



RIETI Discussion Paper Series 21-J-040

睡眠改善アプリを用いた健康経営施策が生産性に与えた影響： RCTに基づく検証

川太 悠史

早稲田大学

黒田 祥子

経済産業研究所

大湾 秀雄

経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

睡眠改善アプリを用いた健康経営施策が生産性に与えた影響： RCT に基づく検証¹

川太 悠史（早稲田大学）・黒田 祥子（経済産業研究所／早稲田大学）・大湾 秀雄（経済産業研究所／早稲田大学）

要 旨

本研究では、製造業企業一社で実施した睡眠改善プログラム（ランダム化比較試験）が、睡眠改善を通じて従業員の生産性の向上にどの程度影響を及ぼすかを検証した。睡眠改善プログラムでは、応募者を無作為に介入群と対照群に分け、介入群には非接触型センシングデバイスを支給し、3 か月間の睡眠の計測を行った。プログラムは睡眠データの計測とともに、参加者に対して健康アプリが日々の睡眠に対するアドバイスをし、睡眠改善を促す内容となっている。分析の結果、以下のことが明らかになった。第一に、計測期間における、業務量の増加や在宅勤務日数の増加などが寝つきの悪化や中途覚醒を引き起こしている可能性が認められたものの、これらの要因を制御したうえで、プログラム実施前と実施後の介入群と対照群を比較したところ、介入群に睡眠改善の効果が認められた。第二に、同群のプレゼンティズム（生産性）が統計的に有意に改善していることが確認された。プレゼンティズムへの効果は、ITT、LATE、睡眠改善を通じた 2SLS いずれの推計方法を用いても、最終的な効果規模は同程度であり、睡眠改善プログラムが、真面目に取り組んだ参加者の睡眠改善を通じて生産性を押し上げていることが確認できた。これらの結果は、情報技術の利活用により睡眠改善行動を促すことで実際に睡眠の未充足は改善され、生産性の回復が見込めることを示唆する。

キーワード：睡眠、生産性、プレゼンティズム、健康経営、スリープヘルス、スリープテック、睡眠改善アプリ

JEL classification: I10, I12, J24

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

¹ 本稿は、独立行政法人経済産業研究所（RIETI）におけるプロジェクト「働き方改革と健康経営に関する研究」（黒田祥子 FF）および「人事施策の生産性効果と雇用システムの変容」（大湾秀雄 FF）の共同研究成果の一部である。本稿の作成に当たっては、高橋正也（労働安全衛生総合研究所）、矢野誠（RIETI）、森川正之（RIETI）、鶴光太郎（慶応義塾大学）の各氏ならびに経済産業研究所ディスカッション・ペーパー検討会の方々から多くの有益なコメントを頂いた。ここに記して、感謝の意を表したい。

1. はじめに

昨今、睡眠に何らかの問題を抱えている人がかなりの割合に上るといわれており、睡眠不足 (sleep deprivation) や睡眠未充足 (sleep deficiency) と呼ばれる状態は世界的な問題となっている。例えば、「国民生活基礎調査」(2019 年 厚生労働省) によれば、日本人成人の約 3 割が「睡眠によって休養があまりとれていない」あるいは「まったくとれていない」と報告しており、Sleep foundation (2008) が米国で行った調査でも 44% の人が睡眠の問題をほぼ毎日感じていると答えている (アジア・アフリカ諸国については Stranges et al. (2012)、欧州諸国については van de Straat (2015) を参照)。これらの人たちの中には、睡眠の問題を仕方がないものと捉え、慢性的に睡眠未充足状態を続けている人も多いと考えられる。しかし睡眠が十分にとれていないことによって、生産性が低下するとすれば経済的に大きな損失である。睡眠で十分な休息がとれていないことによる生産性の低下はどの程度で、睡眠の量や質が改善すれば生産性は向上するのだろうか。

これまでも、睡眠不足や睡眠障害が日中のパフォーマンスに深刻な障害を引き起こすことは、多くの睡眠研究が明らかにしてきた。例えば、睡眠不足が自動車事故や労働災害に巻き込まれるリスクを高めたり (Leger et al. (2014)、Laugsand et al. (2014))、メンタルヘルスを悪化させたり (Soldatos et al. (2005)、Szklo-Coxe et al. (2010))、生活の質 (QOL) の低下をもたらしたりすることが示されている (Guallar-Castillion et al. (2014)); このほか、例えば、Dawson and Reid (1997)、Belenky et al. (2003)、Shekleton et al. (2014)、Fortier-Brochu et al. (2012) も参照)。

その一方で、筆者らが認識する限り、睡眠が仕事のパフォーマンスにどの程度影響するかを分析したものは相対的に多くない。睡眠と生産性との関係を間接的に示した研究としては、睡眠不足が仕事上の事故につながり得る重大なミスを増加させることを示したもの (Yamauchi et al. (2019)) や、睡眠が充足することで職業倫理が高まることを示したもの (Wagner et al. (2012)、Barnes et al. (2015)、Cho et al. (2017)) などがある。睡眠と仕事の生産性との直接的な関係を検証した研究としては、英国の労働者を対象に、睡眠時間とプレゼンティイズムとの関係を検証した Hafner et al. (2016) の研究がある。同論文では、一日当たりの 7~9 時間の睡眠を確保している人に比べ、睡眠時間が 6 時間未満のグループと 6~7 時間のグループでは、アブセンティイズム (病気欠勤による生産効率の低下) やプレゼンティイズム (勤務中の生産効率の低下) により生産性がそれぞれ 2.4%、1.5% 低いという結果を報告している (このほか、Loeppke et al. (2009)、Rosekind et al. (2010)、Swanson et al. (2011)、Hafner et al. (2020)、Ishibashi and Shimura (2020)、Furuichi et al. (2020) も参照)。

ただし、上述の先行研究はクロスセクションデータを利用した分析であるため、睡眠が健康に与える影響の特定に内生性の問題 (心身が健康でないために眠れないのか、眠れないから健康でないのか) があると同様に、睡眠と生産性との関係もどちらの方向に因果関係があるかを特定化することは難しい (Anderson and Bradley (2013)、Finan et al. (2013))。つまり、睡眠不足が原因で生産性が低下するという因果関係ではなく、生産性が低い労働者が時

間内に業務をこなすことができず長時間労働となる結果、睡眠時間が短くなってしまいうという逆の因果性も考えられる (Johannessen and Sterud (2017), Cho and Chen (2020))。

こうしたことから、因果関係の特定化のために、睡眠研究でも増加しているのがランダム化比較試験 (randomized controlled trial ; 以下、RCT) である。RCT の枠組みを利用して睡眠と生産性の関係性を検証した研究には、例えば 92 名の不眠症の労働者をランダムに 4 つの群 (3 つの異なる介入群と 1 つの対照群) に分類し、最も手厚い介入を受けた個人認知行動療法 (Tailored Brief Behavioral Therapy) 群においてのみ生産性の改善が認められたことを示した Okajima et al. (2020)、77 名の不眠症を抱える労働者に認知行動療法を実施し、不眠症が寛解した人に生産性の改善が認められたことを示した Kjorstad et al. (2020)がある。ただし、Burton et al. (2016)や Redeker et al. (2019)が述べているとおり、不眠症の患者ではなく、一般労働者を対象とした職場レベルの介入研究はまだ少なく (睡眠改善をアウトカムとした先行研究としては、Kaku et al. (2012)、Nakada et al. (2018)、Omeogu et al. (2020)、Nishinoue et al. (2012)、Robbins et al. (2019))、特に RCT の枠組みを利用した睡眠改善と生産性の研究は今後も蓄積が必要である(Boubekri et al. (2020))。

また最近、Buysee (2014)により提唱されたスリープヘルス (sleep health) の概念が注目されている。Buysee (2014)は、上述のとおり世界中で睡眠が充足していないと感じている人が多いにもかかわらず、これまでの睡眠医学では不眠症などの睡眠障害の治療に多くの研究リソースが注がれてきたことを指摘し、睡眠は「病気ではない」状態となれば良しとするのではなく、今後は人々の厚生やパフォーマンスにポジティブな影響を与える睡眠の在り方を考えていくべきと主張している。Buysee (2014)と Dong et al. (2019)では、これまで蓄積されてきた睡眠研究の知見から、心身の病気やパフォーマンスに影響を与えうる睡眠の重要項目として 6 つ (睡眠の長さ (duration)、睡眠の満足度や質 (satisfaction/quality)、日中の覚醒 (alertness/sleepiness)、睡眠の効率性 (efficiency)、睡眠のタイミング (timing) と規則性 (regularity)) を選定し、スリープヘルスの尺度として提案している。そこで本稿では、一般労働者を対象とした介入によって、Buysee (2014)らが提唱するスリープヘルスは確保できるのか、そしてスリープヘルスの改善によって果たして仕事の生産性は向上するのかをランダム化比較試験によって検証する。具体的には、製造業企業一社に勤務する 215 名の従業員を対象に、3 か月間の睡眠改善の RCT を実施し、睡眠改善のプログラムに参加した従業員 (以下、介入群) は参加しなかった従業員 (以下、対照群) に比べて睡眠が改善するのか、そして改善した場合に生産性にはどの程度向上するのかを検証する。睡眠改善プログラムでは、介入群に非接触型のセンシングデバイスを支給し、3 か月間の日々の睡眠データを計測し、その情報を毎朝本人に通知することで睡眠を可視化するとともに、スマートフォンのアプリを通じて行動変容を促すために睡眠改善に関するアドバイスを週ごとに行うことがメインの介入内容となっている。

本稿の貢献は、以下のとおりである。第 1 に、一般労働者を対象に RCT を行い、睡眠がどの程度改善するかを確認するとともに、睡眠が改善することによって生産性がどの程度

改善するかを検証する。上述のとおり睡眠医学の先行研究ではプレゼンティイズムを生産性の損失を捉えるための指標として位置付けられているので、本稿でもプレゼンティイズムを生産性と捉え、自己回答形式の2つの生産性指標を用いる。具体的には、生産性に関連する15の質問項目を用いた合成指標と、タフツ大学のチームが開発した Work Limitations Questionnaire (WLQ) と呼ばれるプレゼンティイズム指標の2つを用いた分析を行う（詳細は2節を参照）。睡眠の改善については Buysee (2014) に依拠し、スリープヘルスの観点から分析を行う。スリープヘルスが心身の健康に影響をもたらすことを示した研究は蓄積されてきているものの（Dong et. al (2019)、Lee and Lawson (2021)）、スリープヘルスの改善と生産性との関係を RCT で行った研究は筆者らが認識する限り少ない。第2は、基本的な個人属性だけでなく、仕事のタスク、職場の上司や同僚のサポートの度合い、在宅勤務日数に加え、プログラム期間の3か月間に生じた仕事（異動や昇進）や私生活における大きな出来事（結婚や出産、近親との死別）など、睡眠に影響を与えうる様々な要因もコントロールした推計を行う。睡眠医学の先行研究では特に仕事に関連する情報はあまり利用されていない傾向にあり、本稿では労働経済学の知見も取り入れた推計を行う。第3に、今回の RCT では、介入群については3か月間のアクティグラフィー睡眠データ（actigraphy sleep data：睡眠計測デバイスで測った睡眠データ）を利用することができる。そこで、本稿では自己回答による主観的なデータに加えて、客観的なデータも併せて RCT による睡眠改善効果を分析する。第4は、介入群に焦点を充て、RCT を行った際に、属性や環境によって睡眠改善の度合いに違いが生じるかを検証する。

分析の結果、まず、計測期間における、業務量の増加や在宅勤務日数の増加などが寝つきの悪化や中途覚醒を引き起こしている可能性が認められたものの、これらの要因を制御したうえで、プログラム実施前と実施後の介入群と対照群を比較したところ、介入群に睡眠改善の効果が認められた。さらに、同群のプレゼンティイズムが統計的に有意に改善していることが確認された。プレゼンティイズムへの効果は、ITT、LATE、睡眠改善を通じた 2SLS いずれの推計方法を用いても、最終的な効果規模は同程度であり、睡眠改善プログラムが、真面目に取り組んだ参加者の睡眠改善を通じて生産性を押し上げていることが確認できた。これらの結果は、仕事や私生活の様々な変化や出来事で睡眠が悪化することは誰しもに起こりうるものの、情報技術の活用により睡眠改善を促すことで実際に睡眠の未充足は改善され、生産性の回復が見込めることを示唆する。

本稿の構成は以下のとおりである。まず、2節では RCT の概要および本稿で扱うデータについて説明する。3節では推計戦略を説明する。4節では推計結果を示し、5節では結論と本稿の課題を述べる。

2. ランダム化比較試験およびデータの概要

2-1. ランダム化比較試験

本稿で分析する睡眠改善プログラムのランダム化比較試験は、A 社に勤務する従業員を対象に行ったものである（企業名は A 社の希望で匿名にしている）。A 社は、製造業を営む上場企業で、グループ会社全体で 10,000 人以上の従業員が勤務している。睡眠改善プログラムは、2020 年 10 月に公募が行われた。A 社は公募の際にプログラムの目的として、従業員の健康推進のためにデータを取得すること、個人が特定化されないかたちで匿名化したうえで研究目的に使用する可能性があることを説明し、参加者全員からプログラムの趣旨およびデータ利用の同意を取得したうえでプログラムを実施した。プログラムは、2020 年 11 月 1 日～2021 年 4 月末までの 6 か月間で実施された。同プログラムに応募してきた 215 名は、10 月末に層化抽出法によって、介入群 157 名、対照群 58 名に振り分けられた²。すべての参加者には、募集の段階でプログラムは 2 期（第 1 期：2020 年 11 月 1 日～2021 年 1 月末、第 2 期：2021 年 2 月～4 月末）に分けて行われること（いわゆる「クロスオーバー」）、抽選の結果、参加のタイミングが第 2 期になる可能性も説明を受けたうえで了承した人が参加しており、第 1 期に対照群となった人は、2021 年 2 月から第 2 期のプログラムに参加した。本稿では第 1 期の 3 か月間（2020 年 11 月 1 日～2021 年 1 月末まで）に実施した RCT で得られたデータを、A 社から個人が特定化されないように匿名化したうえで提供を受け、本稿の分析で使用している³。

介入群は、第 1 期のプログラム実施期間の 3 か月の間、株式会社ニューロスペースから非接触型の睡眠計測デバイス⁴が支給された。同社は睡眠センシング技術および簡易評価アルゴリズムの開発や睡眠改善プログラムによる企業の健康経営の支援を行うベンチャー企業である。同社の非接触型の睡眠計測デバイスは、ベッドマットの下に置くことによって、心拍数や寝返りの情報から睡眠の状況（就床時刻、寝つきまでの長さ、レム睡眠の時間、ノンレム睡眠の時間、離床の頻度や長さ、起床時刻、実際に眠った時間）を計測するシステムになっている。睡眠計測デバイスによって計測された日々の睡眠情報は、参加者自身が所有するスマートフォンにインストールした専用アプリに送信され、参加者は日々の睡眠の情報を確認することができる。参加者はまず、最初の 7 日間で、睡眠の規則性、睡眠時間、寝つきまでの時間、眠りの深さの 4 つの睡眠に関する基礎情報が計測され、第 2 週目からは、

² なお、介入群 157 名のうち 1 名はシフト勤務従業員が含まれるが、残りの 156 名は全て日勤の従業員である。勤務形態の違いおよび業務内容の違いは、後述の分析においてシフトダミーおよびタスクの変数をコントロールすることで制御している。なお、シフト勤務者 1 名を除いた分析も行ったが本稿で報告している結果と異ならなかった。

³ 筆者らは、早稲田大学の倫理審査委員会に、A 社が行ったプログラムで取得したデータを同社が完全に匿名化したうえで提供を受け、2 次利用というかたちで分析する旨の届け出を行い、「倫理審査不要」の判断を取得したうえで分析を行った。

⁴ 支給されたデバイスは、イスラエルの EarlySense 社提供の睡眠計測 IoT デバイスである。EarlySense 社のデバイスと睡眠ポリグラフ検査（polysomnography）とを比較した Tal et al. (2017) では、同デバイスの睡眠状態の判定感度は 92.5%であったことが報告されている。

まずは就床と起床をできるだけ同じタイミングで行う規則性を作っていくこと、続いて睡眠時間の長さを確保することが推奨される。さらに、寝つきまでの時間が 15 分以内に、深い眠りが一晩で 72 分以上確保できるようにするために、アプリが個々人の睡眠の状況に応じて毎週アドバイスを行う。具体的なアドバイスは睡眠衛生マニュアル（国立精神・神経医療研究センター [2016]）等をもとに、例えば「起床後、すぐにベッドから離れる」、「就寝前に、ストレッチをする」、「夕方以降にカフェインを控える」、「スマホをナイトモードに切り替える」、「ベッドに入ったらスマホを見ない」、「就寝前のお酒を控える」など、計 37 個の中から個人別にお勧めの複数メニューが 1 週間ごとに提示される。参加者はそのアドバイスの中からその週のメニューを選択し、アプリはその日の終わりに本人がそのアドバイスを実行したかを確認し、日々行動変容を促す設計となっている。

整理すると、介入群は 3 か月のプログラム期間中、①毎朝、自身の睡眠状況が可視化された情報を確認できる、②睡眠改善のためのアドバイスを得る（アドバイスは単なる提供だけでなく、アプリが達成状況を毎日確認することで行動変容が促される）の 2 点の介入が行われた。

このほか、3 か月のプログラム期間中には、計 2 回の睡眠に関するセミナーが実施された。セミナーの内容はアプリのアドバイスをより詳細に説明し、その理由等を科学的なエビデンスを紹介しながら知識を提供する内容となっている。ただし、セミナーの参加は任意で、A 社では公平性を期すために介入群だけでなく対照群にもセミナーの参加を許可した。なお、データでは両グループで実際に第 1 回と第 2 回のセミナーに参加した個人 ID も識別できるため、以下の分析ではセミナー参加ダミーを用いてコントロールする推計を行った。

2-2. データ

分析には、プログラム開始前（2021 年 10 月）と実施後（2021 年 1 月末以降）に、介入群と対照群の両グループに回答してもらった自己回答式のアンケート調査に加えて、介入群については睡眠計測デバイスで計測した日々の睡眠データを用いる。

なお、以下の分析には、介入の効果を計測するため、事前と事後の両方のアンケート調査に回答したサンプルのみを用いた。プログラムの途中で離脱あるいはアンケートに未回答の参加者が複数いたため、事後アンケートに回答したサンプルはトリートメント群 145 名、コントロール群 57 名となった（図 1 を参照）。表 1 は、プログラム実施後のこれらの 2 つの群の計 202 名について、グループ間の構成比を比較したものである。表中に示された有意差検定の結果からは、両グループの構成に統計的な有意差がないことが確認できる。

以下では、分析に用いるアンケート調査や睡眠データの説明を行う。

2-2-1. 睡眠の行動変容

事前と事後アンケートでは、睡眠に関連する行動について基本的に同一の設問が調査された。本稿の分析では、これらの項目を睡眠に関する行動変容がプログラムを通じて変化し

たかどうかを確認する分析で用いる。具体的な質問は以下のとおりである。

以下の項目について、直近 1～2 週間の頻度をお答えください。

- (a) ベッドで眠りに関係のないことをすることはありますか？（本を読む、スマホを見る、勉強をする、食事をする、考え事をするなど）
- (b) 寝る 1 時間前くらいまで明るい部屋で過ごしていることはありますか？
- (c) 電気をつけたまま寝ることはありますか？
- (d) 寝る前に、手先、足先が冷えていることはありますか？
- (e) 勤務中や休憩中に仮眠を取ることがありますか？
- (f) 日頃から運動をする習慣はありますか？
- (g) 寝る前 2 時間以内にお酒を飲みますか？
- (h) 起床直後の食事を抜くことはありますか？
- (i) 寝る前 1 時間以内に食事を取ることはありますか？

回答者は、「1. ほとんどない、2. 週 1,2 回、3. 週 3 日以上、4. ほぼ毎日」の 4 つの選択肢から回答する。分析では、数値が大きくなるほどそれぞれの行動の頻度が多くなるとして変数を作成する。これらの項目から、睡眠改善に向けての行動変容が起こっているかを検証する。

2-2-2. スリープヘルス指標

RCT により、睡眠がどの程度改善するかを検証するために、Buysee (2014)、Dong et al. (2019)、Lee and Lawson (2021)に準拠する形で、以下の 6 つのスリープヘルス尺度項目を利用する。それぞれの尺度は、介入群と対照群の両グループの分析を行う際にはアンケート調査の結果を利用し、介入群のみを対象とした分析の際には部分的に睡眠計測デバイスで計測されたアクティグラフィー睡眠データ（以下、計測データ）を利用する。本稿では、これらの 6 つの項目に入れる指標の選定や統合の仕方によって、「SH1」（介入群と対照群）、「SH2」（介入群と対照群）、「SH3」（介入群のみ）と 3 つのスコアを定義した。「SH1」は先行研究（Dong et. al 2019、Lee and Lawson 2021）にできるだけ準拠するかたちでダミー変数を単純合計した尺度であり、合計値をスリープヘルス指標 1 と呼ぶことにする。これに対して、「SH2」は 6 項目の指標化の方法は確立しているわけではないことをうけ、改良を加えることを意図して独自に作成した指標である。「SH3」は、介入群のみを対象とした分析として、計測データから得られる情報も用いて作成した指標である。「SH2」と「SH3」は、コレスポンデンス分析によって合成変数に変換し、一元的な尺度にしたものをスリープヘルス指標 2 あるいは 3 と呼んで使用する。共に、数値が大きくなるほど睡眠改善するというかたちで変数を作成しており、また 1 ポイントが 1 標準偏差に相当する（詳細は表 2 参照）。具体的な変数作成方法は、以下の記述および表 2 のとおりである。

睡眠満足度 (satisfaction) SH1,2,3 のすべてで、「最近のご自身の睡眠に対する満足度として当てはまるものをお選びください」に対する 4 つの選択肢（「大変満足している」「満足している」「あまり満足していない」「全く満足していない」）を利用する。

日中の覚醒 (alertness/sleepiness) SH1,2,3 のすべてで、「起床から 4 時間以内に、あくび、ボーっとする、身体がだるいなど眠気を感じることはありますか」に対する 4 つの選択肢（「ほとんどない」「週に 1、2 回」「週に 3 回以上」「ほぼ毎日」）を利用する。ただし、後述するように、SH2 では追加の情報も追加する。

睡眠の効率性 (efficiency) SH1,2 では、「自分が起きようと思っていた時間より、1 時間以上早く起きてしまってそれから眠れないことがありますか」に対する 4 つの選択肢（「ほとんどない」「週に 1、2 回」「週に 3 回以上」「ほぼ毎日」）を利用するが、SH2 では追加情報も用いる。介入群のみを対象とした SH3 では、計測データを元に「実際に眠った時間／ベッドにいた時間」×100 の 7 日間平均を計算して用いる。

睡眠時間 (duration) SH1,2 では、「直近 2 週間において、通常何時ころ寢床につきましたか」と「直近 2 週間において、通常何時ころ起床しましたか」の 2 つ設問への回答から睡眠時間を算出する。介入群のみを対象とした SH3 では、計測された日々の就床時間と起床時間から一日の睡眠時間を算出し、プログラムの 1 週目と最終週のそれぞれの 7 日間平均を元に作成する。

タイミング (timing) SH1,2 では、「直近 2 週間において、通常何時ころ寢床につきましたか」と「直近 2 週間において、通常何時ころ起床しましたか」の 2 つ設問から、睡眠時間を算出しその中点（midpoint）を計算する。SH3 においては、計測データから中点を特定した。さらに、下記に定義した規則性が最高位（計測データによる分類）のグループのサンプルを用いて中点の分布の平均±1.5 標準偏差がほぼ 2 時から 5 時の範囲に一致するため、そこに含まれる観測値を 1（正常）、それ以外を 0（異常）とするダミー変数を作成する⁵。

規則性 (regularity) SH1,2 では、「休みの日は、寝溜めをして勤務日より長く寝ることはありますか」に対する 4 つの選択肢（「ほとんどない」「半分未満」「半分以上」「毎回」）を利用する。SH3 では、プログラムの 1 週目と最終週のそれぞれの 7 日間の中点

⁵ 先行研究、例えば Lee and Lawson (2021) では、中点を 2 時から 4 時までを正常値と置いており、本稿で用いた SH1 および SH2 もそれに依拠しているが、A 社では在宅勤務が大部分を占めるようになる中、起床時間の多様化が進んでいると判断し、SH3 では幅広く正常範囲を定義した。

の標準偏差を計算し、全サンプルの標準偏差をプールして 3 分位の分割し、規則性が高・中・低の 3 つのカテゴリ変数を作成する。

アンケート調査には、日中覚醒と効率性について類似する設問があるため、「SH2」および「SH3」についてはこれらの回答も利用する。

2-2-3. 生産性指標

2-2-3-1. 生産性指標 1

本稿の分析では、RCT によって睡眠が改善された結果、仕事の生産性がどの程度改善したかを確認する。その際に用いる生産性の指標として、本稿では 2 つの指標を用いる。一つは、事前と事後アンケートで設けられた、以下の 15 項目の質問を使用する。具体的な質問は以下のとおりである。

以下の項目について、直近 1～2 週間の頻度をお答えください。

- (a) 体の不調や大きな疲れがなく、頭や体が軽い
- (b) 朝一番から、クリアな頭で仕事に迅速にとりかかることができる
- (c) 自分の考えが整理できている
- (d) フットワーク軽く、コミュニケーションを取れている
- (e) 些細なことでイライラせず、気持ちに余裕がある
- (f) 仕事中に高い集中力を維持できている
- (g) 物事に熱心に取り組んでいる
- (h) タスクを正確かつ丁寧に実施できている
- (i) 広い視野を持って、先回りして仕事に取り組んでいる
- (j) 予定通り・予定以上に早く仕事が進められていて、ギリギリになっていない
- (k) 根気をもって物事に取り組んでいる
- (l) 集中するための ON-OFF の切り替えをコントロールできている
- (m) 頭の回転がはやい
- (n) アイディアが出てきたり、ひらめくことがある
- (o) 物事を深く掘り下げて考えられる

回答者は、これらの各設問に対して、10 段階のスケールで回答することになっており、数字が高いほどその割合が増していることを意味する。本稿の分析では、これらの 15 項目をコレスポンデンス分析によって合成変数に変換し、プレゼンティイズムの「生産性指標 1」として使用する。

2-2-3-2. 生産性指標 2

本稿の分析では、A 社から提供を受けたプレゼンティイズムのデータを 2 つ目の生産性指標として使用する。A 社では、睡眠改善プログラムとは別に、健康施策の一環として毎年 9～10 月にかけて全社員対象に Work Limitations Questionnaire（タフツ大学、以下 WLQ⁶）のアンケート調査を実施している（回答率は毎年 8-9 割程度）。A 社はこの WLQ 調査の実施時期が睡眠改善プログラム実施の直前だったことから、プログラムの効果検証のために、プログラム実施後の 2021 年 2 月にプログラム参加者（介入群と対照群）限定で WLQ 調査を実施した。そこで本稿でも、WLQ をもう一つのプレゼンティイズム指標（生産性指標 2）として用いる。WLQ も、生産性指標 1 と同様に数値が大きくなるほど生産性が高くなると解釈する。なお、WLQ は下位尺度 4 項目（時間管理・身体活動・集中力・仕事の成果）とそれらを総合した合計尺度の 5 つがある。

なお、プログラム開始前の 2020 年 9-10 月実施の WLQ 調査は、睡眠改善プログラムとは異なる調査として行われたため、同プログラムの参加者の中には WLQ 調査に回答していなかった人も含まれる。WLQ への回答がプログラム実施前と実施後の両方に存在するサンプルは、介入群 114 名、対照群 39 名である（WLQ は下位項目があり、項目によってサンプルは異なる）。なお、WLQ の回答が得られるサンプルについて、介入群と対照群の構成比を有意差検定したところ、構成比に統計的な有意差はないことは確認済みである。

2.2.4. コントロール変数

本稿の推計では、RCT の効果をより厳密に検証するため、睡眠と仕事の生産性に影響を与えうる変数も極力コントロールしたうえで分析を行う。具体的には、年齢・性別・家族構成などの個人属性のほか、事前と事後のアンケートの設問から得られる情報として、仕事や職場に関連する情報（業務内容、上司のサポートの有無、同僚のサポートの有無、業務量の多寡、業務内容・仕事の進め方の裁量の度合い）をコントロール変数として用いる。業務内容は、Autor and Handel (2013) に準拠したタスクに関するアンケートの回答を用いて、各従業員の業務内容に応じて抽象タスク、ルーティンタスク、マニュアルタスクの度合いを指標化した変数を用いる。上司や同僚のサポートや業務の多寡や裁量性については、Job Demand=Resource モデル（Bakker and Demerouti (2017)）に準拠した変数である。

このほか、プログラム期間の 3 か月間に、「昇進した・他の部署へ異動した・業務負担が増えた（新たな任務の増加や指導する部下・後輩の増減など）・業務負担が減った（任務の移譲や指導する部下・後輩の増減など）・上司が交代した・結婚した・離婚した・子どもが産まれた・転居した（住居の引っ越し・実家に戻った・実家を出たなど）・（手術や長期治療が

⁶ Work Limitations Questionnaire は高い信頼性と妥当性が確認された尺度（Lerner et al. (2001), (2003)）で多くの先行研究で使用されている。なお、多言語に翻訳されており、今回のアンケートでは、WLQ を日本語に翻訳した WLQ-J が使用された（WLQ-J に関する解説は、井田・中川ほか [2017]を参照）。

必要な) 病気がみつかった、大怪我をした・親の介護が始まった・近親や親友との死別を経験した・その他、ストレスがかかる出来事があった(ハラスメントや事件に巻き込まれたなど)」の項目に該当する出来事があったと答えた場合にそれぞれのイベントダミーでコントロールする。なお、A社のプログラム期間のうち、2021年1月8日から、プログラム終了の1月31日の間、東京や大阪などの複数の地域では緊急事態宣言が発出されていた。また、A社では緊急事態宣言が発出されていなかった2020年11月と12月においてもリモートワークを推奨していた。そこで本稿の分析では、プログラム期間中の一週間あたりの在宅勤務日数もコントロールする。

表3には、分析で使用する主要データの基本統計量を掲載した(分析に使用したその他のデータは表A-1を参照)。

3. 実証戦略

3-1. ANCOVA

本研究では、ANCOVAモデルを用いて、介入群と対照群の有意差を測る。McKenzie (2012) は、以下のANCOVA推定量が差の差分分析よりも介入効果の検定力が高くなることを明らかにしている。

$$\hat{\gamma}_{ancova} = (\bar{Y}_{POST}^T - \bar{Y}_{POST}^C) - \hat{\theta} (\bar{Y}_{PRE}^T - \bar{Y}_{PRE}^C) \quad (1)$$

式(1)を推定式で表すと以下の通りとなる。

$$Y_{it1} = \gamma Treatment_i + \theta Y_{it0} + \epsilon_i \quad (2)$$

式(1)の $\hat{\gamma}_{ancova}$ と $\hat{\theta}$ は、式(2)の係数 γ および θ の推定量となる。 i は個人で、 t はプログラムの事前($t=0$)と事後($t=1$)、 Y_{it} は睡眠改善行動、睡眠満足度など6つのスリープヘルス指標と睡眠改善総合指標、プレゼンティズム指標、その他の生産性指標の合成指標といった効果を見るアウトカム指標である。アウトカムは2020年11月のプログラム開始前(Y_{i0} 、事前)と2021年1月末のプログラム開始後(Y_{i1} 、事後)の2時点で評価され、 $Treatment_i$ は個人 i が介入群に割り当てられていれば1、対象群に割り当てられていれば0である二値変数である⁷。 ϵ_{it} は誤差項を示す。属性による異質性も予想され、2時点間のライフイベントの影響も評価したいため、2.2.4で説明した個人属性や2時点間でのライフイベントの発

⁷ 睡眠の計測データを用いた分析は、2節のとおり、プログラムの1週目(事前)と最終週(事後)のそれぞれの7日間のデータを用いる。

生を示す共変量 X_i をコントロールして、以下の式を推計する。

$$Y_{i1} = \gamma Treatment_{i1} + \theta Y_{i0} + \beta X_i + \epsilon_i \quad (3)$$

3-2.2 段階最小二乗法

式 (3) で求められる介入の因果効果 (γ) は Intention-to-treat (ITT) 効果である。睡眠改善プログラム参加という介入に対する効果となる。実際には、プログラムに参加したものの、真面目に取り組まなかったり、真面目に取り組んだものの効果を実感できなかったりしたサンプルも相当数存在する。事実、事後アンケートで、面倒なことが多くあまりチャレンジできなかった (27.8%)、途中で飽きてしまい、後半のチャレンジが減った (8.3%)、やろうとは思ったものの、気分次第だった (8.3%) と回答した参加者も多く、ある程度実施することができた (46.5%)、積極的にチャレンジできた (9.0%) と真面目に取り組んだことが伺える参加者は、かろうじて半数強に過ぎない。

ITT 分析による介入効果の推定値は、割り付けられた介入への平均的な効果をあらわすため、真面目に取り組んだ人の割合が減るほど、睡眠や生産性への影響は有意に検出されにくくなるだろう。このため、本研究では、真面目に取り組んだことをあらわす (上記の選択肢中「ある程度実施することができた」と「積極的にチャレンジできた」の回答を 1 とする) ダミー変数を内生変数とし、介入群ダミー変数を操作変数として、2 段階最小二乗法 (2SLS) によって睡眠改善取組みの Local Average Treatment Effect (LATE) を推定する。実際に推計するのは、以下の二式となる。

$$Z_i = \gamma_1 Treatment_{i1} + \theta_1 Y_{i0} + \beta_1 X_i + \epsilon_{i1} \quad (4)$$

$$Y_{i1} = \gamma_2 Z_i + \theta_2 Y_{i0} + \beta_2 X_i + \epsilon_{i2} \quad (5)$$

ここで、 Z_i は従業員 i が真面目に取り組んだ場合に 1 を取るダミー変数であり、 Y_{it} と X_i は生産性に関するアウトカム指標とコントロール変数である。

加えて、介入群の中で、事前よりも事後の睡眠満足度が高かった人が 58 人 (約 4 割) にとどまる一方、対照群の中でも 8 人 (14%) が睡眠満足度の改善を報告している。介入群でも睡眠改善を経験しているのは半数未満なので、介入による睡眠改善がどの程度あったのか、その経路を通じてどの程度生産性が改善したのかを見極める必要がある。また、仮に介入によって生産性の改善が見られたとしても、そのすべてが睡眠改善を通じたものかは分からない。例えば、スリープヘルス自体には変化がなくても、睡眠改善努力の中で、健康を意識するようになって食生活を見直したり、普段より多めに歩くことを心掛けたりすることで、体調が良くなり生産性向上につながることもあるかもしれない。あるいは、睡眠改善

プログラムへの参加を通じて職場のコミュニケーションが増え、仕事が円滑に運ぶようになるということもあるかもしれない。

ITT 分析が睡眠改善以外の経路を通じた効果を含むならば、睡眠改善がどの程度生産性の向上に寄与したか解明することが出来ない。このため、本稿では、スリープヘルス指標 2 (SH2) を内生変数とし、介入群ダミー変数を操作変数として、2SLS によって睡眠改善を通じた効果を推定する。実際に推計するのは、以下の二式となる。

$$S_{i1} = \gamma_1 Treatment_{i1} + \theta_{11} S_{i0} + \theta_{21} Y_{i0} + \beta_1 X_i + \epsilon_{i1} \quad (5)$$

$$Y_{i1} = \gamma_2 S_{i1} + \theta_{12} S_{i0} + \theta_{22} Y_{i0} + \beta_2 X_i + \epsilon_{i2} \quad (6)$$

ここで、 S_{i1} と S_{i0} は事後と事前のスリープヘルス指標 (SH2) であり、それ以外は前述の変数と同じである。

本分析では、介入前後の変化を概観した後、介入がスリープヘルス指標 (SH1、2) に与えた影響を推計し、次に、プレゼンティイズムと生産性合成指標に与えた影響を ITT、LATE、睡眠改善を通じた 2SLS のそれぞれの方法で推定した。

4. 推計結果

4-1. 介入前後の変化 (概観)

推計結果の説明の前に、まずは介入群と対照群において、介入前後にそれぞれどの程度睡眠に変化があったかを、2 つのスリープヘルス指標 (SH1、SH2) について、図を用いて確認する (図 2)。図 2 はそれぞれ、(1) スリープヘルス指標 (SH1)、(2) スリープヘルス指標 (SH2) であり、介入群と対照群のそれぞれについて各項目の平均値をプログラム前とプログラム後に分けて示している。両群の平均値の有意差検定を事前と事後で行った結果は、図中に p 値で記載している。まず、事前の有意差検定の結果をみると、SH1 と SH2 の両方において有意差はないことが確認できる。一方、事後の両群には、SH1 および SH2 の両方の睡眠改善指標において 1%水準で統計的に有意な違いが検出されており、介入群において改善効果があることが認められる。

以上を総合すると、プログラムの事前と事後における両群の単純比較では介入群において睡眠改善が観察できたが、以下ではこれらの結果の頑健性を厳密な推計によって確認していく。

4-2. 介入が睡眠行動を変容させる効果

次に、プログラムにおける睡眠行動に対する介入効果を検討する。前述のように、介入群の参加者は、毎朝、自身の睡眠状況が可視化された情報を確認した後、睡眠改善のためのア

ドバイスを受けとる。3-1 節の (3) 式、すなわち ANCOVA モデルを用いて、2-2-1 節の睡眠に関する行動 (a)-(i) に対する介入効果の推定を行った (表 4)。いずれの変数も 4 段階での回答であり、数値が小さくなるほど頻度が少なくなると解釈する。被説明変数のプログラムの開始前の値をコントロールした上で、(a) ベッドで眠りに関係のないことをすることはありますか？ (本を読む、スマホを見る、勉強をする、食事をする、考え事をするなど)、(b) 寝る 1 時間前くらいまで明るい部屋で過ごしていることはありますか？ の二つの被説明変数に対してのみ、介入群と対照群の間の有意な差が確認できる。表の 1 列目のモデルからは、プログラムを通じて介入群は対照群よりも、「ベッドで眠りに関係のないことをする」頻度が 0.42 だけ低くなったと読み取れる。また、2 列目からは、介入群は対照群よりも、「寝る 1 時間前くらいまで明るい部屋で過ごす」頻度が 0.39 だけ低くなったという結果で、いずれも効果は小さくない。一方で、表の 3 列目以降のモデルでは、行動 (c)-(i) に対する有意な介入効果は確認できなかった。

4-3. 介入が睡眠改善に及ぼす効果

4-3-1. スリープヘルス指標 (SH1 および SH2) への効果

次に、スリープヘルス指標 1 (SH1)、およびスリープヘルス指標 2 (SH2) に着目し 3-1 節の (3) 式を用いて介入効果を推定する (表 5)。表の左から 1 列目より、SH1 で計測した睡眠の質が、介入群は対照群よりも 0.455 ポイント (0.38 標準偏差) 改善することが明らかになった。また、SH2 を用いて計測した表の左から 2 列目においても、プログラムを通じて介入群は対照群よりも睡眠の質が 0.40 ポイント (つまり 0.40 標準偏差) 改善することが明らかになった。

なお、SH1 の作成には、先行研究と整合的な変数のみに限定している一方、SH2 は、「日中覚醒」や「効率性」に関して一つの設問だけでなく関連する複数の設問への回答を取り入れて合成指標を作成している。また、SH1 の作成では、各項目を 0,1 の 2 値変数に変換しているため、情報量が減ってしまっている可能性がある一方、SH2 ではカテゴリ変数を用いてコレスポンデンス分析を行っている。このように作成方法は異なるが、改善幅は標準偏差比でほぼ同程度である。表 5 では SH1 および SH2 の両方に改善効果が認められたものの、こうした両指標の作成方法の違いを勘案し、これ以降は SH2 に注目して分析を行う。

4-3-2. SH2 の下位尺度の効果

次に、スリープヘルス指標 2 (SH2) のうち、具体的にどの指標に介入効果が生じているのかを検討する。表 5 の右側には、3-1 節の (3) 式を用いて SH2 の個別の下位項目を構成する尺度を被説明変数とし、介入効果を推定する。

まず、睡眠満足度を被説明変数としたモデルでは、有意な介入効果が確認された。すなわち介入を受けた群は、睡眠の満足度が 0.289 高くなることが分かった。日中覚醒に含まれる尺度で見ると、「起床から 4 時間以内に (中略) 眠気を感じる」頻度を 0.27 だけ低くすると

いう介入効果が確認された。また、睡眠効率性の構成尺度である、「起床時に（中略）頭がぼんやりしていて、すぐに起き上がれない」頻度を 0.37 だけ低くするという介入効果が確認された。なお、睡眠時間、タイミング、規則性については統計的に有意な効果は確認できなかった。これらの結果からは、介入を通じて、睡眠満足度・日中覚醒・睡眠効率性には改善の効果が認められ、これらの効果が SH2 の改善に影響を与えたと考えられる。

なお、コントロール変数に注目すると、業務量の増加や在宅勤務日数の増加などが寝つきの悪化や中途覚醒を引き起こしている可能性は認められた。このことから、在宅勤務は寝る直前まで仕事する、就寝・起床時間を遅くする、といった変化を通じて、睡眠に悪影響を及ぼす可能性が考えられるが、中途覚醒を増やすという効果以外は検出されず、睡眠満足度や全体の睡眠の質を悪化させるほどの悪影響は確認できなかった。

4-4. 介入が生産性向上に及ぼす効果

4-4-1. 介入意図が生産性向上に及ぼす効果（ITT）

まず、生産性指標 1（アンケート調査による生産性合成指標）および 2（WLQ）について、4-3 節同様に 3-1 節の (3) 式を用いて、プログラム開始前の生産性指標を条件づけて介入ダミーに回帰する。表 6 をみると、生産性指標 2 の WLQ の合計スコアが、介入群の方が対照群よりも有意に高くなることが分かった。すなわち、介入を行うことで、介入を行わなかった参加者よりも WLQ の合計スコアが 1.45 ポイント高くなっている。これに対して、生産性合成指標および、WLQ の下位尺度である各項目については、統計的な有意水準は 10% となっている。

ただし、前節で述べたとおり、表 6 に掲載した介入の因果効果は、睡眠改善プログラム参加という介入に対する Intention-to-treat (ITT) 効果である。そこで次節では、プログラムに参加したものの、真面目に取り組まなかったり、真面目に取り組んだものの効果を実感できなかったりしたサンプルや、睡眠が実際に改善しなかったサンプルの存在も考慮した推計を行う。

4-4-2. 真面目な取り組みが生産性向上に及ぼす効果（LATE）

本節では、操作変数法を用いて介入群の参加者が「プログラムに真面目に取り組んだか」または「スリープヘルス尺度の改善」を介して、生産性が改善したかという因果関係を明らかにする。

はじめに、3-2 節の式(4)(5) のモデルを用いて、LATE を推定する。表 7 より、WLQ の合計スコア、時間管理スコア、仕事の成果スコアへの統計的に有意な結果となっていることが確認できる。すなわち、介入群の参加者が真面目にプログラムに取り組むことで、真面目に取り組まなかった参加者よりも、合計スコアが 2.62 ポイント、時間管理スコアが 9.31 ポイント、仕事の成果スコアが 11.36 ポイント高くなっている。ただし、身体活動スコア、集中力スコア、生産性合成指標への有意な影響は、5%水準では確認できなかった。

4-4-3. 睡眠改善が生産性向上に及ぼす効果（2段階最小二乗法）

次に、「スリープヘルス指標 2 (SH2)」の改善を介した、生産性への介入効果を推定する。事後のスリープヘルス尺度を内生変数とし、介入群ダミー変数を操作変数とした 2SLS による推定を 3-2 節の式(5)(6) のモデルで行う。このモデルでは、実際にスリープヘルス尺度が改善したことによる、生産性への因果効果の大きさを推定する。表 8 からは、スリープヘルス尺度 SH2 の改善を介した、生産性合成指標、WLQ の合計スコア、時間管理スコア、集中力スコア、仕事の成果スコアへの有意な因果効果が確認できる。介入群の参加者のうち、スリープヘルス尺度が 1 標準偏差改善することにより、生産性合成指標が 0.59 ポイント、WLQ 合計スコアが 3.00 ポイント、時間管理スコアが 10.94 ポイント、集中力スコアが 11.37 ポイント、仕事の成果スコアが 12.11 ポイント高くなるという効果が確認できる。なお、スリープヘルス尺度 SH1 を内生変数とし、同様のモデルによる推定を行ったが、有意な因果効果は確認できなかった。また、SH2 の下位尺度を内生変数とした推定も行い、SH2 の具体的にどの尺度の改善を介して生産性に影響を与えるのか検討した。多くの下位尺度では有意な因果効果は確認できなかったものの、「満足度」「日中覚醒」を内生変数としたモデルにおいて、有意な効果がみられた。すなわち、SH2 が実際に改善することで生産性が上昇する点、特に「満足度」と「日中覚醒」の改善が影響力をもつと推察される点が明らかになった。

4-4-4. 睡眠改善が生産性向上に及ぼす効果：計測データを用いた検証（介入群のみ）

前節まではアンケートから作成した睡眠改善指標（SH1、SH2）を用いたが、以下では介入群の睡眠デバイスで記録された計測データから作成したスリープヘルス尺度 SH3 も用いて、プレゼンティイズムへの影響を検討する。推計では、プログラム終了後の各プレゼンティイズム指標を、プログラム開始前のプレゼンティイズム指標でコントロールし、事前と事後でのスリープヘルス尺度の変化量、に回帰した。結果は、表 9 に示している。なお、本節の分析は、表 6-8 とサンプルが異なるため、比較のために、同一サンプルで SH2 をスリープヘルス尺度として用いた同じ式の推計結果も掲示した。

結果をみると、計測データを利用したスリープヘルス尺度 SH3 については、生産性合成指標にも WLQ にも統計的に有意な影響は確認できなかった。前節までの結果と整合的ではないが、これは必ずしもサンプルの違いによるものではなく、アンケート調査を利用した SH2 で同様な分析を行うと（表 9 参考を参照）、WLQ への影響は観察されなかったものの、生産性合成指標は統計的に有意に改善させていることが分かる。

これは、SH3 尺度を作成するうえで、十分な観測点が確保できない参加者が複数存在し、サンプルサイズや変数のばらつきが小さくなってしまったことが原因の一つであると推察される。なお、SH3 尺度で十分なサンプルが確保できなかった背景として、睡眠改善できなかった人ほど途中であきらめて計測を辞めてしまった可能性が考えられたため、サンプルセクションバイアスを補正する検証も行ったが、逆ミルズ比が有意とならず結果に改善はみられなかった。

ただし、アンケート調査結果を用いた SH2 では同じサンプルでも生産性との相関が確認できたことから、サンプル不足だけが原因ではない。アクティグラフィー睡眠データが睡眠満足度に影響を与える要素を十分に捉えられていないか、我々研究者がアクティグラフィー睡眠データから必要な情報を抽出できていない可能性がある。今後機械学習の利用など、アクティグラフィー睡眠データをより有効に活用する方法を模索する必要があるかもしれない。

4-5. 睡眠改善プログラムの経済的効果

4-4 節では、介入群に対する効果 (ITT)、介入群の参加者のプログラムに対する真面目な取り組みの効果 (LATE)、睡眠改善による効果 (2SLS) の 3 つの経路で、WLQ で計測した生産性への効果を測定した。それらの推定量に基づき、睡眠改善プログラムの経済的効果を推定する。本来は睡眠改善プログラムの費用も考慮した投資対効果 (Return on Investment) を見るべきではあるが、総費用は研究者チームには開示されなかったため、効果のみの評価となる。

また、推定に際し、以下の仮定をおいている。

- 1, WLQ の総合スコアの変化幅が、生産性の変化率に等しい。
- 2, 一人当たりの一年間の生産性を 800 万円とする。
- 3, WLQ に回答した介入群 112 名を対象とし、介入効果が一年間継続する。

1 については、WLQ がもともと失われた価値の計測を目的として設計されていること (Lerner et al. (2001))、A 社の担当者が生産性の尺度として選定する際、WLQ の損失率が実感に最も近いと感じたと説明していることから単純化のため仮定した。平均生産性を 800 万円と置いたのは、上場製造業企業の平均人件費が 800 万円程度と言われているからである⁸。

表 6 によると、介入群に対する効果 (ITT) は、係数が 1.454 であり、WLQ の価値の損失が 1.454 パーセンテージポイント改善したと解釈できる。今回の RCT の介入群のうち、WLQ の合計指標観察できるのは 112 名であったことから、 $0.01454 \times 800 \text{ 万円} \times 112 \text{ 人} = 1303 \text{ 万円}$ となる。次に、表 7 の真面目な取り組みの効果 (LATE) は係数が 2.622 であり、表には記載がないが、介入群の参加者で真面目に取り組んだ者の比率は、55.5%である。したがって、真面目な取り組みを通じた価値の改善は、 $0.555 \times 0.02622 \times 800 \text{ 万円} \times 112 \text{ 人} = 1304 \text{ 万円}$ となる。最後に、表 8 の睡眠改善を通じた効果 (2SLS) の係数は 2.98 であるが、介入がスリープヘルス指標 (SH2) に与えた影響は、(表に記載はないが) 第 1 段階の推計から 0.507 であること

⁸ WLQ を利用したプレゼンティイズムのコスト計算は多くの先行研究で示されている。例えば、Mitchell and Bates (2011)は病気を発症している人としていない人とを傾向スコアを用いてマッチングさせたうえで、どの程度プレゼンティイズムによる損失が生じているかを WLQ を元に計算している。

が分かっている。これを掛け合わせて、 $0.503 \times 0.03004 \times 800 \text{ 万円} \times 112 \text{ 人} = 1353 \text{ 万円}$ が睡眠改善を通じた生産性押上げ効果である。3つの推計方法を通じた経済的効果がすべて同水準であることは、生産性の押上げが、介入を受けた人の中で真面目に取り組んだ人（55.5%）の睡眠が改善したことによって引き起こされたのであり、それ以外の考え得る他の経路はほぼ無視できるものであったことを示唆している。

3つの仮定の中で最も不確かなのは、介入効果が継続する期間である。プログラム終了直後は、ホーソン効果もあり、プレゼンティイズムの改善が最も強く表れているかもしれない。時間の経過とともに、変容した行動も元に戻り、睡眠の質の悪化と共に生産性も数か月程度で下がる可能性がある。逆に、睡眠の重要性に気が付いた参加者は今後も睡眠改善のための工夫や行動を取り続け、効果は1年以上続く可能性もある。

また、次の4-6節の分析では、事前の睡眠満足度が低い人ほど改善確率が高いことが明らかになったが、今回の睡眠改善プログラムが不眠症傾向のある人だけでなく、事前アンケートで睡眠に「満足している」あるいは「大変満足している」人が計32%も占める普通の労働者の112人のサンプルで、上記の経済的効果が明らかになったことは注目に値する。仮に、睡眠に問題を抱えたより多くの人に対し、同様の取組みが行われた場合には、経済的効果もかなり大きくなることが期待できる。

4-6. 改善する人としらない人：介入効果があるのは誰か

今回の分析では介入群において睡眠改善効果が認められたが、4-4節でも述べたとおり、介入を受けたすべての人に睡眠改善効果があったわけではない。そこで、最後に今回の介入で睡眠改善の効果があった人はどのような属性なのかを介入群のサンプルに限定して分析を行う。なお、4-4-4節では計測データが最後まで観測され、かつWLQに回答しているサンプルに限定して分析を行った。本節では、アンケートの事後データが存在する介入群145名を対象とする。最近では、性格特性の違いによってうつ病の行動認知療法のRCTの効果が異なることを示したBagby et al. (2008)や、認知行動療法や不眠症改善のRCTからドロップアウトしやすい人の特性を検証した研究など(Edmonds et al. (2018)、Schmidt et al. (2019))、介入の効果が個人の特性や教育水準等によって異なるとの研究の蓄積もされてきている。本稿で検証したRCTでは、特定の属性を持つ人により改善効果が認められるかを検証する。

分析では、2つの被説明変数を採用する。一つ目は、睡眠満足度の選択肢が4段階で1段階でも上がった人を1、それ以外を0とする2値変数である。もう一つはスリープヘルス指標（SH2）の事前と事後の変化を計算し、その変化が上位40パーセンタイルに相当する人を1、それ以外を0とする2値変数である。これらの変数をLogitモデルで説明変数に回帰する。説明変数には、事前アンケートの設問である、①「プログラムを開始するにあたり、現在の心境を率直にお答えください」と②「過去に健康に関する習慣化の取り組み（運動、ダイエットなど）をされたことがある場合、最もご自身の傾向に近いものをお答えください」を採用する。①の選択肢は、「新しい事を始めるのはあまり好きではない」「新しい事を始め

ることには興味があるが、あまり生活を変えたくない」「ムリのない範囲で新しい事にもチャレンジしたい」「多少困難でも、積極的に新しい事にどんどんチャレンジしたい」の4段階であり、本稿では最後の「積極的にチャレンジ」の選択肢を選んだ人を1、それ以外を0とする変数を、本人の意欲の代理変数として採用する。②の選択肢は、「途中で面倒になり最後まで続かない」「途中で飽きてしまい最後まで続かない」「適切なサポートがあれば続けることができる」「目標に向けて一人でコツコツ続けることができる」「クリアすることに達成感を感じ、一人でどんどん進めることができる」の5つの選択肢となっており、最後の「クリアすることに達成感」を選んだ人を1、それ以外を0とする変数を、本人の根気の代理変数として採用する。また、性別・年齢・家族構成などの基本属性ほか、プログラム期間中の仕事や生活面の大きな変化、プログラム開始前の睡眠の状況を説明変数に加える。

推計結果は表10に掲載した。表をみると、意欲や根気の変数は睡眠満足度には有意な効果が観察され、SH2の改善においては意欲が統計的に低い有意性が検出されている。また、年齢ダミーをみると40歳代以上の層で睡眠改善がしにくいことがみてとれる。このほか、統計的な有意性や低いものの、在宅勤務日数の増加が睡眠改善を抑制する方向に働いていた可能性が認められた。

5. おわりに

本稿では、睡眠が改善することでどの程度仕事の生産性が上昇するかを、一般労働者を対象としたランダム化比較試験によって検証した。分析の結果、以下のことが明らかになった。第一に、業務量の増加や在宅勤務日数の増加などが寝つきの悪化や中途覚醒を引き起こしている可能性が認められたものの、これらの要因を制御したうえで、プログラム実施前と実施後の介入群と対照群を比較したところ、介入群に睡眠改善の効果が認められた。第二に、介入群の仕事の生産性が統計的に有意に改善していることが確認された。生産性への効果は、ITT、LATE、睡眠改善を通じた2SLSいずれの推計方法を用いても、最終的な効果規模は同程度であり、睡眠改善プログラムが、真面目に取り組んだ参加者の睡眠改善を通じて生産性を押し上げていることが確認できた。これらの結果は、仕事や私生活の様々な変化や出来事で睡眠が悪化することは誰しにも起こりうるものの、情報技術の活用により睡眠改善を促すことで実際に睡眠の未充足は改善され、生産性の回復が見込めることを示唆する。昨今では、「スリープテック」という言葉も使われるなどセンシングデバイスを用いた健康管理は急速に認知度が上がっているが、本稿の分析はこうした情報技術を利用することで睡眠改善をサポートし、生産性に寄与しうることが明らかになった。ただし、本節の結果からは、RCTには平均的な効果が認められるものの、やる気や根気の有無の違いや年齢によってその度合いは異なってくることもわかった。企業による積極的な健康への介入を行う際には、どういう層をターゲットとするかを予め想定し、改善が困難な層には追加的なナッジを組み込む必要があることも示唆された。

現在、多くの先進国では高齢化が進行している。日本は世界で最も高齢化が進んでいる国であり、2020年には全人口に占める65歳以上の割合は28.7%を記録し、この割合は2040年には35.3%になることが予測されている。高齢化の進行に合わせ、政府は2021年4月から、改正高年齢者雇用安定法において企業に定年を70歳までに引き上げることを努力義務としたが、ゆくゆくはさらに定年を引き上げることも必要になる可能性がある。もし、加齢とともに睡眠に障害を抱える人が増えていくとしたら（Leger et al (2008)、Dregan and Armstrong (2009) (2011), van de Straat and Bracke (2015)）、生産性にも影響が出てくる人が多くなってくることが懸念される。実際、「国民生活基礎調査」（2019年 厚生労働省）によれば、本稿の冒頭で述べた「睡眠で十分な休息がとれていない人」の割合は、年齢が高齢になるほど高まる傾向が報告されている。また、日本人は睡眠時間が短い人が多く（Walch et al. (2016)）、「社会生活基本調査」を用いた試算では過去30年間でフルタイム労働者の睡眠時間は趨勢的に減少傾向にある（Kuroda (2010)）。なお、睡眠時間が米国においても減少傾向にあることはSheehan (2019)でも報告されている（睡眠時間の国際比較はWhinnery et al. (2014)やKuula et al. (2019)も参照）。高齢化だけでなく、グローバル化や情報技術革新によるスマートフォンの普及などで世界的に24時間化が進んでいることや、2020年の新型コロナウイルスによる世界的なパンデミックによって急速に広まった在宅勤務の影響も無視できない。高齢層だけでなく、若年や壮年層も在宅勤務の普及で生活と仕事の境界が曖昧になることにより、睡眠の規則性が崩れ、睡眠の未充足を感じる人が増加していく可能性もある。

本稿で明らかになったように、スリープヘルスの低下は生産性の低下につながり、これは経済にとって大きな損失となる。しかし、問題は、慢性的に悪い睡眠状態が続いているとそれが定常状態のように感じ、生産性の低下に本人も気づきにくいことや、本人は自覚していてもプレゼンティイズムを装うことが可能な程度であれば生産性の低下を企業は把握できないことである。極度の不眠であれば医師にかかることができるが、日常生活に支障がなければ多少の生産性の低下で診察を受ける人は多くないだろう。結果として、毎日の睡眠はおろそかになりがちで、良質な睡眠を望んでいても、睡眠改善のために自ら積極的に情報を集めたり、日々の生活を見直したりすることは少ない。スリープヘルスの重要性は個人では認識しにくいことから、企業は本稿で行ったような睡眠改善施策や、情報技術を利用したナッジを活用するためのスリープテックの費用負担の補助を行うなど、第3者による積極的な介入が必要といえる。

最後に、残された課題について述べる。第一に、本稿では日勤の従業員を主な対象者としてRCTを実施し睡眠改善を通じた生産性の向上を確認したが、シフト勤務労働者や、建設・生産・運転・運搬業務等に従事する労働者にも同じような改善が認められるかはわからない。対象職種を拡大した検証が必要である。第二に、本稿のRCTは約200名とサンプルサイズが小さく、より多くの労働者を対象に行った場合の検証も必要である。また、本稿の分析対象は睡眠改善に興味のある働き手であり、全従業員・労働者を対象としたものではない。睡眠に問題を抱えながら、施策に興味がない人や介入に強い抵抗がある人の睡眠改善につ

いては別途検討すべき課題として残される。第三に、本稿で分析した RCT の効果はプログラム実施直後のデータに基づくものであり、睡眠改善のために個々がとった行動の変化がいつまで持続しているのかは不明である。ナッジが一時的に利いたとしても、アプリや睡眠計測デバイスの使用を停止した途端に元の生活スタイルに戻ってしまっている可能性もある。第四に、睡眠が改善したことによる生産性の向上が一時的な現象なのか、それとも持続するかについても検証が必要である。慢性的な睡眠の未充足状態が解消され、一時的に生産性の向上が認められたとしても、上昇した生産性が維持できるかは追加の検証が必要である。RCT の対象者に対してフォローアップ調査を行うことにより経年変化を確認していくことが重要だろう。これらの点は今後の課題として残される。

参考文献

- Anderson, K. N. & Bradley, A. J., 2013. Sleep disturbance in mental health problems and neurodegenerative disease. *Nature and Science of Sleep*, Volume 5, pp. 61-75.
- Autor, D. H. & Handel, M. J., 2013. Putting Tasks to the Test: Human Capital, Job Tasks, and Wages. *Journal of Labor Economics*, 31(2), pp. S59-S96.
- Bagby, R. M., Quilty, L. C. & et al., 2008. Personality and Differential Treatment Response in Major Depression: A Randomized Controlled Trial Comparing Cognitive-Behavioural Therapy and Pharmacotherapy. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 53(6), pp. 361-370.
- Bakker, A. B. & Demerouti, E., 2017. Job demands-resources theory: Taking stock and looking forward. *Journal of Occupational Health Psychology*, Volume 22, p. 273-285. <https://doi.org/10.1037/ocp0000056>.
- Barnes, C. M., Gunia, B. C. & Wagner, D. T., 2015. Sleep and moral awareness. *Journal of Sleep Research*, Volume 24, pp. 181-188.
- Belenky, G., Wesensten, N. J. & et al., 2003. Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery: a sleep dose-response study. *Journal of Sleep Research*, Volume 12(1), pp. 1-12.
- Boubekri, M., Lee, J. & et al., 2020. The Impact of Optimized Daylight and Views on the Sleep Duration and Cognitive Performance of Office Workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9), pp. 1-16.
- Burton, W. N., Chen, C.-Y. & et al., 2016. Evaluation of a Workplace-Based Sleep Education Program. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 58(9), pp. 911-917.
- Buyse, D. J., 2014. Sleep Health: Can We Define It? Does It Matter?. *Sleep*, 37(1), pp. 9-17.
- Cho, E. & Chen, T.-Y., 2020. The bidirectional relationships between effort-reward imbalance and sleep problems among older workers. *Sleep Health*, Volume 6, pp. 299-305.

- Cho, K., Barnes, C. M. & et al., 2017. Sleepy Punishers Are Harsh Punishers: Daylight Saving Time and Legal Sentences. *Psychological Science*, 28(2), p. 242–247.
- Dawson, D. & Reid, K., 1997. Fatigue, alcohol and performance impairment. *Nature*, Volume 388, pp. 235-237.
- Dong, L., Martinez, A. J. & et al., 2019. A composite measure of sleep health predicts concurrent mental and physical health outcomes in adolescents prone to eveningness. *Sleep Health*, 52(2), pp. 166-174.
- Dregan, A. & Armstrong, D., 2009. Age, cohort and period effects in the prevalence of sleep disturbances among older people: The impact of economic downturn. *Social Science & Medicine*, Volume 69, p. 1432–1438.
- Dregan, A. & Armstrong, D., 2011. Cross-country variation in sleep disturbance among working and older age groups: an analysis based on the European Social Survey. *International Psychogeriatrics*, 23(9), p. 413–1420.
- Edmonds, M., Hadjistavropoulos, H. & et al., 2018. Who benefits most from therapist-assisted internet-delivered cognitive behaviour therapy in clinical practice? Predictors of symptom change and dropout. *Journal of Anxiety Disorders*, Volume 54, pp. 24-32.
- Finan, P. H., Goodin, B. R. & et al., 2013. The association of sleep and pain: An update and a path forward. *Journal of Pain*, 14(12), p. 1539–1552.
- Fortier-Brochu, E., Beaulieu-Bonneau, S. & et al., 2012. Insomnia and daytime cognitive performance: A meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, Volume 16, pp. 83-94.
- Furuichi, W., Shimura, A. & et al., 2020. Effects of Job Stressors, Stress Response, and Sleep Disturbance on Presenteeism in Office Workers. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, Volume 16, p. 1827—1833.
- Guallar-Castillón, P., Bayán-Bravo, A. & et al., 2014. The association of major patterns of physical activity, sedentary behavior and sleep with health-related quality of life: A cohort study. *Preventive Medicine*, Volume 67, p. 248–254.
- Hafner, M., Andersson, F. L. & et al., 2020. Assessing the burden of nocturia in the workplace: the associations between nocturnal voiding, subjective well-being, work engagement and productivity. *Journal of Medical Economics*, 23(9), pp. 994-1003.
- Hafner, M., Stepanek, M. & et al., 2016. *Why sleep matters ? the economic costs of insufficient sleep: A cross-country comparative analysis*, s.l.: the RAND Corporation.
- Ishibashi, Y. & Shimura, A., 2020. Association between work productivity and sleep health: A cross-sectional study in Japan. *Sleep Health*, 6(3), pp. 270-276.
- Johannessen, H. A. & Sterud, T., 2017. Psychosocial factors at work and sleep problems: a longitudinal study of the general working population in Norway. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, Volume 90, p. 597–608.

- Kaku, A., Nishinoue, N. & et al., 2012. Randomized controlled trial on the effects of a combined sleep hygiene education and behavioral approach program on sleep quality in workers with insomnia. *Industrial Health*, 50(1), pp. 52-59.
- Kjørstad, K., Sivertsen, B. & et al., 2020. The Effect of Reducing Insomnia Severity on Work- and Activity-Related Impairment. *Behavioral Sleep Medicine*, pp. 1-11.
- Kuroda, S., 2010. Do Japanese Work Shorter Hours than before? : Measuring Trends in Market Work and Leisure Using 1976-2006 Japanese Time-Use Survey. *Journal of the Japanese and International Economies*, 24(4), pp. 481-502.
- Kuula, L., Gradisar, M. & et al., 2019. Using big data to explore worldwide trends in objective sleep in the transition to adulthood. *Sleep Medicine*, Volume 62, pp. 69-76.
- Laugsand, L. E., Strand, L. B. & et al., 2014. Insomnia Symptoms and Risk for Unintentional Fatal Injuries—The HUNT Study. *Sleep*, 37(11), pp. 1777-1786C.
- Lee, S. & Lawson, K. M., 2021. Beyond single sleep measures: A composite measure of sleep health and its associations with psychological and physical well-being in adulthood. *Social Science & Medicine*, Volume 274, pp. 1-9.
- Leger, D., Bayon, V. & et al., 2014. Insomnia and accidents: cross-sectional study (EQUINOX) on sleep-related home, work and car accidents in 5293 subjects with insomnia from 10 countries. *Journal of Sleep Research*, 23(2), pp. 143-152.
- Léger, D., Poursain, B. & et al., 2008. An international survey of sleeping problems in the general population. *Current Medical Research and Opinion*, 24(1), pp. 307-317.
- Lerner, D., Amick III, B. C. & et al., 2001. The Work Limitations Questionnaire. *Medical Care*, 39(1), pp. 72-85.
- Lerner, D., Amick III, B. C. & et al., 2003. Relationship of employee-reported work limitations to work productivity. *Medical Care*, 41(5), pp. 649-659.
- Loeppke, R. et al., 2009. Health and productivity as a business strategy: a multiemployer study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 51(4), pp. 411-428.
- McKenzie, D., 2012. Beyond baseline and follow-up: The case for more T in experiments. *Journal of Development Economics*, Volume 99, p. 210–221.
- Mitchell, R. J. & Bates, P., 2011. Measuring Health-Related Productivity Loss. *Population Health Management*, 14(2), pp. 93-98.
- Nakada, Y., Sugimoto, A. & et al., 2018. Verification of effect of sleep health education program in workplace: a quasi-randomized controlled trial. *Industrial Health*, Volume 56, pp. 20-29.
- Nishinoue, N., Takano, T. & et al., 2012. Effects of sleep hygiene education and behavioral therapy on sleep quality of white-collar workers: a randomized controlled trial. *Industrial Health*, Volume 50, pp. 123-131.
- Okajima, I., Akitomi, J. & et al., 2020. Effects of a Tailored Brief Behavioral Therapy Application on

- Insomnia Severity and Social Disabilities Among Workers With Insomnia in Japan: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Network Open*, 3(4), pp. 1-14.
- Omeogu, C., Shofer, F. & et al., 2020. Efficacy of a Mobile Behavioral Intervention for. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 62(3), pp. 246-250.
- Redeker, N. S., Caruso, C. C. & et al., 2019. Workplace Interventions to Promote Sleep Health and an Alert, Healthy Workforce. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 15(4), pp. 649-657.
- Robbins, R., Jackson, C. L. & et al., 2019. Employee Sleep and Workplace Health Promotion: A Systematic Review. *American Journal of Health Promotion*, 33(7), pp. 1009-1019.
- Rosekind, M. R., Gregory, K. B. & et al., 2010. The cost of poor sleep: workplace productivity loss and associated costs. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 52(1), pp. 91-98.
- Schmidt, I. D., Forand, N. R. & Strunk, D. R., 2019. Predictors of Dropout in Internet-Based Cognitive Behavioral Therapy for Depression. *Cognitive Therapy and Research*, 43(3), pp. 620-630.
- Sheehan, C. M., Frochen, S. E. & et al., 2019. Are U.S. adults reporting less sleep?: Findings from sleep duration trends in the National Health Interview Survey, 2004-2017. *Sleep*, 42(2), pp. 1-8.
- Shekleton, J. A., Flynn-Evans, E. E. & et al., 2014. Neurobehavioral Performance Impairment in Insomnia: Relationships with Self-Reported Sleep and Daytime Functioning. *Sleep*, 37(1), pp. 107-116.
- Sleep Foundation, 2008. *2008 Sleep, Performance and the Workplace*, s.l.: Sleep Foundation.
- Soldatos, C. R. & Paparrigopoulos, T. J., 2005. Sleep physiology and pathology: Pertinence to psychiatry. *International Review of Psychiatry*, 17(4), pp. 213-228.
- Stranges, S., Tigbe, W. & et al., 2012. Sleep Problems: An Emerging Global Epidemic? Findings From the INDEPTH WHO-SAGE Study Among More Than 40,000 Older Adults From 8 Countries Across Africa and Asia. *Sleep*, 35(8), pp. 1173-1181C.
- Swanson, L. M., Arnedt, J. .. T. & et al., 2011. Sleep disorders and work performance: findings from the 2008 National Sleep Foundation Sleep in America poll. *Journal of Sleep Research*, Volume 20, p. 487-494.
- Szklo-Coxe, M., Peppard, P. E. & et al., 2010. Prospective Associations of Insomnia Markers and Symptoms With Depression. *American Journal of Epidemiology*, 171(6), p. 709-720.
- Tal, A., Shinar, Z. & et al., 2017. Validation of Contact-Free Sleep Monitoring Device with Comparison to Polysomnography. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 13(3), pp. 517-522.
- van de Straat, V. & Bracke, P., 2015. How well does Europe sleep? A cross-national study of sleep problems in European older adults. *International Journal of Public Health*, Volume 60,

pp. 643-650.

- Wagner, D. T., Barnes, C. M. & et al., 2012. Lost sleep and cyberloafing: Evidence from the laboratory and a Daylight Saving Time quasi-experiment. *Journal of Applied Psychology*, 97(5), pp. 1068-1076.
- Walch, O. J., Cochran, A. & Forge, D. B., 2016. A global quantification of “normal” sleep schedules using smartphone data. *Science Advances*, 2(5), pp. 1-6.
- Whinnery, J., Jackson, N. & et al., 2014. Short and Long Sleep Duration Associated with Race/Ethnicity, Sociodemographics, and Socioeconomic Position. *Sleep*, 37(3), p. 601–611.
- Yamauchi, T., Sasaki, T. & et al., 2019. Long working hours, sleep-related problems, and near-misses/injuries in industrial settings using a nationally representative sample of workers in Japan. *PLOS One*, pp. 1-14.
- 井田浩正, 中川和美 他, 2017. 複数企業の一般労働者を対象とした Work Limitations Questionnaire: 日本語版(WLQ-J)の信頼性・妥当性の検討. *産業衛生学雑誌*, 59[1], pp. 1-8.
- 国立精神・神経医療研究センター, 2016. *睡眠障害・睡眠問題に対する支援マニュアル-保健師・対人援助職向け*, 国立精神・神経医療研究センター.

図 1：プログラム概要

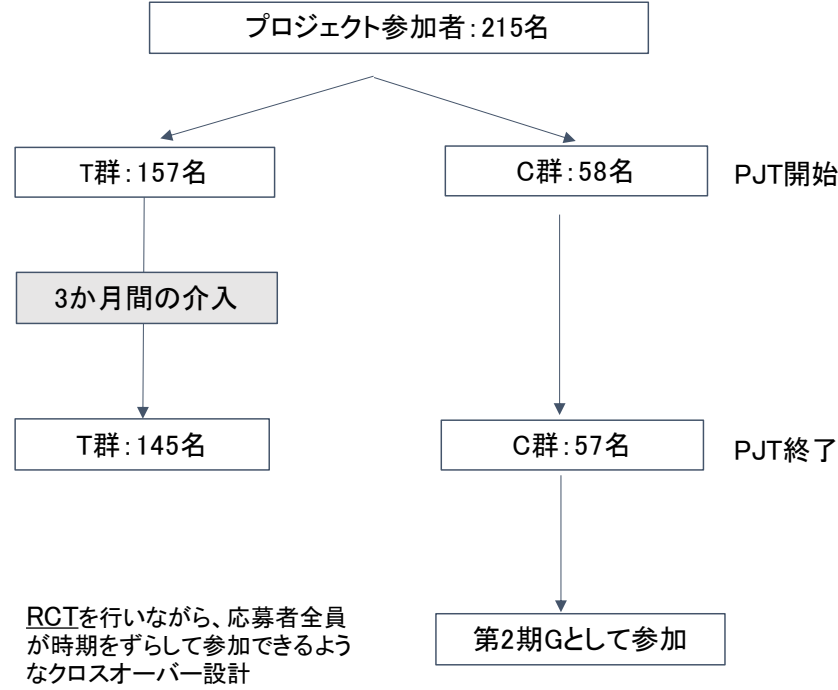
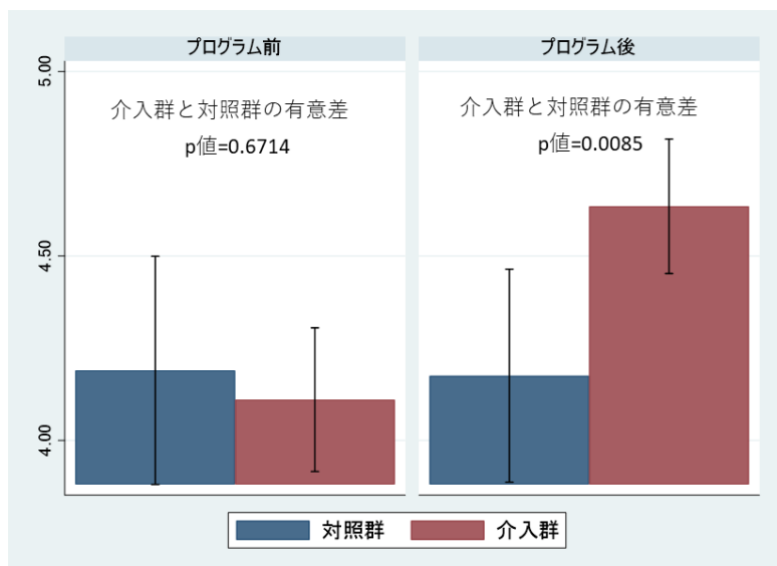
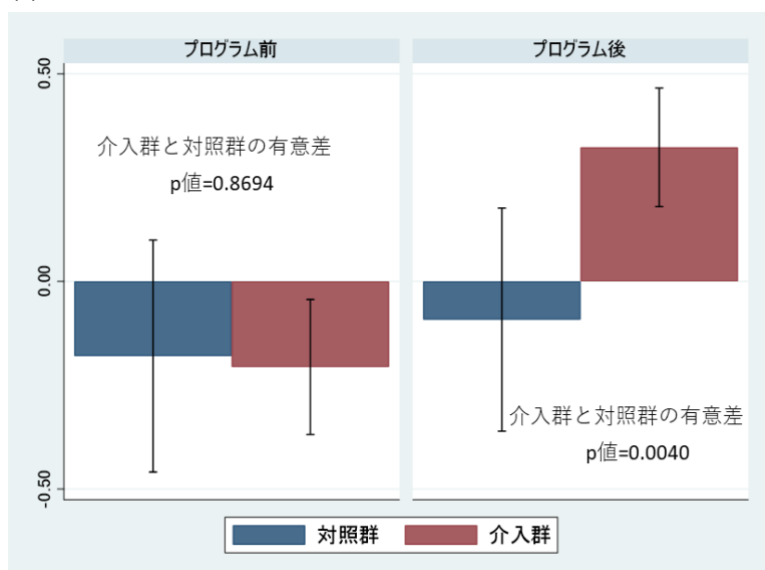


図 2：介入前後の変化

(1)スリープヘルス指標 1 (SH1)



(2)スリープヘルス指標 2 (SH2)



備考) 介入群 145 名とコントロール群 57 名のスリープヘルス指標 1 と 2 (SH1 と SH2) の平均値を示している。縦軸の数値が大きくなるほどスリープヘルスが確保できていることを示す。図中に示した p 値は、プログラム前とプログラム後のそれぞれの時点における 2 群の有意差検定の結果を示しており、介入前は両群に統計的な有意差はなかったものの、介入後には介入群の睡眠改善が統計的に 1%水準で有意性が認められることを示している。

表 1：介入群と対照群の構成

	介入群		対照群		p-value
年齢					
20代	37	(25.52)	14	(24.56)	0.42
30代	51	(35.17)	21	(36.84)	
40代	27	(18.62)	15	(26.32)	
50代・60代以上	30	(20.69)	7	(12.28)	
性別					
男性	97	(66.90)	32	(56.14)	0.15
女性	48	(33.10)	25	(43.86)	
家族構成					
一人暮らし	49	(33.79)	17	(29.82)	0.42
同居:子供または赤ちゃん	57	(39.31)	21	(36.84)	
同居:パートナー	28	(19.31)	12	(21.05)	
同居:パートナー以外	11	(7.59)	7	(12.28)	
睡眠満足度					
全く満足していない・あまり満足していない	98	(67.59)	35	(61.40)	0.15
満足している・大変満足している	47	(32.41)	22	(38.60)	
眠気を感じる日					
ほとんどない・週1,2回	31	(21.38)	15	(26.32)	0.53
週3回以上・ほぼ毎日	114	(78.62)	42	(73.68)	
労働時間(1日当たり)					
10時間未満	106	(73.10)	34	(59.65)	0.11
10時間以上	39	(26.90)	23	(40.35)	
直近2週間に憂鬱だと感じた頻度					
ほとんどなかった・ときどきあった	95	(65.52)	37	(64.91)	0.76
しばしばあった・ほとんどいつもあった	50	(34.48)	20	(35.09)	

表 2：スリープヘルス 6 項目の変数の概要

	設問	SH1 (T群およびC群)	SH2 (T群およびC群)	SH3 (T群のみ)
睡眠満足度 (satisfaction)	「最近のご自身の睡眠に対する満足度として当てはまるものをお選びください」	「大変満足している」「満足している」を1、「あまり満足していない」「全く満足していない」を0とするダミー変数	「大変満足している」「満足している」「あまり満足していない」「全く満足していない」の4段階のカテゴリ変数	「大変満足している」「満足している」「あまり満足していない」「全く満足していない」の4段階のカテゴリ変数
日中の覚醒 (alertness/ sleepiness)	「起床から4時間以内に、あくび、ボーっとする、身体がだるいなど眠気を感じることがありますか」	「ほとんどない」「週に1、2回」を1、「週に3回以上」「ほぼ毎日」を0とするダミー変数	「ほとんどない」「週に1、2回」「週に3回以上」「ほぼ毎日」の4段階のカテゴリ変数	「ほとんどない」「週に1、2回」「週に3回以上」「ほぼ毎日」の4段階のカテゴリ変数
	「お仕事中に眠気を感じることはありますか」	—	「ほとんどない」「週に1、2回」「週に3回以上」「ほぼ毎日」の4段階のカテゴリ変数	「ほとんどない」「週に1、2回」「週に3回以上」「ほぼ毎日」の4段階のカテゴリ変数
睡眠効率性 (efficiency)	「自分が起きようと思っていた時間より、1時間以上早く起きてしまってそれから眠れないことがありますか」	「ほとんどない」「週に1、2回」を1、「週に3回以上」「ほぼ毎日」を0とするダミー変数	「ほとんどない」「週に1、2回」「週に3回以上」「ほぼ毎日」の4段階のカテゴリ変数	睡眠計測デバイスの計測データを元に、プログラム開始7日間とプログラム終了前7日間それぞれの「実際に眠った時間／ベッドにいた時間」×100の7日間平均が85%以上なら0、未満なら1をとるダミー変数に変換
	「一晩中眠っていられず、何らかの理由で、途中で起きてしまうことがありますか」	—	「ほとんどない」「週に1、2回」「週に3回以上」「ほぼ毎日」の4段階のカテゴリ変数	
	「起床時、目覚ましがなくても、頭がぼんやりしていて、すぐには起きあがれないことがありますか」	—	「ほとんどない」「週に1、2回」「週に3回以上」「ほぼ毎日」の4段階のカテゴリ変数	
	「ベッドに入ってからぐるぐる考え事をしたり、何度も寝返りをして30分以上かかってようやく眠る」	—	「ほとんどない」「週に1、2回」「週に3回以上」「ほぼ毎日」の4段階のカテゴリ変数	
	「寝床についたら意識を失うように、あっという間(5分以内)に寝ている」	—	「ほとんどない」「週に1、2回」「週に3回以上」「ほぼ毎日」の4段階のカテゴリ変数	
睡眠時間 (duration)	「直近2週間において、通常何時ごろ寝床につきましたか?」 「直近2週間において、通常何時ごろ起床しましたか?」	「起床時間—就床時間」から6時間未満もしくは8時間超なら0、6-8時間は1とするダミー変数	「起床時間—就床時間」から、5時間未満、5-6、6-8、8時間超の4つのカテゴリ変数	睡眠計測デバイスの計測データを元に、プログラム開始7日間とプログラム終了前7日間それぞれの「起床時間—就床時間」から、5時間未満、5-6、6-8、8時間超の4つのカテゴリ変数に変換
タイミング (timing)	「直近2週間において、通常何時ごろ寝床につきましたか?」 「直近2週間において、通常何時ごろ起床しましたか?」	就床から起床までの時間の中央値(midpoint)が午前2時より前、あるいは午前4時以降なら0、2-4時の間なら1とするダミー変数	就床から起床までの時間の中央値(midpoint)が午前2時より前、あるいは午前4時以降なら0、2-4時の間なら1とするダミー変数	睡眠デバイスの計測データを元に、プログラム開始7日間とプログラム終了前7日間の日々のmidpointを特定、7日間の標準偏差を計算し、全サンプルの標準偏差をブールして3分位に分割。 「高」グループのmidpointが±1標準偏差を超える2時以前と5時以降を「extreme」と定義する。観測期間中の「extreme」が占める割合を5分位に分け、5値のカテゴリ変数を作成
規則性 (regularity)	「休みの日は、寝溜めをして勤務日より長く寝ることはありますか?」	「ほとんどない」「半分未満」を1、「半分以上」「毎回」を0とするダミー変数	「ほとんどない」「半分未満」「半分以上」「毎回」の4段階のカテゴリ変数	上記のSH3の「タイミング」に用いた3分位を、規則性が高・中・低の3つのカテゴリ変数として使用
Total		6つのダミー変数を単純合計し、0-6のスコアに変換	全ての項目をコレスポネンダ分析により、一元的な合成指標に変換	全ての項目をコレスポネンダ分析により、一元的な合成指標に変換

表3 基本統計量

変数名	(1) サンプルサイズ	(2) 平均値	(3) 標準偏差	(4) 最小値	(5) 最大値
年齢					
20代	404	0.252	0.435	0	1
30代	404	0.356	0.480	0	1
40代	404	0.208	0.406	0	1
50代・60代以上	404	0.183	0.387	0	1
性別					
男性	404	0.639	0.481	0	1
女性	404	0.361	0.481	0	1
家族構成					
一人暮らし	404	0.327	0.470	0	1
同居:子供または赤ちゃんあり	404	0.386	0.487	0	1
同居:パートナー	404	0.198	0.399	0	1
同居:パートナー以外	404	0.0891	0.285	0	1
スリープヘルス尺度					
SH1	402	4.323	1.186	1	6
SH2	402	-0.000982	1.004	-3.464	2.015
睡眠満足度					
最近のご自身の睡眠に対する満足度として当てはまるものをお選びください	404	2.371	0.661	1	4
日中覚醒					
お仕事中に眠気を感じることはありますか	404	1.871	0.868	1	4
起床から4時間以内に、あくび、ボーっとする、身体がだるいなど眠気を感じる ことがありますか	404	1.780	0.918	1	4
睡眠効率性					
寝床についたら意識を失うように、あっという間(5分以内)に寝ている	404	2.272	1.136	1	4
ベッドに入ってからぐるぐる考え事をしたり、何度も寝返りをして30分以上か かってようやく眠る	404	1.965	1.032	1	4
一晩中眠っていられず、何らかの理由で、途中で起きてしまうことがあります か	404	1.854	1.055	1	4
自分が起きようと思っていた時間より、1時間以上早く起きてしまつてそれから 眠れないことがありますか	404	1.406	0.761	1	4
起床時、目覚ましがなっても、頭がぼんやりしていて、すぐには起きあがれな いことがありますか	404	2.215	1.154	1	4
睡眠時間					
5時間未満	402	0.0199	0.140	0	1
5時間以上6時間未満	402	0.0697	0.255	0	1
6時間以上8時間以下	402	0.813	0.390	0	1
8時間超	402	0.0970	0.296	0	1
睡眠時間が6h-8hである	402	0.667	0.472	0	1
タイミング					
就床から起床までの時間の中央値(midpoint)が午前2時より前、あるいは午 前4時以降である	402	0.776	0.417	0	1
規則性					
休みの日は、寝溜めをして勤務日より長く寝ることはありますか？	404	2.332	1.164	1	4

表 4 介入による睡眠の行動変容への効果

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
	ベッドで眠りに関係のないことをすることはありますか？	寝る1時間前くらいまで明るい部屋で過ごしていることはありますか？	電気をつけたまま寝ることはありますか？	寝る前に、手先、足先が冷えていることはありますか？	勤務中や休憩中に仮眠を取ることがありますか？	日頃から運動をする習慣はありますか？	寝る前2時間以内にお酒を飲みますか？	起床直後の食事を抜くことはありますか？	寝る前1時間以内に食事をすることはありますか？
介入群	-0.378*** (0.125)	-0.381*** (0.136)	-0.0611 (0.0775)	0.00143 (0.140)	0.140* (0.0731)	0.246 (0.162)	0.0485 (0.112)	-0.150 (0.107)	-0.0747 (0.115)
サンプル・サイズ	202	202	202	202	202	202	202	202	202
R-squared	0.516	0.207	0.446	0.467	0.606	0.504	0.673	0.621	0.436
コントロール変数	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES

- (備考)
1. 括弧内はロバスト標準誤差。
 2. ***, **, *印は 1%、5%、10%水準で統計的に有意なことを示す。
 3. 推計では、2.2.4節で説明した変数をコントロール変数として用いているが、掲載は省略している。

表 5 介入による睡眠改善への効果

	スリープヘルス尺度		スリープヘルス指標2(SH2) の下位項目										
	SH1	SH2	満足度	日中覚醒		睡眠効率性				睡眠時間	タイミング	規則性	
	スリープヘルス指標1	スリープヘルス指標2	最近のご自身の睡眠に対する満足度として当てはまるものをお選びください	お仕事中に眠気を感じることはありますか。	起床から4時間以内に、あくび、ボーっとする、身体がだるいなど眠気を感じることがある	寢床について意識を失うように、あつという間(5分以内)に寝ている	ベッドに入ってからぐるぐる考え事したり、何度も寝返りをし30分以上かかってようやく眠る	一晩中は眠っていられず、何らかの理由で、途中で起きてしまう	自分が起きようと思っていた時間より、1時間以上早く起きてしまったてそれから眠れない	起床時、目覚ましがなくても、頭がぼんやりしていて、すぐには起きあがれない	睡眠時間が6h未満または8h超である	就床から起床までの時間の中央値 (midpoint) が午前2時より前、あるいは午前4時以降である	休みの日は、寝溜めをして勤務日より長く寝ることはありますか？
介入群	0.455*** (0.159)	0.400*** (0.122)	0.289*** (0.102)	-0.0367 (0.120)	-0.271** (0.129)	0.0480 (0.152)	-0.0871 (0.123)	0.136 (0.155)	-0.0439 (0.0837)	-0.366*** (0.127)	-0.0556 (0.0600)	0.0726 (0.0667)	-0.196 (0.145)
在宅勤務日数変化	0.0306 (0.144)	-0.00895 (0.0934)	0.0554 (0.0908)	0.00991 (0.0911)	0.0392 (0.0951)	-0.119 (0.106)	0.0146 (0.0930)	0.261** (0.128)	-0.00282 (0.0574)	0.0643 (0.0917)	0.00870 (0.0431)	-0.0102 (0.0471)	-0.0379 (0.111)
昇進した	0.101 (0.393)	0.0224 (0.303)	-0.00266 (0.279)	0.414 (0.621)	-0.682*** (0.255)	-0.120 (0.398)	0.262 (0.324)	-0.461 (0.520)	0.344* (0.190)	0.213 (0.235)	-0.0441 (0.167)	-0.0828 (0.284)	0.743 (0.755)
業務量の増加	0.149 (0.178)	-0.0127 (0.125)	0.157 (0.104)	0.0408 (0.128)	-0.0135 (0.137)	-0.326** (0.149)	-0.0403 (0.110)	0.195 (0.171)	0.105 (0.104)	0.0173 (0.142)	0.0410 (0.0611)	-0.0374 (0.0650)	-0.0239 (0.151)
上司の交代	-0.443 (0.391)	-0.222 (0.274)	-0.354 (0.231)	0.294 (0.276)	0.586* (0.348)	0.188 (0.261)	-0.338 (0.314)	-0.0186 (0.312)	-0.189 (0.121)	0.0367 (0.234)	-0.0537 (0.131)	-0.0262 (0.134)	-0.109 (0.371)
転居した	0.301 (0.448)	0.0630 (0.375)	0.492* (0.259)	-0.215 (0.263)	0.0834 (0.434)	-0.755* (0.440)	-0.0542 (0.226)	-0.447 (0.301)	-0.0104 (0.246)	0.0647 (0.324)	-0.0172 (0.162)	0.0697 (0.0733)	-0.0435 (0.475)
その他ストレスが溜まることがあった	0.429** (0.196)	0.287 (0.183)	0.131 (0.151)	-0.136 (0.206)	-0.0240 (0.176)	0.260 (0.230)	-0.185 (0.162)	0.0656 (0.287)	0.0680 (0.207)	-0.151 (0.241)	0.139 (0.0996)	0.141* (0.0839)	-0.0881 (0.270)
サンプル・サイズ	200	200	202	202	202	202	202	202	202	202	200	200	202
R-squared	0.369	0.518	0.307	0.438	0.293	0.494	0.490	0.373	0.535	0.527	0.262	0.367	0.515
コントロール変数	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES

(備考) 1. 括弧内はロバスト標準誤差。
2. ***, **, *印は 1%、5%、10%水準で統計的に有意なことを示す。
3. 推計では、2.2.4節で説明した変数をコントロール変数として用いているが、表には一部のみ掲載している。

表 6 介入による生産性の改善効果 (ITT)

	アンケート	WLQ				
	生産性合成指標	合計	時間管理	身体活動	集中力	仕事の成果
介入群	0.209*	1.454**	5.360*	3.741	5.204*	6.395*
	(0.119)	(0.731)	(2.993)	(3.925)	(2.896)	(3.557)
サンプル・サイズ	201	153	158	153	158	158
R-squared	0.615	0.514	0.447	0.414	0.527	0.424
コントロール変数	YES	YES	YES	YES	YES	YES

- (備考)
1. 括弧内はロバスト標準誤差。
 2. ***, **, *印は 1%、5%、10%水準で統計的に有意なことを示す。
 3. 推計では、2.2.4節で説明した変数をコントロール変数として用いているが、掲載は省略している。

表 7 真面目な取組みが生産性向上に及ぼす効果 (LATE)

	アンケート	WLQ				
	生産性合成指標	合計	時間管理	身体活動	集中力	仕事の成果
介入群	0.383* (0.215)	2.622** (1.196)	9.314** (4.629)	6.816 (6.275)	9.363* (4.798)	11.36** (5.774)
サンプル・サイズ	199	151	156	151	156	156
R-squared	0.622	0.482	0.447	0.429	0.523	0.370
コントロール変数	YES	YES	YES	YES	YES	YES
F-test	29.87	25.05	5.053	482	10.62	105.2
Prob > F	0	0	0	0	0	0

- (備考)
1. 括弧内はロバスト標準誤差。
 2. ***, **, *印は 1%、5%、10%水準で統計的に有意なことを示す。
 3. 推計では、2.2.4節で説明した変数をコントロール変数として用いているが、掲載は省略している。

表 8 介入による睡眠改善を通じた生産性の改善効果（2SLS）

	アンケート	WLQ				
	生産性合成指標	合計	時間管理	身体活動	集中力	仕事の成果
睡眠改善	0.594** (0.294)	3.004** (1.263)	10.94** (5.075)	7.784 (6.800)	11.37** (4.766)	12.11** (5.882)
サンプル・サイズ	199	152	157	152	157	157
R-squared	0.600	0.482	0.416	0.383	0.540	0.398
コントロール変数	YES	YES	YES	YES	YES	YES
F-test	11.90	12.13	109.7	9.936	11.73	47
Prob > F	0	0	0	0	0	0

- （備考）
1. 括弧内はロバスト標準誤差。
 2. ***, **, *印は 1%、5%、10%水準で統計的に有意なことを示す。
 3. 推計では、2.2.4節で説明した変数をコントロール変数として用いているが、掲載は省略している。

表9 睡眠計測データを用いた生産性（WLQ-J、アンケートの合成指標）への影響（介入群のみ）

	アンケート	WLQ				
	生産性合成指標	合計	時間管理	身体活動	集中力	仕事の成果
計測データに基づくスリープヘルス指標 (SH3)	0.00801 (0.107)	0.359 (0.387)	0.831 (2.008)	0.812 (3.290)	0.129 (1.630)	1.590 (2.211)
サンプルサイズ	104	83	87	83	87	87
R-squared	0.623	0.629	0.615	0.460	0.615	0.470
コントロール変数	YES	YES	YES	YES	YES	YES

(備考) 1. 括弧内はロバスト標準誤差。
2. ***, **, *印は 1%、5%、10%水準で統計的に有意なことを示す。
3. 推計では、2.2.4節で説明した変数をコントロール変数として用いているが、掲載は省略している。

(参考)「SH2」を使用したケース

	アンケート	WLQ				
	生産性合成指標	合計	時間管理	身体活動	集中力	仕事の成果
睡眠改善	0.265** (0.110)	-0.00582 (0.833)	-2.569 (3.252)	0.467 (3.651)	0.666 (3.082)	3.205 (4.205)
サンプルサイズ	103	83	87	83	87	87
R-squared	0.650	0.625	0.622	0.459	0.615	0.477
コントロール変数	YES	YES	YES	YES	YES	YES

(備考) 1. 括弧内はロバスト標準誤差。
2. ***, **, *印は 1%、5%、10%水準で統計的に有意なことを示す。
3. 推計では 2.2.4節で説明した変数をコントロール変数として用いているが、掲載は省略している。

表 10 どのような人が介入によって睡眠改善したか：規定要因の分析

	睡眠満足度改善			スリープヘルス指標2 (SH2)改善		
プログラム開始時の心境	2.105***		2.365***	1.055*		1.124*
「積極的にチャレンジしたい」	(0.687)		(0.841)	(0.583)		(0.624)
過去の健康習慣化の取組姿勢		2.733***	2.746**		0.617	0.357
「クリアすることに達成感」		(0.975)	(1.252)		(0.718)	(0.753)
開始時の睡眠満足度	-3.510***	-3.475***	-4.348***			
	(0.683)	(0.675)	(0.913)			
開始時の睡眠改善合成指標				-1.379***	-1.352***	-1.408***
				(0.277)	(0.276)	(0.290)
女性	0.505	0.774	1.251*	-0.437	-0.437	-0.254
	(0.595)	(0.603)	(0.713)	(0.527)	(0.537)	(0.584)
30代	-1.082	-1.183	-1.083	-0.485	-0.599	-0.417
	(0.759)	(0.750)	(0.868)	(0.686)	(0.685)	(0.716)
40代	-2.341**	-2.181**	-2.804**	-0.0431	-0.0888	-0.203
	(0.971)	(0.935)	(1.116)	(0.755)	(0.752)	(0.788)
50代・60代	-2.142**	-1.983**	-2.749**	-0.790	-0.820	-0.708
	(0.954)	(0.909)	(1.100)	(0.753)	(0.744)	(0.771)
家族構成	-0.361	-0.132	0.142	0.281	0.382	0.263
同居:子供または赤ちゃん	(0.754)	(0.751)	(0.869)	(0.649)	(0.656)	(0.704)
	0.548	0.408	0.808	0.570	0.527	0.494
同居:パートナー	(0.765)	(0.745)	(0.851)	(0.656)	(0.650)	(0.683)
	0.295	0.290	0.868	0.775	0.696	0.886
同居:パートナー以外	(0.963)	(0.940)	(1.112)	(1.036)	(1.011)	(1.085)
職場の支援	0.0734	0.200	0.349	-0.465	-0.378	-0.411
上司の支援の変化	(0.326)	(0.321)	(0.392)	(0.341)	(0.340)	(0.351)
	0.275	0.257	0.0796	0.511	0.463	0.456
同僚の支援の変化	(0.359)	(0.370)	(0.421)	(0.333)	(0.336)	(0.352)
在宅勤務日数の変化	-0.393	-0.745*	-0.702	-0.270	-0.396	-0.368
	(0.435)	(0.437)	(0.489)	(0.369)	(0.367)	(0.385)
仕事の裁量性の変化	-0.0437	-0.0605	-0.0568	0.137	0.119	0.137
(ペースの裁量)	(0.399)	(0.386)	(0.463)	(0.348)	(0.335)	(0.359)
仕事の裁量性の変化	-0.774	-0.539	-0.553	0.0208	0.0957	0.0718
(やり方や進め方の裁量)	(0.478)	(0.455)	(0.537)	(0.426)	(0.420)	(0.438)
サンプルサイズ	136	136	132	140	140	136
コントロール変数	YES	YES	YES	YES	YES	YES

(備考) 1. 括弧内はロバスト標準誤差。

2. ***, **, *印は 1%、5%、10%水準で統計的に有意なことを示す。

3. このほか、プログラム開始時の目的(複数回答)とプログラム期間中の仕事や生活面での大きな変化をコントロール変数として用いているが、掲載は省略している。

表 A-1 基本統計量（表 3 以外）

変数名	サンプル サイズ	平均値	標準偏差	最小値	最大値
睡眠の行動変容					
(a) ベッドで眠りに関係のないことをすることはありますか？	404	3.111	1.114	1	4
(b) 寝る1時間前くらいまで明るい部屋で過ごしていることはありますか？	404	3.686	0.727	1	4
(c) 電気をつけたまま寝ることはありますか？	404	1.203	0.549	1	4
(d) 寝る前に、手先、足先が冷えていることはありますか？	404	1.829	1.034	1	4
(e) 勤務中や休憩中に仮眠を取ることがありますか？	404	1.334	0.694	1	4
(f) 日頃から運動をする習慣はありますか？	404	2.101	1.000	1	4
(g) 寝る前2時間以内にお酒を飲みますか？	404	1.861	1.024	1	4
(h) 起床直後の食事を抜くことはありますか？	404	1.688	1.053	1	4
(i) 寝る前1時間以内に食事を取るとはありますか？	404	1.616	0.784	1	4
生産性指標1					
生産性合成指標	403	-0.0337	0.990	-2.719	2.983
(a) 体の不調や大きな疲れがなく、頭や体が軽い	403	5.320	2.158	1	10
(b) 朝一番から、クリアな頭で仕事に迅速にとりかかることができる	403	5.672	2.161	1	10
(c) 自分の考えが整理できている	403	5.995	1.877	1	10
(d) フットワーク軽く、コミュニケーションを取れている	403	6.409	1.930	1	10
(e) 些細なことでイライラせず、気持ちに余裕がある	403	5.695	2.140	1	10
(f) 仕事に高い集中力を維持できている	403	6.092	1.756	1	10
(g) 物事に熱心に取り組んでいる	403	6.345	1.891	1	10
(h) タスクを正確かつ丁寧に実施できている	403	6.310	1.782	1	10
(i) 広い視野を持って、先回りして仕事に取り組んでいる	403	6.087	1.800	1	10
(j) 予定通り・予定以上に早く仕事が進められていて、ギリギリになっていない	403	5.315	2.187	1	10
(k) 根気をもって物事に取り組んでいる	403	6.380	1.824	1	10
(l) 集中するためのON-OFFの切り替えをコントロールできている	403	5.727	2.160	1	10
(m) 頭の回転がはやい	403	5.645	1.894	1	10
(n) アイディアが出てきたり、ひらめくことがある	403	5.677	1.823	1	10
(o) 物事を深く掘り下げて考えられる	403	5.933	1.831	1	10
生産性指標2					
総合パフォーマンス値	349	94.19	3.903	78.60	100
時間管理	358	82.04	16.69	15	100
身体活動	350	72.15	24.08	0	100
集中力・対人関係	358	79.90	15.36	13.90	100
仕事の成果	357	78.36	18.14	0	100
コントロール変数					
就寝2時間前のメールチェック	404	2.384	1.170	1	4
「ゆううつだ」と感じた頻度はどのくらいでしたか？	404	2.191	0.964	1	4
仕事の資源(上司):どのくらい頼りになったか	404	2.653	0.963	1	5
仕事の資源(同僚):どのくらい頼りになったか	404	2.777	0.918	1	5
在宅勤務日数	404	2.752	0.949	1	4
仕事の要求度「時間内に仕事を処理しきれない」	404	2.621	0.995	1	4
仕事の要求度「高度の知識や技術が必要な難しい仕事だ」	404	2.606	0.816	1	4
仕事のコントロール度「自分のペースで仕事できる」	404	2.710	0.873	1	4
仕事のコントロール度「自分で仕事の順番ややり方を決めることができる」	404	2.943	0.738	1	4
タスク:問題解決	404	3.733	0.844	1	5
タスク:対人管理	404	1.703	1.007	1	4
タスク:反復業務	404	2.327	0.962	1	4
タスク:インタラクション(調整・相談・交渉)	404	3.203	0.942	1	4
タスク:身体作業	404	1.921	1.107	1	5
シフト勤務ダミー	404	0.00495	0.0703	0	1

表 A-1 基本統計量（表 3 以外、続き）

変数名	サンプル サイズ	平均値	標準偏差	最小値	最大値
プログラム期間中の変化					
環境変化:昇進した	202	0.0248	0.156	0	1
環境変化:他の部署へ異動した	202	0	0	0	0
環境変化:業務負担が増えた(新たな任務の増加や指導する部下・後輩の増減など)	202	0.337	0.474	0	1
環境変化:業務負担が減った(任務の移譲や指導する部下・後輩の増減など)	202	0	0	0	0
環境変化:上司が交代した	202	0.0495	0.217	0	1
環境変化:結婚した	202	0.00990	0.0993	0	1
環境変化:離婚した	202	0	0	0	0
環境変化:子どもが生まれた	202	0	0	0	0
環境変化:転居した(住居の引っ越し・実家に戻った・実家を出たなど)	202	0.0297	0.170	0	1
環境変化:(手術や長期治療が必要な)病気がみつかった、大怪我をした	202	0.00990	0.0993	0	1
環境変化:親の介護が始まった	202	0.00990	0.0993	0	1
環境変化:近親や親友との死別を経験した	202	0.00990	0.0993	0	1
環境変化:その他、ストレスがかかる出来事があった(ハラスメントや事件に巻き込まれたなど)	202	0.0891	0.286	0	1
環境変化:特になし	202	0.579	0.495	0	1
アクティグラフィー睡眠データ					
SH3	208	-0.00615	1.001	-1.507	2.245
睡眠効率性					
睡眠計測デバイスの計測データを元に、プログラム開始7日間とプログラム終了前7日間それぞれの「実際に眠った時間／ベッドにいた時間」×100の7日間平均が85%以上なら0、未満なら1をとるダミー変数	208	0.495	0.501	0	1
睡眠時間					
平均睡眠時間 5時間未満	208	0.0673	0.251	0	1
平均睡眠時間 5時間以上6時間未満	208	0.236	0.425	0	1
平均睡眠時間 6時間以上8時間以下	208	0.630	0.484	0	1
平均睡眠時間 8時間超	208	0.0673	0.251	0	1
タイミング					
観測点に占めるextremeが0%	208	0.332	0.472	0	1
観測点に占めるextremeが0%超25%以下	208	0.264	0.442	0	1
観測点に占めるextremeが25%超50%以下	208	0.250	0.434	0	1
観測点に占めるextremeが50%超75%以下	208	0.0865	0.282	0	1
観測点に占めるextremeが75%超	208	0.0673	0.251	0	1
規則性					
規則性が高いグループ	208	0.332	0.472	0	1
規則性が中程度のグループ	208	0.332	0.472	0	1
規則性が低いグループ	208	0.337	0.474	0	1