

視覚障害者の視覚認知・空間認知と歩行環境整備*

Pedestrian Environment and visual and spatial cognition of people with visual impairment*

柳原崇男**

By Takao YANAGIHARA**

1. はじめに

歩行は言うまでもなく、人あるいは動物の最も基本的な移動手段である。歩行の研究は、化石動物からロボットまで広範な移動体が研究対象となり、動物学、人類学、機械工学、ロボット工学、医学、運動生理学、人間工学、リハビリテーション工学など神経・生理・力学的側面に関する研究や、歩行行動としての社会学的・心理学的等、実に多様な分野で研究がなされている。一方、土木計画学分野を含む工学分野においても、歩行をする環境、すなわち歩行環境整備に関する多数の研究が蓄積されている¹⁾。近年は環境負荷低減型の都市構造やバリアフリー化等、歩行環境の整備はますます重要となってきた。

特に身体機能や認知機能が低下した人にとっては、歩行環境の空間構成に大きな影響を受ける。とりわけ、視覚機能が低下あるいは視覚機能が使えない視覚障害者にとっては、単独での歩行が困難となることは容易に想像できるであろう。知覚機能を通じて人が外界（メディア）から受け取る情報量は、視覚が最も多く83%、次いで聴覚が11%で、残りの嗅覚3.5%、味覚1.5%、触覚1%だと言われており²⁾、当然ながら視覚が歩行行動に与える影響も大きい。視覚障害者の中には、歩行訓練という視覚以外の感覚機能あるいは残存している視覚機能から環境を知覚し、その情報を歩行に役立てる訓練をする人もいる。つまり、視覚障害者が歩行する場合、外界（環境）から効果的に情報を知覚することが重要となる。

では、「どのように歩行環境を整備することが、視覚障害者にとっても良い歩行環境となるのか」、また「視覚障害者の歩行の手助けとなる情報はどのような情報で、それをどのように伝達するか」という課題認識の下、それに纏わる視覚障害者の歩行支援や歩行時の問題等、環

境の知覚・認知に関する研究を筆者も実施してきた³⁾~⁶⁾。しかしながら、筆者自身このような問に対して十分な回答はできていない。そこで本稿では、これら視覚障害者のための歩行環境整備に関して、視覚障害者がどのようにして歩行環境の認知しているのか、また歩行支援としてどのように歩行環境を整備すべきかについての既往論文をレビューしつつ、視覚障害者の環境の知覚・認知と歩行環境整備について考察したい。

本稿では、視覚障害者をロービジョンと盲（全盲）に分けて議論する。視覚障害者は一般的に弱視と全盲に大別されるが、高齢化が進展する中、疾病や老化により視覚機能が低下し、いわゆる身体障害者手帳を持たない人も多い。WHOによるとロービジョンとは、視力0.05から0.3という範囲で規定しているが、我が国においても、明確な定義はなく、一般的に視覚機能の低下により日常生活に困難がある人の場合をいう。本稿においても、障害者手帳の所持に関わらず視覚的に日常生活に困難がある人をロービジョン者とする。

人はいわゆる5感（視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚）から環境を知覚する。視覚障害者（特に全盲者）の歩行においては聴覚、触覚からの情報が重要な手がかりとなり、時には嗅覚も使って歩行する。ロービジョン者はその視覚機能によるが、とりわけ残存した視覚機能を用いて歩行する傾向にある。本稿では、主に視覚が利用可能なロービジョン者においては、視覚からの知覚について、全盲者においては、聴覚・触覚からの知覚および移動空間の認知方法について述べる。本稿がこれらに限定する理由として、視覚障害は全盲のイメージが強く、そのためロービジョン者に配慮した歩行環境整備はこれからの課題であること。またこれまでの環境整備として音響信号機や視覚障害者用誘導ブロックという聴覚や触覚情報が中心であったが、近年はロービジョン者を考慮した視環境整備に関する研究が多くなされてきたことである（例えば、高井ら(1999)⁷⁾(2000)⁸⁾、三谷ら(2006)⁹⁾、田中ら(2007)¹⁰⁾、谷内ら(2006)¹¹⁾）。また、ナビゲーションシステムとして、IT技術やエレクトロニクス技術を用いた歩行支援・誘導システム開発¹²⁾

³⁾が進められている段階であり、空間表象を持たない先天性盲等のナビゲーションとしても非常に有効であると

*キーワード：視覚障害者、視覚知覚、空間認知、歩行支援、心理物理学

**正員、博士（工学）、神奈川県総合リハビリテーションセンター 研究部 リハ工学研究室

（神奈川県厚木市七沢516、

TEL:046-249-2590、E-mail:yanagiharan0002@kanagawa-rehab.or.jp）

考えられ、ともすれば陥りがちな技術開発先行のシステム開発ではなく、視覚障害者の特性、特に全盲者の空間認知能力を考慮した開発が重要だと考えられる点である。

本論文の構成は以下の通りである。

2章では、まずロービジョン者の歩行について議論する。歩行に視覚情報が大きく寄与していることは明らかであり、視覚機能が低下したロービジョン者においても、視覚情報は重要である。そこで、ロービジョン者のどのような視覚機能が低下すると歩行に影響をあたえるのかということ进行を明らかにすることは、歩行環境整備においても重要な知見であると考えられ、これらに関する研究をレビューする。

3章では、全盲者の歩行について議論する。視覚が使えない全盲者がどのようにして環境を知覚・認知し、移動するのかについての研究をレビューする。また、筆者が行った方向感覚と歩行能力の関係について行った研究についても述べる。

4章では、視覚障害者の環境の認知と歩行支援整備のあり方について、既存の研究をレビューしつつ、考察する。

本稿では、知覚と認知という言葉を用いており、以下のように定義する。知覚 (perception) とは「感覚器官に与えられた刺激作用を通して、外界の事物・事象をひとまとまりの有意義な対象としてつかむはたらき」¹⁾ であり、認知 (cognition) とは、「生活体が対象についての知識を得ること。また、その過程。知覚だけでなく、推理・判断・記憶などの機能を含み、外界の情報を能動的に収集し処理する過程」¹⁵⁾ である。一般的に「認知」は「知覚」よりも、より高次の情報処理過程であり知のシステムと捉える傾向もあるが、厳密には区別できないという立場もある。本稿で取り扱う認知とは、外界の情報を能動的に収集し処理する過程の認知であり、知覚とは感覚器官に与えられた刺激作用を通して、外界の事物・事象をひとまとまりの有意義な対象としてつかむはたらきである。ただし、レビューした文献については、本稿の定義とは関係なく使われている用語をそのまま使用する。

本稿での視覚障害者の歩行はすべて単独歩行を意味している。

2. ロービジョン者の視覚機能と歩行

(1) ロービジョン者の視覚機能と歩行問題

ロービジョン者における歩行問題の本質は、全盲者と同様、転倒・つまずき、転落、接触などの安全性に関する問題である。また、案内板等に代表されるような視覚による誘導情報を容易に知覚・認知 (発見・理解) できないため、迷い行動や時間ロスなどが生じている。つま

り、様々な視覚情報 (案内板や危険対象物も含む) の知覚・認知が出来ない (あるいは出来にくい) ために様々な問題が発生している。そこで、ロービジョン者が日常生活で直面している困難や事故等において、どのような視覚機能が低下すれば困難が発生するのか、あるいはどの程度視覚機能が低下すれば困難が発生するのかなどを明らかにすることは、ロービジョン者にとって歩きやすい歩行環境整備に直結する課題である。しかしながら、これらに関する研究はあまり多くなく、十分な知見は得られておらず、今後の研究課題とも言える。

John, L & Neville, D (1991)¹⁶⁾ は48名の網膜色素変性症患者に対し、日常生活における視覚探索や移動の課題について調査を行った。その結果、48名中42名がなんらかのつまずき・転落を経験している。また、48名中44名が見知らぬ所では、転落や衝突を経験しているが、知っているところでさえ40名がそのような経験をしていた。

Turano, K. A. et. al (1999)¹⁷⁾ は127名の網膜色素変性症患者に対して、35項目の移動状況の難しさについて5段階で回答してもらい、ラッシュ分析を用いて、難しさの状況を階層化している。その結果、網膜色素変性症患者にとって最も歩行が困難な状況は、「夜間歩行」、「明るさが変わる場所」、「薄暗い部屋の中」、「強いグレアのある場所」など、光の条件が影響していることを示している。また、最も容易に歩行できる場所は、「家の中の移動」、「知っている場所の歩行」など、すでに状況を把握している所は容易に歩行できることを示している。これらの困難さとコントラスト感度、視野 (ゴールドマン /4) との相関が高いことが示されている。

中西ら (2005)¹⁸⁾ は視野狭窄のロービジョン者40名と視野狭窄のないロービジョン者13名を対象に、屋外の歩行状況についてアンケート調査を実施している。視野狭窄に関係なく、ロービジョン者は「下り階段」、「人や障害物との接触」、「未知の建物の発見」、「未知のルートでの不安」に困難を感じていることがわかった。また、視野狭窄の人は、「外出前の怪我などに対する不安」、「上り階段を上がり終えた後の足上げ」、「高い所からの足外し」、「左右あるいは上下を見て歩く」、「人や自転車が通行する歩道の歩行が困難」、「膝の高さにある障害物の発見が困難」などが挙げられていた。このことより、視野狭窄のロービジョン者は単独外出での怪我への恐怖心、未知のルート単独歩行の不安などが高いことは視野の影響であると示唆している。

また、中西ら (2001)¹⁹⁾ は網膜色素変性症患者に対し、その視野の状況による屋外歩行の困難さに関する比較を行っている。視野の状態は視野狭窄36名、他の視野狭窄8名、輪状暗点10名であった。その結果、視野狭窄群と輪状暗点群は動くもの発見が困難であるが、信号機の発見は可能であった。しかし、他の狭窄群は信号機の

発見が困難であった。怪我への恐怖心は視野狭窄群が持ちやすく、単独歩行の不安を示していた。

柳原ら(2008)⁶⁾は、様々な疾患をもつロービジョン者103名に対して、歩行時の問題(過去の経験)と視機能の関係を調査した。視機能はアンケート上での回答者の自己申告である。その結果、ロービジョン者は晴眼者に比べ、「夜間歩行」、「階段・段差等でのつまずき」、「人・自転車・障害物との接触」、「歩道からのみ出し」等において、困難を生じている。また、視野の欠損がある人やコントラスト感度の低下を感じている人は、段差や障害物の発見に困難が生じており、視力や色覚の低下による歩行の困難はほとんどなかった。しかし、視力の低下により、歩行者用信号機が見えない人が多いことを示している。

望月ら(2000)²⁰⁾は、日常的に単独歩行を行っている弱視者459名に対して、交通事項に関する調査を行っている。その内、17%が事故経験者であった。それらの内容は、道路横断中が最も多く、また、弱視者自身の不注意や誤認から事故が発生したと思われる事例も少なからず認められている。さらに、事故事例の多くが、薄暮時から夜間にかけて多く発生していた。ただし、これらの調査においては、弱視者がどのような視機能を有していたかについては調査されていない。

国土交通省(2006)²¹⁾は全国の弱視者108名に対して、旅客施設のニーズ調査を実施他所、「券売機」、「運賃表」、「階段」、「ホーム」、「トレイ」で困難を感じている人の割合が多く、特に最も改善が求められている箇所は「階段」であり、具体的内容は「段鼻、段差の区別」であった。しかし、この調査においても、視機能との関係は明らかにされていない。

(3) ロービジョン者の視覚機能と歩行パフォーマンス
視機能が低下したロービジョン者は視覚情報が制限されるため、歩行に大きな影響を受ける。すなわち、どのような視機能の低下が歩行に影響を与えているかを明らかにすることは、ロービジョン者の歩行を理解するうえで重要である。そこで、ロービジョン者の視機能と歩行パフォーマンスの関連に関する研究を以下に整理する。

J.A.Marron&I.L.Bailey(1982)²²⁾は様々な眼疾患を有するロービジョン者(19名)を対象に、視力、視野、ピークコントラスト感度と歩行パフォーマンスの関連を調べた。歩行課題は、WBRC(Western Blind Rehabilitation Center)で用いられている屋外の歩行訓練コースと紙で作成した障害物を配置した室内の廊下である。歩行パフォーマンスは、被験者がこのコースを歩いた時の障害物との衝突回数などのエラーで評価された。その結果、視野の広さとピークコントラスト感度は歩行パフォーマンスと相関が高く、視力とは相関が低いことがわかった。

Haymes,S.et.al(1996)²³⁾は18名の網膜色素変性症患者に対して、視機能と歩行パフォーマンスの関連を調べた。視力はBailey-Lovie logMAR chart、ピークコントラスト感度はthe Melbourne Edge Testとthe Pelli-Robson chart、視野はthe Goldmann perimeter(-4e)を用いて測定され、歩行パフォーマンスの測定は屋外の3つの異なるコースで行われた。その結果、Pelli-Robsonコントラスト感度と残存視野が歩行パフォーマンスとの関連が高いことが示された。Alex,B.et.al(1996)²⁴⁾、Duaner,G.et.al(1998)²⁵⁾らも同様に網膜色素変性症患者に対し、照度条件を変化させて実験を行っている。その結果、低照度下において、網膜色素変性症患者は歩行速度、エラー回数が晴眼者に比べ有意に劣り、視機能と歩行パフォーマンスの関連では、先行研究と同様に視野とコントラスト感度の相関が高いことが報告されている。

Thomas,K.et.al(1999)²⁶⁾は41名の加齢黄斑変性症患者に対して、照度と視機能、歩行パフォーマンスの関連を調べた。視力、ピークコントラスト感度、グレア障害、色覚、動きに対する反応、スキャン能力、図と地の識別等が測定され、高い照度と低い照度の条件を設定した実験室内のコースおよび室内の廊下と屋外の住宅街のコースで実験が行われた。低い照度下では、歩行速度も遅く、エラー回数も増加した。また、Pelli-Robsonコントラスト感度と残存視野が歩行パフォーマンスの最も重要な予測指標となった。その他、スキャン能力、グレア感度、色覚および格子状をドリフトするピークコントラスト感度が重要な変数であった。

Shirin,E,H.et(2002)²⁷⁾は21名の加齢黄斑変性症患者と比較群として同年代の晴眼者において、室内の79mのコースで実験を行った。その結果、歩行速度と障害物への衝突回数は同年代の晴眼者とほぼ同程度であった。加齢黄斑変性症患者の平均年齢は79.7歳で、晴眼者は77.1歳であった。また、歩行速度と最も相関が高かった視機能は、中心暗点の大きさであった。

Pelli(1986)²⁸⁾は視覚正常者に救心性視野狭窄のシミュレーションゴーグルを装着させて、屋内の廊下やショッピングモールを歩行させたところ、屋内で4度、ショッピングモールで10度と狭い視野でも歩行が可能であるという結果を示している。

しかし、Lovie-Kitchen.et.al(1990)²⁹⁾の調査では、様々な眼疾患の視野欠損を有するロービジョン者9名を対象として、障害物を配置した実験コースを用いて、残存視野の部位と歩行パフォーマンスとの関連を調べたところ、中心視野37度以内と37~58度の左右下方の視野が歩行パフォーマンスとの関連が高かったと報告している。視野はHambin Lister動的視野計を用いて両眼視野が測定された。

歩行行動ではないが、Owsley.C.et.al(1987)³⁰⁾はコ

ントラスト感度と視力が顔や道路サイン、日常生活品などの日常生活によくある物体との関連を調べている。その結果、低～中の空間周波数帯のコントラスト感度が最も重要な視機能であると述べており、歩行だけでなく日常生活においてもコントラスト感度が重要であることがわかる。コントラスト感度とは空間周波数特性で計測される。空間周波数とは、光の強さを正弦波状に変化させて描いた縞模様の幅のことで、この縞模様を認知できる最小のコントラストをコントラスト閾値といい、その逆数をコントラスト感度という。表現方法としては、Y軸にコントラスト感度、X軸に空間周波数を取り、コントラスト感度曲線で表す。

これらの視機能と歩行パフォーマンスの先行研究に対して、川嶋ら(2002)³¹⁾は「ロービジョン者の視機能と歩行パフォーマンスの研究はまだ歴史が浅く、蓄積されている知見は僅かである。(中略)これらの研究ではロービジョン者の歩行パフォーマンスの測定で、実在の市街地、または人工的に障害物を配置した屋内のコースを歩くのに要した時間、障害物との接触回数などを代表的な測度として用いている。しかし、どのようなコースを設定すればよいのか、照度などの環境条件についてスタンダードのルールが存在しているわけではなく、研究の目的に応じて設定されている。さらには研究間で被験者の眼疾患の種類、視機能の状態は必ずしも同一ではないため、先行研究で出された結果の解釈には注意が必要となる」と述べている。

(4) 視覚機能と歩行の整理

以上より、ロービジョン者の歩行を困難にしている要因は、視野の欠損、コントラスト感度の低下により、障害物との接触、つまずき、外出に対する不安が発生している。歩行において、視力の影響はほとんどないという研究結果が多いが、柳原ら⁶⁾の研究では、視力の低下により信号機を見ない人が多くなることより、案内板などの情報を読み取る際には、視力が影響していると考えられる。ホームからの転落などの重大事故は中西ら¹¹⁾、柳原ら⁶⁾の研究から経験している人は報告されていない。しかし、どの程度視機能が低下すれば、困難が発生するかについては、ほとんど明らかにされておらず、視野についてはPellicci²⁸⁾やLovie-Kitchen.et.al²⁹⁾研究があるだけで、中心欠損も問題も含め、視野欠損の部位と歩行パフォーマンス、歩行問題の関連については明らかにされていないものの、小田(1999)³²⁾中心と周辺視の機能的違いについて、重要な指摘している。それは、Dobbelsteenn & Cornelissen³³⁾の中心・周辺視野でoptic flow刺激(具体的な認識の対象になる必要のない複数の視覚の距離移動と方向の全体パターンが観察者の移動方向の知覚を与えるもの)に対する応答の仕方が異なることに

ついて、移動や姿勢の制御などが周辺視野の得意な課題であるのではないかと指摘している。つまり、optic flowという厳密な識別を要しない課題に対して、周辺視野が寄与していることは、移動中に視野全体が一様に物体知覚を行っているわけではなく、物体知覚と姿勢制御などを中心視と周辺視で機能の分業を行っていることではないかと指摘している。

ロービジョン者の歩行は、対象物の知覚(発見)と認知(情報理解)の2つの過程に整理できる。例えば、階段の存在を知覚(発見・確認)した後に、それが上り階段か下り階段かを認知(情報理解)することであり、歩行パフォーマンスの向上のためには、それらの知覚性を向上する必要がある。前者の対象物の知覚(階段を発見する)には、視野やコントラスト感度が影響しており、後者の認知(情報理解)(上り階段か下り階段かを知る)には視力が影響していると考えられる。特に、歩行時の危険回避のためにも、前者の対象物の知覚は重要な意味を持つことになり、環境側としてはコントラストの確保が重要となる。

このようにロービジョン者が視覚より環境を知覚する場合は、その視覚能力の影響が大きい。そのため、今後のロービジョン者を考慮した歩行環境整備においては、ロービジョン者の視覚の程度も詳細に把握しておくことが重要となり、医学分野との連携が不可欠になると思われる。

3. 全盲者の空間認知と歩行

(1) 全盲者の空間認知と歩行

移動(歩行)は環境を知覚し、移動に伴う知覚の変化に基づいて行われている。つまり、知覚した対象に近づくとか、避けるなどといった活動が移動(歩行)の基礎となる。そして、目的地へ到達するためには、これら局所的な情報の知覚を地点間の空間関係として、頭の中に貯蔵していく。このような複数の対象物および地点間の空間的関係の記憶は「認知地図」³⁴⁾と呼ばれ、視覚障害者の歩行訓練においても重要とされている³⁷⁾。

また、近年は人へのナビゲーションとしてのシステム開発も進んでいることであり、全盲者の空間認知能力を考慮したシステム開発が必要であるとい指摘もある⁵⁾³⁶⁾。

視覚障害者の空間認知に関する主たる研究としては、視覚的経験は空間認知に影響するのか、また視覚経験がなくても空間認知能力は発達するのかという視点である。そのため、先天盲、後天盲、晴眼者の比較研究がおこなわれている。

Herman.et.al(1983)³⁷⁾は、早期失明者と目隠しをした晴眼者に4つの対象物を設置した4つの通路を歩行してもらい、その後個々の対象物の位置から他の通路の対象物

の方向の正確さを調べたところ、晴眼者の方向定位は先天盲よりも正確であった。

Dods et al (1982)³⁸⁾は、早期失明者と中途失明者に町を歩いてもらい、ある地点を方向定位することと、その環境の地図を描いてもらったところ、先天盲よりも中途失明者の方が描画が正確であった。

このよう研究結果は、Rosencraz et al (1976)³⁹⁾やWorchel (1951)⁴⁰⁾も同様に現れ、視覚経験が空間を認知する上では重要であることを示している。

しかし、山本(1991)⁴¹⁾は生後3歳までに失明した早期失明者の空間能力の発達を小学生と成人を被験者として、三角形に設定された歩行ルートにおいて、そのうち2辺を誘導してもらい、最後の1辺を単独でスタート地点に向かって歩行してもらい、その時の角度誤差と距離誤差を検証したところ、成人の方が誤差は小さくなることを示した。これは視覚経験の有無に関係なく空間認知能力には一定の発達傾向があることを示している。

また、Blades et al (2002)⁴²⁾は歩行実験において、経路描画の正確性や歩行時間、エラー回数のなどを測定したところ、試行を重ねるごとに経路描画は正確になり、歩行時間やエラー回数は減少していることを報告している。また、久良知ら³⁶⁾は単独歩行経験や歩行訓練を受けた人ほど、距離感覚も正確であることを示している。つまり、空間に認知に関して、学習効果があることを示している。

(2) 全盲者の環境知覚としての手がかり

上記の一連の研究は、視覚経験が空間の認知に大きく関与しているが、学習や年齢に伴い空間認知能力は発達すると考えられる。つまり、空間の認知は視覚以外の感覚モダリティからなされていると考えられる。また伊藤(1998)⁴³⁾は、盲人の空間の認知に関して、「視覚経験や視覚モダリティといった変数によって解釈することは無理がある」と述べている。

このことよりも、全盲者は視覚以外の感覚モダリティから環境を知覚し、空間的広がりを認知していることになる。では、全盲者はどのような情報を環境から知覚しているのか？このことについて知ることは、全盲者の経路案内や歩行支援について役立つ知見となるはずである。しかしながら、これらに関する一連の研究は、ある特定の場所を視覚障害者に歩行してもらい、あるいは日常よく利用する箇所を想定して、歩行時に利用している情報の収集する方法が多くとられている。そのため、収集されたデータは場所に依存していること、また被験者の能力や経験によって収集している情報にかなりの違いがあり、視覚障害者の情報支援に直接応用できる例はあまり多くないのが現状であるが、様々な基礎的な知見が得られており、今後の歩行支援システムの開発にも十分に役

立つと考えられる。

高宮ら⁴⁴⁾全盲者が屋外歩行時に利用している情報やどのような箇所でも音声案内を必要としているかをまとめている。ここでは、交差点横断に関する利用情報やランドマークの記憶、また触知、音、嗅覚情報を利用しながら歩行していることや現在地、進行方向の情報提供を望んでいることを示している。

伊藤⁴⁵⁾は重度の視覚障害者を対象とし、日常よく行く場所に到達するためにどのような情報歩行の手がかりにしているかを面接により調査している。それらの情報を「変化・流動情報」、「固定音源特定情報」、「固定対象物情報」の3つにカテゴリー分けをしている。「変化・流動情報」とは、人の足音や風のながれ等であり、「固定音源情報」とは駅のチャイム音や音響信号、パチンコ屋の音などである。「固定対象物情報」とは、路面の材質、点字ブロックなど触知により得られる情報であった。その情報の利用の内訳は、「変化・流動情報」が18%、「固定音源特定情報」が39%、「固定対象物情報」が33%であった。

柳原ら⁴⁶⁾も、全盲者を対象に地下街を実際に歩行してもらい、その時の経路描画の正確性と利用情報の関係性を調べている。その結果、経路描画の正確な人ほど、不規則に存在している情報を多く使っていることを示している。

鹿島ら⁴⁷⁾は屋外の歩行実験において、音情報をうまく利用している視覚障害者ほど、空間を2次的に捉えることができるとしている。

Passini et al⁴⁸⁾は、建築内に経路を設定し、被験者を案内して経路を学習させた上で実験を行っている。データは単独で経路探索を行う最中に記録したプロトコル(思考過程の内観報告)や経路モデルの再構成の正確さなどが分析されている。横山ら⁴⁹⁾は、実験室内において被験者が日常よく利用する数ヶ所の場所をあげさせ、その地点までの経路を「他の視覚障害者がそこに安全にいけるように道筋を話す」口述データを分析している。横山らは文章を構成する定型的な概念要素(スキーマ)を抽出している。

山本⁵⁰⁾は白杖歩行者が求める空間情報について次の3つの能性を指摘している。第1に、白杖歩行者は様々な空間情報を利用して移動している。第2に、それらは白杖歩行者の置かれた状況によって利用傾向が異なる。第3に、移動に利用される情報は地図情報と基礎情報に分けられる。地図情報とは現在地と目的地を含んだ空間構造、空間内の順序性、距離などに関する情報であり、移動プランの形成と移動や空間的な位置更新に欠かせない情報である。基礎情報とは移動する人間と環境との相互関係の結果として時々刻々と変化する情報意味している。例えば信号の色は時間とともに変化しているので、

現地に行ったときにはじめて知ることのできる情報であり、普通の地図に書くことができない。道路工事の場所、駐車された車や自転車、踏み切りの開閉などに対する情報も基礎情報である。

また、佐々木ら(1987)⁵¹⁾伊藤(1998)⁴³⁾、人見ら(2007)⁵²⁾はGibson(1979)⁵³⁾の生態心理学的アプローチを基に、全盲あるいは白杖利用者の経路探索行動について、環境と行為の関係を詳細に記述している。

(3) 全盲者の方向感覚と歩行能力

上記の一連の研究では、空間認知能力は経験や学習で発達すること、空間認知を正確に行える人ほど、歩行中に多くの情報を知覚していることがわかってきた。そこで、筆者らは空間認知能力と歩行能力の関係を簡易かつ定量的に把握するために、方向感覚紙簡易版を用いて、全盲者および重度弱視者の歩行能力を明らかにした。その研究を以下に述べる。

a) 方向感覚質問紙簡易版(SDQ-S)の概要

これまで、歩行能力と空間認知能力の関係は、実際に移動した後にメンタルマップを描かせる等の歩行実験により明らかにされてきた。そこで、本研究は空間認知能力を測定するツールとして質問紙を用い、視覚障害者の歩行能力を測定しようとするものであり、その有効性について検証をする。

方向感覚を測る質問紙は認知心理学分野で研究されていたものであり、日常生活空間における人の移動などの空間的環境を扱うものである。方向感覚質問紙簡易版とは、竹内⁵⁴⁾により作成されたもので、自分で5段階評定をし、その得点によって、方向感覚の良さを判定するものである。質問1~9までが「方位に関する意

識」について、質問10~17までが「空間行動における記憶」について、質問18~20はどちらにも属さない項目になる。また、合計得点が高いほど方向感覚が優れていると言えるが、何点以上取れば方向感覚が良いというのは決まっていない。

方向感覚を測定する質問紙が構成された当初の研究としては、質問紙から方向感覚の因子を明らかにし、人格特性や空間能力との関連を検討した谷⁵⁵⁾の研究がある。そして竹内により方向感覚質問紙が作成され、その後、それを用いて空間能力との関連を示す研究が実施され、方向感覚質問紙の成績と方向判断速度や距離測定精度などとの関連性を示され、その有効性が証明されている。

b) 調査概要

本研究では空間認知能力と歩行能力との関係を調べる際にその影響が出ないように、「視機能」では全盲あるいは視覚機能がほとんど使えない重度弱視者を対象とし、「歩行訓練」では歩行訓練を受けていない人を対象とした。本研究では、全盲者と重度弱視者は視機能を使った歩行ができにくいという点において、同じ属性のグループと考えた。それらの考え方を以下に示す。

考え方：方向感覚得点の高い人(空間認知能力の高い人)は『歩行能力』が高く、その結果、一人で出歩け、外出頻度も高くなる。「個別状況」とは、通行する場所の状況など特定の個別状況に対して一人歩きできるかどうかを聞いたもので、一人歩きの状況を詳しく知るために質問をした。

今回の重度弱視者の視力は0.02以下で対象者全員の障害等級は1級であった。

SDQ-Sの質問内容と各得点を表-1に示す

表-1 方向感覚質問紙簡易版(SDQ-S)と平均得点

番号	質問項目	全盲		重度弱視		p値
		平均得点	標準偏差	平均得点	標準偏差	
質問1	知らない土地へ行くと、とたんに東西南北がわからなくなる。	2.3	1.5	2.3	1.4	0.9113
*質問2	知らないところでも東西南北をあまり間違えない。	2.3	1.6	2.1	1.3	0.7000
質問3	道順を教えてもらうとき「左、右」で指示してもらうとわかるが、「東西南北」で指示されるとわからない。	2.4	1.6	1.9	1.2	0.3229
質問4	電車(列車)の進行方向を東西南北で理解することが困難。	2.7	1.6	2.2	1.0	0.2916
質問5	知らないところでは自分の歩く方向に自信が持てず不安になる。	1.8	1.3	1.4	1.0	0.4206
質問6	ホテルや旅館の部屋に入るときその部屋がどちら向きかわからない。	2.3	1.4	1.9	1.2	0.4622
質問7	事前に地図で調べていても初めての場所へ行くことはかなり難しい。	2.9	1.7	2.7	1.5	0.6518
*質問8	地図上で自分のいる位置をすぐに見つけることができる。	3.2	1.5	2.7	1.4	0.3229
*質問9	頭の中に地図のイメージを生き生きと思い浮かべることができる。	3.8	1.1	3.5	1.2	0.3858
質問10	ところどころの目印を記憶する力がない。	3.9	1.3	3.4	1.4	0.3267
質問11	目印となるようなものを見つけれない。	3.4	1.6	2.6	1.2	0.0952
質問12	何度も行ったところのあるところでも目印になるようなものをよく覚えていない。	4.1	1.3	3.6	1.5	0.2774
質問13	特に車で右折・左折を繰り返して目的地に着いたとき、帰り道はどこでどう曲がったらよいかわからなくなる。	3.0	1.5	2.2	1.4	0.1057
質問14	自分がどちらに曲がってきたかを忘れる。	3.3	1.5	3.1	1.6	0.6218
質問15	道を曲がるところでも目印を確認したりしない。	3.6	1.6	4.1	1.2	0.2927
質問16	人に言葉で詳しく教えてもらっても道を正しくたどれないことが多い。	3.5	1.4	3.1	1.2	0.3229
*質問17	見掛けのよく似た道路でもその違いをすぐに区別することができる。	2.7	1.3	2.3	1.4	0.3041
質問18	2人以上であると人についていって疑わない。	2.8	1.7	2.8	1.9	0.9623
方位得点合計		23.6	9.4	20.6	9.2	
空間得点合計		24.8	7.9	22.0	6.4	
全得点合計		53.9	16.4	47.7	14.3	

*は逆転項目を示す。

c) 調査結果

外出頻度とSDQ-Sの得点では、外出頻度が高ければ高いほど「空間得点」、「合計得点」において高得点をとっている。一人歩きの外出状況別とSDQ-Sの得点では、一人歩きの外出状況は「初めての道でも一人で歩く」、「何度か歩行訓練すれば一人で歩ける」、「かなり慣れた道でなければ一人で歩くのは難しい」、「どんな場合でも一人で歩くのは難しい」の4段階で回答していただいた。SDQ-Sの得点に影響を与える因子を一人歩きの状況とし、水準を「初めての道でも一人で歩く」、「何度か歩行訓練すれば一人で歩ける」、「かなり慣れた道でなければ一人で歩くのは難しい」、「どんな場合でも一人で歩くのは難しい」として、一元配置の分散分析を行ったところ、「方位得点」、「空間得点」、「合計得点」においてすべて有意であった。そして、ボンフェローニの方法を用いて多重比較をしたところ、「方位得点」、「空間得点」、「合計得点」のすべてにおいて、「初めての道でも一人で歩く」と「どんな場合でも難しい」に有意差が生じた。

一人歩きにおける各場面についての項目と方向感覚平均得点(合計得点)では、個別状況についての項目、「信号のある交差点とない交差点を判別できる」、「音響信号のない交差点を横断できる」などの歩行についての能力に関する6項目に対して、「できる」、「かなり慣れた道ならできる」、「難しい」と回答していただいた。「できる」と回答した平均得点は、「信号の有無の判断」61.4点、「路地の横断」55.6点、「音響信号のない横断」62.3点、「片側3車線の横断」62.7点、「バス・電車で一人で出かける」61.4点、「地下街の一人歩き」64.3点であった。「難しい」と回答した得点は、「信号の有無の判断」39.8点、「路地の横断」35.8点、「音響信号のない横断」35.8点、「片側3車線の横断」42.8点、「バス・電車で一人で出かける」38.9点、「地下街の一人歩き」43.7点であった。このように「できる」と回答した人ほど、方向感覚得点は高く、歩行能力の高い人ほど方向感覚が優れていると考えられる。

d) SDQ-Sによる調査のまとめ

ここで、SDQ-Sによる自己評定と歩行能力との関連についてまとめると以下ようになる。

- 1) 外出頻度の高い人はほとんど外出しない人に比べ方向感覚得点が高い。
- 2) 方向感覚得点の高い人ほど「初めての道でも一人歩きができる」人が多い。
- 3) 一人歩きに関して、方向感覚得点が高い人ほど様々な状況において一人歩きできる。

以上のことより、SDQ-Sの成績は全盲者および重度弱視者の歩行能力をうまく反映しており、全盲者および重度弱視者の歩行能力を表す指標として用いられると考

えられる。

以上、本章では全盲者の空間認知と歩行について述べてきた。全盲者の歩行においては、視覚以外の聴覚情報、触覚情報を多く入手し、メンタルマップを形成することが重要であることがわかった。また、関(1999)⁵⁴⁾は音源定位や反射音などから手がかりに検出する障害物知覚などを含む「聴覚空間認知」が、視覚障害者の歩行には重要であると述べているように、自己身体を中心とした知覚の連続から大規模空間を把握できるようにすることが、視覚障害者の歩行にとって重要となる。

4. 視覚障害者の環境の認知と歩行環境整備

(1) 視覚障害者のための歩行環境整備に関するこれまでの課題

本章では、視覚障害者のための歩行環境整備について、環境知覚や認知を手助けする情報提供という視点から考察する。本稿で言う視覚障害者のための歩行環境整備とは、主に安全性と誘導性(効率性)について考察するものである。視覚障害者にとっても、歩行空間の賑わいや雰囲気、歩行そのものを楽しむニーズはあると思われるが、現状の歩行環境整備においては、十分に安全性を確保できていないと思われるため、視覚情報の欠落による歩行の困難性を解消するための、歩行環境整備のアプローチについて考察する。

まず、これまでの視覚障害者のための歩行環境整備に関する課題を述べる。これまでの代表的な歩行支援整備としては、視覚障害者用誘導ブックが挙げられる。これらは現在JIS化(JIS T9251)⁵⁶⁾されているが、様々な形状が存在し、混乱をきたしてきた。田内⁵⁷⁾は「利用者からの問題提起、改善案の提示も多くあり、それを無批判で受け入れて様々な突起形状やパターン、敷設方法が、混乱を助長している傾向もある」と述べている。また、永幡⁵⁸⁾は公共空間で提供されている音情報が役に立たない場合もあることを指摘している。これらは、視覚障害者からのニーズを基に整備されたものであるが、必ずしも有用なものにはならないことを示している。徳田⁵⁹⁾は、これらの歩行支援整備ではないが、視覚障害者のための歩行援助システムについて、「援助システムの開発と実施はほとんどのケースにおいて、視覚障害者のニーズをもとにして進められているとされている。しかしながら、視覚障害者の歩行能力、生活スタイル、援助ニーズなどはきわめて多様である。実際、ニーズ調査の対象となった視覚障害者の移動頻度、歩行形態、移動に対するモチベーションなどを詳細に吟味してシステム開発に反映させているケースはあまり多くなく、調査結果を「一般的な視覚障害者のニーズ」として捉えてしまう誤りがしばしば生じてしまっている。」と述べている。

徳田の指摘は、歩行環境整備に向けられたものではないが、田内や永幡の指摘同様「視覚障害者のニーズ」を十分に捉えられていないことになる。つまり、聴覚情報においては音量や周波数特性、触覚情報においては形状など、また視覚情報においては色や輝度コントラストなどを科学的根拠に基づいて決定されているわけではなく、数名程度の視覚障害者の意見が反映されている可能性があり、明確な設計指針がないまま施行されてしまっているという点である。公共空間のバリアフリー化に関しては移動円滑化ガイドライン⁶⁰⁾⁶¹⁾で一定の基準は示されているものの、視覚障害者への情報提供に関してはあいまいな部分も多い。

本稿では、これらの解決策として、独立行政法人製品評価技術基盤機構の視覚障害者用誘導ブロック等の視認性に係る標準化におけるMitani et al.⁶²⁾⁶³⁾の研究方法を例にいわゆる実験心理学的な研究方法について考察したい。

(2) 心理物理学のアプローチと歩行環境整備

視覚障害者用誘導ブロック等の視認性に係る標準化においては、視覚障害者の多くがロービジョン者で、視覚情報が非常に重要なこと、また現在の視覚障害者用誘導ブロックは景観デザイン等の関係により、ブロックと路面との明暗のコントラストや色の差が低下していることなど、視覚障害者用誘導ブロックの本来の機能を失いつつあることに対して、ロービジョン者が安全に歩行できるようにロービジョン者が視認しやすい色についての検討を行っている。その方法として、まずロービジョン者472名に医学的な検査を実施してもらい、その内216名にブロックと路面とに必要な輝度コントラストを測定している。さらに、134名のロービジョン者に赤(5R4/14)、赤橙(10R5/14)、黄(5Y8/14)、緑(5G5.5/10)、青(10B4.5/11)、紫(7.5P4.5/11)の6種類の色に対し、照度を1lxから500lx、背景色をN3, N5.5, N8(マンセル値)まで変化させてその識別性を調査している。そして、10種類の色に対して、照度と背景色を変化させながら、それぞれ一対比較法により色の誘目性(目立ち度)を調査している。その結果、黄(5Y8/10)や山吹色(10YR8/12)が望ましく、幅15cm以上の隣接設置面(黒っぽいN3のような色)を利用することでブロックの視認性が向上できることを示している。

この研究は、ロービジョン者にとって見やすい色とその背面色の関係について、詳細な実験を行っている。これらの研究アプローチは、刺激を統制し、それに対する人の反応を観測するという、伝統的な知覚理論に基づく、いわゆる心理物理学(精神物理学)的な弁別閾値の測定による研究方法である。

伝統的な知覚理論では、人は刺激を感覚器から受容

し、それらが電気信号に変換され脳に伝達される。そして、脳で情報処理が行われ出力される。刺激はエネルギーとして計測され、出力は反応として観察される。視覚で言えば、光刺激という物理的側面とその光刺激によって生じる知覚という人間の内的側面との二面性があり、この物理的ドメインの事象と心理的ドメインの事象との関係を探求するところに成立しているのが心理物理学である⁶⁴⁾。

つまり、視覚障害者が環境から知覚している情報は、視覚情報、聴覚情報、触覚情報であり、すべて物理エネルギーとして計測できる。そして、それらのエネルギーに対する反応を詳細に観察・記録することで、提供される情報に対して、どの程度弁別が可能か明らかとなる。一般的に、心理物理学では、実験室内等の統制された条件で刺激に対する反応が研究されるが、歩行環境整備を進めるためには、実験室内での実験、試験や実環境での試行等が必要となる。ロービジョン者にとって見やすい色は何か、どの程度の文字の大きさがよいか、音源が定位しやすく誘導性能が高い音の音量や周波数特性は何か、足の裏や白杖で検視しやすい形状や材質は何かなど、いわゆる弁別の閾値を求めるためには実験室のような統制された条件での研究となる。そして、それらを実際にフィールドに施行し、その有効性や他への影響などを調査する必要があり、また社会基盤としての施工性や維持・管理についても検討する必要がある。

さらに、ロービジョン者で言えば、光刺激は網膜を経て脳に伝達される。視覚に障害のある場合は、外界は必ずしも晴眼者と同じ網膜像であるとは限らない。つまり、視覚機能の低下が反応に影響を与えている。そのため、ロービジョン者がどのような視覚機能を有しているか、またそれがどのように反応に影響したのかを把握するためには、医学的な見地が必要となる。

このような実験アプローチは時間と費用をかなり要することも考えられるが、あいまいな指針によって無秩序な整備を抑制するためにも、歩行環境整備においては重要なアプローチになると考えられる。

5. おわりに

2章では、ロービジョン者にとって視覚情報が重要であり、ロービジョン者を考慮した歩行環境整備には、視機能測定などの医学分野との連携が必要であることを指摘した。

3章では、全盲者の歩行と空間認知から、聴覚・聴覚情報の入手から2次元的なメンタルマップを形成が、全盲者の歩行には必要であることを明らかにした。

4章では、現在の視覚障害者のための歩行環境整備の課題を指摘し、知覚理論に基づいた心理物理学的な実験

アプローチの重要性を述べた。

本稿は、視覚障害者の環境の知覚・認知方法に基づき、安全性と誘導性を確保するための歩行環境整備について述べているものであり、それらの整備が他の人々にとって良い、つまりすべての人によって良い、いわゆるユニバーサルになるとは限らないという課題がある。現に、視覚障害者用誘導ブロックの凹凸による、車いす使用者、ベビーカー利用者の通行性の低下や高齢者のつまずき・転倒の原因になるとの指摘もあり、またブロックの色と景観性や音響信号機の音が地域住民の不快になるなどの問題もある。これらの技術的解決を図ることがユニバーサルデザインと言えるが、それはそれほど簡単なことではない。しかし、知覚理論に基づいた指針がなければ、誰にとっても有用な環境をデザインすることはできないだろう。また、これらのアプローチでは、それに相反する意見を持つ人々への説明が可能であり、同意が得られる可能性もある。

高橋⁶⁵⁾はまちづくりとユニバーサルデザインについて、「ユニバーサルデザインとは参加型まちづくりそのものである」と述べている。また、三星⁶⁶⁾は「当事者の生活から行動特性まで把握し、多様に人に参画してもらい、五感で「作り込む」過程がユニバーサルデザインである」と述べている。つまり、社会基盤整備におけるユニバーサルデザインとは、結果としてのデザインだけではない。

ユニバーサルデザインは誰もが使いやすいデザイン、安心・安全な機能を併せ持つ単なるデザイン・機能だけではない。高橋や三星の主張を言い換えると、仮に究極に誰もが納得するデザインに到達しなかったとしても、それに到達するために行われた、多様な人々、多様な障害を持った人々によるコミュニケーションそのものがユニバーサルデザインであるとも言える。このコミュニケーションにおいて、視覚障害者和其他の障害の人々あるいは健常者とある種のコンフリクトが発生した場合、視覚障害者が必要とする色やコントラストはどの程度か、どのような音の種類や音量・周波数が有効か、どの程度の刺激があれば白杖等で検知可能などの知覚に基づいた指針の存在は重要な役割を担うのではないだろうか。

また、高橋や三星の主張は「究極に誰もが納得するデザイン」とは「合意が形成された状態」、「ユニバーサルデザイン」とは「合意形成の過程」だと言い換えることもできる。久⁶⁷⁾は住民参加型のまちづくりの合意形成において、「合意という結果ではなく、合意形成過程によって人の意識が変容していくことに合意形成の意義がある」と考える。」と述べ、さらに、多元主義のムフの立場に立つ堀田⁶⁸⁾の言葉を借り、「人びとがお互いに差違について十分語る機会を得たとすれば、都市の決定が何であっても、あるいはその決定すら許されなかつ

たとしても、その年の葛藤を経て自らのあり方を知ることができる。同じ地域文化を共有した同質的な共同体と一般的に評されるかもしれないこの町の、極めて多様な姿がそこにある。そして対話からの異なる価値体系を構築し、自ら信じる価値規範との整合性を吟味する機会の必要性を主張している。」述べている。つまり、「知覚に基づいた指針」とはこの自ら信じる価値規範を形成するひとつの要因になるのではないかと考えられる。

謝辞

土木計画学小委員会には、招待論文の執筆の機会を頂き、感謝を申し上げます。

論文奨励賞受賞論文「方向感覚質問紙簡易版(SDQ-S)を用いた視覚障害者の歩行能力測定と歩行支援システム評価への応用に関する研究 全盲者・重度弱視者を対象として」は近畿大学三星昭宏教授との共著論文であります。三星教授には多大な助力を頂きました。ここに改めて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 塚口博司他：歩行者・自転車交通研究の体系化と重点課題の戦略的構築、平成18年度科学研究費補助金基盤研究(c)研究成果報告書、2007
- 2) 教育機器編集委員会編：産業教育機器システム便覧、日科技連出版社、1972
- 3) 田中貢, 井上亮, 飯田恭敬, 三星昭宏, 佐野洋人, 末續和正, 柳原崇男：歩行者ITSを用いたバリアフリーシステムに関する基礎的研究 - 梅田ターミナル地区移動支援実験を事例として -, 土木学会土木計画学研究・論文集Vol.19, pp.715-724, 2002
- 4) 柳原崇男, 三星昭宏：方向感覚紙簡易版(SDQ-S)を用いた視覚障害者の歩行能力測定に関する基礎的研究, 交通科学, Vol.36No.2, pp.93-100, 2006
- 5) 柳原崇男, 三星昭宏：方向感覚質問紙簡易版(SDQ-S)を用いた視覚障害者の歩行能力測定と歩行支援システム評価への応用に関する研究 - 全盲者・重度弱視者を対象として -, 土木学会論文集D, Vol.64, No.2 pp.285-298, 2008
- 6) 柳原崇男, 北川博巳, 齋藤圭亮, 三星昭宏：ロービジョン者の視覚機能と外出時の歩行問題の関係に関する研究, 土木計画学研究・論文集No.25, pp.525-533, 2008
- 7) 高井智代, 石田秀輝：視覚障害者用誘導ブロックの視認性 - 公共空間における視覚障害者の歩行安全性に関する研究その1 -, 日本建築学会計画系論文集第520号, pp.153 - 158, 1999

- 8) 高井智代, 石田秀輝: 視覚障害者用誘導ブロックの視認性向上方法の検討 - 公共空間における視覚障害者の歩行安全性に関する研究その2 - , 日本建築学会計画系論文集第531号, pp.141 - 148, 2000
- 9) 三谷誠二, 湊裕史, 藤澤正一郎, 末田統: ロービジョン者による視覚障害者誘導用ブロックの視認性に関する研究, ヒューマンインターフェースシンポジウム2006, pp.1025-1028, 2006
- 10) 田中直人, 岩田三千子: 夜間歩行におけるロービジョン者の意識と街路空間の視環境調査, 日本建築学会計画系論文集第613号, pp.89 - 94, 2007
- 11) 谷内, 大森, 市原, 宮崎, 北山他: 「LED誘導マークを用いたロービジョン者の夜間歩行誘導方法に関する研究」, 福祉のまちづくり研究, Vol.8, No.2, pp.33-43, 2006
- 12) 独立法人新エネルギー・産業技術総合研究開発機構, 障害者等ITバリアフリー推進のための研究開発 <http://www.itbarrierfree.net>
- 13) 国土交通省 自立移動支援プロジェクト推進委員会 <http://www.jiritsu-project.jp/index.html>
- 14) 大辞林第二版、三省堂、1995
- 15) 研究社英和大辞典第5版、研究社、1980
- 16) John, L. & Neville, D.: Patients Responses to Retinitis Pigmentosa, American Academy of Optometry, Vol.69, No.3, PP182-185, 1991
- 17) KA Turano, DR Geruschat, JW Stahl and RW Massof: Perceived visual ability for independent mobility in persons with retinitis pigmentosa, Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol 40, 865-877
- 18) 中西勉, 梁島謙次他: ロービジョン者の屋外歩行に関するアンケート結果 - 視野狭窄のロービジョン者と視野狭窄のないロービジョン者の比較 - , 日本眼科紀要, 第56巻, pp.599-604, 2005
- 19) 中西勉, 梁島謙次: ロービジョン者に対する屋外歩行に関するアンケート結果 - 網膜色素変性症患者の視野の状態による比較 - , 日本眼科紀要, 第57巻, pp.541-547, 2006
- 20) 望月珠美, 徳田克己他: 弱視者の交通事故に関する調査、視覚障害者リハビリテーション第52号、pp.17-29、2000
- 21) 国土交通省: 旅客施設における弱視者等に考慮した施設・設備に関する調査検討報告書 平成18年3月
- 22) Marron, J.A. & Bailey, I.L.: Visual factors and orientation-mobility performance, American Journal of Optometry & Physiological Optics, 59(5), pp.413-426, 1982
- 23) HAYMES, SHARON; GUEST, DARYL; HEYES, ANTHONY; JOHNSTON, ALAN: Mobility of People with Retinitis Pigmentosa as a Function of Vision and Psychological Variables, Optometry & Vision Science. 73(10):621-637, October 1996.
- 24) Alex Blak, Jan E Lovie-Kitchin, Nicole Arnold, Jane Murrish: Mobility performance with retinitis pigmentosa, Clinical and Experimental Optometry 80.1, 1997, pp.1-12
- 25) GERUSCHAT, D. R., TURANO, K. A., STAHL, J. W.: Traditional measures of mobility performance and retinitis pigmentosa, Optometry and vision science, 1998, vol. 75, no7, pp. 525-537
- 26) Thomas Kuyk, and Jeffry L. Elliott: Visual factors and mobility in persons with age-related macular degeneration, Journal of Rehabilitation Research and Development Vol. 36 No. 4, October 1999
- 27) Shirin E. Hassan, Jan E. Lovie-Kitchin, Russell L.: Vision and mobility performance of subjects with age-related macular degeneration, Optometry and vision science, 2002, vol. 79, no11, pp. 697-707
- 28) Denis G. Pelli: The Visual Requirements of Mobility. In LOW Vision-Principles and Application, sdiated by Woo G.c, 1986, 134-146
- 29) Lovie-Kitchin, J. Manstone, J. Robinson, B. Brown: What areas of the visual field are impotent for mobility in low vision patients?, Clinical vision science, Vol.5, No.3, 1990, 249-263
- 30) Owsley, C. & Sloane, M.E: Contrast sensitivity, acuity, and the perception of real world targets, British Journal of Ophthalmology, 71, pp.791-796, 1987
- 31) 川嶋英嗣, 小林章, 小田浩一: 視覚機能の低下した成人歩行者の抱える問題と支援、国際交通安全学会誌、Vol.28, No.1 pp.14-24, 2003
- 32) 小田浩一: 中心視と周辺視の機能的差違 ロービジョンの研究から VISION Vol.12, No.4, pp.183-186, 1999
- 33) J.J.Dobbelsteen & F.W.Comelissen: Detecting heading with simulated field defects Investigative Ophthalmology and Visual Science, 40(4), S799, 1999
- 34) Edward C. Tolman: Cognitive maps in rats and men, First published in the psychological Review, 55(4), pp.189-208, 1948
- 35) 芝田裕一: 視覚障害者の歩行訓練と歩行環境, 交

- 通科学, Vol.23, No.1・No.2合併号, pp.49-55, 1994.
- 36) 久良知園雄、大久保紘彦、藤澤正一郎、末田統：視覚障害者の歩行距離感に関する調査・研究、福祉のまちづくり研究、第10巻第1号、pp.35-42, 2008
- 37) Herman, J.F., Chatman, .P., & Roth, S.F.: Cognitive mapping in blind people : Acquisition of spatial relationships in a large scale environment, Journal of visual impairment & blindness, 77, pp.161-166, 1983
- 38) Dodds, A.G., Howarth, C.I. & Carter, D.C.: The mental maps of the blind: The role of perception visual experience Journal of visual impairment & blindness, 76, pp.5-12, 1982
- 39) Rosencranz, D & Suslick, R.: Cognitive models for spatial representations in congenitally blind, adventitiously blind, and sighted subjects,
- 40) Worchel, P.: Space perception and orientation by the blind, Psychological monographs, 65, 1-28, 1951
- 41) 山本和利：早期失明者の空間的問題解決能力の発達、心理学研究, 60, pp.363-369
- 42) Blades, M., Lippa, Y., Golledge, R.G., Jacobson, R.R.D., Kitchin, R.M.: The effect of spatial tasks on visually impaired people's wayfinding ability, Journal of visual impairment & blindness, 96, pp.407-419, 1982
- 43) 伊藤精英：どのようにして盲人は環境内を移動するか：ウェイファインディングに対する生態心理学的アプローチ、Cognitive Studies, 5(3), pp.25-35, 1998
- 44) 高宮進、三橋勝彦：視覚障害者が歩行時に利用する情報に関する研究、土木技術資料41-3, pp.32-37, 1999
- 45) 伊藤精英：重度視覚障害者のナビゲーションに関する研究 - 歩行時に使用される情報の分析 - , 日本特殊教育学会第32回大会発表論文集, pp.18-19, 1994
- 46) 柳原崇男、三星昭宏：地下街における視覚障害者への情報提供に関する基礎的研究、第23回交通工学研究発表会論文報告集, pp.197-200, 2003年
- 47) 鹿島教昭、黒澤亜希、田村明弘、太田篤史、清家聡：視覚障害者の歩行実験 音環境と空間認知 横浜市環境科学研究所報第25号 2001
- 48) Passini, R and Proulx, G :Wayfinding without vision an experiment with congenitally totally blind people, Environment and Behavior, Vol.20 No.2 pp227-252 1998
- 49) 横山勝樹、野村みどり：視覚障害者の空間表象に関する研究 - 経路口述におけるスキーマの抽出 - 、日本建築学会計画論文集第522号、195 - 200, 1999
- 50) 山本利和、芝田祐一、増井幸恵：白杖歩行者が求める空間情報に関する調査 視覚障害リハビリテーション第40号 pp.11-32 1994
- 51) 佐々木正人、伊藤精英、棚橋勝敏、葉真寺哲也、他：駅地下通路のナビゲーションを可能にする情報：視覚障害者のわざの解析、第4回交通調査・研究会要旨集、pp.24-28, 1997
- 52) 人見優、森傑：視覚障害者の白杖の使い方と空間知覚に関する基礎的研究-全盲者の歩行時における白杖の環境への定位の仕方に着目して -、日本建築学会計画論文集第611号、75 - 82, 2007
- 53) Gibson, J.J.: The ecological approach to visual perception (1979) (『生態学的視覚論：ヒトの知覚世界を探る』)、サイエンス社、1985
- 54) 竹内謙彰：「方向感覚質問紙」作成の試み(1) - 質問項目の収集及び因子分析結果の検討 - , 愛知教育大学研究報告, 39, pp.127-140, 1990 .
- 55) 谷直樹：方向音痴の研究I、日本教育心理学会第22回総会発表論文集, pp.20-21, 1980 .
- 56) 日本規格協会「視覚障害者用誘導ブロック等の突起の形状・寸法及びその配列」JIS T9251 : 2001、日本規格協会、2001
- 57) 9) 田内雅規：視覚障害者誘導システムの人間工学的視点、電子情報通信学会技術研究報告, Vol.94, No.474, pp.53-56, 1995 .
- 58) 永幡幸司：視覚障害者には役に立たない視覚障害者のための音のバリアフリーデザイン、騒音制御、Vol.29-No.5, pp.390-396, 2005
- 59) 徳田克己：視覚障害者のための移動援助システム、国際交通安全学会誌, Vol.23, No.1, pp.44-51, 1998 .
- 60) 国土交通省：道路の移動等円滑化整備ガイドライン：財団法人国土技術研究センター（編集・発行）、株式会社大成、2006
- 61) 国土交通省：公共交通機関の旅客施設に関する移動塩化整備ガイドライン（旅客施設編）、2007
- 62) Mitani Seiji, Yoshida Toshiaki, Kobayashi Sei, Shoichiro Fujisawa, Osamu Sueda and Masaki Tsuchi : Study on illuminance dependency of color identification characteristics for people with low visual capacity, Assistive Technology Research Series, Vol.25, pp.468-472, 2009.
- 63) Mitani Seiji, Yoshida Toshiaki, Kobayashi Sei, Shoichiro Fujisawa, Osamu Sueda and Masaki Tsuchi

chi : Study on background illuminance and color conspicuity characteristics for people with low visual capacity, Assistive Technology Research Series, Vol.25, pp.473-477, 2009.

64) 日比野治雄 : 色:最近の研究動向、Vision Vol.7, pp.59-64, 1995

65) 高橋儀平 : ユニバーサルデザインのまちづくり
ゆるやかな計画としなやかな実行プロセス、土木学会誌、Vol.88,6,pp.14-15,2003

66) 三星昭宏 : バリアフリー・ユニバーサルデザインとITS、土木学会誌、Vol.87,11,pp.28-29,2002

67) 久隆浩 : 地域の置ける交流の場づくりを通じた合意形成の意味と必要性に関する考察、土木計画学講演集、

68) 堀田昌英 : 反合意主体としての都市、日本の産業システム8都市デザイン、NTT出版、2003