

氏名(本籍)	あじ さか しげ ゆき 鯨坂誠之(神奈川県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第115号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
学位授与年月日	平成23年3月31日
学位論文題目	高齢者の視覚探索特性に基づく高速道路サービスエリアの物理的環境整備に関する研究
論文審査委員	主査 谷口宗彦 副査 水野明哲 長澤泰 山下哲郎 安原治機 赤木徹也 舟橋國男(大阪大学名誉教授) 足立啓(和歌山大学教授)

## 論文要旨

本研究の目的は、高齢社会に対応しうる高速道路サービスエリアの体系的な検討のためにその特性を類型化し、認知科学的な観点から高齢者の視覚探索特性に基づく物理的環境整備条件を導き出すことである。

本研究は、第1章の序論をはじめとして、第2章の実験的研究、第3章から第5章までの調査研究、及び第6章の結論までの構成をとる。

### 第1章 序論

本章では、現在日本が直面している高齢者に関する諸問題の中から、高速道路サービスエリア(以下、高速SA)における環境支援の必要性を示すと共に、公共交通機関旅客施設や高速SAに係わる高齢者が抱える課題を整理分析することで、本研究の目的を明確にした。さらに、公共交通機関旅客施設、経路探索、高齢者の視覚探索特性に関する既往研究を検討することで本研究の位置づけと意義、課題と取り組み方、分析手法についての有効性を明らかにした。

### 第2章 歩行時の注視点定義

本章では、高齢者の注視行動を記録する際に用いるアイカメラ法における歩行時の注視点定義を確定するために、一点凝視歩行実験を行った。ここでは、歩行時における注視点の停留範囲を視野角として明らかにすると共に、この結果と既往研究との関係を比較検討した。この実験を通して以下のことが明らかとなった。

本研究で用いるアイカメラ法における歩行時の注視点定義は「視野角3.0°以内の停留範囲で0.2秒以上の停留時間」である。

### 第3章 高速SAにおける高齢者の視覚探索特性

本章では、高速SAにおける歩行による経路探索時の注視行動に着目し、認知科学的な観点から高齢者の視覚探索特性を検討した。ここでは、駐車場が比較的大規模で店舗施設内に類似する情報が混在している高速SAを1つ選定し、歩行による経路探索調査を行った。調査では、高速SAの利用者が最も頻繁に用いると考えられる流れに従い、4つの調査経路を設定した。分析にかかる調査対象者は、視力に支障が無く自力歩行が可能な高齢者8名、比較対照群としての青年者8名とした。調査では、4つの調査経路でアイカメラ法を用いた高齢者の行動観察とヒアリングを行い、歩行状況と注視状況の記録及び経路探索時に思考された方略の抽出を行った。それらの結果に基づき、高速SAにおける高齢者の視覚探索特性を検討した。

結果として以下の6項目が明らかとなった。

①高齢者は駐車場においては車道等の低所へ偏向する視覚探索を示す。しかしながら施設内の床においてはその傾向がみられない。これは施設内においては床等の低所に比べて、人や商品等への視覚探索が多くなったためと考えられる。②4つの調査経路の中で、駐車場に停めた自身の車に到達することが高齢者にとって最も困難となる。この場合、高齢者は駐車場に設置されている小さなサインよりはむしろ車の配列、照明灯や鉄塔等の周辺

環境要素と自身の車との位置関係を把握しようとする視覚探索を示す。③目標地への到達に関係するサインが少ない場合や目標地に関する類似情報が混在する場合、高齢者は迅速な識別が困難となり目標地への到達に支障をきたす。④目標地到達のために高齢者が思考した方略因子として「目標地に対する知識・記憶」「目標地に対する配置イメージ」「目標地発見の判断根拠」が抽出され、高齢者は方略の差異に基づき異なる視覚探索特性を示すことが認められた。⑤目標地やサインが固定されており情報を特定しやすい環境では「目標地発見の判断根拠」が主な方略因子となり、サインを手掛かりとするか否かで高齢者グループが大別された。しかしながら抱いていた空間的イメージが異なっていた場合や類似情報が混在している環境では、両グループ共に目標地への到達が困難となる。⑥目標地やサインが固定されておらず情報が特定しにくい環境では「目標地に対する知識・記憶」が主な方略因子となり目標地の記憶を保持しているか否かで高齢者グループが大別された。しかしながら目標地周辺の環境が変化（駐車していた車の移動等）していた場合、両グループ共に目標地への到達が困難となる。

#### 第4章 環境の物理的特性に基づく高速SAの類型化

本章では、高速SAの体系的な検討のために、環境の物理的特性を指標として全国の高速SAから選定される47高速SAの類型化を検討した。ここでは、高速道路会社NEXCOの設計要領第6集の定義に基づく全国の高速SAから気候による特殊条件を除く297高速SAが選定され、最終的な類型対象は47高速SAに絞り込まれた。類型化のための調査では、高速SAにおける環境の物理的特性を抽出するために9分析指標（面積、平面形、断面形、配置、経路距離、目標物の発見、サインの設置、経路の選択、経路の安全）を設定した。調査では、図面調査、現地実態調査及び施設管理者に対するヒアリング調査を行い、類型に必要な数値の算出、各項目の有無等の把握を行った。次に、環境の物理的特性を4つの調査経路ごとに把握するために、9分析指標を用いてその相互間の類似度に基づくクラスター分析(最長距離法)を行った。さらに、環境の物理的特性と47高速SAとの位置づけを明らかにするために、多重コレスポネンス分析を行った。

結果として以下の3項目が明らかとなった。

①全国の高速SAから選定される47高速SAの類型は、類型別特性として概ね6つの類型（外部環境3類型、内部環境3類型）で説明され、47高速SAはこのいずれかの類型に近いほどその特性が強く示される傾向にあるこ

とが示唆された。従って、この類型を用いることで高速SAの体系的な物理的環境整備の検討が可能となる。②外部環境の3類型：「外部Ⅰ型」は駐車場の小型・大型車の「配置」が店舗施設に対して横並びの並列配置と縦並びの平行配置が混在する類型である。「外部Ⅱ型」は駐車場の「平面形」が店舗施設に対して奥行き方向に長い縦型でありトイレ施設の「配置」が店舗施設に対して右側である。「外部Ⅲ型」は駐車場の小型・大型車の「配置」が店舗施設に対して縦並びの平行配置である。なお、歩行用主要通路が有る場合と無い場合が影響している。

③内部環境の3類型：「内部Ⅰ型」は店舗施設の「平面形」が長方形以外のコの字形や円形等である。「内部Ⅱ型」は券売機や主力商品の「配置」が主要通路以外の離れた位置に配置されている。「内部Ⅲ型」は店舗施設の「平面形」が長方形であり券売機や主力商品の「配置」が主要通路に沿って配置されている。

#### 第5章 物理的特性の異なる類型別高速SAにおける高齢者の視覚探索特性

本章では、類型化に基づく代表例となる高速SAを選定し、物理的特性の異なる類型別高速SAにおける高齢者の視覚探索特性を体系的に検討した。ここでは第4章で明らかとなった6つの類型に基づく組合せの中からその一つとして考えられる3つの高速SAを選定した。このうちの一つに第3章による高速SAを含むことで、本章では3つの高速SAの比較検討のみならず、第3章で得られた知見との検証も行った。調査経路の設定は第3章に従うものとするが、本章において分析にかかる調査対象者は3つの高速SAでの比較検討を行うために高齢者7名、青年者7名に統一した。調査では、3つの高速SAにおける各4つの調査経路でアイカメラ法を用いた高齢者の行動観察とヒアリングを行い、歩行状況と注視状況の記録及び経路探索時に思考された方略の抽出を行った。物理的特性の異なる類型別高速SAにおける高齢者の視覚探索特性は「歩行状況」「注視状況」「経路探索時に思考された方略」に基づき「類型別」に把握され、「4つの調査経路」の一連の流れで整理された。

結果として以下の4項目が明らかとなった。

①経路1「駐車場に停めた自身の車からトイレ施設入口」：全ての類型で高齢者はサインを手掛りとする傾向にあり、到達は比較的容易である。高齢者は「外部Ⅰ型」「外部Ⅲ型」ではトイレ施設やサインへの視覚探索を行い、「外部Ⅱ型」ではそれに加えて車道への視覚探索を行う。これは駐車場規模が大きく経路距離が長くなる場合に、高齢者は低所へ偏向する視覚探索を示すことを意

味している。②経路2「店舗施設入口から食事をするために買う食券の券売機」：「内部Ⅰ型」「内部Ⅱ型」で高齢者は特定の思考を持たない傾向にあり、「内部Ⅲ型」のみ配置イメージを思考する傾向にある。高齢者は特に「内部Ⅱ型」では券売機の類似情報である飲食等の自動販売機への視覚探索を行うものの、未到達が生じる場合がある。これは目標地に類似する他の情報が多い中から特定の情報を発見することができないためと考えられる。③経路3「配膳・返却口からお土産物売り場の主力商品」：いずれの類型においても高齢者は特定の思考を持たない傾向にある。「内部Ⅲ型」では高齢者は主力商品の配置が主要通路沿いにある場合に商品への視覚探索を行う。「内部Ⅰ型」「内部Ⅱ型」では高齢者は主要通路沿い以外となる場合に商品や人のみならず、サインに対する視覚探索を行うものの、未到達が生じる場合がある。これは主要通路から離れた位置に目標地がある場合にはサインへの視覚探索は行われてもそれが手掛りとなっていないことを意味している。④経路4「店舗施設出口から駐車場に停めた自身の車」：経路4は全ての調査経路の中で高齢者にとって最も到達しにくい経路である。高齢者は「外部Ⅰ型」では車の配置イメージや記憶を思考する傾向にあり、車への視覚探索を行う。また、高齢者は「外部Ⅱ型」「外部Ⅲ型」では車の特徴等の記憶を思考する傾向にあり、駐車場規模が比較的大きいため車への視覚探索のみならず車道への視覚探索も行う。さらに、高齢者は「外部Ⅰ型」「外部Ⅲ型」では間口方向の距離が長いと記憶が異なり左右方向を間違えて歩行した際には未到達となる可能性が高まる。これは自身の車に戻る際、歩行者に対する情報が不足していることから配置イメージや記憶に頼らざるを得ない状況にあるためと考えられる。

## 第6章 結論

高齢者の視覚探索特性に基づく高速SAの物理的環境整備条件は4つの環境的示唆にまとめられた。

### (1) 車道等への情報提示

目標地やサインが固定されており情報を特定しやすい環境では、高齢者はサインを手掛りとする場合に目標地及びサインへの視覚探索を行い、サインを手掛りとしなない場合には駐車場規模が大きいほど低所へ偏向する視覚探索を行う。しかしながら、施設内の床等においてはその傾向が見られず、低所に比べて自動販売機や商品、人等への視覚探索が多く見られる。従って、高速SAでは、遠方からの見通しの確保や確認可能な色彩・形状等の計画と共に、駐車場規模が大きい場合には車道等の低所空

間への情報提示を行うことが有効である。

### (2) 類似情報に対する特徴の差異化と空間的な区分の明確化

類似情報が混在している環境では、高齢者は目標地を直接的に注視しようとする視覚探索を行う。しかしながら識別が困難な場合に目標地への到達に支障をきたす。そのため高速SAの中でも、自動販売機、商品等の類似する情報が混在する店舗施設内においては、他の情報との特徴を差異化することや空間的な区分を明確化することが重要である。このことは、類似情報の混在によって複雑となる高速SAの物理的な環境を、より簡潔で分かりやすく改善することに繋がる。

### (3) 複数の歩行動線との関連付けの強化

特定の方針を持たずに視覚探索を行う高齢者は、目標地と共にサインへの視覚探索を行う。しかしながら主要動線から離れた位置に目標地がある場合や歩行動線が複数ある場合に目標地への到達が困難となる。そのため高速SAにおいては目標地やサインと複数の歩行動線との関連付けをより強化するサイン計画等の情報提示が重要である。そのためには設計段階における計画と施設を運営する段階で付加される工夫との違いを適切に把握し、強化すべき情報を明確にする必要がある。

### (4) 移動しない固定物による歩行者への配慮

目標地やサインが固定されておらず、情報を特定しにくい環境では、高齢者は配置のイメージや記憶を手掛りとして周辺環境要素と目標地との位置関係を把握しようとする視覚探索を行う。しかしながら目標地の周辺環境がイメージと異なっている場合に、目標地への到達が困難となる。特に、駐車場に停めた自身の車に到達することが高齢者にとって最も困難となる。従って、高速SAの中でも駐車場においては、車の停車位置に対する方向や経路を特定できる移動しない固定物による歩行者に配慮した情報提示を行うことが有効である。なお、周辺環境要素に特徴が見られない場合においても、それに変わる特徴を持った手掛りとなる環境デザインを行うことが重要である。

## 論文審査要旨

本研究は、現在日本の高齢化が急速に進展していることから高齢社会に対応する高速道路サービスエリア（以下、高速SA）のより分かりやすい施設整備を行うために、高齢者の視覚探索特性に着目し、その特性に基づく環境的示唆を導いている。

既往研究のレビューでは、高速道路そのものは土木系

分野の中で取り扱われることが多く、高速SAを建築学的にまとめた研究は誠に希少である。他の公共交通機関旅客施設研究との比較の中で明確に示され、本研究の取り組みの先進性が認められる。

また、地方を中心とした公共交通利用の減少、自家用車を中心とした自動車利用の増加、高齢化に伴う高齢者ドライバーの増加等を、客観的な統計データに基づき明らかにしており、高速道路及びその建築休憩施設である高速SAの利用も増加すると予測される。従って、高齢化に対応した環境支援の必要性に言及する本研究は、誠に意義深いものがある。

また、本研究は人間と環境とのトランザクショナルな関わりにおける環境情報の把握過程に着目しており、高速SAの利用が不慣れな初来訪者による経路探索行動を分析することで、特に利用行動における視覚探索特性に基づく環境整備への示唆を得ようとしている。そこで本研究では、視覚探索特性を明らかにするために、角膜反射により眼球運動を測定する装置として、アイマーカーレコーダーを用いた手法（以下、アイカメラ法）により、定量的な分析を行っている。事前に、アイカメラ法を用いた研究の基準となる歩行時の注視点定義を求めめるための実験が行われており、さらに既往研究との比較を行うことで厳密に定義が確定されている点が高く評価できる。

調査ではその定義に基づくアイカメラ法を用いて、高速SAにおける経路探索行動を記録しており、高齢者の視覚探索特性が明らかにされている。また、高速SAの体系的な検討を行うために全国から選定される47高速SAに対する類型化のための調査が実施されている。こ

こでは、机上の図面調査のみならず、現地実態調査及び施設管理者へのヒアリング調査を行っており、現実場面に即した調査結果に基づく分析がなされている。さらにその類型化された高速SAの中から3箇所の高速SAを代表例として選定し、経路探索調査を行うことで、類型別高速SAにおける高齢者の視覚探索特性が体系的に整理され、簡潔にまとめられている。経路探索調査では、高速SAの利用者が用いる典型的な経路として、4つの経路を設定している。①駐車場に停めた自身の車→トイレ施設入口、②店舗施設入口→食事をするための券売機、③店舗内の配膳・返却口→土産物売場の主力商品、④店舗施設出口→駐車場に停めた自身の車である。なお、いずれの環境条件においても最後の経路④が最も探索困難という結果であった。

これらの調査結果から得られた視覚探索特性及び経路探索行動の特徴に基づき、高速SAの物理的環境整備に関する示唆を導き出しており、それらは以下の4項目に纏められる。

高齢者の視覚探索特性に基づく高速SAの物理的環境整備条件は「車道等への情報提示」「類似情報に対する特徴の差異化と空間的な区分の明確化」「複数の歩行動線との関連付けの強化」「移動しない固定物による歩行者への配慮」、である。

以上、本研究はこれまで研究例の極めて少ない高速SAを建築学的研究の中に位置づけ、アイカメラ法を用いて認知科学的に分析を行うことで高齢者の視覚探索特性を明らかにしている。さらにそれに基づく環境整備に繋がる示唆が示されており、今後この分野で貢献することが大きい。従って博士（工学）の学位を授与するに十分値するものと認められる。