

原 著

Google Cloud Platformを用いた 遠隔リハビリテーションのサポートアプリケーションの開発

兵藤史武*¹ 岸本智也*² 木村大輔*²

要 約

本研究の目的は、人工関節置換術患者を対象とした遠隔リハビリテーション（遠隔リハ）システムの開発である。現在の遠隔リハの質の向上と普及推進には、個人ごとの目標に対応した運動メニューの選択性、運動のアドヒアランスを担保する継続性、簡便に使用できる操作性、遠隔リハの導入と継続に必要なコストを抑える経済性を備えたアプリケーションの開発が必要である。そこで、遠隔リハのための Web アプリケーションを Google Cloud Platform を用いて開発し、実際に運用を行った。その結果、このアプリケーションが上記の条件を満たすことが示唆された。

1. 緒言

遠隔リハビリテーション（以下、遠隔リハ）は、情報・通信技術を活用した健康増進、医療、介護に資する行為である遠隔医療¹⁾の一部に位置づけられ、「情報・通信技術を応用して遠隔地の人々にリハビリテーション治療を提供すること」と定義されている^{2,4)}。遠隔リハは、情報・通信技術の目覚ましい進歩を背景に2010年あたりから普及し始め、昨今の新型コロナウイルス感染症により人と人との接触が避けられないリハビリテーション分野においては、従来の対面式リハビリテーションを代替し得る可能性を有する点において現在非常に注目されている。

遠隔リハの効果に関しては近年、脳卒中患者⁵⁾や人工関節置換術患者⁶⁾を対象としたシステムティックレビューやメタアナリシスが報告されており、従来の対面式リハビリテーションと比較して、同等の効果を有することが明らかになっている。一方で、現在の遠隔リハが、従来の対面式リハビリテーションを完全に補完しているとは言い難い。その要因のひとつとして、現在の遠隔リハに「目標設定」のプロセスが含まれていない点が挙げられる。目標設定は、リハビリテーションの根幹をなす本質的なプロセスであり、自己効力感や健康関連 QOL を高めること⁷⁾が報告されており、治療を効果的に進めるために必

要不可欠である。また、設定された目標の達成に必要な運動や動作練習をオーダーメイドに組み合わせることで、個人ごとに違う多様なニーズに対応することが可能となる。しかしながら、現在の遠隔リハに関する報告の中に、目標設定を取り入れ、設定した目標達成に必要な運動や動作練習を選定し、提供している例は著者らの渉猟し得る範囲では見当たらない。以上のことから、「目標設定」のプロセスを取り入れ、目標達成に必要な運動プログラムをオーダーメイドで提供することが出来れば、遠隔リハの質が向上すると考えられる。

また遠隔リハの普及という観点では、遠隔リハの実施形態に関して検討が必要である。現在の遠隔リハではビデオ会議システムなどを用いて、対象者とセラピストがリアルタイムに運動を行う同期型遠隔リハが主流⁸⁾となっている。同期型遠隔リハのメリットとして、対象者の運動をリアルタイムに観察でき、適宜必要な指示や修正を加えられることや運動のアドヒアランスを高められることが挙げられる。一方で、対象者とセラピストの両方に時間的制約が課せられること⁹⁾や安定した高速インターネット回線と高画質のスクリーンが必要で導入と継続コストが大きくなること⁹⁾、通信デバイスやアプリケーションの操作が複雑であること¹⁰⁾がデメリット

*1 川崎医療福祉大学 医療福祉マネジメント学部 医療情報学科

*2 川崎医療福祉大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

(連絡先) 兵藤史武 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

E-mail: fumitake.hyodo@mw.kawasaki-m.ac.jp

であり、遠隔リハ普及の障壁となっている。以上のことから、運動アドヒアランスを担保したうえで、運用コストが削減でき、簡便に操作が可能な遠隔リハを提供することができれば、遠隔リハの普及に貢献できると考えられる。

上述した理由から、現在の遠隔リハの質の向上と普及推進のためには、遠隔リハ対象者各個人の目標に対応した運動メニューをオーダーメイドに作成できる**選択性** (1)、運動アドヒアランスを担保するための**継続性** (2)、高齢者でもアプリケーションを簡便に使用できる**操作性** (3)、導入と継続に必要なコストを抑える**経済性** (4)、を備えた遠隔リハアプリケーションが必要である。そこで、今後の遠隔リハの質の向上と普及推進に必要な機能を備えた新たな Web アプリケーションを開発した。

本稿では、その概要・動作・特徴について説明した後、安定性や操作性に貢献した技術である Google Cloud Platform (GCP)¹¹⁾と Progressive-Web-Apps (PWA)¹²⁾について述べる。そして、実際の運用の結果の提示と考察を行う。

2. Web アプリケーションの概要

本稿における Web アプリケーション（以下、本アプリ）は JavaServlet¹³⁾を用いた Web ブラウザ上

で動作するアプリケーションであり、Google 社が提供しているクラウドコンピューティングサービスである GCP を用いて開発を行った。また PWA により、Android 上ではネイティブアプリケーション^{†1)}とほぼ同等に動作する。本アプリの構成図を図1に示す。

本アプリでは、患者の登録、動画の配信、動画の視聴履歴のモニタリングを行う。患者とセラピストが使用することを想定しており、患者は本アプリがインストールされたタブレット端末（Android）を使用する。iOS 系のタブレット端末でも使用可能ではあるが、快適に使用するためには、PWA を利用可能な Android 端末にする必要がある。また情報機器の操作が苦手な患者のためには、画面をタップするだけで操作が可能なタブレット端末が適している。セラピスト側の使用端末は問わないが、視聴履歴を閲覧するには PC が適している。

3. Web アプリケーションの動作

本アプリは次のように動作する。

3.1 患者側

まず、①アプリケーションのアイコンをタップすることでアプリケーションを起動する（図2）。②ログイン画面が表示され、ID パスワードの入力を求

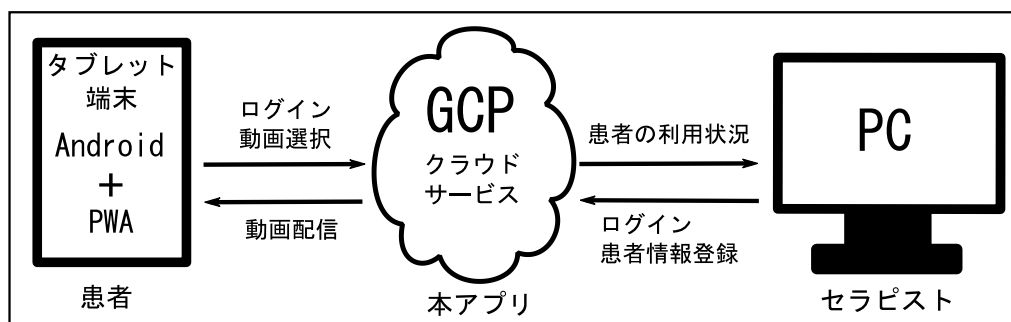


図1 アプリの構成図



図2 本アプリのアイコン（中央下）

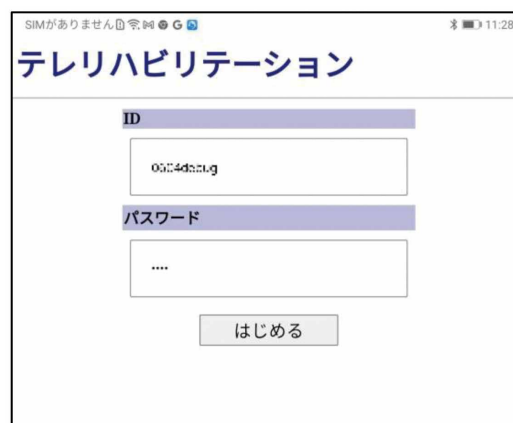


図3 ログイン画面

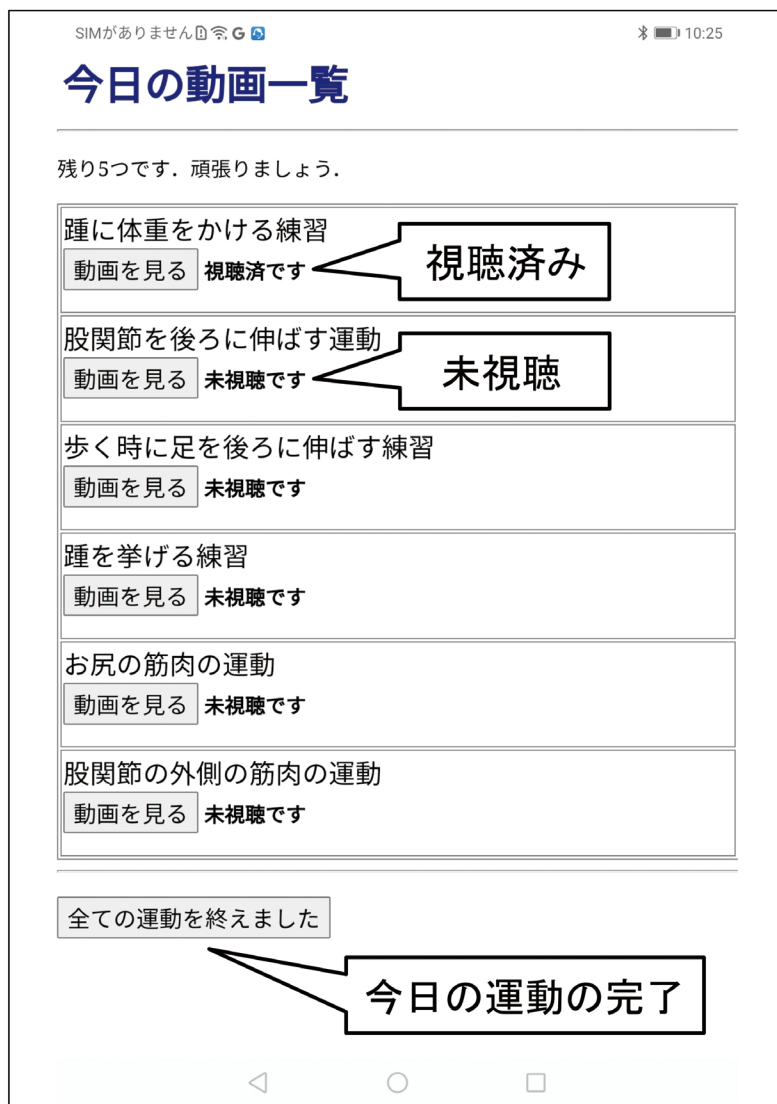


図4 今日の動画一覧の画面

められるが、Chrome にあらかじめログイン情報を登録してあるため、「はじめる」ボタンを押すだけでログインされる (図3)。^③ログインすると、動画の選択画面が表示される (図4)。動画は指定された運動メニューから、6種類が毎日ランダム^{†2)}に表示される。^④「動画を見る」ボタンを押すことで、動画が表示される (図5)。^⑤その日に視聴した動画は、「視聴済み」と表示され、すべての動画を視聴し終わったら、その旨が画面に表示される (図4)。^⑥毎日視聴していると、運動を覚えてしまい、動画を見る必要がなくなる。その際は、「すべての運動を終えました」ボタンを押せば、すべての動画を視聴したとみなされる (図4)。

また、ログイン時にログイン情報が、動画視聴時と「すべての運動を終えました」のボタンを押したときに、動画の視聴履歴が、それぞれデータベース



図5 動画視聴画面

に登録される。

3.2 セラピスト側

①セラピスト用の Web ページにアクセスし、ログインする。②患者の動画の視聴履歴の一覧が表示される。各日付に対して、視聴した動画には「済」

進捗一覧

患者の新規登録

新規登録

表示期間の変更

表示期間 2021 / 6 / 1 から 2021 / 6 / 7 まで 変更

患者	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5
9071057 変更	0: 済	0: 未	0: 未	0: 未	0: 未
	1: 済	1: 済	1: 済	1: 済	1: 未
	4: 済	4: 未	4: 済	4: 済	4: 未
	7: 未	7: 済	7: 済	7: 未	7: 未
	8: 済	8: 済	8: 未	8: 済	8: 未
	11: 済	11: 済	11: 未	11: 済	11: 未
	14: 未	14: 未	14: 済	14: 済	14: 未
	16: 未	16: 未	16: 未	16: 未	16: 未
	17: 未	17: 未	17: 済	17: 未	17: 済
	19: 未	19: 未	19: 未	19: 未	19: 未
9021099L 変更	0: 済	0: 済	0: 済	0: 未	0: 済
	4: 済	4: 済	4: 済	4: 未	4: 済
	7: 済	7: 未	7: 済	7: 未	7: 済
	8: 済	8: 済	8: 済	8: 未	8: 済
	9: 未	9: 未	9: 済	9: 未	9: 済
	10: 未	10: 未	10: 未	10: 未	10: 未
	11: 未	11: 未	11: 未	11: 未	11: 未
	14: 未	14: 未	14: 未	14: 未	14: 未
	16: 済	16: 未	16: 未	16: 未	16: 未
	17: 未	17: 未	17: 済	17: 未	17: 済

6/1, 動画0は視聴済み

登録情報の変更

図6 進捗管理画面

利用者登録

ログインID

ログインPASS

表示名

全体	毎日	運動名
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0: 踵に体重をかける練習
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1: 骨盤の運動
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2: 上半身をひねる運動
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3: 足の指の運動
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4: 股関節を後ろに伸ばす運動
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5: 股関節を曲げる運動
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6: 患部を冷やす管理
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7: 階段を昇り降りする練習
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8: 歩く時に足を後ろに伸ばす練習
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9: 立った状態で体重をかける練習①
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10: 立った状態で体重をかける練習②
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11: 踵を挙げる練習
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12: 椅子から立ち上がる練習

相映動画

図7 新規登録画面

と表示される。表示期間を指定することも可能である(図6)。この機能によって、運動があまりできていない患者を特定し、外来の際に、その旨を伝え、理由をヒアリングする。③各患者の「変更」ボタンを押すことで患者の登録情報を変更できる(図6)。これにより、運動メニューの変更も可能である。④「新規登録」ボタンを押せば、患者を新規に登録できる。ID・パスワードのほか、必要な運動を登録することができる(図7)。

4. Webアプリケーションの特徴

4.1 27種類の動画

患者のニーズに対応できるように、27種類の動画を作成・配信している(表1)。

4.2 シンプルなインターフェース

患者側のインターフェースはシンプルにしてある。ログインが容易であり、ボタンも視認しやすいように大きくしてある。また動画再生画面に関しても、再生・停止ボタン等は視認・操作が容易な場所

表1 動画一覧

動画 0:踵に体重をかける練習
動画 1:骨盤の運動
動画 2:上半身をひねる運動
動画 3:足の指の運動
動画 4:股関節を後ろに伸ばす運動
動画 5:股関節を曲げる運動
動画 6:患部を冷やす管理
動画 7:階段を昇り降りする練習
動画 8:歩く時に足を後ろに伸ばす練習
動画 9:立った状態で体重をかける練習①
動画 10:立った状態で体重をかける練習②
動画 11:踵を挙げる練習
動画 12:椅子から立ち上がる練習
動画 13:太ももの裏側の筋肉の運動
動画 14:立って軽く膝を曲げる運動
動画 15:膝をスムーズに動かす練習
動画 16:お尻の筋肉の運動
動画 17:股関節の外側の筋肉の運動
動画 18:膝関節を曲げ伸ばしする運動
動画 19:足の筋肉のリラックス
動画 20:太ももの前の筋肉の運動
動画 21:立った状態で膝をスムーズに動かす運動
動画 22:床を強く蹴る練習
動画 23:足を一步前に踏み出す練習
動画 24:お腹に力を入れる練習
動画 25:立った状態で左右の足に体重をかける練習
動画 26:太ももの裏を伸ばす運動

に配置している (図5)。

4.3 端末に非依存

本アプリは、Web ブラウザベースのアプリケーションであるため、OS に依存せず、タブレットでも PC でも動作する。また、プログラムのアップデート後に、患者とセラピストを含めた利用者側で

はアップデートの作業をする必要がない。さらに、PWA によって、Android 端末であれば、あたかもネイティブアプリケーションであるかのように使用できる。

5. Web アプリケーションに用いられた技術

5.1 Progressive Web Apps (PWA)¹²⁾

Web サイトをネイティブアプリケーションのように使用できる技術である。現在、すべての端末・ブラウザに対応しているわけではないが、少なくとも、Android 端末と Google Chrome であれば問題なく動作する。またアプリストアへの登録が必要ないため、配布やバージョンアップが手軽に行え、バージョンアップの際、利用者はアップデートの作業を行う必要がない。インストールは、ブラウザで Web ページを開いた後にメニューから「アプリをインストール」を選択すればよい (図8)。

以下の二つの特徴を持つため、ネイティブアプリケーションのように扱える。

5.1.1 ホーム画面上のアイコン

通常 Web ページをタブレットのホーム画面に保存すると、アイコンの右下にブラウザのマークが表示されるが、PWA を用いると、ネイティブアプリケーションのアイコンと同じ見た目になる (図2)。

5.1.2 フルスクリーン表示

Web ページをブラウザアプリケーションで開くと、Web ページとともにアドレスバーやツールバーなどが表示されるが (図9)、PWA を用いると、フルスクリーンで表示され (図3)、ネイティブアプリケーションと同じ操作感で使用できる。

5.2 Google Cloud Platform (GCP)¹¹⁾

Google が提供するクラウドコンピューティングのプラットフォームであり、Web アプリケーションを開発するためのあらゆるインフラがそろっている。開発環境のインストールも不要であり、サーバーレスでアプリケーションを開発できる。また、プログラムのソースファイルや、画像ファイルなどのリソースも、すべてクラウド上にアップロードした状態でプログラミングが可能である。本アプリで使用したものは以下のとおりである。

5.2.1 Cloud Firestore¹⁴⁾

NoSQL のクラウドデータベースである。これを用いれば、開発者はデータベースを自前で用意する必要がない。本アプリでは、患者情報・動画視聴状況・患者のログイン履歴・動画の情報を保存している。患者情報は、患者の ID とパスワード、そして視聴する動画の番号のリストである。氏名や年齢などの、個人の特定に結びつくようなデータは保存さ

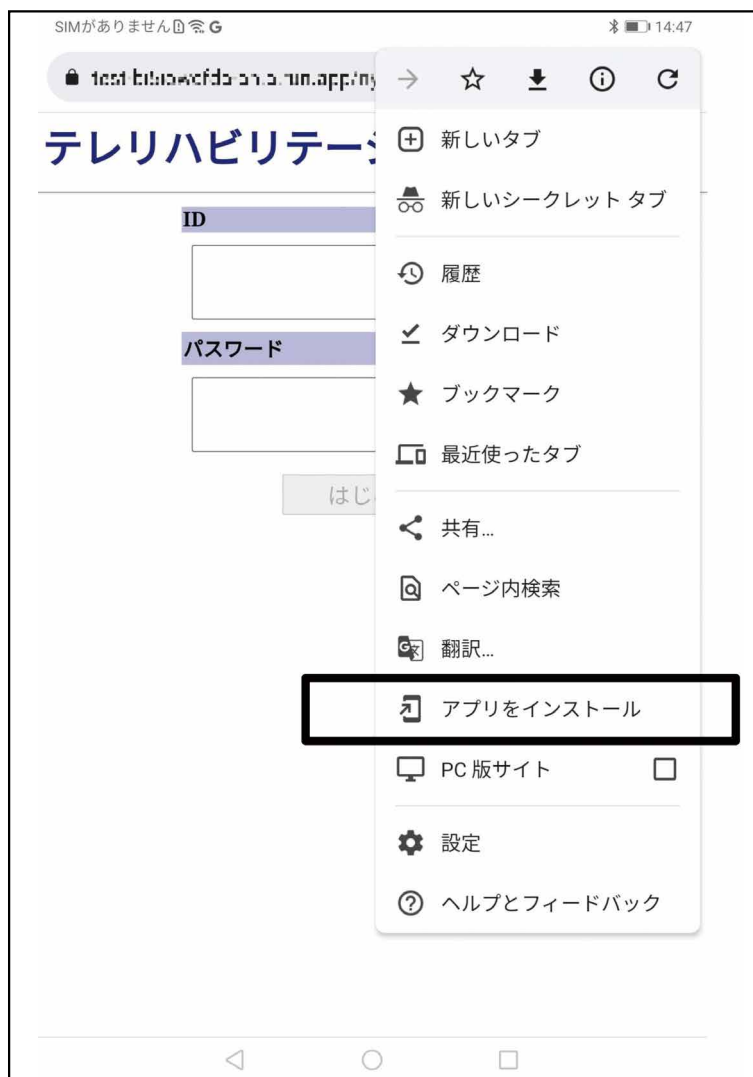


図8 PWA アプリのインストール

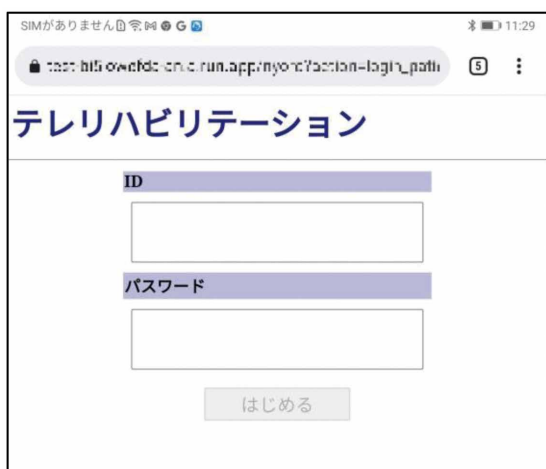


図9 Web ブラウザで開いた場合

れていない。ID と患者の対応に関してはセラピスト側で管理している。

5. 2. 2 App Engine¹⁵⁾・Cloud Run¹⁶⁾

作成したプログラムを Google のインフラ上で動かすことができる技術である。これにより、開発者はインフラの構築を気にすることなく、プログラム開発に集中することができる。

5. 2. 3 Cloud Shell¹⁷⁾

クラウド上の統合開発環境である。コマンドラインツール Cloud CLI によって GCP を操作でき、Cloud Shell Editor と組み合わせることで、各種言語によるプログラミングが可能となる。また、Google アカウントがあれば、どの端末からでも使用できる。本アプリの開発言語には Java・JavaServlet¹³⁾ を用いた。JavaServlet は Java と HTML によって動的な Web ページを作成するため

の技術である。

5.2.4 Cloud Console¹⁸⁾

アプリケーションの稼働状況をモニタリングすることができる。GCPのポータルサイトとしての役割も果たしており、Cloud Shellの起動が行えるほか、GCPの各種設定を行うことができる。

6. 結果

後述する対象に対して、本アプリを実際に使用してもらい、アンケート調査を実施した。その結果を以下に記す。

6.1 運用期間

2021年4月19日より運用を開始し、2022年3月15日現在も継続中である。

表2 本アプリの使いやすさ

選択肢	度数
とても使いやすい	0
使いやすい	5
普通	3
使いづらい	0
とても使いづらい	0

表3 運動の時間の長さ

選択肢	度数
とても長い	0
長い	0
ちょうどよい	8
短い	0
とても短い	0

表4 運動の難易度

選択肢	度数
とても難しい	0
難しい	5
普通	3
簡単	0
とても簡単	0

6.2 対象

対象は、一般病床と回復期病床を合わせて病床数200以上になる総合型病院に入院し、退院後外来リハを受診した患者^{†3)}であった。対象者は患者側として、貸与されたAndroid端末を用いて本アプリを使用した。運用開始から2021年12月の期間に20名（女性18名、男性2名）が利用した。平均年齢は74.2±7.6歳であり、20名の対象者のうち1名のみ併存疾患の急性増悪により介入を脱落したが、残りの19名に関しては、退院日から術後8週目までに遠隔リハを完遂できた。対象の運動実施対象日は23.1±6.4日、そのうち運動実施率は81.8±22.6%であった。

6.3 アンケート調査

アンケート調査を実施したところ、8件の回答があった。結果を表2から表6に記す。

6.4 運用コスト

本アプリはGCP上で動作している。その際に要した月々の運用コストと利用された延日数^{†4)}を表7に示す。運用開始当初は10円程度であったが、被験者が増え、8月のコストが600円ほどになった。9月

表5 運動ができなかった日の理由

選択肢	度数
ほかにやることがあった	4
面倒くさかった	0
飽きた	0
もう必要ないと感じた	0
時間が無かった	3
腫れがひどかった	1

表6 自由記述

・アプリの調子が悪いことがちょこちょこあった。
 ・最初は操作が分からなかった。初回の外来で教えてもらって、やっとわかった。退院の前日に説明を受けたので、もう少し前もって操作方法を教えてほしかった。

表7 本アプリの運用コスト

期間	コスト (円)	延日数
2021年4月	3	13
2021年5月	10	27
2021年6月	53	51
2021年7月	219	102
2021年8月	615	131
2021年9月	41	154
2021年10月	6	38
2021年11月	5	33
2021年12月	10	65

※2021年4月19日から運用開始

の上旬に、データベースの読み込みに関する部分のプログラムをアップデートした結果、翌月からは、月あたり10円程度のコストに再び収まるようになった。なお、発生した運用コストは、AppEngineとCloudRunとストレージの利用料のみであり、大部分はAppEngineとCloudRunに関するものであった。

6.5 セラピスト側からの感想

セラピスト側の利用者は、対象をケアするセラピストである。彼らの報告によると、本アプリの使用感については良好で、患者への教示もスムーズに行えているとのことである。

7. 考察

先に、テレリハビリテーションに必要なアプリケーションの要件として選択性、継続性、操作性、経済性を挙げた。この節ではまず、本アプリがこれらを満たしているかどうかについて検討する。またこれらを支える、あらゆるアプリケーションの必須要件でもある、安定性と安全性についても議論する。そして、今後の課題について述べる。

7.1 選択性

第3節で述べた通り、本アプリには、セラピストが患者ごとに選定した運動メニューを、動画として患者に提示する機能を持ち、さらに、セラピストがアプリケーション上で、それを簡単な操作で登録することができる。このように、選択性が容易に実現されることがわかる。また、動画は27本用意されており、選択の幅も広く、患者に合わせた適切なメ

ニューを組むことができる。

7.2 継続性

対象20名の内、19名が遠隔リハを完遂できた。脱落した1名も、併存疾患の増悪によるものであり、本アプリ側に瑕疵があるわけではない。本研究における実施率は81.8%であり、先行研究⁹⁾の実施率として報告されている78.3%よりも高く、本アプリが継続性を実現できたことがわかる。その要因としては、アンケート結果にもある通り、動画の長さが適切であった事と、次に述べる操作性にあると考えられる。

7.3 操作性

本アプリでは、第4.2節でみたように、インターフェースをシンプルにしてある。また、PWAを用いることで、ネイティブアプリケーションと同等の操作感と、アップデートの容易さを実現した。本アプリを利用する患者の大多数が高齢者であり、情報機器の操作を苦手とする場合が多いが、本アプリの使いやすさに関するアンケート結果からも、操作性に問題がなかったことがわかる。

7.4 経済性

先に見たようにGCPを用いたことで運用コストは極めて安価となった。現段階では動画の本数は27本であるが、一本当たりの再生時間は2分程度であり、容量は2MB程度である。また、患者情報は単純なテキストデータであるためデータ量は非常に軽量である。そのため、ストレージの使用料はほとんどかからなかったと考えられる。また、先に見たように、データベースの読み込み部分のプログラムの改善によって、大幅にコストが削減された。GCPの料金体系は従量制であるため、リソースの軽量化や、プログラムの効率化によるAPIの呼び出し回数の削減によって、コストの改善が可能である。

7.5 安定性

上記4要素を実現した要因として、本アプリが概ね安定して動作したことが挙げられる。アンケートにて一件の不具合の訴えがあったものの、セラピスト側からは問題は報告されなかった。これはGCPにより、サーバーなどのインフラが安定して動作していたためである。さらに、安定したインフラによって開発側はプログラミングに集中することができ、プログラムの動作も安定した。

7.6 安全性

Cloud Firestoreは実績のあるクラウドデータベースであり、個人の作成したデータベースより堅牢であると考えられる。また、データベースには患者の情報が保存されているが、5.2.1で述べたように個人の特定に結びつくようなデータは保存されてい

ない。またタブレットは貸与されたものであり、患者の情報に関しては、IDとパスワードのみが保存されている。

7.7 今後の課題

自由記述(表6)にて、具体的な指摘ではないものの、本アプリに不具合があったとの報告があり、動作の安定性について改善の余地があるようだ。また、操作方法がわからなかったとの報告もあり、情報機器の操作に不慣れな利用者のために、例えば、退院前に数日間、本アプリを利用してもらうなど、十分な説明と準備を前もって行う必要があるだろう。

現在は個人の特定に結びつくような情報をセラピスト側が管理しており、本アプリでは管理していない。現在は利用者が少ないため、データの集計に問題はないが、利用する患者やセラピストが増加した場合には非効率的である。安全性を担保しつつ、利便性を高める方法を模索する必要がある。

また、本アプリを運用する中で、セラピストから幾つかの要望があったが、実現していない物もある。開発者側視点からも、不足していると思われる機能が見えてきた。追加予定の機能を以下に記す。

7.7.1 動画視聴時間の記録

現在は動画の視聴の有無のみをモニタリングしているが、動画の視聴時間を記録することで、介入の効果をさらに詳細に分析できるものと考えられる。

7.7.2 視聴履歴の一覧のソート・フィルター

現状では、患者側の利用者数が少ないため、患者

の運動状況のモニタリングに関して問題はないが、今後増加していくと予想される。それに対応するには、視聴履歴の一覧に、ソートやフィルター機能が必要になると思われる。

7.7.3 視聴履歴のファイル出力

現在、セラピスト側の利用者が視聴履歴を確認するには、視聴履歴の一覧の画面を確認するしかないが、ファイルの形でダウンロードできれば、より柔軟な利用状況の分析が行えるようになるだろう。

7.7.4 自動的に適切な運動を選ぶ機能

現在はセラピストが患者に必要な運動を選定しているが、患者の状況により、本アプリが自動的に適切な運動メニューを提示できれば、より多くの利用者に、効率的に遠隔リハを提供できるだろう。GCPには高度な機械学習の機能もあるため、これを活用していきたい。

8. 結語

以上から、本アプリは遠隔リハに必要な要件をすべて満たしていることがわかる。また、アンケートによる不具合の報告は見られるものの、評価は上々であり、おおむね問題なく動作していると結論付けられる。ただ、前節で述べたように、まだ多くの改善の余地がある。今後も利用者からの意見に耳を傾けながら、遠隔リハの質の向上と普及推進に資するアプリケーションの開発を進めていきたい。

倫理的配慮

本研究に関わるデータについては、個人が特定できないよう慎重に取り扱うこと、研究目的のみに使用すること、また同意撤回はいつでも可能であり、同意撤回による不利益は一切生じない旨を対象者に口頭および文章にて説明を行い、これについての同意を文章で得た。本研究は、川崎医療福祉大学倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号20-080)。

利益相反

本論文に関連し、著者らに開示すべき利益相反はない。

謝 辞

本研究はJSPS科研費20K23278の助成を受けたものです。この研究の遂行にあたり、ご協力いただいた施設の患者様、リハビリテーション科のスタッフの皆さんに深謝いたします。また、医療情報学科の田中昌昭先生と谷川智宏先生、そして、臨床検査学科の片岡浩巳先生には、Webアプリケーション開発に際し、様々な助言をいただきました。この場で感謝申し上げます。

注

- †1) スマートフォンにおいて、そのOS用のアプリケーションストアからダウンロードして使用するアプリケーションを指す。
- †2) 完全にはランダムでなく、特定の動画を毎日表示するようにセラピスト側が指定することも可能である。また、「動画6: 患部を冷やす管理」は最後に表示されるようになっている。
- †3) 取り込み基準は、股関節あるいは膝関節の人工関節置換術を実施した入院前にひとりで歩行可能な50歳以上の人

とした。除外基準は、認知機能が低下している人、セラピストが教示してもタブレットあるいは本アプリを一人で使用できない人、研究に同意協力の得られない人とした。

†4) ここでいう延日数とは各患者の利用日数の総和である。

文 献

- 1) 東福寺幾央：遠隔医療の定義と分類。一般社団法人日本遠隔医療学会編，図説・日本の遠隔医療2017，コーエイ・エージェンシー，群馬，2-3，2017。
- 2) Staszuk A, Wiatrak B, Tadeusiewicz R, Karuga-Kuźniewska E and Rybak Z : Telerehabilitation approach for patients with hand impairment. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 18(4), 55-62, 2016.
- 3) Dodakian L, McKenzie AL, Le V, See J, Pearson-Fuhrhop K, Burke Quinlan E, Zhou RJ, Augsburg R, Tran XA, ...Cramer SC : A home-based telerehabilitation program for patients with stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 31(10-11), 923-933, 2017.
- 4) Cotelli M, Manenti R, Brambilla M, Gobbi E, Ferrari C, Binetti G and Cappa SF : Cognitive telerehabilitation in mild cognitive impairment, Alzheimer's disease and frontotemporal dementia: A systematic review. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 25(2), 67-79, 2019.
- 5) Tchero H, Tabue Teguo M, Lannuzel A and Rusch E : Telerehabilitation for stroke survivors: systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 20(10), e10867, 2018, <https://doi.org/10.2196/10867>.
- 6) McKeon JF, Alvarez PM, Vajapey AS, Sarac N, Spitzer AI and Vajapey SP : Expanding role of technology in rehabilitation after lower-extremity joint replacement: A systematic review. *JBJS Reviews*, 9(9), e21.00016, 2021, <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.21.00016>.
- 7) Levack WM, Weatherall M, Hay-Smith EJ, Dean SG, McPherson K and Siegert RJ : Goal setting and strategies to enhance goal pursuit for adults with acquired disability participating in rehabilitation. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 20(7), CD009727, 2015, <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009727.pub2>.
- 8) Jansson MM, Rantala A, Miettunen J, Puhto A and Pikkarainen M : The effects and safety of telerehabilitation in patients with lower-limb joint replacement: A systematic review and narrative synthesis. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 28(2), 96-114, 2022.
- 9) Beni SA and Mahajan J : Clinical outcomes of remote asynchronous telerehabilitation are equivalent to traditional therapy following total knee arthroplasty: A randomized control study. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 23(2), 239-247, 2017.
- 10) Piron L, Turolla A, Tonin P, Piccione F, Lain L and Dam M : Satisfaction with care in post-stroke patients undergoing a telerehabilitation programme at home. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 14(5), 257-260, 2008.
- 11) Google Developers : *Google Cloud Platform*. <https://cloud.google.com/gcp/>, [2021]. (2022.3.15確認)
- 12) Google Developers : *Progressive Web Apps*. <https://web.dev/progressive-web-apps/>, [2021]. (2022.3.15確認)
- 13) Oracle Corporation : *JSR 340: Java Servlet 3.1 Specification*. <https://jcp.org/en/jsr/detail?id=340>, [2020]. (2022.3.15確認)
- 14) Google Developers : *Cloud Firestore*. <https://cloud.google.com/firestore>, [2020]. (2022.3.15確認)
- 15) Google Developers : *App Engine*. <https://cloud.google.com/appengine/docs>, [2020]. (2022.3.15確認)
- 16) Google Developers : *Cloud Run*. <https://cloud.google.com/run>, [2020]. (2022.3.15確認)
- 17) Google Developers : *Cloud Shell*. <https://cloud.google.com/shell>, [2020]. (2022.3.15確認)
- 18) Google Developers : *Cloud Console*. <https://console.cloud.google.com/>, [2020]. (2022.3.15確認)

(2022年6月20日受理)

Development of an Application to Support Remote Rehabilitation Using Google Cloud Platform

Fumitake HYODO, Tomoya KISHIMOTO and Daisuke KIMURA

(Accepted Jun. 20, 2022)

Key words : tele-rehabilitation, web application, goal setting, Google Cloud Platform, Progressive Web Apps

Abstract

The purpose of this study is to develop a remote rehabilitation (tele-rehabilitation) system to promote the social participation of total knee arthroplasty patients. To improve the quality and promote the spread of current tele-rehabilitation, it is necessary to develop applications that provide selectivity of exercise menus that correspond to the goals of each individual, continuity to ensure exercise adherence, ease of use, and economic efficiency to control the costs required for the introduction and continuity of tele-rehabilitation. Therefore, a web application for tele-rehabilitation was developed using the Google Cloud Platform and actually put into operation. The results suggest that this application satisfies the above conditions.

Correspondence to : Fumitake HYODO

Department of Health Informatics
Faculty of Health and Welfare Services Administration
Kawasaki University of Medical Welfare
288 Matsushima, Kurashiki, 701-0193, Japan
E-mail : fumitake.hyodo@mw.kawasaki-m.ac.jp
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.32, No.1, 2022 127 – 137)