

原 著

## 盲聾者のための振動電話「タチホン」と 専用通信システムの開発

太田 茂<sup>\*1</sup> 岸本俊夫<sup>\*2</sup> 堀内健司<sup>\*2</sup> 佐伯修良<sup>\*2</sup>  
内山幹男<sup>\*2</sup> 河野孝幸<sup>\*3</sup> 河田正興<sup>\*4</sup> 仲本 博<sup>\*5</sup>

### 要 約

本研究の目的は視覚・聴覚が共に低下し伝統的な電気通信システムの利用が困難な盲聾者を情報社会に迎え入れるため、振動を用いて文字情報を表現する電話「タチホン」を世界に先駆けて実現すること、その有用性を検証することである。マイコン内蔵が常識化した昨今の携帯電話端末には、従来の電話システムの枠を超えた新しい可能性がある。

タチホンの最大の特徴は市販の携帯電話の機能をフルに活用することである。視聴覚に頼ることができない盲聾者は音声通信やメール等の携帯電話本来の機能が利用できないが、着信通知用の振動子でモールス符号や点字コードを出力すれば文字情報が表現できる。なお、入力にはダイヤル用のテンキーを利用する。我々が普段利用しているメール機能との連携は許されていないので、専用の通信サーバを設置して中継役を務めさせる。

ごく普通の携帯電話端末をタチホンに変身させるために、以下の方策を考案し実施した。まず、Java 言語を使って開発した独自の通信制御プログラムを専用アプリとしてアプリ配布用サーバに登録する。各利用者は自分の端末でアプリ配布用サーバにアクセスし、専用アプリをダウンロードすることで、普通の携帯電話を盲聾者用振動電話タチホンに変身させる。タチホン相互の直接交信は通信企業が認めていないので、前述の通信サーバに仲介させる。こうすることで、視覚にも聴覚にも依存しない文字通信機能を実現した。

認知性について実験した結果、携帯電話の振動子でモールス符号や点字コードを表現することで文字情報を伝達するタチホンには十分な実用性がある事が判った (n=6, 正答率96%以上, p<0.01)。

携帯電話の機能を活かしながら触知覚を利用できるよう変身させることで、盲聾者が健常者の手助け無しに利用できる通信環境を安価に実現する。結果的に、通信インフラの守備範囲を拡大し、誰でも使えるという社会的使命を全うする。

### 1. はじめに

電信を祖とする電気通信技術は1世紀半もの歴史を有するが、インターネットを支える情報通信技術は四半世紀程度の若い技術である。文字処理だけで手一杯の状態から半導体技術の飛躍的進歩でカラー動画も扱えるまで進化した情報通信技術には評価すべき点が多いが、視覚と聴覚しか対象にしていなのにマルチメディアを標榜するのはおこがましい。とはいえ、通信技術の視聴覚偏重には理由がある。この両感覚は情報量も伝送速度も他の感覚とは桁が

違うし、受信時に身体接触を必要としない特性は衛生面のみならず機器の耐久性や信頼性の面でも断然有利で他の感覚には期待しえないものである。

通信技術の利用に欠かせない視聴覚の欠落は情報社会からの断絶を意味する。味覚や嗅覚は電気通信に全く適さず、一部にせよ視聴覚を代行しうる感覚は触覚しかない。

その昔、外出中の数少ない連絡手段であった公衆電話は、視覚障害者や肢体不自由者にとって設置場所を見付けることも大変なら使うことも一苦労とい

\*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 福祉システム研究会

\*3 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 医療情報学専攻 \*4 川崎医療福祉大学 医療福祉学部 医療福祉学科

\*5 川崎医科大学 医用工学・システム循環器

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

E-Mail: ohta@mw.kawasaki-m.ac.jp

う代物だった。携帯電話の普及はそれらの問題を解決し、メール機能は聴覚障害者の通信環境を劇的に改善した。しかし、情報摂取手段が触覚に限られる盲聾者は、掌に字を書いて貰うとか触手話等の対面時用の手段しか今も利用できず、電話やテレビ等の視聴覚を前提とする電気通信の世界から排除されている。その結果、情報社会の恩恵に浴することができず社会参加が難しい。

視聴覚の複合障害が日常生活に及ぼす影響は甚大である。近くに誰もいない状況で問題が起きた時の電話は正に命綱そのものであるが、盲聾者はその利用が制限されている。視聴覚の健全さを前提とする現行の電気通信は、両感覚が共に低下した盲聾者の利用は想定しておらず、結果的に盲聾者は情報社会から疎外されている。しかし、振動時間の長短で文字情報を表現する方式を採用すれば、盲聾者も利用できる通信系を“軽やかに”実現できる。

本研究の目的は、視覚・聴覚が共に低下し現状の電気通信システムの利用が困難な盲聾者を情報社会に迎え入れるため、振動を用いて文字情報を表現する電話「タッチホン」とその機能を実現する通信システムを世界に先駆けて実現し、かつ、その有用性を検証することである。マイコンを内蔵する昨今の携帯電話端末は、伝統的な電話システムの限界を超える新しい可能性を予感させる。その実態を本論文で明らかにしたい。

タッチホンは、盲聾者とその家族や知人（盲聾者も含む）とが触覚を介して文字情報を交換し合うことを可能にし、離れた場所にいる人に自力で連絡を取りたいという盲聾者の悲願を叶えるものである。開発を担当した福祉システム研究会については付録Aで説明する。

## 2. 開発の背景

既存の電話システムは触覚利用を想定していない。我々は市販の携帯電話の機能を活用するため、専用の通信サーバを介在させる新しい通信方式を提案する。洗練度はまだ低いですが、通信環境を提供する通信企業（いわゆる電話会社）さえその気になれば携帯電話の標準機能に昇格させることも可能である。本研究の意義が社会的に認知され行政組織や電話会社の協力が得られれば、汎用的な通信システムに発展させ得る可能性もある。

### 2.1. 振動電話の意義と実現方法

情報社会を完成させるには、盲聾者も利用できる情報伝達手段が不可欠である。視聴覚が低下し情報摂取手段が触覚のみに限定される盲聾者も、対面時には掌に書く文字や触手話等を使って情報を取得<sup>1)</sup>している。福島智東大教授が愛用する指点字は相手

を点字タイプライタと見なして6本の指で点字の各点を表現する日本独自の対話方法であるが、指の動きを振動子で代行させれば機械化も可能である。

振動で文字を表現する発想は実は古い。その代表、原寸大の点字表示ユニットを多数並べた点字ディスプレイ装置は表示速度も速く有用だが極めて高価である。しかし、一斉表示できる文字数を減らせば機器コストは低減できる。極限まで単純化し、単独の振動子で文字情報を提示する方式ならコストは最小限になる。更に、携帯電話内の振動子を利用する方式ならハードウェアの生産と供給という難題も解決できる。単一振動子を使用する方式に最も似合うのはモールス符号だが点字も利用できる。

トンツーと表現される短点と長点（以下、“・”と“－”と書く）の組合せで文字を表現するモールス符号は、音や光の断続で表現することが多いが振動でも表現できる。ところが、平面上に配置するものという固定概念が浸み込んでいる点字を振動で表現し、しかも、その機能を携帯電話に組み込む方法は説明が難しい。とはいえ、点字を構成する各点をモールス符号に倣って、“・”、“－”に相当する振動で表現すれば、盲聾者だけでなく“誰でも”点字が利用できるようになる。

まずは、モールス符号を振動で表現する「振動モールス」の説明から始めよう。入力にはダイヤル用テンキー、出力には振動子を用いる。いずれも携帯電話の必須要素である。

図1に示すテンキーの[4]をモールス符号の短点、[5]を長点と約束する。両者の違いは持続時間で、長点は短点の3倍と国際規約<sup>2)</sup>で決められているが、押下時間を指先で調整する操作は初心者には難しいので、それぞれに別のキーを割り当てた。なお、[6]は文字の確定、[\*]は確定した文字列の送出指示という規約も定める。

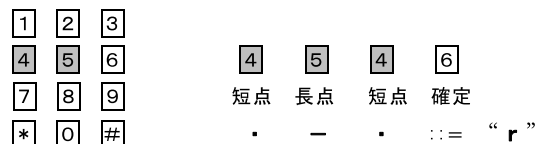


図1 振動モールスの入出力説明図

テンキーの[4][5][4]をこの順に押下する操作は、“・－・”に対応する英文モールス符号“r”の入力を意味し、後続する[6]と[\*]の押下で文字の確定と送出を指示する。実際に送出されるのは“r”という文字ではなく“4546”という数字列であるが、受信側の携帯電話は“・－・”という振動を出力して、受手に“r”というモールス符号の着信を報せ

る。このような方法で文字情報を伝送し表現すれば盲聾者も利用することができる。

点字もモールス符号同様に振動で伝達する。振動点字の詳しい説明は付録 B に譲るが、厚手の紙に突起を形成する普通の点字と振動点字の相違点についてのみ、ここで説明する。

実は、点字の突起部分は“誰でも”触知できるが平坦部分に“点が存在しない”ことを触覚だけで確信することが難しい。この事実が点字に不慣れな初心者に不安感を与え学習意欲を減退させる。逆にいえば、“点が無いこと”さえ確信できれば点字利用時の不安感は激減する。平面上の点字を時間軸上の信号「振動点字」に変換する際、我々は点字の突起部分を長点、平坦部分を短点で表現し“点の有無”を明示する。この方法が点字の読取精度を飛躍的に向上させる効果を我々は定量的に証明<sup>1)</sup>した。意外かもしれないが、振動点字は提示速度さえ調整すれば“誰でも”確実に認知でき点字の触読が苦手な人を救済する。

しかしながら、パソコンの日本語入力をローマ字で行う人が多い我国の実状を考えると、失明時期等の関係で点字に苦手意識を持つ盲聾者には暗記すべき文字種が少ない英文モールスを薦めたい。母音以外のカナ文字を複数の英字の組み合わせで表現するローマ字は打鍵数の面で不利なように思われがちだが、必ずしもそうではない。その理由を説明する。

点字文は 6 個の点を収容するマスと呼ばれる文字枠の並びで構成される。マスの中の点の数は 1~6 個と不定だが、振動点字は常に全点を表現するので固定長データに準じる特性を持つ。これに対し、英文モールス符号は 1~4 点で構成される可変長データである。文字の使用頻度を一樣と仮定した場合の英文モールス 1 文字あたりの平均点数は約 2.5 点<sup>3)</sup>で、2 文字分でも平均振動回数は 6 回以下で振動点字よりむしろ少ない。つまり、ローマ字表記を前提とする振動モールスは日本点字ベースの振動点字より伝送時間や出力時間の面で有利である。

振動点字を可変長符号化する案も想定は可能だが、これは固定長であるが故に初心者でも利用し易いという振動点字の最大の利点を否定する発想なので本論文では無視する。

振動モールスも振動点字も単一振動子で表現できる。全ての携帯電話は着信通知用の振動子を“必ず”内蔵しており、これを活用すれば新たなハードウェアを準備することなく振動による通信が可能になり、盲聾者も利用可能な電話が実現できる。モールス符号と携帯電話の組合せは意外かもしれないが、電気通信との整合性やコスト的優位性は高い。

複数の振動子を用いる点字表現方式は本論文の対象外だが付録 B で簡単に触れる。

さて、一部の携帯電話は Java 言語を使ってプログラムをすることで新しい機能が追加でき、そのプログラムはテンキーや振動子を利用できる。この仕組みを利用して内部の振動子を駆動し文字情報を表現すれば、盲聾者の通信環境を一変させる画期的な電話システムが実現できる。こうした技術的背景を踏まえ、我々、福祉システム研究会有志は文字情報を振動で伝える電話“タッチホン”の研究開発を始めた。タッチホンは電気通信の世界では軽視されてきた触覚の重要性を再認識させる。いずれは携帯電話の標準機能として定着させたい。

## 2 .2 . タチホンの通信環境

昨今の携帯電話端末は高性能マイコンを内蔵し、様々な機能をリアルタイム OS 制御下で動くソフトウェアで実現している。また、携帯電話網はインターネット通信網に接続されているので、Java 仮想マシン (KVM) と呼ばれる Java アプリの動作環境を実装している機種では、アプリ配布用サーバから応用 (アプリ) プログラムを適宜取得することで新しい機能が入手できる。タッチホンは、この汎用的機能を利用するもので、各社のアプリ配布用サーバから取得した専用アプリの組み込みで、ごく普通の携帯電話を盲聾者用電話タッチホンに変身させる。

なお、Java とは Sun Microsystems 社が提案したプログラミング言語や、それを用いて開発したプログラムの実行環境等の総称で、互換性は高い筈だが、現実には通信企業 (電話会社) 毎に仕様が異なる。そのため、我々が開発した応用プログラムは、現時点ではソフトバンク社とイーモバイル社が提供する携帯電話端末でのみ動作する。今後、対応機種を増やしたいが、そのためには通信各社の協力が不可欠である。

タッチホンが使用する通信システムの全体構成を図 2 に示す。図中の通信サーバシステムとは、インターネット通信網に LAN 接続された Web サーバやメールサーバ、データベースサーバ等の総称で、タッチホン同士の文字会話を仲介する。なお、交信はパケット通信方式で行うので、素材となる携帯電話に音声通話機能は必ずしも必要ではない。

## 3 . 通信システムの実現方法

### 3 .1 . Java アプリの実装

携帯電話の Java アプリとして実現するタッチホンの機能は、携帯電話各社の事情に極力制約されないよう通信各社の独自拡張機能は一切使わない方針で開発した。独自仕様の NTT ドコモを除く au、SoftBank、Emobile、Willcom に共通する JavaME

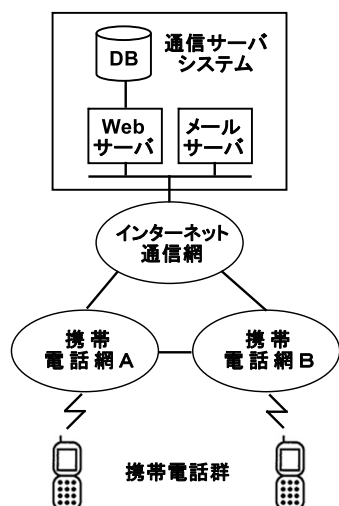


図2 通信システムの全体構成

のデバイス構成と携帯電話の機能構成から、以下に示すソフトウェアライブラリを使用した。

- ・J2ME Connected Limited Device Configuration 1.1 (CLDC1.1)
- ・Mobile Information Device Profile 2.0 (MIDP2.0)

Java アプリで通信に利用できるプロトコルは HTTP と HTTPS のみ、認められた通信パス一つである。HTTP/HTTPS はホームページ閲覧用プロトコルなのでタチホンは一種のブラウザとして動作する。こうした制約からタチホン相互の通信は専用の通信サーバを介して2台のタチホン間でメッセージを交換し合い、あたかも直接交信しているよ

うに見せかける。

通信サーバは Web サーバなので、Apache や Internet Information Services ( IIS ) などが利用できる。サーバ側アプリはスクリプト言語 PHP5 で実装した。

### 3.2. タチホンの呼制御

タチホンアプリ起動後に発呼側と被呼側の端末が繋がり通話中の状態になるまでは、発呼側端末、通信サーバ、被呼側端末間で呼び出し制御を行う。呼制御中のメッセージ交換の例を図3に示す。

携帯電話 A で起動した発呼側タチホンアプリと、携帯電話 B で起動した被呼側タチホンアプリは中央の通信サーバを介して接続されている。起動されたタチホンアプリはまず通信サーバに接続リクエスト①CONNを要求する。通信サーバは HTTP の連続性を維持するためセッションを生成し、オンラインレスポンス ONLN を返信する。固定電話でいえば送受話器を取り上げた状態である。利用者が電話番号に相当するユーザー ID を入力するとタチホンアプリはダイヤルリクエスト③DIAL を送信する。通信サーバはオンライン状態のセッション（被呼側セッション）を探し、見つければ被呼側セッション状態を呼び出され中 CALL にし、発呼側に呼び出し中レスポンス DIAL を返信する。オンライン状態のタチホンは一定時間ごとに通信サーバにポーリングリクエスト⑤ENQ を送信する。セッションが更新されていれば新しい状態 CALL がレスポンスとして返信されるので、被呼側タチホンは自分が誰かに呼び出されていることが分かる。DIAL 状態および

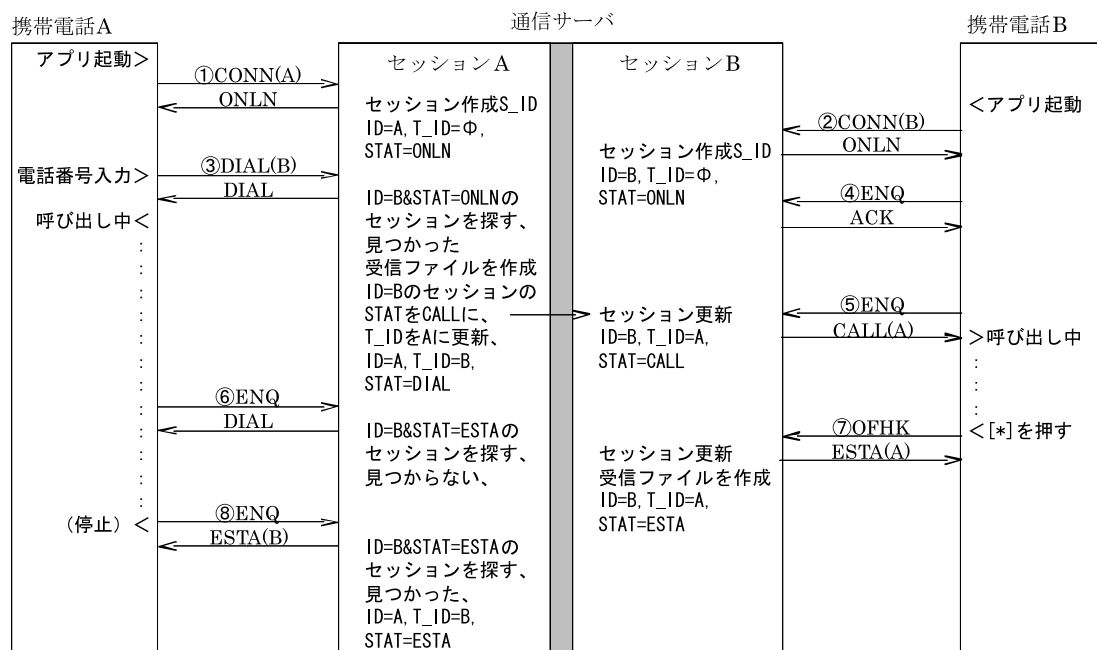


図3 タチホンの呼制御中のメッセージ交換の例

CALL 状態のタチホンは振動して利用者にその状態を伝える。被呼側タチホンの[\*]キーを押して受話器を取れば(オフフックリクエスト⑦OFHK), 発呼側, 被呼側双方のセッションが通話中 ESTA 状態になり, 呼制御段階から通話段階に移行する。その際, 通話メッセージの受信ファイルを生成する。

### 3.3. タチホンでの通話例

通話中のメッセージ交換の例を図4に示す。携帯電話 A のタチホンが文字列を送信し, 携帯電話 B (図示せず) のタチホンからの文字列を受信している様子を示している。

通信サーバは発呼側, 被呼側それぞれの受信ファイルを生成し, 発呼側タチホンからのメッセージを被呼側の受信ファイルに書き込み, 被呼側タチホンからのメッセージを発呼側の受信ファイルに書き込む。発呼側, 被呼側双方のタチホンは次の通信時に自分の受信ファイルから新しいメッセージを受信する。受信ファイルは先入れ先出し(First-In-First-Out)方式のバッファとして機能する。

通信サーバのセッション状態は, 固定電話の状態遷移と同じように遷移し, 呼制御およびメッセージ交換を実現する。それぞれの状態は必要に応じて異なる振動パターンによって利用者に伝達する。例えば, 呼び出し中は2秒振動1秒休止の繰り返し, 話し中は0.5秒振動0.25秒休止の繰り返し, 通話中でメッセージなしの状態では0.1秒振動5秒休止の繰り返しなどの振動パターンで表す。これらの振動時間・休止時間は携帯電話の振動子の応答特性に応じて変更可能だが, 振動パターンは全被験者の条件を揃えるため固定している。

### 3.4. タチホンの起動催促

タチホンアプリを起動すると, 各端末は通信サーバとオンライン状態になり, 一定時間毎にポーリングリクエスト ENQ を送信する。ポーリングリクエストは少量のデータ通信であるが, 1日中オンライン状態を続けると通信量の総量は膨大になる。携帯電話の定額パケット通信サービスを契約しておけば通信料金は一定に抑えられるが, 全く通話していないのに上限の料金を請求されるのは癪だから, 通話したい時だけタチホンアプリを起動する方式にする。つまり, 相手を呼び出すダイアルリクエスト DIAL を通信サーバに送信した時, 被呼側タチホンがオフライン状態なら, 被呼側携帯を独特のパターンで振動させ携帯の持ち主にタチホンアプリの起動を促す。そのため通信サーバに各利用者の携帯メールアドレスを予め登録しておく。その状態で, 発呼側タチホンからダイアルリクエスト DIAL を受信した通信サーバは, 被呼側セッションがオフライン状態なら被呼側携帯に定型文メールを送信する。メールを受信した被呼側携帯が独特の振動パターンで振動すると, これに気付いた携帯の持ち主は他のタチホンから呼び出されたと理解してタチホンアプリを起動する。

### 3.5. タチホン実装上の問題点

タチホンは携帯電話で動作する Java アプリとインターネット上で動作する通信サーバによって機能を実現している。Java アプリは携帯電話の OS 監視下で動作するので OS から干渉を受けることがある。例えば, HTTP リクエストを送信するタイミングで「有料のデータ通信をしようとしているが許可するか?」というダイアログを表示したり, 携帯

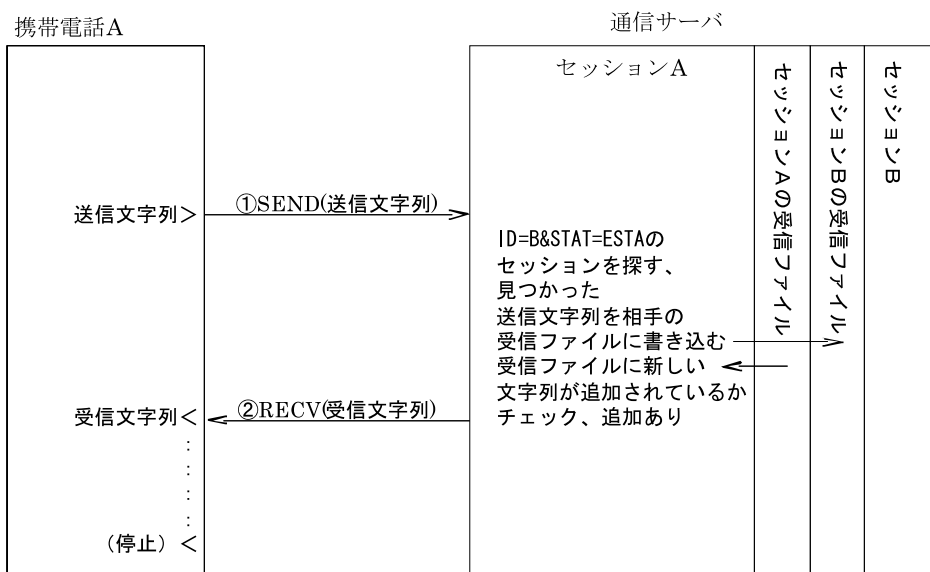


図4 タチホンの通話中のメッセージ交換の例

電話を折り畳んだときに Java アプリの実行を休止したりする。上記のメッセージは携帯画面に文字が表示されるだけなので、それが認識できない盲聾者は、それ以降使えなくなる。こうした OS の干渉は Java アプリでは制御できない。つまり、盲聾者には対処不能な通信企業（電話会社）や機種が存在しているが、我々には手の打ちようが無い。

#### 4. タチホンの認識率から見た実用性

##### 4.1. 信号出力装置

タチホンの有用性を認識率から検証する実験を、内山幹男が開発した振動電話用信号出力装置に市販の携帯電話の内蔵振動子を接続して実施した。モールス符号の各要素は短点提示時間を 1 とすると、長点は 3、点と点の間の空白時間は 1、文字間は 3 と国際的に定められている。偏心モータの応答性や触覚の生理的特性を意識して、長点や文字間の長さは延長可能な仕様にしてあるが、実験は上記の標準値で行った。

##### 4.2. 被験者

計測実験は 6 名の被験者を対象に実施した。全員、川崎医療福祉大学の男子学生で、平均年齢は 21.8±1.8 歳、モールス符号の使用経験は全員無い。実験に先立ち実験管理者が被験者全員に、研究目的や実験方法、安全性、実験方法や個人情報及び実験結果の管理方法について説明し文書で了解を得た。

##### 4.3. 計測方法

タチホンの信号認識率を、英字モールス全 26 字を 4 分割して提示して被験者に判読させる実験で検証した。信号源の短点提示時間を 150ms, 200ms, 250ms と変化させながら計測を繰り返し条件毎の正答率を求めた。短点、長点ならびに各文字の分離識別が正しくできたかどうかを確認するために、各自の判断結果を回答用紙に記入して貰い、正解かどうかは実験担当者が判定した。なお、使用した携帯電話はソフトバンク 921P である。

##### 4.4. 計測結果

短点提示時間の 150ms は初心者には短すぎ、平均正答率は 58.6% と低かったが、200ms と 250ms の場合は誰でも追従可能で、正答率は 96.1% と 96.6% と有意に高かった ( $p < 0.01$ )。

##### 4.5. 結論

振動モールスを用いた実験で、振動を媒体とする文字情報の伝達は信号提示速度を各人に合わせて調整すれば、全員認識できることを実験で証明した。短点提示時間が 156ms と 209ms の場合の正答率が 99.4% と 100% という振動点字の実績<sup>1)</sup>には達していないが、振動電話の実用化で盲聾者を情報社会に迎え入れるという本研究の目的は充分達成可能で

ある。

#### 5. 考察と今後の展望

振動モールスや振動点字を活用すれば、盲聾者を含む“誰もが”通信しあうことができることをタチホン利用で実証した。タチホンは盲聾者を意識して開発したものではあるが、盲聾者の絶対数は極めて少なく移動すら困難な人が多いことから、被験者として依頼することは難しい。一方で、触覚通信の経験者は皆無に近い現状から、健常者を対象に実用性を検証することにも充分意義はあると考えて、実用性検証作業を進めた。

タチホンは店頭で購入する商品ではない。Java 言語で書いた専用アプリをアプリ配布用サーバからダウンロードすれば、ソフトバンク社が販売する携帯電話の多く（全機種ではない）が盲聾者用電話タチホンに変身する。携帯電話の機能を拡張する Java は無償で利用可能だがタチホン同士の直接データ交換は電話会社各社が認めていないので、通信サーバで中継するという苦肉の策で対処した。このような迂遠な方法で機能を実現することは我々の本意ではないが、通信業界に足場を持たない我々が利用できる手段には限界がある。

盲聾者の情報社会参加を可能にする振動電話の意義を電話会社や社会が理解し協力してくれれば、よりエレガントな対応策も可能になる。有用性は証明されているタチホンに残された課題は適応機種の拡大であるが、これは我々の手に余る。タチホンの普及促進には主管官庁や通信各社を含む関係部門の協力が欠かせない。

振動で文字情報を送受する方式の問題点の一つは情報伝送速度の限界である。原因は触覚の時間的/空間的分解能が視覚や聴覚より格段に低いことにあるが、出力素子の応答速度も気になる。市販の携帯電話は偏心モータと呼ばれる機構部品を振動子に採用しているが、この応答性や直線性には問題が多い。本来、着信通知用の部品を文字情報の伝送という想定外の用途に使うこと自体に無理が有ることは明らかだが、タチホンの社会的意義を考えれば時間分解能の面での改善についても検討を進める必要がある。

我々が以前実施した実験に使用した振動子は東京パーツ工業製の偏心モータで、短点提示時間を 100ms 以下にすると誤動作が頻発<sup>1)</sup>した。安定した動作が期待できる間隔は 150ms<sup>1)</sup>で、これが最高速度を規制している。この状態での文字伝送速度は振動モールスで 36 字/分程度、振動点字では 20 字/分以下で、いずれも、アナウンサのスピーチ速度 300 字/分や、モールス信号に熟達した無線技師の打鍵速度 200 字/分に比して 1 桁低い。

情報伝達速度は思考速度に影響するので高速性は望ましい要素の一つではあるが、入手可能な振動子の時間分解能には限界がある。別の問題として、市販の携帯電話に使用されている振動子の振動特性は多様で、しかも、その仕様は公開されていない。しかし、現在の特性を上回る別の部品が採用される可能性はコスト的にまず有り得ないであろう。

触覚に頼らざるを得ない盲聾者の特性を考えると応答性改善は必要性が高い事項だが、上記の事情から我々に打てる手は殆ど無い。タチホンの普及と、その意義が社会的に認知され、電話機の製造企業や通信サービス実施企業の意識が変わることを強く願う。

さて、触覚に頼るしかない盲聾者の特性から触って試せるタチホンの試作品を早急に用意して当事者の声を聞く必要がある。工夫をこらして前進し、世界聾啞者会議が日本で開催される2013年までに盲聾者が単独で利用できる携帯電話を完成させ、該当者の生活環境をより快適なものに変えたいと願っている。

なお、我々が提供する通信サーバの処理能力は決して高くない。もし、タチホンが盲聾者に受け入れられ利用頻度が高まればサーバ負荷が高まり通信機能が低下する懸念（それは我々の活動を広報する好機会だが）があるが、それは、まず有り得ない。その根拠を以下に示す。

世界に冠たる高齢国、日本には、視覚障害と聴覚障害を併せ持つお年寄りには珍しくないが、そうした人たちが盲聾者と呼ぶ人はいない。厚生労働省の推計では我が国の盲聾者は約2万人<sup>4)</sup>であるが、この推定値は実態と乖離しており、数百人規模という盲聾者支援団体の対象者数<sup>5)</sup>の方が現実に近いと思われる。訓練を受けてでもタチホンを使いたいと願う意欲的な盲聾者はそのごく一部に過ぎないであろうが、そうであっても、本人やその家族・支援者のためにタチホンを完成し提供したいと我々は考える。

今仮に、数百台のタチホンを一斉に利用する事態が生じたと仮定しても、テンキー経由の入力には時間がかかるので、通信サーバの負荷が極端に高まる事態は起り得ない。勿論、振動電話に新しい需要が生まれ利用者が急増する事態が生じれば話は別だが、そうなればサーバ数は自然に増加し負荷は平準化されるであろう。こうした状況から、現時点で通信サーバの負荷が過大になる事態を想定する必要は無いと判断している。なお、即答を必要としない通信には付録Cで述べるタチメールで対応すれば負荷は更に低下するだろう。

## 6. おわりに

本論文で、テンキーと振動子でモールス符号や点字を表現するタチホンと、タチホン相互の通信を中継する専用サーバからなる通信システムを実現すれば、現行の電気通信システムは利用できなかった盲聾者も情報社会に参加できることを明らかにした。

盲聾者用通信装置の提案は昔からあった。例えば、携帯可能な特定小電力無線機を使い振動でモールス信号を送受するシステムの特許が出願されているが、高価な端末を必要とする方式は盲聾者の特殊性や経済状態に対する配慮に欠けており普及は望めない。コスト的に有利なタチホンには盲聾者用の通信環境を軽やかに実現する期待が込められている。

## 付録A：福祉システム研究会の実体と役割

本研究を続けている福祉システム研究会は、最新技術の福祉分野への応用を目的として1985年に設立された市民団体である。会員の多くは企業や大学・研究機関等に属する技術者や医療・福祉分野の専門家で、知識水準も平均年齢も高く構成員の大半が男性という一風変わった組織として海外にも知られている。福祉機器への新技術活用に関心を持つ市井の技術者が25年間、毎月集まって討議を重ね、障害者や高齢者のパソコン利用を助ける仕組の開発提供、パソコン教室の開設運営、情報通信技術を用いた独居高齢者の見守りシステムの構築など、単なる提案ではなく小規模ではあるが実践を続けてきた。

研究会は通商産業省の障害者等対応情報機器アクセシビリティ指針の作成に協力してきた。会長の太田は富士通在籍中に研究会を設立し、ハイテクを駆使する福祉システムの開発に注力し、アクセシビリティ指針の内容を討議する委員会の幹事や委員長を歴任した。福祉系大学の教授に転じてからは、身体障害者や高齢者を情報社会に包含するための機器やシステムの開発に取り組んでいる。

振動電話タチホンを開発し盲聾者を支援する活動もその一環である。視覚も聴覚も喪失した盲聾者が利用できる情報摂取手段は触覚に限られるので、携帯電話内部の振動子に注目した。通常、音響的に伝達するモールス符号は振動でも伝達可能で、これまで電気通信の枠外にいた盲聾者も振動モールスや振動点字を介して情報社会に参加できる。我々はこうした触覚を利用する通信方法を画期的なものと考えており、タチホン開発を研究会の創立25周年記念事業に位置付けている。

なお、タチホンという愛称は数少ない女性会員で、米国リハビリテーション法第507条アクセシビリティ条項（米国教育省・連邦調達庁共管）の翻訳

に貢献された故・田地延子さんに由来するが、触覚とゆかりが深い touch も少し意識している。

研究会の活動傾向を示す論文と翻訳書の一部を以下に示す。

論文 - A health monitoring system for the elderly living alone: Journal of Telemedicine & Telecare 8(3): 151-156, 2003, S.OHTA, H.NAKAMOTO, Y.SHINAGAWA and T.TANIKAWA

翻訳 - 障害者の情報社会への参加(原題: Access To Information by Users with Disabilities): 1987, Department of Education & General Services Administration of USA

#### 付録 B: 振動点字の表現方法

図 5 に示すように 6 点で構成されている点字を一斉提示するには振動子が 6 個必要だが、この方式は弁別可能な身体部位が生理学的に限られ全点の正確な感知が難しい<sup>1)</sup> 上に経済性や操作性にも問題が多い。長谷川は二個の振動子を用いて六点を 3 回に分けて提示する二点式点字を提唱し、それを内山が具現化した二点式アダプタを見た NHK テレビや毎日新聞は、盲聾者も使える電話が完成した<sup>1)</sup> と報じた。

しかしながら、複数の振動子を駆動するために必要な専用アダプタを個人で生産し、全国に散在する盲聾の希望者に提供することは不可能ではないにせよ、操作説明や故障対応を考えると限界がある。しかし、携帯電話内部の着信通知用の振動子を利用する一点式なら専用アダプタは不要になり盲聾者が利用できる電話を安価に実現できると内山は考えた。これがタッチホンの原点である。携帯電話の仕様上の制約から生じたという一面がある一点式点字だが、振動子が一つという単純な方式だからこそ点字に不慣れな人でも容易に認知できる<sup>1)</sup> という利点があることを忘れてはならない。

二点式アダプタはダイヤル時の「ピポパ」という DTMF (Dual Tone Multi Frequency) 音響信号を情報伝送に利用している。固定電話では相手側に必ず届く DTMF 信号だが携帯電話の世界では保証の限りではない。前進するためには、別の方法を考える必要があった。

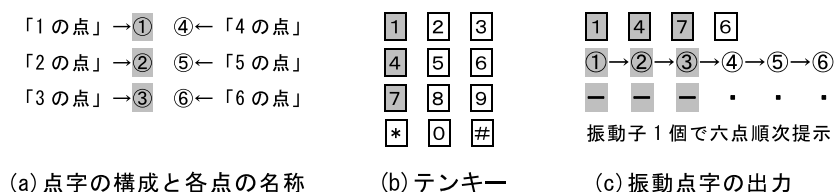
入力にはテンキーで行う。図 5 に示すように点字の「1 の点」、「2 の点」、「3 の点」をテンキーの 1, 4, 7, 「4 の点」、「5 の点」、「6 の点」を 2, 5, 8 に割当て、6 を文字の確定、\* を文字列の送出指示と約束する。入力順に意味があるモールスとは異なり、点字入力は順不同で良い。例えば、1 4 7 6 \* を押下する操作は「1 の点」、「2 の点」、「3 の点」からなる日本点字の「ニ」もしくは英点字の「L」の送信を意味する。実際に送出するのは「ニ/L」という文字ではなく「1 4 7 6」という数字列だが、受信側の携帯電話は図 5 の(c)に示すように振動子を①から⑥の順に駆動し、①, ②, ③は長く、④, ⑤, ⑥は短い振動、つまり、「---...」を出力し、受手に「ニ/L」という文字の着信を報せる。

#### 付録 C: タチメール

タッチホンは携帯電話のテンキーと振動子を用いてモールス符号や点字を表現し、通信サーバを介してリアルタイムな文字会話を行う。しかし、テンキー入力や振動出力に時間が掛かるので、通信文の長さは自ずから制限される。携帯電話の利用者が音声通話とメールを状況に応じて使い分けしている状況を考えると、即時性が高いタッチホンの他に、タッチホンの入出力機能を利用するメール機能にも存在意義がある。そこで、タッチホン用に開発した入出力用の Java アプリを活用する「タチメール」の実現方法も検討した。

一般的な携帯メール送受信の概念を図 6-1 に示す。タチメールの実現方法として望ましいのは、上記の機能とタッチホンの入出力機能を組み合わせた図 6-2 のシステムである。つまり、携帯電話 A はテンキーを使用して作成した通信文に Java アプリの起動コマンドを付加して送信し、携帯電話 B は受信メール開封時にアプリを起動して通信文の内容を振動で表現する。この場合、タチメールの機能実現に要する作業は、通信文に付加するアプリ起動コマンドの開発作業だけである。

携帯電話の通信のセキュリティ上の制約や、一般利用者が利用できる携帯電話の Java アプリの仕様上の制約から、発信側の携帯電話がアプリ起動コマンドを携帯メールの通信文に直接付加することは許



(a) 点字の構成と各点の名称

(b) テンキー

(c) 振動点字の出力

図 5 振動点字の入出力説明図



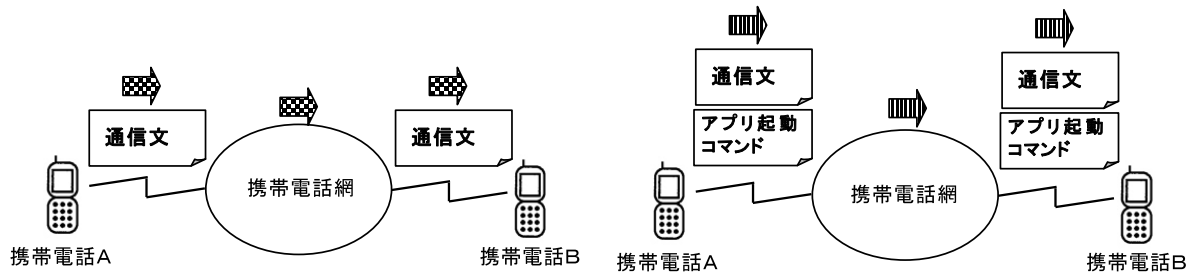


図 6-1 一般的な携帯メール送受信システム

図 6-2 携帯メール送受信機能を利用するタチメールシステム

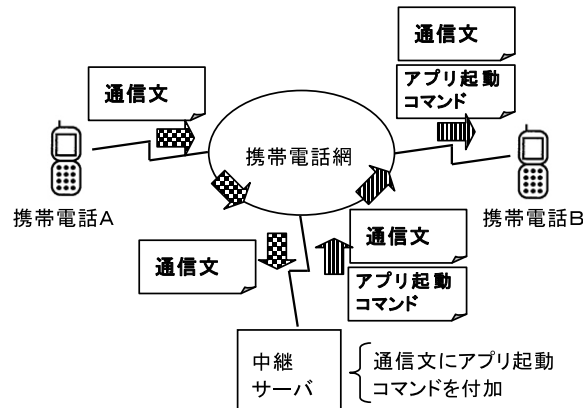


図 6-3 中継サーバを利用するタチメールシステム

されていない。そこで、図 6-3 に示す中継サーバを経由させ、そこで通信文にアプリ起動コマンドを付加することでメール機能を実現するシステムを試作し、NTT ドコモの携帯電話同士で上記機能が利用できることを確認した。

携帯電話間で通信文を直接送受する簡便な方式(図 6-2)が実現できないので、やむを得ず中継サーバを介在させる方式(図 6-3)にしたというのが真相である。

この方法にも以下のような課題が残されている。

1. メールを受信した携帯が非使用状態なら通常のメール着信同様、選択ボタンを押してメールを開く操作で対処できるが、使用中の場合は別のメール開封動作が必要。
2. メール開封操作で自動起動しない場合、再度、選択ボタンを押す起動操作が必要。
3. 最初の宛先入力操作が面倒。返信は、from アドレスを to アドレスに切替えれば可能。
4. 会話中に別の電話から着信する等の事態には、それに応じたアプリ起動方法が必要。

## 文 献

- 1) 太田茂, 河野孝幸, 行元愛, 内山幹男, 長谷川貞夫, 岸本俊夫, 河田正興, 仲本博: 振動を用いる触覚通信に関する研究/盲聾者が利用できる通信方式の確立を目指して. 川崎医療福祉学会誌, 18(2), 465-470, 2009.
- 2) 無線局運用規則12条(改正総務省令, 平成16年第119号)別表1号(符号), 電気通信振興会編「電波法令集(改正28集)」,(財)電気通信振興会, 851-854, 2006.
- 3) 河野孝幸, 内山幹男, 岸本俊夫, 河田正興, 仲本博, 太田茂: 振動による文字情報伝達の有用性に関する研究/-盲聾者の新たな手段としての符号-. 川崎医療福祉学会誌, 18(1), 79-84, 2009.
- 4) 福島智: 盲ろう者とノーマライゼーション.(株)明石書店, 東京, 1997.
- 5) 岡本明, 坂尻正次, 三次茂樹: 盲ろうの人に関する基礎的考察. 電子情報通信学会技術研究報告 WIT 福祉情報工学, 105(373), 19-24, 2005.

(平成21年10月31日受理)

## Development of Tachifon, Mobile Phone Vibration Communication System and Server for Users with Visual and Hearing Impairment

Shigeru OHTA, Toshio KISHIMOTO, Kenji HORIUCHI, Nobuyoshi SAEKI, Mikio UCHIYAMA,  
Takayuki KOHNO, Masaoki KAWATA and Hiroshi NAKAMOTO

(Accepted Oct. 31, 2009)

Key words : mobile phone, visual and hearing impairment, vibration signal, Morse Code,  
Java application

### Abstract

The purpose of this study was to realise and validate the method of text communication by tactile sensation, (Tachifon for short). People with visual and hearing impairment (deaf-blind) find using conventional telecommunication systems difficult, however Tachifon allows them to use this technology effectively. Furthermore we show that a modern mobile phone possesses a possibilities far exceeding the function of a mere telephone is virtue of the microcomputer chip inside.

The most striking feature of Tachifon is way it utilises existing mobile phone capabilities to provide access for users with visual and hearing impairment. We convey text information in the form of Morse or modified Braille signals using the vibration facility originally installed for receiving calls in manner mode or making alarm calls. To input the message, we use the ten-key. Merging Tachifon with the present e-mail system is not permitted. Even direct communication between Tachifons is not permitted, either. Therefore, we set up a communication server between two mobile phones to mediate text communication. We have improved ordinary mobile phones on the market with our unique software. Firstly, we registered a Java based communication control program on our server. Secondly, users download this application from the server and then each mobile phone can communicate using vibration.

We assessed communication efficiency of the Tachifon system and found a high level of correct message recognition among the volunteer users (n=6, correct recognition>96%, p<0.01).

In conclusion, the novel Tachifon system utilising tactile sensation to convey text messages on ordinary mobile phones may allow users with visual and hearing impairment to use communication devices independently, thus opening up to them the world of mobile communication.

Correspondence to : Shigeru OHTA

Department of Health Informatics  
Faculty of Health and Welfare Services Administration  
Kawasaki University of Medical Welfare  
Kurashiki, 701-0193, Japan  
E-Mail: [ohata@mw.kawasaki-m.ac.jp](mailto:ohata@mw.kawasaki-m.ac.jp)  
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.19, No.2, 2010 329-338)