

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：53203

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11316

研究課題名（和文）在宅COPD患者の包括的リハビリテーション遠隔支援システムの構築と実用性の検証

研究課題名（英文）Development and Practicality of a Remote Support System for Comprehensive Rehabilitation of Home Care Patients with COPD

研究代表者

大橋 千里（Ohashi, Chisato）

富山高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：60462131

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は在宅高齢COPD患者のフレイル予防を目的にタブレット端末を用いた遠隔健康管理支援システムを開発し、その実装実験を2名の患者を対象に実施した。1名はシステム使用前と使用後で身体活動量の有意な増加が認められた。また、もう一人は有意差はなかったが増加傾向にあり、患者らの健康に対する行動変容を確認した。本研究結果はICT機器を介して患者と支援者を繋ぐことにより、遠隔においても患者の身体的な支援だけでなく心理社会的な支援の可能性を見出すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は身体的制約により社会参加が難しい在宅高齢COPD患者の健康づくりのためのシステム開発を行い、一定の効果を確認した。くしくも研究期間はコロナ禍と重なり、新型コロナウイルス感染症による重症化リスクの高いCOPD患者のコロナ禍のQOLの変化についても明らかにした。在宅高齢患者だけではなく、国民全体の社会参加の機会が大きく減少した中で、この研究目的の根源であるICT機器で遠隔の人と人の心を繋ぐというコンセプトは、これからの新しい時代に求められるニーズ、価値観であり、そのケーススタディとしても本研究は社会的意義のある成果を残すことができた。

研究成果の概要（英文）：COPD is known to cause the onset of frailty due to limitations of physical activity (PA) in daily life and undernutrition. Here, we report the development process of a remote health monitoring and support system that employed a tablet computer that was developed to help prevent frailty in elderly home-care patients with COPD, and the results of its use by two patients. There was a significant increase in PA duration in one participant between before and after use of the system, although the difference was not statistically significant. The system enabled recognition of patients' behavior modifications to promote health. It is difficult to obtain quantitative data for health support, such as for respiratory rehabilitation in elderly COPD patients living at home. However, the present results suggest that virtually connecting patients with their support networks via information and communication technology (ICT) equipment provides support for the physical aspect of their care.

研究分野：健康運動学

キーワード：COPD 在宅高齢患者 遠隔健康支援システム フレイル予防 健康モニタリング

## 1. 研究開始当初の背景

慢性閉塞性肺疾患 COPD は、身体活動 (PA) の制限や栄養不足により、QOL の低下やフレイルの発症を引き起こす。

厚生労働省は、COPD への対策は国民の健康寿命の延伸を図る上で重要な課題であるとしているが、2020 年 12 月の調査では、認知度は 28%にとどまっている<sup>1)</sup>。このことから多くの日本人は自覚症状があるにも関わらず、それが COPD の症状であることを認識せず、診断や治療の開始が遅れ、重症化するリスクが高まる可能性がある。

フレイルは、健康な状態と要介護状態の中間に位置し、身体的機能や認知機能の低下し、複数の慢性疾患の併存などの影響もあり、生活機能が障害され、心身の脆弱性が出現した状態である。一方で適切な介入・支援により、生活機能の維持向上が可能な状態でもある<sup>2)</sup>。

先行研究では、COPD 高齢者におけるプレフレイルおよびフレイルの有病率は、それぞれ 56%、20%と非常に高いことが報告されている。背景には、COPD の症状である息苦しさや慢性的な栄養不足の状態を招き、また身体活動性の低下が影響するためである<sup>3)</sup>。運動療法は、COPD 患者の呼吸困難や抑うつ状態を軽減し、運動耐容能、呼吸筋力、日常生活動作 (ADL) および QOL を改善することが知られている<sup>4)</sup>。しかし、高齢者における在宅での運動療法の実施率は低いのが現状である<sup>4)</sup>。その理由の一つとして、社会・地域からの疎外感から運動療法の実施意欲が低下すると考えられる。

最近の研究では、高齢者のフレイルの予防には、ボランティアや地域活動などの自主活動への参加が大きく影響していることが報告されている<sup>5)</sup>。また、自主活動に参加する高齢者は、精神的・社会的健康度が高く、高次の生活機能の低下を抑制することが明らかになっている<sup>6)</sup>。したがって、高齢 COPD 患者のフレイル予防を目的とした健康支援には、運動、栄養、社会参加の 3 点が極めて重要であると考え<sup>5)</sup>。現在、在宅 COPD 患者を対象とした遠隔医療に関する研究が進められており、呼吸数、血圧、血中酸素飽和度などのバイタルサインのモニタリング<sup>7)</sup>、問診項目による体調の把握<sup>8)</sup>などの遠隔システムが既に開発されている。しかし、COPD 患者の多くは高齢者であるため、これらの機器の操作性、および価格を考慮する必要がある。また、在宅患者の症状の進行抑制に有効である運動に対するモチベーションの維持をサポートすることも重要である。そこで、本研究では高齢 COPD 患者の健康状態を管理しながら身体活動レベルの維持・向上を遠隔にて支援するシステム開発に取り組んだ。

## 2. 研究の目的

高齢 COPD 患者ではフレイル有病率が非常に高く<sup>3)</sup>、COPD の症状がより悪化しやすい状況にあるため、患者の症状や体調の管理だけでなく、フレイルを予防することが非常に重要である。高齢 COPD 患者のフレイルの発症や症状進行を長期的に予防するために、主治医や訪問看護師らが患者のデータを共有し、連携して患者をフォローアップする包括的健康支援システムが既に医療現場では実現されている。一方で、在宅 COPD 患者の息苦しさや呼吸困難、咳など患者の異変に早期発見・早期対応することで急性増悪を予防するためのリアルタイムでの支援が必要である。

そこで、タブレット端末を活用し、在宅 COPD 患者の体調評価・管理、身体活動性の確認などを行うことができる遠隔による健康モニタリング支援システムの開発を行い、在宅高齢 COPD 患者を対象とした遠隔健康モニタリング支援システムの臨床試験を行うことが本研究目的である。

## 3. 研究の方法

在宅高齢 COPD 患者向け遠隔健康モニタリング支援システムのデバイスはタブレット端末 (iPad) を用いた。構築するアプリケーションの開発に使用した OS は iPad OS 14 Xcode 13.0 であり、プログラミング言語は Swift 5.5 を使用した。このシステムは患者用アプリケーションと医師・看護師などの支援者用アプリから構成され、以下の 3 つの目的を達成するための機能を構築する。健康状態のモニタリング、増悪時の早期発見・早期対応、健康教育の提供。

このシステムの目標は、COPD 患者の日常の身体活動の習慣を改善し、フレイルやうつ病など他の健康問題を予防することである (図 1)。

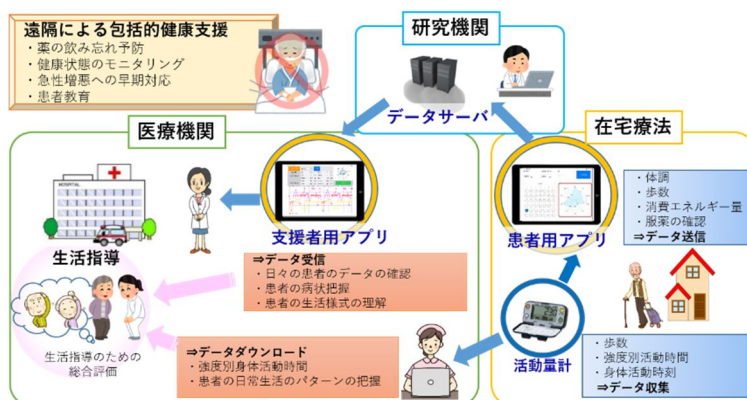


図 1 遠隔健康モニタリング支援システムの概要

(1) 遠隔健康モニタリングシステムの構築 (アプリケーションの開発)

患者用アプリケーション (体調観察および身体活動量入力)

○データ入力機能 (図2)

- 1) 症状の程度 (咳、痰、呼吸、睡眠、食欲、活力) を 6 段階で評価
- 2) 症状 6 項目の総合評価としての「健康度」を算出 (式 (1))
- 3) 薬の服用のセルフチェック
- 4) 活動量計で測定した 1 日の歩数、1 日のエネルギー消費量の入力

x; The level of the six assessment items (0 to 5)  
m; Total health index

$$m = \frac{20 (x_1 + x_2 + \dots + x_n)}{n} \quad \text{式 (1)}$$

○データの可視化機能 (図3)

- 1) アプリ上で目標歩数と目標消費カロリーを設定
- 2) カレンダー上で選択した日付の目標達成度と症状の程度をレーダーチャートで表示

支援者用アプリケーション (遠隔による患者データの確認と評価) (図4)

- 1) 患者 ID の選択
- 2) 表示する数値データの項目の選択
- 3) 指定した期間のデータを時系列グラフにて表示
- 4) 指定した期間のデータの平均値をレーダーチャートで表示

本システムの利用対象者は高齢者を想定し、操作方法はできるだけ簡単に、そして表示される情報は最小限になるよう設計した。また、患者のデータを保存し、医師、看護師、栄養士などの支援者が患者のデータにアクセスするためのネットワークサーバーを構築した。日々の症状の変化を継続的に記録することで、体調の悪化に早期発見・早期対応できるようにした。また、データを患者と支援者で共有することで、患者の状態に合わせた適切な治療方法を選択することが可能となる。

表 1 COPD 症状問診の 6 つの評価項目

Good condition	Levels	Poor condition
まったく咳が出ない	5・4・3・2・1・0	いつも咳が出ている
まったく痰が詰まった感じがしない	5・4・3・2・1・0	いつも痰が詰まっている感じがする
まったく息苦しくない	5・4・3・2・1・0	非常に息苦しい
よく眠れる	5・4・3・2・1・0	肺の状態が気になってよく眠れない
よく食べられる	5・4・3・2・1・0	肺の状態が気になってよく食べられない
とても元気だ	5・4・3・2・1・0	まったく元気がない



図2 データ入力画面 (患者用)

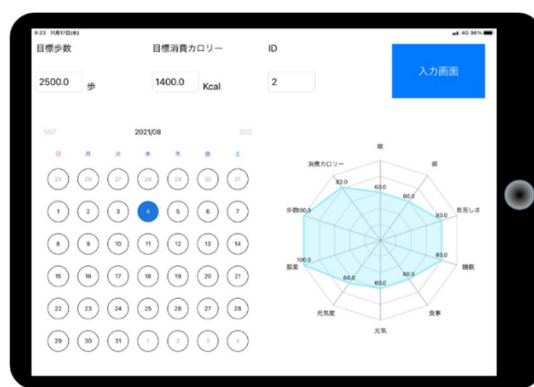


図3 カレンダーとグラフ表示 (患者用)

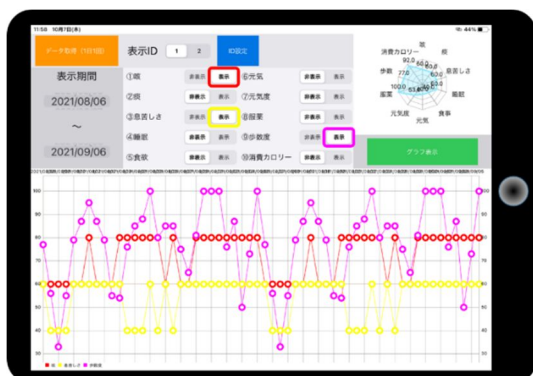


図4 患者データ確認画面 (支援者用)

(2) 遠隔健康支援システムの実装実験

本研究は、富山大学倫理委員会、富山高等専門学校倫理委員会、東長野病院倫理委員会の承認を得て実施した。実装実験の対象者は 74 歳男性 COPD 患者 A と 65 歳男性 COPD 患者 B の 2 名である。患者 A は在宅酸素療法 (HOT) を行っており、月に 1 回通院しているが、病状は安定しており、日常生活に支障はない。患者 B は HOT を行っていないが、ADL において症状は安定している。

本研究では、身体活動レベルを毎日測定するための患者の利用に対する抵抗感が低い活動量計 (スズケン社製ライフコーダ: LC) と、セルラー機能を備えた iPad を患者に使用してもらった。そして取得したデータを評価し、患者への生活指導を行った。

患者は、2021 年 1 月から 8 月までの 8 ヶ月間、毎日 LC にて身体活動量を測定した。2021 年 1



月～2月の2ヶ月間は遠隔モニタリング支援事前期間（プレ支援期間）とし、2021年3月～4月の2ヶ月は遠隔モニタリング支援期間（支援期間）とした。さらに延長して2021年5～8月の4ヶ月間（フォローアップ期間）もシステムを使用しながら測定を継続した。

プレ支援期間と支援期間で測定した歩数と身体活動時間のデータを比較して、システム利用による各患者の行動変容について身体的側面から評価した。また、プレ支援期間と支援期間の患者のALDの変化から、本システムの有用性を評価した。

本研究で取得したデータの統計処理は、SPSS ソフトウェア（SPSS 16.0 Family）を用いた。2群の比較にはパラメトリック検定を実施し t 検定を用いた。有意水準は5%未満とした。

#### 4. 研究成果

患者 A は、支援期間中の歩数および身体活動時間の平均値がプレ支援期間よりも有意に増加した。患者 B は歩数および身体活動時間の平均値は増加したが有意差はなかった（表 2）。フォローアップ期間の身体活動量の変化と、患者との面談での生活指導の内容については以下に示す。

表 2 プレ支援期間と支援期間の身体活動量の比較

対象者	歩数（歩/日）		身体活動時間（分/日）	
	プレ支援期間	支援期間	プレ支援期間	支援期間
患者 A	1243 ± 680	1954 ± 591*	15.2 ± 8.9	24.2 ± 7.4*
患者 B	3253 ± 640	3474 ± 1003	39.7 ± 8.1	42.9 ± 12.9

Data are presented as the average ± SD

\*; p<0.001

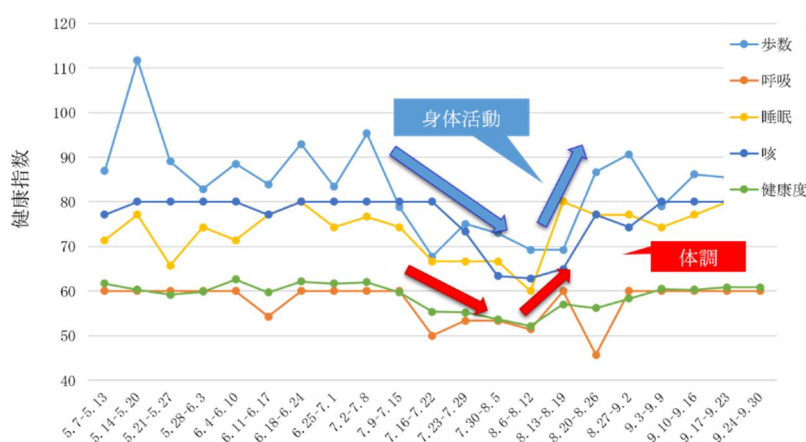


図 5 患者 A の歩数と体調に関する項目の 1 週間平均の推移

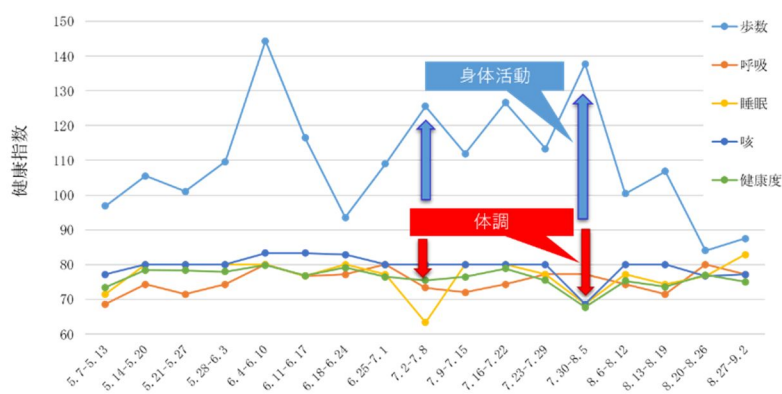


図 6 患者 B の歩数と体調に関する項目の 1 週間平均の推移

#### (1) 事例 1 (患者 A)

患者 A は咳や息苦しさなどの症状が強いときや睡眠不足のときに歩数が減少し、それらの症状の改善とともに歩数も回復傾向にあることがグラフから見て取れる。「体調が悪い日は活動を控えている」という面談時の患者 A のコメントから、体調に関する自己管理能力を備えていると推測できる（図 5）。長期間蓄積したデータを活用することで、支援者は見通しを持った生活指導など、個人の病状や生活に合った支援方法を患者と一緒に組み立てることが可能となる。

#### (2) 事例 2 (患者 B)

図 6 は、患者 B の症状に関する各項目の推移を示したものである。グラフから、患者 B の症状は歩数が多い日は悪化し、逆に歩数が減少すると回復していることがわかる。実験当時患者 B は、

定期的に勤務しており、作業内容によって身体活動の強度が高くなることがある。普段は自宅でゆっくり過ごすことを心掛けているが、勤務日は図 6 のように体調を崩すことも多々あった。システム使用前の生活指導では、患者 B に対し身体活動性が高いことを褒めていた。しかし、このシステム利用により、病状を悪化させないために身体活動をコントロールし、自己管理能力を身につけるよう生活指導を行うなど、新しい支援方法を見出すことができた。

フレイル予防を目的とした在宅高齢 COPD 患者向け遠隔健康モニタリング支援システムを開発し、2名の患者を対象にその実用性と有用性を検証した。システムは利用者が高齢者であることを念頭に、アプリケーションの操作方法と表示方法の簡略化を目指した。

実装実験において、フォローアップ期間中の2名のシステム利用率は、患者Aが94.0%、患者Bが94.9%であった。この結果から、利用者の継続利用を基本とした本システムは高齢患者にとって利便性が高かったと考える。また、支援者が日々患者の体調や身体活動性をモニタリングすることで、病状の変化に早期発見・早期対応も可能になることが考えられる。また、患者への「データの見える化」の実現は、自己管理能力の向上といった患者教育への活用も期待できる。

実装実験では、患者Aは、支援期間中の歩数がプレ支援期間よりも有意に増加した。患者Bの歩数に有意差はなかったものの増加傾向であった。これは、患者の健康に対する行動変容を示唆している。歩数はフレイルに関連するため<sup>9)</sup>、この行動変容は病状の進行抑制だけでなく、フレイルの予防に貢献しうる。

先行研究では、高齢 COPD 患者の在宅運動療法の実施率は低い。運動や身体活動の必要性を理解しても、それが患者の運動実施への動機付けに繋がらない<sup>3)</sup>。本システムは、患者の体調や歩数などのデータを日々記録することで、自ら自己管理能力の向上を目指している。このような観点から、今回の研究結果は被験者数が少ないが有益な結果を得ることができた。また、在宅患者の日々の体調や身体活動性を遠隔で管理することで、患者のライフスタイルや病状に合わせた生活指導が可能となった。

本研究では、COPD 患者の日常の身体活動の習慣を改善し、フレイルやうつ病など他の健康問題を予防することを目標にシステムを構築し患者へアプローチした。患者と支援者を ICT 機器でつなぐことで、身体面だけでなく、精神面、社会面での支援が可能であることを示した。

高齢 COPD 患者への包括的な健康支援を目的として ICT を用いた遠隔健康モニタリング支援システムを構築し、臨床実験を行った。本研究結果から、我々が開発したシステムは高齢患者のライフスタイルや病状に合わせた総合的かつ個に応じた遠隔による健康支援の可能性を見出すことができた。

#### < 引用文献 >

- 1) GOLD 日本委員会：2020 年 GOLD 日本委員会による COPD 認知度把握調査：[https://www.gold-jac.jp/copd\\_facts\\_in\\_japan/copd\\_degree\\_of\\_recognition.html](https://www.gold-jac.jp/copd_facts_in_japan/copd_degree_of_recognition.html) (accessed on 21 December 2021).
- 2) 日本呼吸器学会：呼吸器疾患COPD (2014).：[https://www.jrs.or.jp/uploads/uploads/files/disease\\_qa/disease\\_b01.pdf](https://www.jrs.or.jp/uploads/uploads/files/disease_qa/disease_b01.pdf) (accessed on 24 December 2021).
- 3) Marengoni A., Vetrano D.L., Manes G.E., Roberto B., Graziano O., Katie P.: The Relationship between COPD and frailty: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Chest* 2018, 154, 21-40.
- 4) 佐竹将宏, 塩谷隆信: 歩行を中心とした運動療法の検証. *日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌*. 2007, 17, 89-92.
- 5) 飯島勝矢: VII . 高齢者と社会 (オーラルフレイルを含む). *日本内科学会*. 2018, 107, 12, 2469-2477.
- 6) 本田春彦, 植木章三, 岡田徹 他: 地域在宅高齢者における自主活動への参加状況と心理社会的健康および生活機能との関連. *日本公衆衛生雑誌* 2021, 57, 968-976.
- 7) Nicolino A., Guido V., Stefane M., Michele V.: Telemedicine in chronic obstructive pulmonary disease. *Breathe* 2016, 12, 350-356.
- 8) 亀井智子, 山本由子, 梶井文子: COPD 在宅酸素療法実施者への在宅モニタリングに基づくテレナーシング実践の急性増悪および再入院予防効果 ランダム化比較試験による看護技術評価. *日本看護科学学会誌* 2011, 31, 24-33.
- 9) 三浦留美子, 田中一徳, 小林充, 高橋仁美, 菅原慶勇, 本間光信, 塩谷隆信,: 在宅における呼吸リハビリテーションの継続実施性に関する検討. *日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌* 2001, 10, 391-397.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 大橋千里, 秋口俊輔, 高師修治, 大平峰子	4. 巻 第3巻 第7号
2. 論文標題 慢性閉塞性肺疾患患者のQOL維持・向上への取り組み - スマートフォンを活用した身体活動支援介入の事例報告 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 97 - 101
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 Chisato Ohashi, Shunsuke Akiguchi, Mineko Ohira	4. 巻 14
2. 論文標題 Development of Remote Support System to Improve Physical Activity Habits of Elderly Patients with COPD	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ISATE - International Symposium on Advances in Technology Education Conference proceedings	6. 最初と最後の頁 78-82
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Chisato Ohashi, Shunsuke Akiguchi, Mineko Ohira	4. 巻 22, 2670
2. 論文標題 Development of a Remote Health Monitoring System to Prevent Frailty in Elderly Home-Care Patients with COPD	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s22072670	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

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 大橋千里, 秋口俊輔, 大平峰子
2. 発表標題 COPD患者のフレイル予防を目指したスマホアプリによる遠隔健康支援の可能性について
3. 学会等名 日本福祉工学会九州支部大会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大橋千里, 秋口俊輔, 大平峰子
2. 発表標題 社会参加の機会の減少が高齢COPD患者の社会的QOLに与える影響についての事例報告 - コロナ禍から健康支援を考える -
3. 学会等名 第22回日本健康支援学会年次学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大橋千里, 秋口俊輔, 大平峰子
2. 発表標題 身体活動支援が高齢COPD患者の身体的・精神的QOLに与える影響に関する一考察
3. 学会等名 第30回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 榎井爽馬, 秋口俊輔, 大橋千里
2. 発表標題 健康チェックアプリによる健康状態管理システムに関する検討
3. 学会等名 Japan ATフォーラム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大橋千里, 秋口俊輔, 高師修治, 大平峰子
2. 発表標題 高齢COPD患者の身体活動支援を通じてQOLの維持向上を試みる遠隔支援システム開発
3. 学会等名 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会 甲信越支部 第5回学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大橋千里
2. 発表標題 高齢期のパークゴルフ愛好者と慢性閉塞性肺疾患患者の身体活動量とQOLの比較から健康支援を考える
3. 学会等名 日本体育学会 第70回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大橋千里, 秋口俊輔, 大平峰子, 高師修治
2. 発表標題 高齢COPD患者の心の健康支援に関する取り組み - 身体活動の遠隔アプローチによる可能性を探る -
3. 学会等名 第21回 日本健康支援学会年次学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大橋千里, 秋口俊輔, 大平峰子
2. 発表標題 在宅COPD患者向け遠隔による健康モニタリング支援システム構築
3. 学会等名 第31回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 樫井爽馬, 秋口俊輔, 大橋千里
2. 発表標題 健康チェックアプリによる健康状態管理システムに関する検討
3. 学会等名 JapanATフォーラム 2021
4. 発表年 2021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
研究分担者	福島 洋樹  (Fukushima Hiroki)  (30311012)	富山大学・学術研究部教育学系・准教授   (13201)	
研究分担者	秋口 俊輔  (Akiguchi Shunsuke)  (50462130)	富山高等専門学校・その他部局等・准教授   (53203)	

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
---------	---------