

氏名（本籍地）	矢野 仲裕
学位の種類	博士（情報科学）
学位記番号	情博第363号
学位授与年月日	平成18年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科、専攻	東北大学大学院情報科学研究科（博士課程）応用情報科学専攻
学位論文題目	信号交差点における歩行者や運転者の認知・行動特性に関する研究
論文審査委員	（主査）東北大学教授 岩崎 祥一 東北大学教授 中尾 光之 実践女子大学教授 松浦 常夫 東北大学助教授 邑本 俊亮 東北大学講師 和田 裕一

論文内容の要旨

第1章 はじめに

社会の高齢化の進展による高齢者人口の増大は高齢者の移動機会の増加を伴い、その帰結として高齢者が関与した交通事故も相対的に増加しており、高齢者の交通安全対策が重要課題となっている。

高齢者のための交通安全対策として、主に、交通安全教育によるアプローチと、道路交通システムや交通管理技術の開発・改良によるアプローチがある。本研究は後者に属し、高齢者対策を念頭に、歩行者や運転者の認知・行動特性と調和した信号運用手法の検討に資する心理学的知見を整備することを目的とし、調査・実験データに基づいてこれらの特性を考慮した信号運用手法に関する検討を行った。

第2章 信号交差点横断歩道での横断行動特性とそれを考慮した歩行者用信号の運用に関する研究

第2章では、信号表示と横断行動特性との関連を調査し、歩行者クリアランス効果を高め高齢者の横断時の安全を考慮した青点滅（PF）の表示時間のあり方について検討した。PFの表示時間についてのこれまでの議論を整理すると、「PFの表示時間が長いとPF表示中の信号無視横断を助長してしまうのでPF表示時間は短くした方がよい」という立場と、「歩行者青（PG）の後半で横断を開始した歩行者の横断完了を保证するためPFの表示時間は長くした方がよい」という立場に大別される。歩行者クリアランス効果を高めると同じ目的であるにも関わらず両者はまったく逆の見解を示しているが、本研究では、残存歩行者の発生の抑制と高齢者の安全な横断の確保という観点から、この問題について検討を行った。

そこで、以下に示す項目について調査データに基づき検討した。

(1)横断開始タイミングと横断速度の関係

- (2)横断歩道端に到着した時にすでに PF だった場合の歩行者の行動
- (3)横断途中で信号が PF に変化した場合の歩行者の行動(横断速度の変化)
- (4)PF の法規上の意味についての歩行者の認識
- (5)PF 表示時間の長ささと横断行動

主な結果は次の通りである。

- ・長い横断歩道や高齢者の場合に、PG の後半で横断を開始し通常よりも速めに歩いたにも関わらず歩行者赤 (PR) に切り替わった後に残存歩行者になってしまう者が多かった。
- ・横断歩道端に到着した時点ですでに信号が PF になっていても、多くの歩行者がそのまま横断を実行した。この横断実行者率は横断歩道長が短くなるほど高かった。また、高齢者の横断実行者率は若齢者よりもやや低かったものの、歩行速度の低さや速度調整能力の低さを考慮すれば高いと言える値であった。
- ・横断途中で信号が PF に切り替わった場合、切り替わる前よりも切り替わった後の方が歩行者の平均横断速度は低く、多くの歩行者の横断速度は PF 切り替わり後もあまり変わらないかむしろ低くなった。この傾向はどちらの年齢層でも同様であった。
- ・PF の法規定について正しい知識を持っていた者は非常に少なく、多くの歩行者は信号が PF の時に横断を開始しても交通ルールに反していないと誤って認識していた。
- ・PF 時の横断実行者率は、PF の表示時間が短くても長くてもあまり差がなかった。しかし、長い PF 表示時間を PF 前半と PF 後半に分けると、PF 前半より PF 後半の方が横断実行者率はかなり低かった。また、PF に切り替わった直後は PF の表示時間長に関わらず多くの歩行者が横断を開始したが、PF の表示時間が長い場合は PF に切り替わった後の経過時間が長くなると横断の開始が大きく抑制された。

これらの結果から、PF の法規定が遵守されておらず、PF の法規定自体も歩行者によく理解されていないこと、PF の表示時間が短すぎて横断行動の実態に合っていないことが明らかになった。以上の結果に基づき、残存歩行者の発生の抑制と高齢者の安全な横断の確保という観点から PF の表示時間のあり方について検討すると次の結論が導かれる。

- ・短い PF 表示時間による運用は残存歩行者を多く発生させやすく、また横断速度の低い高齢者の横断行動特性と調和しないと考えられる。
- ・長い PF 表示時間による運用によって、PR に切り替わる直前の横断開始が抑制され、PG の後半で横断を開始した歩行者に十分な時間が与えられることで、残存歩行者を低減できることが期待できる。また、PG で横断を開始する場合の時間的余裕が増加することから、高齢者にとってわかりやすく安心して横断できる信号運用となることが考えられる。

以上のように、本研究の結果は PF の表示時間を長く設定する運用方式を支持するものであった。

第3章 信号交差点右折時の認知情報処理特性に関する研究

第3章では、信号交差点右折時の注視特性を若齢者と高齢者で比較し、この注視特性の観点から高齢者の認知特性を明らかにするとともに、高齢運転者の認知特性と調和するような信号運用手法を実験的に検討した。

実験1では、右折可能なギャップの有無による注視特性の違い及び注視特性の年齢層差を検討した。実験はドライビング・シミュレータ DS-6000 (三菱プレジジョン製) を用いて行い、

注視特性はアイマークレコーダー EMR-8（ナック製）を用いて測定した。分析対象となった被験者数は若齢者 10 名（30 歳～43 歳）及び高齢者 12 名（66 歳～73 歳）であった。その結果、信号交差点右折場面では、高齢者は若齢者よりも注視先が対向車に偏り、歩行者など対向車以外の対象への注視が少ない傾向が見られ、特に認知的負荷の高い右折ギャップ有り条件でこの傾向が強かった。また、高齢者では対向車に対し、短い注視による浅い情報処理を多数回繰り返し行っていることが示された。この結果を視覚探索に関する過去の研究の知見と合わせて解釈すると次のことが考えられる。すなわち、高齢者は対向車を 1 回注視した際に獲得する情報量が少なく、そのため、より多くの回数注視する必要が生じ、このことが、対向車に対し短い注視によるを多数回繰り返し行いう傾向として現れるのではないかと考えられる。短い注視の浅い情報処理が多いという特徴から、高齢者では、若齢者に比べて、対向車の動きを認知する注視活動よりも対向車の有無を確認する注視活動の方が多くなっていることが考えられる。さらに、情報処理が浅いために、対向車を注視しても安全な右折実行に必要な質・量の情報を獲得しにくく、これを補うため何度も繰り返し対向車を注視し対向車に対する注視時間割合を増大させることになり、これが対向車以外の対象への注意配分を減らしてしまうことに繋がると考えられる。高齢者の情報処理が浅いことや 1 回の注視の情報処理量が不十分であることは、高齢者の有効視野の狭窄と関連があることが示唆される。実験 1 の結果から、信号交差点右折時の高齢者の認知特性の特徴として、‘浅い情報処理’と‘注意の偏り’が指摘できる。

そのような高齢者の認知特性と調和し認知的負荷の低い交差点環境として、右折矢表示（右折専用現示）の運用が考えられる。右折矢表示が運用されている場合、運転者は無理に対向車間のギャップを利用して右折を実行する必要はなく、右折矢が点灯し右折車だけが通行できるタイミングまで待っていてもよく、認知的負荷が低いと言える。そこで実験 2 では、右折矢表示の有無による注視特性の違いを検討した。実験 1 と同様の方法で実験を実施し、分析対象被験者数は若齢者 9 名（30 歳～43 歳）及び高齢者 10 名（66 歳～71 歳）であった。その結果、右折矢無し条件と比べて、右折矢有り条件では対向車への注視が少なく、対向車以外の対象への注視が多かった。また、対向車に対する注視回数に差は見られなかったが、注視持続時間は右折矢有り条件では右折矢無し条件よりも短かった。これらの結果はどちらの年齢層でも同様であった。この結果から、右折矢が有る信号交差点では被験者は対向車に対する注視持続時間を短くして情報処理を浅くし、余裕の生じた注意資源を歩行者など対向車以外の対象に配分しているのではないかと考えられる。右折矢表示の運用により、対向車認知の負荷が減少し深い情報処理を行う必要がなくなり、対向車への注意の偏りが抑制される効果があるのであれば、右折矢表示、すなわち右折専用現示の運用は高齢運転者の認知特性と調和する安全対策となり得ると思われる。本研究により、右折専用現示が、単に交通流分離による安全性と円滑性の向上というメリットがあるというだけでなく、高齢運転者の認知機能上の必要性に対応した高齢化時代の安全対策のメニューとなり得ることが明らかになった。

以上の実験 1 及び実験 2 では、注視特性が情報処理結果やパフォーマンスに与える影響が明らかでなかった。そこで、補足実験を行い、運転適性検査課題実行中の注視特性を測定し、課題成績との関連を検討した。用いた課題は処置判断検査であり、被験者はハンドルを操作して障害物をかわす課題を左右の領域で同時に行うことを求められた。被験者は若齢者（31

～44歳) 9名, 高齢者(66～73歳) 12名であった。その結果, エラー数は高齢者の方が有意に多かった。また, 注視回数(あるいはサックード回数)と注視持続時間は年齢層間でほとんど差はなかったが, 高齢者の方が左右の領域内での注視点移動が多く, 左右領域間での移動は少なかった。高齢者において, 注視点の左右領域間移動回数とエラー数のピアソン積率相関係数を算出すると, 被験者数が少ないため有意な相関には達しなかったが, 領域間移動回数が少ないほどエラー数が多くなる傾向が窺えた。この結果から, 高齢者の場合, 1回の注視で情報処理できる範囲が若齢者より狭く, 近距離での注視点移動(領域内移動)を繰り返さなければなかったことが情報処理効率を低下させ, エラー数を増加させたことが示唆された。これは, 実験1の結果の考察を裏付ける結果と言える。

第4章 おわりに

長いPFの場合にPR切り替わり直前の横断開始が抑制されることや, 右折矢が有る場合に対向車への注視の偏りが減少し歩行者や他の道路状況など対向車以外への注視が増加することなど, 認知・行動に安全上望ましい変化をもたらす条件は若齢者でも高齢者でも同じであった。したがって, 高齢者を考慮した安全対策は若齢者の安全と両立し, 高齢者の安全を確保する対策によって若齢者の安全も確保されると考えられる。本研究では, 高齢者の認知・行動特性を考慮した安全対策として, PF表示時間を長く設定すること及び右折矢表示を運用することが提案された。

歩行者や運転者の交通行動を信号によって制御することで道路交通の秩序を維持し安全性を高めるということには2つの側面が含まれていると思われる。一つは, 歩行者や運転者の認知・行動特性と調和した交通信号運用を行うという交通管理技術の面であり, もう一つは, 歩行者や運転者に交通信号の法的意味を正しく理解させ適切な利用を促す指導を行うという交通安全教育の面である。安全性の向上のためには, これら両面が効果的に機能し結びつくことが望ましい。

論文審査結果の要旨

近年、社会の高齢化の進展により高齢者が関係した交通事故も増加している。そうした事故に際しては、高齢者の衝撃耐性の低下もあって、全死傷者に占める死者の割合が若年者に比べ相対的に高くなる傾向がみられる。こうした交通環境の変化を受けて、高齢者での交通事故を予防する有効な交通安全対策が強く望まれている。この研究は、高齢歩行者の横断行動及び高齢運転者の運転行動を行動学的・認知心理学的に解析したもので、全編4章からなる。

第1章は、序論であり、研究の背景となっている近年の高齢者の交通事故傾向を紹介し、これまでの研究をレビューするとともに、本研究の目的を述べている。

第2章は、高齢歩行者の信号機付き横断歩道での横断行動特性を解析したものである。歩行速度の遅い高齢者では、横断途中で信号が赤に変わることにより残存歩行者となる可能性が高いことが以前から指摘されていた。ここでは、歩行者信号の緑点滅表示の長短が横断行動及び残存歩行者の有無にどの様に影響するかを、現場で記録したビデオをもとに解析し、緑点滅表示の時間を長くすることにより無理な横断を惹起することなく横断歩道上に赤信号になっても歩行者が残存する可能性を減らすことができるとする交通政策上有意義な知見を報告している。

第3章は、信号機付き交差点での右折時の認知情報処理特性を、眼球運動を指標として解析したシミュレーター実験の結果を述べている。これまでに行われた眼球運動を指標とした実験からは、一般に情報処理の負荷が増大するほど注視時間が長くなるという結果が得られているが、右折時の注視時間を解析したところ、高齢者ではその認知機能の低下にもかかわらず、若年者に比べ平均注視時間がむしろ短くなるという意外な結果を得た。これは、これまでの常識を覆す意義深い知見といえる。さらに、高齢者の注視行動の分析から、高齢者の視線が特定のターゲット（右折時では対向車）に偏りがちになることが判明し、これが高齢者での他の重要な対象（たとえば、右折後の横断歩道上の歩行者）の見落としにつながっているのではないかと示唆している。以上の結果に基づき、右折矢印を提示することで処理の負荷を減らすことが、高齢者の交差点での右折事故を減らす有効な対策になりうると提言している。

第4章は、第2章と第3章で得られた結論を簡潔にまとめ、今後の課題を述べている。以上要するに、本論文は、高齢者に対する交通政策立案上有用な、根拠のある知見を与えた実際的な意義の高い研究であり、認知心理学及び情報科学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（情報科学）の学位論文として合格と認める。