

学位論文題名

「盲人の環境認知補助を目的とする 障害物知覚の音響工学的研究」

学位論文内容の要旨

盲人の多くは、その豊富な聴覚的経験から、環境の中の音場の変化により、周囲の障害物の存在を知覚することができる。この経験的能力は「障害物知覚(obstacle sense)」と呼ばれ、盲人の環境認知能力の1つとして非常に重要である。しかし、障害物知覚の要因に関しては、従来から研究が行われているものの、詳細は不明な点が多い。それ故に、現在では、視覚障害児・者の特殊教育・リハビリテーションにおける障害物知覚獲得のための体系的訓練方法は存在せず、視覚障害児・者が日常生活等の中で経験的に獲得していくことに任せているのが殆どである。またこの能力を更に有効に活用する方法も見いだされていない。

また、障害物知覚や白杖(盲人安全杖)及び盲導犬では不十分な環境認知機能を補うものとして、20年程前から歩行補助装置(主に歩行時における環境認知補助を目的とした超音波センサや光センサ内蔵の盲人用環境探知器)なるものが実用化されている。しかし、従来の歩行補助装置は、センサによって得られた環境情報を人工的な聴覚または触覚刺激に変換して提示する方式を採るものが主流であり、障害物知覚のような自然の感覚を基に空間の概念を形成する経験を持った盲人にとっては違和感が大きく、また訓練も複雑となる。更にこれらの装置が超音波センサや光センサを用いた一種の「探知器」であること、及び障害者の福祉機器の流通事情の厳しさ等の理由から、従来の歩行補助装置は非常に高価であり、多くの視覚障害児・者が日常生活の中で歩行補助装置を利用できないのが現状である。

本研究は、上述の問題点を踏まえた上で、障害物知覚の体系的訓練方法の確立、及び障害物知覚における障害物の検出感度を向上することにより環境認知補助を行う「補聴器」式歩行補助装置の開発の2つを最終目標と定め、そのために障害物知覚の要因の解明を行ったものである。研究に際しては、障害物知覚が音響心理現象であることを踏まえて、従来の研究のような知覚・行動心理学的手法だけではなく、音響工学的手段を新たに導入した。

本論文の要約を以下に示す。

第1章では、本研究の背景、特に、視覚障害児・者の訓練方法、及び従来の歩行補助装置に関する社会的・技術的問題点について触れた。そして、本研究の2つの最終目標(上述)と、そのために障害物知覚の要因の解明が必要であることを述べた。

第2章では、障害物知覚に関する従来の研究について考察し、その問題点、及びこれから研究を行う上での指針について述べた。特に、従来の研究の殆どが音響学的知見を十分考慮に入れずに行われているため障害物知覚の要因の詳細を解明できていないこと、及び今後の研究には音響学的手段の導入が必要であることを述べた。

第3章では、障害物知覚の要因を調べる実験を行い、最後に仮説を提唱した。まず盲人の障害物知覚の課程を観察する実験を行った。歩行時における障害物知覚の実験から、障害物知覚の課程を確認し、また障害物に接近していく際の心理的印象の変化を調べた結果、足音等の反射音が手がかりになる等の内観報告を盲人から得た。また、静止時における障害物知覚の実験から、Doppler効果が障害物知覚の要因であるという従来の研究結果は一

般に成立しないことを明らかにした。次に、障害物知覚の物理的要因となると考えられる障害物による「反射」、及び「遮音」の両音響現象について、音響工学的手段を用い、その心理的な知覚特性を調べた。まず「反射」については、先行音効果と呼ばれる音響心理現象を基に、障害物からの距離の変化に対する足音の反射音の音像の変化についての考察を行った。その結果から、障害物から約6m以内では反射音の音像は直接音の音像と融合し、正確に反射音定位できない等の仮説を提唱した。更に、反射音の音像による距離定位を調べるため、足音の直接音と反射音が盲人の頭部に到来するような音場を用いて心理実験を行った。その結果、足音の反射音定位は障害物近距離では障害物の距離定位の要因とはならないことを明らかにし、距離定位は足音ではなく環境騒音の反射または遮音に関係しているという仮説を提唱した。次に、「遮音」について、障害物後方から到来する環境騒音が障害物によって遮音されるような状況を再現して心理実験を行った。その結果、遮音による音場の変化が障害物知覚の要因となることを導き、かつ障害物に接近した際の音場から受ける心理的印象を音響工学的測定方法により導出した。その結果、遮音により、音圧レベル、音像の広がり感、及びスペクトルの変化が知覚されるという仮説を提唱した。最後に本章で導かれた知見・仮説から、障害物に接近した際に音場から受ける心理的印象の変化を、障害物からの距離の変化に対応させてまとめ、障害物知覚の要因の仮説として提唱した。

第4章では、第3章で提唱した仮説のうちから5つの仮説を選び、これらを検証するための心理実験を行った。心理実験は、音響工学的手法により反射または遮音を再現することによって作られた音場を用いて行った。その結果、足音（盲人自身が音源である音）、及び環境騒音（盲人自身が音源ではない音）の両方について、障害物に接近に伴い反射音の音像の融合、または移動が知覚されることを立証し、仮説の正当性を支持する結果を得た。また、障害物近距離における障害物の存在感を盲人に知覚させている物理的要因が環境騒音の反射・遮音であり、かつ距離感が環境騒音の反射音の遅延時間に対応することを示した。

第5章では、本研究の結論の要約と、今後の課題、及び展望について述べた。特に今後の展望においては、本研究で得られた知見より障害物知覚の理論的な訓練方法が構築される可能性について述べ、また「補聴器」式歩行補助装置に関する技術的な言及を行った。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 伊 福 部 達
副 査 教 授 山 本 克 之
副 査 教 授 下 澤 楯 夫
副 査 教 授 新 保 勝

学位論文題名

「盲人の環境認知補助を目的とする 障害物知覚の音響工学的研究」

盲人の多くは、その豊富な聴覚的経験から、環境の中の音場の変化により、周囲の障害物の存在を知覚することができる。この経験的能力は「障害物知覚(obstacle sense)」と呼ばれ、盲人の環境認知能力の1つとして非常に重要である。しかし、障害物知覚の要因に関しては、従来から研究が行われているものの、詳細は不明な点が多い。それ故に、現在では、視覚障害児・者の特殊教育・リハビリテーションにおける障害物知覚獲得のための体系的訓練方法は存在せず、視覚障害児・者が日常生活等の中で経験的に獲得していくことに任せているのが殆どである。またこの能力を更に有効に活用する方法も見いだされていない。

本研究は、上述の問題点を踏まえた上で、障害物知覚の体系的訓練方法の確立、及び障害物知覚における障害物の検出感度を向上することにより環境認知補助を行う「補聴器」式歩行補助装置装置の開発の2つを最終目標と定め、そのために障害物知覚の要因の解明を行ったものである。研究に際しては、障害物知覚が音響心理現象であることを踏まえて、従来の研究のような知覚・行動心理学的手法だけではなく、音響工学的手段を新たに導入した。

学位論文の主な結果は以下に要約される。

第1章では、本研究の背景、特に、視覚障害児・者の訓練方法、及び従来の歩行補助装置に関する社会的・技術的問題点について触れている。

第2章では、障害物知覚に関する従来の研究について考察し、その問題点、及びこれから研究を行う上での指針について述べている。

第3章では、障害物知覚の要因を調べる実験を行い、最後に仮説を提唱した。まず盲人の障害物知覚の過程を観察する実験を行った。歩行時における障害物知覚の実験から、障害物知覚の過程を確認し、また障害物に接近していく際の心理的印象の変化を調べた結果、足音等の反射音が手がかりになる等の内観報告を盲人から得ている。また、静止時における障害物知覚の実験から、Doppler効果が障害物知覚の要因であるという従来の研究結果は一般に成立しないことを明らかにしている。次に、障害物知覚の物理的要因となると考えられる障害物による「反射」、及び「遮音」の両音響現象について、音響工学的手段を用い、その心理的な知覚特性を調べた。まず「反射」については、先行音効果と呼ばれる音響心理現象を基に、障害物からの距離の変化に対する足音の反射音の音像の変化についての考察を行った。その結果から、障害物から約6m以内では反射音の音像は直接音の音像と融合し、正確に反射音定位できない等の仮説を提唱している。更に、反射音の音像による距離定位を調べるため、足音の直接音と反射音が盲人の頭部に到来するような音場を用いて心理実験を行った。その結果、足音の反射音定位は障害物近距離では障害物の距離定位の要因とはならないことを明らかにし、距離定位は足音

ではなく環境騒音の反射または遮音に関係しているという仮説を提唱している。次に、「遮音」について、障害物後方から到来する環境騒音が障害物によって遮音されるような状況を再現して心理実験を行った。その結果、遮音による音場の変化が障害物知覚の要因となることを導いている。また、障害物に接近した際の音場から受ける心理的印象を音響工学的測定方法により導出した。その結果、遮音により、音圧レベル、音像の広がり感、及びスペクトルの変化が知覚されるという仮説を提唱している。最後に本章で導かれた知見・仮説から、障害物に接近した際に音場から受ける心理的印象の変化を、障害物からの距離の変化に対応させてまとめ、障害物知覚の要因の仮説として提唱している。

第4章では、第3章で提唱した仮説のうちから5つの仮説を選び、これらを検証するための心理実験を行った。その結果、足音（盲人自身が音源である音）、及び環境騒音（盲人自身が音源ではない音）の両方について、障害物の接近に伴い反射音の音像の融合、または移動が知覚されることを立証し、仮説の正当性を支持する結果を得ている。また、障害物近距離における障害物の存在感を盲人に知覚させている物理的要因が環境騒音の反射・遮音であり、かつ距離感が環境騒音の反射音の遅延時間に対応することを示している。

第5章では、本研究の結論の要約と、今後の課題、及び展望について述べている。特に今後の展望においては、本研究で得られた知見より障害物知覚の理論的な訓練方法が構築される可能性について述べ、また「補聴器」式歩行補助装置に関する技術的な言及を行っている。

以上のように著者は、障害物知覚の要因について、音響学的立場からその詳細を明らかにし、更に障害物知覚の訓練方法の確立と新方式の歩行補助装置の開発の可能性を見出したことから、リハビリテーション工学の進歩に寄与するところ大である。

よって、著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。