ケーブルの接続に関する理由であり、対処可能な要因であった。そのため、ASA設置時の説明の際には、本体の設置位置や電源ケーブルの接続確認をおこなう必要がある。また、睡眠の支援プログラムに適用する際には、可視化した睡眠日誌を対象者と共有する方法について検討する必要がある。

今回は、睡眠データの収集・集約のシステム化を目的とした試行であったため、対象者には睡眠センサ機器の設置のみを依頼し、睡眠改善への支援は実施しなかった。しかし、対象者の中には、より良い睡眠を意識し、睡眠改善のための行動に気を配っている者もみられた。機器の設置自体が睡眠改善のためのセルフケア行動の動機づけとなる可能性が示された。一方で、“睡眠時間が遅いことに罪悪感を感じた”や、“睡眠データを見られているという意識があった”など、第三者に睡眠状態をモニタリングされることが心理的に負担になる可能性も推察された。今後は、睡眠センサ機器設置において対象者に生じる心理的な側面も考慮した方法を検討していく必要がある。

今回の実験では、生体センサを用いて睡眠データを2週間継続的に収集・集約し、可視化する一連の運用を施行して、実施可能性を確認することができた。生体センサ設置においても患者の負担が少なく、自宅での睡眠データを継続的に収集することが可能であるとわかった。生体センサを用いて長期間睡眠データを収集することにより、正確な睡眠データを蓄積できることから、患者の睡眠パターンを詳細に把握でき、睡眠改善への課題がより明確となるため、個別性に合わせた睡眠改善への支援に活かすことができると考えられる。加えて、睡眠データを可視化することで、患者自身が自己の生活習慣を振り返りやすくなる。

患者がWeb看護面談により看護師からのフィードバックやサポートを継続的に受けられる遠隔的支援は、患者のセルフモニタリング機能を高め、睡眠改善へのセルフケア行動を継続するためのモチベーション維持への支援につな

がると考えられる。

遠隔的支援プログラムは、COVID-19感染下に求められるソーシャルディスタンスの観点からも、ニーズの高いシステムと考えられる。生体センサによる正確な患者情報を、長期的に継続的に収集・集約するシステムは、多様な看護支援において応用できるシステムであることが示唆された。

謝辞

本研究は、科学技術研究費補助金基盤研究(B)(課題番号18H03087)の助成を受け実施した。

参考文献

- [1] 石原俊一：心疾患患者・家族のストレス，ストレス科学研究，32巻，pp10-17 (2017)。
- [2] Sofi, F. , Cesari, F. , Casini, A. , Macchi, C. , Abbate, R. , & Gensini, G. F. : Insomnia and risk of cardiovascular disease: a meta-analysis, *European Journal of Preventive Cardiology*, vol. 21, No. 1, pp57-64 (2014)。
- [3] 日本循環器学会/日本心臓リハビリテーション学会合同ガイドライン：2021年改訂版 心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン (2021)。
- [4] 日本在宅ケア学会：テレナーシングガイドライン，照林社，東京 (2021)。
- [5] Davidson, J. R. , Dickson, C. , & Han, H. : Cognitive behavioural treatment for insomnia in primary care: a systematic review of sleep outcomes, *British Journal of General Practice*, Vol. 69, No. 686, ppe657-e664 (2019)。
- [6] Van Der Zweerde, T. , Bisdounis, L. , Kyle, S. D. , Lancee, J. , & Van Straten, A. : Cognitive behavioral therapy for insomnia: A meta-analysis of long-term effects in controlled studies, *Sleep Medicine Reviews*, Vol. 48, pp54-67 (2019)。
- [7] 松浦雅人編：睡眠とその障害の臨床クエスチョン200，診断と治療社，東京，pp59-60 (2014)。
- [8] パラマウントベッド株式会社 Active Sleep ANALYZER <<https://activesleep.jp/asa/>>
- [9] Zigmond AS, Snaith RP, (北村俊則訳)：Hospital anxiety and depression scale(HAD尺度)，季刊精神科診断学，4巻，3号，pp371-372 (1993)。
- [10] Zigmond, A. S. , & Snaith, R. P. : The hospital anxiety and depression scale, *Acta Psychiatrica Scandinavica*, Vol. 67, No. 6, pp361-370 (1983)。
- [11] Bastien CH, Vallières A, Morin CM. : Validation of the Insomnia Severity Index as an outcome measure for insomnia research, *Sleep Medicine*, Vol. 2, Issue4, pp297-307 (2001)。
- [12] 宗澤岳史, Morin, C. M, & 井上雄一：日本語版不眠重症度質問票の開発。精神科治療学，24巻，2号，pp219-225 (2009)。