

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：13801

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2021

課題番号：19K24283

研究課題名(和文)日常生活下の多次元健康情報の関係性に基づいたジャストインタイム型介入法の開発

研究課題名(英文) Building health behavior models in daily life to guide the development of just-in-time adaptive interventions

研究代表者

金 鎮赫 (KIM, Jinhyuk)

静岡大学・情報学部・講師

研究者番号：00735095

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、日常生活下で身体活動と睡眠に否定的な影響を与える要因や異常を検知した時に適切なタイミングで介入を行うジャストインタイム型介入の具体的な方法を提案する目的で行われた。身体活動については、数分から数時間での気分の悪化と身体活動低下の前後関係を検証するとともに、両者の関係は行動文脈(場所、同伴者)により影響されるが示された。睡眠については、精神的健康のためには、単に十分な睡眠時間を確保するだけでなく、睡眠規則性など個人の適時適切な介入を行う必要があることを明らかにした。これらは、身体活動と睡眠のような健康関連行動のジャストインタイム型介入を行う際の有用な研究成果といえる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、身体的健康の保持増進、精神的不調の改善のための新たな介入方法としてジャストインタイム型介入が提案されつつある。本研究は、日常生活下の多次元健康情報を客観的で信頼性の高い手法により測定し、それらの関係性や因果性を検証することで、身体活動と睡眠のような健康関連行動のジャストインタイム型介入を行う際の重要な情報を提供した。また、本研究で用いたリアルタイム健康情報モニタリングシステムは、長期間個人の健康管理を持続することはもちろん、臨床場面での応用も可能な汎用性・利便性の高い医療プラットフォームとしての発展可能性が期待できる。

研究成果の概要(英文)：This study proposed a specific method of just-in-time intervention, which is an intervention method aiming to deliver appropriate support at the right timing/place according to the contexts that individuals experience at the moment, especially for physical activity and sleep. We extended our understanding of the dynamic interplay of affective experiences and health-related behaviors movement-based behaviors in both “directions” (i.e., behaviors to affect, affect to behaviors) in an everyday context (i.e., location, companion). We also revealed that it is necessary not only to ensure sufficient sleep time but also to keep sleep regularity across days for mental well-being. These may be informative for the design and implementation of interventions targeting physical activity and sleep in everyday life.

研究分野：健康情報学、健康心理学

キーワード：Just-in-Time適応型介入 身体活動 睡眠 心身の健康

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年の情報通信技術 (ICT) の進歩は、モバイル技術を組み合わせた健康モニタリングシステムの急速な発展を促し、新興開発分野としてモバイルヘルス (m-Health) システムが提唱されている [1]。そして、その成功のためには機能的で安定的なシステムの構築以外に次の二つの要素が不可欠とされる。一つは、スマートフォンを利用したシステムで収集したデータからいかにして健康関連情報を引き出すかという方法論、もう一つは常時見守り型の健康モニタリングシステムが異常を検知した場合の適切な介入法についてである。

(2) 一つ目の要素について、研究代表者は、健常人や大うつ病性障害患者を対象とし、腕時計型情報端末を用いて一日数回記録された自覚症状とこの情報端末に内蔵された加速度センサーによる身体活動パターンを同時測定し、行動変容と心理動態との共変性を検証する研究を行った。また、日常生活下のストレス反応の日内変動が身体活動度や睡眠に及ぼす影響について検証してきた。今後様々な健康関連行動や要因に対応しうる健康モニタリングシステムを確立するためには、研究代表者のこれまでの研究において行動的変調を把握する指標として用いていた身体活動度に加え、心血管系自律神経指標といった生理的要因や社会環境的要因などの多角的な検証が必要となる。

(3) 二つ目の要素については、近年、ウェアラブルデバイスにより計測される健康関連情報に加え、情報通信技術 (ICT) を活用して、個人の健康管理をサポートする介入方法 (例: Just-in-time adaptive intervention、以下、JITAI) が検討されつつある [2]。これは、ウェアラブルデバイス (例: 加速度センサーによる身体活動の計測) とスマートフォン、あるいは IoT モバイル技術を組み入れたデバイスを用いて、日常生活下での短い時間内での生活行動 (睡眠、食生活など)、心理状態、生理的反応などを同時に記録しつつ、経時変化等を即時に解析し、スマートフォン等の IoT デバイスを介してフィードバックすることで、最も「適切なタイミング」で「適切な制御ターゲット」を「適切な用量」だけ各個人に対して介入するという方法である。すなわち、JITAI は、日常の文脈に即した介入を個別に、かつ即時に実現しようとするものであり、その具体的な実行や活用方法についての厳密な検証が必要とされている。

2. 研究の目的

(1) 日常生活下の行動的・生理的指標や心理的要因、社会環境的要因を総合的に測定し、それらが健康関連行動 (身体活動度、睡眠) にどのような関係性や因果性を持っているかを多角的に検証する。

(2) 日常生活下で健康関連行動 (身体活動度、睡眠) または精神的健康 (抑うつ気分、心理的ストレス) に否定的な要因や異常を検知した場合、状況に応じてフィードバックが可能な JITAI 型介入方法を提案することを目的とする。特に、介入のターゲットとなる健康関連行動と心理状態を設定した上で、どのようなタイミングで介入を行うかを厳密に検討する。

3. 研究の方法

(1) 18 歳以上の健常な男女約 100 名を対象とし、スマートフォンを電子日記として 2 週間携帯し、一日 6~7 回、心理状態として気分と身体症状といった自覚症状を記録した。さらに、行動的指標として腕時計型加速度センサーによる身体活動度、生理的指標 (心血管系機能) や社会環境的要因の測定を同時に行った (図 1)。なお、本研究のデータ収集では、日常生活下でスマートフォンとウェアラブルデバイスを用いて収集したデータを実時間でサーバーに送信・蓄積できる健康モニタリングシステムを利用して行った。

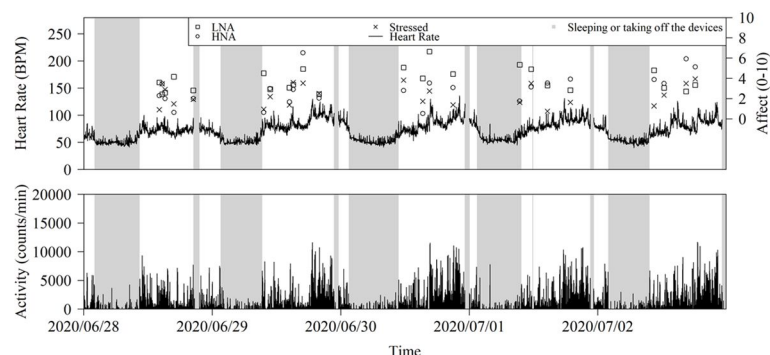


図 1: データの例: 心拍、心理状態、睡眠、身体活動の同時測定

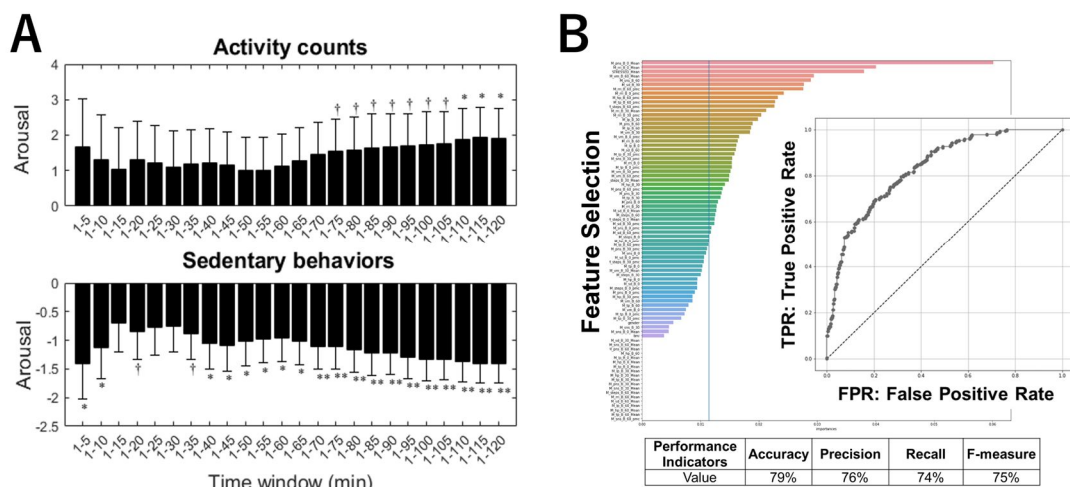


図2 研究成果:(A)身体活動と気分の動的関係、(B)身体活動・心拍変動などの特徴量による心理的ストレスレベルの分類

(2) 本調査で得られたデータは多次元・多変量・非一様の複雑な階層構造を持つデータであることから、マルチレベルモデリングにて分析を行った。また、機械学習モデルには、勾配ブースティング決定木(Gradient Boosting Decision Tree)のアルゴリズムを実装したオープンソースライブラリであるXGBoostを用いた。特徴量の選択には、組み込み法(Embedded Method)であるモデルベース特徴量選択を行った。

4. 研究成果

(1) 身体活動に関する研究では、先行研究では自明ではなかった気分の悪化と身体活動低下の前後関係について、疲労感、興味(interested)のような覚醒度(arousal)が低い時は、次の1-2時間の身体活動の上昇と座位時間(sedentary behavior)の減少のような身体活動への悪影響を示した(図2-A)[3]。また、この身体活動と気分の関係には、場所や他者との交流などといった行動文脈が影響しており、特定の文脈下では、短時間の軽いレベルの身体活動であっても気分改善につながることを示した(論文執筆中)。身体活動のような健康関連行動の介入を行う際は、心理状態の種類や行動文脈による支援が重要であることを示唆する研究成果といえる。

(2) 睡眠に関する研究では、睡眠と気分の相互関係を検証した。否定的気分が高い日の夜には、普段よりも長い睡眠を取ることが示された。また、普段よりも長い睡眠時間が翌朝の高い肯定的気分を予測した[4]。さらに、一日の否定的気分が普段よりも高いと睡眠が不規則的になることが示され、睡眠が普段よりも規則的だった翌朝の否定的気分は有意に低くなることが明らかになった[5]。本研究により、単に十分な睡眠時間を確保するだけでなく、睡眠規則性など個人に適時適切な睡眠介入を行う必要があることが示唆された。

(3) さらに、高い心拍と低い心拍変動が日常の心理的ストレスに関連していることが検証でき、これが心血管系疾患のリスクファクターになることが示唆された[6]。さらに、身体活動や心拍変動、個人の特性、社会環境的要因などの特徴量を網羅的に投入して、日常の心理的ストレスレベルを学習し約80%の正解率で分類することに成功した(図2-B)[7]。今後日常の心血管系機能(心拍、心拍変動)やストレスの定量的な介入方法の開発を完了し、心血管系機能やストレスのレギュレーション方法の検証を進めていく。

< 引用文献 >

- [1] Rehg JM, Murphy SA, Kumar S (eds). Mobile health: Sensors, analytic methods, and applications. Springer, 2017.
- [2] Nahum-Shani et al. Just-in-time adaptive interventions (JITAs) in mobile health: key components and design principles for ongoing health behavior support, *Annals of Behavioral Medicine*, 52: 446-462, 2018.
- [3] Kim J, Conroy DC, Smyth JM. Bidirectional associations of momentary affect with physical activity

- and sedentary behaviors in working adults. *Annals of Behavioral Medicine*, 54: 268-279, 2020.
- [4] Murata T, Foo JC, Yamamoto Y, Kim J. Day-to-Day relationship between sleep regularity and mood. 80th Scientific Annual Meeting of American Psychosomatic Society, March 2022.
 - [5] Murata T, Foo JC, Kim J. Does sleep affect your morning mood? A pilot study. 32nd International Congress of Psychology, July 2021.
 - [6] Kim J, Murata T, Foo JC, Md Azmol Hossain B, Togo F. A pilot study of temporal associations between psychological stress and cardiovascular response. Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, pp.7040-7043, 2021.
 - [7] Kawada T, Murata T, Foo JC, Togo F, Kim J. Classifying heart rate variability predicts psychological stress. 43rd Annual International Conference of IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), November 2021.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 8件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Marcusson-Clavertz David, Sliwinski Martin J., Buxton Orfeu M., Kim Jinhyuk, Almeida David M., Smyth Joshua M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Relationships between daily stress responses in everyday life and nightly sleep	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Behavioral Medicine	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10865-021-00281-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Smyth Joshua M., Zawadzki Matthew J., Marcusson-Clavertz David, Scott Stacey B., Johnson Jillian A., Kim Jinhyuk, Toledo Meynard, Stawski Robert, Sliwinski Martin J., Almeida David M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Computing components of everyday stress responses: exploring conceptual challenges and new opportunities	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Perspectives on Psychological Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 金鎮赫、東郷史治	4. 巻 39
2. 論文標題 運動習慣の精神的健康への影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 精神科	6. 最初と最後の頁 630 ~ 636
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kim Jinhyuk, Murata Taiga, Foo Jerome Clifford, Md Azmol Hossain Bappi, Togo Fumiharu	4. 巻 2021
2. 論文標題 A Pilot Study of Temporal Associations Between Psychological Stress and Cardiovascular Response	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)	6. 最初と最後の頁 7040 ~ 7043
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/EMBC46164.2021.9630872	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Vengeliene Valentina, Foo Jerome Clifford, Kim Jinhyuk	4. 巻 177
2. 論文標題 Translational approach to understanding momentary factors associated with alcohol consumption	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 British Journal of Pharmacology	6. 最初と最後の頁 3878 ~ 3897
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/bph.15180	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Foo Jerome Clifford, Sirignano Lea, Trautmann Nina, Kim Jinhyuk, Witt Stephanie H., Streit Fabian, Frank Josef, Zillich Lea, Meyer-Lindenberg Andreas, Ebner-Priemer Ulrich, Schilling Claudia, Schredl Michael, Yamamoto Yoshiharu, Gilles Maria, Deuschle Michael, Rietschel Marcella	4. 巻 11
2. 論文標題 Association of Locomotor Activity During Sleep Deprivation Treatment With Response	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychiatry	6. 最初と最後の頁 688
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpsyt.2020.00688	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Marcusson-Clavertz David, Kjell Oscar N. E., Kim Jinhyuk, Persson Stefan D., Cardena Etzel	4. 巻 10
2. 論文標題 Sad mood and poor sleep are related to task-unrelated thoughts and experience of diminished cognitive control	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 8940
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-65739-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kim Jinhyuk, Marcusson-Clavertz David, Yoshiuchi Kazuhiro, Smyth Joshua M.	4. 巻 13
2. 論文標題 Potential benefits of integrating ecological momentary assessment data into mHealth care systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BioPsychoSocial Medicine	6. 最初と最後の頁 19 ~ 24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13030-019-0160-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kim Jinhyuk, Conroy David E, Smyth Joshua M	4. 巻 54
2. 論文標題 Bidirectional Associations of Momentary Affect with Physical Activity and Sedentary Behaviors in Working Adults	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Annals of Behavioral Medicine	6. 最初と最後の頁 268 ~ 279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/abm/kaz045	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

[学会発表] 計6件(うち招待講演 0件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Kawada T, Murata T, Foo JC, Togo F, Kim J
2. 発表標題 Classifying heart rate variability predicts psychological stress
3. 学会等名 43rd Annual International Conference of IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Murata T, Foo JC, Kim J
2. 発表標題 Does sleep affect your morning mood? A pilot study
3. 学会等名 32nd International Congress of Psychology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Murata T, Foo JC, Yamamoto Y, Kim J
2. 発表標題 Day-to-day relationship between sleep regularity and mood
3. 学会等名 80th Scientific Annual Meeting of American Psychosomatic Society (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村田大河、金鎮赫
2. 発表標題 睡眠は起床時の気分に影響するのか パイロットスタディ
3. 学会等名 情報学シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sirignano L, Takeuchi H, Kim J, Witt SH, Streit F, Frank J, Zillich L, Ebner-Priemer U, Yamamoto Y, Gilles M, Deuschle M, Rietschel M, Foo JC
2. 発表標題 Investigating antidepressant response: comprehensive phenotyping in patients undergoing sleep deprivation therapy
3. 学会等名 ERA-NET NEURON Cofund Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jinhyuk Kim
2. 発表標題 Time-varying associations between everyday affect and physical activity
3. 学会等名 Society for Ambulatory Assessment Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
米国	The Pennsylvania State University	University of California Merced	Stony Brook University	他1機関
リトアニア	Vilnius University			
ドイツ	University of Heidelberg	Ludwig Maximilian University of Munich	Karlsruhe Institute of Technology	
スウェーデン	Lund University	Linnaeus University		