



視覚障がい 当事者理解

基  
専

## 視覚障がい者の聴覚空間認知

# 2

関 喜一（産業技術総合研究所）

### 視覚障がいと音

視覚障がい者にとって、音情報を利用して周囲の状況を認知すること（以下“聴覚空間認知”という）は歩行・生活を行う上で不可欠である。聴覚空間認知は、大きく“音源定位”と“障害物知覚”に分類できる。視覚障害教育・リハビリテーションにおいて、聴覚空間認知を獲得する教育・訓練がとても重要であることは言うまでもない。

音源定位のメカニズムは音響学の分野では一般的に知られている事項なので説明を省略し、本稿では視覚障がい者の生活に必要な“障害物知覚”のメカニズムと実際について概説し、その教育・訓練の現状と今後の展望について述べたい。

### 歩行訓練と聴覚環境認知

視覚障がい者の歩行は、“環境認知”と“歩行運動”の2つの側面からなるものであり、英語では“Orientation & Mobility（以下O&M）”と呼ばれている。視覚障がい者の歩行訓練は、第2次世界大戦後のアメリカで、失明退役軍人の歩行能力獲得を目的として訓練方法が体系化されたのが始まりである。そしてその後さまざまな発展を遂げて今日に至っている<sup>1)</sup>。

O&Mのすべての方法に共通する基礎的技能の1つは、残存感覚を駆使して環境を認知することである。その中で、聴覚は空間認知を行う重要な役割を担っている。

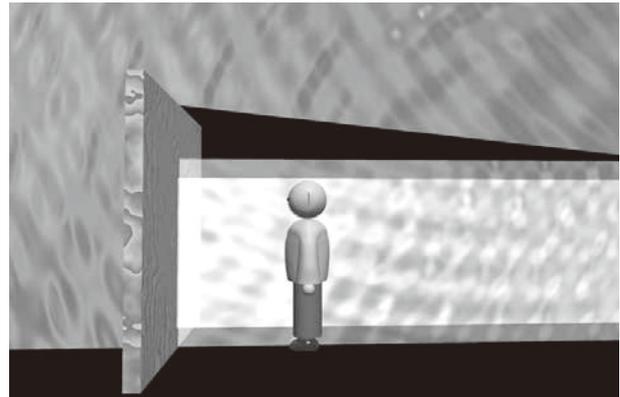


図-1 障害物知覚の様子。物体による音の変化を手がかりに、物体の存在を知覚する

### 障害物知覚のメカニズム

“障害物知覚”は、“非発音体（以下単に“物体”と表記）の存在を聴覚によって知覚し定位する能力”と定義づけることができる。物体は、たとえ自分では音を発しなくても、音場の中に存在すれば、音の伝わり方を変化させる（以下これを“音場の変化”と呼ぶ）。この音場の変化を聴覚によって捕えることにより物体を検出する能力が障害物知覚である（図-1）。

障害物知覚は、手がかりとなる音場によって、環境音を用いる場合と自発音（足音や白杖の音など）を用いる場合の2種類に分類できる（図-2）。

環境音を用いる障害物知覚の物理的要因は、物体に対し聴取者と同側から到来する環境音の反射、および反対側から到来する環境音の遮音（透過・回折損失）である。心理的要因は、（1）遮音による音像の消失（2）反射音像の消失（3）音質の変化の3つに大きく分けられる。

#### （1）遮音による音像の消失

物体に対し聴取者と反対側から到来する環境音は、

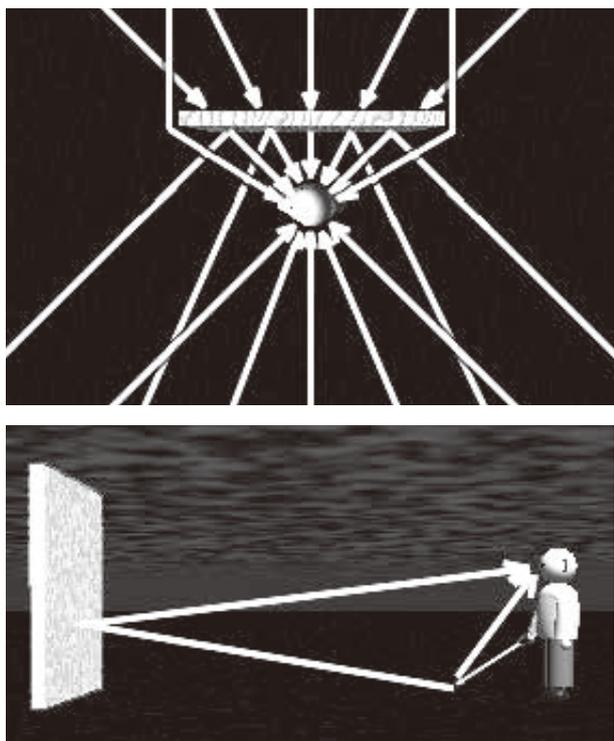


図-2 障害物知覚の種類。(a) 環境音の反射や遮音を用いる場合(上)と、(b) 自発音の反射を用いる場合(下)がある

物体が接近するに従い回折による損失が増加するので、音の大きさが小さくなり音像も徐々に消失する。これにより物体の存在を知ることができる。

### (2) 反射音像の消失

物体の距離が近くなると、反射音の遅延時間が小さくなり、反射音像が消失する。これにより、物体の存在、およびその距離を知ることができる。なお音像の消失に伴い、“圧迫感”を反射音源方向の顔表面に生じることがある。

### (3) 音質の変化

物体からの反射音が干渉して、音質が変化する。ただしこの変化は、環境音の周波数帯域が狭いと生じにくくなるため、上記(1)(2)に比べると実環境中での聴取は難しい場合がある。

自発音を用いる障害物知覚の物理的要因は、自発音の反射である。物体反射面から離れている場合には、反射音は直接音と分離した音像として知覚されるが、距離が短い場合には、反射音像は消失する。この音像の消失が、物体が近距離に存在することを知ら手がかりとなる。

## 聴覚空間認知の教育・訓練

視覚障がい者にとって聴覚空間認知がとても重要であることが指摘されているにもかかわらず、視覚障害教育・リハビリテーションにおける聴覚訓練は、現在のところ“科学的”、“体系的”といえる方法論はなく、現場の“経験的”訓練手法に依存しているところが大きい<sup>1)</sup>。このことを踏まえて、最新の音響技術や聴覚科学を基に、科学的・体系的な訓練方法が提案されつつある。

近年、大内・岩谷ら<sup>2)</sup>(図-3)、関ら<sup>3)</sup>(図-4)などによって、音響技術を用いて聴覚空間認知を獲得する教育・訓練を行うシステムが開発され、実用化されている。

このシステムの原理は、ヒトの頭部や耳介による音響特性(頭部伝達関数)をデジタル信号処理で再現することにより、ステレオヘッドホンを通じて3次元的に音像を再現する技術が用いられている。これにより、音源定位のみならず、前述の障害物知覚のメカニズムを分かりやすく強調して再現し、聴覚空間認知の初心者にも最適な学習環境を提供している。

この訓練システムを用いた訓練により、音源定位の獲得や歩行訓練時のストレスやベアリングの軽減に効果があることが報告されている<sup>2), 3)</sup>。

このうち、関ら<sup>3)</sup>の訓練システムは、視覚障害教育・リハビリテーションの現場で導入されることを考慮し、特別な機器を用いず、汎用のWindows PC、ステレオヘッドホン、量産ゲームコントローラなど、誰でも簡単に入手可能な機器のみを用いて構成されている。訓練システムのソフトウェアは以下のWebサイトから無償で視覚障害関係者に提供されている。

<http://staff.aist.go.jp/yoshikazu-seki/AOTS/WR-AOTS/index-j.html>

2013年4月に視覚障害関係者への提供を開始し、2015年3月までに盲学校など約70件(海外含む)に配布済みである。また、視覚障がい者の歩行訓練指導員の養成課程でも本システムを使用した教育を行っている。



図-3 視覚障がい者用聴覚訓練ゲーム (東北大学電気通信研究所 他)

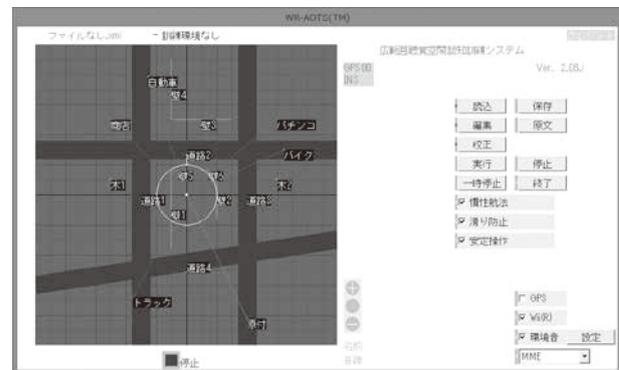
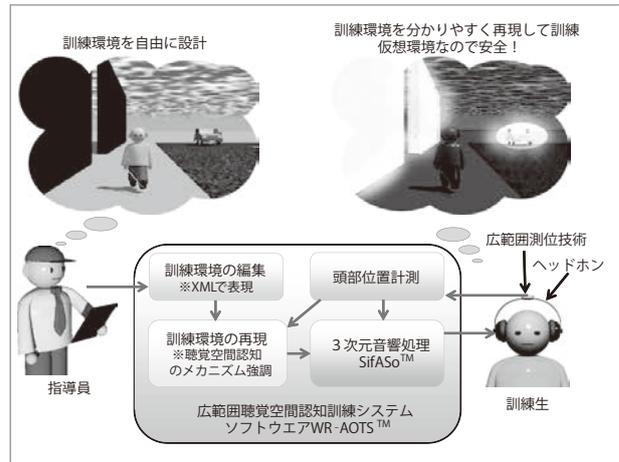


図-4 視覚障がい者用聴覚空間認知訓練システム (産業技術総合研究所 他)

今後の展望として、さらなる技術革新により、さらに高度な音響技術や情報通信技術を駆使した低コストの訓練システムの実現が望まれる。これにより、視覚障がい者の社会参加のさらなる促進が期待できる。

参考文献

1) Wiener, W. R., Welsh, R. L. and Blasch, B. B. : Foundations of Orientation and Mobility, Third Edition, AFB Press, New York (2010).

2) 大内 誠, 岩谷幸雄, 鈴木陽一, 棟方哲弥 : 汎用聴覚ディスプレイ用ソフトウェアエンジンの開発と音空間認知訓練システムへの応用, 日本音響学会誌, 62, pp.224-232 (2006).  
 3) Seki, Y. and Sato, T. : A Training System of Orientation and Mobility for Blind People using Acoustic Virtual Reality, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 19 (1), pp.95-104 (2011).  
 (2015年1月9日受付)

関 喜一 | yoshikazu-seki@aist.go.jp

1994年北海道大学大学院工学研究科生体工学専攻博士後期課程修了。工学博士。現在、産業技術総合研究所主任研究員。