

分散型テレナーシングアプリケーションの 開発と ユーザビリティ評価

著者	亀井 智子, 橋田 浩一, 河田 萌生, 江藤 祥恵, 猪飼 やす子, 米倉 佑貴, 西村 直樹
雑誌名	聖路加国際大学紀要
巻	8
ページ	64-69
発行年	2022-03-08
URL	http://doi.org/10.34414/00016572



分散型テレナーシングアプリケーションの 開発とユーザビリティ評価

亀井 智子¹⁾ 橋田 浩一²⁾ 河田 萌生¹⁾ 江藤 祥恵¹⁾
猪飼やす子¹⁾ 米倉 佑貴¹⁾ 西村 直樹³⁾

Decentralized Telenursing Application Development and Usability Assessment

Tomoko KAMEI¹⁾ Koiti HASIDA²⁾ Aki KAWADA¹⁾ Sachie ETO¹⁾
Yasuko IGAI¹⁾ Yuki YONEKURA¹⁾ Naoki NISHIMURA³⁾

[Abstract]

We developed a decentralized telenursing smartphone application for observing the health and symptoms of people who are positive for coronavirus infections and evaluated the application usability tested by healthy adults. The application operates on a decentralized PDS (personal data store) called PLR (personal life repository) and uses end-to-end encryption to securely share data via Google Drive. The study participants were requested to use this application twice a day for 14 days to input body temperature, other measurements, and symptom observation. We analyzed 15 participants who completed the survey, with the median age of 48.0 years-old (ranged 34-77 years-old). As a result, we were able to confirm high usability for input items, input methods, input screens and overall usability. However, issues such as line spacing, character size, and presentation order of answer options were pointed out. Also elucidated was the need for adjusting the character size according to the age of the users. When implementing telenursing that utilizes this system for telemonitoring in the future, it is necessary to consider the flow of cooperation with public health centers and hospitals, as well as a method to quickly detect people with symptom exacerbations when applied to a large number of users.

[Key words] Telenursing, Smartphone Application, Health Monitoring, Usability Assessment.

[要旨]

新型コロナウイルス感染症陽性者の健康・症状観察用に、分散型テレナーシングスマートフォンアプリケーションを開発し、一般成人を対象としてユーザビリティ評価を行った。このアプリケーションはPLR (personal life repository) という分散PDS (personal data store) に基づいて動作し、Googleドライブを介してend-to-endの暗号化により安全にデータを共有する方法をとっている。これを研究参加者自身で1日2回、14日間使用して、症状観察結果の入力を依頼し、調査を完了した15名、年齢中央値48.0歳(範囲34歳～77歳)を分析した。その結果、入力項目、入力方法、入力画面、総合評価について、高いユーザビリティを確認できた。しかし、回答選択肢の提示順序の統一化、行間や文字サイズが小さいという指摘などがあった。また、利用者の年齢に応じた文字サイズの調整が必要であることが判明した。今後本システムを遠隔モニタリングに活用したテレナーシングを実装する場合、保健所や医療機関などとの連携フロー、および多数のユーザーに適用する場合の症状変化者の特定を迅速に行う方法などを検討する必要がある。

-
- 1) 聖路加国際大学大学院看護学研究科・St. Luke's International University, Graduate School of Nursing Science
 - 2) 国立研究開発法人理化学研究所革新知能統合研究センター・RIKEN Center for Advanced Intelligence Project (AIP)
 - 3) 聖路加国際病院呼吸器内科・St. Luke's International Hospital, Department of Pulmonary Medicine

受付 2021年10月19日 受理 2021年11月16日

【キーワード】 テレナーシング, スマートフォンアプリケーション, 健康観察, ユーザビリティ評価

I. はじめに

2019年末から世界的感染拡大を引き起こしている SARS-CoV-2ウイルス関連感染症（以下、COVID-19）¹⁾ は未だ収束の見込みがなく、人々への長期的な心身社会的な影響が懸念されている²⁾。ウイルスは新規変異を伴って若年層の陽性者が増えるなど^{3) 4)}、多年齢層へのアプローチが重要となっている。2021年10月14日現在、わが国の COVID-19陽性者数は、累積171万人、死亡者数は1万8,020人と報告されている⁵⁾。このうち、2021年1月以降に COVID-19緊急事態宣言が発令された16都道府県において自宅や宿泊施設で療養中、あるいは入院待機中に症状が悪化して死亡した人は、少なくとも119人と報告⁶⁾されているが、実態はさらに多い可能性もあることが指摘されている⁶⁾。

COVID-19陽性者に生じる症状では、発熱・咳・息切れのいずれかが70%であるほか、筋肉痛、頭痛、味覚障害など多様であり、高齢者、基礎疾患のある者では、致死率が高い⁴⁾。感染症法により、COVID-19患者・疑似陽性患者に入院措置が取られるが、入院ベッドに空きがない場合、宿泊療養施設に待機となるか、やむを得ず自宅待機となっている⁷⁾。しかし、COVID-19の病態では、サイトカインストームや血管内皮障害などにより血栓が生じ、病状急変が生じる可能性がある⁴⁾。そのため、感染症初期からの症状の継続的な観察は重症化を早期に発見する上では極めて重要である。しかしながら、現在の観察の方法としては、ほとんどが電話による確認に限られている。

筆者らの研究チームでは、これまで開発した「在宅モニタリングに基づくテレナーシング」⁸⁾の方法に加え、複数のデータベース間のデータを連携する「分散型データ」を結合する技術を混合し、主として自宅療養中の COVID-19陽性者の健康・症状観察に応用できないかと考え、本開発を行った。

本報告では、これら分散型テレナーシングシステムの実運用の可能性、および症状観察項目への回答方法や選択肢の妥当性について成人一般市民を対象としたユーザビリティ評価の結果、および必要な改善課題について述べる。

II. 開発したアプリケーションの概要

本研究は、個人が所有するスマートフォンを用いて、PCR 検査結果陽性者が自宅や宿泊施設待機中に看護師が

健康観察を行うための分散型テレナーシングアプリケーションを開発するものである。

このアプリケーション「Personary」は、PLR (personal life repository) という分散 PDS (personal data store: パーソナルデータを原則として本人だけが管理するツール) に基づいて動作する。「分散型」とは、パーソナルデータの管理が個人に分散しているということである。PLR クラウド (PLR の利用者の間でのデータ共有に用いるサーバ) は単なるストレージでも良いので、現在は Google ドライブを用いている。PLR クラウドに格納される非公開データの暗号化 (end-to-end の暗号化) により、PLR クラウドの運営者 (Google など) にはデータの内容がわからないので、データの管理者はデータ主体本人のみである。また、各利用者の PLR クラウドの領域は当該利用者が管理するので、Personary など PLR に基づくアプリとサービスの提供者にはその運用コストがかからない。したがって利用者数が数十でも数十億でも運用コストは変わらず、また同様に安定稼働するものである。Google ドライブなどのパブリッククラウドストレージは 1 秒間に 2 回少々までという通信制限がかかっているが、各利用者による他の利用者とのデータの送受信は 1 秒間に 2 回よりはるかに少ないので、医療システムを含む業務システムや SNS など人間同士の相互作用を支援する情報システムはすべて PLR に基づいて実現できる。なお、医療情報に関するいわゆる 3 省 3 ガイドラインは医療機関等の事業者に適用されるものなので、個人が運用する PLR には適用されないが、PLR は 3 省 3 ガイドラインが要求するセキュリティ等を満たしている。

Personary は Flutter/Dart で開発しているので、モバイル端末でも PC でも動作する。オントロジー (データのスキーマ) やスタイルシートを設定することによって簡単にデータの仕様やユーザインタフェースをカスタマイズする機能を備えており、今回のテレナーシングアプリケーションもその機能を用いて開発した。つまり、このアプリケーションは Personary に COVID-19 のテレナーシングのためのオントロジーとスタイルシートを設定したものであり、その際に Flutter/Dart によるコーディングは行っていない。オントロジーは 300 行程度のスプレッドシートであり、そのうち約 200 行は薬剤のリストである。スタイルシートは最近 5 日間の体温、呼吸、脈、SpO₂、体調のグラフを表示するもので、9 行のスプレッドシートである。

使用方法は、利用者自らが一日 2 ~ 3 回 COVID-19 に関連する健康・症状を自身で確認し、体温などの計測結

果や息切れの程度などを入力後、送信する。本人が情報共有を許可した場合、看護師が、それらの情報を確認・評価することができ、必要な看護対応を行うシステムを想定している。

Ⅲ. 方法

1. 対象：下記のすべての条件を満たす者を本研究への参加対象とした。①20歳以上でスマートフォンを自己所有している、②自身でアプリケーションをインストールできる、③インストール日以降、14日間にわたり一日2回、アプリケーションの使用に協力できる、④事前・事後アンケート調査に電子的に回答が可能である者とした。必要サンプル数は、Nielsen & Landauer⁹⁾をもとに、ユーザビリティの問題を85%検出するために必要なサンプル数 $\lambda = 0.20$ と見積り、脱落率10%と予想して、リクルート者数は22人と算出した。研究参加者のリクルートは、本学健康ナビスポット（るかなび）を中心に行った。

2. 方法：調査方法は下記のように行った。

1) 事前アンケート調査：研究参加者の属性、スマートフォン利用期間、主に利用中のアプリケーション数などを収集した。

2) 本アプリケーションのダウンロード：研究者の補助の下、Google Playストア、またはAppストアから「Personary2021」をダウンロードし、それをGoogle上の「COVID-19テレナーシング」と「お友達」として連携し、設定完了とした。

3) モニタリング項目と方法：健康・症状観察項目は、厚生労働省「新型コロナウイルス感染症診療の手引き第5版（当時）」⁴⁾を参照し、東京都「新型コロナウイルス感染症患者の宿泊施設療養／入院判断フロー（ver3）」¹⁰⁾を加味して決定した。個人情報の登録項目は、基礎疾患、年齢、身長・体重、喫煙、免疫抑制剤・抗がん剤の使用、妊娠後期であるかとし、日々の健康・症状観察項目は、体温、呼吸数、脈拍数、経皮的酸素飽和度、息切れ、咳、痛み、くしゃみ、鼻水、味覚、嗅覚、下痢、睡眠の程度、総合的な体調の自己評価（0～10点）とした。一日2回（午前・夕方）、「スクリーニング」ボタンを押下後、画面に表示される症状観察項目に沿って自身で入力・選択回答を行い、送信する方法をとった。データのグラフは本人、および管理者が閲覧でき、情報共有による保健指導に活用することが可能である（図1）。



図1 スマートフォンアプリケーションの画面

4) ユーザビリティ評価の方法：研究協力者がアプリケーションを14日間使用した後、使用経験に基づいて、次の5点について使い勝手の評価を依頼した。①入力項目、②入力方法、③入力画面、画面遷移に関する適切性評価（0：非常に不適切～10点：非常に妥当、整数で評価）とその理由、④回答に迷った項目があった場合、その理由、⑤自由意見とした。回答はweb上のフォームを用いて収集した。

3. 倫理的配慮

本研究への参加・協力は自由意思により行うよう説明した。研究参加申し込み者には、研究目的等を文書を用いて説明し、任意で同意を得た場合、同意書を交わした。また、同意後の研究協力の撤回は自由に行えることを保証した。アプリケーションの設定に支援が必要な場合には、研究者が立ち会って直接補助した。データの閲覧は、研究者と本人のみが行えるようにし、研究協力期間の終了後は、アプリケーションのアンインストールを依頼した。

本研究は所属大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号：21-A029）。

IV. 結果

1. 対象者の概要：研究参加に同意した者は16人，うち調査を完遂した15人（完遂率93.8%）を分析した。対象者の年齢は，中央値48.0歳，性別は女性80%であった。スマートフォンのオペレーションシステム（OS）は，Android と iOS がほぼ半数ずつであった。スマートフォン利用歴は中央値9年，一日のスマートフォン利用時間は中央値2時間，一週間に利用するアプリケーション数は中央値5，うち健康関連のアプリケーション数は中央値0であった。健康への関心は全員が「とてもある」または「少しある」とし，コロナ禍で自身の健康への関心の程度が向上したと回答した者は12人（80%）であった（表1）。調査期間中の症状変化（悪化）は認めなかった。

表1. 対象者の特性

n=15

項目	回答/中央値	範囲
年齢（歳）	48	34~77
性別 人（%）	男性 3 (20.0) 女性 12 (80.0)	-
スマートフォンのOS 人（%）	Android 7 (46.7) iOS 8 (53.3)	-
スマートフォン利用歴（年）	9	2~15
スマートフォン利用時間（時間/日）	2	0.5~5
アプリケーション利用数（種類/週）	5	0~10
健康関連アプリ利用数（種類/週）	0	0~2
健康への関心 人（%）	とてもある 10 (66.7) 少しある 5 (33.3)	-
コロナ禍での健康への関心の変化 人（%）	高まった 12 (80.0) 変化なし 3 (20.0)	-

2. ユーザーのアドヒアランス：研究参加者の年代別アドヒアランス（調査期間中の健康・症状モニタリングデータ送信回数/調査日数×2）は，中央値100%（範囲77.4~100%）であった。アドヒアランス89%以下は2名で，年代はいずれも30~40歳代であった（表2）。データ欠損は朝4人（延べ7回），夕5人（延べ11回）であった。

3. ユーザビリティ評価（表3）

各評価項目の評価点数（10点満点）を回答中央値を考慮して8点をカットオフ値とし，8点以上と7点以下に区分して，その評価理由を分析した。その結果から，8点以上と評価した理由には，肯定的な理由が記述され，7点以下の評価では，改善意見が記述されていたことが判明した（表3）。

表2. アドヒアランスの結果

n=15

アドヒアランス	人数（%）	年代内訳	人数（各年代の%）
100%	9 (60.0)	30~40歳	5 (62.5)
		50~60歳	2 (66.7)
		70歳以上	2 (50.0)
90~99%	4 (26.7)	30~40歳	1 (12.5)
		50~60歳	1 (33.3)
		70歳以上	2 (50.0)
89%以下	2 (13.3)	30~40歳	2 (25.0)

1) 入力項目について

評価点の中央値は8.0であった。8点以上評価群の評価理由では「項目数が多すぎず回答しやすい」「やや多いが新型コロナの間診としては適切」という回答であった。7点以下の評価群の理由では「少し項目が多い」「午後の入力では，睡眠をどう回答したらよいか悩んだ」（2名）「その他の症状の選択肢があると良い」という回答が挙げられた。

2) 入力方法について

評価点の中央値は7.0であったが，範囲が3~10と幅広かった。回答しやすいという意見があった反面，7点以下の評価群の理由では「体温の小数点が入力しづらい」（3名），「症状回答選択肢は，「なし」から始めるように統一したほうが良い」（2名）という回答が挙げられた。

3) 画面構成について

評価点の中央値は7.0であった。スマートフォンの一面面で見られて良いという意見があった反面，7点以下の評価群の理由では「1画面に全ての項目が表示されるレイアウトにした方が良い」「入力枠が小さい」「症状項目間の間隔が狭い」「入力漏れの表示は最後でなく，その項目のところが良い」が挙げられた。

4) 総合評価について

評価点の中央値は8.0でアラーム機能の希望が挙げられた。

5) 回答に迷った項目とその理由について

「睡眠」「呼吸」「体温」「味覚」「嗅覚」「くしゃみ・鼻水・咳」「痛み」について指摘があった。睡眠では「午睡をしないので，夕方の回答ではどう回答したらよいかわからなかった」，呼吸では「意識してしまうと正確に回数がわからなかった」，体温では「小数点が入力しづらい」，味覚・嗅覚では「回答選択肢が反転していて戸惑った」，くしゃみ・鼻水・咳では，「ほんの少しある場合の選択肢がない」，痛みでは「頻度よりも増強していることを回答したほうが良い」という理由が挙げられた。

6) その他の改善点について

「スクリーニング」という用語はわかりにくい」「毎回全部の項目を埋めるのは億劫。ステップ1で症状に著変があるかを問い，ステップ2で具体的な症状を問う形式

表3. ユーザビリティの結果と改善意見

n=15

評価項目	中央値(範囲) [†]	区分 ^{††}	評価理由(複数回答は統合して表示)
入力項目	8 (4~10)	≥8	<ul style="list-style-type: none"> 項目数が多すぎず、網羅されていて回答しやすい 項目がやや多いが、新型コロナ肺炎の間診としては適切 意識していなかった自身の体調が客観的によく分かって良い
		7<	<ul style="list-style-type: none"> 少し項目が多い 夕方の回答では、午睡していないので、睡眠の回答に困った (n=2) 回答方法を点数か感覚か統一して欲しい 「その他の症状」の選択肢があると良い
入力方法	7 (3~10)	≥8	<ul style="list-style-type: none"> 迷うことなく入力できた 測定値の入力か回答選択式であったので大変回答しやすかった
		7<	<ul style="list-style-type: none"> 体温の小数点が入力しにくい (n=3) 回答選択肢の順序は統一して欲しい (n=2)
画面構成	7 (3~10)	≥8	<ul style="list-style-type: none"> スマートフォンの一画面で見られる内容であるので良かった スムーズに入力できた
		7<	<ul style="list-style-type: none"> スマートフォンの一画面に収まるレイアウトにして欲しい 入力枠が小さく、見にくい。隣の項目に回答してしまう (n=2) 体温の小数点が入れられなかったので面倒であった 回答選択肢の順序は統一して欲しい (n=2) 入力漏れの表示は最後でなく、その項目のところで示した方が良い あらゆる世代を対象とするならば、画面をもう少しわかりやすく 項目ごとに1~10の数値が表示されていてそれをタップする方法が良い
総合評価	8 (5~10)	—	<ul style="list-style-type: none"> アラーム機能があると良い (n=2)
回答を迷った項目	睡眠		<ul style="list-style-type: none"> 夕方の回答では、午睡していないので、睡眠の回答に困った (n=5)
	呼吸		<ul style="list-style-type: none"> 意識してしまうと正確な数がわからない (n=4)
	体温		<ul style="list-style-type: none"> 小数点を入力しにくい (n=2)
	味覚・嗅覚		<ul style="list-style-type: none"> 回答選択肢の順序が反転して戸惑った (n=2)
	くしゃみ・鼻水・咳		<ul style="list-style-type: none"> 「ほんの少しある」「普段からない」の回答選択肢に困った (n=2)
	痛み		<ul style="list-style-type: none"> 痛みの頻度よりも増強していることを回答したほうがよい

†, 0~10点の整数評価; ††, 評価点8点をカットオフ値として区分

がよいと思う」「最初の(アプリの)ダウンロードが難しい」「QRコードを読み込んだら直ぐ使用できるような簡便な方法が良い」「数字入力はスクロールして選択する方法にした方がよい」などが挙げられた。

V. 考察

本開発の特徴は、コロナ禍における健康観察や

COVID-19陽性時の症状観察とモニタリングを各自のスマートフォンを用いて自身で行いながらも、本人が許可する場合、看護師などと情報を共有することができ、遠隔モニタリングによるテレナーシングに今後活用することができ、かつこれらの情報連携に費用を要しない方法を開発した点である。しかしながら、この方法はGoogleドライブを用いるため、Googleのアカウントを持たないユーザーについては新たにアカウントを作る手間がかかる。

今回の研究参加者は34歳~77歳と幅広い年代層に分布した。年代にかかわらず、スマートフォン使用歴は約9年、一日スマートフォン使用時間は2時間程度であり、先行調査¹¹⁾と同様の傾向であり、スマートフォン操作は日常化している者であったと考えられる。実際、アドヒアランスはほとんどの者が90%を超えており、89%以下を示したのは、30~40歳代の若年群のみとなっていた。アドヒアランスの高さの背景には、コロナ禍による健康への関心の高まりがあるものと考えられた。

これらのユーザーによる14日間の利用を経たユーザビリティ評価からは、入力項目、入力方法、画面構成、総合評価点とも、中央値7~8点と高い結果が得られた。しかし、7点以下の評価者では、その評価理由に全て改善を希望する意見が回答されていたという特徴があった。主に、症状項目が多いと感じた者があったこと、回答選択の順序の統一化への意見、数値情報は数字の打ち込みでなく、スクロール式の選択回答にすること、夕方の入力では、睡眠の回答に迷うことや一部の症状の回答選択肢の修正という内容であった。また、約11インチ程度のスマートフォンの1画面に項目が全て収まっている者とそうでない者の両者があることが判明した。これはスマートフォンの機種にも依存するが、1画面に多くの項目をレイアウトしようとするれば、行間を狭くせざるを得ない。その結果、回答時の画面タップ操作にストレスが生じる誘因となっている様子がうかがえた。50歳代以降手指の巧緻性は低下し、認知機能とも相関する¹²⁾ことをふまえ、最大表示項目数、文字のサイズの自由度を今後検討する必要がある。また、アプリのダウンロードおよび初期登録では「お友達」になるための操作が現時点ではボタン位置がわかりづらいため、設定時のガイダンスが必要であった。今後、操作の簡略化も検討する必要性があると考えられた。

本研究の限界として、次のことが上げられる。まず、スマートフォンの利用初心者など、機器操作に不慣れな者であっても同様のユーザビリティが得られるか、検討が必要である。また、今回は健康成人を対象としたが、COVID-19陽性者へ適用する際には、ダウンロードのタイミングと情報連携のフローを検討しなければならない。

今後の課題としては、テレナーシングを行う上で遠隔

モニタリングとして本アプリケーションを利用する場合には、多数の利用者のモニタリングを容易に行うためのテレナス用の管理画面が必須となる。さらに、保健所、および医療機関等との連携や症状変化時の対応方法を決めておくことが不可欠である。そして、多数のユーザーの中から、症状変化者の判定を速やかに行うための自動化の開発などによって、本アプリケーションの活用が広がることが期待できると考えられた。

謝 辞

本研究にご協力いただいた市民の方々、聖路加健康ナビスポット（るかなび）の方々に深謝します。本研究は2021年度理化学研究所研究費を得て実施した。

利益相反

本研究の実施において、筆頭著者、および共著者全員について、申告すべき学術的・経済的利益相反はない。

著者資格

TKは、研究デザインの立案、データ収集の進捗管理、データ解析、原稿執筆を行った。HKは、研究着想、およびシステム開発、アプリケーションダウンロードのフロー作成、研究への助言を行った。AK, SE, YI, YYは、対象者のリクルート、ダウンロード補助、およびデータ収集を行った。NNは、アプリケーションに搭載する症状項目等の助言を行った。すべての著者は最終原稿を読み、承認した。

引用文献

- 1) World Health Organization. (2019). Coronavirus disease (COVID-19) pandemic [Internet]. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> [cited 2021-07-18]
- 2) Ey Japan. 新型コロナウイルス感染症による影響シリーズ [Internet]. <https://www.eyjapan.jp/covid-19/index.html> [参照 2021-07-18]
- 3) 国立感染症研究所. 感染・伝播性の増加や抗原性の変化が懸念される新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) の新規変異株について (第8報)

- [Internet]. <https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ka/corona-virus/2019-ncov/10280-covid19-41.html> [参照 2021-07-18]
- 4) 厚生労働省. 新型コロナウイルス感染症診療の手引き第5.3版. 厚生労働省. 2021. p. 1-68.
 - 5) 厚生労働省. 国内の発生状況 [Internet]. <https://www.mhlw.go.jp/stf/covid-19/kokunainohasseijoukyou.html> [参照 2021-10-14]
 - 6) 東京新聞. コロナ感染の自宅死全国で119人医療逼迫の実態浮き彫り 2021年6月11日記事 [Internet]. <https://www.tokyo-np.co.jp/article/109879> [参照 2021-10-14]
 - 7) 厚生労働省. 新型コロナウイルス感染症対策アドバイザリーボードの資料等 (第1回～第20回アドバイザリーボード) [Internet]. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000121431_00093.html [参照 2021-10-14]
 - 8) Kamei T, Yamamoto Y, Kanamori T, et al. Detection of early-stage changes in people with chronic diseases: A telehome monitoring-based telenursing feasibility study. *Nurs Health Sci.* 2018; 20(3): 313-22. <https://doi.org/10.1111/nhs.12563>
 - 9) Nielsen J, Landauer TK. A mathematical model of the finding of usability problems. In *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '93)*. ACM, New York, NY, USA, 1993. p.206-13.
 - 10) 東京都. 新型コロナウイルス感染症患者の宿泊施設療養／入院判断フロー (ver3), 2020 [Internet]. https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/012/484/24kai/202012177.pdf [参照 2021-10-14]
 - 11) MMD 研究所. 2020年版：スマートフォン利用者実態調査2020 [Internet]. https://mmdlabo.jp/investigation/detail_1912.html [参照 2021-10-14]
 - 12) 坪井章雄, 門間正彦, 河野豊ほか. 健常者における手指巧緻動作と認知機能の関連. *厚生*の指標. 2013; 60(1): 10-1.