

これからは、視覚障害者がロボットアームで三次元映像の形を触知する技術が必要
—コンピュータ利用の初期から点字で日本語処理を行ってきた視覚障害者の立場から—

長谷川貞夫 Sadao Hasegawa

ヘレンケラーシステム開発プロジェクト、社会福祉法人 桜雲会 (Ounkai)

1. はじめに

私は、この9月で80歳になる全盲の視覚障害者です。1955年、20歳の頃から、バリアフリーの活動などを行ってきました。その頃は、日本にコンピュータがなかったので、コンピュータとは無縁な活動でした。コンピュータを使えるようになってからは、技術を専門にする方に私の構想を伝え、視覚障害者が利用できる自動点訳・日本語入力システムを、点字と合成音声を用いて開発してきました。

現代は、成熟しつつあるICTの時代ですが、これからは、ロボットアームに関連する技術が、視覚障害者を助ける技術になると確信します。ロボットなどにつきましても、何の学問的・専門的知識ありませんが、視覚障害者の立場から提案させていただきます。

先ほど、「視覚障害者の立場」と書きましたが、じつは視覚障害者より100倍も1万倍も情報に恵まれない人々があります。それは、視覚障害があるうえに、重複して聴覚障害のある「盲ろう者」と呼ばれる人々です。

私は、光も入らない全盲の視覚障害者ですが、風の音、鳥の声、人の話し声、きれいな音楽などが、自然に耳に飛び込んできます。この環境の中で幸せを充分に感じながら、4分の3世紀の人生を過ごしてきました。

その一方で、聴覚がじゅうぶんに活用できない盲ろう者の立場のことを忘れることはできません。それで、あらゆる面で非力である自分も省みず、盲ろう者用電話である「ヘレンケラースマホ」を共同研究者と開発しました。「開発しました」と言うものの、まったく不十分なもので、これをきっかけに、私ども以外の多くの皆さんに、なお改良していただかなければならないと思っています。

「ヘレンケラー」とは、伝記などでもよく知られているアメリカの盲ろう者であるヘレンケラー女史の名前です。その時代としての情報を十分に与えられて、女史のような恵まれた人生になっていただきたいという願いを込めてつけさせてもらいました。

ロボット技術の提案の後に、約40年前の、紙テープやパンチカードをコンピュータで用いていた時代から、点字と通常の文字変換などの情報処理について、どのような体験をしてきたかについても、「ヘレンケラースマホ」を含め、最後に述べさせていただきます。

2. 視覚障害者（視覚・聴覚の重複障害である盲ろう者を含む）によるロボットアーム利用の可能性

現在、私は視覚障害者として、掃除用ロボットの「ルンバ」を便利に利用しています。また、盲導犬ロボットも利用したいのですが、研究途上であり、まだ発売されていません。これらは、ロボットの人工知能を応用するものと考えます。

私がここで述べるロボットとは、ロボットアームのことで、視覚障害者が触覚（力覚を含む）で、手の届かない先の物体や現象を手で触知する方法です。触知対象は、視覚と同じで、宇宙の果ての銀河などから、小さい昆虫、微生物などの形や構造までです。テーブルの上の食器や日用品などは、私自身の肩、肘、手首の3個の大きな関節と指の多くの小さな関節のあるアームを用いて触知します。

もちろん、このようなことで、視覚と同じように詳細な情報は得られませんが、ロボットアームなどの機能で、それをどこまでくわしく触知できるかも、研究テーマになると思っています。

また、視覚の世界に住む健常者なども、触知により、思わぬ情報を得られるかもしれません。

①天文のプラネタリウムにおける触知方法

プラネタリウムは、天文現象を理解するためのドーム状の施設です。ここに表示される星や現象を手で触知する方法を述べます。ここでの方法が、他のVR（仮想現実感、バーチャルリアリティ）などの触置方法の基本になるものと考えます。

私は、いまから20年前にあたる1994年以前からVRで、仮想の物体などに触れる各種の体験をしました*1*2。そのうちの 하나가、直径十数センチの井形の半球内面を触知するものでした。

長さ十数センチの、ロボットアームの先につながる棒を縦に持ち、中央から半球内面に沿いだんだんと外へ改転すると棒が上に昇り、あたかも井の内側を箸で回転しているように思えました。スイッチで状態を変化させると、縦の溝や凹凸が現れました。

プラネタリウムにもいろいろな形と大きさがありますが、直径十数メートルの半球内面のような形のものもあります。それは、この井形の100倍の大きさの半球を伏せたような形に思えます。

ロボットアームで、このプラネタリウムを触知する方法を述べます。

人が触知するのですが、直径が10数メートルで、その半径の距離が天球内面までの10メートルに近い距離ですから、手は届きません。それで、装置として、人の肩から指先までの約60センチから75センチをカバーできる、関節が3個以上のロボットアームを用います。

このロボットアームの先端に、指先が入る深さが1.5センチ前後のキャップを取り付けます。キャップは、ロボットアームの先端に固定されていますが、人の肩関節のように、

どの方向にも滑らかに動きます。

もし、このロボットアームを用い、仮想現実感で、頭の上に、片手が届く半径 60 センチから 75 センチぐらいの球面体の半球の内面を作れば、それが、通常のプラネタリウムの壁面に相当します。

そして、そこに米粒に触れるような北極星を表現して、そこを指で押すと「北極星」と音声で答えるようにします。もう 1 回押すと、もっと詳しい説明になります。あるいは、北極星がどこにあるかが分からなくても、音声で「北極星」と発音すれば、指をプラネタリウムの北極星のところまで案内します。

それから、このロボットアームが 2 本あれば、北斗七星などの場合、二つの星の位置関係を知ることができます。

視覚障害者が、紙に描かれた図形などに触る時も、いつも 10 本の指を用いているのではなく、おもに両側の人差指の 2 本であることが多いです。それを、もし 1 本にすると極端に分かりにくくなります。ですから、ロボットアームを 2 本にすることは、触知にかなり有効と考えます。

視覚障害者に、「盲ろう者を含む」としましたが、盲ろう者は音声が使えないので、かわりに体表点字でこれを表現します。

②体表点字

点字は、1825 年にフランスの視覚障害者であるルイ・ブライユが発明しました。発明以来、点字は指先の皮膚で読むのが常識でした。私は、点字の 1 点のかわりに百円硬貨ぐらいの振動体を振動させ、頭部、背部、上肢、下肢などの全身で点字を表現することに成功しました。そして、これを体表点字*3 と名づけました。

体表点字には、その振動体の数により、1 点式、2 点式、3 点式、6 点式、多点式などがありますが、目的により使い分けます。現在は、2 点式をおもに用いています。

2 点式での点字の表現は、振動体を、もし、両側の肩の上に置いた場合、点字の「あ」は、左側の肩の振動体が 0.3 秒程度振動します。左側に 2 点ある「い」なら、0.3 秒の後、0.1 秒の空白時間を置いてから、再び 0.3 秒間振動します。次の両側に点がある「う」なら、両側が 0.3 秒間振動します。

点字は、世界の多くの言語に対応していますが、日本語の場合は、仮名点字体系ですから、体表点字で音声と同じ説明をすることができます。ですから、盲ろう者も理解できます。

また、この両手の指先で、ロボットアームの先端を 2 点式点字キーに見立てて点字入力も可能なはずですが。このようにすると、ロボットに音声と同じ情報を点字入力で送ることができます。

あるいは、点字入力の方法として、両足でペダルを操作して、2 点式点字入力などを行うこともできます。

③国土地理院などの三次元地理データの触知

国土地理院は、その扱っている地理データを販売しています。これを、2点式ロボットアームなどで触知するのは、最も実用に近いものと考えます。地図データですから、利用目的に合わせて、拡大、縮小は自由に行えます。

この触知の場合、プラネタリウムのように、ある地点を押すと、その地名、山・川の名前などを述べるようにします。また、それらの名前を音声に出すと、そこに指を誘導します。盲ろう者の場合は、体での体表点字か、ロボットアームが示す点字を読みます。

富士山の麓の直径が40センチで表現されているとします。この場合、高さは、3776メートルですから、4センチ足らずかと思えます。これでは、富士山のイメージより低く感じますので、高さだけを3倍の10センチ以上にすると、伏せた器に触るようで、火口が8ミリぐらいの直径で2ミリ以上の深さを感じるかと思えます。また、宝永山の姿などもよく触知できると思えます。

④3Dプリンタとロボットアーム触知の関係

最近、3Dプリンタが注目されています。この装置で作られた各種の形のものを、情報系の会社が視覚特別支援学校（盲学校）に寄付したことなどが話題になっています。

この3Dプリンタの製品は、視覚障害者の触知にひじょうに適しています。ただ、多くの問題点もありますので、ロボットアームによる触知と合わせると、たがいにその触知効果を向上させることができます。

ネットで公開されている数多くの3Dプリンタのデータなどで、かなり多数のものを造形できるかと思えます。しかし、どのようなデータもあるわけではありません。

それから、一つ一つの造形を製造するのに、何十分とか、何時間とか、かなり時間を使います。そして、材料費も高価です。しかし、できあがった製品は、手で触知するのにひじょうに分かりやすいです。ところが、教材などとして、種類を多く製作した場合、造形物ですので、保管するのにひじょうに広い空間を要します。

ロボットアームとの関連で考えますと、その3Dプリンタ用のデータをロボットアームで利用できるかもしれません。造形目で見れば分かるひじょうに細かい部分を、ロボットアームで拡大して触知すれば、視覚障害者にとって分かりやすいかもしれません。

⑤現在、目の前に見えるものの触知

プラネタリウムは、人工の施設ですが、夜に実際の空に目を向けて、そこに映る月や星の位置も知りたいものです。望遠鏡を通せば、もっと細かいことも分かります。

宇宙は、限りなく奥行きがありますが、プラネタリウムは、人工的にそれに似せた感じのものかと思えます。実際の天空でも、星の位置の方向が分かれば、プラネタリウムの星と同じ感覚を得られると思えます。天の川のような面積の広い雲のようなものは、アーム

を、どのように振動させて表現するのがよいか興味があります。

昼間に、前方の家や遠くの富士山などにレンズを向けたとします。そして、その見える範囲の3Dデータが得られるなら、こちらに向いている部分の立体面を触知したいものです。

私は、奈良の大仏の前まで何回も行きました。しかし、大仏の体に触れたことはありません。それで、せめて、大仏を1.5メートルぐらいに縮小した全身の姿に触れてみたいものです。また、アームで、鼻や耳の実際の大きさに触れれば、大仏の全体の姿を想像することができます。

⑥遠くの盲ろう者の手のひらに、ロボットアームで平仮名などの文字を書く筆談電話

この後に、「ヘレンケラースマホ」を紹介する文章を書きます。これは、盲ろう者に対し、体表点字で筆談の電話をするものです。しかし、この体表点字を使わなくても、障害前に修得していた平仮名などの文字を、通信を介して手のひらに書き、家族やボランティアの人と、筆談の電話をすることができます。盲ろう者は、障害前に用いていた音声で返事を返します。これで、電話の会話が成り立ちます。この場合、遠方の盲ろう者のところにロボットがあって、そのアームで手のひらに文字を書くというわけです。



写真1 ロボットアームに絵筆をつけ、手のひらに文字を書く実験の様子

3. ロボットアーム利用の提案以前の開発

①とくに開発を急いだ、1bitの信号も届かない人たちへの電話「ヘレンケラースマホ」

本来なら、順番に、40年以上前の開発から述べるべきですが、私自身が視覚障害者として、さらに聴覚まで失っている盲ろう者の方々のことを伝えたいと思い、先に書かせていただきます。

これまで開発を続けていたのは、1bitの信号さえ届かない人々との電話です。今は、その普及活動中です。

その1bitの信号さえ届かない人々とは、おもに、これまで健常者などでありながら、外傷や、特種な疾患によって、急に盲ろう者になった人々です。それで、指先で読む通常の

点字を使うのは容易ではありません。全国に、このような人が何人ぐらいいるかもまったく分かりません。

厚生労働省の統計によりますと、全国に 21000 人の盲ろう者がいると推定されています。しかし、全国盲ろう者協会が把握している盲ろう者の数は、その約 4% の 900 人に過ぎません。

私の推測で、仮に残る 96% の人を含めて 21000 人の 1% の人がこのような人々だとしますと、全国に 210 人いることとなります。これを、さらに世界に広めると、世界の人口が日本のおおよそ 60 倍として、12600 人いることとなります。この人々に通信技術で情報交換ができるようになったら素晴らしいと思います。

ヘレンケラースマホとは、視覚のある側（健常者、弱視者）は、スマートフォンの通常の文字入力を用い、書かれた文字を盲ろう者に送ります。

盲ろう者は、それを、UniChatX*5 により、体表点字で読みます。

そして、盲ろう者が書くのは、スマート点字*6 という画面の認意の部分で、1 文字（マス）の点字を書きます。

この入力方法は、視覚がなくても、タッチ画面上の何も触覚的手がかりのないキーボードに頼らないで、画面の認意の場所を点字の構造に合わせて 3 回、フリックタップすると、点字の 1 文字を入力できます。点字は、直ちに通常の文字に変換されます。それが、視覚がある側の人に届くのです。

現在、私はこのヘレンケラースマホの対象となる盲ろう者を 1 人ずつ訪ねて、ヘレンケラースマホの事を伝えているところです。

そこで、ヘレンケラースマホをもっと普及するために、市区町村の窓口に、そのような人がいるかを尋ねても、個人情報保護という立場から、教えてもらうことはできません。それで、普及活動に困難を極めています。

②紙テープを用いた、40 年前の最初の自動点訳と日本語入力

1972 年に、紙テープで可動する点字データタイプライターを入手しました。

1972 年 10 月に、国立国語研究所の田中章夫氏より、「多数決の原理」（尾高朝雄）という文章を、全文が仮名に変換した紙テープ資料でいただきました。このテープを用い、東京大学学生の点訳クラブの辻畑好秀氏が、1973 年 1 月に、点字データに変換しました*7。

並行して、この時、共同通信が配信した、グアム島からの帰還兵、横井庄一氏の記事を、六点漢字第 2 案を用いて自動点訳しました。

また、1974 年 12 月 7 日に、国立国会図書館電子計算機室で、「この文章は電子計算機を用い点字から直接書いた最初のもので。」*8 の出力を行いました。この時代の漢字プリンタは数千万円以上もするため、東京大学にも 1 台もなく、国立国会図書館などの施設を利用させてもらいました。六点漢字体系は、第 4 案を用いました。

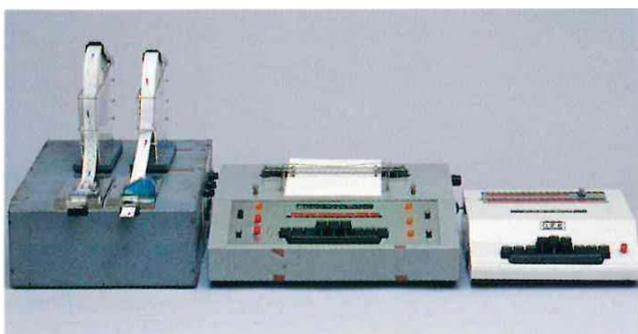


写真2 点字データタイプライター第1号機

③視覚障害者用日本語ワープロ第1号機

漢字も扱えるパソコンが日本で最初に発売されたのは、1981年の富士通FM8でした。

このパソコンを購入し、1981年11月に個人の机の上に置ける、パソコンによる「視覚障害者用ワープロ第1号機」を開発しました。この時は、今も用いている六点漢字体系第10案を用い、システム開発は、佐藤亮氏が担当しました。現在、日本で最も普及している高知システム開発のソフトは、このワープロが起源です。



写真3 パソコンによる初めての盲人用日本語ワープロ

④金融機関のATM、店舗などの支払い端末の、数字入力ボタンを電話式に統一。

1998年の埼玉県大宮郵便局管内における郵政省「郵便貯金ICカード実証実験」、および「日本デビットカード推進協議会において、視覚障害の利用者として、数字キーを電話式テンキーに統一することを提案し、両者とも受け入れてもらいました。

このデビットカード推進協議会に、会社関係として8社が加入していました。その頃の実情として、デビットカードですから、支払いを點頭の数字キーで行いますが、8社で6種類のキー配列でした。これでは、視覚障害者はキーの数字が見えないので、まったく困ってしまいます。

そこで、私は、視覚障害者の誰もが電話で慣れている、現在の電話式テンキー配列に統一するように提案しましたが、それが受け入れられました。それで、今、ATMや公共端末のテンキーが電話式になっています。この統一の意味は、ユニバーサルデザインとして、

大きいと考えます。

- ・2001年10月、NTTドコモの初めての「テレビ携帯電話を用い、「テレサポート（視覚障害者遠隔支援）」の有効性を実証しました。
- ・2003年、体表点字の原理を発表しました。*3
- ・2008年、携帯電話による「ヘレンケラーホン」を発表しました。*9
- ・2011年、スマートフォンのタッチ画面における、IPPITSUの点字式入力を発表しました。
- ・2012年スマートフォンにおける、点字式入力、「スマート点字」を発表しました。
- ・2013年、「ヘレンケラースマホ」を発表しました。

4. おわりに

最後に、どうしても述べておかなければならない方がいます。その方は、20年前までの、私の盲学校勤務時代の同僚です。非常に謙虚な方で、決して自分の功績などで自分の名前を出さない方です。そこで、ここでは、その方をA氏とさせていただきます。

もし、そのA氏がいなかったら、今の全国盲ろう者協会はなく、また、教え子である盲ろう者の福島智氏が東京大学の教授になることはなかったと思います。

ここでは、それ以上の説明を省略させていただきます。ただ、2011年の秋に、世界の盲ろう者の関係者を日本に招待し、世界盲ろう者会議を開催する予定でした。しかし、その年の3月11日、東日本大震災が起き、日本における世界会議の開催は中止せざるを得なくなりました。

さぞやA氏は、残念だったかとお察しします。A氏は、その後、健康上の事情から全国盲ろう者協会の事務局長を退かれました。

私が、ここで触れておきたいことは、盲ろう者のような、最も情報に恵まれない方々であっても、周囲からの適切な支援があれば、大学教授が生まれ、また、日本で世界会議が開かれるまでになったことです。

この学会は、情報を専門とする学会です。ぜひとも、ご専門の立場から、障害者、とくに最も情報に恵まれない盲ろう者のためにご尽力賜ることができれば幸いです。

[参考文献]

- *1 長谷川貞夫 触覚力学を伴う仮想現実の世界—全盲のためのVR TRONWARE vol. 27, pp. 66-71, パーソナルメディア, 1994
- *2 長谷川貞夫 3次元立体映像を手でつかむ視覚障害者のためのバーチャルリアリティ—点字による日本語ワープロから天体の銀河に触れるまで TRONWARE vol. 47, pp. 108-114, パーソナルメディア, 1997
- *3 佐々木信之、大墳聡、長谷川貞夫 振動通知装置：ボディブレイルを用いた感覚代行システム 電子情報通信学会技術報告, WIT2002-75, pp. 29-34, 2003
- *4 長谷川貞夫、成松一郎、武藤繁夫、新井隆志 ヘレンケラースマホの本質とロボット

アームへの展開 画像電子学会 第4回視覚・聴覚支援システム研究会, 2014

*5 <https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.tmhouse.unichatx.app>

*6 <https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.tmhouse.SmartBraille>

*7 長谷川貞夫 点字情報処理システムについて 教育と情報 224号, pp.53-62, 1976

*8 長谷川貞夫 点字符号による漢字を含む普通文字の印刷, pp.28-29, 日本特殊教育学会第13回大会発表論文集, 1975

*9 ヘレンケラーホソって何? 障がい者・高齢者に役立つポータルサイト「ゆうゆうゆう」 <http://www.u-x3.jp/modules/tinyd108/index.php?id=44>