

# 体表点字コミュニケーションを活用するためのタッチデバイスにおける ジェスチャー操作の最適化の考察と実証的検討

～盲ろう者の自律的コミュニケーションを促す筆談通信と体表点字が拓く、  
ユニバーサル言語としての点字のイノベーション～

長谷川 貞夫<sup>\*\*\*</sup>、長嶋 基明<sup>\*\*\*\*</sup>、高岡 健吾<sup>\*\*\*\*</sup>、山崎 貴義<sup>\*\*\*</sup>、青木 秀仁<sup>\*\*</sup>、新井 隆志<sup>\*\*\*\*\*</sup>

Sadao Hasegawa, Motoaki Nagashima, Kengo Takaoka, Takayoshi Yamasaki, Hidehito Aoki, Takashi Arai

\* 社会福祉法人桜雲会 \*\* 一般社団法人 Code for Nerima \*\*\* NPO 法人 練馬ぼそぼらん  
\*\*\*\* 株式会社インハウス DS \*\*\*\*\* JBS 日本福祉放送

## 1. はじめに：音声言語、文字言語に並ぶ触覚言語としての、体表点字

人間は、音声言語を用いるようになり、初めて人間になったと言われている。それが何万年前であるかは特定できない。

文字言語の起源も定かではないが、紀元前3千年頃、メソポタミアで楔形文字が用いられていたことが起源と言われている。

最初期の文字は、粘土板に尖ったもので書き、筆跡が楔の形の溝であった。しかし、これも、誰が、いつ始めたかについては分らない。

やがて粘土だけでなく、石、金属、羊皮紙、紙などに書かれるようになった。そしてブラウン管に描かれるようになり、今日のスマートフォンやタブレットの画面に至っている。

発明者が明らかかな言語がある。

現在、視覚障害者が、指先の触覚で読む点字は、1825年にフランスの視覚障害の少年ルイ・ブライユにより発明された。文字を持たなかった視覚障害者にとって、この発明はこの上ない福音であった。

その点字の1点ずつを、大きくし、電気的に振動させ、全身の体表のどこでも読めるようにしたものが最初の体表点字である。

体表点字は、長谷川貞夫が、共同研究者<sup>\*1</sup>とルイ・ブライユによる点字の発明の178年後の2003年に開発した。

## 2. 体表点字開発の取り組み

### i. 開発の経緯

1974年頃、当時の通商産業省の工業技術院が、背部の触覚で平仮名などを読み取る実験を行っていた。

方法は、16cm四方の1cmグリッドの全交点、つまり289か所に可動する直径2mmぐらいのピンを配置した。

ピンは、圧搾空気で制御されていた。例えば、「あ」の字は、この字の形にピンが1cmぐらい、0.5秒ほどの間隔で突出し、

背部を「あ」の形に刺激した。

私は、この研究に視覚障害者の被験者として参加していた。2時間ずつで、10回ぐらい試験を受けたが、自信を持って読めた文字は一字もなかった。たまに当たるものもあったが、次の回に、その字を読むことはできなかった。

この時、私は、289本のピンでなく、もし点字の凸点と同じ6本のピンであったら点字が読めると直感した。つまり、体表点字のアイデアであった。

しかし、装置もなく、それを自分で実験することはできなかった。

### ii. 体表点字の実験開始

通産省工業技術院の実験から23年を経た2002年に、当時、国立群馬工業高等専門学校教授の佐々木信之氏の求めで佐々木氏に会った。

佐々木氏の訪問目的は、電気的に振動する物体があったら、何か福祉に応用できないかという質問であった。

私は、工業技術院の経験から、点字の6点に応用することを提案し、2003年1月4日に、まず背部で1点だけが読めるかの基礎実験を行なった。

そして、その年のうちに、背部で点字が読めることを確認した。

### iii. 盲ろう者との初めての通信実験

初期に体表点字を視覚・聴覚が不自由な盲ろう者に应用することを考え、幾度も、そして何人もの盲ろう者と体表点字を読めるかの実験を行なった。

盲ろう者との通信には、ドコモのらくらくホンを用いた。12個あるテンキーのうち、1、2、4、5、7、8のキーを3段の点字に対応させ、これらのキーを押してから、6のキーで発信した。

送信された点字は、手首部などに着けられた2点式体表点字で読むようにした。

2009年当時は、全国盲ろう者協会と、東京盲ろう者友の会の事務所が東京都千代田区神田に数百メートル離れて存在していた。<sup>\*2</sup>

長谷川は、全国盲ろう者協会の事務所にて、数百メートル離れた東京盲ろう者友の会の事務所にいる盲ろう者と通信の実験を行なった。

実験は、「しりとり」であった。しりとりを行なうには、点字を書いて送信しなければならない。受けた方は、それを体表点字で読んで、適した言葉を返信しなければならない。つまり、「しりとり」は、会話ができたことの証明である。

盲ろう者から送られた最初の言葉は、「あか」(赤)であった。長谷川は、「かさ」(傘)と返した。それに対し、盲ろう者から「さかな」(魚)と返信があった。以降は省略する。

このように、盲ろう者との通信実験は成功した。

それで、ドコモのFOMAの電話を応用し、千葉県、岐阜県、富山県、山口県など、他府県の盲ろう者との通信実験も行なった。しかし、通信費が高額になるので、実用化できなかった。

#### iv. 体表点字の分類

体表点字は、その性質により幾つかに分類される。利用目的により最適なものを選べばよいと考えている。

##### ● 6点式体表点字

2003年に1個の振動体を点字の点として読めるかを確認してから、背部の6点の他、体の各部分で読みの実験を行なった。読みやすいように、手袋の指に取り付けた6点、ヘアバンドの周囲に取り付けた6点、Tシャツの背部に取り付けた6点などである。

Tシャツの6点は、Tシャツから外し、点字上段の2個を両手で万歳のように上に持ち、中段の2点を骨盤の外側に付け、下段の2点を、やや広げた両側の足背に付けた。これが、体表点字における最大の大きさである。

このほか、体の各所の6点で体表点字の実験を行なった。

##### ● 2点式体表点字

6点式体表点字は、ケーブルが6本となり、扱いにくいので、左右2個の点で、振動を3回に分けて1マスを読むようにした。つまり、上、中、下段の3段にし、実験しやすいようにした。

これは、体表点字における新しい開発である。<sup>\*3</sup>

体表点字において、周囲にいる人には、点字がどのように振動しているかわからないので、振動体を点字信号と同期するように光らせ、振動を見えるようにした「ピカブル」を開発した。2017年8月、このピカブルを両耳に着け、これを公表した。<sup>\*4</sup>

2017年12月から2018年にかけて、2点式体表点字での、盲ろう者との初めての通信実験を行なった。

表1 | スマートフォン向けアプリケーション開発の経緯

	アプリの名称	対応 OS
2012. 9	lppitsu 8/2 [リリース済み]	Android
	lppitsu 8/2R [リリース済み]	
2013. 12	点字一筆式入力 IPPITSU IME [リリース済み]	
2014. 4	スマート点字 [リリース済み]	
	スマート点字 IME [リリース済み]	
2016. 1	Kenzan-Go [リリース済み]	
2016. 12	イッピツ for AppleWatch [プロトタイプ]	iOS
2017. 3	イッピツ for iPhone [プロトタイプ]	
2017. 8	ピカブル [プロトタイプ]	
2018. 1	HelenKellerTalk [プロトタイプ]	

##### ● 1点式体表点字

スマートフォンなどのデバイスが振動で点字を表現すれば、それは1点式体表点字である。デバイスそのものによる1点式体表点字であり、外付けの装置を必要としないので有利である。

### 3. アプリケーション開発の経緯

本研究では、2012年から体表点字の原理を応用したスマートフォン向けのアプリケーション開発を行ってきた。(表1)

しかしながら、デバイス固有の独自アプリ開発では、近年多様化するデバイスすべてに対応するには負荷が高く、また、開発ツールやデバイスごとに異なる機種制約もあり、システムを広く普及させることの困難さを抱えていた。

そこで2018年11月より、デバイス独自のアプリではなく、Webブラウザによるシングルページアプリケーション(SPA)を応用した実装を行い、以下に述べるユーザインタフェース基盤(以下UI基盤)を組み合わせることで、独自アプリと同等の機能を、デバイスに依存しない形でブラウザ上で実現でき、汎用性を高めることを実現したので、ここで述べる。

### 4. アプリケーション基盤

2014年にAndroid向けの独自アプリとして開発していた「スマート点字」に必要な機能を有した「Firebase」をアプリケーション基盤とした。

「Firebase」とは、Google社が提供しているモバイルアプリ開発向けプラットフォームで、Webアプリのホスティング、セキュア接続(HTTPS)、端末認証、データベース、各種Webサービスなどの機能が提供されている。

端末認証とデータベースが、後述するコミュニケーション基盤で重要な要素となっている。(表2)

### 5. ユーザインタフェース基盤

以下に、著者らが研究を行ってきた「ジェスチャーによるスマート点字入力」「振動による体表点字出力」をWebアプリで実現するためのUI基盤を構成する、各要素技術を述べる。こ

表 2 | Web ブラウザによるシングルページアプリケーションと独自アプリの比較

基盤名		Web アプリでの実装	独自アプリでの実装
アプリケーション基盤		Web ブラウザのシングルページアプリケーション (SPA)	独自アプリによる開発
UI 基盤	文字入力	Web ブラウザの機能を使ったジェスチャーによるスマート点字	イッツ、スマート点字など、アプリごとに個別に実装
	機能指示	Web ブラウザの機能を使ったジェスチャーによる機能呼び出し	UIKit フレームワーク (iOS) を使ったボタンおよびジェスチャーによる機能呼び出し
	文字表示	Web フォント、HTML5、CSS による多端末の対応	システムフォントと独自グラフィック
	振動による体表点字	Web Audip API 50 ~ 100Hz の音声を合成	デバイスのバイブレーション、および CoreBluetooth フレームワーク (iOS) を使った外部装置への出力
	音声読上	Web Speech API 多言語に対応	AVFoundation および AudioToolbox フレームワーク (iOS) による合成音声
スマート点字辞書基盤		JSON 形式の拡張性をもたせた構造 墨字、点字、読み上げ情報、言語種類を一元的に管理 6点漢字、漢字詳細読み、統一英語点字 (UEB) に対応	独自の辞書
コミュニケーション基盤		リアルタイム DB を使った他者間のコミュニケーション	MultipeerConnectivity フレームワーク (iOS) を使った短距離無線通信

れらはいずれも広く普及している HTML5 のブラウザで利用可能なものである。

i. スマート点字のジェスチャーによる文字入力と機能指示

スマート点字とは、筆者らが考案したタッチデバイスでの点字の入力方法で、画面上での3回のジェスチャーにより、1マスの6点点字を入力する方法である。(図1)

これは 2014 年の Andorid 向けアプリとしてリリースして以降、Android 以外のデバイスでは開発を進められずにいた。

タッチデバイスの Web ブラウザのもつ、画面ジェスチャーを

検知する「touch イベント」などを応用し、Web アプリで「スマート点字」と同等のジェスチャー機能を実装した。

点字の入力だけでなく、入力した文字(点字)の読み上げなど、Web アプリに機能を指示するため、シングルタップの L 字型ジェスチャーを新たに採用した。

これにより、Web ブラウザの単一の画面で、1つの接点のジェスチャー操作で、点字の入力と読み上げ、文書呼び出しなどが可能となった。

また、画面のジェスチャー操作は、指で直接さわるだけでなく、対応したペンデバイスでの操作が可能のため、肢体不自由などで、端末を指で直接さわる事が出来ない場合の支援機能としても応用が可能である。

ii. 振動機能を有する音響デバイスによる体表点字出力

従来、筆者らが開発を行っていたデバイスでの振動方式は、デバイスに内蔵されている振動モータのバイブレーションを利用し、振動としての体表点字を出力していた。

振動モータを内蔵しないタッチ型デバイスにも利用範囲を広げるため、Web Auido APIを利用してブラウザから振動パターンを生成する音声信号を出力し、振動機能を有する音響デバイスで再生する方式とした。

Web Audio API とは、HTML5 で実装された音声合成の機能で、本アプリでは、体表点字に則した波形と長さの音を合成している。

Web Audio API のシンセサイザ機能 (Oscillator) を利用して、50 ~ 100Hz の低周波の体表点字の振動パターンを合成し、バイブレーション機能付きネックスピーカーや、骨伝導ヘッドホンの振動による体表点字を実現した。(図2)

再生するスピーカー、ヘッドホンなどの個々の特性により、振動が発生する周波数が異なるが、API で指定する周波数、

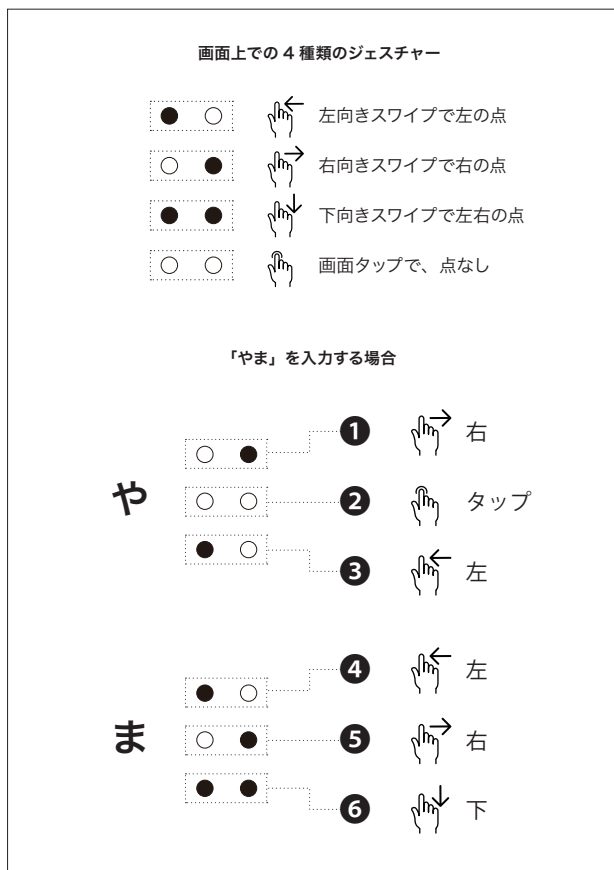


図 1 | 点字入力の方法：4種類のジェスチャーを使って、点字1マスを上段、中段、下段の3回に分けて入力する

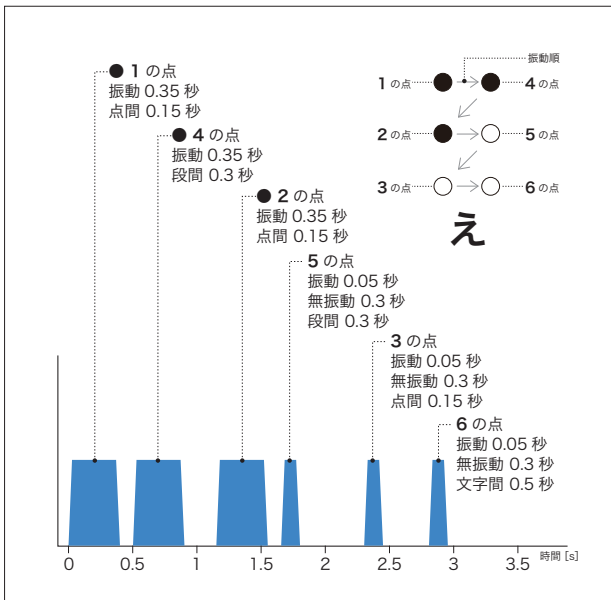


図 2 | 1 点式体表点字による「え」の文字の振動パターン

表 3 | Web Speech API の読み上げ設定例

SpeechSynthesisUtterance インタフェース

プロパティ名	意味	使用例
lang	読み上げの言語を指定	ja-jp
rate	読み上げの速度を指定	1.2
pitch	読み上げのピッチ (音の高低) を指定	1.0
text	読み上げる文字列を指定	あ、あさひのあ

振動パターンなどを任意に変更させることにより、振動に適した波形を指定することが可能である。

これにより、デバイス内蔵のバイブレーションよりも、精度の高い体表点字の振動の生成が可能となった。

左右のチャンネルの振動を区別可能な音響デバイスであれば、2点式の体表点字も実現可能である。

### iii. 音声による文字読み上げ

Web Speech API を利用し、デバイスに依存せず、ブラウザの画面から文字の読み上げを実現した。

Web Speech API とは、HTML5 で実装された音声合成と音声認識の機能で、本システムでは、入力した点字を墨字の音声で読み上げる音声合成機能として利用した。

スマート点字の文字入力の 4 つのジェスチャーの左、右、下、タップの音声によるフィードバック、および入力した文字の読み上げを行っている。

標準の API 化により、読み上げの言語、速度、ピッチなどをユーザが任意に設定することが可能となった。(表 3)

### iv. 点字と墨字の画面表示

Web アプリで、画面サイズ、解像度、向きの異なるデバイスで画面を表示させるために、CSS によるレスポンシブ Web デ

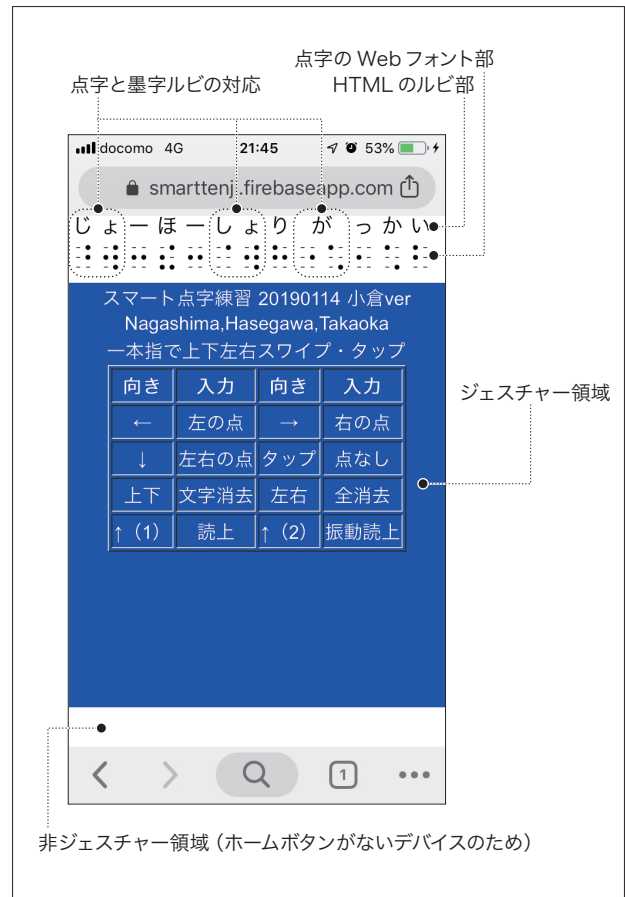


図 3 | Web アプリ全体図 (iPhone 8 Chrome)

ザインを採用した。

点字を表示するフォントは、デバイスの提供メーカー間の表示の互換性に問題があるため、Unicode の 6 点点字に対応した、視認性の高い独自の Web フォントを作成し、異なる種類のデバイスでも、Web ブラウザ上で同一の点字フォントを表示できるようにした。

あわせて、HTML5 の「ルビ」機能により、点字と、対応した文字を合わせて表示を行うようにし、点字に不慣れな晴眼者が、点字と墨字の対応を直感的に理解することが容易となった。(図 3)

## 6. スマート点字辞書基盤

スマート点字による点字入力、右スワイプ、左スワイプ、下スワイプ、タップのジェスチャーを組み合わせた 3 回のジェスチャーで、1 マスの 6 点点字を入力できる方式である。点字そのものには、言語の意味をもたせず、特定の言語や記号であることを示す修飾符と組み合わせて、言語を表現する。

言い換えれば、これらのジェスチャーで、すべての点字の言語を入力することが可能となる。

「スマート点字」による点字入力の支援と、音声言語、視覚言語、体表点字の相互の情報通信を実現するために、「スマート点字辞書基盤」を考案した。

この辞書は、点字の入力モード、表示文字、6点字を10進数で示したコード、読み上げ情報、文節区切りなどの情報を保持できる、シンプルなJSON形式のデータとした。

```

{"mode": "kana", "literal": "あ", "code": "01", "syomi": "あ、あさひのあ"}
{"mode": "kata", "literal": "ア", "code": "01", "syomi": "あ、あさひのあ、かなかな"}
{"mode": "suuji", "literal": "1", "code": "01", "syomi": "すうじのいち"}
{"mode": "alpha", "literal": "a", "code": "01"}
{"mode": "ALPHA", "literal": "A", "code": "01"}
  
```

上に例示した辞書の“あ”、“ア”、“1”、“a”、“A”の5つはいずれも点字で示すと1の点だけの同じ点字である。

“mode”には、点字のモード、“literal”には墨字、“code”には、6点の点字を6bitにみたて10進数で表す00～63の数値、“syomi”には、文字を示す「詳細読み」を登録する。

詳細読みとは、主に視覚障害者に漢字を音声で伝える説明表現で、パソコンのスクリーンリーダなどで利用されている。

本Webアプリでは、渡辺らの研究成果である詳細読みデータを利用した。<sup>\*5</sup>

```

{"mode": "kana", "literal": "きゃ", "code": "0833", "syomi": "きゃ、きつてのき、ちいさいやかんのや"}
{"mode": "kana", "literal": "長", "code": "402305", "syomi": "ながい、ちょうたんのちょう"}
{"mode": "kana", "literal": "っ", "code": "02", "syomi": "そくおんのつ", "syomi": "ちいさいつばめのつ"}
  
```

“きゃ”は、拗音の点字“08”と、“か”の点字“33”で構成され、詳細読みは“きゃ、きつてのき、ちいさいやかんのや”となる。

“長”は6点漢字で示すと“40”、“23”、“05”の3マスの点字で構成され、詳細読みは“ながい、ちょうたんのちょう”となる。

促音の“っ”は、点字“02”の1マスである。

“っ”の1文字だけを音声で読み上げることができないので、“yomi”に“そくおんのつ”を登録している。

ひらがなから数字、英字などの入力モードを切り替える「修飾符」は以下のように構成する。

修飾符に続く入力モードは、“suuji”、“alpha”となる。

```

{"mode": "kana", "literal": " ", "code": "60", "speech": "0", "yomi": "すうふ", "sentence": "1"}
{"mode": "kana", "literal": " ", "code": "38", "speech": "0", "yomi": "英字モード"}
  
```

“speech”: “0”で、修飾符そのものを読み上げないことを指

定する。

“sentence”: “1”は、その点字で文節が区切れることを示す。

本Webアプリは、スマート点字で入力した点字の“mode”と“code”に合致する文字をスマート点字辞書から検索し、合致した1文字分を辞書から注出して配列形式で保持する。

1文字毎に、点字の言語を示す“mode”、墨字、詳細読みを保持するので、晴眼者には墨字情報、視覚障害者には墨字の読み上げと詳細読み、盲ろう者には点字コードの振動情報を出力可能となる。

スマート点字で「長谷川」と入力した場合、入力した点字情報は、スマート点字辞書を抽出して、以下のようなJSON形式の配列に格納する。

```

[
  {"mode": "kana", "literal": "長", "code": "402305", "yomi": "ながい、ちょうたんのちょう"},
  {"mode": "kana", "literal": "谷", "code": "504221", "yomi": "たにがわのたに、こく"},
  {"mode": "kana", "literal": "川", "code": "565933", "yomi": "かせんのせん、かわ"}
]
  
```

配列情報を以下のように利用することで、タッチ型デバイスから情報を出力する。

- 入力した文字列の読み上げは、配列の“literal”の値を結合した「長谷川」をWeb Speech APIをつかって音声読み上げを行う。
- 詳細読みは、対象となる文字の配列中の“yomi”を抽出し、Web Speech APIを利用して音声読み上げを行う。
- 点字表示は“code”の値の2桁の数値をUnicodeのU+2800に加算して点字のUnicodeを生成し、指定したWebフォントを表示する。
- 画面のルビ表示は、配列の“code”の値により生成した点字表示に対して、“literal”の値をルビに指定する。
- 体表点字の振動は、“code”の値を振動パターンの周波数と振動時間に当てはめ、Web Audio APIを利用して振動をスピーカーより再生する。

上記のような、墨字、点字、読み上げ情報を保持したJSONデータを送受信、情報出力することで、本研究の目的である、晴眼者、盲ろう者、視覚障害者、聴覚障害者間で、異なるデバイスでも、同一のアプリで、同一の言語によるコミュニケーションを行うことが可能となった。

## 7. コミュニケーション基盤

本研究は、晴眼者、盲ろう者、視覚障害者、聴覚障害者間で、

表 4 | 動作確認をした機種、OS バージョン、ブラウザ

端末種類	機種名	発売年	OS バージョン	読み上げ音声	ブラウザ
Apple	iPhone 5S 以降	2013	12.1.1	日本語 Kyoko (拡張)	Safari, Chrome
	iPod touch (第6世代)	2015			
	iPad mini 2	2014			
Android	Google Nexus 5X	2015	8	Google テキスト 読み上げ	Chrome
	Sony Xperia Z Ultra	2013	4.4.2		
	Samsung Galaxy S6 Edge	2015	7		
	LG Pad	2014	5.0.2		
Amazon	Fire HD 10 (2017)	2017	5.6.0.0	日本語 Mizuki(JPN)	Silk
Windows	Surface Go	2018	10	Microsoft Haruka (Japan)	Chrome

簡単な操作でコミュニケーションできる通信方法の普及実現を目標としている。

第 4 回 AAC 研究発表会で発表した「ピカブル」は、iOS デバイスと専用の外部装置を Bluetooth で接続して使う方式であった。

デバイス間でのコミュニケーションを容易にし、かつ遠隔地とのコミュニケーションを可能にするためには、デバイスを特定できること、コミュニケーションの相手に情報を伝えること、伝えた情報を受け取ったデバイスで再現できることの 3 点の機能が必要であると考えられる。

これらの機能を容易に実現するための基盤として、Google 社の提供する Firebase を採用した。

コミュニケーションの API の 1 つである WebRTC (Web Real-Time Communication) の機能と比較した結果、簡単なテキスト情報を容易な認証方式で通信ができる Firebase の「Authentication (認証機能)」と「Realtime Database」を利用することとした。

デバイスの特定は、盲ろう者やタッチ型デバイスの不慣れな利用者を想定して、Firebase の認証機能の 1 つである「匿名認証」を採用し、特別なサインイン処理を不要とした。

また、1 対 1 の対話だけでなく、複数人の対話にも対応できる基盤構築を行った。

## 8. アプリケーションの客観的評価

### i. デバイスの汎用性

タッチ型デバイスについて、iOS、Android (Amazon 社の Fire HD を含む)、Windows の各 OS の最新バージョン (2018 年 12 月) で、いずれも同一の Web アプリが動作することを確認できた。(表 4)

動作が確認できた OS は、iOS についてはバージョン 12 以上、

Android はバージョン 4.4.2 以上である。

Windows の標準ブラウザの Edge では、スマート点字で定義したジェスチャー入力が、標準機能のジェスチャーと重複していたため、動作確認ができなかった。

音声読み上げについては、各 OS 毎のユーザ補助・アクセシビリティ機能に依存しており、それぞれのユーザ補助などで読み上げの設定を行った。音声の質などに違いがあるものの、文書の読み上げに互換性の大きな違いは見られなかった。

携帯通信機能を持たないタブレットや、iPod Touch でも動作が可能であった。これにより携帯の通信に制約のある医療現場での利用も可能である。

### ii. アプリケーションの起動方法の評価

Web アプリの起動については、URL を示す QR コード (図 4) をカメラに写すなどで、容易に実行することが可能となった。

次回以降の起動は、Web ブラウザのブックマーク、もしくは「ホーム画面に保存」で可能である。



図 4 | URL を示す QR コード

### iii. 総合的な評価

Web アプリについて、17 人に対して、対面で説明しながら、Web アプリ起動、文字入力、読み上げまでの一連の動作を操作してもらい、各機能の操作性の評価を行った。

結果を表 5、盲ろうの被験者の文字入力時間の記録を表 6 に記載する。

評価の結果、特筆すべき点は、デバイス間の互換性の高さと、スマート点字の習得のしやすさである。すべての被験者が短時間で入力方法を習得できた。

表示は晴眼者向けと想定していたが、弱視の盲ろう者向けに、文字サイズを大きくすることが有効であることがわかった。

Web ブラウザの拡大表示、もしくはスタイルシートの設定で変更が可能である。

振動による体表点字については、個人差があるものの、振動の調整により聞き取りできることを検証した。

評価の結果が芳しくなかった、機能ジェスチャー、弱視者向けの拡大表示、端末間のコミュニケーションについては、アプリの修正・開発を進め、引き続き研究・検証を行っていく。

## 9. 今後の課題と展望

### i. 目的に合わせた振動体の開発と実験

#### • 微小体表点字振動体

外耳は触覚的に敏感である。外耳道に微小振動体を固定し、

表 5 | 実証評価の内容、被験者、評価及びコメント（評価期間 2019 年 1 月 17 日から 2019 年 2 月 1 日）

基盤名	検証内容	被験者の属性と人数				評価およびコメント
		健常	視覚障害	聴覚障害	盲ろう	
アプリケーション基盤	タッチデバイスの互換性	5	2	2	3	○被験者のすべての端末で動作可能 △読み上げ音声に、端末毎の差異がある
	アプリケーションの起動	5	2	2	3	○QRコード読み取りで簡単に起動可能 △一部端末でQRコード不可
UI基盤	文字入力	10	2	2	3	○短時間の説明で習得。1マスあたり3秒以下で入力 ○ペンデバイスの利用 △一部のWindowsパソコンで利用が出来なかった
	機能指示	5	2	2	3	○同一画面上の同一操作で、機能呼び出しが可能 △視覚障害者には斜めのジェスチャーが困難
	文字表示	10	0	2	1	○点字の理解が深り、点字→墨字の変換ツールとして活用 △弱視者向けの拡大表示が必要
	振動による体表点字	5	2	0	3	○振動パターンなどの概念の説明の後に、1点式体表点字が理解出来た △振動の聞き取りの個人差がある
スマート点字辞書基盤	詳細読み 点字のモード切り替え	5	2	0	0	○パソコンのスクリーンリーダと同等の詳細読みが可能となった ○各言語モードでの入力表示と振動出力が可能
コミュニケーション基盤	端末間のコミュニケーション	0	0	0	0	△今後の検証課題

表 6 | 盲ろうの被験者のスマート点字入力時間の例

	1マス目	2マス目	3マス目	4マス目	5マス目	6マス目
1マスあたりの秒数	2	3	5	2.5	3.5	3
1段目	0.5	1	1	1	2	1
2段目	0.5	1	1	1	1	1
3段目	1	1	3	0.5	0.5	1

外部から電気を与えて体表点字の実験を行なう必要がある。1点式、左右の2点式が考えられる。

#### ● 耳介での各種振動体

ピカブルは、耳たぶに着けて2点式体表点字とし、振動を見せるためのデモ用にした。

両側の耳の耳介の頂点、中間部の中点、耳たぶの下点で、6点式体表点字の実験を行なう必要がある。

#### ● 強力・体表点字振動体

聴覚障害者用火災報知器の振動体は、ほぼ、手のひらほどの大きさである。

しかし、一般に火災報知は音響で行なわれ、聴覚障害者にはわからないため、強力な振動体を枕の下などに入れて火災報知機としており、既に製品がある。これは、単純に振動をするだけであるが、1点式体表点字の出力装置として利用が可能であろう。

盲ろう者が、体表点字を読めれば、火災か水害か、などの緊急避難警報がわかる。こうした警報装置だけでも、盲ろう者に早急に普及させる必要があろう。

1個の振動体で点字を表現することができることは、先に述べた。しかしこれは、点のある場合を長振動、点がない場合

を短振動にするなどの単純な方法ではない。

点字を3段で表現する場合、同じ段で点がある部位とない部位の振動時間。そして、この2点間の空白時間。さらに次の段との空白時間。段に点がない場合の振動方法。また、点字のマス目の単位を表現するマス間時間。1点式体表点字を速く読むために、点がない場合の末尾省略、などの考慮すべき要素が多くある。

これは、体表点字を利用する個人により違うので、設定方法も必要である。

これらは、体表点字を読みやすくするための重要な開発テーマである。

#### ● インプラント点字振動体

インプラントの語は、歯科でよく知られているが、人工内耳もインプラントである。

人工内耳の発達により、聴覚障害者は、ますます、その技術の恩恵を受けている。

人工内耳の発達は、音声言語技術の発達である。

これに対し、まだ行っていないが、人工内耳のように、インプラント点字振動体の開発を行なう必要がある。

これは、ブライユ点字の有効性を証明する究極の開発である。医学的に問題がなく、生理学、心理学的にどのように体内に埋め込むかが問題である。

この場合、頭部、両上肢、両下肢、体幹が考えられる。

インプラント点字においても、1点式、2点式、6点式、多点式などが考えられる。

#### ii. 点字教育

##### ● 指先の皮膚で読む通常の点字

指先の触覚は、幼年期ほど敏感であり、年齢とともに、感

覚が鈍くなり、全く6点を区別できない人もある。6点を区別できなければ、点字学習はできない。

特別支援学校などで、幼児期、少年期から学習した人は、点字を早く読める。

しかし、中途失明者などで、30歳以上で学習した場合、個人差はあるが、幼児期からの学習者に比べ、読み速度が遅い。しかし、実用の段階に達する人も少なくない。

50歳、60歳での中途失明者も、個人差はあるが、点字を実用にまで学習するのは、かなり困難である。

### ● 体表点字

これまでの、体表点字の被験者は、中年以上で、70歳の人にも試した。

結果として、6点を区別できない人はいなかった。

以上のことから、体表点字を、学習できない人はいないと考える。

むしろ、幼児期、少年期から体表点字を学習した人はまだいないので、その読み速度と、学習による実用性は、未知の問題である。

## 10. おわりに

「はじめに」において、人類の言語は音声言語と文字言語であり、特殊な例として点字から発展した体表点字について論じた。

体表点字は、今日において、通信技術に最も恵まれていない盲ろう者にも有効な手段になることを、実験を通して証明した。

それは、盲ろう者にとって、画面における容易な文字入力の方法であり、また、ジェスチャーによる文章の編集などの方法である。これらの研究を、より深めることにより、盲ろう者用通信技術は実用になると考える。

体表点字の盲ろう者への応用は、体表点字研究における重要な通過点である。

そこで、次に、盲ろう者を含む人類全体のための研究を行なう必要がある。それは、振動体の大小、振動体の個数、設置する身体上の部位などを、応用の目標に合わせる研究である。

本稿では初めて、体内に埋め込む、いわゆるインプラント点字の提案をした。

音は、聴覚器を意識しなくても、自然に聴こえて来る。

また、視界は、視覚器を意識しなくても、自然に風景が見える。

インプラント点字により、その場所を意識しなくても、体内から意味が伝わってくる。

これは、人類における、言葉の新たなイノベーションである。イノベーションであるが故に、インプラント点字が、人類にどのような影響を及ぼすかについては、計り知れないものがある。

## 【註】

- \*1 2003年当時の共同研究者は、佐々木信之氏、大塚聡氏
- \*2 現在、全国盲ろう者協会は新宿区早稲田、東京盲ろう者友の会は台東区浅草橋にある。
- \*3 情報処理学会 第2回 AAC 研究発表会における「点字」は、「体表点字」とともに、健常者なども日常に用いる人類共通の触覚文字になる」における「体表点字の具体的表現と特徴」に記述した。
- \*4 情報処理学会 第4回 AAC 研究発表会における「光る点字（体表点字）開発の現状と未来」は以下のURLでYouTube上にアップロードした動画として閲覧できる。  
<https://www.youtube.com/watch?v=-pYdFUiFjMI>
- \*5 『視覚障害者と漢字のページ』  
<http://kanji.eng.niigata-u.ac.jp/index.html>  
新潟大学 工学部 福祉人間工学科 渡辺研究室

## 【参考文献】

- [1] 平田健悟、塚本昌彦、義久智樹：ウェアラブルコンピューティングのための携帯型点字入出力インタフェースの設計と実装 情報処理学会 IPSJ HI-122, 2007.
- [2] 村瀬慶祐、伊藤翼、斉藤裕樹、THEVILOJANAPONG Niwat、戸辺義人：H2BCom: 手から手へ伝える通信 情報処理学会 IPSJ, 2014.
- [3] 石渡憲弘、中野鐵兵、赤羽誠、小林哲則：チャンネル指向インタフェース：遠隔支援を前提とした高齢者向け web 利用環境の設計と実装 情報処理学会 IPSJ, 2015.
- [4] 竹田圭吾、赤羽誠、中野鐵兵、小林哲則：高齢者の SNS 利用促進システムの提案：通信サービスの違いによる不安の検討 情報処理学会 IPSJ, 2015.
- [5] 小本勇貴、中野鐵兵、小林哲則：Enhanced Web Speech API: ブラウザ非依存なエンジン選択・拡張が可能な HTML5 用音声ウェブアプリケーション開発用プラットフォームの提案と実装 情報処理学会 IPSJ, 2015.
- [6] 渡辺真太郎、馬場哲晃、串山久美子：Braille Pad Project: タブレット型デバイスを使用した点字教育支援システムの提案 情報処理学会 IPSJ AAC-2, 2016.
- [7] 長谷川 貞夫、成松 一郎：「点字」は、「体表点字」とともに、健常者なども日常に用いる人類共通の触覚文字になる 情報処理学会 IPSJ AAC-2, 2016.
- [8] 長谷川 貞夫、甲賀 金夫、成松 一郎、新井 隆志、高岡 健吾、石井 一嘉：光る点字（体表点字）開発の現状と未来 情報処理学会 IPSJ AAC-4, 2017.
- [9] 長谷川 貞夫、甲賀 金夫、成松 一郎、新井 隆志、高岡 健吾、石井 一嘉：「HelenKellerTalk」(晴眼者、盲ろう者、視覚障害者、聴覚障害者の四者が共通のシステムで会話) — 音声言語、視覚文字言語と並ぶ第3の文字言語“体表点字” 情報処理学会 IPSJ AAC-6, 2018.
- [10] 高岡 健吾、長谷川 貞夫：触覚インタフェースで実現する盲ろう者の自律的コミュニケーション 日本デザイン学会 JSSD-65, 2018.