

令和元年6月24日現在

機関番号：23903  
 研究種目：基盤研究(B) (一般)  
 研究期間：2016～2018  
 課題番号：16H03137  
 研究課題名(和文) スマホアプリを活用した頸肩部筋骨格系症状予防策：学際チームによる課題解決型検証  
  
 研究課題名(英文) Prevention measures for non-specific musculoskeletal symptom using smartphone app: action-oriented solutions by interdisciplinary approach  
  
 研究代表者  
 榎原 毅 (Ebara, Takeshi)  
  
 名古屋市立大学・大学院医学研究科・准教授  
  
 研究者番号：50405156  
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：スマートフォン(以下スマホ)など携帯端末の技術革新は社会における働き方を変え、恩恵をもたらす一方で、長期利用に伴う頸肩部筋骨格系症状(MSD)への影響が近年では懸念されている。本研究では、携帯利用行動の変容を促す改善志向型スマホアプリの開発およびその頸部MSD発症要因の解明を試みた。主な成果は1) 携帯端末の利用動向分析を行い、クラウドワーカーの増加に伴う労務管理上の課題を整理した。2) 携帯端末利用が頸肩部MSDに与える影響を調べるために、独自開発した学術研究用スマホアプリを用いてライフログ計測調査を行った。3) 同アプリの仕様検討にあたり、焦点制御理論を応用した実装機能評価を実施した。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

市場普及率が60%を超えるスマートフォンの長期利用に伴う首の痛み(neck MSD)への影響が近年では懸念されている。どのような利用形態(個人・物理的・心理社会要因)がneck MSDの発症に影響を与えているのか、そのリスクを定量的に明らかにすることは学術的に高い意味を持つ。携帯利用要因を定量測定する新解析技術「Motion Logger」を広く利用可能なように提供することで、産業疫学研究の新たな発展が期待される。また、携帯端末の業務利用の形態としてクラウドワーク従事者が近年急増しており、携帯端末技術革新による今後の労働形態の多様化に対応した、新しい労務管理のあり方などにも資する研究である。

研究成果の概要(英文)：Following the recent changes in working and life styles with the penetration of the Internet of Things technologies, increasing attention has been paid on the health impacts of non-specific neck pain (neck MSD) accompanying long-term use of smartphones. This study tried to develop an action-oriented smartphone app that promotes the positive change of behavior when using smartphones and to elucidate the factors relevant to the neck MSDs. The main outcomes are as follows: 1) We investigated current trends of mobile devices, and sorted out issues related to labor management on a growing job market of crowdsourcing work, 2) In order to investigate the influence of smartphone use on neck MSD, lifelog measurements were conducted using the app “MotionLogger” that can record objective behavioral data using built-in sensors of smartphone, and 3) In examining the specifications of the app, we implemented a marketing research for its functions / utilities applying the Regulatory-focus theory.

研究分野：産業保健人間工学

キーワード：non-specific neck pain 非特異的頸部痛 スマートフォン ライフログ 人間工学 消費者行動 クラウドワーカー 自己管理

1 . 研究開始当初の背景

スマートフォン(以下スマホ)やタブレットなどの携帯端末の世帯普及率は62.6%(総務省, 2014)であり, 私物の携帯端末を業務で利用する BYOD (Bring Your Own Device) の導入は営業系社員などを中心に約4割の企業で進んでいる(MC 推進コンソーシアム, 2013). 利便性の高い携帯端末の技術革新は社会における働き方を変え, オフィス内労働という時空間的制約を開放し我々に多くの恩恵をもたらす一方で, 携帯端末の長期利用に伴う頸肩部筋骨格系症状(MSD; 首・肩の痛みなど)への影響が近年では懸念されている. Hogg-Johnson et al (2008)による系統レビューによれば各国の頸肩部 MSD の有病率は30-50%と近年急増し, 携帯端末利用に特異的な頸肩部 MSD として2008年以降, 米国・豪州を中心に“Text Neck”という新医療用語として警鐘されている.

(1) 技術革新による急激な労働形態の多様化

わが国のフレックスタイム制度や成果主義の導入, 派遣労働の規制緩和などの諸策は, 労働者の健康上の配慮, モチベーションの維持, キャリア育成に伴う持てる能力の自己実現などがテーマとなり, 適正なワークライフバランスを支援することを題目として推進されてきた. 一方で, ICT 産業の急速な技術的発展により, 情報ネットワークを活用した業務が拡大, 通信や操作機器などのインフラ整備が進展したことから, 多くの課題は解消されるかに見えた. しかし, 各種統計調査でもその実態把握は後追いでしかなく, 先の各種施策の効果についても十分な検証結果は得られておらず, それらの勃興しつつある産業領域での法制整備のエビデンスすらままならない.

このような背景の中, 新しい働き方として, 「クラウドワーカー」(クラウドソーシングサービス)が登場した. 「クラウドワーカー」(クラウドソーシングサービス)とは, 専門技能者個人が, 主にネット上で仕事を受注し, 自由な場所・時間で仕事をするフリーランスのことを指す. 表1にクラウドソーシングサービスの良さと課題を示す.

表1 クラウドソーシングサービスの良さと課題

	良さ	課題
個人	<ul style="list-style-type: none"> <li>・どこでも好きな場所, 時間に仕事ができる</li> <li>・育児や介護と両立できる</li> <li>・通勤の負担が減らせる</li> <li>・機動性が高い など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(クオリティを重視するあまり)長時間労働になりがち</li> <li>・孤立しやすい</li> <li>・私用との切り替えが難しい</li> <li>・契約によっては低賃金 など</li> </ul>
組織	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人材を有効活用できる</li> <li>・経費を節約できる</li> <li>・必要ときに必要なだけ, 簡単な手続きで仕事が発注できる など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・労務管理が難しい</li> <li>・人事評価がしにくい</li> <li>・コミュニケーションがとりにくい</li> <li>・セキュリティが心配</li> <li>・雇用型の場合, 帰属意識が下がる など</li> </ul>

(2) 頸肩部 MSD へのリスク要因

頸肩部 MSD へのリスク要因としては, 第一に物理的要因(姿勢, 頸部負荷, 身体活動性など)がある. 特に小さな画面での文字入力や情報閲覧に伴い頸部屈曲角度や肩胛骨挙上角度が特異的になる(Lee et al, 2015; Gold et al, 2012)等, 「頸椎負荷による機能障害」からの説明が実験環境下で試みられているが, その発生機序のみによる因果関係の説明は確証に乏しい. 近年の疫学研究では, 物理的要因に加え, 個人要因(性差, 年齢, BMI など), 心理社会要因(仕事要求度, 心理ストレス, 不安など)も含めた包括的なリスク評価の必要性が提唱されているが(Shahidi, 2015 など), 労働・生活場面に広く浸透している携帯端末利用に伴う要因(利用時間・利用時姿勢・頻度など)はほとんど扱われていない. その一因として利便性に伴う特徴, すなわち電車内, 喫茶店, 歩行中などでのいわゆる「すきま時間」を活用した数十秒~数分に細分化された断続利用が多いことがあげられる. 分割された経過時間・長さの主観的感覚は整合しないことは時間記憶研究の知見(矢野, 2010)からも示されており, 既存の疫学研究手法(質問票等の主観報告)で累積利用時間や頻度は捉えにくい. もう一つは, 物理的な利用時間よりも「いつでもどこでもつながる」ことに伴い, 常に仕事に拘束されている「心理拘束」状態が身体的・精神的健康に影響を与えている可能性が近年注目されているが(Sonnentag, 2012), この「心理拘束」の程度を定量的にとらえる研究は国際的にも緒に就いたばかりである.

(3) スマホ利用と消費者行動

スマホの健康影響および改善志向型アプリを考えるにあたり、マーケティングの観点から消費者行動を考慮する必要がある。スマホアプリは、情報収集、比較検討、態度形成、購買、購買後の情報発信といった様々な局面で利用される。その一方で一人の消費者が数多くのスマホアプリを利用しており、一度ダウンロードしても使わない、という消費者も少なからずいるだろう。そうした中、本研究課題で開発を目指すスマホアプリは一定期間使うことで状態改善につながることを目指すため、継続利用をしてもらうことが必要になる。そのために、消費者行動研究の知見を援用することも一案である。

このように携帯端末利用の利便性・恩恵の影に潜む健康影響を把握するためには、労働形態や技術動向に伴う変化など、包括的視点からのアプローチが必須となる。このような試みは学術的にも高い意義を持つとともに、技術革新がもたらす急激な労働形態の変化による健康影響の大きさを包括的・相対的なリスク評価から未然に推定し、深刻な社会問題となる前に予防策を社会へ発信していくことは労働安全衛生上急務といえる。

## 2. 研究の目的

### 研究1 技術革新による急激な労働形態の多様化について動向予測を行い、将来普及が予想される対象職種・働き方の抽出

\* クラウドワーカーに焦点をあて、比較的自律的に選択でき、自己管理しやすい要素として「作業をする場所(作業場)」に着目し、その作業環境に関する基本的なデータを取得することを目的とする

### 研究2 マーケティング理論を応用した携帯利用行動の変容を促す改善志向型アプリの仕様検討

\* 本研究課題で開発するスマホアプリを継続利用してもらうために必要な機能は何かをマーケティング・消費者行動の知見から明らかにする

### 研究3 頸肩部 MSD の発症予測モデルに基づく改善志向型アプリの検討・開発

\* 頸肩部 MSD の発症予測モデルの推定式を検討し、上記研究2の機能評価に基づき、改善志向型アプリの開発を行う。

## 3. 研究の方法

### (1) 技術革新による労働形態の多様化の動向調査(研究1)

人間工学や人類動態学の専門家3名がそれぞれクラウドワーク従事者の作業空間、当該環境などについてインターネットから情報を収集した。その内容について、IT系、企画系、設計業務を主に受けるクラウドワーク従事者4名(40代男性3名、40代女性1名)およびクラウドソーシングサービス業経営者1名(男性)の計5名にヒアリング調査を行い、内容の精緻化を行った。得られた一覧をもとに、各要素の関係性を整理した。

クラウドワーカーの「作業場」として、ファストフード店、図書館、フリースペース、カラオケボックスなどが挙げられたことを踏まえ、任意に20カ所を選び、その作業環境について、机の高さ、椅子の高さ、椅子と机の高さの差異(差尺)、照度、騒音、温度、湿度を測定した。

### (2) マーケティング理論を応用した改善志向型アプリの仕様検討(研究2)

行動変容を促しリテンション効用が高い要素を組み込んだ仕様を検討するために、アプリ内の機能の評価を消費者に行ってもらうアンケートを2018年11月に行った。具体的には予備調査としてオンライン調査会社の持つ20,000サンプルに対し、肩・首に持続する1日以上のある痛みのある被験者をスクリーニングし、個人の特性として制御焦点理論により、促進焦点を持つ消費者と予防焦点を持つ消費者の2群を本調査対象とした。

本調査では2,069サンプルについて、製品説明を2パターン作成し提示した。1つは、アプリを利用することにより、健康増進がもたらされることを説明したもの、もうひとつは、アプリを利用することにより疾患予防につながることを説明したものである。それを読んでもらった上で、利用時の機能の重視度、アプリの利用意向、継続意向、他者への推奨意向を聞き、制御焦点の違いがその後の評価にどのような影響を与えるのかを検証した。

### (3) 頸肩部 MSD の発症予測モデルに基づく改善志向型アプリの検討・開発(研究3)

研究2で抽出された製品機能のアプリ実装仕様を作成した。また、改善志向型アプリの重要な基本要素となるシミュレーション機能の実装に際しては、頸肩部MSD症状を包括的にリスク評価可能とするために実生活環境下において多様なライフログ・データを収集・分析した。健康な男性オフィス労働者および営業職に従事している人200名を対象に、旧バージョンの学術研究用ライフログ計測ソフトMotionLogger Ver.1.5を自身のスマホにインストールしてもらい、7日間(勤務日・休日含む)のライフログ・データを収集した。本研究は名古屋市立大学医学系研究倫理審査委員会の承認を得て実施した(管理番号60160123)。

## 4. 研究成果

### (1) 技術革新による労働形態の多様化の動向調査（研究1）

クラウドワーク従事者の作業空間、当該環境の特徴について整理した。ヒアリング調査を実施した4人の業種は、プログラマー、観光業、建築士、保険業であった。それぞれが、自宅、コワーキングスペース、カフェなどで仕事をしており、主な使用機器は、ノートPCであった。全員が会社勤めから独立した人で、会社勤めをしていた際の知識や経験を活かしていた。喫茶店・ファミレス・ネットカフェやカラオケなど、多様な空間を仕事場として活用していること、また、それらの多くの空間では机・椅子の調整といった作業環境調整の自由度はほとんどなく、コミュニケーションも希薄となりがちになる特徴が示唆された。

椅子や机の高さに関しては、差尺が24cmと比較的短いカラオケ店や36cmと比較的長いファーストフード店などが見られ、机と椅子の高さが調整できない状況の中、自身の身体寸法に合わない状態で作業している場合も多いことと推測される。照度については、130lx程度しかなくカフェも散見された。この状態は今から45年以上も前に施行された事務所衛生基準規則の基準にすら達していないことになる（事務所衛生基準規則では、普通の作業では150lx以上の定めがある）。図書館、フリースペースでは約600~5600lxと幅があり、太陽光による採光が強すぎる状況も発生していた。自宅では、こたつ、台所のテーブルなどで作業が行われている状況も見られ、照度も200~1600lxとまちまちであった。

作業場は、クラウドワーカー自身が、比較的自由に選択できる要素である反面、自身の安全衛生に関する関心が低いと、適切な場面を選択できないばかりか、作業に向かない場所で仕事をするのが常態化し、MSDを誘発する可能性がある。自分たちの作業する空間を適切に調整する必要性についてはほとんど意識がされておらず、管理監督者の存在しないフリーランス従事者への労働安全衛生教育は大きな課題である。クラウドワーク従事者はスマホ・タブレット端末などを活用して仕事をするため、それらメディアを通じた作業管理・労働衛生教育の展開はひとつの可能性があると言える。

### (2) マーケティング理論を応用した改善志向型アプリの仕様検討（研究2）

本研究の結果以下の二点が明らかとなった。第一に、利用意向、継続意向、推奨意向につながる機能がどのような機能が明らかになった。このことは、今後のアプリのリリースに向け、どの機能を実装すべきか（どの機能を実装すべきでないか）を判別するのに役立つ。第二に、製品説明について、健康増進の製品説明を読んだ消費者と、疾患予防の製品説明を読んだ消費者には、継続意向、利用意向、推奨意向に影響を与える機能が異なることが示唆された。特に、健康増進の製品説明を読んだグループでは、今後の自身の健康についての情報が利用意向、推奨意向、継続意向につながるのに対し、疾患予防の製品説明を読んだグループでは現在の生活改善のための情報を提示することが利用意向、推奨意向、継続意向につながるということがわかった。このことから、今後のアプリのリリースに向け、実際の利用者に対してどのような製品説明を行うことが効果的かを検討することができるだろう。

### (3) 頸肩部 MSD の発症予測モデルに基づく改善志向型アプリの検討・開発（研究3）

適確基準に合致する登録者数 12,977名（新規募集による新規登録者含む）の中から本調査への応募告知を送付、応募者数は1,587名。その中から無作為に362名を声かけし、参加者200名を得た（適確基準を満たしていても、事前にアプリをインストールがうまくいかないケース・データ収集ができないケースもあったため、200名を確保するために声かけ人数は362名に上った）。

それらデータを用いて、頸部屈曲角度・累積利用時間・スマホ依存度・頸部支持重量等を包括的・経時的に計測する機能、頸肩部MSD症状のシミュレーション機能などの評価アルゴリズムを開発した。研究2で評価した利用意向・継続意向要素として作用する機能をアプリ仕様に落とし込み、新Motion Logger( 版)を開発した( 図1)、動作環境はAndroid ver.5以降でセンサー内蔵のスマホ端末で動作する。実装モードは、1) エンドユーザモード(8週間自己管理型): 頸肩部MSDの原因と改善対策を自主的に検討する事を目的としたセルフ・マネジメントツール、2) 診断用モード(7日間計測モード): 学術研究用モードで1計測バッテリー(7日間連続計測)単位で高サンプリングレートによる各種センサー情報の収集が可能、3) 詳細診断モード(6分歩行テスト): 加速度・ジャイロセンサーを用いた歩容解析(Gait analysis)用モードで6分歩行の時系列サンプルデータ(50msec)を収集可能な3モードが実装されている。エンドユーザモードは、頸肩部MSDの原因と改善対策を自主的に検討する事を目的としたセルフ・マネジメントツールであり、8週間のプログラムとなっている。



図1 MotionLogger 版

アプリをインストールすれば自動で各種ログを集計，頸肩部 MSD への関与が疑われる多様な共変量を時系列的データとしてパフォーマンスをユーザ自身が確認できる．人間工学・マーケティング・行動科学理論を応用した各種仕様設計となっている．

## 5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

- 1) 松田文子，自宅型テレワークの作業環境に関する状況と健康上の課題，安全と健康，20(3):43-45, 2019 (査読無)
- 2) Takeshi Ebara, Ryohei Azuma, Naoto Shoji, Tsuyoshi Matsukawa et al.(計 8 名), Reliability of smartphone-based gait measurements for quantification of physical activity/inactivity levels, Journal of Occupational Health, 59:506-512, 2017, doi: 10.1539/joh.17-0101-0A (査読有)

〔学会発表〕(計 14 件)

- 1) 榎原 毅「スマホ内蔵センサーを用いた頸部痛のリスク推定・自己管理ツール(シンポジウム: センサー技術が拓く身体負担の可視化技術: 作業関連運動器疾患の新解析アプローチ)」第 92 回日本産業衛生学会，(2019/5/22-25，於: 名古屋)
- 2) Takeshi Ebara, Ryohei Azuma, Naoto Shoji, Tsuyoshi Matsukawa et al.(計 8 名), Recall biases in self-reported total sedentary time, The 29th China-Korea-Japan conference on occupational health, 2019/4/21-23, Nanjing, China
- 3) 榎原 毅「スマートフォン使用が頸部筋骨格系症状に与える影響 - ライフログセンサー解析による客観評価 - 」第 20 回作業関連性運動器障害研究会，(2019/2/16，於: 産業医科大学)
- 4) 榎原 毅「センサー技術を活用した WMSDs ライフログ・データ解析の可能性(ミニシンポジウム: センサー技術が拓く WMSDs 解析の新アプローチ)」，第 18 回作業関連性運動器障害研究会(2017/12/2，於: 名古屋市立大学)
- 5) 榎原 毅「スマホ内蔵センサーによるライフログ・データ解析の産業保健応用」平成 29 年度日本産業衛生学会東海地方会学会(2017/11/11，於: 名古屋市立大学)(シンポジウム: 携帯型デバイスが拓く産業保健活動の新たな可能性)
- 6) Shota Yamada, Takeshi Ebara, Naoto Shoji, Tsuyoshi Matsukawa et al.(計 7 名), Relationship between cervical flexion angle and smartphone holding angle in the sagittal plane, The 27th Japan Korea China Conference on Occupational Health, (2017/5/31-6/2, Sapporo Hokkaido, Japan.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

該当なし

取得状況(計 0 件)

該当なし

〔その他〕

ホームページ等

<GooglePlay アプリダウンロードサイト>

[https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.co.smb\\_inc.motionloggerR2&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.co.smb_inc.motionloggerR2&hl=en_US)

## 6．研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 松河 剛司

ローマ字氏名: MATSUKAWA, Tsuyoshi

所属研究機関名: 愛知工業大学

部局名: 情報科学部

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 30580518

研究分担者氏名: 松田 文子

ローマ字氏名: MATSUDA Fumiko

所属研究機関名：公益財団法人大原記念労働科学研究所

部局名：研究部

職名：主任研究員

研究者番号（8桁）：40399340

研究分担者氏名：山本 奈央

ローマ字氏名：YAMAMOTO Nao

所属研究機関名：名古屋市立大学

部局名：大学院経済学研究科

職名：准教授

研究者番号（8桁）：70551662

研究分担者氏名：庄司 直人

ローマ字氏名：SHOJI Naoto

所属研究機関名：朝日大学

部局名：保健医療学部

職名：講師

研究者番号（8桁）：40783353

研究分担者氏名：石井 賢治

ローマ字氏名：ISHII Kenji

所属研究機関名：公益財団法人大原記念労働科学研究所

部局名：研究部

職名：研究員

研究者番号（8桁）：70422079

## (2)研究協力者

研究協力者氏名：上島 通浩

ローマ字氏名：KAMIJIMA Michihiro

研究協力者氏名：山口 知香枝

ローマ字氏名：YAMAGUCHI Chikae

研究協力者氏名：秋山 知大

ローマ字氏名：AKIYAMA Tomohiro

研究協力者氏名：東 凌平

ローマ字氏名：AZUMA Ryohei

研究協力者氏名：野村 将人

ローマ字氏名：NOMURA Masato

研究協力者氏名：栗原 崇浩

ローマ字氏名：KURIHARA Takahiro

研究協力者氏名：山田 翔太

ローマ字氏名：YAMADA Shota

研究協力者氏名：山本 孔次郎

ローマ字氏名：YAMAMOTO Kojiro

研究協力者氏名：松木 太郎

ローマ字氏名：MATSUKI Taro

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。