

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K10377

研究課題名（和文）IoTやICTを活用し、AIによる介入を目指した生活習慣の遠隔指導の効果

研究課題名（英文）Effect of remote lifestyle guidance by using IoT, ICT, and further aiming for intervention by AI

研究代表者

米田 真康（Yoneda, Masayasu）

広島大学・医系科学研究科（医）・寄附講座教授

研究者番号：30508130

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：中山間地域の医療機関に通院する2型糖尿病患者に、スマートフォンを使用した生活習慣（食事と運動）の遠隔指導を6か月実施した。3年間で対象者数の総計は38人（男性26人、女性12人；60歳以上33人、59歳以下5人；2020年度12人、2021年度15人、2022年度11人）であった。全対象者において、介入前に比べ、介入6か月後では体重、BMIは減少したが、HbA1c値、血圧は有意な変化を認めなかった。歩数、運動実施頻度は有意に増加し、介入期間中の運動習慣の向上がみられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

糖尿病専門医がいない、医療資源が不足している、中山間地域のような医療過疎地域に暮らす糖尿病患者に、IoTやICTによる遠隔医療システムを活用した食事や運動の遠隔指導を提供することは、患者の生活習慣の改善に繋がるとともに、地域のかかりつけ医の診療をサポートすることが期待できる。また、本研究機関中はちょうどコロナウイルス感染の拡大によって対面診察・指導が難しい状況であった。遠隔医療は今後さらに重要となると考えられる。

研究成果の概要（英文）：People with type 2 diabetes going to medical institutions in mountainous areas were provided with remote guidance for lifestyle (diet and exercise) using smart phones for 6 months. In the last 3 years, total number of subjects was 38 persons (26 men and 12 women; 33 persons over the age of 60 and 5 persons under the age of 59; 12 persons in 2020, 15 persons in 2021 and 11 persons in 2022). In all subjects, body weight and BMI were lower after 6 months of intervention than those before intervention, but HbA1c levels and blood pressure did not change significantly. Both step count and exercise frequency significantly increased, and thus, exercise habits improved during the intervention period.

研究分野：糖尿病学

キーワード：糖尿病 遠隔医療 IoT ICT 生活習慣 食事指導 運動指導

1. 研究開始当初の背景

2019年8月の時点で広島県の日本糖尿病学会認定の糖尿病専門医は97人である。また、2016年の厚生労働省「医師・歯科医師・薬剤師調査」によると、広島県の7つの保健医療圏域別にみた人口10万人当たりの糖尿病内科医師数は、県東部の圏域において1.3~1.6人と低く、県内で西高東低の偏在分布となっている。県東部や山間部、島嶼部の中山間地域では、糖尿病専門医や糖尿病内科医の絶対数が少なく、全くいない地域も存在する。そのため、質の高い最適な糖尿病診療を県内全域で均一に提供できていない状況と言える。

広島県地域保健対策協議会の糖尿病対策専門委員会では、数に限りのある糖尿病を専門とする医師の集約化を図るため、2018年4月に広島県知事の指定により、「糖尿病診療拠点病院」と「糖尿病診療中核病院」を各保健医療圏域に選定し、その病院を中心として、地域のかかりつけ医との医療連携体制を構築するよう働きかけた。

しかし、県内には糖尿病診療拠点病院や中核病院が存在しない地域が散在しており、糖尿病の専門医や医療スタッフがいないため、医療連携体制を構築することが難しい。そこで、2019年8月に広島大学に「ひろしまDMステーション」を設置し、専属の看護師、管理栄養士、理学療法士を雇用した。糖尿病医療過疎地域の医療機関を定期的に訪問するとともに、遠隔医療を提供することにより、かかりつけ医の糖尿病診療を補完し、県内全域の糖尿病医療の向上と均一化を目指すこととした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、糖尿病診療拠点病院や中核病院が存在しない糖尿病医療過疎地域において、かかりつけ医療機関に通院する2型糖尿病患者に対して、IoT (Internet of Things) や ICT (Information and Communication Technology) 医療を導入し、広島大学から生活習慣の遠隔介入(電話による食事療法や運動療法の遠隔指導)を実施することにより、糖尿病の重症化防止、生活習慣の改善及び身体機能の向上が可能な探索的に情報収集することである。

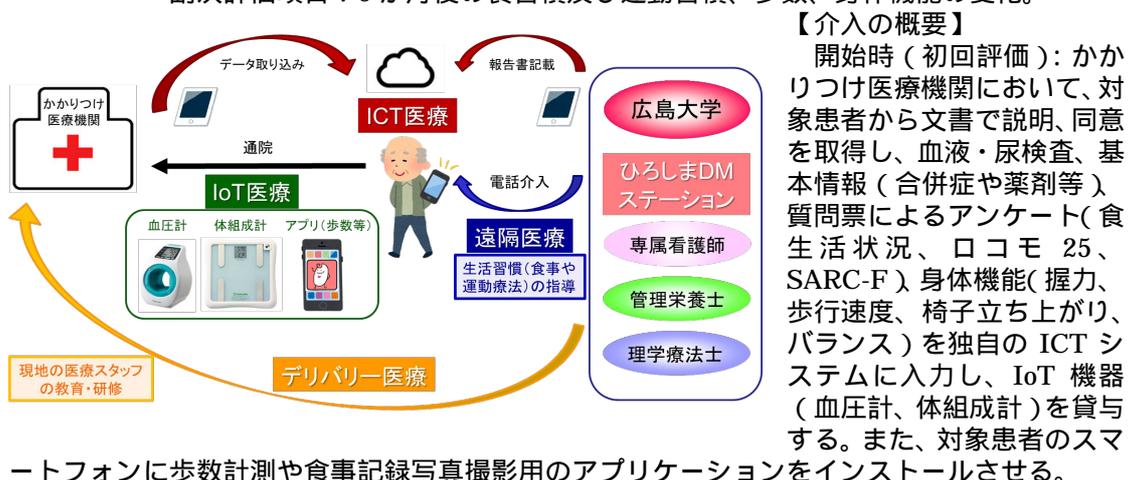
3. 研究の方法

【研究対象者】広島県内の中山間地域の医療機関に通院している、2型糖尿病 個人のスマートフォンを所有し自分で操作を行える、患者を研究対象とする。2型糖尿病以外の糖尿病(1型糖尿病、妊娠糖尿病、その他の原因による糖尿病)患者、透析治療中の患者は除外した。

【対象地域・医療機関】2020年度は安芸太田町、三原市、府中市の3地域3施設、2021年度は庄原市と安芸郡坂町を加えた5地域5施設、2022年度は尾道市因島と庄原市の診療所を加えた6地域7施設。

【評価項目】主要評価項目：6か月後の代謝コントロール(HbA1c・血圧・体組成)の変化。

副次評価項目：6か月後の食習慣及び運動習慣、歩数、身体機能の変化。



介入期間中: 対象患者は、血圧と歩数は毎日、体組成と運動実施頻度は毎週、食事記録写真は毎月3日間、測定や撮影を行い、スマホアプリからデータを送信すると、インターネット上のクラウド内のデータファイルに蓄積される。広島大学(ひろしまDMステーション)の管理栄養士と理学療法士は、対象患者のデータを確認し、毎月1回、電話による食事指導と運動指導を個別に各6回実施する。毎月の結果と指導内容は報告書にまとめられ、対象患者のスマートフォンとかかりつけ医療機関のタブレット型コンピューターにて共有される。

6か月後(終了評価): 対象患者からIoT機器を回収し、スマホアプリの使用権限を停止する。血液・尿検査、質問票によるアンケート、身体機能を再測定し、ICTシステムにデータを入力して介入を終了する。初回開始時(介入前)と介入終了時(6か月後)の主要及び副次評価項目

目を統計学的に解析し、生活習慣の遠隔指導の効果を検証する。

4. 研究成果

3年間の対象者数の総計は38人(男26人、女12人;60歳以上33人、59歳以下5人;2020年度12人、2021年度15人、2022年度11人)であった。

全対象者における介入結果の概要を下記に示す。介入前に比べ、介入6か月後では体重、BMIは減少したが、HbA1c値、血圧は有意な変化を認めなかった。身体機能は、握力や歩行速度に変化はなかったが、椅子立ち上がりの動作は有意に早くなった。歩数、運動実施頻度は有意に増加し、介入期間中の運動習慣の向上がみられた。

人数(男/女)	38 (26/12)		
年齢(歳)	65.3 ± 7.3		
糖尿病罹患期間(年)	14.7 ± 9.3		
合併症(人)			
腎症(1期/2期/3期/4期)	(22/12/3/1)		
網膜症(なし/単純/増殖前/増殖)	(33/4/0/1)		
神経障害(なし/あり)	(32/6)		
脂質異常症(なし/あり)	(9/29)		
高血圧症(なし/あり)	(12/26)		
心疾患(なし/あり)	(29/9)		
糖尿病治療薬(人)			
ビグアナイド薬	26		
DPP-4阻害薬	18		
SGLT2阻害薬	18		
スルホニル尿素薬	4		
α-グルコシダーゼ阻害薬	5		
チアゾリジン薬	3		
インスリン製剤	9		
GLP-1受容体作動薬	7		

	介入前	6か月
体重 (kg)	65.6 ± 10.0	64.6 ± 9.6*
BMI (kg/m ²)	24.9 ± 2.9	24.6 ± 2.7*
体脂肪率 (%)	30.3 ± 6.6	32.7 ± 7.8*
筋肉量 (kg)	43.4 ± 7.6	41.0 ± 6.8*
水分量 (kg)	33.4 ± 5.9	31.8 ± 5.0*
HbA1c (%)	7.3 ± 1.1	7.2 ± 1.0
収縮期血圧 (mmHg)	130 ± 17	130 ± 13
拡張期血圧 (mmHg)	73 ± 11	73 ± 12
握力 (kg)	35.3 ± 9.0	35.8 ± 8.5
4m歩行 (秒)	3.0 ± 0.6	3.0 ± 0.7
5回椅子立ち上がり (秒)	8.9 ± 2.5	8.1 ± 2.7*
歩数 (歩)	5964 ± 4858	7302 ± 4385*
運動実施頻度 (回/週)	1.8 ± 2.3	4.2 ± 1.8*

平均値±標準偏差
* P < 0.05

以下に、各年度における主な研究結果を列挙する。

1) 遠隔食事指導の効果(2020年度)【論文(1)】

2020年4月から6月の期間に通院中の60歳以上の2型糖尿病患者10人(男6人、女4人、67.8 ± 3.8歳)を対象とした。HbA1c値は介入前後で有意な改善を認めなかった(介入前7.2 ± 0.5%、6か月後7.1 ± 0.5%、P=0.840)。介入前のHbA1c値が比較的良好であったことや季節変動が影響していると考えられた。

栄養素摂取量と食品群別摂取量について有意な変化はみられなかったが、油脂類が介入後に減少傾向であった。全対象者が6か月の介入を完遂し、高齢者へのスマートフォンを用いた遠隔食事指導の実現可能性は高いと考えられた。

表2 介入前後の体組成、血圧、血液データの変化

	介入前	6か月	P値
BMI (kg/m ²)	23.9 ± 2.2	23.7 ± 2.2	0.333
体脂肪率 (%)	31.0 ± 7.4	32.8 ± 8.6	0.008
筋肉量 (kg)	40.7 ± 7.5	39.2 ± 7.4	<0.001
水分量 (kg)	31.4 ± 5.8	30.2 ± 5.6	<0.001
収縮期血圧 (mmHg)	122 ± 14	123 ± 9	0.488
拡張期血圧 (mmHg)	72 ± 4	72 ± 6	0.642
HbA1c (%)	7.2 ± 0.5	7.1 ± 0.5	0.840
アルブミン (g/dl)	4.4 ± 0.3	4.4 ± 0.3	0.783
T-Cho (mg/dl)	180 ± 14	180 ± 18	0.984
HDL-Cho (mg/dl)	59 [47~67]	65 [49~69]	0.041
LDL-Cho (mg/dl)	99 ± 12	95 ± 20	0.388
中性脂肪 (mg/dl)	144 [110~183]	118 [105~165]	0.374
クレアチニン (mg/dl)	0.89 [0.72~1.03]	0.85 [0.72~1.06]	0.944
eGFR (ml/分/1.73m ²)	61.5 [48.3~76.8]	64.6 [46.7~73.4]	0.779
AST (U/l)	23 [17~30]	20 [18~27]	0.720
ALT (U/l)	25 [14~30]	18 [16~26]	0.878

平均値±標準偏差、または中央値 [25~75パーセンタイル値]

表4 介入前後の栄養素摂取量と食品群別摂取量の変化

	介入前	6か月	P値
総エネルギー (kcal)	1939 ± 536	1751 ± 473	0.129
たんぱく質 エネルギー比率 (%)	15.0 ± 3.1	14.6 ± 2.6	0.656
脂質 エネルギー比率 (%)	28.1 ± 4.8	27.1 ± 6.8	0.594
炭水化物 エネルギー比率 (%)	53.2 ± 7.4	55.4 ± 5.6	0.466
総食物繊維 (g/1000kcal)	8.5 ± 2.0	8.3 ± 2.2	0.744
食塩相当量 (g/1000kcal)	5.5 ± 1.2	5.3 ± 0.8	0.553
穀類 (g)	386 ± 134	408 ± 137	0.587
いも類 (g)	68 ± 86	51 ± 51	0.567
砂糖・甘味料類 (g)	3.6 ± 1.9	2.8 ± 1.8	0.338
豆類 (g)	108 ± 60	87 ± 61	0.171
野菜類 (g)	389 ± 172	356 ± 143	0.326
果実類 (g)	190 ± 137	138 ± 67	0.279
魚介類 (g)	64 ± 66	50 ± 30	0.531
肉類 (g)	59 ± 32	42 ± 23	0.149
卵類 (g)	56 ± 24	54 ± 22	0.807
乳類 (g)	195 ± 126	187 ± 103	0.796
油脂類 (g)	10.2 ± 5.9	6.9 ± 5.6	0.092
菓子類 (g)	43 ± 33	30 ± 24	0.227
ジュース類 (g)	13 [0~112]	0 [0~52]	0.465
アルコール (g)	0.6 [0.0~9.2]	0.8 [0.0~6.4]	0.345

平均値±標準偏差、または中央値 [25~75パーセンタイル値]

2020年度の結果を踏まえ、食生活状況アンケート、食事指導内容の項目、スマホアプリを改訂した。

2) 遠隔食事指導の効果(2021年度)【論文投稿中】

2021年5月から10月の期間に通院中の2型糖尿病患者15人(男11人、女4人、67.0 ± 7.2歳)を対象とした。HbA1c値は介入前後で有意な改善を認めなかった(介入前7.2 ± 1.3%、6か月後7.1 ± 1.3%、P=0.197)。

食習慣について、初回指導で該当した対象者数が最も多かった項目は「毎食、主食・主菜・副菜を揃える」(13人)であり、次いで「食物繊維の摂取を増やす」(11人)、「高脂質の食品を抑える」(10人)、「夕食後に間食しない」(9人)、「よくかんでゆっくり食べる」(8人)が全対象者の過半数に該当した。これらのうち6回目指導で該当した対象者数が有意に減少した項目は、「毎食、主食・主菜・副菜を揃える」、「夕食後に間食しない」であった。

表6の指導項目は指導者側の評価、図2の食生活状況は対象者側のアンケート回答であり、食事内容の改善、特に夕食後の間食や間食の頻度に関して、指導者と対象者本人の認識に違い(ズレ)が見受けられた。

毎月3日間の食事写真だけでなく、1週間単位の食事内容や食べ方の自己評価、家族(特に食事を準備する人)との情報共有など、さらに必要な情報を補い、ICTシステムを改良することにより、遠隔食事指導の効果は高まると考えられた。

指導項目	初回	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
毎食、主食・主菜・副菜を揃える	13	11	9	11	9	8*
食物繊維の摂取を増やす	11	11	10	10	10	10
高脂質の食品を抑える	10	12	9	11	9	10
夕食後に間食しない	9	4	4	5	2	1*
よくかんでゆっくり食べる	8	6	4	4	3	3
アルコール摂取量を適量にする	6	4	4	5	4	4
間食の頻度を減らす	6	6	5	6	4	3
汁物や麺の汁を抑える	6	5	6	4	4	2
炭水化物の摂取を増やす	5	7	5	5	5	7
エネルギーの摂取を減らす	5	5	5	5	5	5
3食の炭水化物摂取量を均一にする	5	3	5	6	4	2
炭水化物の摂取を減らす	4	4	3	2	3	3
休肝日を設ける	4	3	3	3	3	3
味付けを薄味にする	4	4	4	4	4	2
食塩含有量の多い食品を抑える	4	1	2	1	2	1
飲料は水かお茶にする	4	2	2	2	1	1
1日3食食べる	3	3	3	3	1	1
間食の量を決める	3	1	2	2	2	1
エネルギーの摂取を増やす	2	2	2	2	2	2
生活リズムを見直す	2	2	1	1	1	1
果物の摂取量を決める	2	0	1	2	1	0
夜遅くに食べる食事内容を見直す	1	1	1	1	1	1
無糖のコーヒー・紅茶にする	1	0	0	0	0	0
夕食の時刻を早める	0	0	0	0	0	0
配食サービスの利用を検討する	0	0	0	0	0	0
たんぱく質の摂取を増やす	0	0	0	0	0	0
たんぱく質の摂取を減らす	0	0	0	0	0	0
間食の記録をつける	0	0	0	0	0	0
合計	118	97	90	95	80	71*

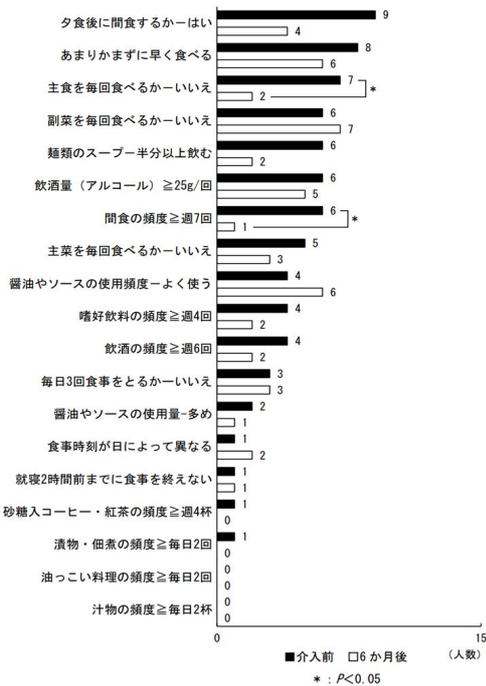


図2 「食生活状況」より、問題行動に対する回答人数

3) 遠隔運動指導の長期効果 (2020-2021年度)

2020年度と2021年度に6か月間の遠隔運動指導を受けた2型糖尿病患者20人(男12人、女8人、67.2 ± 6.5歳)を対象とした。遠隔運動指導が身体機能(握力、歩行速度、椅子立ち上がり、バランス)、歩数、運動習慣(運動実施頻度)に与える影響を、介入前、介入6か月後、そして、1年経過した介入終了後12か月において、男女別に解析した。

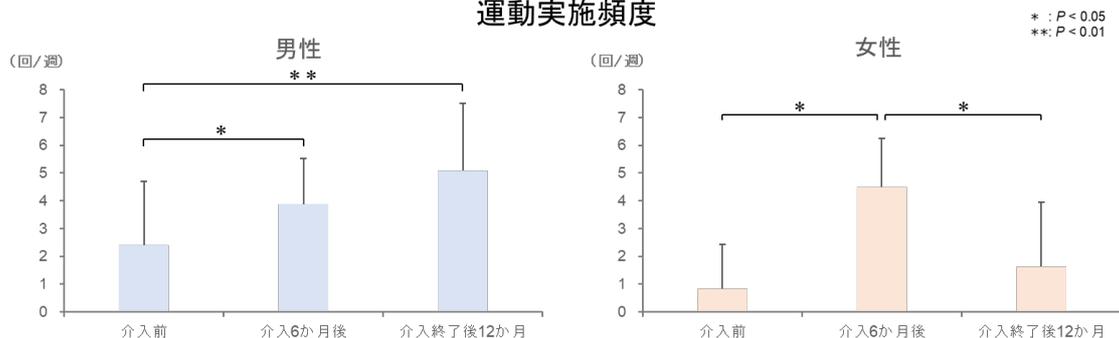
身体機能はいずれも明らかな変化を認めなかった。

歩数は、男性では介入前と比較し、介入6か月後は有意に増加し、介入終了後12か月でも同程度の歩数を維持できていたが、女性では介入による有意な変化はみられなかった。

運動実施頻度は、男性では介入前と比較し、介入6か月後、さらに介入終了後12か月で有意な増加を認めた。一方、女性では介入前と比べ介入6か月後では有意な増加を認めたが、介入6か月後と比べ介入終了後12か月では有意な減少を認めた。

遠隔運動指導が終了して1年経過すると、男女間で運動実施の継続具合に違いがみられた。糖尿病女性の運動療法として、電話による遠隔運動指導は介入期間中の一時的な効果は認めるものの、継続的な運動習慣を獲得するには、さらなる指導法の開発・検討が必要である。

運動実施頻度



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 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 佐藤 光絵、瀬川 真由子、小武家 和博、栢下 淳、米田 真康	4. 巻 25
2. 論文標題 スマートフォンを活用した2型糖尿病患者への遠隔食事指導の効果	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本病態栄養学会誌	6. 最初と最後の頁 177-186
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 米田 真康	4. 巻 74
2. 論文標題 広島発、糖尿病の遠隔医療 県内全域のレベルアップを目指して	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 広島医学	6. 最初と最後の頁 68-75
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 米田 真康	4. 巻 21
2. 論文標題 広島県の新たな糖尿病医療連携を目指して	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 広島県内科会誌	6. 最初と最後の頁 19-23
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 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 米田 真康
2. 発表標題 広島発、糖尿病医療の明日へ！
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会第66回学術大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 米田 真康
2. 発表標題 糖尿病における生活習慣の遠隔指導
3. 学会等名 第65回日本内科学会中国支部主催生涯教育講演会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 米田 真康
2. 発表標題 広島発、糖尿病の遠隔医療 県内全域のレベルアップを目指して
3. 学会等名 第73回広島医学会総会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小野 恭伸、佐藤 光絵、佐々木 美希、小武家 和博、米田 真康
2. 発表標題 スマートフォンを活用した2型糖尿病患者への遠隔運動指導の短期的効果と長期的効果の検討
3. 学会等名 第66回日本糖尿病学会年次学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小野 恭伸、佐藤 光絵、佐々木 美希、小武家 和博、米田 真康
2. 発表標題 スマートフォンを活用した2型糖尿病患者への遠隔運動指導の効果とその追跡調査
3. 学会等名 日本糖尿病学会中国四国地方会第60回総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤 光絵、小野 恭伸、佐々木 美希、小武家 和博、米田 真康
2. 発表標題 スマートフォンを活用した2型糖尿病患者への遠隔食事指導
3. 学会等名 日本糖尿病学会中国四国地方会第60回総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石井 翔悟、吉田 能雅、佐藤 光絵、瀨川 真由子、小武家 和博、米田 真康
2. 発表標題 スマートフォン専用アプリケーションを用いた遠隔による食事・運動指導
3. 学会等名 日本糖尿病学会中国四国地方会第59回総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田 能雅、瀨川 真由子、小武家 和博、濱田 泰伸、米田 真康
2. 発表標題 スマートフォンを活用した2型糖尿病患者への遠隔による運動指導
3. 学会等名 日本糖尿病学会中国四国地方会第58回総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤 光絵、瀨川 真由子、小武家 和博、栢下 淳、米田 真康
2. 発表標題 ICTやIoTを活用した2型糖尿病患者への遠隔による食事指導
3. 学会等名 日本糖尿病学会中国四国地方会第58回総会
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
研究協力者	小武家 和博 (KOBUKE KAZUHIRO)		

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