

原著

## 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 —

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

### 要 約

本研究の目的は、触知覚モールスを盲聾者の新たなコミュニケーション手段として利用することの有用性を検証することである。耳介に密着させた振動子と触知覚信号発生装置を用いて12人の健常者を対象に実験した。モールス符号は、短点と長点の組み合わせで構成されている。触知覚モールスも同様に振動時間に長短の差がある2種類の振動信号(短点,長点)のいずれかを出力することを1~4回繰り返す、一つの文字を表現する。各点の長さや点相互の間隔は短点提示時間の整数倍に設定している。基本となる短点提示時間を200msに設定して英字26文字を提示し、触知覚モールスと前回の実験で検証した触知覚点字との比較、また、文字間の間隔をモールス通信の基準値(短点提示時間の3倍の600ms)の2倍、3倍と長くした場合との比較実験を行った。

その結果、正解率は触知覚モールス:32.1±6.9%,触知覚点字:100%で、触知覚点字の方が有意に高かった(P<0.01)。また、文字間の間隔を基準値の2倍にした場合は97.1±3.7%,3倍にした場合は100%となり、長く間隔を空けた方が有意に高かった(P<0.01)。

結論として、触覚が正常なら振動でモールス情報が伝達できること、また、モールス符号の初心者については、文字間の間隔を長くすることにより正確さの向上が期待できることがわかった。この結果は、触知覚モールスが盲聾者の新たな通信手段となり得る可能性を示唆している。実験で得た知見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ことが期待できる。

### 1. はじめに

本研究の目的は、振動で文字情報を伝える通信方式、特に、触知覚モールスを盲聾者の新たなコミュニケーション手段として利用することの有用性を検証することである。盲聾者へ文字情報を伝達する手段として真っ先に思いつくのは「点字」であるが、その適合性は盲聾の度合いに依存する。視覚・聴覚のいずれかが少しでも残っていれば、「モールス符号」も選択肢に入る。我々は既に振動時間の長短で表現した点字を認識できることについて検証を行い、触覚さえ正常であれば、正確に認識できることを証明している<sup>1)</sup>。振動時間の長短で文字を表現する方法としてすぐ思いつくのは、むしろモールス符号である。今回は、盲聾者が他の人に頼らず単独で利用できる携帯電話を実現する場合の情報媒体としての、

モールス符号の妥当性を検証する。

モールス符号は1837年にアメリカ合衆国の発明家サミュエル・モールスが発明したと伝えられている。短点(・)と長点(-)の組み合わせで構成されている<sup>2)</sup>ので、習得者は様々な通信手段経由で届いた情報を音響や発光信号を使って利用できる。

しかし、視覚も聴覚も失った盲聾者はモールスの習得に欠かせない学習訓練の段階からして不利であり、つまるところ利用できない。しかし、この問題は盲聾者に唯一残された情報摂取手段である触覚を利用すれば、ある程度解決できると考え、振動で文字情報を伝達する方法を考案した。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多くの人が触知覚通信を利用できる。電子的に制御できるので電気通信網との親和性

\*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

も高く、実用化すれば盲聾者の新たなコミュニケーション手段として貢献することが期待できるであろう。モールス符号は普及度も高く、健常者も利用しているという大きな利点があるので、モールス符号を使えば、盲聾者同士のコミュニケーションだけでなく、盲聾者と健常者とのコミュニケーションにも有利で、対話できる範囲を大きく拡大できる可能性があると考えている。今回の試みは最近、デジタル技術を用いる通信方法が発達したため、使われる機会が少なくなったモールス符号<sup>3,4)</sup>の新たな使い道としても有望である。

## 2. 盲聾者のコミュニケーションについて

盲聾者のコミュニケーション方法は、視覚及び聴覚の重度や生育歴、他の障害との重複の程度等によって個人差が大きい。欧米では手話を原型とする方式を使うことが多いが、日本では点字を拡張した方式も使われているなど多様である。

従って、通訳・介助者を養成する場合も、個々の盲聾者の実状に合ったコミュニケーション手段で通訳ができるよう、様々なタイプの通訳・介助者を養成する必要がある。盲聾者のコミュニケーション方法には以下のような方法がある<sup>5-8)</sup>。

- ・触手話 — 手話を使う発信者の両手に軽く触れながら触読するところから、「触手話」と呼ばれている。当然、触覚が主体であるが、弱視聾の場合には近い距離から相手の手話を目で見て理解できる人もいる。ただし、視野狭窄がある弱視聾の人の場合には、手話の動きを小さめにする必要があり、弱視の人は暗いところが苦手だったり、逆に明るいところではまぶしくて見えなかったりと様々なタイプがあるので、その人に合わせた環境を選ばなければならない。
- ・指文字 — 受信者の手のひらに、指文字を綴って会話する方法である。触手話使用時でも単語のつづりを正確に示すときには指文字を使うが、その指文字のみ利用する情報伝達方法といえる。受信者は手のひらを軽くすばめて、指の形が分かり易くなるよう手のひらに当てて文字の形が識別できるようにするなど、若干の工夫が必要である。日本手話で使われている指文字をそのまま使う方法や、米国手話のアルファベットをローマ字式に綴る方法等がある。
- ・指点字 — 両手の人差し指、中指、薬指の6本の指をお互いに差し出し、発信者が受信者の指を点字タイプライタのキーに見立てて

点字記号を打つ方法である。向かい合わせで会話するときと横に並んで会話するときでは、点の位置が左右逆になる。どちらのタイプなら理解できるのか、会話を始める前に確かめてから行う。日本で発達した独特なコミュニケーション手段で、1語1語正確に言葉を伝えることができる。人によって理解できる早さに差があるので、相手が読み取れる早さをよく理解してから始める必要がある。

- ・手書き文字 — 受信者の手のひらに指で直接文字を書く方法である。特別な技術を身につけなくても、誰にでもできるという利点がある。多くの盲聾者が理解できるが、かな文字を使う人、カタカナ文字を使う人、漢字も含め、どんな文字でも大丈夫な人、読むのが早い人、遅い人と様々である。

盲聾者のコミュニケーションには、本人が直接相手と会話を交わす場合と、通訳者を介して会話を交わす場合とがある。直接会話を交わす場合は、双方が共に理解できるコミュニケーション手段を用いることになる。しかし、通訳者を介して会話せざるを得ない状況が多いため、守秘義務を始めとする通訳者のマナーが大きく問われてくる。

## 3. 実験方法

### 3.1. 触知覚信号発生装置

触知覚通信の有用性を実証するための実験を、図1に示す内山技研製の触知覚信号発生装置を用いて行った。同装置は東京パーツ工業製の偏心モータを振動子に使用している。なお、偏心モータとは電気を流すと振動と音が生じる部品で、安価なので携帯電話の振動子として広く利用されている。

この信号発生装置は、短い振動(以下、短点という)と長い振動(以下、長点という)という二つの信号を組み合わせて文字情報を表現する。文字の表現方法はモールス符号を参考にしている。例えば、モールス通信では短点が全ての信号の基準(以下、単位という)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単位と国際的に定められており<sup>2)</sup>、振動を用いて表現するモールス(以下、触知覚モールスという)もこの規約に従うべきである。一方、触知覚点字については、このような基準となる規約が無い。

実験に使用した信号発生装置は、二つの信号チャンネルを使う二点式点字も出力できるようになっており、二つのチャンネルを同期させる必要がある二点式の要請から、短点は1単位のみ振動させて5単位休止、長点は4単位振動させて2単位休止させて表

現するスロット方式<sup>1)</sup>を採用している．このため、一点式の効率化の観点からは改善の余地がある．例えば、英字26文字の表現に要する短点数は、触知覚モールスでは289、一点式点字では1086と大きく異なる．

さて、図1の[1]を押すと、順番をランダム化した英字26字が送出される．なお、図2の[2]は提示間隔とモールス符号/点字の切り替えを兼ねているスイッチであり、図2の[3]は振動子の電圧レベルを調整するつまみで、振動の強弱を変えることができる．モールス符号一覧表を表1に示す．

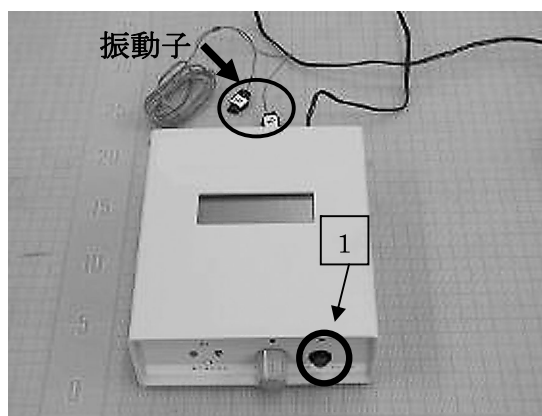


図1 触知覚信号発生装置の外観

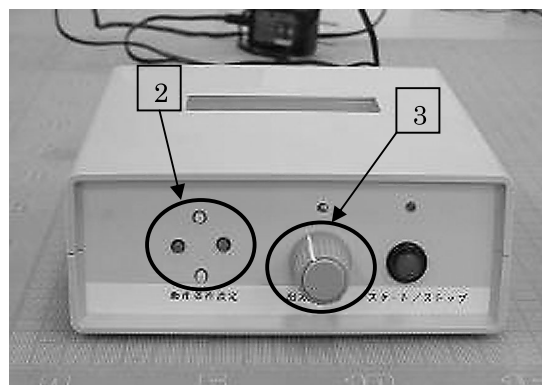


図2 触知覚信号発生装置の前面パネル

表1 モールス符号一覧表(英字)

A	· -	J	· - - -	S	· · ·
B	- · · ·	K	- - -	T	-
C	- · · ·	L	· - · ·	U	· · -
D	- · ·	M	- -	V	· · · -
E	·	N	- ·	W	· - -
F	· · · ·	O	- - -	X	- · · ·
G	- - ·	P	· - - ·	Y	- · - -
H	· · · ·	Q	- - - -	Z	- - · ·
I	· ·	R	· · ·		

### 3.2. 被検者

12名の被験者は全員川崎医療福祉大学の学生で男性11名、女性1名、平均年齢は21.8±1.8歳である．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、モールス符号の概要や個人情報ならびに実験結果の管理方法について説明し了解を得た．

### 3.3. 認識実験

触知覚モールスでは、1文字分の信号長は文字ごとに異なる．つまり、1～4回の振動で各文字を表現する可変長信号である．一方、振動を用いて表現する点字(以下、触知覚点字という)の一種、一点式点字は、全ての文字を6回の振動で表現する固定長信号である．そこで、両者の信号方式の相違に由来する認識率の違いを検証する実験を行った．

固定長信号は短点と長点の合計が一定数なので文字の終りが確実に把握できるが、可変長信号では文字の終りが判別し難い．モールス通信の規約では文字間の空白は3単位と決められている<sup>2)</sup>．しかし、文字の境目を明確にする便法として文字間の間隔を基準値の2倍、あるいは3倍と長くすれば、リーダビリティ(可読性)を改善できるのではないかと考えた．

その有効性を確認するため、文字間の空白が3単位の場合と6単位の場合、さらに9単位の場合(以下、それぞれ「空白標準」「空白2倍」「空白3倍」と表記する)のそれぞれの場合の認識率の違いを比較する実験を行った．

実験開始前に触知覚信号発生装置の短点提示時間を200msに設定した．短点時間を200msにした理由は、既発表の論文<sup>1)</sup>で触知覚点字を検証した際に最も認識率が高かった設定条件下で比較するためである．実験開始前に二つの振動子のコードの長い方を左、短い方を右の耳介にかけるよう被験者に指示し、その後、左側の振動子に英字26字を連続して提示し判読させるという方式で計測実験を行った．実験手順としては、まず、触知覚モールスを提示し、少し休憩した後に触知覚点字(一点式)を提示する．この実験では認識中の文字が何かの判断は求めず、触知覚モールスと触知覚点字のそれぞれ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．解答用紙を図3、図4、実験風景を図5に示す．

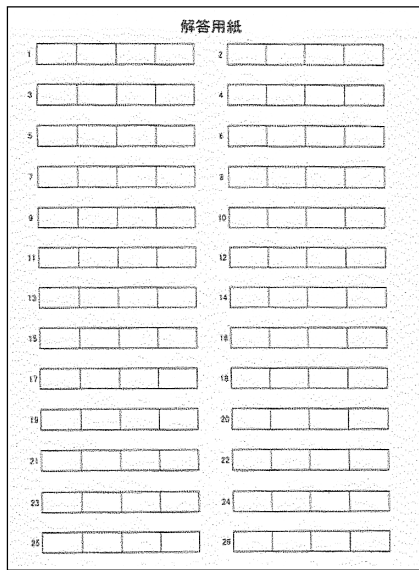


図3 解答用紙(モールス用)

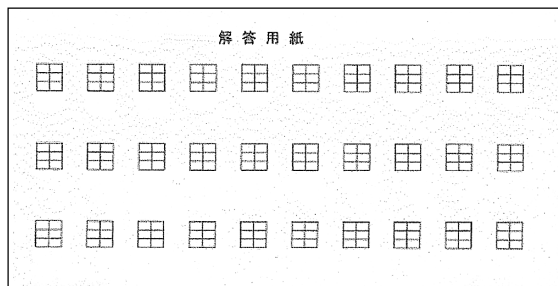


図4 解答用紙(点字用)



図5 実験風景

#### 4. 結果

文字間の空白が3単位の標準的な触知覚モールスと触知覚点字(一点式)の正解率を比較した結果を図6に示す。それぞれの正解率は触知覚モールス:  $32.1 \pm 6.9\%$ , 触知覚点字:  $100\%$ で, 触知覚点字の方が有意に高かった( $P < 0.01$ )。

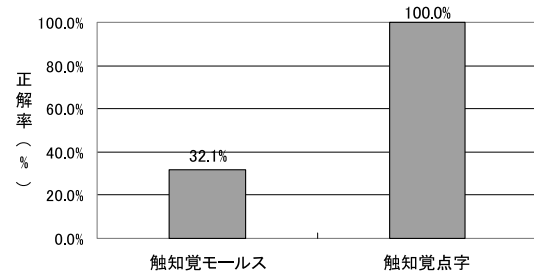


図6 触知覚モールスと触知覚点字の正解率比較

次に, 文字間の空白が標準の場合と空白を2倍, 3倍と変化した時の正解率の変化を図7に示す。それぞれの正解率は空白標準:  $32.1 \pm 6.9\%$ , 空白2倍:  $97.1 \pm 3.7\%$ , 空白3倍:  $100\%$ となり, 空白を長くした場合の正解率が有意に高かった( $P < 0.01$ )。

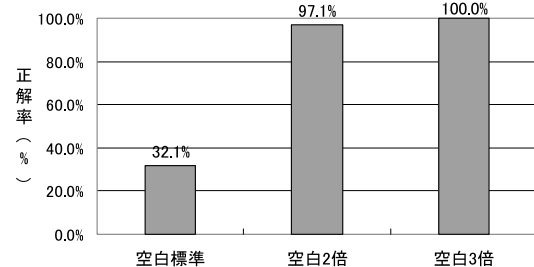


図7 触知覚モールスにおける文字間調整時の正解率比較

#### 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で表現する触知覚モールスで情報伝達できることが分かった。また, モールス符号に対する初心者については文字間の間隔を長くすることで, 正解率が向上できることがわかった。この結果は, 触覚が正常な盲聾者にも援用できるので, 振動で文字情報を伝える触知覚通信システムを実現す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る。

なお, 振動子を耳介に密着させる方法については, 骨伝導の影響を受ける可能性が否定できない。この方法は視覚障害を持つ利用者から最も分りやすいと提案された方法で, 骨伝導の影響は間違いなくあると思われるが盲聾者の新しい通信方法の有用性を検証するという本論文の趣旨に反する訳ではないので, 今回もこの方法を踏襲した。

さて, 触知覚モールスと触知覚点字を比較した実験で, 極端に触知覚モールスの正解率が低かった理由について考察する。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ているのかどうか分からなかった」というものである。このような状況の原因を探るため, 実験で使用した解

答用紙を精査して、触知覚モールスにおける連続ミスの多さを発見した。

触知覚モールスと触知覚点字は、情報源が1チャンネルという点は共通だが、文字長については、触知覚モールスは可変長で触知覚点字は固定長である。また、文字間の空白時間もそれぞれ違う。例えば、どちらも短点提示時間を200msに設定した時、触知覚モールスは3単位(200×3=600ms)、触知覚点字は6単位(200×6=1200ms)と2倍の差ができる。さらに、触知覚モールスの場合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、連続ミスの原因となる。これが、触知覚モールスの正解率が低い原因と考えられる。

しかし、実験で使用した文字発生装置の設定を変え、空白時間を長くすることで、この状況は変更でき、触知覚モールスでも複数文字の認知が容易になる。この便法はモールス通信の規約には反するが、通信技術の発達により使用する機会が少なくなっているモールス符号の規約を緩和することで新たな利用分野を開拓し得る可能性を示唆している。

触知覚モールスも触知覚点字も共に一つの振動子で文字情報を表現する。振動子一つという利点を活かして、実験で得た知見を携帯電話に応用すれば、視覚障害者や盲聾者が単独で利用できる携帯電話が実現できそうである。

既に、視覚障害者や聴覚障害者、肢体不自由者等にとって、携帯電話は自立と社会参加を支援する道具という象徴的な意味を持つに至っている。その事情は盲聾者にとっても変わらない筈である。今回の知見を応用して盲聾者も「携帯電話」という新しいジャンルの情報伝達手段が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、実時間コミュニケーションに対する障壁が解消され、盲聾者の新たな生活手段になることを期待している。

コミュニケーションは生活に潤いを与えるために欠かせないものである。人間は他人と言葉を交わしたり、心を通わせることによって、始めて人間らしい喜びを感じる事ができる。たとえ人間同士が一緒にいても、心の交流がなければ、孤独感にさいなまれることになる。盲聾者の場合も同じことが言えるのではないだろうか。その障害ゆえに、コミュニケーションに多大な制限を加えられるため、なおいっそう切実に求められていると思われる。

最後に被験者として協力して頂いた方々に深く感謝いたします。

## 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) 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.
- 3) 朝日新聞: 論壇「早すぎるモールス通信の廃止」, 朝日新聞社, 東京, 330-331, 1994.8.9.
- 4) 毎日新聞: 「モールス信号 波にのまれ」, 毎日新聞社, 東京, 26-27, 1999.2.1.
- 5) 社会福祉法人全国盲ろう者協会: 「盲ろう者のコミュニケーションについて」, [http://www.jdba.or.jp/about/about\\_communication.htm](http://www.jdba.or.jp/about/about_communication.htm), 2004.
- 6) 久保田竜介, 北島律之, 竹田仰: 盲聾者のためのコミュニケーションエイドの開発. 電子情報通信学会技術研究報告 WIT 福祉情報工学, 103(116), 13-18, 2003.
- 7) 岡本明, 坂尻正次, 三好茂樹: 盲ろうの人のコミュニケーション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.
- 8) 小林真: 視覚障害者及び盲聾者向けコミュニケーション端末 DB4DB の提案. 電子情報通信学会技術研究報告 WIT 福祉情報工学, 106(57), 17-22, 2006.

(平成21年5月15日受理)

**A Study on Tactile Vibration Signals to Convey Text Information**  
— A New Means of Communication by Morse Code for the Deaf and Blind —

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

(Accepted May 15, 2009)

Key words : vibration signal, text information, communication, deaf and blind

**Abstract**

The purpose of this study was to evaluate the usefulness of tactile morse code as a new means of communication for the deaf and blind. We applied morse code signals by using a vibration generator connected to a small vibrator attached to the auricles of 12 healthy subjects. Originally morse code consisted of a combination of 1 to 4 radio signals that utilized long and short tones to express the English alphabet. The tactile morse code we used also consisted of a combination of short and long vibration signals. The length of vibration or no signal duration (blank period) was defined as an integral multiplication of the short vibration duration. At first, we fixed the unit length of short vibration to 200 ms. We examined the subjects' responses to 26 letters of the English alphabet and compared the results with their responses to tactile Braille which uses vibration signals to the auricles of the subjects based on Braille. Thereafter, we lengthened the gap between letter signals by 2 and 3 times the standard duration, 400 ms and 600 ms respectively, and re-examined the response to alphabet vibration signals.

In the initial tests, correct recognition of tactile morse code,  $32.1 \pm 6.9\%$ , was significantly lower than that of tactile Braille perception, 100% ( $p < 0.01$ ). However, the longer the gap between letter signals, the surer the response became ( $p < 0.01$ ), thus the correct recognition of tactile morse code was  $97.1 \pm 3.7\%$  and 100% for tests using 2 and 3 times the standard gap duration respectively.

In summary, it was found that morse code in vibration signals can convey text information and correctness of recognition is improved by lengthening gap duration between letters. This indicates that vibration signals in morse code can be used as a new means of communication. Based on these findings, this technique could be applied in the creation of a mobile phone for the deaf and blind.

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.1, 2009 79–84)