

難聴児向け手話学習アプリケーション

服部 哲*・柴田 邦臣**・松本 早野香***

Sign Language Learning Application for Children with Hearing Difficulties

Akira Hattori*, Kuniomi Shibata** and Sayaka Matsumoto***

概要

本論文では、難聴児の手話と読み書き能力の双方を支援するためのモバイルアプリケーションを考案し、その基本機能を実装することを目的とする。本研究は、難聴児を対象に、手話教育の重要性とともに、それを組み合わせる形で書記文字の学習や、音声言語利用の保護者とのコミュニケーションや学習を支援することを目的にしている。本アプリは、(1) モバイル端末のカメラから取得される手話クリップにタグを結びつけて登録する機能、(2) 手話クリップをタグとセットで複数並べて保存する機能、(3) 保存した手話クリップのシーケンスを再現・再生する機能を有する。Androidタブレット端末を対象に本アプリを実装し、予備的な評価実験をおこなった結果、実験協力者の評価は全体に高く、マイナスのコメントの多くは登録データの少なさと複雑なシチュエーションでの使用に耐えられないことに起因するものであった。ここから、本アプリの基本的なコンセプトは実現できたと考えられる。

キーワード：難聴児、手話、学習、音声認識、タブレット端末、モバイルアプリケーション

1. はじめに

聴覚障害は一般に、「コミュニケーションの障害」とも言われる。確かに、情報を入手し、それを発信することについて、明確な社会的不利があることは疑いようもない。一方で、そのような不利を克服する試みは、さまざまな形で目指されてきた。

今年2022年には「障害者による情報の取得及び利用並びに意思疎通に係る施策の推進に関する法律」(障害者情報アクセシビリティ・コミュニケーション施策推進法)が制定されているが、その附帯決議の中でも、「本法同様に四十七全都道府県と千七百四十一全市区町村の議会から制定を求める意見書が国に提出されていることを踏まえ、手話言語法の立法を含め、手話に関する施策の一層の充実の検討を進めること。」^[1]とされている。このように近年では、言語としての手話の存在と、それによるコミュニケーションの支援の必要性が、ますます高まっている。

* 駒澤大学グローバル・メディア・スタディーズ学部

** 津田塾大学学芸学部

*** 大妻女子大学社会情報学部

[1] 衆議院. 障害者による情報の取得及び利用並びに意思疎通に係る施策の推進に関する法律案に対する附帯決議. 2022. (<https://www8.cao.go.jp/shougai/suishin/jouhousyutoku/futai.html>, 2022年11月30日取得)

全日本ろうあ連盟が立案した「日本手話言語法案」では、手話による教育の重要性が強調されている^[2]。しかし現在でもなお、ろう者や一部の難聴者にとっては、手話の学習に十分な支援を受けられなかったり、習得に困難であるという例も少なくない。

筆者らの研究は、特に難聴児を対象に、手話教育の重要性とともに、それを組み合わせる形で書記文字の学習や、音声言語利用の保護者とのコミュニケーションや学習を支援することを目的としている。特に本論文は、難聴児の手話と読み書き能力の双方を支援するためのモバイルアプリケーションの開発を提案し、試行する。筆者らはこれまでに、難聴児や発達障害児のコミュニケーションや今後の見通しを立てることを支援するモバイルアプリケーションを開発してきた^{[3][4]}。本論文では、これらのアプリケーションを発展させることによって、難聴児の手話と読み書き能力の双方を支援するためのモバイルアプリケーションを考案し、その基本機能を実装することを目的とする。

2. 関連研究

日本手話の学習のデジタル化を図った最も初期のものとして、手話学習システム「マスコット」が挙げられる^[5]。その後、手話をアニメ化した「Mimehand II (マイムハンド・ツー)」が開発されるなど、いくつかの試みがなされてきた。

海外の例を挙げると、El-Seoudらは聴覚障害者のコミュニケーション支援と手話の学習支援のためのシステムを提案した^[6]。このシステムはモバイル端末をクライアントとしたサーバ・クライアント型システムであり、利用者は手話の単語、音素、数字表現などを写真と動画によって閲覧することができる。Joshiらは、聴覚障害者がIndian Sign Languageで用いられる基本手話を学習し、聴者とコミュニケーションするためのアプリケーションを開発した^[7]。このアプリケーションの学習機能は、アルファベット、数字、挨拶などに対応する手話を含んでいる。同コミュニケーション機能は、聴者によって入力されたテキストに対応する手話動画を表示する。これらの取り組みは、確かに手話に注目しそのサポート・システムをめざしたもので、動画を搭載するという特徴はあったが、それが文章を構成しコミュニケーションの支援になるところまでを実現しているとはいえない。

一方、Al Ameiriらは、Arabic sign languageを教え、またそれを使ってコミュニケーションする

[2] 日本ろうあ連盟. 日本手話言語法案. 2018. (<https://www.jfd.or.jp/sgh>, 2022年11月30日取得)

[3] Hattori, A., Shibata, K. and Matsumoto, S.. A TABLET APPLICATION TO SUPPORT COMMUNICATION FOR PEOPLE WITH DISABILITIES. Proceedings of the International Conference on Interfaces and Human Computer Interaction 2017, 2017, pp.167-176.

[4] 服部哲, 柴田邦臣. 聴覚障害児・者のコミュニケーションを支援するAndroidアプリの開発. ワークショップ 2014 (GN Workshop 2014) 論文集, 2014, pp.1-6.

[5] 閻奔, 大西荘一, 藤本貴壽. HORB 利用による手話学習支援システム「マスコットドリル」の開発. 日本教育情報学会第21回年会予稿集, 2005.

[6] Samir Abou El-Seoud, S. A., Taj-Eddin, I., Nosseir, A., El-Sofany, H., Rumman, N. A.. A Proposed Pedagogical Mobile Application for Learning Sign Language. International Journal of Interactive Mobile Technologies. 2013, Vol.7, No.3, pp.46-55.

[7] Joshi, A., Homeminitha, M. D., Pavithra, P., Srilakshmi, B.. Assistive Android Application For Hearing Impaired People Using Sign Language. Advances in Natural and Applied Sciences. 2017, Vol.11, No.7, pp.166-171.

ためのアプリケーションを開発している^[8]。このアプリケーションの利用者は、一覧から単語を選択することによって、その単語に対応する手話動画を閲覧することができる。また、テキストからArabic sign languageに変換する機能やAlabic sign languageを用いたチャット機能、利用者自身による手話を撮影し、それを他者に送信する機能によってコミュニケーションを行うことができる。Emad E. Abdallahらは、手話を学習し聴覚障害者とコミュニケーションするためのアプリケーションを開発した^[9]。これらはコミュニケーションを重視する観点で開発されたものではあるが、手話表示が画像にとどまっており、動画表示が十分できているとはいえない。手話が動きを伴った空間言語であることを考えると、その特徴を活かしきれているとは評価できないままだといえよう。

日本における手話学習という観点でいえば、石原らは、手話学習のための「手話単語検索システム」を提案している^[10]。これらのような手話単語や表現を格納したデータベースの試みは散見されるが、それによってコミュニケーションを支援したり、文章や意味を表現したりしようという試みは、十分であるとはいえない。

3. 手話と読み書き能力の双方を支援するためのモバイルアプリケーション

3.1 提案

手話は、手の動作と、顔の表情や頭の動きなど手以外の動作（non-manual markers（非手指指標））によって構成される^[11]。手話の種類は日本手話と日本語対应手話に大別され、両者の混合型である中間型手話と呼ばれるものも存在する^{[12][13]}。日本手話は日本語とは異なる独自の体系を持つ言語であり、日本語対应手話は日本語の語順に手話単語を並べたものである。

手の動作や顔の表情などを伴う手話の場合、イラストや写真、文章による説明を読むのではなく、動画を閲覧することによって学習するほうが理解しやすいと考えられる。また、手話には3種類存在するため、アプリケーション提供者がその種類を特定するのではなく、学習者自身が学ぶものを決めるべきであろう。そのため、学習者やその関係者が手話の動画（手話クリップ）をアプリケーションに登録できるようにする必要がある。

現在、手話の学習教材としてさまざまな書籍が販売されている（たとえば[11][12][14]など）。これらの書籍の多くでは、手話の単語やフレーズを示したイラストや写真に対し、それらに対応する（音声言語の）単語やフレーズ—日本手話の場合は日本語の単語やフレーズ—が併記される。また、

[8] Al Ameiri, F., Mohamed Jamal Zemerly, M. J., Al Marzouqi, M.. M-Learning and Chatting using Indexed Arabic Sign Language. International Journal for Infonomics. 2012, Vol.5, No.1/2, pp.575-582.

[9] Abdallah, E. E., Fayyoumi, E.. Assistive Technology for Deaf People Based on Android Platform. Procedia Computer Science. 2016, Vol.94, pp.295-301.

[10]石原保志, 三好茂樹, 伊藤三千代ほか. 手話学習法に関する検討その1—手話単語検索システムの開発—. 筑波技術短期大学テクノレポート, 2002, Vol. 9.

[11]木村晴美, 市田泰弘. (改訂新版) はじめての手話. 生活書院, 2015.

[12]NPO手話技能検定協会（監修）. ひと目でわかる実用手話辞典. 新星出版社, 2002.

[13]斉藤くるみ（編著）. 手話による教養大学の挑戦. ミネルヴァ書房, 2017.

[14]NPO法人バイリンガル・バイカルチュラルろう教育センター（編）, 岡典栄, 赤堀仁美（著）. 文法が基礎からわかる日本手話のしくみ. 大修館書店, 2011.

DVDや動画共有サイト上の手話学習用コンテンツにも、テレビ番組の字幕のように、手話に対応する単語やフレーズが表示されることが多い。そこで本アプリケーションにおいても、手話の単語やフレーズに対応する（音声言語の）単語やフレーズを併記する。ただし、手話と読み書き能力の双方を支援するため、手話に対応する（音声言語の）単語やフレーズを学習者自身が登録し、それに基づいて手話動画を検索できるようにする。

これまで筆者らは、主に難聴児のコミュニケーションを支援するためのモバイルアプリケーションを開発してきた^{[3][4]}。本アプリケーションの特徴は、(1) タブレット端末内のイラストや写真に短いフレーズや単語（タグ）を結びつけて保存し、(2) コミュニケーションの場面に応じてイラストや写真を、音声認識によって検索し、タグとともに文章のように並べて表示することによって、難聴児のコミュニケーションを支援する。これらの特徴は、上述の手話と読み書き能力の双方を支援するための手話学習支援モバイルアプリケーションの要件に対して有効であると考えられる。そのため本研究では、これらの特徴を踏襲し、以下の機能を有するアプリケーション（以下、アプリ）を提案・実装する。

- (1) モバイル端末のカメラから取得される手話クリップにタグを結びつけて登録する機能
- (2) 手話クリップをタグとセットで複数並べて保存する機能
- (3) 保存した手話クリップのシーケンスを再現・再生する機能

これらの機能によって、手話とそれに対応する単語やフレーズを学習することができと思われる。

- (1) モバイル端末のカメラから取得される手話クリップにタグを結びつけて登録する機能

あらかじめ撮影した手話クリップや、本アプリから端末のカメラを起動し撮影した手話クリップを端末画面に表示し、その手話に対応するフレーズや単語をタグとして付与し、本アプリのデータベースに登録する。

- (2) 手話クリップをタグとセットで複数並べて保存する機能

音声認識やキーワード検索によって、手話クリップを検索し、タグとともに並べて表示する。そして、それらの並びをデータベースに追加する。手話クリップを検索した結果、該当する動画がひとつも存在しない場合、そのタグが付与されたイラストや写真を検索する。本研究では、手話クリップなどとそのタグの並びをシーケンスと呼ぶことにする。

- (3) 保存した手話クリップとタグのシーケンスを再現・再生する機能

データベースに追加した手話クリップとタグの並び=シーケンスを再現し、それぞれの手話クリップを再生する。手話クリップの再生時は、利用者が再生したいクリップを指定する方法と、手話クリップの並びの順に同期を取りながら再生する方法、つまり、一つひとつのクリップを順番に再生する方法がある。

3.2 実装

本研究では、Androidタブレット端末を対象に、3.1節で提案したアプリケーションを実装した。開発環境はAndroid Studioであり、開発言語にはJavaを用いた。試作したアプリケーションを複数

のタブレット端末にインストールし、動作を確認した。

(i) 手話クリップへのタグ付け

手話クリップを新たに登録する場合、はじめに、手話クリップを新たに撮影するか、撮影済みの手話クリップを選択する。手話クリップを新たに撮影する場合、タブレット端末にあらかじめインストールされているカメラアプリを起動し、そのアプリによって手話を撮影する。手話クリップを新たに撮影したり既存のものを選択したりすることによって、その手話クリップが画面に表示されるため、その手話クリップを見ながら、手話の内容を示す単語や短いフレーズを入力することができる（図1）。それらのクリップとタグを保存することによって、後述の手話クリップに関する情報がデータベースに追加され、手話クリップの登録が完了する。



図1 手話クリップのタグ付けと登録

(ii) 手話クリップの検索、シーケンスの保存と再生

本アプリでは、音声認識やキーワードにより手話クリップを検索したり、手話クリップへタグ付け登録を行ったりすることによって、その手話クリップをタグとともに表示する（図2）。本アプリは、手話クリップのファイル名、タイプ、タグなどを個々の手話クリップに関する情報（手話クリップ情報）とし、その情報のリストを保持することによって、手話クリップとタグのシーケンスを管理する。手話クリップのタイプは、アプリにあらかじめ備えられているもの、モバイル端末のカメラアプリで撮影したものなどを示し、本アプリはその値によってビデオビューへのクリップ表示方法を切り替えている。したがって今後、タイプの種類を増やすことによって、Webサイト上の動画を利用することも可能である。

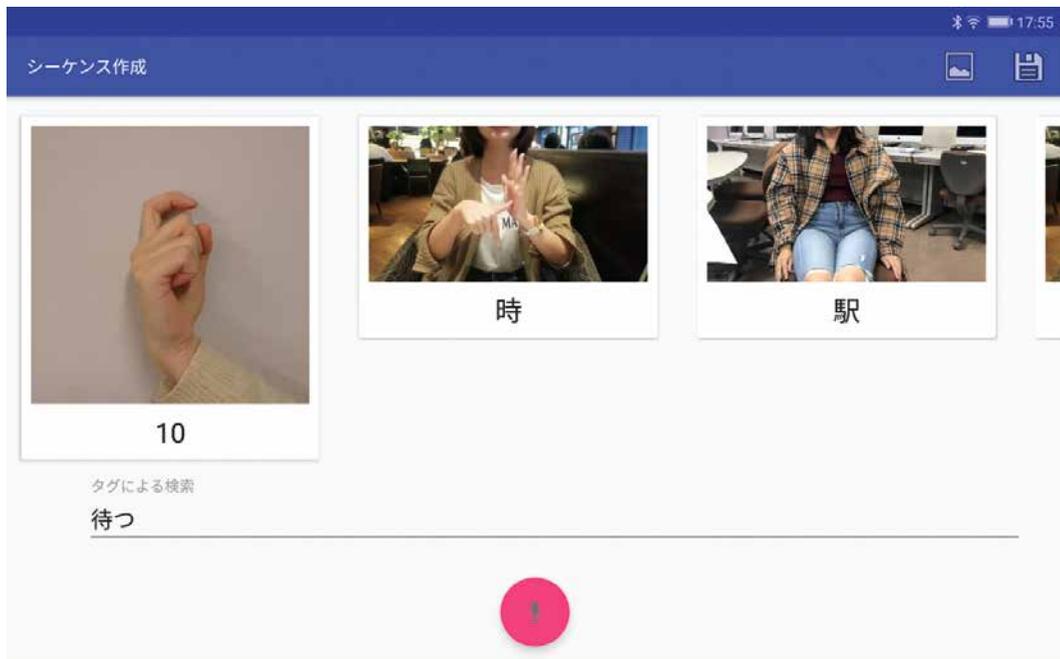


図2 手話クリップの検索とシーケンスによる文章表現

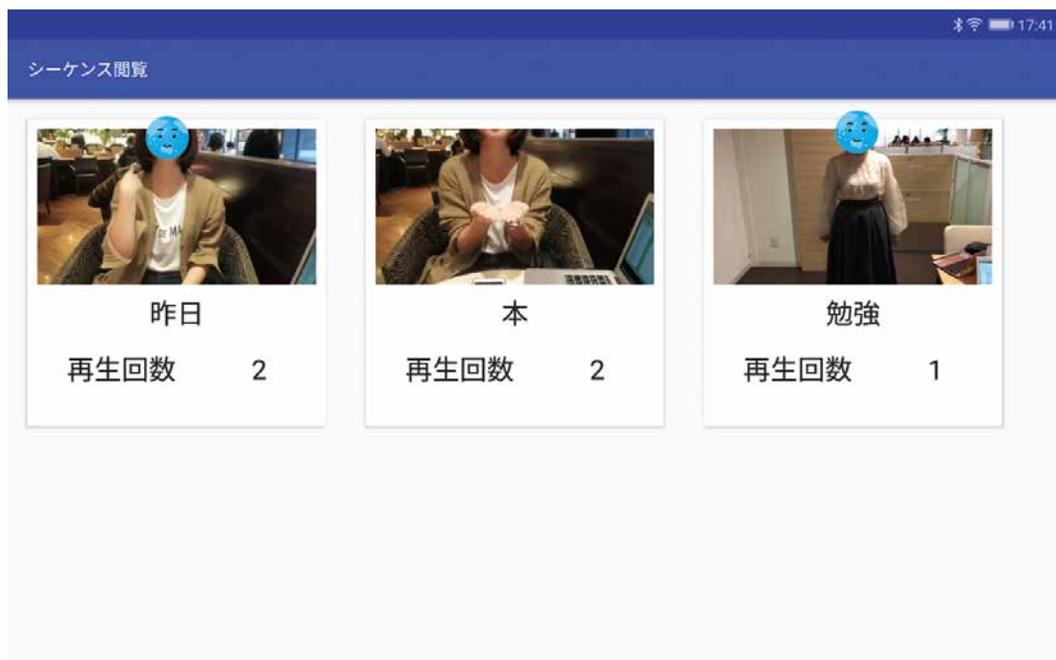
また、手話クリップを検索した結果、該当するクリップがひとつも見つからない場合、そのタグが付与されたイラストや写真を検索する。またさらに、同じタグが付与されたクリップやイラスト・写真が複数存在する場合、どれをシーケンスに追加するかを利用者が選択することができる。

保存したシーケンスを再生する場合、まずシーケンスの一覧を表示し（図3）、その中から一つを選ぶことによって、図4のようにその並びが再現され、それぞれの手話クリップが再生される。保存したシーケンスを再生する際も、手話クリップ情報のリストによって、その並びを管理する。

手話クリップのシーケンスを再生する方法は2つあり、それらは一つひとつの手話クリップをタップすることによる方法と、シーケンスの先頭の手話クリップを再生後はシーケンスの順序通りに手話クリップがそれぞれ自動再生させる方法である。



図3 シーケンスの一覧



(a)



(b)

図4 シーケンスの再現・再生

4. 予備的な評価実験

4.1 実験概要

前章のアプリを使用し、今後の開発のための実験をおこなった。

実験は本アプリをインストールしたタブレット端末を二週間にわたって貸与する形式で実施した。実験参加者は学生であり、事前にアプリについて説明を受け、実験者とともにタブレット端末と本アプリの状態に問題がないことを確認した。実験参加者は2人1組で本アプリを使用して指定のシチュエーションでコミュニケーションをとる「クエスト」をおこない、指定のシートにその結果を記入した。なお本アプリには260の手話クリップなどを事前に搭載した。

実験参加者：2019年度津田塾大学科目「メディア実習概論」受講生13組

期間：2019年11月6日～11月20日

クエスト1：「昨日（か一昨日）、学校内でやったこと」を、手話クリップ、指文字、クリップ登録を用いて作文し、そのシーケンスを保存する。実験者はこれを「教室表示」と称する。

クエスト2：「昨日、学校外でやったこと」を、手話クリップ、指文字、クリップ登録を用いて作文し、そのシーケンスを保存する。実験者はこれを「社会表示」と称する。

クエスト3：手話クリップを登録し、それを組み合わせて、自由にシーケンスを、ひとり3つずつつくる。実験者はこれを「自由表示」と称する。

回答シートの項目：クエストごとに、1 作成したシーケンス、2 内容について十分表示できると思われたか、3 良かった点と悪かった点、4 うまく表示できなかった単語、あると良かった単語や、機能、5 新しく動画を撮影し登録した単語、について尋ねた。1については、「5.よくできた 4.おおよそできた 3.どちらともいえない 2.あまりできなかった 1.まったくできなかった」の5段階で評価させた。

さらに、操作性・手話理解促進・動画コミュニケーションの有用性・期待度についてそれぞれ良かった点と悪かった点を尋ね、100点満点で評価をつけさせた。また、バグがあればその報告を求めた。

4.2 実験結果

4.2.1 クエストごとの結果

実験参加者は全員がすべてのクエストを実施し、評価シートに記入して提出した。以下、コメントは文章表現の些末な差異等を割愛し、大意をまとめている。

クエスト1「教室表示」の結果は以下のとおりであった。

クエストに対して作成した文章は「昨日学校で本を読んだ」といった短文であった。内容は、食べる、勉強する、スマホを落とすといった動作であった。

内容について十分表示できたかについては、5段階評価の平均が3.2であった。良かった点としては「ほとんど表示できた。通じると思う」「想像以上に音声認識の性能が良かった」「該当する単語がない時にすぐに動画撮影で追加できる」「動画登録を用いたことで具体的でわかりやすい」といったコメントがあった。悪かった点としては「文を作ったあと、途中で追加することができない」「過去形が出ない」「音声認識が上手くいかない、遅い」「日本語だと動詞のパターンが多く、データを増やすことが必要」といったコメントがあった。

クエスト2「社会表示」の結果は以下のとおりであった。内容は、買い物をする、友だちと電話で話す、カメラで写真を撮るといった動作であった。

クエストに対して作成した文章は「昨日バレーボールをやった」といった短文であった。

内容について十分表示できたかについては、5段階評価の平均が3.1であった。良かった点としては、クエスト1と同様のコメントがあったほか、「対応する語があったときには感動した」といったものがあった。悪かった点としては、「登録語が多いために使うのが（選ぶのが）大変」「動詞の活用も認識してほしい」「接続詞がうまくいかない」「使いたい単語が登録されていない」「『とる』がどのとるか判別できない（同音異義語との判別ができない意）」といったコメントがあった。

クエスト3「自由表示」の結果は以下のとおりであった。

クエストに対して作成した文章は、「私は猫を飼っている」「友達と韓国に行った」といった、クエスト1・2と比べて複雑な要素を含む短文であった。

内容について十分表示できたかについては、5段階評価の平均が3.0であった。良かった点としては、「音声で出てこないときには文字で検索できる場所」「シーケンス一覧のページが見やすい」といったコメントがあった。悪かった点については、「助動詞をどう表現していいかわからなかった」「（スマートフォンを示すさいに）実際のスマートフォンで表示できる場所」「～をすると

いう動詞をどうやって出せばいいかわからない」「データが少なくて（言いたいことが）表現できない」といったコメントがあった。

クエスト全体を通しての操作性評価の結果は以下のとおりであった。

4.2.2 全クエストを通した評価

全クエストを通した操作性に関する評価は以下のとおりであった。

100点満点評価の平均は53.5点、最低30点、最高80点であった。良かった点としては、「音声検索ができ、わかりやすいところ」「文だと認識されないことも単語だと認識される場所」「デザインがシンプル」「複雑な操作がほぼなく、簡単にシーケンス作成や動画撮影ができる場所」など、音声認識および操作する上での無駄のなさ・わかりやすさについてのコメントがほとんどであった。悪かった点については、「動画が勝手に再生されてびっくりしました」「ゆっくり話さないと聞き取れない場所」「遅い」「音声認識がされにくい、動画が再生されないことがある」「（特定の単語について）何度やっても誤認識された」「単語は認識されるが、文章は音声認識でもキーボードでも動かない（入力できない）」といった入力上の問題が多かった。「シーケンスの一部を編集したいのに全文入れ直さなければならない」という意味のコメントは2つあった。「『この動画は再生できません』と出る手話動画が多かった」という動画の問題もこの操作性の部分で1名がコメントしていた。

全クエストを通した手話理解促進に関する評価は以下のとおりであった。

100点満点評価の平均は62.3点、最低点30、最高点90であった。良かった点としては、「手話を利用する人との通訳が可能」（4名）、「どんな会話でも可能」、「自分が手話を使用していなくても興味深い点があり、可能性がある」（2名）「年齢・国籍に関係なく話せる」といった本アプリの基本的なコンセプトとその可能性に関する評価がもっとも多かった。悪かった点としては、「副詞や過去形など、些末な変化で該当する手話が出てこない」といった機能の問題や「手話データベースは画角等を揃えないと見にくい」（2名）という撮影上の問題のほか、「手話が鏡像かそうでないかわからない」「表示された手話が本当にその内容に相応しいかわからない」「無駄な動きをしてかえって伝わりにくくなりそう」といった、手話を使わない人にとって気になるであろう部分のコメントもあった。

全クエストを通した動画コミュニケーションに関する評価は以下のとおりであった。

100点満点評価の平均は66.9点、最低点30、最高点100であった。良かった点としては、「自分で入力した動画を保存できる場所」（3名）といった特定の機能についての評価と、「できた！という達成感が楽しさをもたらす」「動画を使えることが面白い、飽きない」（2名）といった使用時の肯定的感情についてのコメントが多かった。

悪かった点としては、「手話を作成したさまざまな人の顔がうつると集中できない」（2名）「顔が映っているので悪用が心配」「知らない人の顔がうつっているのは面白いとはいえない」といった肖像の問題についてのコメントがもっとも多かった。「単語が少ないと結局文字で打つことになる（データを増やせばよい）」「表現したいことが十分にできない」といった登録語彙についてのコメントは3つあった。その他、「使いにくい」（2名）、「また、「手話を使ったジェスチャーが混ざると混乱するのでは」「動画再生回数の表示は不要では」「シーケンスにタイトルをつけたい」「作

成した動画を他人と共有できないと飽きてしまうのでは」というコメントがあった。

期待度の平均は73点、最低点50、最高点100であった。ここまでの項目と重複するが、本アプリの基本的なコンセプトに関するコメントが多かった。手話を使用する人とのコミュニケーションに使用できる、手話学習に使用できるといったコメントである。また、特定の操作についての評価・改善要望コメントがあった。そのほか、言語の異なる人とのコミュニケーション・図鑑アプリとしての使用・幼児への使用など、難聴児以外の活用可能性が数多く示された。

4.3 調査結果を受けての考察

実験協力者の評価は全体に高く、マイナスのコメントの多くは登録データの少なさや複雑なシチュエーションでの使用に耐えられないことに起因するものであった。ここから、本アプリの基本的なコンセプトは実現できたと考えられる。

点数による評価は実験時のクエストによって差があり、シチュエーションが限定されているほど評価が高かった。シチュエーションが自由であるほど登録語彙の少なさ・過去形等の表現が豊富でないこと・操作時の遅さなどについてのマイナスのコメントが増えた。このことから、まずは本アプリの使用場面をある程度限定し、その場面に関する登録データを増強、アプリの使用目的・場面を含むマニュアルを作成する必要がある。また、学生を対象とした本実験では操作しやすいと評価されたものの、子どもを含む実際の利用者にとっての問題がないかは引き続き検証する必要がある。

また、本アプリへの期待度は高く、多くの応用可能性が示された。本アプリをプロトタイプとして、さまざまなバージョンを開発する余地が示されたといえる。

5. おわりに

本論文では「手話クリップの登録・検索」などのアプリケーションの基本機能を、具体的に実装し、その予備的な検証を行なっている。本論文では、これらの機能が適切に動作し、有用であることも確認することができた。

しかしながら、実際に手話を学んだり、そのコミュニケーションの一助となるためには、いくつかの機能が未だ不十分であるとも自覚している。まず第一には、格納できる単語が標準的なものであるため、その変化について、十分に整理することができない点である。手話は一連の動作によって文章を構成するため、単語として切り出すことが難しいものも多い。同じ単語でも動きによって意味が強調されたり軽減されたりと、まさに「活用」ともいえるべきバラエティがあるが、それを本アプリで格納するには、困難が付きまとう。このような手話単語の変化やバリエーションをどのように解決するのが、典型的な課題となるだろう。もう一つの課題は、やはりどこまで実践に応えることができるのかを試験するための、規模の大きな使用実験である。ある程度の有効性は現段階でも見込むことができるが、実際に多様なコミュニケーションの場を体験しなければ、その真価はわからない。実際にろうや難聴の当事者にご協力をいただく形での使用実験は、次に果たすべき課題となっていると考えられる。

謝辞

本研究はJSPS科研費 JP18K11994の助成を受けた。