

# UD天文シンポジウム ロボットアームによる視覚障害者の 仮想プラネタリウム構想 ～全身の触覚を使って「体表点字」を 人間全体のユニバーサルデザインの文字にする～

長谷川貞夫（桜雲会ヘレンケラーシステムプロジェクト）、成松一郎（読書工房）

## 1. はじめに

私（長谷川）は、全盲の視覚障害者です。ロボットアームを用い、手を天球に伸ばして、触覚でわかるプラネタリウムの構想を紹介させていただきます。

「視覚障害者のための」としましたが、ことによると、このロボットアーム利用は、視覚のある人にも役立つかもしれません。

この発表は、現在、埼玉大学・琴坂信哉教授と共同研究している米国製 Geomagic Touch を用いた、国土地理院の国土の三次元地理データで、富士山の頂上や山体の傾斜を触知する研究を参考にしています。



図 1 視覚障害者がロボットアームを使って触知するための研究の様子

このような構想は、私が視覚障害者として、光の世界のすべてを触覚でわかるようにするという計画の一環です。

子ども時代に弱視であった頃、月だけはおぼろげに見えたことがあります。それだけの

経験で、天文のことは何も知らず、また数学や物理も知らずに、この文章を書いています。

プラネタリウムは、光の世界のうち、肉眼でわかる星などを表わす単純な形の可視光線のしくみですから、触覚でわかりやすい対象と考えます。光は振動に替えることにより知覚できますし、立体のものでしたらロボットアームにより、その形を知ることができます。

触知する光の対象として、形が多様な景色などと違い、星の位置と大小、それに星の明るさと色ぐらがおおよそ触覚でわかればよいのかと考えます。

一般のプラネタリウムの多くは、直径十数m以上のドームの半球内面に星座などを投影させて、それをリクライニングシートで見るものです。

視覚障害者の場合、このドームの半球内面まで手を伸ばすことはできません。また、伸ばせたとしても、光で表現されている星座などですから、指には感じられません。

そこで、次のような構想を抱きました。

## 2. 仮想プラネタリウム構想

### 2.1 ロボットアームで天球をつくる

まず、直径 1.6m ぐらいの仮想天球の中央に、回転椅子を置きます。

そして、人が座ります。例えば、右の肩関節あたりが、この天球の中心になるようにします。

ロボットアームの先端に、指先の一節がぴったりと入るキャップがあります。

このキャップは、ロボットアームの先端と結ばれていますが、アームの先端と、キャップの間は、自由にどの角度でも動くようになっています。

まず、このキャップに人差指などを差し込みます。そして、腕を天球の方向に伸ばします。

直径 160cm の天球は仮想ですが、人の指先が、天球の中心から半径 80cm 離れた仮想天球の内面に到達すると、ロボットはピタッとブレーキをかけます。それで、そこより遠方へ手を伸ばせません。

しかし、仮想の天球内面に沿っては、スラスラと自由に移動できます。

## 2.2 音声と体表点字による説明

その点球内面に、星などを触覚でわかる直径 1 cm の凸点として表現することができます。

この場合、この星に触れると、音声で「北極星」などと発音します。また、音声の聞こえない、盲ろう者には、体表点字でわかるようにします。2003 年に、共同研究者・佐々木信之氏、大墳聡氏と開発した「体表点字」の説明は、ここでは省略します。

## 2.3 仮想プラネタリウムだからこその天体表現

ロボットアームによる触覚プラネタリウムの原理は、このようですが、これで、一般のプラネタリウムの表現を、どこまで再現できるかはわかりません。

ところが、一般のプラネタリウムで光学的に表現できないことを、かえって仮想プラネタリウムだからこそ、触覚的に表現できることがあると考えます。

### (1) 星など天体の対象までの距離が直感的にわかる

天球の中心である肩関節から 30cm の距離

を、仮に  $x$  の 4 乗 km と表現します。

指の先のキャップが中心側からこの線を通る時、振動を感じるにより、最初の境界線を過ぎたことがわかります。振動は必ずしも指先の振動でなく、体表に付けられた体表点字の振動体の振動でもよいです。

そして、中心から 40cm が  $x$  の 8 乗 km です。

この第 2 の線でも振動を感じますが、30cm とは振動の種類を変えますので、直感的に距離が  $x$  の 8 乗 km に変わったことがわかります。

また、このようなことで 50cm が 12 乗 km です。

これで、宇宙の果てが  $x$  の何乗 km かを、体で直感的にわかります。

### (2) 仮想天球の距離モード表現

私は、弱視であった小学校の 4 年生の頃、教科書の星を説明する項目の中で、暗い夜空に、7 個の北斗七星がヒシヤクの形に光る絵を見たことがあります。

これを、基本の天球モードでは、ヒシヤクの形に 7 個の凸点として天球内面に平らに並べます。

しかし実際は、この 7 個の星の地球からの距離はまちまちのはずです。

それで、天球モードから距離モードにすると、7 個の星の地球からの遠さの関係がわかります。

### (3) 力学モードの指先案内

もし、北極星の位置を知りたい場合、音声であるいは点字式で「北極星」と指示すると、アームが力学的にそこへ指を導きます。

また、流星を伝える場合は、その位置までゆっくりと指を誘導し、流星の動きの通り、急速に短時間だけ、流星の方向に指を動かします。

ブラックホールという天体現象もあるようですが、ここへはある地点で、強制的に強力

に指を吸い込ませます。強力さを表現するために、特殊な振動を加えるのもよいかもありません。

#### (4) 「天の川」のような漠然とした帯の表現モード

もちろん、私は「天の川」を見たことはありません。

20年ほど前に、東京大学の廣瀬通孝先生のバーチャルリアリティの研究室を訪れ、いろいろな仮想体験をしました。

その中に、箸1本のようなアームで、ドロドロとした蜜のような触感を感じたことがあります。

もし、天の川でしたら、このドロドロした帯を水平線に沿って表現したらよいのかもしれない。

#### (5) 拡張する宇宙の果て

宇宙は、その最初のビッグバン以来、高速で膨張しているとのこと。

この場合、この膨張を、アームの表現で体験したいものです。

右の肩関節が、宇宙の中心です。アームの先端が、ここから140億光年の果てまで14秒で到達すれば、ビッグバンの最初の瞬間から、1秒ごとの10億年で現在を腕の動きで体験できます。

### 3. おわりに

#### 3.1 プラネタリウムの延長として、実際の夜空の星を観察する

一昨年(2014年)10月8日に、日本で皆既月食が見られました。

私は、天体望遠鏡でこれを見てもらい、その様子を説明してもらいました。

そして、皆既月食中のわずかに明るい部分と、それよりはっきりと暗い部分があることがわかりました。

そこで、この明るさをスマホにある光の照度アプリで確かめてもらいました。

アプリは、明るさの光量を%の数字と音響の変化で表示しました。

そこで考えました。この場合、天体望遠鏡をロボットアームと連動させれば、月だけでなく、そのほかの星などの天体現象を見つけたり、追跡できたりするのではないかと思います。

つまり、アプリが示すパーセントの数字を音声や体表点字で表現し、音響をもっと明瞭にし、また、振動でも表現すれば、夜空の天体を、視覚と関係なく楽しめるのではないかと思います。

#### 3.2 24年前のVR(仮想現実)体験

私は、雑誌「ニュートン」で、触覚でわかるVR技術があることを知りました。

さっそく執筆者の廣瀬通孝先生をお訪ねしました。その後、各所の研究室も訪ね、VRでいろいろな体験をしました。

これまでの文章での球体内面の触知、強制的な指の移動など、これらの研究室などで体験したものです。

その体験と、将来の希望を坂村健先生主宰の、雑誌「TRONWARE」27号(1994)、47号(1997)に発表しました。

その中で、富士山や、天の川は、触覚でどのように感じられるのかとも書きました。

それが、今日のコンピュータ環境の著しい進歩により、やっとその入口にたどり着きました。

#### 3.3 体表点字を人類の第3の言語に

点字は、約200年前の1825年に視覚障害者が紙に表わされた凸点を読む文字として発明されました。発明者は、フランスの視覚障害の少年ルイ・ブライユでした。

彼は、指先で読む文字として、6点までの点による文字が最も読みやすいと考えました。

この点字が、訓練可能な人に、自由に読み

書きできる文字として、視覚障害者にもたらされた福音は測り知れません。しかし、残念ながら個人差はありますが、40歳を過ぎたような人では、指先でこの点を感じません。感じないものは、いくら意欲があっても、訓練できません。

ところが、今は、コンピュータ時代です。彼が発明した点字の1点ずつを、もし、コインぐらいの大きさの振動体の振動で表わし、人の全身の適した部位に着ければ80歳の人の全身が、あたかも指になったように点字を読むことができます。

これを「体表点字」といいます。



図2 体表点字をデモンストレーションしている場面。体表点字は体のどこを使って読み取ってもよいが、ここでは、振動子を耳にかけている。

人の音声言語は、生まれた時から自然に学習されます。視覚による文字言語も、幼児期から20歳ぐらいまでに、学校などで学習されます。

もし、体表点字が音声や文字のように、幼児期から環境にあれば、聴覚による音声、視覚による文字と並び、触覚による体表言語になるものと私は考えます。

もし、声のように、体表に呼び掛ける文字があったら、どんな情報環境になるでしょう。どうぞ、その世界を想像して下さいように。

この時、ルイ・ブライユの点字が、全人類の文字になったのです。

つまり、ユニバーサルデザインの文字になったのです。

### 3.4 視覚・聴覚の重度情報障害の盲ろう者に体表点字の筆談電話（ヘレンケラーホン）

世の中には、1 bitの信号さえも届かない重度情報障害である「盲ろう者」がいます。全世界で、約100万人ぐらいでしょうか。この人々への体表点字による筆談電話を開発しています。これは、ユニバーサルデザインの体表点字を応用したものです。そして、盲ろう者を対象に実験しています。このシステムの完成を目指して開発を続けています。

最後に、「ユニバーサルデザイン」ということで、天文教育の研究会でこの発表の機会を与えて下さったことに、心より感謝申し上げます。

\* \* \* \* \*