

厚生労働科学研究費補助金

感覚器障害研究事業

3Dサウンドを利用した視覚障害者のための  
聴覚空間認知訓練システム

平成16年度 総括研究報告書

主任研究者 関 喜一

平成17（2005）年 4月

## 目 次

### I. 総括研究報告

|  |         |
|--|---------|
| 3Dサウンドを利用した視覚障害者のための聴覚空間認知訓練システム<br>関 喜一 | ----- 1 |
|--|---------|

### II. 分担研究報告

|   |         |
|---|---------|
| 訓練カリキュラム作成のための基礎実験及び調査                            | ----- 5 |
| 1 歩行技能評価尺度及び不安評価尺度作成                              |         |
| 2 道路横断時のストレス測定                                    |         |
| 3 直線歩行時のストレス測定                                    |         |
| 4 視覚障害関連施設における聴覚を利用した訓練プログラムの実施<br>内容及び実施状況に関する調査 |         |
| 佐藤 哲司   |         |

|                     |          |
|---------------------|----------|
| III. 研究成果の刊行に関する一覧表 | ----- 16 |
|---------------------|----------|

|                 |          |
|-----------------|----------|
| IV. 研究成果の刊行物・別刷 | ----- 17 |
|-----------------|----------|

### 3Dサウンドを利用した視覚障害者のための聴覚空間認知訓練システム

主任研究者 関 喜一 産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門主任研究員

**研究要旨** 研究目的は、視覚障害教育・リハビリテーションにおける、聴覚空間認知訓練を行うためのシステムを3Dサウンド技術を用いて開発することにある。今年度は、カリキュラムのソフトウェア化と被験者実験・実態調査を行った。訓練環境やカリキュラムは独自のXML形式を考案して記述し、また3Dサウンドシステムを改良して頭部位置と歩行動作の入力を行うための位置センサを導入した。また被験者実験により、訓練時の被験者のストレスの強さの評価方法を検証した。また実態調査として、全国の視覚障害関連施設から歩行訓練における聴覚を利用した訓練状況の実体を把握した。

分担研究者 佐藤 哲司 国立身体障害者リハビリテーションセンター学院視覚障害学科教官

#### A. 研究目的

本応募テーマでは、視覚障害教育・リハビリテーションにおける、聴覚空間認知、即ち、光ではなく音を手がかりに自動車や建造物などの物体の存在を知る技能を獲得させるための訓練システムを3Dサウンド技術を用いて開発することを目的とする。

#### B. 研究方法

研究分担として、主任研究者 関喜一 は音響システムの技術面の構築を担当する。研究分担者 佐藤哲司 は聴覚空間認知訓練のカリキュラムの作成を担当する。研究期間は3年とし、2004年度は、音響システムのハードウェアの構築とカリキュラムの原案の作成、次年度はカリキュラムのソフトウェア化と被験者試験、最終年度は被験者試験結果に基づいた実用化のための改良を行う

#### C. 研究成果

前年度は、空間認知訓練システムのハードウェアとして、3Dサウンド技術を実現するデジタル信号処理音響システムと、それらを制御するコンピュータより構成されるシステムを構築した。しかし、訓練士及び訓練生がこのシステムを操作するためのインタフェースとして、訓練カリキュラムの実現の都合上、頭部や身体の向きを計測しシステムに伝える装置を追加する必要があると判断した。

今年度は、3Dサウンドシステム（H15年度成果）に頭部・膝位置センサを装備した訓練システムの構築（図1）を行い、また仮想訓練環境や訓練カリキュラム（H15年度成果）のXML化を行った（図3）。

頭部位置センサは、磁気を用いた6自由度位置センサであり、被訓練者の頭部位置を計測することによって、頭部が動いた場合、仮想環境の音像の相対位置をその逆方向に移動する制御を行うことにより、あたかも絶対位置が固定された環境の中に自分がいるかのような没入感を作り出すことができる。これにより、被訓練者が自分の頭部の動きによる周囲の音の聞こえ方の変化を学習することができる。（図1）

また、計画当初より、仮想空間内で歩行によって移動していることをどのように入力するかが課題となっていた。本システムでは、訓練生の膝に磁気位置センサをとりつけ、訓練生が”足踏み”することにより、膝の上下運動を検出して仮想空間内で歩行する方式を考案した。（図1）

システム全体はパーソナルコンピュータによって制御される。当初は、NEC PC9821Ap3を用いていたが、老朽化が激しく、またメーカーがサービスを打ち切ったため、今年度は新たにApple Macintosh G4でシステムを再構成した。制御プログラムはMac OS X上で動作する。開発環境はREALBasic 5.5 Professionalを用いた。この制御プログラムでは、仮想環境内の様子を画面に表示して、訓練士が訓練の進行状態をモニタすることができる。また、プロジェクトで拡大投影することにより、ロービジョンの訓練生に視覚を通してフィードバックを与えることができる。（図2）

仮想訓練環境と訓練カリキュラムは、独自のXML型式を考案して記述する方法を採用した（図3）。記述できる内容は現在のところ、音源、道、壁、目印（ランドマーク）の4つである（図4）。これらの技術内容については現在特許出願中である。

障害物知覚の訓練に必要な「壁」の表現方法については、有限距離音源については音量制御

による遮音を再現（図 5 左）し、無限距離音源については鏡像法による反射、および音量制御による遮音を再現（図 5 右）する方式を考案した。

（以上関担当）

また今年度は、被験者実験 3 つと実態調査 2 つを実施した。調査の 1 つは視覚障害者の歩行技能及び単独歩行時の不安を評価する尺度作成をおこなった。それらの尺度の信頼性・妥当性の検討を行い、被検者の評価を行うにあたり信頼性・妥当性ともに高い尺度を作成することができた。実験は被検者試験の予備実験として SPR (Stress Pulse Ratio) を用いた道路横断実験（実験 1）、直線歩行実験（実験 2）を行った。その結果それらの実験が有効に被検者のストレスの強さを評価できることと、2 つの評価尺度とそれぞれ相関が強いことを検証した。また、実験 3 においては技能評価尺度と入手情報量との相関を明らかにし、調査 3 においては全国の視覚障害関連施設から歩行訓練における聴覚を利用した訓練状況の実体が明らかになり、プログラム作成にあたって貴重な資料を得ることができた。

（以上佐藤担当。詳細は分担研究報告参照）

#### D. 考察

主任研究者の主観として、予想以上に自動車などの音源がリアルに再現されているという印象を受けた。来年度、被験者実験の結果を踏まえ、改良を施したい。（関担当）

また、今年度の実験結果によって、SPR がストレス評価に有効であることが分かったので、今後本訓練システムのストレス軽減効果の評価に用いたい。また、実態調査結果を踏まえ、訓練プログラムの改良を行いたい。（佐藤担当）

#### E. 結論

計画通り、3D サウンドシステム（H15 年度成果）に頭部・膝位置センサを装備した訓練システムの構築を行い、また仮想訓練環境や訓練カリキュラム（H15 年度成果）の XML 化を行った。また視覚障害教育・リハ関係の現場に対して音響訓練に関する実態調査を実施し、訓練プログラムの改良のために有用な知見を得た。

来年度は最終年度でもあり、被験者による客観的評価によってシステムに改良を施し、実用化を検討したい。

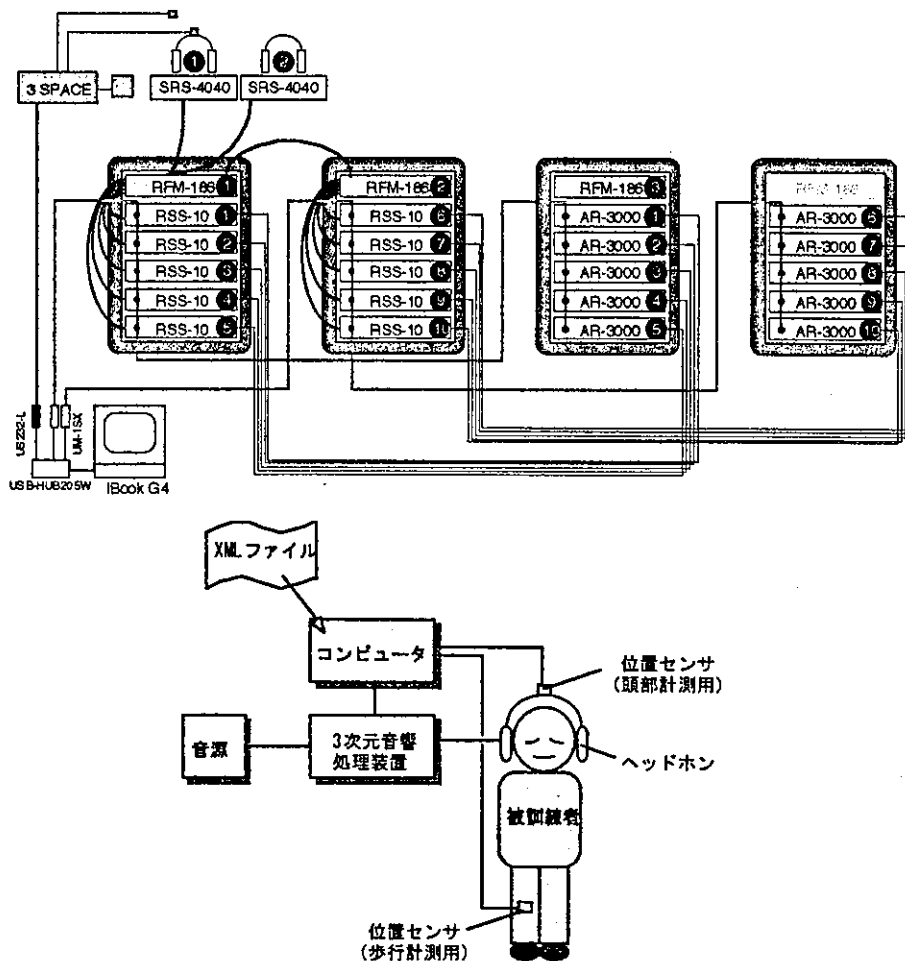


図1 システム概略図。H15年度のシステムに、頭部位置・歩行動作などを計測するセンサを増設。

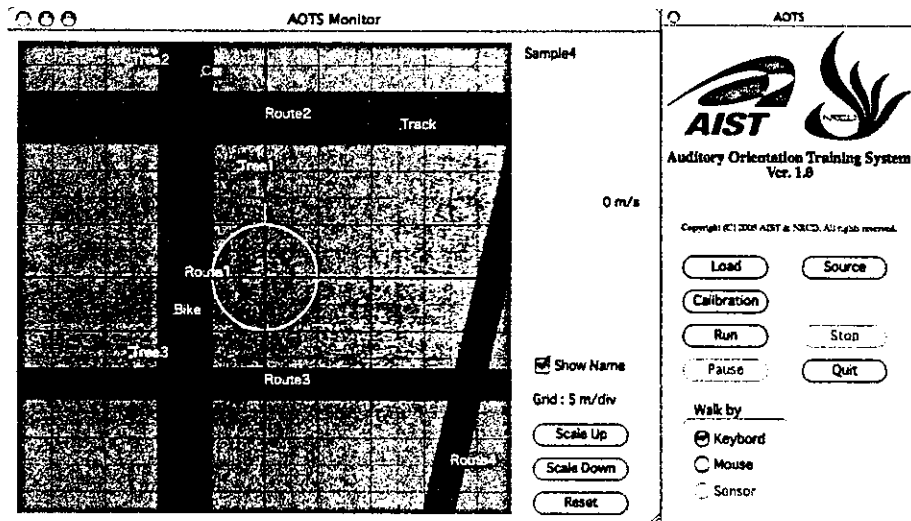


図2 システム動作画面。制御プログラムは現在、Mac OS X上のアプリケーションとして動作する。

```

<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS" ?>
<!--
Auditory Orientation Training System
Training Field Descriptor in XML ver 1.0
2004-05-15 ver 0.0
2004-05-19 ver 0.4
Copyright (C) 2004 Yoshikazu Seki (AIST) & Tetsuji Sato (NRCD). All right reserved.
-->
<!--
<!DOCTYPE aots SYSTEM "http://staff.aist.go.jp/yoshikazu-seki/AOTS/aots.dtd"
-->
<!DOCTYPE aots [
<ELEMENT aots (title, field+)>
<ATTLIST aots xml:lang NMTOKEN #1 "ja" <!-- 訓練項目 --> <!-- 言語がDefaultで日本語 -->
<ELEMENT title (#PCDATA) <!-- 訓練項目のタイトル --> <!-- 訓練環境の各要素 -->
<ELEMENT field (name | sound | wall | road | fence | route | house | mark | point | width | mark | my)
<ELEMENT name (#PCDATA) <!-- 訓練環境要素の名前 -->
<ELEMENT sound (device, phrase, intloc, velvec?, start?, stop?, repeat) <!-- 音源 -->
<ELEMENT device (#PCDATA) <!-- 使用するAR-3000のカードのアドレス -->
<ELEMENT phrase (#PCDATA) <!-- 使用するAR-3000のカードのアドレス -->
<ELEMENT intloc (intx?, inty?, intr?) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT intx (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT inty (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT intr (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT velvec (velx?, vely?, velz?) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT velx (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT vely (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT velz (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT start (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT stop (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT repeat (on | off) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT wall (wx, wy, wz) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT wx (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT wy (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT wz (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT road (point, width) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT point (px1, py1, px2, py2) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT px1 (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT py1 (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT px2 (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT py2 (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT width (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT mark (mx, my) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT mx (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
<ELEMENT my (#PCDATA) <!-- 音源の初期位置 (初期位置) -->
]
-->
<!-- Sample -->
<aots xmlns="http://staff.aist.go.jp/yoshikazu-seki/AOTS/" xml:lang="ja">
<title>Sample</title>
<field>
<name>car</name>
<sound>
<device>l</device>
<phrase>A0001</phrase>
<intloc>
<intx>100</intx>
<inty>6000</inty>
</intloc>
<velvec>
<velx>-1000</velx>
</velvec>
<start>10</start>
<stop>100</stop>
<repeat>on</repeat>
</sound>
</field>
<field>
<name>fence</name>
<wall>
<wx>1500</wx>
<wy>0</wy>
<wz>1000</wz>
<wd>R</wd>
</wall>
</field>
<field>
<name>route</name>
<road>
<point>
<px1>1000</px1>
<py1>-1000</py1>
<px2>1000</px2>
<py2>1000</py2>
</point>
<width>6000</width>
</road>
</field>
<field>
<name>house</name>
<mark>
<mx>1500</mx>
<my>0</my>
</mark>
</field>
</aots>

```

図3 訓練環境を記述するXMLファイルの形式。

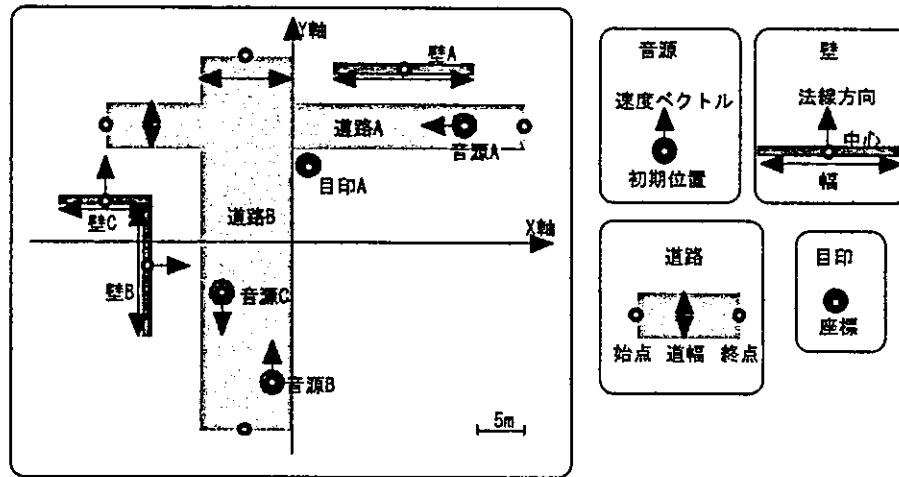


図4 仮想空間の構成要素。音源、道、壁、目印（ランドマーク）の4つで構成する。

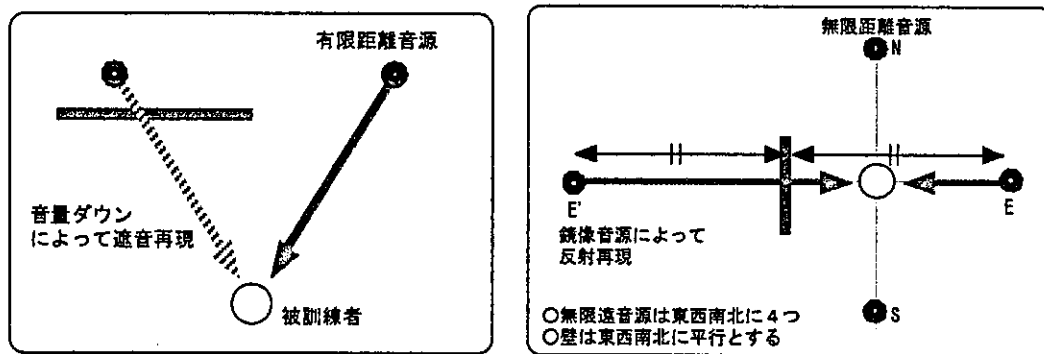


図5 障害物知覚に必要な「壁」の表現。

F. 健康危険情報  
特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Yoshikazu SEKI, Kiyohide ITO, "Obstacle Perception Training System and CD for the Blind," RESNA 2004, Proc. CD-ROM (Orlando, 2004-6).
- 2) Yoshikazu SEKI, Kiyohide ITO, "Auditory Obstacle Perception Training System and CD for the Blind," CVHI 2004, CD-ROM (Granada, 2004-6,7).

2. 学会発表

- 1) 佐藤哲司、関喜一、"3D サウンドを利用した視覚障害者のための聴覚空間認知システムを用いた訓練プログラムの作成"、第 13

回視覚障害リハビリテーション研究発表大会、論文集、38-39 (幕張、2004-6).

- 2) 関喜一、"障害物知覚訓練システムによる訓練効果の検証 (第 2 報)"、第 30 回感覚代行シンポジウム、予稿集、1-4 (東京、2004-12).
- 3) 佐藤哲司、関喜一、"3D サウンドを用いた聴覚空間認知訓練システム (第 1 報)"、第 30 回感覚代行シンポジウム、予稿集、43-46 (東京、2004-12).

H. 知的財産権の出願・登録状況

関喜一、佐藤哲司、視覚障害者のための歩行訓練環境生成システム、出願中、特願 2004-357036 (2004-12-09)

3D サウンドを利用した視覚障害者のための聴覚空間認知システム  
— 訓練カリキュラム作成のための基礎実験及び調査 —

分担研究者 佐藤 哲司 国立身体障害者リハビリテーションセンター学院

研究要旨

今年度は実験3つと調査2つを実施した。調査の1つは視覚障害者の歩行技能及び単独歩行時の不安を評価する尺度作成をおこなった。それらの尺度の信頼性・妥当性の検討を行い、被検者の評価を行うにあたり信頼性・妥当性ともに高い尺度を作成することができた。実験は被検者試験の予備実験としてSPR (Stress Pulse Ratio) を用いた道路横断実験 (実験1)、直線歩行実験 (実験2) を行った。その結果それらの実験が有効に被検者のストレスの強さを評価できることと、2つの評価尺度とそれぞれ相関が強いことを検証した。また、実験3においては技能評価尺度と入手情報量との相関を明らかにし、調査3においては全国の視覚障害関連施設から歩行訓練における聴覚を利用した訓練状況の実体が明らかになり、プログラム作成にあたって貴重な資料を得ることができた。

A 研究目的

本応募テーマでは、視覚障害教育・リハビリテーションにおいて、3D サウンド技術を用いて聴覚空間認知、即ち、光ではなく音を手がかりに自動車や建造物などの物体の存在を知る技能を獲得するための訓練プログラムの開発することを目的とする。

B 研究方法

研究分担として、分担研究者佐藤哲司は、訓練カリキュラム原案の作成を担当する。研究期間は3年とし、2003年度は、主任研究者関喜一により構築された、3D音響システムの利用を前提とした訓練カリキュラムの原案を作成した。次年度はカリキュラムの妥当性の検討及びそのソフトウェア化と被検者試験を実施、最終年度はそれらの試験結果に基づき、実用化に向けて、さらにカリキュラムの改良を行う。

C 研究成果

1 技能評価及び不安評価測定用紙の作成

主観的な視覚障害者の歩行技能の評価及び歩行時における不安場面の評価について、評価用紙を作成し、それぞれの評価の信頼性・妥当性を検討することを目的として行った。それぞれの評価尺度は2件法 (○又は×) で行った。歩行技能評価においては、「各問の状況に「はい」と感じる人は○、「いいえ」と感じる人は×」を記入してもらった。不安評価については「各問の状況に不安を感じる人は○、感じない、あまり感じない人は×」を記入してもらった。どちらの評価についても、評価項目数は50項目。被評価者は45名 (視覚障害学科学学生及び卒業生 (在学中に評価実施) 31名 (約6ヶ月間 (週2回) の歩行経験)、視覚障害者 (全盲者) 6名 (歩行歴25年～43年、平均: 32.2

年±6.2年、週5日以上単独歩行)、歩行未経験の晴眼者8名)。晴眼者についてはアイマスクによる遮眼時という設定で評価を行ったもらった。

技能評価についてみていくと、主因子法、バリマ

表 1-1 技能評価因子分析結果 (主因子法、バリマックス回転、寄与率5%以上抽出基準)

| 因子<br>No. | 二乗和  | 寄与率<br>(%) | 累積寄与率<br>(%) |
|-----------|------|------------|--------------|
| 1         | 6.09 | 12.19      | 12.19        |
| 2         | 5.07 | 10.14      | 22.33        |
| 3         | 3.90 | 7.79       | 30.12        |
| 4         | 3.02 | 6.04       | 36.16        |
| 5         | 2.98 | 5.96       | 42.12        |

ックス回転による因子分析を行った。その結果、5因子 (抽出基準は寄与率5%以上とした) が抽出された (表 1-1)。

信頼性係数を見ていくと、クロンバックの $\alpha$ 係数が0.924 (n=45)、ガットマンの折半法信頼係数が0.884 (n=45)、スピアマン-ブラウンの係数が0.884 (n=45) とそれぞれ高い数値が出た。これにより、技能評価尺度は十分に信頼性が高い、すなわち、内的一貫性の高い尺度であるといえることができる。

次に、不安評価についてみていくと、主因子法、バリマックス回転による因子分析を行った。その

結果、7 因子（抽出基準は寄与率 5%以上とした）が抽出された（表 1-2）。

表 1-2 不安評価因子分析結果（主因子法、バリマックス回転、寄与率 5%以上抽出基準）

| 因子 No. | 二乗和  | 寄与率 (%) | 累積寄与率 (%) |
|--------|------|---------|-----------|
| 1      | 5.52 | 11.04   | 11.04     |
| 2      | 4.81 | 9.63    | 20.67     |
| 3      | 4.51 | 9.03    | 29.70     |
| 4      | 4.45 | 8.91    | 38.60     |
| 5      | 2.97 | 5.94    | 44.55     |
| 6      | 2.68 | 5.35    | 49.90     |
| 7      | 2.64 | 5.27    | 55.17     |

信頼性係数を見ていくと、クローンバックの  $\alpha$  係数が 0.939 (n=45)、ガットマンの折半法信頼係数が 0.867 (n=45)、スピアマン-ブラウンの係数が 0.867 (n=45) とそれぞれ高い数値が出た。これにより、不安評価尺度は十分に信頼性が高い、すなわち、内的一貫性が高い尺度であるということが出来る。

次に、それぞれの尺度の相関関係について調べた。その結果、相関係数は -0.82 であり、有意であった ( $F(1,43) = 88.42, p < 0.0001$ )。説明率は、67.24%であり、両変数には強い負の相関があるといえる。技能を予測変数、不安を目的変数として、予測式を算出すると、

$y = -0.892214x + 49.263834$  という式が成り立つ。予測の標準誤差は、8.88 であった。

一般に、不安が高い人は技能が低いということが考えられる。そのため、予測式は技能を予測変数、不安を目的変数として算出してみた。技能があがることによって、不安が低下することは、予測することができる。したがって、今後はどの技能が不安と相関が強いのか分析し、3D サウンドを用いた聴覚訓練プログラムに導入することが可能であると考えられる。

この分析結果では、一般に予測できる技能と不安の関係について、負の強い相関があることがわかった。この結果は妥当な結果であるといえる。したがって、信頼性の高い尺度で、かつ、負の強い相関を持つことで、お互いの尺度の妥当性を高めているものと考えられる。

今回の尺度については、さらに項目数・項目内容の統計的な検討が必要であると考えている。項目数が多いことが被検者の負担につながるものが予想されるからである。また、項目内容について、同種の質問が多いことなどから、因子分析の結果などを用いて、さらに項目の検討を行っていく予定である。

問題点としては、歩行経験のない者にとっては

遮眼時の歩行がイメージしにくいのではないかと。したがって、それらの者の評価においてこれらの評価尺度が妥当であるかどうかということがあげられる。2 点目として、被検者の中に視覚障害者が少ないこともあり、今後当事者、未経験者の被検者をさらに集めて、評価の信頼性・妥当性を高めていきたい。3 点目に視覚障害者の中にロービジョン者が含まれていないため、今後はロービジョン者を対象に調査を行う必要がある。そのほか、当尺度を用いた、利用者自身の評価と訓練士による評価の一致度なども調べる予定である。

## 2 道路横断時のストレス測定

3D サウンドシステムを利用し、その効果を実証するための実験方法の予備実験として本実験を行った。本実験での変数としては、ストレス指標の客観的指標として、道路横断時の心拍数の増加 (SPR, Stress Pulse Ratio, ※1) を指標とすることとした。また、歩行時のストレスは本人の持っている技能レベル、不安レベルに大きく影響を受けるものと考え、主観的技能評価、不安評価との相関関係についても調査し、それらの評価の妥当性の検討を行うとともに、評価点から SPR 値の予測を行うこと、また、逆に SPR 値から本人の主観的技能評価、不安評価の予測を行うことも目的とした。

実験環境は幅約 10m の 2 車線の道路である。この道路を計 4 回横断し、横断開始の合図後～横断時～横断後 10s 後の間の最高心拍数をそれぞれ測定し、SPR 値を指標として算出した。また、晴眼者については実験場所まではアイマスクをした状態で車で移動し (約 20 分)、未知の環境ということで実験を実施した。なお、自動車等の通過台数 12.06 台/分であった。

結果としては、不安評価-SPR 間の相関係数が 0.67 であり、有意であった ( $F(1,10) = 8.31, p = 0.0163$ )。説明率は 44.8%であり、両者間には中程度の正の相関があるといえる。予測式については、不安評価を予測変数、SPR を目的変数として、算出すると、 $Y = 0.008264X - 0.087192$  となった。予測の標準誤差は 0.10 であった。SPR を予測変数、不安評価を目的変数として、予測式を算出すると、 $Y = 54.962184X + 21.393708$  となった。予測の標準誤差は 8.81 であった。

技能評価-SPR 間の相関係数が -0.54 であり、有意傾向であった ( $F(1,10) = 4.14, p = 0.0727$ )。説明率は 29.1%であり、中程度の負の相関があるといえる。予測式については技能評価を予測変数、SPR を目的変数として、算出すると、 $Y = -0.006488X + 0.310156$  となった。予測の標準誤差は 0.12 であった。SPR を予測変数、技能評価を目的変数として、予測式を算出すると、 $Y = -44.206938X + 29.757306$  となった。予測の標準誤差は 10.13 であった。

技能-不安間の相関係数が -0.83 であり、有意



であった ( $F(1,10) = 22.26, p = 0.0008$ )。説明率は 68.9% であり、両者間には強い負の相関があるといえる。

本実験の結果により、客観的ストレス指標としての SPR と本人の主観的な評価である不安評価、技能評価の相関が明らかになり、それぞれの評価の妥当性が高まったといえる。

また、予測式を二つの方向から算出したが、不安があるから交感神経系が働き、心拍数が増加するのだと考えると、尺度側を予測変数として、SPR 値を目的変数とする方が実際的であると考えられる。

また、認知的側面よりストレスをとらえると、ある事態に対し、対応可能なスキルがないことにより不安が喚起させられるのだと考えることができる。そう、考えると、事態についての本人の対処可能かどうかの判断、主観的な技能評価と不安評価、SPR 値間のパス解析的な把握が必要になることも考えられる。今後はその分析も行う予定である。

3D サウンドを用いた聴覚空間認知システムを用いた訓練プログラムを実施することにより、不安・技能評価が変化し、SPR に反映されていくことが実験を通して観察できれば、そのプログラムの有効性を検証できることになると予想される。

また、不安評価尺度と SPR 値の相関が強いことから、被検者 12 名のうち不安評価尺度の得点の上位群 1/3 (不安が高いもの 5 名) と下位群 1/3 (不安が低いもの 5 名) との SPR 値を従属変数として分散分析をかけた結果、有意傾向 ( $F(1,8) = 4.69, .05 < p < .10$ ) であり、上位群の SPR 値が下位群に比して大きくなる傾向にあった。つまり、不安評価が高いものほど、道路横断に関してストレスを受けていることが伺える。同様に技能評価で分散分析をかけた結果有意ではなかった ( $F(1,8) = 0.67, p > .10$ )。

#### (※1) SPR 値

SPR 値の算出は下記の式で行った。

SPR 値 = ((単独歩行時心拍数) - (誘導歩行時心拍数)) / 誘導歩行時心拍数 × 100 (%)

□ 実験 1、2 においてそれぞれ誘導歩行時心拍数、単独歩行時心拍数に違いがある。

実験 1 においての誘導歩行時心拍数は 10m (道路横断実験箇所幅と同じ) の距離の平均心拍数をとった。実験 2 における誘導歩行時心拍数は 120m (直線歩行実験箇所の距離とほぼ同じ距離) における全行程での平均心拍数をとった。なお、誘導歩行時の歩行速度は被検者の快適と感じる速度で行った。また、心拍数は 5s ごとの心拍数として記録された。

### 3 直線歩行時のストレス測定

本実験においては、実験 1 同様歩行時の SPR 値

を測定し、ストレス指標とし、道路横断時或いは何もない状態においても、不安評価尺度と技能評価尺度との相関を検証するために、予備的に行った実験である。

実験環境は長さ約 136m の直線道路沿いにある歩道 (幅約 2m) で行った。区間を 3 区間に区切って、それぞれの間の最高心拍数を取り、SPR 値を算出した。それぞれの区間のおおよその長さは、1 区間約 30m、2 区間約 80m、3 区間約 30m となる。また、区間 1 に道路横断 (幅約 5m) 1 回、3 区間にも信号機のある道路横断 1 回 (幅約 5m) がある。区間 2 は道路横断はない。また、道路側は腰位の高さの植え込みがあり、ところどころ木がうえてある。また、実験 1 同様、晴眼者については、実験場所まではアイマスクをした状態で車で移動し (約 20 分)、未知の環境ということで実験を行った。なお、自動車等の通行台数は 10.13 台/分であった。

被検者は 19 名 (そのうち、6 名は心拍値が途切れるなどの理由により無効) 中 13 名のデータを有効とした。結果は次のとおりである。

不安-区間 1 SPR 値相関が 0.83 ( $F(1,11) = 24.64, p < .01$ )、不安-区間 SPR 値相関が 0.83 ( $F(1,11) = 24.64, p < .01$ )、不安-区間 3 SPR 値相関が 0.74 ( $F(1,11) = 13.75, p < .01$ ) となった。この結果から、道路横断を含む、含まずに関わらず不安と SPR 値との強い正の相関があることが明らかになった。

技能評価と SPR 値の相関については、技能-区間 1 SPR 値の相関が -0.57 ( $F(1,11) = 5.16, .01 < p < .05$ )、技能-区間 2 SPR 値の相関が -0.59 ( $F(1,11) = 5.93, .01 < p < .05$ )、技能-区間 3 SPR 値相関が -0.61 ( $F(1,11) = 6.49, .01 < p < .05$ ) となった。この結果から、不安評価同様、道路横断を含む、含まずに関わらず技能評価と SPR 値との中程度の負の相関があることが明らかになった。

本実験の結果から、不安評価と技能評価とルート歩行の間には不安-SPR 値間には強い正の相関、技能-SPR 値間には中程度の負の相関があることがわかった。これは実験 1 とほぼ同様の結果を示しており、評価自体の妥当性を高めるものであるといえる。また、道路横断以外の場面においても、例えば、道路横断がない区間 2 においても、不安評価・技能評価と SPR 値との相関は高いことから、道路横断時以外の要因 (自動車・バイクの音、自転車や歩行者の存在、看板や電柱、植え込みなどへの接触・衝突、ベアリング、距離の長さ、信号などの判断、その他) も SPR 値の上昇に影響を与えていることが考えられる。以上により、3D サウンドを用いた聴覚認知訓練プログラムの中に道路横断以外にも直線歩行での様々なシーンを盛り込んでいく必要があることが考えられる。それには、撮影したビデオ画像と心拍数の変動とのより精密な分析が必要であると考えられる。今後はその分析を行っていく予定である。

カウントしたものである。したがって、数値が高いほど環境情報を正確にとらえているということを表している。なお各カテゴリーを足した%の値が 100 を越えるのは、重複したひとつの発言内容に、複数のカテゴリーにまたがるものがあるからである。

(※2) 口述内容を分ける基準

- 同一情報を繰り返し口述している場合は、ひとつの内容としてまとめる  
Ex. 前から人が来ます。前から人が来ます。  
(同一人物について述べている。)
- ひとつの情報内、あるいは他情報を挟まずにその前後に理由付けとなる情報を述べている場合はひとつの情報としてまとめる。  
Ex. 車が止まっているので、路地だと思えます。
- 理由付けにおいて、別情報を含む場合には異なる情報として捕らえる。  
Ex. ①車が止まっている、/②音声信号も聞こえるので、交差点だと思えます。
- 口述中に区切れが無くても、2 つ以上の情報を含む場合はその情報を分けて捉える。  
Ex. ①車が速いスピードで/②通過していきます。
- 個人の主観に基づく情報はその他とする。  
Ex. 車が近い気がして不安です。
- 他情報からの推測・判断と思われるものは、総合判断のセルにチェックを入れる。  
Ex. 車が止まっているので、路地だと思えます。
- 車種について口述している場合、大型車か普通車、バイクと大きく分けて精度の判定を行う。  
Ex. 今バスが通りました。(実際にはトラックであっても判定は○)

4 手引き歩行時の情報入手量

本実験においては、実験者が被検者を約 500m の間手引きし、その間、どんなことでもよいので、気づいたことを、できるだけ途切れないように、IC レコーダーに録音してもらい、後で複数の評価者(歩行訓練士)により、内容分析を実施し、入手した情報の量的分析及び質的分析を行ったものである。また、この量的・質的分析に加えて、技能評価尺度との相関関係を仮定し、その関係について検討を加えた実験である。これにより、技能評価の高いものと低いものの入手情報に違いがあるかどうかを検証することができる。また、3D サウンドを用いた聴覚認知訓練プログラムの作成において、どのような情報を量的・質的にどのような形で、ある技能をもっている人に提供していけばよいのか示唆を与えることができると考えられる。また、実験 1, 2 同様、実験場所まではアイマスクをした状態で車で移動し(約 20 分)、未知の環境ということで実験を行った。なお、自動車等の通過台数は 14.72 台/分であった。手引き時の歩行速度は被検者が快適と感じる速度で行った。

被検者は晴眼者 10 名(視覚障害学科学生 7 名、歩行未経験者 3 名)である。分析結果は以下のようになった(表 4-1)。

表 4-1 手引き歩行時の入手情報の内容分析(N=10)

| 氏名    | 技能<br>得点 | 情報量<br>(N) | 聴覚<br>(%) | 触覚<br>(%) | 筋運<br>動<br>(%) | 精度<br>(%) | 聴覚<br>精度<br>(%) |
|-------|----------|------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------------|
| sub1  | 12       | 63.00      | 100.00    | 1.64      | 0.00           | 78.69     | 78.69           |
| sub2  | 22       | 98.00      | 87.78     | 8.89      | 5.56           | 91.11     | 92.41           |
| sub3  | 24       | 111.00     | 85.85     | 10.38     | 5.66           | 91.51     | 91.21           |
| sub4  | 24       | 79.00      | 79.17     | 16.67     | 2.78           | 88.89     | 87.72           |
| sub5  | 30       | 123.00     | 94.83     | 3.45      | 1.72           | 76.72     | 75.45           |
| sub6  | 31       | 64.00      | 89.09     | 9.09      | 7.27           | 98.18     | 97.96           |
| sub7  | 37       | 68.00      | 81.25     | 14.06     | 3.13           | 98.44     | 98.08           |
| sub8  | 40       | 28         | 84        | 16        | 4              | 92        | 90.48           |
| sub9  | 41       | 75         | 72.31     | 23.08     | 4.62           | 90.77     | 87.23           |
| sub10 | 42       | 57         | 91.07     | 8.93      | 0              | 83.93     | 82.35           |

カテゴリーについては、聴覚情報、触覚情報、筋運動情報に分けた。情報量は発言した数(※2)。また、各カテゴリー精度については各カテゴリーにおける情報とビデオ撮影した映像にて、一致した情報であれば1、一致していない情報やビデオ映像では確認できなかったもの不明なものは0と

まず入手した情報量の全体量と技能との相関であるが、技能評価が低くなると、入手する情報量が少なくなり、技能評価が中間位(20 前後)で入手する情報量が最も多くなり、技能評価が高くなると、入手する情報量が再び減ってくるという傾向が読み取れる。つまり上に凸のグラフになることが予測される(図 4-1)。

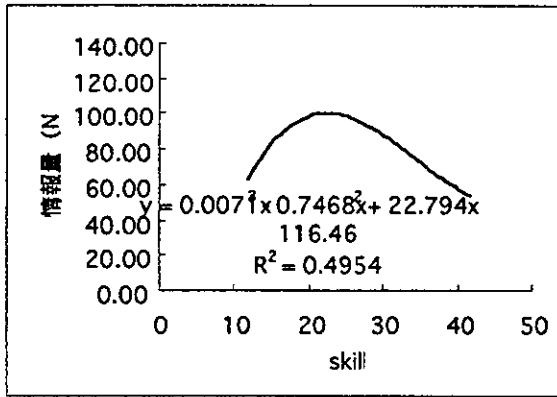


図4-1 入手情報量全体と技能評価の関係 (多項式近似 (3次式))  
 $(Y=0.0071X^3-0.7468X^2+22.794X-116.46, R^2=0.4954)$

次に聴覚より入手した情報量と技能評価の関係であるが、技能評価が低いほど、聴覚より入手した情報量の割合は多く、滑らかな曲線を描きながら、技能評価が高くなるほど、聴覚より入手した情報量の割合が減っていくことが予測される (図4-2)

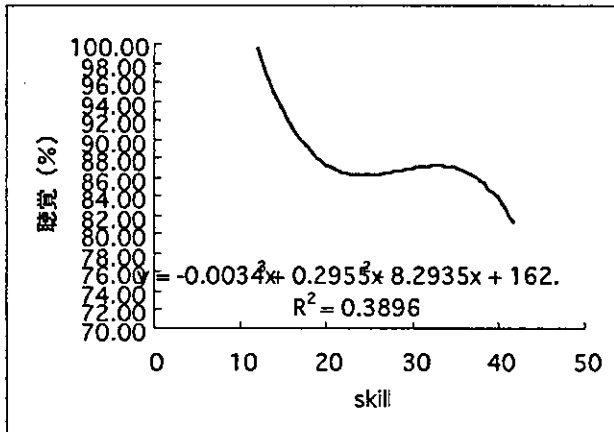


図4-2 聴覚から入手した情報の割合と技能評価の関係 (多項式近似 (3次式))  
 $(Y=-0.0034X^3+0.2955X^2-8.2935X+162.37, R^2=0.3896)$

次に、触覚により入手した情報量の割合と技能評価の関係であるが、技能評価が低いほど、触覚より入手する情報の割合は低く、滑らかな曲線を描きながら、技能評価が高くなるほど、触覚から入手する情報の割合が高くなることが予測される (図4-3)。

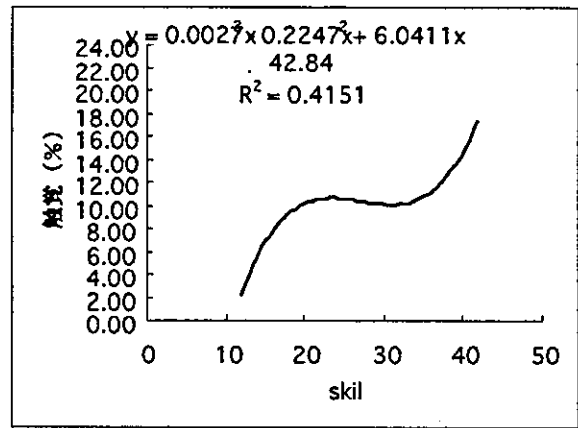


図4-3 触覚から入手した情報の割合と技能評価の関係 (多項式近似 (3次式))  
 $(Y=0.0027X^3-0.2247X^2+6.0411X-42.84, R^2=0.4151)$

筋肉運動知覚から入手した情報の割合と技能評価の関係であるが、技能評価が低いほど筋肉運動知覚から入手した情報の割合は少なく、中間 (30前後) で高くなり、技能評価が高くなると、再びその割合が低くなることが予測される (図4-4)。

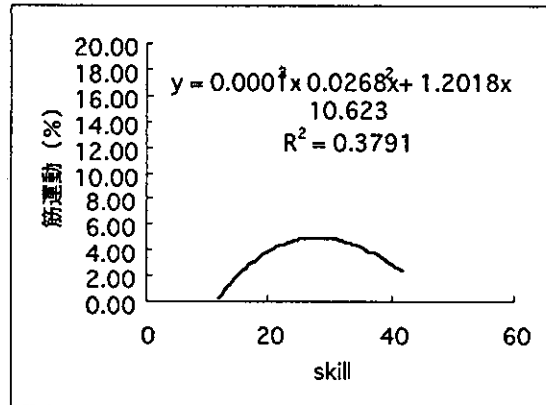


図4-4 筋肉運動知覚から入手した情報の割合と技能評価の関係 (多項式近似 (3次式))  
 $(Y=0.0001X^3-0.0268X^2+1.2018X-10.623, R^2=0.3791)$

全情報の精度と技能評価との関係であるが、技能評価が高くなるほどその精度が上がっていくことが予測される (図4-5)。

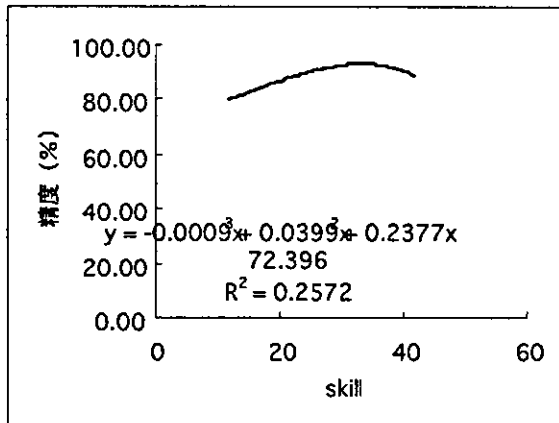


図4-5 入手した情報の精度と技能評価の関係  
(多項式近似(3次式))

$$(Y = -0.0009X^3 + 0.0399X^2 + 0.2377X + 72.396, R^2 = 0.2572)$$

聴覚より入手した情報の精度と技能評価との関係であるが、これも全情報の精度と同様、技能評価が高いほど精度が高くなることが予測される(図4-6)。

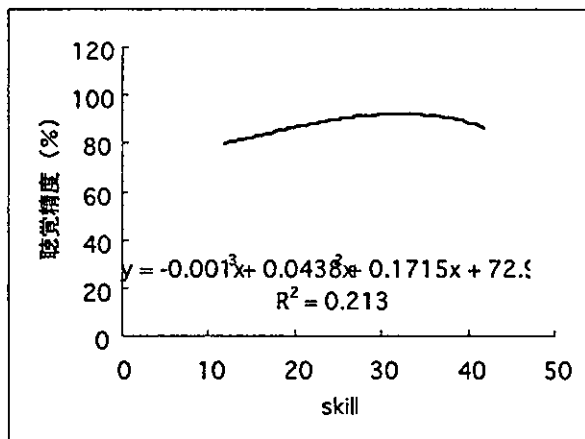


図4-6 聴覚より入手した情報の精度と技能評価の関係(多項式近似(3次式))

$$(Y = -0.001X^3 + 0.0438X^2 + 0.1715X + 72.904, R^2 = 0.213)$$

本実験の結果をまとめると、次のようになる。入手した情報量は技能評価と関連があることが予測される。それは技能評価が低い者は入手する情報量が少なく、中間(20前後)で入手量が最も多くなり、技能評価が高くなると(40以上)入手する情報量が減ってくるということである。このことは、おそらく技能評価が低い者は何を情報としてとらえてよいかのスキル、つまり、「情報獲得スキル」が低く、技能評価を中間として評価する者は入手する情報量が最も多いことから、「情報獲得スキル」は高くなってくると考えられる。しかしながら、技能評価の高いものが逆に入手情報

量が減っていることから、「情報獲得スキル」の技能がレベルアップし、違ったスキル、つまり、自分が歩行するにあたり、無駄な情報ははぶき、必要最小限の情報を弁別するスキル、「情報弁別スキル」のようなスキルが身につけていくことが考えられる。

それは、全情報の精度と技能評価の関係からみても裏づけられると考えられる。つまり技能評価の高い者は情報の精度が高まっていくことからみても、無駄な情報を入手するのではなく、確実性の高い情報に意識を集中していくことが予想されるからである。

また、聴覚より入手した情報の割合は、技能評価が高くなるにつれて、低くなり、触覚から入手した情報の割合は、技能評価が高くなるにつれて、その割合が高くなるということがわかった。つまり、聴覚情報と触覚情報の全情報に占める割合は評価技能との関係性で見えていくと、全く逆の傾向を示すことがわかった。このことは、技能評価の低い者は、主に聴覚情報に意識を集中し、触覚情報には意識が向かない。一方で、技能評価の高いものは、聴覚情報は必要最低限のものだけに意識を集中し、触覚的な情報について意識を集中させるということの意味している。

ここから考えられることは、技能評価の高いものは、未知の地域においては、聴覚情報を予測等にもちい、それを足裏或いは白杖などの触覚情報で確認していくという、仮説をたてた歩行パターンを示すのに対し、技能評価の低いものはその逆で、聴覚より入る情報を無目的に入手しており、もちろん他の感覚にはそれほど意識が向いていない歩行パターンを示すと考えられる。それは、歩行パターの違いではあるが、情報入手のスキルの違いであると言い換えることができると思われる。

この技能評価の高い者とそうでない者との情報入手パターンを綿密に分析することで、ある技能の者に対する適切な情報量と質について示唆を与えることができると考えられる。これにより、3Dサウンドを用いた聴覚認知訓練プログラムの系統的・段階的なプログラムを組むことが可能となり、その人の技能に応じた適切な訓練プログラムが提供できると考えられる。

本実験においては、被検者は盲人のみであること。被検者数10名と少ないこと、単独歩行ではなく手引きで実施したこと、内容分析の基準等をより明確にする必要があること、ロービジョン者においても視覚と他の感覚との競合を調べる必要があることなど、一般化するためには様々な課題があると思われる。今後はこの課題を一つずつクリアし、より一般的な解釈ができるよう実験を継続する予定である。

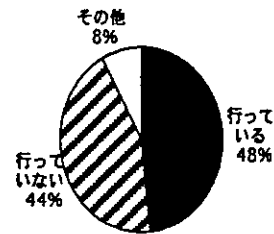


図 5-1 聴覚評価実施施設の割合 (N=124)

聴覚評価を実施している施設においてどのような評価方法を用いているか尋ねたところ、環境中の音源を用いて評価しているという回答が 59%、人為的な音源を用いて評価しているという回答が 20%、オーディオグラムで評価しているという回答が 14%、時計を用いて評価しているという回答が 1%という結果となった。ここから、聴覚評価の際の音源として、環境中であれ、人為的であれ、何らかの音源を用いて評価していることがわかった。

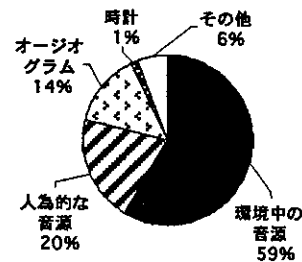


図 2-1 聴覚評価の具体的方法 (N=84)

環境中の音源としては、車やバイク、自転車等の交通音が 54%と半数以上を占め、次いで店の音等の生活音が 15%、歩行者の流れや足音が 14%、人の声や会話が 11%という結果になった。ここからがわかった。

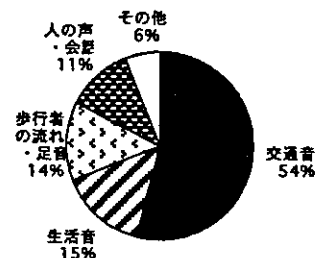


図 5-3 環境中の音源 (N=80)

環境中の音源を用いた評価方法については、方向、距離等を判断する音源定位が 37%、音源を活用し実際に歩けるかを評価するのが 20%、音源への反応を見るというのが 13%、音源を特定できるかを見るのが 7%、音源を定位し、その音源に向かって歩く等の音源定位+移動が 7%、反響音の変化を用いた環境の認知が 1%という結果になっ

## 5 歩行訓練プログラムにおける聴覚を利用した訓練プログラムの実施内容及び実施状況に関する調査分析

### 1. 調査方法

#### (1) 調査実施期間

平成 17 年 2 月から平成 17 年 3 月

#### (2) 調査方法・調査対象

本調査では、調査票を 130 施設に郵送し、アンケートによる調査を実施した。調査対象は各施設単位ではなく、その施設に勤務する訓練士、教員等を対象に調査を行った。

#### (3) 回収率

全施設中 52%の施設から返送があり、有効回答数は 127 名であった。

### 2. 調査結果

調査結果の概要については以下の通りである。

#### (1) 聴覚評価の実施について

初期評価において訓練生の聴覚評価を実施している施設の割合は、48%であった。施設実数ではなく、回答した訓練士、教員等ののべ人数であるため、全国的な傾向として一義的に結論づけることは難しいが、調査対象に属する訓練士の約半数が訓練生の初期評価の際に聴覚評価を行っていることがわかった。

た。ここから がわかった。

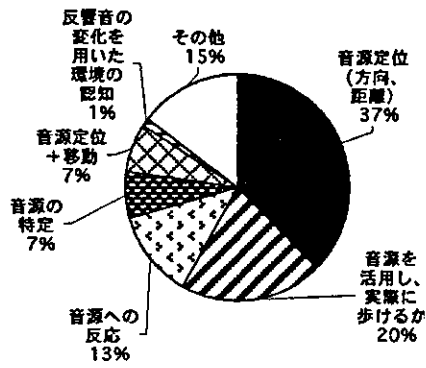


図 5-4 環境中の音源を用いた評価方法 (N=35)

人為的な音源としては、太鼓、鈴等の楽器を用いた音が40%、カセットテープやラジオが14%、手をたたくというのが11%、メトロノームが11%、人の声が9%、カギ等の物の落下音が6%という結果であった。

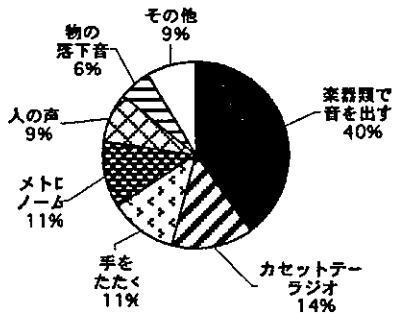


図 5-5 人為的な音源 (N=35)

人為的な音源を用いた評価方法については音源定位が35%、音源定位+移動が29%、音源への反応を見るのが24%であった。ここから がわかった。

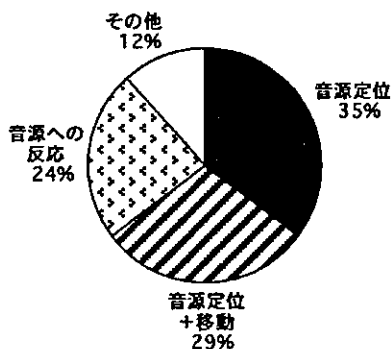


図 5-6 人為的な音源を用いた評価方法 (N=19)

聴覚評価を実施しないという人に理由を尋ねたところ、特に必要性を感じないという回答が45%で半数近くを占めた。次いで訓練や生活の中で必

要に応じて行うというのが29%、各担当者毎に対応が8%、設備や人材が整っていないというのが6%であった。

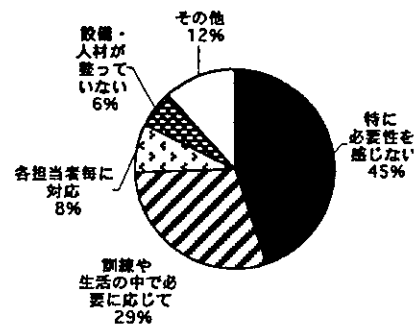


図 5-7 聴覚評価を実施しない理由 (N=51)

また、その他の内容では、必要に応じて行う(4)、オーディオグラムで評価(2)、健康診断表で確認(1)、会話聴力のみ評価する(1)、医療機関による評価(1)、特にしていない(1)という回答があげられた。

(2) 歩行訓練プログラム全体の期間について

歩行訓練プログラムの期間が決まっているか尋ねたところ、概ね決まっているという回答が45%、決まっていないという回答が45%ではっきりと2つに分かれた。

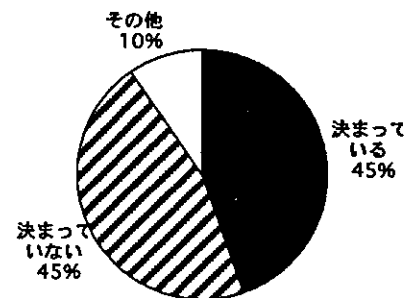


図 5-8 歩行訓練プログラムの期間が決まっているか (N=123)

決まっていると回答した人におおよその期間を尋ねたところ、1年以内が58%、1ヶ月以内が5%、1週間以内が2%、1年以上が4%であった。

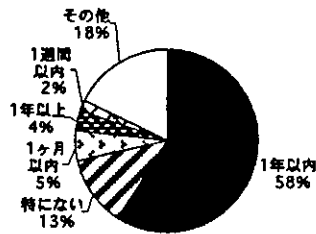


図 5-9 歩行訓練プログラムの期間 (N=56)

また、歩行訓練プログラムの期間が決まっていないと回答した人に理由を尋ねたところ、個人差があるからという回答が86%と圧倒的に多かった。施設運営上の理由で訓練期間を決められないと回答した人も6%見られた。

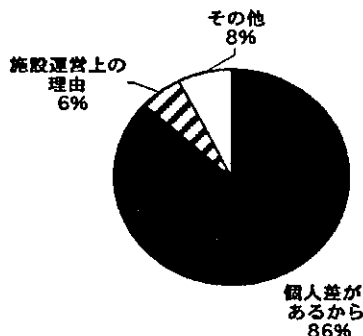


図 5-10 歩行訓練プログラムの期間を決めていない理由 (N=53)

また、その他と回答した意見の中には、個人差に応じて決める (8)、他の行事との兼ね合い (1)、利用者の希望で決める (1)、対象者はとりあえず施設・自宅周辺の単独歩行訓練は終えており、その上で必要な事項について学習しているため、歩行訓練プログラム中の段階ではないように思われる (1)、特に期間は設定していない (1) 等があげられた。

### (3) 聴覚訓練プログラムの実施について

聴覚訓練プログラムを実施しているか尋ねたところ、歩行訓練と関連づけて実施しているという回答が41%、歩行訓練とは別に独立して実施しているという回答が3%、実施していないという回答が53%であった。これらの結果から、聴覚訓練だけを独立して実施している訓練士は少なく、歩行訓練に関連づけながら実施する、あるいは実施しない場合が多いと考えられる。

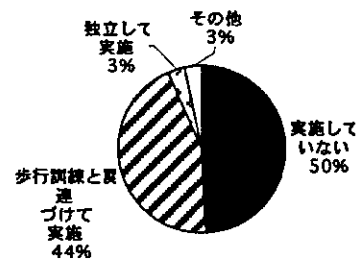


図 5-11 聴覚訓練プログラムの実施について (N=122)

聴覚訓練プログラムを歩行訓練と関連づけて実施していると回答した人に、聴覚訓練プログラムのおおよその期間を尋ねたところ、特になしという回答が64%と6割を占めた。期間を定めている人では、1~12ヶ月が15%、1~4週間で2%、1週間以内が4%、1年以上が2%であった。

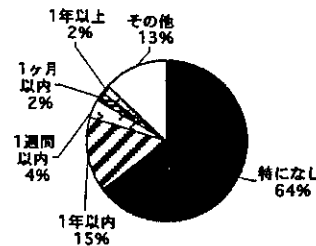


図 5-12 聴覚訓練プログラムの期間 (N=54)

聴覚訓練プログラムを歩行訓練とは別に独立して実施していると回答した人に具体的訓練プログラムについて尋ねたところ、屋内で実施が4件、屋外で実施が3件であった。

使用音源について尋ねたところ、屋内においては人工音源、環境中の音源ともに3件ずつで、屋外においてはともに2件ずつであった。

表 5-1 聴覚訓練プログラムの内容

| 訓練課題の内容       | 屋 屋 |   |
|---------------|-----|---|
|               | 内   | 外 |
| 音源の種類の特定      | 1   | 2 |
| 音源までの距離の推定    | 2   | 1 |
| 音源の方向の推定      | 4   | 3 |
| 音源に対して平行に方向取り | 2   | 1 |
| 音源に対して垂直に方向取り | 1   | 1 |
| 音源の移動方向を推定    | 1   | 2 |
| 音源に向かって移動     | 4   | 3 |
| 音源と一定の距離を保つ   | 1   | 0 |
| 音源のごく近くまで接近   | 1   | 2 |
| 壁の切れ目の発見      | 1   | 1 |
| 音の遮蔽の発見       | 0   | 1 |

|                   |   |   |
|-------------------|---|---|
| 音による物の形・大きさ・素材の推定 | 0 | 1 |
| 音源の移動速度の推定        | 0 | 0 |
| その他               | 0 | 0 |

また、訓練の位置づけとしては、感覚訓練の一つとして実施しているという回答が2件、スポーツ訓練として実施しているという回答が2件であった。具体的内容を以下に示す。

<感覚訓練の一つとして実施している訓練の具体的内容>

- ・ 音源を定位し、音源にむかって歩く、手をのばす。
- ・ ボールをころがし、どの方向からどの方向へころがったかを示す。
- ・ 車音からどんな車か（軽、大型、バイク等）を判断する。
- ・ 車がどの方向から来てどの方向へ行ったかを示す。
- ・ 自立活動の時間に行う。

<スポーツ訓練として実施している訓練の具体的内容>

- ・ 盲人バレー
- ・ 盲人野球
- ・ ボッチャ

また、聴覚訓練プログラムを実施していないと回答した人に現在の状況を尋ねたところ、特に取り上げて実施していないが、歩行訓練の一連の流れで実施しているという回答が60%、必要があれば実施するという回答が19%、全く実施していないという回答が21%であった。

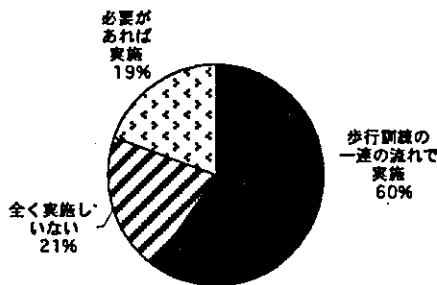


図 5-13 実施していない施設の現在の状況 (N=67)

特に取り上げて実施していないが、歩行訓練の一連の流れで実施していると回答した人に、その具体的内容について尋ねたところ、音源を活用して実際に歩くという回答が47%、音源定位が27%、音源の種類の特特定が12%、空間や物体を発見する等のエコー認知が4%、白杖音の弁別が3%であった。

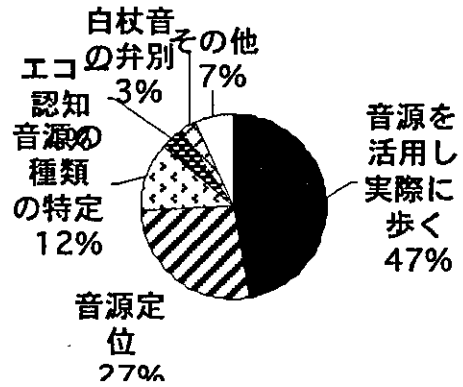


図 5-14 歩行訓練の一連の流れとしての具体的内容 (N=118)

また、全く実施していないと回答した人に、その理由について尋ねたところ、必要性を感じない(3)、聴覚訓練プログラムについて十分な知識を有していない(3)、聴覚訓練を行う時間がない(1)、過去に行っていたが効果がなかった(1)、聴覚だけでなく、他の訓練を総合的に働かせた歩行訓練に着目しているから(1)等があげられた。

また、必要があれば実施すると回答した人に、必要があると判断するのはどのような時か尋ねたところ、歩行中に音が活用できない時(5)、利用者が聴覚障害をもっている時(3)、歩行ルート上に音を用いないと危険な場所がある時(2)等があげられた。

#### D 考察

技能評価と不安評価の2つについて信頼性・妥当性ともに高いことが明らかになった。それぞれの評価について、さらに信頼性・妥当性を高める統計的な検証を行いたい。

実験1, 2で得られた知見から不安評価の高い者ほどストレスが高くSPR値が高くなり、また、技能評価の高いものほど、ストレスが低くSPR値が低くなることがわかった。これはそれぞれの評価の妥当性を高めるとともに、この評価によってSPR値の予測が可能となり、ストレスの高さを予測することができることがわかった。これにより、事前に3Dサウンドを用いた聴覚空間認知プログラムを作成し、評価尺度の変化を観察することで、SPR値の予測が可能となり、訓練効果の測定に利用することができると考えられる。

実験3から得られた知見からは、まだ仮説的ではあるものの、技能評価と入手情報量の或いは質の変化に相関関係があることがわかった。これらの情報をさらに精密に分析していくことで、プログラムの系統的な作成と個々の技能レベルに応じた無駄のないプログラム作成ができると考えられる。

全国の視覚障害関連施設に対しての、歩行訓練における聴覚を利用した訓練プログラムの作成に関する調査であるが、使用している音源、方法などが多岐にわたり、各訓練施設において訓練士個



人個人が、利用者個々のニーズに応じた訓練体制をとっていることがわかった。しかしながら、結果の予測や訓練自体の信頼性・妥当性、また、訓練効果の評価システムなどが明らかではなく、初期評価、訓練の妥当性・信頼性の評価システム、訓練効果の評価システムなどの検討が必要であることがわかった。

#### E 結論

本調査及び実験で得られた知見をもとに、今年度の聴覚認知訓練プログラムの作成を実施する予定である。

#### F 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

1) 佐藤哲司、関喜一、” 3D サウンドを利用し

た視覚障害者のための聴覚空間認知システムを用いた訓練プログラムの作成”、第 13 回視覚障害リハビリテーション研究発表大会、論文集、38-39 (幕張、2004-6).

2) 佐藤哲司、関喜一、” 3D サウンドを用いた聴覚空間認知訓練システム (第 1 報)”、第 30 回感覚代行シンポジウム、予稿集、43-46 (東京、2004-12).

#### G 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

(総括研究報告参照)

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

研究成果の刊行に関する一覧表

| 著者氏名                            | 論文タイトル  | 書籍全体の編集者名 | 書籍名               | 出版社名  | 出版地     | 出版年  | ページ    |
|---------------------------------|---|-----------|-------------------|-------|---------|------|--------|
| Yoshikazu SEKI,<br>Kiyohide ITO | Obstacle Perception Training System and CD for the Blind.         | RESNA     | RESNA 2004, Proc. | RESNA | Orlando | 2004 | CD-ROM |
| Yoshikazu SEKI,<br>Kiyohide ITO | Auditory Obstacle Perception Training System and CD for the Blind | Harsh.M   | CVHI 2004. Proc.  | CVHI  | Granada | 2004 | CD-ROM |

雑誌

| 発表者氏名 | 論文タイトル名 | 発表誌名 | 巻号 | ページ | 出版年 |
|-------|---------|------|----|-----|-----|
| なし    |         |      |    |     |     |

**RESNA 27TH INTERNATIONAL ANNUAL CONFERENCE**

**Technology & Disability: Research,  
Design, Practice & Policy**

**June 18 to June 22, 2004  
Orlando, Florida**



---

**OBSTACLE PERCEPTION TRAINING SYSTEM AND CD FOR THE BLIND**

**Yoshikazu Seki and Kiyohide Ito  
National Institute of Advanced Industrial Science  
and Technology  
Tsukuba , Ibaraki , 305-8566 Japan**

## **ABSTRACT**

Obstacle perception is a skill to detect presence of "silent" object, such as wall, pole, etc., by perceiving the acoustical cues, such as reflected sound, etc., through auditory sense. This skill is very important for orientation and mobility (O&M) of the blind. We are studying the training system for acquiring this skill in the blind education and rehabilitation by using acoustical technologies. Our training system consists of sound processors for making reflected sounds and several loudspeakers, and can reproduce ideal sound fields for learning the principle of obstacle perception. We are also distributing the audio CD that contains these sound fields to the people concerned with the blind education and rehabilitation. Our system is now used in the school for O&M instructor in Japan , and our CDs have been distributed to about 15 0 Japanese facilities concerned with the blind.

## **KEYWORDS**

Blind, O&M, obstacle perception, echolocation, auditory training

## **BACKGROUND**

Obstacle perception (or obstacle sense, human echolocation) is an experiential ability to detect presence of "silent" object, such as wall, pole, etc., which does not make any sounds, by perceiving the acoustical cues, such as reflection or diffraction of environmental or self-generated sounds, through auditory sense. This skill is very important for orientation and mobility (O&M) of the blind (1) . Learning the relation between the existence of object and the variation of sound that is caused by the object enables to master the obstacle sense.

Conventional training for acquiring obstacle perception in the blind education or rehabilitation is usually performed in real environment. The O&M instructor instructs the blind trainee to approach the wall, or

bring a small board near to the trainee's face, to show the sound variation that is caused by presence of object. The trainee should learn the cue of obstacle perception by hearing the shown sound variation experientially.

## RESEARCH QUESTION

However, in the real environment, the sound variation caused by the object can hardly be heard, because of irregular variation of environmental sounds, attenuation of the reflected sounds, or being disturbed by other sounds. The conventional training in the real environment is sometimes difficult for beginners of obstacle perception. In order to provide the ideal training environment for the beginners, the new acoustical technologies that can reproduce an ideal sound field variation artificially should be introduced into the blind education or rehabilitation.

In this paper, we report our new training system or training CD for acquiring obstacle perception by using acoustical technologies .

## METHOD

As the first step of applying the acoustical technology to the training of obstacle perception, we developed a new acoustical training system in 1998 (2) . Our system consists of the signal processors and the loudspeakers that are arranged in a ring, and can reproduce the sound field variation by emitting the delayed sounds with respect to the direct sounds, which simulates reflected sounds from wall. Our system produces the ideal sound field variation by assuming that ( i ) the reflected sounds are perfectly (not attenuated) reflected at the surface of the object, ( ii ) the diffracted sounds are completely attenuated, and ( iii ) no other sound exists in the sound field.

The first model of our system had 8 digital delays (Roland SDE-330), and 16 loudspeakers (BOSE 111AD). The digital delays are controlled by the computer (NEC PC-9821Ap3), and make the reflected sounds by delaying the original sound signal. The delay times are calculated by the computer, and informed to the digital delays through MIDI . The original sound signal that simulates the environmental sound is white noise, pink noise, or true-recorded sound. The sound signal was recorded on multi track recorders (YAMAHA MT4X).

The first system can emit up to 8 reflected sounds, and then project "virtual wall." The virtual wall can change distance, direction, and width. The distance is adjusted by the delay times. The direction and width are adjusted by assignment of the reflected sound loudspeakers.

Many O&M instructors and the people concerned with blind education or rehabilitation have tried this system, and they experienced that our system can reproduce the ideal sound variation that is easier to understand for beginners than conventional training.

However, our first system was too expensive and too large to be introduced into the facilities for blind education or rehabilitation. So we also developed the simplified version that consists of 1 or 2 digital delays and 2 or 4 loudspeakers. The simplified version is now working in the College of National Rehabilitation Center for the Persons with Disabilities , Japan for educational use.

Our training system, even if it is simplified, requires economic load and space to set its hardware, when it is introduced into the blind facilities. In order to reduce economic load and save space of the blind facilities, we developed the training audio CD that contains ideal sound field data in 2001 - 2002, and are now distributing it free of charge.

Our training CD can be reproduced by general audio equipment for home use, and it can also generate the ideal sound field variation as well as the system. Our training CD contains one reflected sound in the right channel and one direct sound in the left channel. It is just the same as the simplified system of 1 delay and 2 loudspeakers.

When play this CD, the two stereophonic loudspeakers are arranged 2.4 - 3.0 m apart and facing each other. The listener's head is at the center of the two loudspeakers. The "virtual wall" appears in the direction of the right channel loudspeaker.