

論文審査結果の要旨

にもかかわらず、A の数および結合位置と D の種類を変化させることにより、紫 (410 nm) から赤 (630 nm) までの全可視領域で発光し、しかも高い発光効率 (量子収率 0.5 以上) を維持した発光体の創製に成功した。

しかしながら、高い発光効率 ($\Phi_f > 0.7$) を有する赤色 ($\lambda_{em} > 610 \text{ nm}$) 発光化合物の合成には至らなかった。このような化合物を開発するには Φ_f の向上が必要となり、そのためにはドナー官能基の修飾が必要であると考え、EDSAs(c) を分子設計した。そこで、実際に合成した EDSAs(c) の発光特性を調べた結果、NPh₂ 基のベンゼン環の窒素原子のパラの位置に 4-シアノフェニル基を導入した OPE が赤色強発光体 ($\lambda_{em} = 611 \text{ nm}$ 、 $\Phi_f = 0.76$) であることが分かった。

最後に、実用化のための基礎研究としてフィルム状での発光特性を調べた。その結果、EDSAs(b) と EDSAs(c) のフィルム状での発光は、ポリスチレンとポリメチルメタクリレートのいずれのポリマーを用いた場合でも、ほとんどの場合 Φ_f が 0.6 以上の高い値を示した。特に溶液中で Φ_f が低かった OPEs のフィルム状での Φ_f が劇的に向上している点は大変興味深い結果である。また、 λ_{em} の値は全体的に溶液中よりも低くなっているが、415 nm から 630 nm までの発光が見られ、フィルム状でも全可視領域で発光する OPEs であることが確認された。

以上のように、本研究で得られた系統的成果は、望む波長領域で高い発光効率をもつ有機発光体創製のための非常に有用なデータとなると共に、光学材料をはじめとする各種機能性材料開発のための重要な基礎データを提示したことが高く評価され、博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認めた。

氏 名	柳原崇男 <small>やなぎ はら たか お</small>
学位の種類	博士 (工学)
学位記番号	工第 169 号
学位授与の日付	平成 19 年 12 月 15 日
学位授与の要件	学位規程第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	視覚障害者の歩行特性を考慮した歩行支援環境づくりに関する基礎的研究

論文審査委員 (主査)	教授	三星昭宏
(副主査)	教授	森本信明
(副主査)	教授	久隆浩

論文内容の要旨

本論文は高度情報化時代における移動支援に関する基礎的研究として、情報による歩行支援技術を用いた、視覚障害者の歩行支援環境づくりについて論じたものである。身体障害者が移動する際の重要な情報や地下街についてのニーズをまとめ、「大阪梅田ターミナル地区歩行者 ITS 社会実験」によりシステムの有効性や経路案内についてユニバーサルデザインの可能性を明らかにした。特に、経路案内が最も困難であると考えられる視覚障害者については、空間認知の視点から歩行能力を捉え、歩行支援情報システムの新たな評価方法を提案した。本論文は 8 章で構成された。

第 1 章では、研究の背景、研究の目的が述べられた。研究の背景では、今後の高齢社会における社会基盤整備の方向性について、ユニバーサルデザインを志向した市民参画型の計画・設計の重要性が述べられた。また、視覚障害者の歩行支援環境と歩行支援情報システムの位置づけを明確にし、本論文の研究課題が述べられた。本論文の研究目的として、以下の 5 点が挙げられた。

- ① 平成 13・14 年の大阪梅田ターミナル地区歩行者 ITS 社会実験より、この情報提供システムの有効性や障害者のニーズへの対応のあり方、情報提供、機器の使用に関する意見について評価を行う。
- ② 属性の異なる対象に対する統一的なアプローチとして、経路案内におけるユニバーサルデザインの可能性について、晴眼者と視覚障害者の経路案内を融合させていく場合の条件について整理する。
- ③ 視覚障害者は晴眼者に比べ、空間認知は曖昧である場合が多く、視覚障害者の空間認知の特質を考慮に入れた誘導方法を考える必要がある。そこで歩行実験や方向感覚質問紙を用いて、視覚障害者の空間認知、歩行能力、利用情報について考察を行う。
- ④ これまで視覚障害者のための歩行支援情報システムの評価方法は確立されていない。そこで、その一つとして、歩行能力ごとに被験者を分類した評価方法の検討を行う。
- ⑤ 視覚障害者が外出時の危険箇所の一つとして挙げる信号交差点における視覚障害者の行動分析および歩行支援情報システムによる安全性の確保について評価を行う。

第 2 章では、歩行支援情報システムの現状と課題および視覚障害者の特性について整理した。歩行支援情報システムは、国の重要な社会基盤整備の一つとして位置付けられ、様々なシステムの開発が進んでいることがわかった。しかし、技術的課題、情報内容の標準化、多様な障害ニーズへの対応、そして評価方法が確立していないことなどの課題を明らかにした。また、視覚障害者の特性や歩行特性に関する既往研究を整理し、視覚障害者へ経路案内を行う場合の考慮すべき点および今後の研究課題について整理した。

第 3 章では、大阪梅田地下街で行なわれた歩行者 ITS 社会実験により得られた結果を基に、経路案内に対して視覚障害者、晴眼者それぞれが求めるものを明確にした。これらを要件として視覚障害者と晴眼者の経路案内を融合させていくことで、経路案内におけるユニバーサルデザインの可能性について検討した。視覚障害者と晴眼者を含んだ経路案内のユニバーサルデザインについて、その可能性を検証した結果、視覚障害者と晴眼者が共有して利用することの可能な経路案内情報の作成については、十分に可能性があることを明らかにした。

第 4 章では、空間認知能力の一つである方向感覚を、方向感覚質問紙簡易版を用いて調査し、視覚障害者の歩行能力と方向感覚に関する考察を行った。視覚障害者への経路案内には、その歩行能力に合った情報提供が必要である。視覚障害者の歩行能力は空間認知能力に大きく起因している。そこで、視覚障害者の方向感覚を明らかにし、歩行能力について考察を行った。その結果、方向感覚の良い人ほど歩行能力が高いことを明らかにし、方向感覚質問紙簡易版を用いて視覚障害者の歩行能力を測定できることを明らかにした。

第 5 章では、視覚障害者の空間認知と歩行行動に着目し、地下街での音案内や歩行者 ITS 等の経路案内を行うための基礎的知見を得ることを目的とした。第 4 章同様、歩行能力の高い人ほど経路を正確に把握しており、またそうでない人と利用情報の量や質に違いが見られた。歩行時の利用情報を常時存在する情報と不規則に存在する情報に分類し、さらに利用された情報を「固定一対象物情報」、「固定一音源情報」、「変化・流動情報」に分類し整理した。特に歩行能力の高い人は「変化・流動情報」を多く用いており、屋外空間の歩行に比べるとそれらが地下街における利用情報の特徴であった。今後の視覚障害者への地下街における情報提供として、「変化・流動情報」を組み込んだ案内文が有効であることを明らかにした。

第 6 章では、歩行支援情報システムの評価方法の検討を行った。システムの評価においては、利用者による問題点指摘に留まり、評価論として確立されていない。そこで、本章では、新たな評価方法の検討を行うために、第 4 章で提案した「方向感覚能力から見た歩行能力」という指標を用いた。その方法としては、方向感覚質問紙簡易版の得点により、視覚障害者を歩行能力別に分類し、アンケート調査による主観的評価と行動解析による評価の違いを検討した。その結果として、歩行能力別の評価やニーズの違いを明らかにし、歩行能力を考慮した案内方法や評価の重要性を示した。

第 7 章では、視覚障害者が外出時の危険箇所の一つとして挙げる信号交差点を対象として、視覚障害者が普段どのように信号交差点を横断しているのか、また警察庁が導入している歩行支援情報システム (PICS) がどのように歩行の安全性を確保するのかについて検討を行なった。盲学校に通う生徒を対象に実施されたビデオ調査から、普段から日常的に利用しているような交差点での横断は、非常にスムーズな横断をしていることより、「慣れ」ということが、視覚障害者の歩行の安全性に大きく起因していることを明らかにした。また、歩行支援情報システムを用いることにより、より安全的かつ効率的な横断を支援していることを明らかにした。

第 8 章では、結論として、これまでの論述をまとめ、歩行能力を考慮した歩行支援情報システムの考え方、歩行支援情報システムのユニバーサルデザインについての課題、視覚障害者のための移動支援環境整備について論考した。歩行能力を考慮した歩行支援情報システムの考え方については、方向感覚質問紙簡易版の得点より、視覚障害者を 3 分類し、それに応じた情報提供モードを作成することを提案した。

論文審査結果の要旨

結論として、本論文は視覚障害者の移動支援環境整備において、IT 技術等を活用した歩行支援情報システムを用いる場合の視覚障害者の要件、機器開発における評価方法の提言、および歩行支援情報システム以外の歩行支援環境整備に役立つ視覚障害者の歩行特性を明示したことを述べている。

この論文は、今後の社会基盤整備の重要な施策の一つと位置づけられている歩行支援情報システム整備を中心とした視覚障害者のための歩行支援環境づくりについて論じたものである。視覚障害者の歩行支援環境整備については、これまで視覚障害者用誘導ブロックや音響信号の整備がなされてきた。近年では、IT 技術等の進展に伴い、ユビキタスネットワークを活用した歩行支援情報システムの開発が国家的プロジェクトとして進められている。特に、最も歩行支援が必要である視覚障害者への対応を重視し、方向や位置情報を正確に提供できる技術が用いられている。

しかし、これらのシステムは、まだまだ技術的にも発展途上であること、多様な視覚障害者ニーズにどのように対応するかなどの課題が残されている。つまり、ともすれば陥りがちな「技術開発」先行の方法では、これらの問題を解決することはできない。そのような意味において、この論文は視覚障害者が歩行支援情報システムに求める詳細なニーズやこれまでほとんど明らかにされていない視覚障害者の歩行特性を把握しているところに大きな意義があると言える。また歩行支援情報システム開発後の新たな評価方法を提案するなど、以下に示す多くの優れた成果を挙げている。

①平成 13 年・14 年に実施された大阪梅田ターミナル地区歩行者 ITS 社会実験より、視覚障害者が携帯端末として PDA を用いる場合の課題や解決方法の提案、移動中に必要な情報等、視覚障害者のニーズを明らかにしている。特に、移動において多く挙げられた必要な情報は、誘導ブロックの有無、トイレの位置、商品等の張り出しであり、この 3 つを重要な移動中の空間特性情報としている。また、移動直前に全体経路の説明を行う場合は、全盲者、弱視者でも、やや簡易的な説明でよいとしている。これら以外にも、視覚障害者へ情報提供を行う場合の必要な要件を詳細に提示しており、これらの結果は今後のシステム開発に適用できる有用な知見であると考えられ、高く評価できる。

②上述の視覚障害者に対するニーズだけでなく、晴眼者のニーズも把握している。そこで、視覚障害者に対する経路案内を基本とし、晴眼者のニーズをも取り込んでいく場合に、どのような対応が必要であるかを考察している。そこでは、全体経路説明の必要性の有無、移動中にほしい空間特性情報、誘導ブロックを用いた誘導方法など 10 項目について、情報の共通化を検討している。視覚障害者と晴眼者が共有して利用できる経路案内情報の作成については、十分に可能性があることを示している。このことは、経路案内のユニバーサルデザインを示すものであり、今後のシステム普及において、大きな成果と言える。

③歩行能力の違いの要因は、障害の程度、歩行訓練の有無、単独歩行の経験、空間認知能力など様々考えられる。視覚障害は非常に多様であるため、一概に障害等級などから歩行能力を区分できるものでない。この論文は、視覚障害者の空間認知能力に着目し、空間認知能力の一つである方向感覚を自己評定して測定できる方向感覚質問紙簡易版を用いて、視覚障害者の方向感覚から歩行能力を考察しているところに特色がある。その結果は、外出頻度が多い人や一人歩きできる人、また直線歩行ができる人ほど方向感覚得点が高いことを明らかにしている。このことは、視覚障害者の歩行能力を簡易な質問紙で測定できることを明らかにした貴重な知見と言える。この知見は様々な視覚

障害者の歩行支援環境整備分野に応用でき、非常に意義がある。

④地下街空間は一般的に複雑な構造をしていることが多く、道に迷う人が多い。また、視覚障害者においては、車や自転車がないことから安全に歩行できる空間となっているが、複雑な空間構造と密集する店舗などによる煩雑な音環境により、歩行に関する情報を得にくい状況となっている。平成13・14年に実施された大阪梅田ターミナル地区歩行者ITS社会実験でも、視覚障害者への経路案内は多くの課題を残した。この論文では、視覚障害者（特に全盲者）が、地下街を単独歩行する時の空間認知の把握方法や歩行時の利用情報を明らかにしている。そこでは、上述の歩行能力と方向感覚との関係同様、空間を正確に把握できる人ほど、スムーズに目的地まで到達できること、またそのような人は特に「変化・流動情報」（風の流れ、人の足音等）をうまく活用していることを明らかにしている。さらに、地下街に存在している具体的な利用情報を収集し整理している。この知見は、地下街での全盲者への情報提供に直接活用できるものであり、大きな成果と言える。

⑤これまで、様々な視覚障害者用移動支援システムの開発がなされており、実証実験や社会実験が数多く行なわれている。しかし、それらの評価は、被験者からの問題点指摘に留まり、どの程度のレベル（障害の程度や外出状況など）の人に、どのぐらい有効であったかということまでは明確にされていない。つまり、評価した視覚障害者は一律ではなく、障害の程度や外出状況などの歩行特性が不明瞭なまま評価が行われていることが多い。この論文では、この部分を明瞭にするために、歩行能力別に見た評価方法を検討している。その方法としては、方向感覚質問紙簡易版の得点を用いて、視覚障害者の歩行能力を上位群、下位群に分類し、評価結果を示した。システムに対して高評価を行うのは、下位群であり、歩行そのものに対する支援を望んでいる。一方、上位群は、システムに対する評価は低くなる傾向にあり、それらの理由として、位置情報の精度や多様な情報ニーズに対応しきれていないことであった。これら上位群は、歩行そのものの支援というより、快適かつスムーズな歩行の支援を望んでいる。本論文では、これらの結果より歩行能力に合った情報提供モードの作成を提案している。これらは、今後の歩行支援情報システム開発にとって、非常に有用な知見であり、その成果は大きいと言える。

以上、本論文は歩行支援情報システムにおける視覚障害者の詳細なニーズや評価方法、歩行支援情報システム以外の様々な視覚障害者のための歩行支援環境に活用できる知見を取りまとめた貴重な論文である。これらは、今後の視覚障害者のための歩行支援環境づくりに貢献できるものであり、その成果は大きい。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文に十分値すると判定した。

氏名	池田 宏史
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	工第170号
学位授与の日付	平成19年12月15日
学位授与の要件	学位規程第4条第1項該当
学位論文題目	車椅子使用者の移動と身体負荷に関する研究
論文審査委員（主査）	教授 三星 昭宏
（副主査）	教授 佐野 正典
（副主査）	教授 知花 弘吉