

短 報

# 符号化振動による情報伝達方法に関する研究

河野孝幸\*1 内山幹男\*2 河田正興\*3 仲本 博\*4 太田 茂\*5

## 1. はじめに

近年、急速な勢いでパソコンなどの情報機器が普及しており、更に、携帯電話の普及も著しい。こうした新しい情報機器は、視覚や聴覚に障害のある人々に対しても有益なものである。事実、聴覚障害者が職場等でパソコンやインターネットを駆使して日常業務をこなしたり、視覚障害者が音声出力ソフトなどを使用して、日々の生活の中で Web 閲覧を楽しむといった利用方法が日常化している。

情報通信技術は障害者にとって新たなコミュニケーション手段にもなりうるもので、その重要性は大きく、生活、就労、学習等の様々な活動の基盤となりうる。情報通信技術を積極的に利用することは障害者の自立、社会参加の支援に役立つだけでなく、生活の質(QOL: Quality Of Life)の向上にも寄与する。しかし、盲聾者が、パソコンや携帯電話を使うことは難しく、十分なコミュニケーションができないという現状がある。

これまで我々は点字やモールス符号を振動によって表現する情報伝達方法に注目し、その有用性を検証してきた<sup>1,2)</sup>。その結果、振動で点字やモールス符号が伝送できることを証明した。点字もモールスも一つの振動子で文字情報を表現することが可能である。その特徴を携帯電話に応用すれば、盲聾者が単独で使用できる携帯電話が実現でき、新たなコミュニケーション手段になる可能性がある。本研究の目的は市販の携帯電話に必ず内蔵されている振動子を使用する情報伝達の有用性を検証することである。

## 2. 背景

人間は五感を用いて様々な情報を摂取して行動しているが、その大半は視覚と聴覚に頼っている。しかし、視覚も聴覚も失った盲聾者にとって唯一残された情報摂取手段は触覚である。そこで、触覚で文字情報を伝える通信方式を想定し、その有用性を検

証した。触覚の利用方法には、温度差や通電等を利用する方法も考えられるが、安全性を考慮し、振動を用いる方法に的を絞って検証を行った。振動は様々な身体部位で感知できるので、提示速度を利用者に合わせて調整すれば触読が困難な人も利用できる。また、電子的に制御できるので電気通信網との親和性も高く、実用化すれば盲聾者の情報社会参入に貢献できると考えられる。さて、触覚を使う文字情報の符号系の候補として、モールス符号<sup>3)</sup>と点字<sup>4)</sup>が考えられる。

この二つの符号系はいずれも単独振動子で表現することができる。振動で表現するモールス符号(以下、振動モールスという)はモールス符号に関する国際的な規約<sup>3)</sup>に従い、短い信号(以下、短点という)と長い信号(以下、長点という)とを組み合わせる。違いは音や光の代わりに振動を使う点である。

また、点字も図1に示す点字の構成<sup>4)</sup>における①から⑥の各点の位置に点が実際に存在していれば長点、存在していなければ短点を提示し、①~⑥の順に6回振動する方法で表現する。振動で表現する点字という意味で、以下、振動点字と呼ぶ。

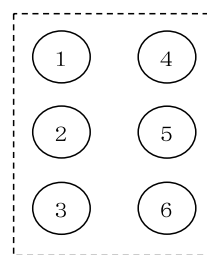


図1 点字の構成(一マス分)

振動モールスと振動点字についてそれぞれ検証を行った結果、触覚さえ正常であれば、振動でモールスも点字も伝達できることがわかった<sup>1,2)</sup>。前述したように振動モールスも振動点字も共に単独の振動

\*1 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 \*2 福祉システム研究会

\*3 川崎医療福祉大学 医療福祉学部 医療福祉学科 \*4 川崎医科大学 医用工学・システム循環器

\*5 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

(連絡先)河野孝幸 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

E-Mail: w8107001@std.kawasaki-m.ac.jp

子で文字情報を表現できる。その利点を活かし、既発表の論文<sup>1,2)</sup>で得た様々な知見を携帯電話に応用すれば、盲聾者が健常者の手助けを必要とせず単独で使用できる携帯電話が実現できる可能性がある。携帯電話の利用は、盲聾者にとって自立と社会参加を支援する画期的方法になりうる可能性を秘め、象徴的な意味を有している。

### 3. 実験方法

#### 3.1. 振動電話信号出力装置

触覚を利用する情報伝達の有用性を実証するため、内山技研に依頼して振動電話信号出力装置を新規に開発し、これを用いて実験を行った。この装置は携帯電話内部の振動子を駆動するためのものである。信号出力装置の外観を図2に示す。

実験で使用する文字情報は、普及度が高く多数の健常者も利用しているという大きな利点を持つモールス符号のノウハウを利用した振動モールスを用いる前提で実験を行った。

この信号出力装置は、短点と長点の組み合わせからなる振動で文字情報を表現する。文字の表現方法はモールス符号の規約に準拠している。モールス符号では短点の提示時間が全ての信号の基準（以下、単位と呼ぶ）になっており、短点1単位、長点3単位、点と点の間は1単位、文字と文字の間は3単位、単語間隔は7単位という規約が国際的に定められている。振動モールスも原則としてこの規約に従う<sup>2)</sup>。ただし、振動で文字情報を表現する場合、触覚を利用するという特性から、音や光とは違った状況が発生する。そこで、信号出力装置の前面パネルを操作することで、長点・点間・文字間のそれぞれの提示時間を変更できるようにした。信号出力装置の前面パネルを図3に示す。

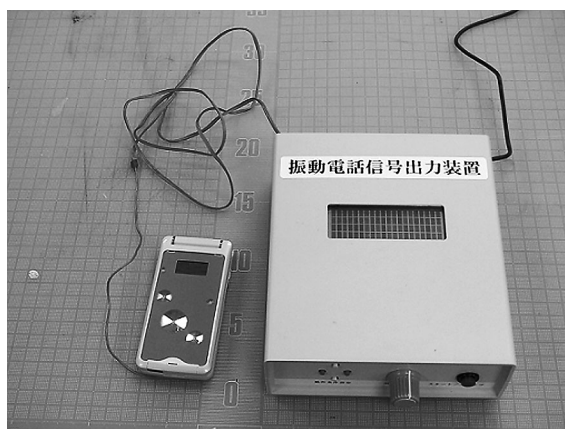


図2 振動電話信号出力装置の外観



図3 振動電話信号出力装置の前面パネル

#### 3.2. 被験者

12名の被験者は全員川崎医療福祉大学の学生である。実験に先立ち実験担当者が被験者全員に研究目的や実験方法・安全性、さらに、個人情報や実験結果の管理方法について説明し文書で了解を得た。説明の中にはモールス符号の概要も含まれる。

#### 3.3. 認識実験

振動モールスの信号長は文字ごとに異なり、数字以外は1～4回の振動で各文字を表現する可変長信号である。このような可変長信号では文字と文字の境界が把握し難いことが過去の研究で分かっている<sup>2)</sup>。そこでモールス符号の規約<sup>3)</sup>には反するが長点や文字間隔の長さを変更する実験を実施し、前提条件の変更が認識率の違いに及ぼす影響を検証した。

まず規約通りの短点1単位、長点3単位、文字間隔3単位に設定した場合（以下、1・3・3設定という）を基準にし、これと短点1単位、長点4単位、文字間隔3単位に設定した場合（以下、1・4・3設定という）との認識率の違いを比較する実験を最初に行った。

次に、最初の実験同様、1・3・3設定を基準にし、これと短点1単位、長点3単位、文字間隔5単位に設定した場合（以下、1・3・5設定という）との認識率の違いを比較する実験を行った。これらの2種類の比較実験を行う際の短点提示時間は130ms、160ms、190ms、220ms、250msの5段階に設定した。実験開始前に振動電話を手を持ってもらうよう被験者に指示し、その後に、振動電話に英字26字を4組に分割してランダムに提示し判読させるという方法で計測実験を行った。

モールス信号を知らない被験者が多いことに配慮して、この実験では提示した文字が何かの判断は求めず、振動モールス専用の解答用紙の該当欄に振動

時間が長いと判断した時だけ を記入して貰う方法を採用した。正解かどうかは実験終了後に解答用紙の記入内容を採点者が見て判断した。また、実験終了後に被検者の感想を聴取した。振動モールス専用の解答用紙と実験風景を図4、図5に示す。

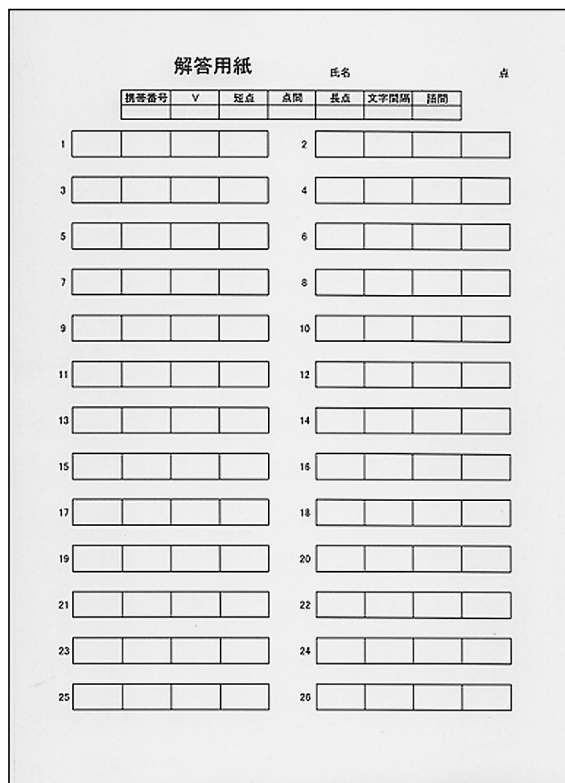


図4 解答用紙



図5 実験風景

4. 結果

1・3・3設定と1・4・3設定の正解率を比較した結果を図6に示す。短点提示時間が130msの時の結果は1・3・3設定:62.8%と1・4・3設定:68.4%で両者の間に大きな差は見られなかった。しかし、短点提示時間を160msにすると1・3・3設

定:67.0%に対し1・4・3設定:97.0%と、1・4・3設定の正解率が有意に高い値が得られた(P<0.01)。また、短点提示時間を190ms,220ms,250msにした場合は両設定共に似かよった結果が得られた。

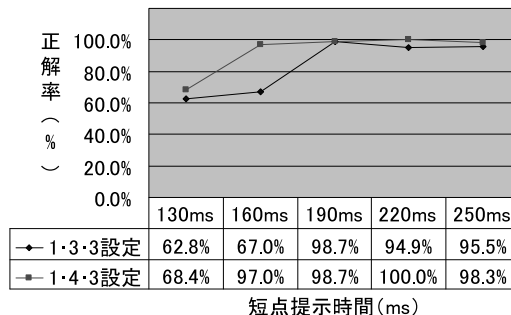


図6 長点提示時間が正解率に及ぼす影響

次に、1・3・3設定と1・3・5設定の正解率を比較した結果を図7に示す。短点提示時間が130msの時は1・3・3設定:62.8%,1・3・5設定:97.4%,同じく160msの時は1・3・3設定:67.0%,1・3・5設定:96.2%といずれの場合も1・3・5設定の正解率が有意に高かった(P<0.01)。また、短点提示時間を190ms,220ms,250msにした場合は両設定共に似かよった結果が得られた。

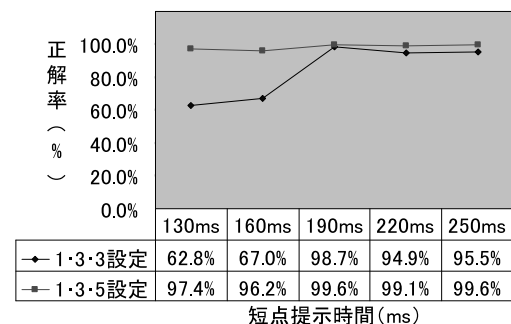


図7 文字間隔が正解率に及ぼす影響

5. 考察

本実験の被験者は全員健常者であるが、触覚さえ正常なら振動モールスを用いて文字情報を伝達できることが分かった。また、モールス符号を使ったことが無い初心者でも長点や文字間隔を長くすることで、正解率向上が期待できることがわかった。この知見は、触覚が正常な盲聾者にも援用でき、振動で文字情報を伝える携帯電話を実現できれば盲聾者の情報社会への参加に大きく貢献できると考えられる。

さて、1・3・3設定と1・4・3設定を比較した実験で、短点提示時間を160msにした時の正解率が1・3・3設定より1・4・3設定の方が高い理由について考察する。短点提示時間130msの時は

解答用紙に記入する際、文字が提示されてから解答記入までの時間が短すぎ筆記が追いつかないという状況が頻繁に見受けられた。要するに、前の文字のボタンを記入中に次の文字情報が提示され、その結果、先に提示された信号が短点だったか、長点だったかの記憶が薄れてしまい、それが記入ミスや記入不能につながったものと推測する。短点提示時間が160msの時の1・3・3設定についても、130msの時同様余裕が乏しかったが、1・4・3設定の場合は130msでも文字情報提示中の解答記入が何とか可能な状況であった。その時の状況を定量的に把握するため1・3・3設定と1・4・3設定の長点提示時間を計算してみたところ、1・3・3設定は $160 \times 3 = 480\text{ms}$ 、1・4・3設定は $160 \times 4 = 640\text{ms}$ であった。つまり、長点提示時間を長くすることで、短点長点のコントラストが高まり長短の判断が容易になると同時に、解答記入時間の余裕が生じたと考えられる。以上が、1・4・3設定で160ms以降の正解率が高まった原因と思われる。

次に1・3・3設定と1・3・5設定を比較した実験で、短点提示時間が130ms及び160msの時の1・3・5設定の正解率が高い理由について考察する。振動モールスに関する被験者の感想で多かったのは「文字間隔が短く、1文字分の情報が終了したのかどうか分からなかった」というものである。振動モールスは提示する文字毎に提示時間が変化するため、次の文字との境界が分り難く、これが認識ミスの原因となる。1・3・3設定と1・3・5設定それぞれの文字間隔を比較すると、1・3・3設定で短点提示時間が130msの時は $130 \times 3 = 390\text{ms}$ 、160msの時は $160 \times 3 = 480\text{ms}$ に対し、1・3・5設定で短点提示時間が130msの時は $130 \times 5 = 650\text{ms}$ 、160msの時は $160 \times 5 = 900\text{ms}$ と大きく異なる。これらの文字間隔の違いが次の提示文字との境界の認識し易さに影響し、正解率の向上につながったものと考えられる。

なお、被験者の感想には「長点提示時間を長くすると長点自体は分かり易くなるが、後続する短点の提示時間が短く感じられて、全体として分かり難くなる」という声も多く、定量的評価は難しいが検討の余地はある。

本研究で行った実験はモールス通信の規約から逸脱するものであるが、文字間隔を調整することで新たな利用方法を開拓し得る可能性を示唆している。今回の実験結果から、盲聾者が単独で使用できる携帯電話の実現の可能性が見えてきた。

盲聾者にとって、「振動携帯」という新しいジャンルの情報伝達手段が自由に利用できるようになれば、いつでも、どこでも、誰とでも手軽に連絡ができ、情報コミュニケーションが盛んになっていくものと思われる。モールス符号や点字を振動で表現することで、リアルタイム性があるコミュニケーション手段に対する大きな壁が解消され、盲聾者の新たな生活手段になることを期待する。

今回の検証で長点や文字間隔の短点に対する相対比率を高めれば振動モールスが認識し易くなることがわかった。しかし、長点提示時間を長くする方法は、文字情報の伝達時間全体への影響が大きい。つまり、短点提示時間を延長すると文字伝達に要する時間全体が長くなってしまふ。一方、文字間隔を長くする方法は、文字情報全体の伝送時間にはそれほど影響しない。後者の利点は短点提示時間が短くても充分認識でき、全体としての文字伝達が短時間で行える点である。従って、伝送効率の全般的向上という面を重視すると長点ではなく、文字間隔を長くする方が有利と考えられる。この結論は、「長点を長くすると、後続する短点が分かり難くなる」という声にも応えるものである。

被験者として実験に協力して頂いた方々ならびにゼミ生の諸君に感謝する。

## 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: 振動を用いる触知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(1), 195-201, 2008.
- 2) 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 — 盲聾者の新たなコミュニケーション手段としてのモールス符号 — . 川崎医療福祉学会誌, 19(1), 79-84, 2009.
- 3) 電気通信振興会: 「電波法令集(改正28集)」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(モールス符号).(財)電気通信振興会, 東京, 851-854, 2006.
- 4) 日本点字委員会: 「日本点字表記法 2001年版」. 株式会社 大活字, 東京, 2001.11.1

(平成21年10月31日受理)

**A Study of a Communication Method based on Encoded Vibration**

Takayuki KOUNO, Mikio UTIYAMA, Masaoki KAWATA, Hiroshi NAKAMOTO and Shigeru OHTA

(Accepted Oct. 31, 2009)

Key words : communication method, encode, vibration

Correspondence to : Takayuki KOUNO

Doctoral Program in Health Informatics

Graduate School of Health Science and Technology

Kawasaki University of Medical Welfare

Kurashiki, 701-0193, Japan

E-Mail: [w8107001@std.kawasaki-m.ac.jp](mailto:w8107001@std.kawasaki-m.ac.jp)

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.19, No.2, 2010 405-409)