

2013年度 報告書

効果的な安全運転教育を目指した高齢運転者の認知能力と
交差点でのうっかり・繰返しミスの特徴分類に関する研究

平成 26 年 4 月 18 日提出

東京大学 大学院工学系研究科

東京大学 大学院新領域創成科学研究科

概 要

日本では、高齢運転者による交通事故が未だに問題であるため、交通事故防止対策が必要である。本研究では、不安全行動を事故につながり得る運転行動と定義し、運転教育によって高齢運転者の不安全行動を低減させることを目指している。高齢運転者において、加齢に伴う認知機能の低下には個人差があるものの、その個人差を考慮に入れた高齢運転者への運転教育は行われていない。そこで本論文の目的を、高齢運転者の認知特性を考慮した個々人に適応可能な運転教育手法の提案とした。

先行研究において、運転における認知をハザード知覚能力・リスク知覚能力の 2 つの側面から捉え、高齢運転者を認知特性別に分類できること、加齢に伴うハザード知覚能力の低下をリスク知覚能力を高めることで補える可能性が示されている。そこでまず、本研究においても、同様の指標を用いて高齢運転者を認知特性に基づき分類し、リスク知覚能力が低い高齢運転者を明らかにし、模擬市街路による運転行動実験からその特徴を把握した。

次に、リスク知覚能力が低いカテゴリに分類された高齢運転者に対する新たな教育を考えるため、実環境での運転行動を記録した。その運転行動に基づくインタビューと既存研究から高齢運転者の認知行動過程のモデル化を行った。このモデルを基に、事故映像と本人の運転映像に基づいた擬似事故映像を見せることによって、運転者に事故の重大性を認識させ危険感受性を高める新たな教育手法を提案した。

最後に、提案した教育手法の妥当性の評価を行うために、リスク知覚能力が低いカテゴリに分類された高齢運転者に対して教育を施した。その結果、あくまで本研究の実験協力者においてであるが、本研究で提案した教育手法によって、教育の前後で高齢運転者の運転行動に変化が見られたことを確認することができた。

目次

第1章 序論	6
1.1 研究背景	7
1.1.1 高齢運転者の現状	7
1.1.2 高齢運転者の運転特性	9
1.1.3 高齢運転者の支援技術に関する研究	10
1.1.4 高齢運転者の運転教育に関する研究	10
1.1.5 現状の問題点	12
1.2 本研究の目的と達成目標	13
1.3 本研究の位置づけ	13
1.4 本研究の対象	14
1.5 本研究の方針	14
1.6 本論文の構成	15
1.7 本論文で用いる用語と定義	16
第2章 高齢運転者の運転行動過程の検討	18
2.1 はじめに	19
2.2 不安全行動の発生要因と関連する能力	19
2.3 自動車の運転に関わる認知機能に関する既存研究	19
2.3.1 有効視野	19
2.3.2 分割的注意能力	20
2.3.3 リスク知覚能力	21
2.4 運転行動過程のモデル化	22
2.4.1 モデル化の意義	22
2.4.2 運転行動過程のモデル化	22
2.5 本章のまとめ	24
第3章 高齢運転者の認知特性の把握	25
3.1 はじめに	26
3.2 評価項目	26
3.3 既存研究における認知特性把握手法	26
3.3.1 ハザード知覚能力	26
3.3.2 リスク知覚能力	27
3.4 高齢運転者の認知特性把握実験	28
3.4.1 実験装置概要	29
3.4.2 計測項目	29
3.4.3 実験協力者概要	29

3.4.4	ハザード知覚能力.....	31
3.4.5	リスク知覚能力.....	32
3.5	認知特性に基づく分類手法.....	35
3.6	運転指導員の特性把握実験.....	36
3.6.1	実験協力者概要.....	36
3.6.2	ハザード知覚能力.....	36
3.6.3	リスク知覚能力.....	37
3.7	準初心運転者の特性把握実験.....	39
3.7.1	実験協力者概要.....	39
3.7.2	ハザード知覚能力.....	39
3.7.3	リスク知覚能力.....	40
3.8	認知特性に基づく運転者分類.....	42
3.8.1	認知特性の評価軸の設定.....	42
3.8.2	認知特性に基づく運転者分類.....	43
3.8.3	認知特性に基づく高齢運転者分類.....	44
3.9	本章のまとめ.....	45
第4章	高齢運転者の認知特性と運転行動.....	46
4.1	はじめに.....	47
4.2	模擬市街路を用いた走行実験.....	47
4.3	一時停止交差点における規範行動の策定.....	48
4.3.1	規範行動ドライバの設定.....	48
4.3.2	運転指導員の運転行動.....	49
4.4	高齢運転者の運転行動.....	54
4.5	本章のまとめ.....	61
第5章	運転教育手法の提案.....	62
5.1	はじめに.....	63
5.2	認知行動過程のモデル化.....	63
5.2.1	実車運転記録に基づく運転行動分析.....	63
5.2.2	認知行動過程のモデル.....	82
5.3	本研究における危険感受性.....	83
5.4	教育すべき対象の明確化.....	84
5.5	教育手法の提案.....	85
5.5.1	危険感受性を高める教育.....	85
5.5.2	コーチングによる教育.....	85
5.5.3	高齢運転者に対する効果的な運転教育.....	86
5.5.4	擬似事故映像を用いた運転指導.....	86

5.5.5	教育教材映像の抽出方法.....	88
5.5.6	提案する運転教育手法.....	91
5.6	本章のまとめ.....	94
第6章	運転教育手法の妥当性の評価.....	95
6.1	はじめに.....	96
6.2	実験内容.....	96
6.2.1	実験概要.....	96
6.2.2	実験協力者概要.....	96
6.2.3	運転教育のための教材作成.....	96
6.2.4	実験方法.....	101
6.3	実験結果.....	102
6.3.1	運転適性性格診断テスト.....	102
6.3.2	運転教育の効果.....	103
6.4	本章のまとめ.....	118
第7章	結 論.....	119
7.1	結論.....	120
7.2	今後の課題と展望.....	121
参考文献	122
付録	126

第1章
序 論

1.1 研究背景

1.1.1 高齢運転者の現状

近年，日本では高齢運転者による交通事故が問題となっている．図 1.1 に示すように，国内の交通事故件数は全体としては減少傾向にあるのに対し，高齢運転者による交通事故件数は依然減少していない [1]．図 1.2 に示すように，四輪者同士の事故における運転者の年齢層別の第一当事者率を見ると，高齢運転者が事故の第一当事者となる率が高く [2]，このことは自動車運転中の交通事故において高齢運転者が他の年齢層の運転者より重大な過失を起こしやすい事を示している．現在日本では高齢化が進展しており，今後さらなる高齢化が進むことを考えると，高齢運転者の事故の減少に向けた対策は急務であると言える．

現在行われている取り組みとして，以下のような対策がなされている．

- 運転支援システムの開発
- 運転教育の実施
- 運転断念
- 自動運転化 など

高齢者にとって自動車は買い物や通院といった日常生活における自立移動手段として必要不可欠であり，今後ますます高齢者の移動手段として自動車の需要が増加すると推測されることを踏まえると，高齢運転者の事故を低減し高齢者自らの運転による自由な移動を，可能な限り維持する方法を考える必要がある．高齢運転者においては，身体機能の低下が事故の原因の一つである．しかし，高齢運転者の運転行動に関する研究を見ると，「高齢者，高齢運転者」と一括りにし，非高齢運転者との比較を行っているものが多く，高齢運転者の中でも運転特性や運転経験に個人差が大きいことを考慮すると，高齢運転者の運転特性を把握した上で，個人の運転特性に適した対策を行うことが望ましいと考えられる．

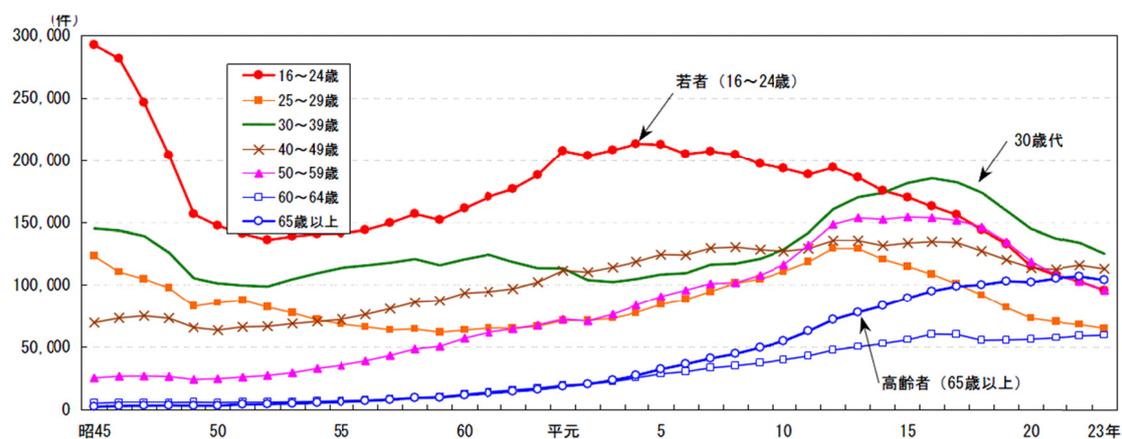


図 1.1 原付以上運転者（第 1 当事者）の年齢層別交通事故件数の推移（各年 12 月末）

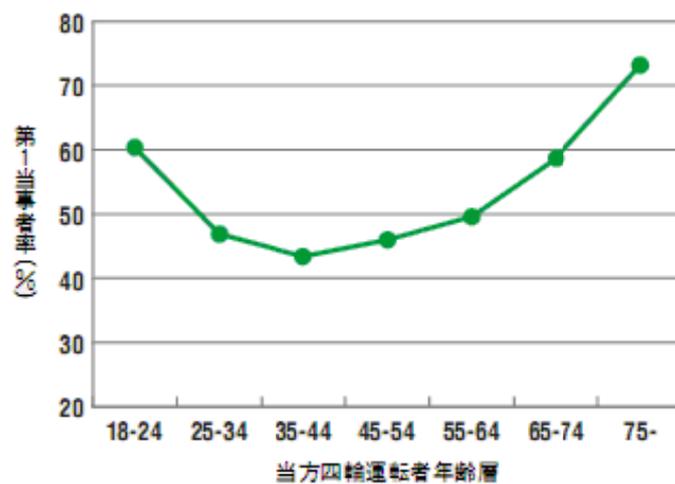


図 1.2 四輪者と衝突した四輪運転者の年齢層別第一当事者率

1.1.2 高齢運転者の運転特性

高齢運転者の事故の要因の一つとして、加齢に伴う身体機能の低下が挙げられる。以下に高齢運転者の運転特性に関する研究を紹介する。

鈴木は高齢運転者の事故や違反を引き起こす要因を、図 1.3 に示すように身体的特性、心理的特性、運転的特性、社会的特性の 4 つの観点から説明している [3]。

高齢者に特有の特性の中でも、特に加齢に伴う低下が顕著で運転に深く関係すると考えられているものに、認知特性がある。認知、判断、操作の繰り返しからなる自動車の運転において、運転過程の初期段階に位置する認知はその後の判断・操作に大きく影響を与える事、また加齢による衰えが顕著である事から、高齢者の運転を考える上で重要な特性だと考えられる。加齢によって衰える認知に関わる能力には以下のような能力が挙げられる。まず、2 つ以上の課題を同時に遂行する能力を指す分割的注意能力 [4]、複数の対象の中から不必要な対象を排除し、必要な情報に注意を向ける能力を指す選択的注意能力 [5]、不適切な反応を抑制し、次の反応への待機を可能にする機能を指す抑制機能 [6]、遠近感や立体感を把握する能力を指す深視力、それに有効視野などである。

このような認知特性の中でも運転と最も関係が深いものの一つとして従来から注目されてきた能力として、有効視野が知られている。有効視野 (useful field of view : UFOV) とは、周辺視野のうち認知に寄与する部分と定義される。Owsley らは 56~90 歳の 294 名の高齢運転者を対象として、視感覚機能 (視力、コントラスト感度、周辺視感度)、有効視野、認知機能検査、目の健康状態といった特性と、これらの特性を測る実験前 5 年間で実験後 3 年間の交通事故回数との関係の調査を行った結果、自動車事故回数を最もよく説明、予測するのは有効視野であり、また、40%以上の有効視野縮小が見られることと過去 5 年間の事故経験との間に高い相関が見られたと報告している [7]。その他、有効視野と事故の関連性を示す研究が数多くなされている [8] [9]。

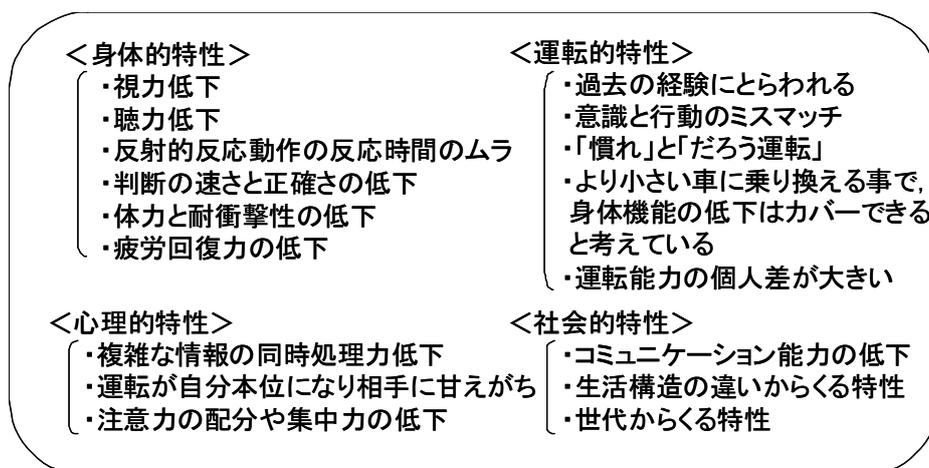


図 1.3 高齢運転者に見られる特性

1.1.3 高齢運転者の支援技術に関する研究

認知の低下による高齢運転者の事故を低減し、高齢運転者が安全に運転を継続できるようにするひとつの方法として、個々の高齢運転者の低下した能力に応じた運転支援を行うことが考えられる。ここでは支援技術の例を挙げる。

細川らは高齢運転者の事故率の高い交差点右折時の行動に着目し、右折における不安全行動と身体特性、生活特性といった背景要因を把握することにより、高齢運転者をタイプ別に4分類することで、運転者にそのタイプを提示する支援装置を提案している [10]。

小竹らは細川らのドライバタイプ分類を用い、そのうち“老化自覚型”、“老化非自覚型”、“慎重型”の3タイプのドライバに対し、一時停止線の十分手前から音声により一時停止交差点の存在を知らせるシステムを提案している [11]。

松ヶ浦らは、高齢運転者の緊急回避時の操舵不足もしくは操舵過剰を操舵角速度、車両速度、位置、車両ヨー角から検知し、操舵に対して必要な支援を行う方法を提案している [12]。

1.1.4 高齢運転者の運転教育に関する研究

運転支援を行うことの他に、個々の高齢運転者の低下した能力に応じて運転教育を施すことが考えられる。ここでは運転教育の例を挙げる。

向井らは、交差点での一時停止・安全確認行動に対する行動修正法を用いた教育プログラムの開発を目指した研究を行っている。この研究では、高齢ドライバーに見られる特有の運転行動において、交差点での一時停止と安全確認に着目し、これらの不安全な行動に対して、高齢者にもっとも受け入れられやすいと考える行動修正法を用いて教育を行い、効果測定を行った。その結果、一時停止や徐行などの速度行動については教育後に改善が認められたが、左右安全確認行動については一貫した結果は得られなかったと述べている [13]。

蓮花らは、高齢者の交差点交通事故が多い理由をハザード知覚能力の低下にあると考え、ハザード知覚の教育プログラムの開発を目指した研究を行っている。教育実施群が男性20名、教育未実施群が男性19名の65歳以上の免許保有者計39名の被験者を対象に、ハザード知覚教育の前後でハザード知覚テストを行い、その得点の変化による効果測定を行ったところ、教育実施群においては、教育前に比べ教育後に得点が上昇しているのに対して、教育未実施群では変化していなかったと述べている [14]。

稲葉らは、ドライビングシミュレータを使った運転行為の改善を促す学習支援システムの構築にあたり、高齢者にとって最も効果的な教示方法を明らかにするため、口頭教示、客観視教示、体験型教示の教示方法について、「最大停止距離」と「車間距離」を指標として評価した。高齢者にとって最も効果的であったのはシミュレータ上で衝突を経験する体

験型教示であることを述べている [15].

大田らは、メタ認知をテーマに運転者自らが不安全な運転行動をとっていることに気づかせることが重要であると考え、メタ認知技能訓練を行う教育プログラムの開発を目指した研究を行っている。従来の安全運転教育は先生である指導員が、生徒である運転者に知識を伝達するというティーチング方式が多く、初心者のような技能や知識の不十分なものに対してはこの方式が有効である。しかし、高齢運転者のように長年の運転経験のある運転者については、ティーチング方式には限界があり、自分の長短を自らが理解して自己コントロールしていく方式が重要であることを述べている。そしてその方式として、カウンセリングで行われてきたリスニング手法を手本として生まれてきたコーチング技法が有効であると述べている [16].

1.1.5 現状の問題点

高齢運転者に見られる認知機能の低下を、運転支援によって補うことを考える。このとき、本来であれば運転者が行うべきことをシステムが担うことになり、システムが正常に作動すれば問題ないが、システムの誤作動の場合には、より重大事故を招くことにつながりかねない。またリスク・ホメオスタシス説が提案されているように、運転者が過度にシステムに依存するようになってしまい、運転者がかえってリスクな行動をとることが考えられる。また、自動運転のように、全てのハザードに対処できるシステムの実現は容易ではない。

これらの点から、現状において高齢運転者の交通事故対策としては、運転教育の方が優れている可能性があるが、決して十分とは言えない。例えば、写真やイラストを提示して危険を発見・予測させるテストが多く開発されてきた。それから、静止画では不十分であるという観点から、動画を用いて行うものも開発されてきた。しかし、いずれの場合においても、運転者が実際に運転している状況でのテストではないという問題点がある。写真やイラストを用いたものにおいては、ハザードを探す時間が本来の運転のときに比べて十分に確保でき、時々刻々と変化する環境の中からハザードを見つけなければならない運転の本質とは異なる。また、動画を用いて行う場合においては、ハザードを探す時間という観点では本来の運転に近づけることは可能であるが、あくまでハザードを発見・予測する能力を測ることができても、実際に適切な運転行動をとる能力があるかどうかを測ることはできない。DSを用いた教育も行われている。DSの特徴としては、教育者の意図する交通環境を再現することができることや、危険な状況を安全に体験させることができることである。一方で、実際に事故を起こすわけではないため、危険を感じられない可能性があり、注意が必要である。

また、このような教育の方式に関する問題点のほかに、多くの教育において高齢運転者を一括りにし、同様の教育を用いている点も問題である。高齢運転者において加齢により身体機能においてばらつきが拡大するのに加え、機能低下の自覚の程度によって補償行動の程度も変わってくるため、高齢運転者のばらつきや個人差は非常に大きいと考えられる。しかし、これまでの研究においては高齢運転者として全体の傾向を述べるにとどまっているものがほとんどで、具体的に高齢運転者の特性の違いを考慮した教育は開発されていない。高齢者において不安全行動の要因だと考えられている認知機能の低下をいかにして補っていくかが今後の焦点となり、個々人の特性に応じて教育を実施することが必要となる。

1.2 本研究の目的と達成目標

以上の背景から、本研究では高齢運転者による交通事故低減のため、事故発生の要因として認知機能の低下に着目する。そして、高齢運転者の起こす不安全行動の低減を目指し、本研究の目的を

「高齢運転者の認知機能の低下を補うための個人に適合した運転教育を提案すること」

とする。

具体的には、以下のことを達成目標とする。

1. 高齢運転者の認知特性の把握
2. 2で調査した認知能力の特性と不安全な運転行動の特性の関連性
3. 高齢運転者の認知能力の低下を補う運転教育手法の提案
4. 提案した運転教育手法の妥当性の評価

本論文で注目するシーンは、高齢者の交通事故が多い、交差点をに注目している。

1.3 本研究の位置づけ

先行研究において、認知特性を測る手法について提案されている。木村は、高齢運転者の不安全行動の発生要因として認知特性に注目し、運転者の認知特性別に分類を行い、異なる認知特性を持った実験協力者間で運転行動にどのような違いが見られるかを分析している [17]。しかし、あくまで高齢者間で認知特性の比較を行い分類したものにすぎず、多くの高齢者において心身機能の低下が見られるという事実を鑑みると高齢者間での比較に基づいた分類では十分とは言い難く、全運転者の中での高齢運転者の認知特性を明らかにする必要があると考えられる。そのため、本研究では高齢運転者の認知特性に加えて、運転指導員と準初心運転者の認知特性を測定し、比較を行うことで高齢運転者の認知特性を全運転者の中で位置づける。

運転教育においては、DSや教習所のような限られた環境に基づくものではなく、あくまで個々の高齢運転者の生活に即した運転教育を目指す。教育における知識のみの獲得を目指すわけではなく、知識の定着を考え、実際の運転環境における運転行動に基づく運転教育を提案することで、運転教育効果の妥当性を検証する。

1.4 本研究の対象

認知機能の低下の要因として 2 種類考えられる。一つは認知症などの進行性疾患による機能低下、一つは加齢による機能低下である。前者については、現行の法制度では重度の認知症を患う高齢者に関しては、運転免許を返納する必要があり運転を継続することはできない。後者については講習予備検査を通して検査を行い、運転を行う上で必要な認知機能に著しい低下がなければ運転は可能である。本研究では対象者を認知症ではない、日常的に運転を行う 65 才以上の高齢者を対象とした。また、生活する地域によっても運転特性は変わると考え、地域を限定する必要があるため、本研究では千葉県柏市、茨城県ひたちなか市に住む高齢運転者を対象とした。これは、公共交通機関の発達が不十分であり、生活に自動車を必要としている高齢者が多いと考えられるからである。

1.5 本研究の方針

上記の目的を達成するための方針を以下に示す。

1. 高齢運転者の運転行動過程の検討
高齢運転者の運転行動過程を整理し、不安全行動を低減させるための教育を考えるにあたり、運転行動過程の中のどの部分に焦点を当てるかを明確にする。
2. 高齢運転者の認知特性に基づく分類
1 で検討した運転行動過程に基づき、先行研究によって開発された認知特性の把握方法を用いて、本研究で対象とする認知特性を持つ高齢運転者を明らかにする。その際に、運転者全体の中での高齢運転者の認知特性を測定するため、運転指導員と準初心運転者の認知特性を把握する。
3. 高齢運転者の認知特性と運転行動の関連性
2 で分類した特性と実環境での運転行動を比較することにより、認知特性の影響により、どのような不安全な行動が特徴として多いのかそれらの関連性を把握する。
4. 運転教育手法の提案
対象とする高齢運転者の実車での運転行動に基づくインタビューと既存研究を基に、高齢運転者の運転特性を踏まえ、かつ個人差を考慮した運転教育手法を提案する。
5. 運転教育手法の妥当性の検証
3 で提案した運転教育手法を、2 で明らかにした本研究の対象とする認知特性を持つ高齢運転者に対して施し、提案した運転教育手法の妥当性を検証する。

1.6 本論文の構成

本論文の構成を以下に示す.

- 第1章 序論
研究背景と従来研究, またその問題点を説明し, 本研究の目的, 目的を達成するための研究方針について述べた.
- 第2章 高齢運転者の運転行動過程の検討
高齢運転者の運転行動過程を整理し, 不安全行動を低減させるための教育を考えるにあたり運転行動過程の中のどの部分に焦点を当てるかを明確にする.
- 第3章 高齢運転者の認知特性に基づく分類
高齢運転者の認知特性把握実験の結果を述べる. 先行研究で提案された手法を用いるがその問題点となる一般運転者として運転指導員, 準初心運転者を設定し, それらの特性と高齢運転者の特性を比較することにより, 本研究の対象とする認知特性を持つ高齢者を明らかにする.
- 第4章 高齢運転者の認知特性と運転行動
第3章で分類した認知特性と運転行動の関連性を検討するため, 模擬市街路における実運転行動計測を行い, 一時停止交差点における運転行動を評価する指標を運転指導員における運転行動から定め, 高齢運転者の認知特性と運行行動の関係を明らかにする.
- 第5章 運転教育手法の提案
第3章で明らかにした対象とする高齢運転者の実環境での運転行動を記録し, その運転行動に基づくインタビューと既存研究に基づいて認知行動過程をモデル化し, そこから個人に適応した教育手法の提案を行う.
- 第6章 運転教育手法の妥当性の評価
第5章で提案した運転教育手法を第3章で明らかにした対象とする高齢運転者に対して行い, その妥当性の評価を行う.
- 第7章 結論
本論文の結論とそこから得られた今後の課題と展望について述べる.

1.7 本論文で用いる用語と定義

- 高齢運転者
特に断らない限り，本研究で対象とする自動車を日常的に運転している 65 歳以上の人を指す。
- 不安全行動
事故に繋がりうる運転行動
- 認知能力
特に断りが無い限りは，運転をする上で必要とされる認知に関わる能力
- 認知特性
その運転者がもつ，様々な認知能力の総称
- 有効視野
周辺視野のうち認知に寄与する部分
- 分割的注意能力
2 つ以上の課題を同時に遂行できる能力
- ハザード
事故可能性と関連性を持つ全てのものや事象
- ハザード知覚
外界状況からハザードを知覚，認識する過程
- リスク
ハザードによる事故発生の期待値（事故の重大性と発生確率の組み合わせ）
- リスク知覚
知覚したハザードからリスクを見積もる過程
- 準初心運転者
免許取得後 1~3 年が経過しており，かつ年間の運転回数が 10 回以下の運転者
- 一般運転者
本研究における一般運転者とは，運転者の中で，初心運転者，準初心運転者，運転指導員，高齢者を除く運転者を指す。
- 交通環境面のリスク
自身の運転技能を考慮せずに見積もるリスク
- スキルのメタ認知
自分自身のスキルを客観的に認識すること
- 事故経験
運転者として事故を起こした経験，歩行者・サイクリストとして事故にあった経験，第三者として事故を目撃した経験

- 無事故経験
不安全行動をとったにも関わらず事故を起こさなかった経験
- 一般的知識
自動車教習所で教わる安全運転に必要な知識
- 危険感受性
あるハザードが持つ客観的リスクに対して、運転者が見積もった主観的リスクのずれを小さくできる能力

第2章

高齢運転者の運転行動過程の検討

2.1 はじめに

運転教育により改善を促すべき点を明確にするため、高齢運転者の運転行動過程を考える必要がある。本章では、先行研究を参考に運転行動過程とそのモデルについて整理する。

2.2 不安全行動の発生要因と関連する能力

先行研究 [17]において、4名の日常的に運転を行う高齢運転者の車両にDRを搭載し、運転者の外界環境と運転者の行動を記録した。その中から、全ての不安全行動を抽出し、不安全行動の発生要因として、次の3つの事柄を挙げている。

1. 外界状況の見落とし
2. 特定の対象に注意を奪われる
3. 外界状況のもつ危険性の評価の不敵

さらにそれら3つの要因と関係が深いと考えられる能力として、次の3つを挙げている。

1. 有効視野
2. 分割的注意能力
3. リスク知覚能力

これらの能力における既存研究を次節にて紹介する。

2.3 自動車の運転に関わる認知機能に関する既存研究

2.2節で述べた先行研究における不安全行動の発生要因と関係すると考えられる認知能力について既存研究を示す。

2.3.1 有効視野

有効視野 (useful field of view : UFOV) とは、周辺視野のうち、認知に寄与する部分である。有効視野は加齢に伴い低下する認知機能の中でも特に事故との関係が深い能力であると従来研究でも多数報告されている。

Owsleyらは56~90歳の294名の高齢運転者を対象として、視覚機能(視力、コントラスト感度、周辺視感度)、有効視野、認知機能検査、目の健康状態といった特性と、これらの特性を測る実験前5年間と実験後3年間の交通事故回数との関係の調査を行った結果、自動車事故回数を最もよく説明、予測するのは有効視野であり、また、40%以上の有効視

野縮小が見られることと過去 5 年間の事故経験との間に高い相関が見られたと報告している [7].

Myers らは 43 人の高齢被験者（平均年齢 73 歳）に対し Predriver screening（視覚テスト，反応時間テスト，split attention テスト，Hooper Visual Organization テスト，言語や記号の認識，UFOV）と路上走行テストからなる調査を行い，ロジスティック回帰分析により路上テストの合格・不合格の予測因子を導いた．その結果，UFOV が最もテスト結果を単独で予測する変数となったと報告している [8].

Cushman らは 123 名の被験者に対し UFOV を含む認知機能テストと路上走行テストを行った結果，UFOV の選択的注意課題の成績が運転能力を最もよく説明する指標であることを示している [9].

Sims らは 55 才以上の高齢運転者 174 名について，1991 年から 1996 年までの 5 年間，自動車事故頻度に関して追跡調査を行っている．その結果，40%以上の有効視野の縮小が見られた高齢運転者は，それ以下の縮小しか見られなかった高齢運転者に比べ，高い確率で事故を起こす可能性があるとして述べている [18].

2.3.2 分割的注意能力

分割的注意能力とは，2 つ以上の課題を同時に遂行できる能力であり，上に挙げた有効視野も中心視で課題を遂行しながら周辺視で見える範囲を指すという点では，分割的注意能力の一種とも言える．石松らは有効視野を“分割的注意の空間的特性”と捉えている [4]. このように，分割的注意能力と有効視野は密接に関わっているため，その測定方法や測定結果の解釈において，しばしば有効視野計測と同じ方法を取る．

三浦らは，中心課題，周辺課題，中心課題と周辺課題を同時に行う二重課題の 3 課題を高齢者と若年者に対して行った [19]. 中心課題は，画面中心にランダムに連続提示されるひらがな 1 文字（あ・お・ぬ・め）の弁別，周辺課題として，白色円が連続的に提示され，提示される位置が規則的であるか非規則的であるかの弁別を行った．その結果，高齢者は中心課題が加わることで，周辺課題に対する反応時間が低下することがわかった．

Sekuler らは中心課題としてアルファベット 1 文字（E・F・H・L）の同定を，周辺課題として光点の位置の同定を行っている．各課題を単独で遂行する条件を集中的注意条件（focused condition），中心課題と周辺課題を同時に遂行する条件を分割的注意条件（divided condition）として，エラー率を指標として若年者群と高齢者群とでパフォーマンスを比較している．その結果，中心課題・周辺課題のパフォーマンスはともに年齢に伴って低下することが示されている．また，各年齢群ともに周辺課題のパフォーマンスは，分割的注意条件において低下し，特に高齢者ではこの低下率が大きいことが示されている． [20]

2.3.3 リスク知覚能力

リスク知覚とは、検出したハザードに対して事故に伴う重大性と事故の発生確率の組み合わせの損害（リスク）を見積もる過程であり、リスクを高く見積もることができる能力だと捉えることができる。

小川らは「危険感受度診断テスト TOK」を用いて運転者の危険に対する感受性に関する研究を行っている。TOKは運転時の危険事象や危険源に対するドライバの感受性能力を検査するために開発された診断テストである。このテストでは、日常の運転で頻繁に出くわす交通状況について、運転席からみた前景のビデオ映像を被験者に提示し、その場面のもつ危険性について被験者が評価を行うというテストである。危険性の評価方法に2種類あり、1つは提示された刺激場面全体のもつ危険性を5段階で評価させる方式、もう一つは刺激場面内に含まれるハザード対象やハザード事象4項目の中から気になった項目を指摘する方式である。前者の評定測度を「危険感受度」、後者を「危険認知度」と呼んでいる。この方法を用いてテストを実施し、診断結果を年齢別に分析したところ、高齢者層では危険感受度と危険認知度の両側面において、その感受性能力の低さが指摘された [21]。

蓮花らは、28～86歳までの免許保有者198名を対象に、運転行動とハザード知覚能力（本研究における定義では、リスク知覚の能力を含んでいる）の加齢による変化を検討するため、刺激場面として交通環境をビデオで提示し、その環境中に存在するハザードを指摘するという方法でハザード知覚能力を得点化した。その結果、高齢になるにつれてハザード知覚能力が低下する事、中でも潜在的なハザードへの得点が加齢によって著しく低下する事を指摘している [22]。

国分らは交通状況に対するドライバのリスク評価の程度が、交通状況の客観的な危険度（客観的リスク）より小さいことを「思い込み」と定義し、高齢運転者の思い込みを主観評価と運転行動から評価している。具体的には、運転者の操作行動から運転者のリスク知覚を推定する手法を提案し、DSを用いて得られた高齢運転者の運転行動に対してリスク知覚推定手法を適用することで、高齢運転者の思い込みの程度を評価している。その結果、非高齢<前期高齢<後期高齢の順に思い込みの程度が高くなることを示している [23]。

2.4 運転行動過程のモデル化

2.4.1 モデル化の意義

運転教育を考えるにあたり、おそらく効果があるだろうと漠然と実施するやり方では不十分であり、注意が必要である。フィンランドにおいてスキッド訓練の導入前後で運転者の事故率を比較検討した結果、若者については男性も女性もスキッド訓練導入後のほうが、事故が2%以上増えたという結果がある [24]。このように、やり方によっては不安全行動を促進することにもなりかねず、教育を行う際には目標を明確にし、効果測定まで含めて遂行することが必要である。

運転者の不安全行動は、運転者が認知した外界状況に応じて判断、操作を行った結果、外界に顕在化するものである。不安全行動の発生要因として認知能力の低下を考えると、顕在化している行動のみならず、運転者がその不安全行動をとった内的な過程について考え、その過程のどの部分に教育を施すかということをはっきりとすることが重要となる。運転者の内的な過程の中で認知能力と運転行動の関係を考えるため、本研究では運転行動過程のモデル化を行う。

2.4.2 運転行動過程のモデル化

木村は、認知過程をハザード知覚・リスク知覚に分け、それぞれの能力を独立に評価し、高齢運転者を認知特性に基づき分類を行っている。さらに、加齢に伴って低下するハザード知覚能力をリスク知覚能力を高めることで補える可能性があることを示している [17]。

そこで、本研究においても認知過程をハザード知覚・リスク知覚の二つに分けて捉えることとする。本研究における運転行動過程のモデルを図 2.1 に示す。

既存研究において、ハザード知覚とリスク知覚の定義が研究者ごとに異なる場合が多い。これは、両知覚過程が運転者の内的な過程であるため、明確な分離ができない事に起因している。そのため、本研究におけるハザード知覚、リスク知覚の定義をここで述べる。

まずハザードとは、事故可能性と関係する全てのものや事象を指す。そしてハザード知覚とは、外界状況に存在するハザードを知覚、認識する過程と定義する。またリスクとは、知覚したハザードの存在する環境において起こりうる事故発生の確率とその事故の重大性の組み合わせと定義し、リスク知覚とは自身が持っている知識・経験に基づいて、知覚・認識したハザードがもつリスクを見積もる過程と定義する。ここで本研究においてはハザード知覚の段階では、外界状況に存在する対象、すなわちハザードのもつハザード性の大小は考えないものとし、知覚した全てのハザードと自身の持つ知識・経験を基に初めてリスクの評価が行われるものとする。

以下にモデルの流れを説明する。

1. 外界状況からハザードを知覚，認識する（ハザード知覚）
2. 認識されたハザードを自身の持つ知識・経験と照らし合わせ，外界状況のもつリスクを見積もる（リスク知覚）
3. 見積もったリスクに応じた行動を選択し（判断），運転操作，確認行動を行う（操作）
4. 運転操作は車両を介して外界状況を変化させ，また確認行動はハザード知覚の入力に影響を与える。

本研究では運転をこの一連の過程の繰り返しとして捉える。

ハザード知覚過程において，運転者はハザードを知覚・認識する。対象を知覚し，認識する事を広い意味で“見える”と表現すると，事故を避けて安全な運転を行う上でこの過程において運転者に求められる能力，即ちハザード知覚能力とは，外界状況中のハザードが“見えるかどうか”に関わる能力だと言える。ハザード知覚能力は有効視野と分割的注意能力が関わり合って構成されている。有効視野範囲に狭窄が生じる事で，モデルにおけるハザード知覚の入力に影響を与え，外界状況に存在するハザードの見落としが起こり，それによって外界状況のもつリスクを正しく見積もれず，その結果不安全な行動を引き起こすと考えられるからである。一方で，分割的注意能力の低下によって有効視野に狭窄が生じるとそれがハザード知覚の入力に影響を与えられられる。さらに，ハザード知覚の過程において，ハザードを知覚し認識する際に認識するハザードが複数存在する場合，同時に複数のハザードを処理する必要があるため，分割的注意能力の低下によってハザードの認識がしきれず，結果として不安全行動を引き起こすとも考えられる。

一方，リスク知覚過程において運転者は，認識したハザードのもつリスクを評価する。運転者がハザードのもつリスクが高いと評価した場合，モデル中の判断の段階においてそのリスクを避ける，もしくは下げる行動が選択され，操作の段階でその行動が実行される。運転者がとった確認行動や操作による車両の挙動の変化により，運転者を取り巻く外界状況が変化し，ハザード知覚への入力に変化，再びリスク知覚過程においてリスクの評価が行われる。この一連の過程がリスクを避ける，もしくは下げるために繰り返されるとすると，この過程の繰り返しにおけるリスク知覚能力とは，ハザード知覚能力の“見えるかどうか”に関係する能力に対し，外界状況を“見ようとするかどうか”に関わる能力だと考えられる。

本論文の題目に示す，認知特性における，“うっかりミス“，“繰り返しミス“は，それぞれハザード知覚力能（外界状況中のハザードがドライバにとって見えるかどうかに関わる能力），リスク知覚能力（外界状況を見ようとするかどうかに関わる能力）に起因するものであると考え，研究を進める。

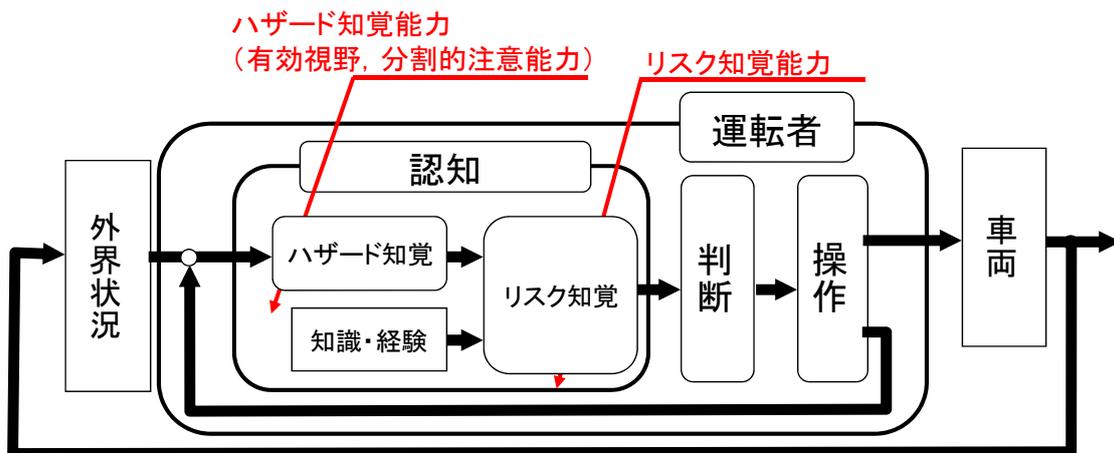


図 2.1 運転行動過程のモデル

2.5 本章のまとめ

本章では、高齢運転者の不安全行動の低減を目指した教育手法を考えるにあたり、既存研究を参考に運転行動過程のモデル化を行った。本研究においては、認知過程をハザード知覚とリスク知覚に分けて考えることとする。このとき、ハザード知覚能力の低下は加齢に伴う身体機能の影響を受けるため、リスク知覚能力の向上を目指した運転教育を考える。

次章では本章で整理したモデルに基づき、高齢運転者の認知特性を把握し、本研究の対象とするハザード知覚能力、リスク知覚能力が共に低い高齢運転者を明らかにする。

第3章

高齢運転者の認知特性の把握

3.1 はじめに

本章では，高齢運転者のリスク知覚能力の向上を目指した教育を考えるにあたり，対象とするハザード知覚能力・リスク知覚能力が共に低い高齢運転者の認知特性を把握する必要がある．本章では，高齢運転者の認知特性を把握するための実験の説明とその結果について述べる．

3.2 評価項目

先行研究 [17] において，加齢に伴うハザード知覚能力の低下をリスク知覚能力の向上によって補える可能性について示されており，本研究ではリスク知覚能力を向上させることで不安全行動の低減を目指す新たな教育手法を提案する．そのため，本研究の対象となる高齢者はハザード知覚能力・リスク知覚能力の両能力が低い高齢運転者となる．そこで，日常的に自動車を運転する高齢運転者を対象に，ハザード知覚能力とリスク知覚能力を把握する実験を行う．

3.3 既存研究における認知特性把握手法

3.3.1 ハザード知覚能力

ハザード知覚に影響を与えると考えられる分割的注意能力と有効視野は互いに密接に関連した能力である．中心視で認知的な処理を行うのと同時に周辺視で他の対象を認知するという点で，有効視野とは分割的注意能力の一例という言い方もできる．ここでは，これら有効視野，分割的注意能力の従来研究における測定方法について述べる．

Owsley, BallらはVisual Attention Analyzerによる有効視野課題によって測定を行っている [7]．この課題は以下に示す 3 つのサブ課題によって，有効視野範囲 (the size of UFOV)，分割的注意能力 (divided attention)，選択的注意能力を測定する．第一課題では処理速度を測定する．ディスプレイ中央の枠内に表示される視覚刺激の弁別課題 (中心課題) であり，課題を遂行できる最短の刺激時間を測定する．第二課題では分割的注意能力を測定する．この課題では，第一課題で行った中心課題に加えてその周辺に現れる視覚刺激の定位 (周辺課題) を同時に行う．周辺課題における刺激の提示位置は全部で 24 箇所 (周辺距離は 10° , 20° , 30° の 3 種類，各周辺距離につき 8 箇所ずつ) あり，ランダムに表示される．第三課題では，第二課題の遂行に加え妨害刺激が周辺課題に混ざって提示され，

正しい周辺刺激の定位能力を測定する。第二課題，第三課題ともに正答率 50%の周辺距離をもって有効視野範囲が決定される。

木村らは，有効視野の測定にあたって，中心条件，周辺条件，二重課題条件の 3 種類の課題を行った [25]。中心課題では RSVP (Rapid Serial Visual Presentation) 刺激 [26] として提示される文字列の中から時々提示される数字を検出する。ここで RSVP 刺激による課題とは，時間的に連続して視覚的に入力される対象の中から異なる特徴をもつターゲットを検出する課題であり，主に視覚情報処理過程の注意もしくは特徴統合の時間的特性を調べるのに用いられる。また周辺課題としては輝度がガウス状に時間変化する円形刺激の検出を行う。周辺刺激の提示位置は水平/垂直 (十字配置)，あるいは斜め方向 (X 字配置) のいずれかであり，それぞれ偏心度の異なる 5 点 (5° , 15° , 25° , 35° , 45°) もしくは 4 点 (5° , 15° , 25° , 35°) としている。中心刺激と周辺刺激の提示に対し，中心条件では周辺刺激を無視して中心課題のみを，周辺条件では中心刺激を無視して周辺課題のみを行うよう教示し，刺激の提示そのものは同一としている。

三浦らは，被験者に様々な道路を運転してもらい，被験者に装着したアイカメラによって，眼球運動を測定，記録した [27]。それと同時に運転車両のフロントガラスの内側に 15 個の小さな豆球を取り付け，そのうちの一つをランダムに点灯させ，被験者に点灯した豆球を見つけたらできるだけ早く音声で応答させた。注視点と標的の距離を周辺距離とし，これを標的に気付いた時点での周辺視野範囲とし，また，標的出現から被験者が反応するまでの検出反応時間も合わせて評価している。

木村らは，被験者に DS を用いて前車に追従してもらいながら，前方にランダムに現れる視標に反応してもらおうという方法を用いている [17]。出現する全視標のうち，どれだけの視標に反応できたかによって，運転中における有効視野を測定している。

3.3.2 リスク知覚能力

小川らは「危険感受度診断テスト TOK」を用いている [21]。このテストでは，日常の運転で頻繁に出くわす交通状況について，運転席からみた前景のビデオ映像を被験者に提示し，その場面のもつ危険性について被験者が評価を行うというテストである。危険性の評価方法に 2 種類あり，1 つは提示された刺激場面全体のもつ危険性を 5 段階で評価させる方式，もう一つは刺激場面内に含まれるハザード対象やハザード事象 4 項目の中から気になった項目を指摘する方式である。前者の評定測度を「危険感受度」，後者を「危険認知度」と呼んでいる。また，刺激場面の提示方式も 2 方式採用しており，1 つは画面の進行がある時点で停止し，その最後の状況が静止画像で 30 秒間提示される「前景停止方式」，もう 1 つは最後の状況の静止画像が 2 秒間だけしか提示されない「前景消失方式」を用いている。評価の方法として，危険感受度については全場面の 5 点尺度の評定値をそのまま合計することで総得点を算出し，一方の危険認知度については，提示場面一つ一つについて気にな

った項目の組み合わせによって0~7点まで得点が配当されており、その合計を総得点として算出する。これらの得点を集計、分析する事で個々の被験者の危険感受性の診断や年齢層別の傾向の議論を行っている。

深沢は、運転者のリスク知覚の過程を評価し、運転者教育に活かすため、「危険度感受性テスト」を開発している。このテストでは、紙面上で運転者に対して2枚のイラストによって運転場面を提示し、意思決定や態度、交通環境の知覚、交通環境への予測・構え、速度評定、安全運転上の知識について質問を行い、運転者が環境を知覚した内容や行おうとしている運転行動について評価している。[28]

國分らはドライバの危険感受性を評価するために交通状況の客観的な危険度（客観的リスク）とその交通状況に対する主観的な危険感（主観的リスク）を評価する必要があるとし、ドライバの主観的リスクを運転操作から推定する方法を提案している[29]。具体的な推定方法としては、ドライバの主観的リスクの高まりを減速意図の強さ（ D ）と操舵意図の強さ（ S ）とし、 D をペダル操作、 S をステアリング角度から数値化することで、走行中のドライバの主観的リスク（ R ）を式（1）のように推定している。

$$R = (D + S)M \quad (1)$$

ただし、ここで M は補正係数と呼び、危険判断以外の要因による操作の主観的リスクへの影響を軽減するものである。この手法による公道走行中の主観的リスクの推定を行い、運転者に走行時の前方風景ビデオの一部を運転後に各被験者に視聴させレバーによって主観的リスクの主観報告を行わせた結果と比較したところ、最大で $r = 0.9$ （ r : 相関係数）程度の相関を示したと報告している。

木村らは、被験者にDS上で市街地コースを走行してもらい、一時停止交差点を通過する際の確認行動に着目し、通過した一時停止交差点数に対して、どれだけの一時停止交差点において確認行動が見られるかによって、運転者のリスク知覚能力を評価している[17]。

3.4 高齢運転者の認知特性把握実験

認知特性を把握するために、木村らが用いた手法[17]を参考に認知特性の評価実験を行った。理由としては、ディスプレイを用いた評価方法や実験参加者の回答に基づいた評価方法では、評価された結果と実運転行動との対応が不明瞭な部分も存在したため、あくまでも運転行動に基づいて評価を行うことが重要だと考えたからである。尚、本実験は東京大学大学院工学系研究科の倫理審査を受け承認されている。対象者には研究内容を説明し、インフォームド・コンセントを得た。

3.4.1 実験装置概要

本研究では運転を模擬した DS を用いて実験を行った。DS を用いる理由は以下の 3 点である。

- 運転という動的過程における認知特性を測るため、
- 協力者間で実験条件をそろえるため
- 実験協力者の安全に配慮するため

実験で使用した DS の外観を図 3.1 に示す。また、DS のシステム構成を図 3.2 に示す。本 DS はドライバの操作量（アクセル、ブレーキ、ステアリング、方向指示器）を計測するセンサ部、センサからの情報を入力として車両挙動を計算する制御部、道路に対する位置情報を元にプロジェクタによってスクリーンに映像を投影するための描画部、ハンドル角、ペダル操作量を基に、車両運動モデル介してシミュレータ本体を回転させるターンテーブルから構成される。ハンドル操作量から計算された車両の実際の回転角度に対し、ターンテーブルと描画はその 1/2 の角度だけ回転する。

3.4.2 計測項目

計測項目としては走行中の視標検出の成否、視線行動を図 3.3 に示す NAC 社製アイマーカーレコーダ EMR9 で記録した。これに加え、操作行動（DS の速度、アクセル、ブレーキ操作量、ステアリング操作量など）も記録した。

3.4.3 実験協力者概要

実験協力者は日常的に自動車を運転する 67 才から 78 才までの高齢者 15 名である。平均年齢は 71.0 才(SD=3.55)実験協力者の属性を表 3.1 に示す。我々がこれまで採取した結果と合わせて示す。本研究で採取したデータは、E16 から E30 としている。



図 3.1 DS の概観

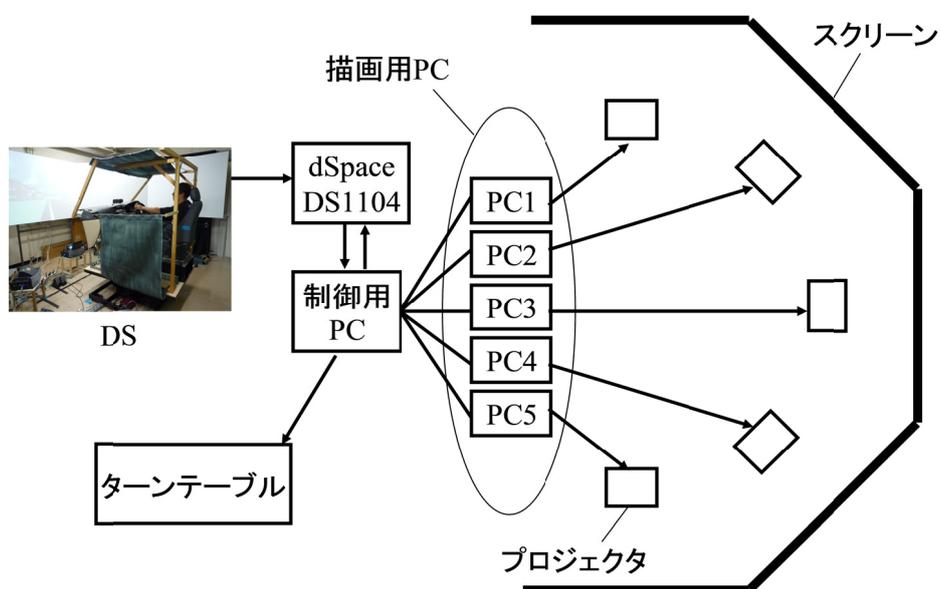
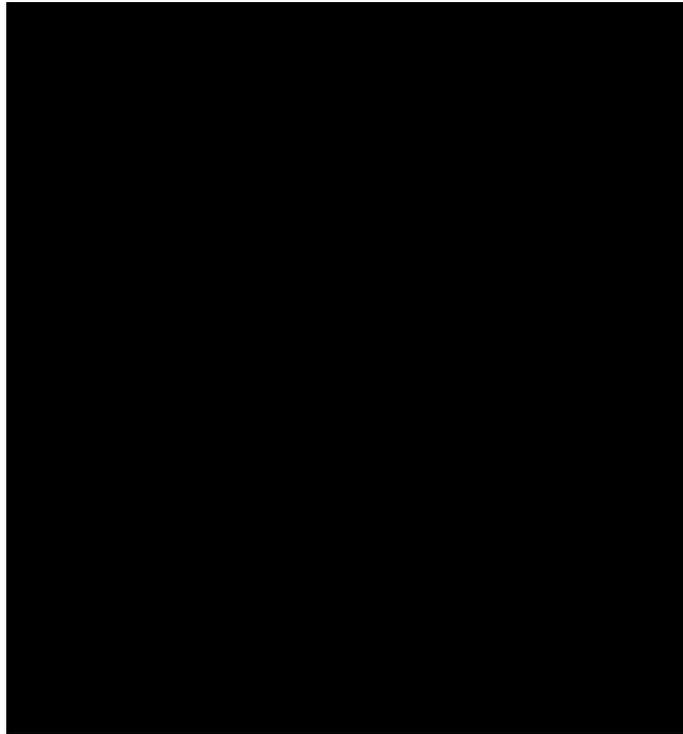


図 3.2 DS の構成



図 3.3 NAC 社製アイマークレコーダ

表 3.1 実験協力者の属性

A large black rectangular redaction box covers the entire content of Table 3.1, which would otherwise list the attributes of the experimental participants.

3.4.4 ハザード知覚能力

本研究におけるハザード知覚能力として、先行研究を基に運転時有効視野を測定した。本研究の目的は、あくまで実車運転時における不安全行動を低減させることにある。そのため、運転時におけるハザード知覚能力を測定することが重要だと考える。また、有効視野は分割的注意能力の一部である見方もでき、ディスプレイを用いた分割的注意能力測定実験の結果とも相関が確認されている [17]。これらを踏まえ、本研究ではハザード知覚能力として、運転時有効視野を測定することとした。

課題説明

走行課題としては、DS 上を前車について走行しながら、ランダムな位置、ランダムなタイミングでコース上に出現する赤い“×”印（以下、視標）に対し、声で応答するという形式をとった。視標の出現位置は水平方向については -45° 、 -30° 、 -15° 、 0° 、 15° 、 30° 、 45° 、垂直方向に関しては DS 上での高さに従い 0.5m、1.5m、2.5m の 3 通りで、 7×3 の計 21 点のうち (0° 、1.5m) の 1 点を除外した 20 点に出現させた。図 3.4 に視標の提示位置を示す。コースは交差点での右左折各 4 回ずつを含む所要時間約 10~15 分のコースを設定した。

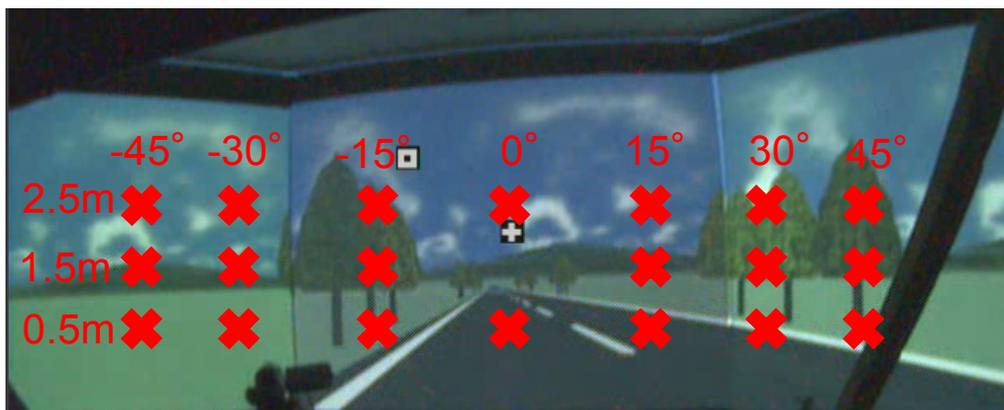


図 3.4 DS における有効視野実験視標提示位置

実験内容

実験参加者にコースを一人につき 2 回走行してもらい、視線行動と操作行動をそれぞれ記録した。

評価方法

2 回のトータル 160 回出現する視標のうち、どれだけ視標に対して反応出来たかを視標検出率として評価を行う。

3.4.5 リスク知覚能力

自動車運転は認知、判断、操作を繰り返し行う動的な過程であり、その動的な過程において運転者が認識したハザードのもつリスクを適切に見積もることができるかどうか重要だと考える。そのため本研究では、ドライビングシミュレータで再現した交通状況における運転者の行動から、運転者のリスク知覚能力の評価を行う。

しかし、運転行動過程のモデルからわかるように、同一の状況に置かれた運転者の行動から運転者のリスク知覚能力を評価するには、リスク知覚の前段階にあたるハザード知覚と運転者固有の知識・経験の影響を受ける。

本研究では、DS 上で再現する外界状況を設定する上でハザード知覚の入力であるハザードの性質に着目した。前述の小川らは、TOK で得られた結果を用い、自動車運転におけるハザードの種類を以下の 3 つに分類している [21]。

- 一般的なハザード：顕在化したハザード（対向車、カーブなど）
- 潜在的なハザード：死角からの出現が予測されるハザード（死角のある交差点など）
- 行動予測が必要なハザード：目に見える他者のうち、次なる行動に危険が予測されるハザード（道路を横断しようとしている自転車など）

そこで、リスク知覚特性の評価のため、ハザード知覚に関わる能力の影響を受けずに、

運転者のリスク知覚の特性を独立して評価できることを要求機能として考え、運転者の目から見えず、出現を予測する必要がある“潜在的ハザード”に対する行動に着目し、リスク知覚特性の評価を試みることにした。また、知識・経験の量によって影響を受けずに評価するため、“一時停止交差点における確認行動”に着目することとした。これは、一時停止交差点において求められる行動は、停止線手前で一旦停止をした後、左右の確認ができる場所まで徐行しながら進入し、交差車両の存在がないことを確認した後、加速する、というように運転の知識・経験の量に関係なく取るべき行動が限定的だからである。但し、本特性実験を行うに際しては、その他の環境条件を追加した。これは設定したシーンに多様性をもたせ、実験協力者から実験者の意図を伏せるためであり、また追加した環境条件による行動の違いを観察するためでもある。実験に用いたコース上のシーンについては 2 パターン作成し、図 3.6 に示す。

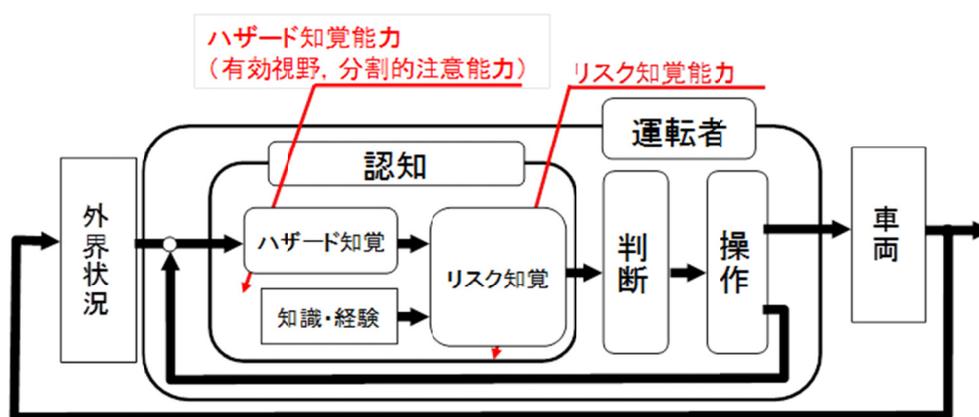


図 3.5 運転行動過程のモデル

課題説明

DS 上に再現したコース①・②を、普通の運転を心がけて運転するように指示した上で実験参加者に走行させ、走行経路は実験者が右折、左折、直進を実験協力者に指示した。

実験内容

実験参加者にコース①を一人につき 2 回（協力者の体調によっては 1 回）、コース②を一人につき 1 回走行してもらい、視線行動と操作行動を記録した。

評価方法

各一時停止交差点を通過する際の確認行動に着目をし、評価を行う。その際に、確認行

動について、確認が全く見られなかった場合を”不確認”，死角に対する確認が部分的にし
 か行われていない場合（例えば左右のいずれかの確認など）や、アクセルを踏み込みなが
 らの確認や死角で見えていない状態での確認を”不完全な確認”，死角がない方向を死角が
 ないタイミングでブレーキを構えた状態で確認が行えている場合を”確認”として扱うこ
 ととする。そして、確認を行った交差点数を通過した一時停止交差点数で除した値を確認
 率として評価を行う。その際に、”確認”が行われた交差点は1,”不確認”が行われた交差
 点は0とし,”不完全な確認”が行われた交差点に関しては、0.5とカウントして評価する
 こととする。

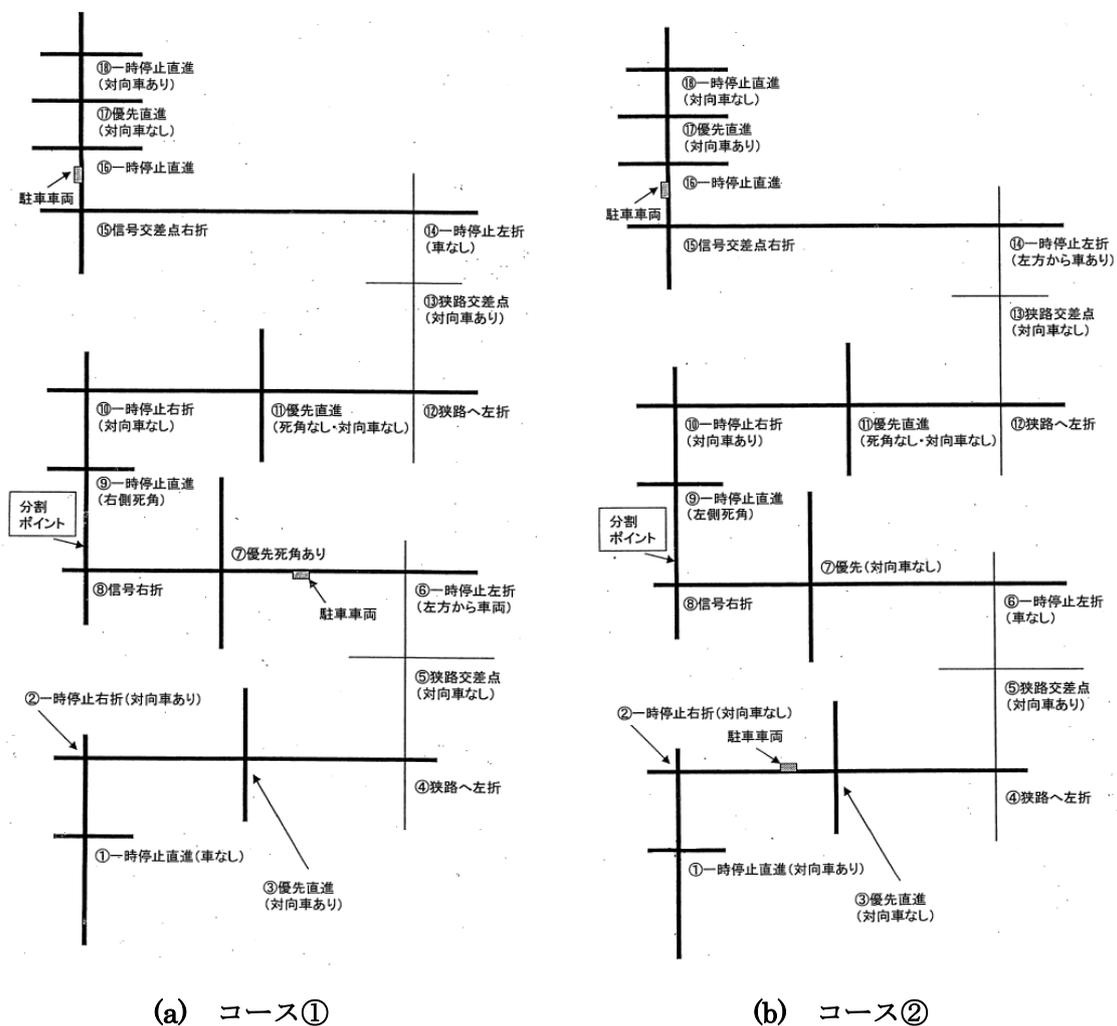


図 3.6 リスク知覚能力把握実験で設定したコース

3.5 認知特性に基づく分類手法

本章では先行研究に基づき，実験協力者の認知特性をハザード知覚能力とリスク知覚能力の 2 つの側面から評価を行った．横軸にハザード知覚能力，縦軸にリスク知覚能力を設定し，さらに実験参加者の中での両能力のそれぞれの平均値を算出し，その値を原点と設定することで実験参加者内の認知特性を図 3.7 に示すように分類している．この分類された特性は，高齢運転者内での比較に基づくものであり，高齢運転者の多くに見られる不安全行動を低減させるには，実環境に近い様々な運転者に対して，運転者全体の中での認知特性を明らかにし，本研究の対象とするハザード知覚能力・リスク知覚能力が共に低い高齢運転者を明らかにする必要がある．

そこで本論文では，無事故経験が少なく一般的知識を豊富にもつ運転指導員と，事故やヒヤリハット経験に乏しいが，無事故経験も少ない準初心運転者の認知特性を把握し，高齢運転者の認知特性と比較を行う．それにより，横軸にハザード知覚能力，縦軸にリスク知覚能力を設定したときの原点の値を設定し，両能力が低い高齢運転者を明らかにする．

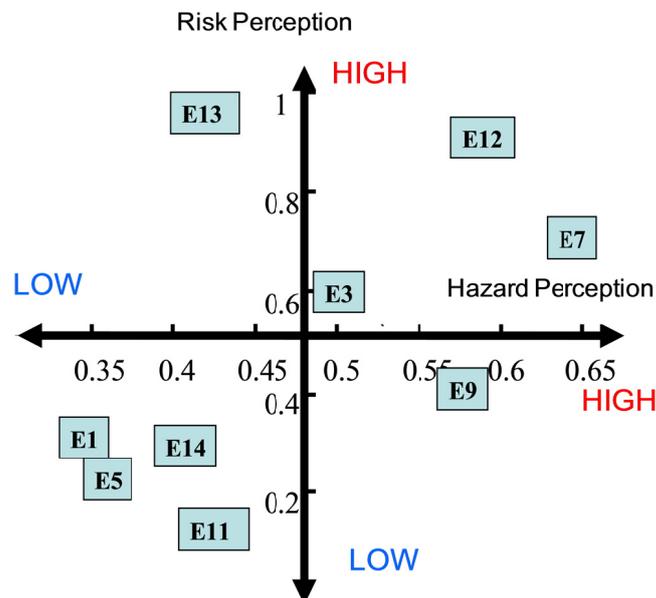


図 3.7 木村らによる高齢運転者の認知特性に応じた分類 [17]

3.6 運転指導員の特性把握実験

運転者全体の中での高齢運転者の認知特性を明らかにすることを目的とし、運転指導員の認知特性を測定した。尚、本実験は東京大学大学院工学系研究科の倫理審査を受け承認されている。対象者には研究内容を説明し、インフォームド・コンセントを得た。

3.6.1 実験協力者概要

実験協力者は、30才～53才の運転指導員9名である。平均年齢は40.4才(SD=6.29)である。実験協力者の属性を表3.2に示す。

表 3.2 実験協力者の属性

	Age/Sex	Driving Experience (years)	Frequency of driving (days per week)	Occupation
P1	42/Male	24	7	Police officer
P2	53/Male	34	7	Police officer
P3	30/Male	14	5	Police officer
P4	40/Male	22	7	Police officer
P5	41/Male	21	7	Driving instructor
P6	45/Male	27	7	Driving instructor
P7	37/Male	21	7	Police officer
P8	39/Female	20	7	Driving instructor
P9	37/Male	21	7	Driving instructor

3.6.2 ハザード知覚能力

3.4.4 節で述べたハザード知覚能力測定の実験を、運転指導員を対象に実施した。

実験結果

実験協力者ごとの視標検出率を図 3.8 に示す。但し、P4 と P6 に関しては、実験装置の不具合があり、十分なデータの取得ができなかったので除外した。平均視標検出率は 0.63 (SD=0.06)であった。高齢運転者の平均視標検出率 0.50 と比較すると、高い値を示していることが分かる。

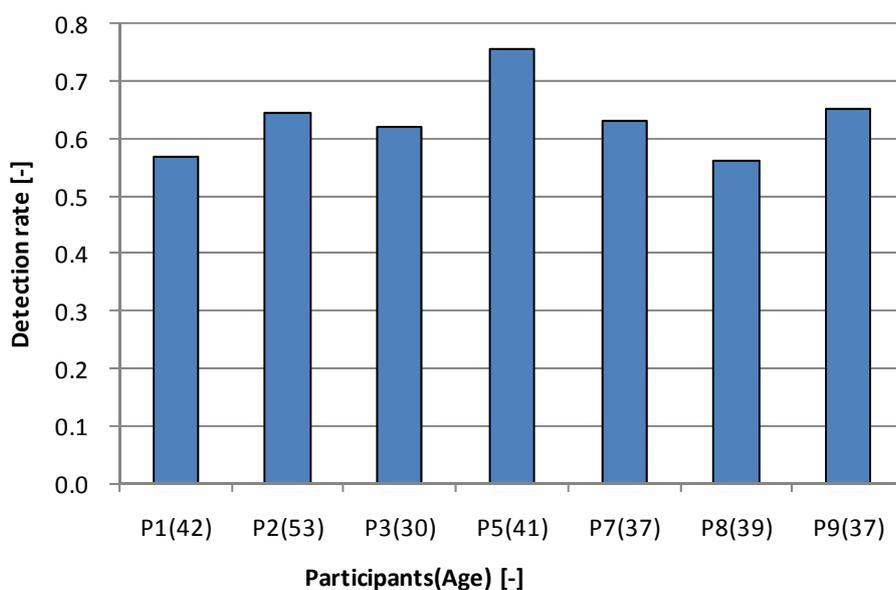


図 3.8 運転指導員の視標検出率

3.6.3 リスク知覚能力

3.4.5 節で述べたリスク知覚能力測定の実験を、運転指導員を対象に実施した。

実験結果

実験協力者ごとの確認状況を図 3.9 に、確認率として数値化したものを図 3.10 に示す。平均確認率は 0.96(SD=0.07)であった。高齢運転者の結果とは異なり、P8 の指導員を除き全ての実験協力者の値が 1 に近い値であることがわかる。

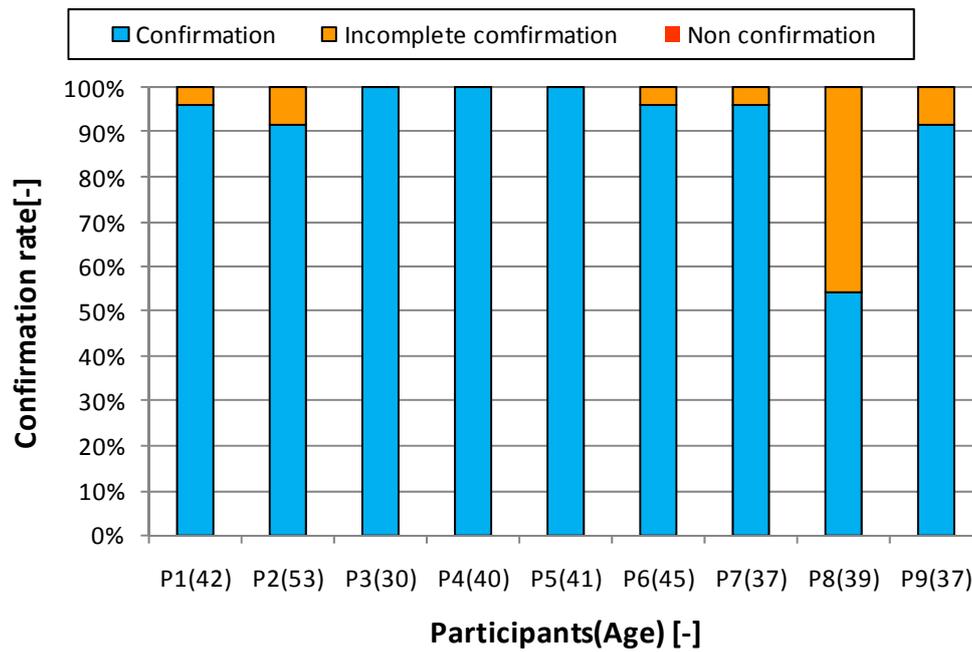


図 3.9 運転指導員の一時停止交差点における確認状況

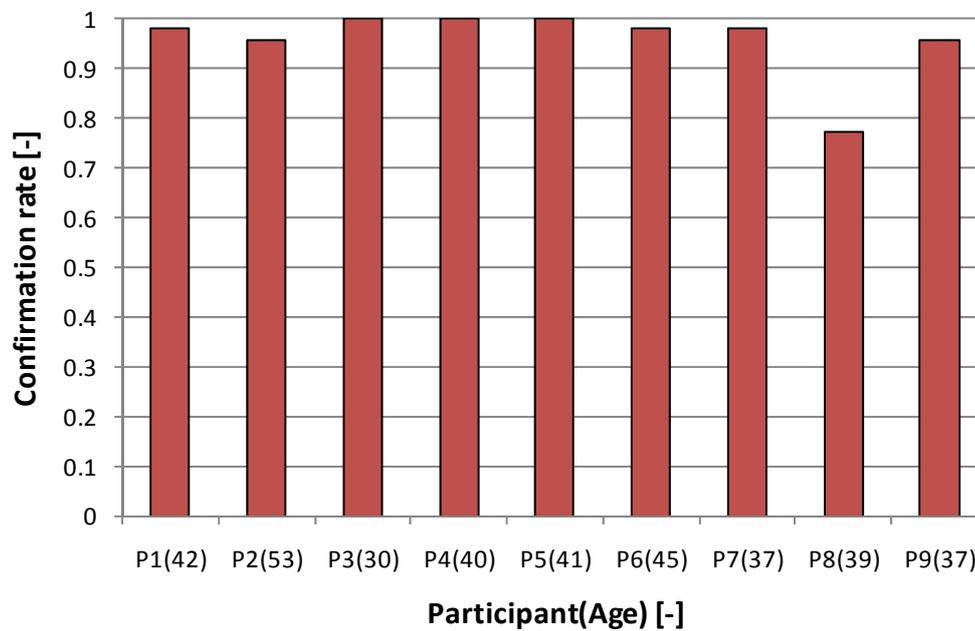


図 3.10 運転指導員の一時停止交差点における確認率

3.7 準初心運転者の特性把握実験

運転者全体の中での高齢運転者の認知特性を明らかにすることをめざし、準初心運転者の認知特性を測定した。尚、本実験は東京大学大学院工学系研究科の倫理審査を受け承認されている。対象者には研究内容を説明し、インフォームド・コンセントを得た。

3.7.1 実験協力者概要

実験協力者は、19才～24才の準初心運転者11名である。平均年齢は21.3才(SD=1.42)である。実験協力者の属性を表3.3に示す。

表 3.3 実験参加者（準初心運転者）の属性

	Age/Sex	Driving Experience (years)	Frequency of driving (days per week)
B1	22/Female	2	0
B2	22/Male	1	0
B3	21/Female	3	0
B4	22/Male	2	0
B5	21/Female	2	0
B6	24/Male	3	0
B7	21/Female	3	0
B8	22/Male	2	0
B10	19/Female	1	0
B11	19/Female	1	0
B12	21/Male	2	0

3.7.2 ハザード知覚能力

3.4.4 で述べたハザード知覚能力測定実験を運転指導員を対象に実施した。

実験結果

実験協力者ごとの視標検出率を図 3.11 に示す。平均視標検出率は 0.64(SD=0.07)であった。高齢運転者の平均視標検出率 0.50 と比較すると高く、運転指導員の平均視標検出率 0.63 と同程度の値が得られ、高齢運転者は加齢の影響により低下する可能性がある。

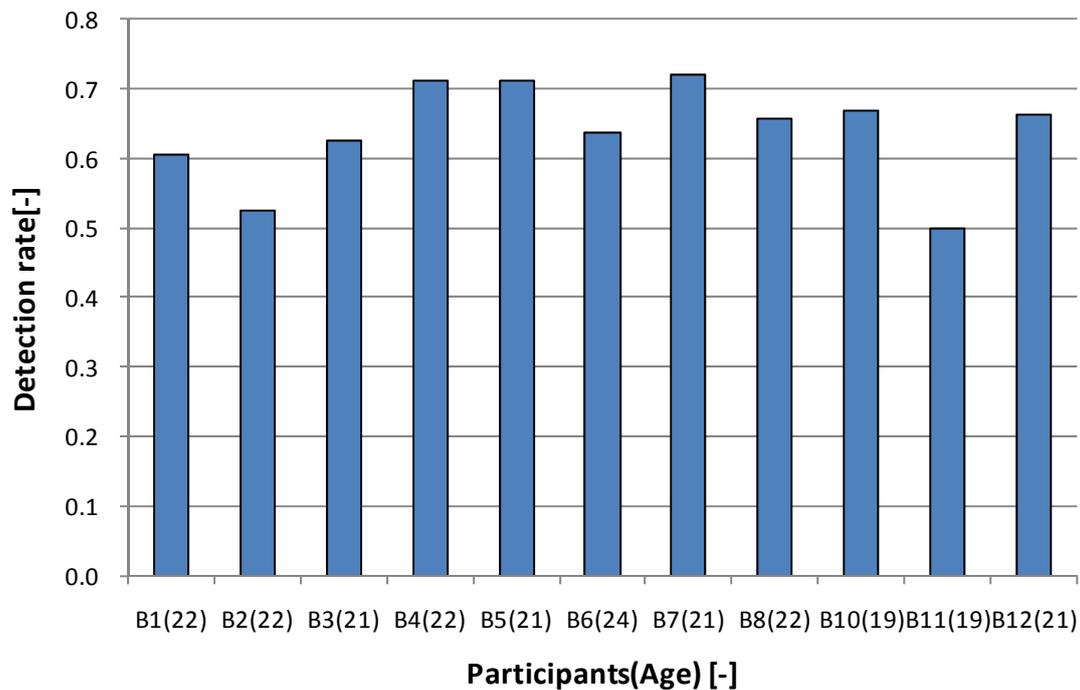


図 3.11 準初心運転者の視標検出率

3.7.3 リスク知覚能力

3.4.5 で述べたリスク知覚能力測定実験を運転指導員を対象に実施した。

実験結果

実験協力者ごとの確認状況を図 3.12 に、確認率として数値化したものを図 3.13 に示す。平均確認率は 0.47 (SD=0.14) であった。高齢運転者の結果ほどではないものの、実験参加者によって個人差が大きいことが分かる。

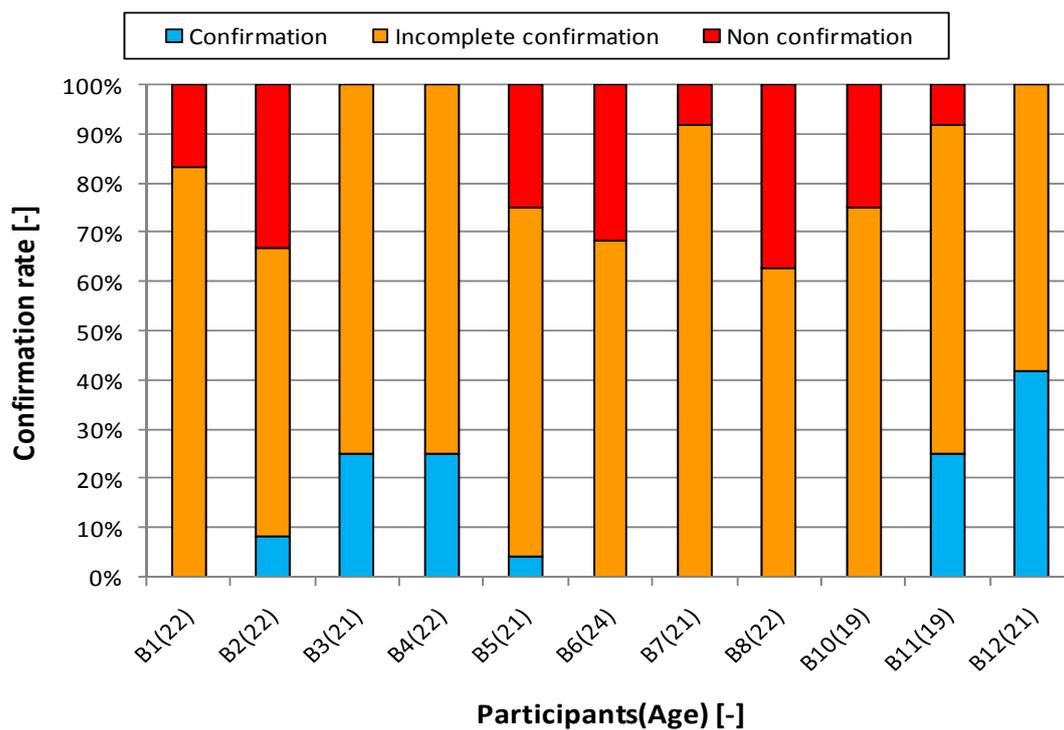


図 3.12 準初心運転者の一時停止交差点における確認状態

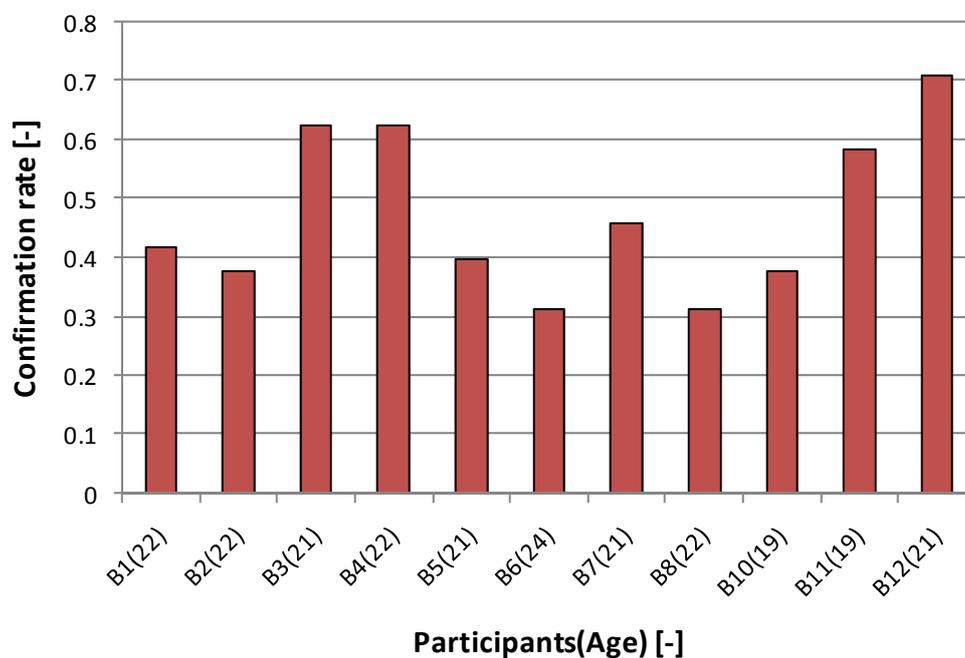


図 3.13 準初心運転者の一時停止交差点における確認率

3.8 認知特性に基づく運転者分類

本章では、全運転者内での高齢運転者の認知特性を考えるため、ハザード知覚能力とリスク知覚能力の2側面から運転指導員、準初心運転者、初心運転者の認知能力を評価した。

3.8.1 認知特性の評価軸の設定

認知特性による分類を行う上で、本研究においてはハザード知覚能力、リスク知覚能力を指標と捉え、軸として設定する。両能力を軸とし、それぞれの能力の高低に基づき運転者を4分類するために、両能力の高低の境界を設定し、原点を定める。

3.8.1.1 ハザード知覚能力

高齢運転者、運転指導員、準初心運転者のハザード知覚能力を測定し、それぞれの結果の平均が、0.50, 0.63, 0.64であるという結果が得られた。平均年齢40.4才の運転指導員の結果と平均年齢21.3才の準初心運転者の結果が同程度であったことから、これら運転者を高齢運転者に対してその他運転者と捉えることとする。その他運転者のハザード知覚能力測定実験の結果の平均は0.64であった。本研究では、実環境では様々な運転者が運転を行っている事実を考慮した上で、高齢運転者の認知特性を明らかにするため、免許保有者の数を考慮に入れることとする。全免許保有者のうち、高齢運転者は6分の1を占める^[34]。そこで、高齢運転者与其他運転者の割合を1:5と定め、今回得られた結果を考慮し、ハザード知覚能力の高低の境界を0.61と定める。

3.8.1.2 リスク知覚能力

高齢運転者、運転指導員、準初心運転者のハザード知覚能力を測定し、それぞれの結果の平均は、0.42(SD=0.28), 0.96(SD=0.07), 0.47(SD=0.14)であるという結果が得られ、この高齢運転者内でのばらつきは非常に大きく、運転指導員のばらつきは小さいことがわかった。また、本実験において、多くの実験参加者が”確認”を行ったつもりになっていることがわかった。以下の理由からリスク知覚能力の高低の境界を0.50と定めた。

- 全ての一時停止交差点で”不十分な確認”を行った際には、確認率は0.5とする。
- 7割以上の運転者が実環境での運転においても”不十分な確認”を行っている^[36]。
- DS上では車両位置により、周辺環境映像が変化するため、体を前のめりにし視点位置を動かすことにより”確認”を行うことが不可能である。そのため、実環境とDSでの確認行動は、一部異なることが考えられる。

3.8.2 認知特性に基づく運転者分類

横軸にハザード知覚能力, 縦軸にリスク知覚能力とし, 前節で定めた軸の境界線を基に, 全実験協力者における認知特性に基づく運転者分類を図 3.14 に示す. E は高齢運転者, P は運転指導員, B は準初心運転者を示す.

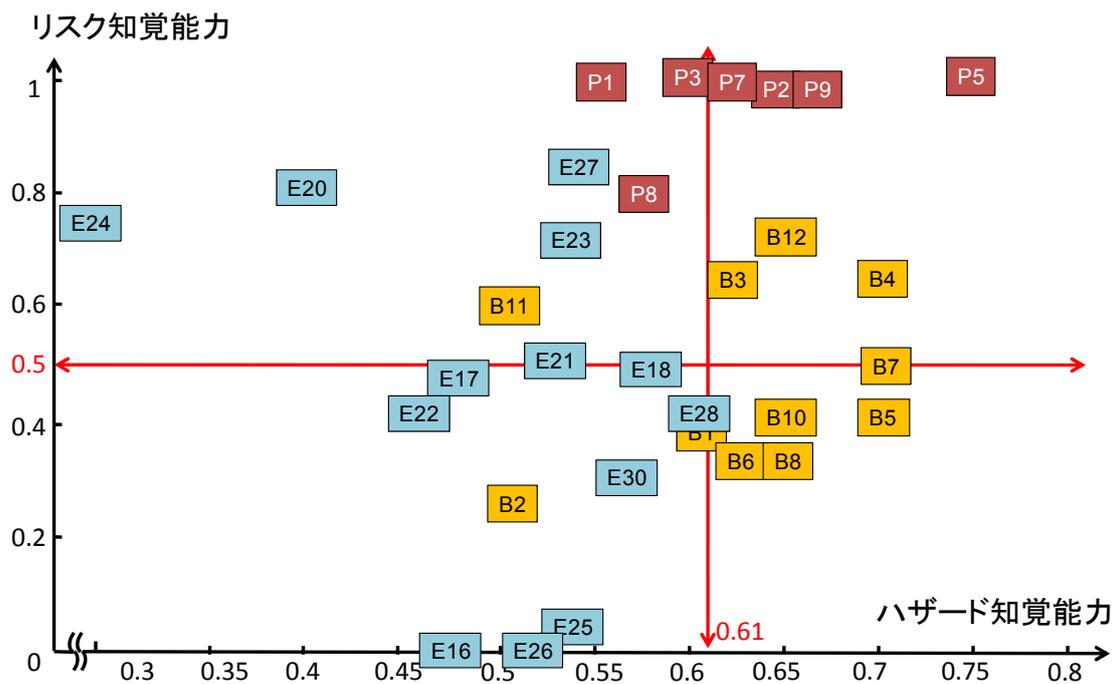


図 3.14 認知特性に基づく運転者分類

この結果から, ハザード知覚能力・リスク知覚能力ともに低い第三象限に位置づけられるのは高齢者に限らず, 準初心運転者の中にも存在することがわかる.

3.8.3 認知特性に基づく高齢運転者分類

本研究の目的はあくまで高齢運転者の不安全行動を低減させることにある。そこで、先行研究で行われた実験協力者と本研究で行った実験協力者を前節で定めた軸の境界線を基に分類し、図 3.15 に示す。

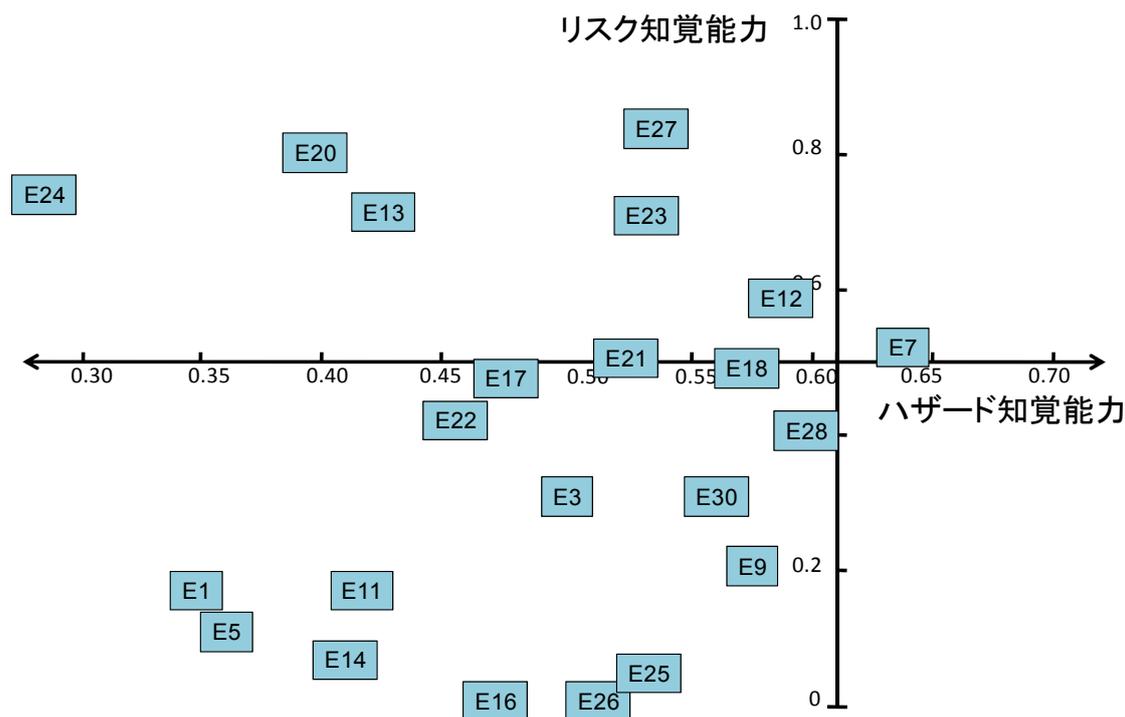


図 3.15 認知特性に基づく高齢運転者分類

図より、多くの高齢運転者がハザード知覚能力・リスク知覚能力ともに低い第三象限に分類されていることがわかる。また、先行研究の木村の実験において、ハザード知覚能力、リスク知覚能力共に低い高齢運転者と分類された E5、ハザード知覚能力が低く、リスク知覚能力が高い高齢運転者だと分類された E13 は、運転者全体で設定した指標においても、それぞれ同じカテゴリに分類されていることがわかった。

3.9 本章のまとめ

本章では、運転時の認知特性を評価するための指標として、ハザード知覚能力、リスク知覚能力を設定し、高齢運転者の特性を明らかにするため、運転指導員、準初心運転者の認知特性を測定、それらの運転者の特性と比較することで、高齢運転者の認知特性を、4属性に分類した。

第4章

高齢運転者の認知特性と運転行動

4.1 はじめに

本章では、ハザード知覚特性、リスク知覚特性から分類される高齢運転者の認知特性と実運転行動の特性を明らかにするため、統一された交通環境である安全運転中央研修所内模擬市街路における、運転行動の傾向について把握する実験を行い、えられた運転行動の特徴と高齢運転者の認知特性の関連性について考察する。

4.2 模擬市街路を用いた走行実験

模擬市街路の全景を図 4.1 に示す。模擬市街路を走行する際、被験者には道路交通法に基づき普段通りに運転すること、他者がコースに進入する可能性があることを教示として与え、同一コースを 3~6 周繰り返して走行を行った。今回分析に利用したデータは、コースに慣熟したと考えられ、かつ全員分のデータがある 3 周目の走行である。

分析対象とした交差点を図 4.2 に示す。確認行動が明示的に求められ、ドライバーの左右確認の状況を動画で判別しやすいことから、一時停止交差点非優先側を直進する場面を設定した。また、安全確認を完了できる位置が物理的に定めることから、左右に死角のある交差点とした。

確認行動の評価指標については、車両速度と視線移動に注目した。交差点における出会い頭事故を起こさないためには、交差道路の左右の安全を確認しながら交差点を通過する必要がある、安全が確認できるまではいつでも停止可能な車両速度で進行する必要があるからである。

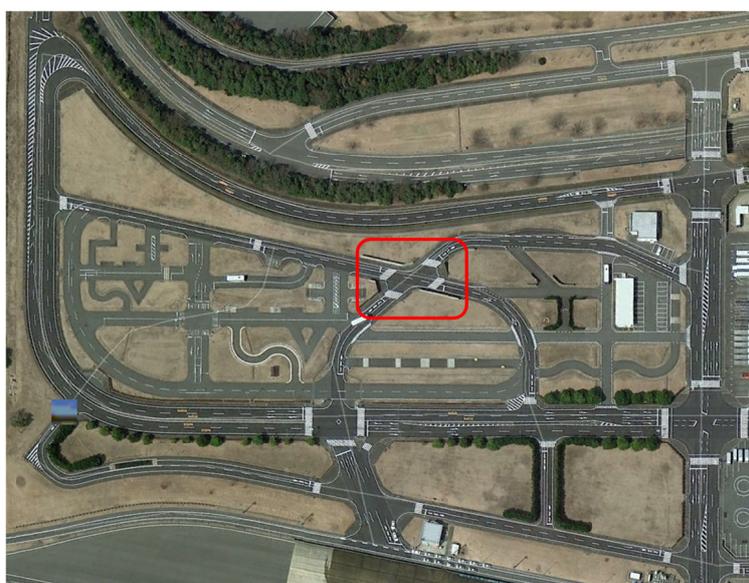


図 4.1 模擬市街路（安全運転中央研修所）

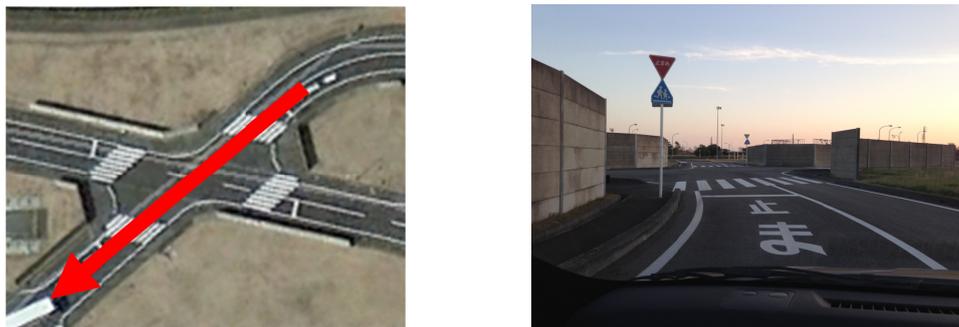


図 4.2 分析対象場面（左右に死角のある一時停止交差点非優先側を直進）

4.3 一時停止交差点における規範行動の策定

4.3.1 規範行動ドライバの設定

高齢者の運転行動を評価するにあたり，安全な運転行動の基準を定める必要がある。

道路交通法を基準として運転行動を評価することが考えられるが，例えば一時停止交差点の通過において，一時停止の有無，安全確認の有無といった，道路交通法に基づく行動の有無を評価することはできるものの，事故を起こさないための車両速度の推移，視線移動のタイミングといった，行動における程度の評価はできない。

そこで，事故を起こさない運転を行っているドライバの行動を基準にすることとした。事故歴のないドライバを基準とすることも考えられるが，事故の発生には道路交通量や交通への暴露量といったドライバの運転以外の要素も関わり，不安全な運転をしても事故には至らないこともある。そのため，事故の発生要因などに関する知識を持った上で安全な運転を行っていると考えられる，運転指導員の運転を基準とする。ただし，運転行動には個人差があるため，複数名の運転指導員に共通する運転行動の特徴を捉え，運転行動の基準を定める。対象とした運転指導員は表 4.1 に示す 6 名である

表 4.1 分析対象の運転指導員

ID	年齢/性別	運転経歴 [年]	運転頻度 [日/週]
HP1	43/男	25	7
HP2	33/男	17	7
HP3	43/男	25	7
HP4	39/女	20	7
HP5	41/男	23	7
HP6	36/男	17	7

4.3.2 運転指導員の運転行動

グラフの見方と分析条件

交通環境からの情報を取る確認行動とリスクの程度を表す速度を注目する運転行動を示す状態量と考え、評価した。そのため、以下では、横軸を一時停止線の位置を 0m とした距離、左の横軸を車両速度、右の縦軸を首振り方向（左方向が-1, 直進方向が 0, 右方向が 1）としている。横軸の 12m にある縦棒は、左右ともに死角が消失する位置を示している。死角が消失する地点とは、図 4.3 のようにドライバーから見て、道路環境における死角による交差道路の遮蔽が無くなる地点を指す。アイマークレコーダを用いて視線移動を計測したが、日光の影響などにより計測できていない部分があるため、動画をもとに判定した首振りを視線移動に代わって示した。アイマークレコーダで計測できた視線移動の方向と首振りの方向を比較したところ、両者が逆方向となっているデータはなかった。そのため、ここでは、首の振り始めから振り終わりまでを首振りとして判定した。なお、徐行速度は 10km/h 以下とし、いつでも停止できる速度としている。

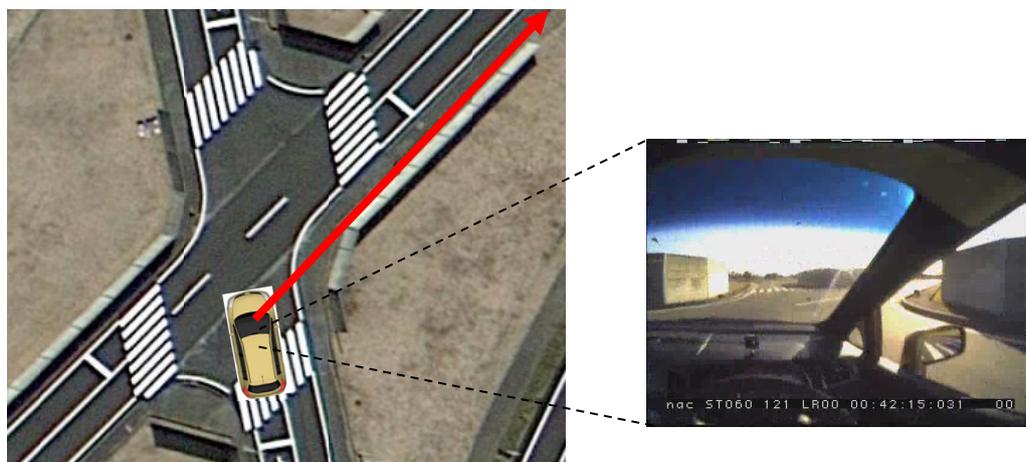


図 4.3 死角が消失する地点とドライバーからの見え方（右方向）

各運転指導員の運転行動

・ HP1

HP1 の車両速度と首振り方向の推移を図 4.4 に示す。

首振りによる確認として、一時停止後に左右の死角から飛出しがないことを確認し、左右の死角に接近してくる他者がいないことを確認しながら交差点を進行していた。確認を行った距離は、左右で比較すると右方向に対して確認を行っていた距離が長い。この時の車両速度の設定として、一時停止線の位置で完全に停止した後、死角に対する確認を終えるまでは徐行速度以下で交差点を進行し、その確認を終えてから交差点を退出するための加速を開始していた。

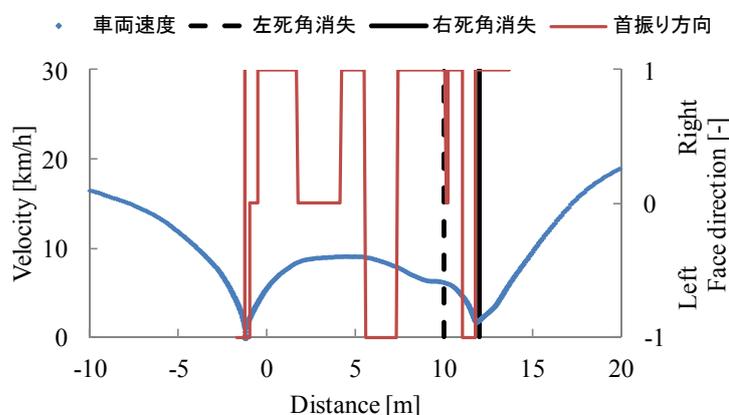


図 4.4 HP1 の車両速度・首振り方向推移

・ HP2

HP2 の車両速度と首振り方向の推移を図 4.5 に示す。

首振りによる確認として、一時停止後に左右の死角から飛出しがないことを確認し、左右の死角に接近してくる他者がいないことを確認しながら交差点を進行していた。確認を行った距離は、左右でほぼ同程度である。この時の車両速度の設定として、一時停止線の位置で完全に停止していなかったものの、死角に対する確認を終えるまでは徐行速度以下で交差点を進行し、その確認を終えてから交差点を退出するための加速を開始していた。

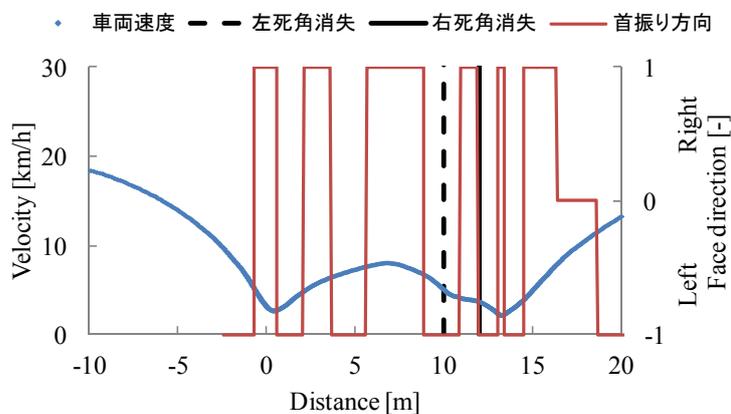


図 4.5 HP2 の車両速度・首振り方向推移

・ HP3

HP3 の車両速度と首振り方向の推移を図 4.6 に示す。

首振りによる確認として、一時停止後に左右の死角から飛出しがないことを確認し、左右の死角に接近してくる他者がいないことを確認しながら交差点を進行していた。確認を行った距離は、左右で比較すると左方向に対して確認を行っていた距離が長い。この時の車両速度の設定として、一時停止線の位置で完全に停止し、死角に対する確認を終えるまでは徐行速度以下で交差点を進行し、その確認を終えてから交差点を退出するための加速を開始していた。

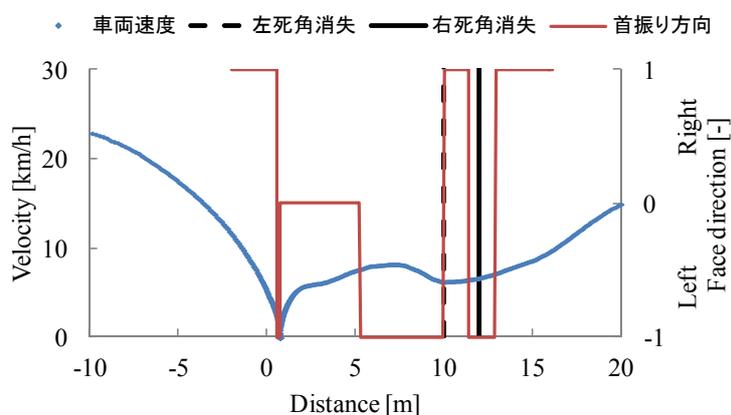


図 4.6 HP3 の車両速度・首振り方向推移

・ HP4

HP4 の車両速度と首振り方向の推移を図 4.7 に示す。

首振りによる確認として、一時停止後に左右の死角から飛出しがないことを確認し、左右の死角に接近してくる他者がいないことを確認しながら交差点を進行していた。確認を行った距離は、左右で比較すると左方向に対して確認を行っていた距離が長い。この時の車両速度の設定として、一時停止線の位置で完全に停止し、死角に対する確認を終えるまでは徐行速度以下で交差点を進行していた。ただし、右の死角に対する確認を終える前に、交差点を退出するための加速を開始していた。

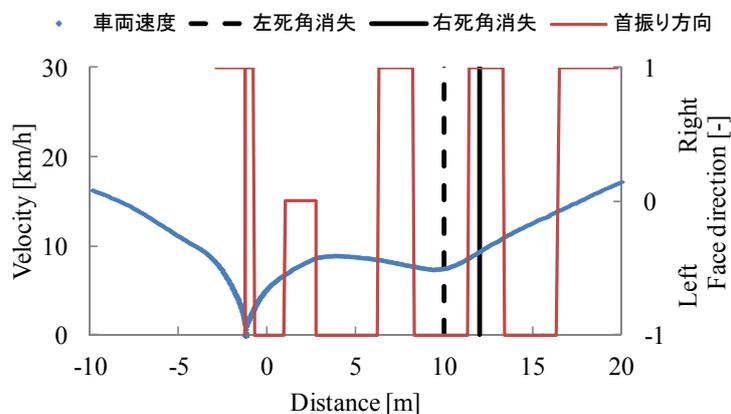


図 4.7 HP4 の車両速度・首振り方向推移

・ HP5

HP5 の車両速度と首振り方向の推移を図 4.8 に示す。

首振りによる確認として、一時停止後に左右の死角から飛出しがないことを確認し、左右の死角に接近してくる他者がいないことを確認しながら交差点を進行していた。確認を行った距離は、左右で比較すると左方向に対して確認を行っていた距離が長い。この時の車両速度の設定として、一時停止線の位置で完全に停止していた。死角に対する確認の途中で徐行速度を超過していたものの、その確認を終えてから交差点を退出するための加速を開始していた。

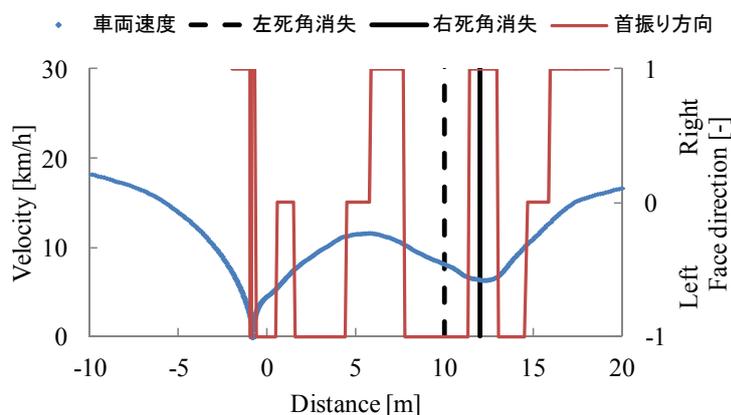


図 4.8 HP5 の車両速度・首振り方向推移

・ HP6

HP6 の車両速度と首振り方向の推移を図 4.9 に示す。

首振りによる確認として、一時停止後に左右の死角から飛出しがないことを確認し、左右の死角に接近してくる他者がいないことを確認しながら交差点を進行していた。確認を行った距離は、左右で比較すると、右方向に対して確認を行っていた距離が長い。この時の車両速度の設定として、一時停止線の位置で完全に停止していた。死角に対する確認の途中で徐行速度を超過していたものの、その確認を終えてから交差点を退出するための加速を開始していた。

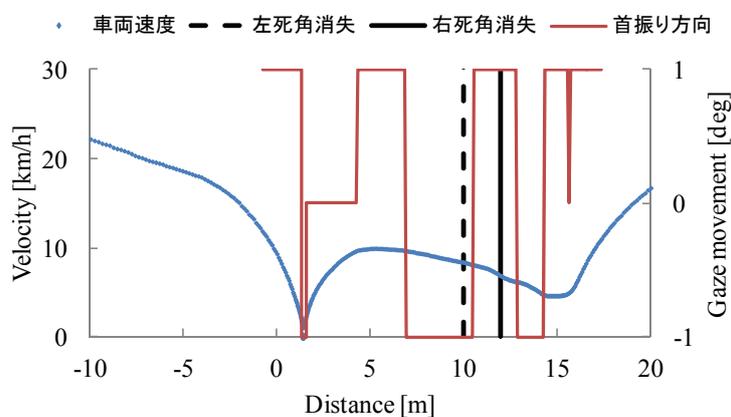


図 4.9 HP6 の車両速度・首振り方向推移

基準とする運転行動とその評価項目

運転行動評価の基準とする安全な運転行動を定めるため、運転指導員 6 名の運転行動を分析した。まず、首振りによる確認として、6 名とも一時停止後に左右の死角から飛出しがないことを確認し、左右の死角に接近してくる他者がいないことを確認しながら交差点を進行していた。右方向に対する確認を行った距離と左方向に対する確認を行った距離の比や、左右を確認するタイミングは被験者ごとに個人差があり、共通性は見られなかった。6 名ともに共通しているのは、左右どちらかの確認に集中せず、複数回左右に首を振りながら確認を行っている点である。

次に、このときの車両速度の設定として、HP2 を除く 5 名は、一時停止線の位置で完全に停止していた。交差点進行時、HP5 を除く 5 名は、死角に対する確認を終えるまで徐行速度以下であった。そして、HP4 を除く 5 名は、その確認を終えてから交差点を退出するための加速を開始していた。

以上のような運転行動の特徴を図 4.10 に模式的に示す。出会い頭事故を起こさないため、交差点道路の左右を確認しながら交差点を通過しており、死角に他者がいないことを確認するまで、いつでも停止可能な車両速度を設定し、進行していると考えられ、運転行動を分析する上での基準とする。ここで、こうした運転行動をとるためには一時停止交差点であることを認識している必要があるが、実験において運転指導員は同一のコースを複数回走行しており、一時停止交差点であることを事前に知っていた。

以上のような運転行動を行っているか評価するための項目として、

- 確認の対象：一時停止交差点、死角からの飛出し、死角の対象物
- 車両速度設定の行動：一時停止の有無、進行時の車両速度、加速のタイミングと定めた。

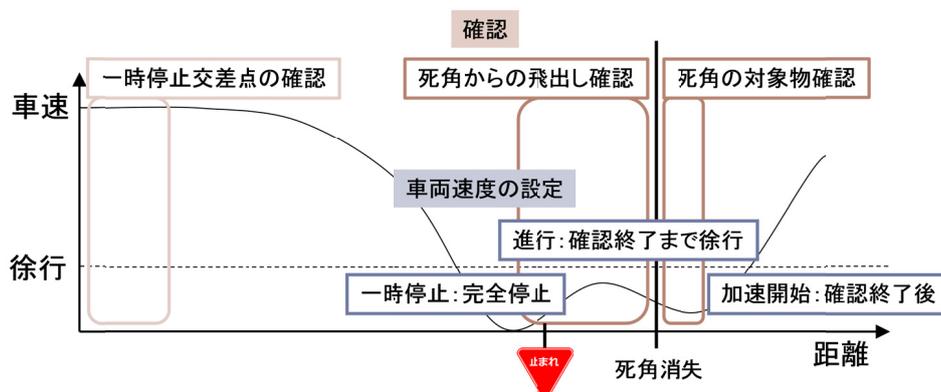


図 4.10 死角のある一時停止交差点における運転行動の基準

4.4 高齢運転者の運転行動

4.4.1 分析対象の高齢者

分析対象とした高齢者は表 4.2 の 6 名であり、各被験者のハザード知覚能力、リスク知覚能力の特性を図 4.11 に示す。

表 4.2 分析対象の被験者（高齢者）

ID	年齢/性別	運転経歴 [年]	運転頻度 [日/週]
HE1	76/男	57	7
HE2	75/男	40	7
HE4	73/男	49	7
HE7	76/男	52	7
HE9	77/男	42	7
HE10	75/男	45	7

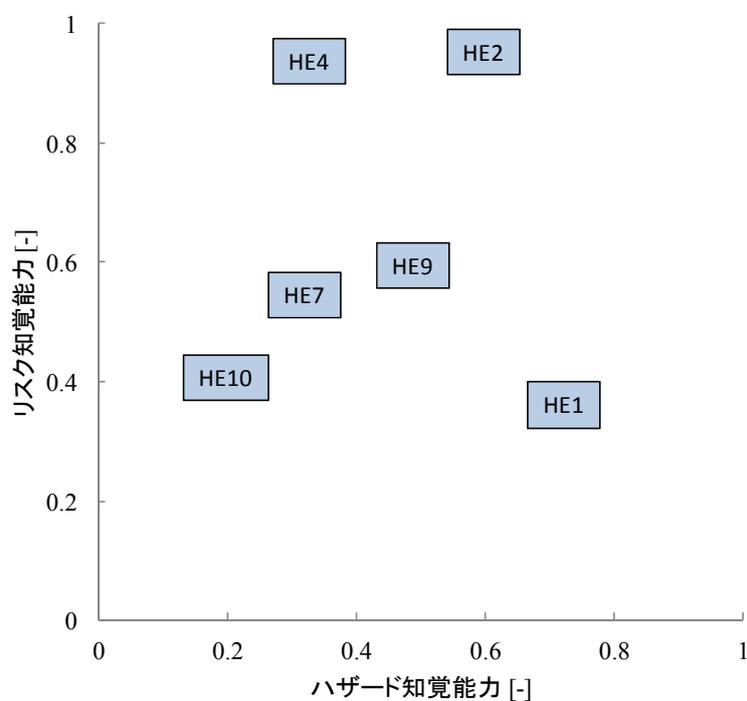


図 4.11 ハザード知覚能力とリスク知覚能力における認知特性分布

4.4.2 各ドライバの運転行動

グラフの見方

以下に示すグラフは、横軸を一時停止線の位置を 0m とした距離、左の縦軸を車両速度、右の縦軸を首振り方向（左方向が-1、直進方向が 0、右方向が 1）として示している。横軸の 12m にある縦棒は、左右ともに死角が消失する位置を示している。首振り方向と判定したのは、首の振り始めから振り終わりまでである。

各高齢運転者の運転行動

・ HE1

HE1 はハザード知覚能力が比較的高い一方、リスク知覚能力は比較的低い被験者であり、車両速度と首振り方向の推移を図 4.12 に示す。

首振りによる確認として、死角からの飛出し確認は、左右ともに行っている。死角の対象物に対する確認は、右方向に対して死角が消失するまでに行っているが、左方向に対しては死角が消失する前に確認を終了している。確認を行った距離を左右方向で比較すると、右方向に対して確認を行っていた距離が短く、左方向に注意が偏っていた可能性がある。

この時の車両速度の設定として、一時停止線の位置における停止は完全でなく、死角に対する確認を行いながら加速し、徐行速度を超過、そのまま交差点を退出している。

一時停止と安全確認が必要であることは理解しているものの、死角に対するリスクの積みもりが不十分であったと考えられる。左方向の確認に集中した理由として、歩行者や自転車に注意したことが考えられる。

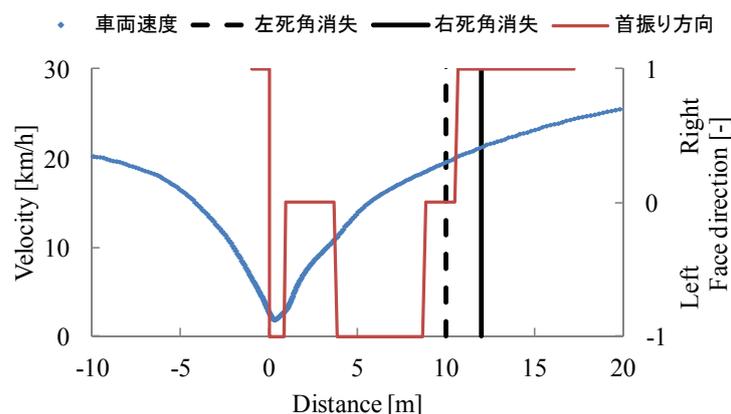


図 4.12 HE1 の車両速度・首振り方向推移

・ HE2

HE2 はリスク知覚能力がほぼ最高値の被験者であり、車両速度と首振り方向の推移を図 4.13 に示す。

首振りによる確認として、死角からの飛出し確認は、左右ともに行っている。死角の対象物に対する確認は、右方向に対して死角が消失するまで行っているが、左方向に対しては、死角が消失する前に確認を終了している。確認を行った距離は左右で同程度であり、複数回左右に首を振りながら確認を行っている。

この時の車両速度の設定として、一時停止線の位置で完全に停止していた。死角に対する確認の途中までは徐行速度以下で交差点を進行していたものの、死角に対する確認を終える前に、交差点を退出するための加速を開始していた。

交差点を退出するための加速のタイミングは速かったものの、左右の死角に対して何度も首を振り確認を行い、確認の最中は徐行速度以下で進行していたことから、死角に対するリスクの見積もりはできていたと考えられる。

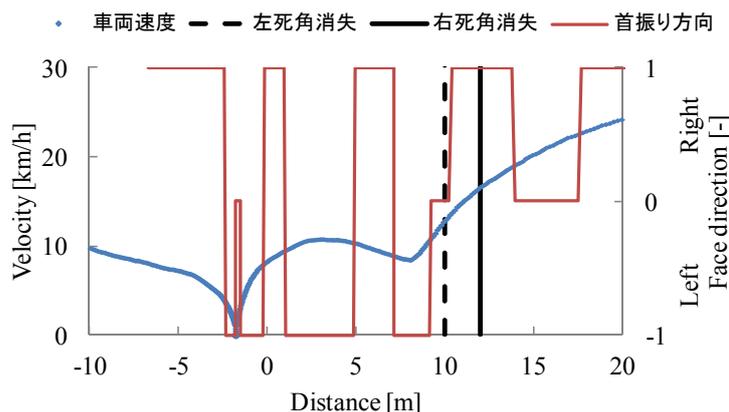


図 4.13 HE2 の車両速度・首振り方向推移

・ HE4

HE4 はハザード知覚能力が比較的低い一方、リスク知覚能力がほぼ最高値の被験者であり、車両速度と首振り方向の推移を図 4.14 に示す。

首振りによる確認として、死角からの飛出し確認は、左右ともに行っている。死角の対象物に対する確認は、左右とも死角が消失するまで行っているが、左方向に対しては確認のタイミングが遅れている。確認を行った距離は左右とも短く、直進方向を向いている距離が長かった。

この時の車両速度の設定として、一時停止線の位置で完全に停止した後、死角に対する確認を終えるまでは徐行速度以下で交差点を進行し、その確認を終えてから交差点を退出するための加速を開始していた。

確認を行った距離は左右ともに短いですが、動画を再分析したところ、首振りを行わず直進

方向を向いている際、直進先にある死角に対して確認を行っていることがわかり、常に先々のリスクを見積もる方策をとっている可能性がある。また、確認の最中は徐行速度以下で進行していたことから、死角に対するリスクの見積もりはできていたと考えられる。

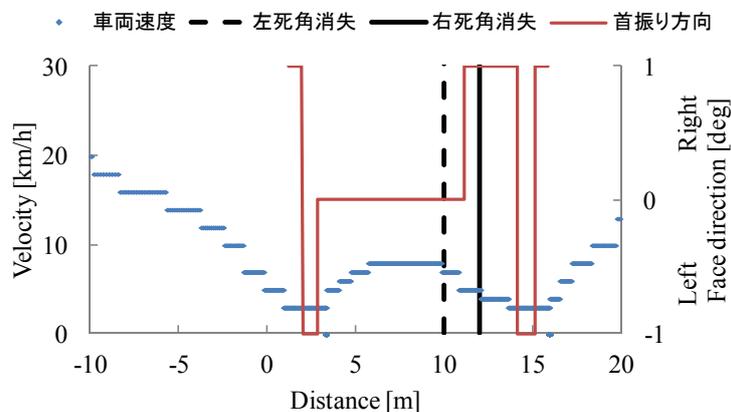


図 4.14 HE4 の車両速度・首振り方向推移

・ HE7

HE7 はハザード知覚能力、リスク知覚能力ともに 6 名の平均程度の被験者であり、車両速度と首振り方向の推移を図 4.15 に示す。

首振りによる確認として、死角からの飛出し確認は、左右ともに行っている。死角の対象物に対する確認は、右方向に対して死角が消失するまで行っているが、左方向に対しては死角が消失する前に確認を終了している。確認を行った距離を左右方向で比較すると、右方向に対して確認を行っていた距離が長い。この時の車両速度の設定として、停止は完全でなく、さらに一時停止の位置を 5m ほど超えている。死角に対する確認の最中は徐行速度以下であるが、徐々に加速しており、そのまま交差点を退出している。

一時停止と安全確認が必要であることは理解しているものの、死角に対するリスクの見積もりが不十分であったと考えられる。左方向よりも右方向の確認を行っていた距離が長い理由として、右方交差車両に注意したことが考えられる。

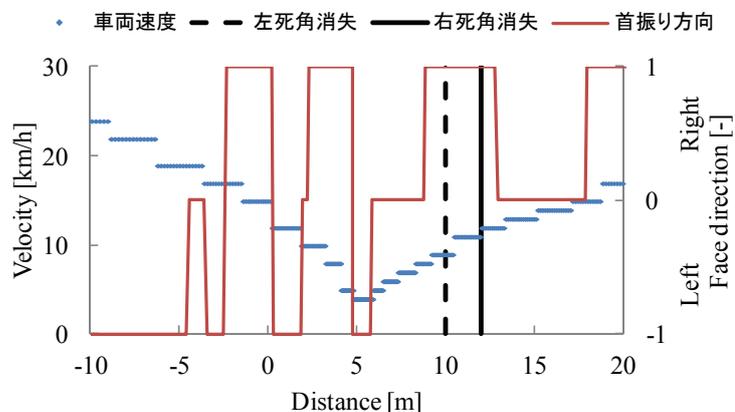


図 4.15 HE7 の車両速度・首振り方向推移

・ HE9

HE9 はハザード知覚能力、リスク知覚能力ともに 6 名の平均程度の被験者であり、車両速度と首振り方向の推移を図 4.16 に示す。

首振りによる確認として、死角からの飛出し確認は、左右ともに行っている。死角の対象物に対する確認も、左右ともに死角が消失するまで行っている。確認を行った距離は左右で同程度であり、左右どちらかの確認に集中せず、複数回左右に首を振りながら確認を行っている。

この時の車両速度の設定として、一時停止線の位置で完全に停止していなかったものの、死角に対する確認を終えるまでは徐行速度以下で交差点を進行していた。ただし、右の死角に対する確認を終える前に、交差点を退出するための加速を開始していた。

交差点を退出するための加速のタイミングは速かったものの、左右の死角に対して何度も首を振り確認を行い、確認の最中は徐行速度以下で進行していたことから、死角に対するリスクの見積もりはできていたと考えられる。

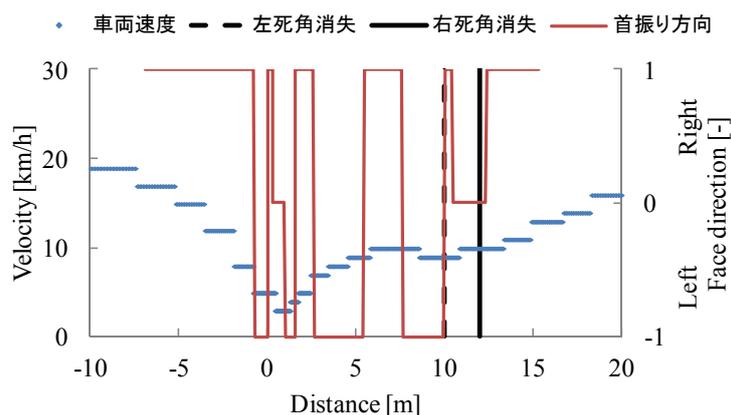


図 4.16 HE9 の車両速度・首振り方向推移

・ HE10

HE10 はハザード知覚能力、リスク知覚能力ともに比較的低い被験者であり、車両速度と首振り方向の推移を図 4.17 に示す。

首振りによる確認として、死角からの飛出し確認は、左右ともに行っている。死角の対象物に対する確認は、左右ともに死角が消失する前に終了している。確認を行った距離を左右ともに短い。

この時の車両速度の設定として、一時停止線の位置における停止は完全でなく、死角に対する確認を行いながら加速して徐行速度を超過しており、そのまま交差点を退出している。

一時停止と安全確認が必要であることは理解しているものの、死角に対するリスクの見積もりが不十分であったと考えられる。

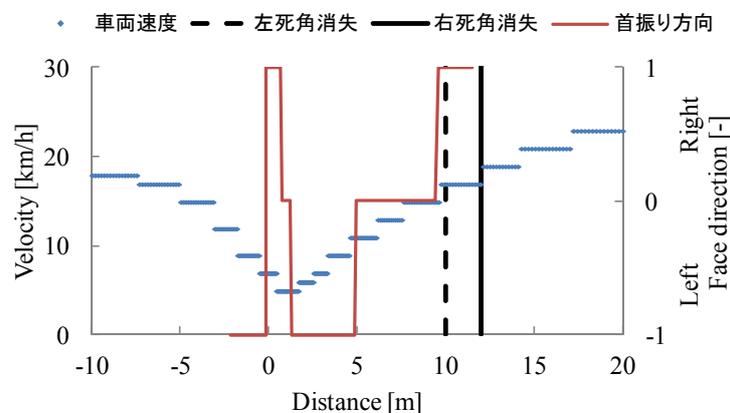


図 4.17 HE10 の車両速度・首振り方向推移

4.4.3 ハザード・リスク知覚能力と確認行動の関連

分析対象とした6名とも、死角からの飛出し確認は左右ともに行い、一時停止線付近で最低速度となっていたことから、死角の有る一時停止交差点における一時停止と安全確認が必要であることは理解していると考えられる。

死角の対象物に対する確認については、確認のタイミングなど、個人ごとのばらつきが大きく、ハザード・リスク知覚能力において共通する特徴は見られなかった。HE4とHE9が左右ともに死角が消失するまで行っていたが、他の被験者は特に左方向の死角が消失する前に確認を終了していた。今回対象場面とした交差点の形状は直角交差ではなく、左方向の確認を行うためには右方向よりも大きく首を振る必要がある。このことから、ハザード・リスク知覚能力に関わらず、見にくい方向に対する確認は疎かになりやすい可能性があると言える。

これまで研究室で採取した高齢者のデータも含め、今回採取した高齢運転者の認知特性とあわせて図4.18に示す(参考値として運転指導員のデータものせる)。リスク知覚能力がほぼ最高値であるHE2とHE4の2名と、リスク知覚能力が比較的低い被験者であるHE1とHE10の2名では、それぞれ特に車両速度の設定に共通性が見られた。

HE2とHE4は一時停止線の位置で完全に停止しており、死角に対する確認の最中は徐行速度以下で交差点を進行していた。一方、HE1とHE10は一時停止線の位置で完全に停止せず、死角に対する確認を行いながら加速し、車体速度は徐行速度を超えていた。

HE1とHE10と比較し、リスク知覚能力が若干高いHE7とHE9は、一時停止線の位置で完全に停止しないものの、死角に対する確認の最中は徐行速度以下で交差点を進行するという、両者の特徴を有していた。

リスク知覚能力が高い高齢者と低い高齢者、それぞれに共通して見られた車両速度設定

における特徴を図 4.19, 図 4.20 に模式的に示す. リスク知覚能力が高い高齢者の車両速度設定は, 運転指導員のものと同様の特徴が見られる. 以上より, 死角に対するリスクの見積もりが車両速度の設定に表れると考えられる.

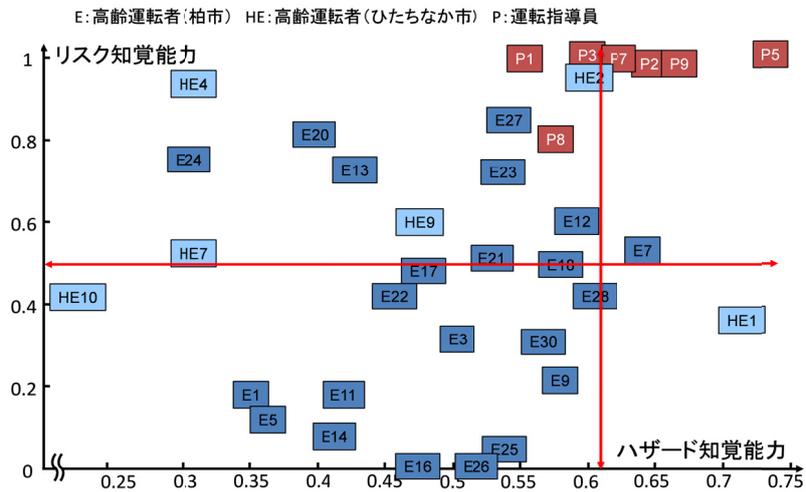


図 4.18 各運転者の運転時の認知特性

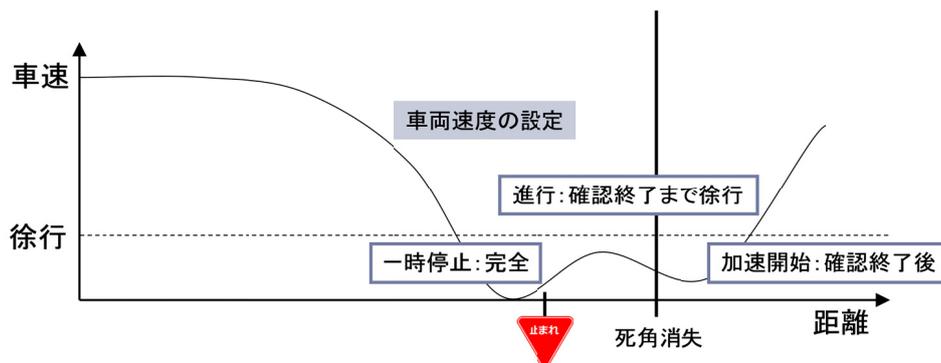


図 4.19 リスク知覚能力が高い高齢者の確認行動における車両速度設定

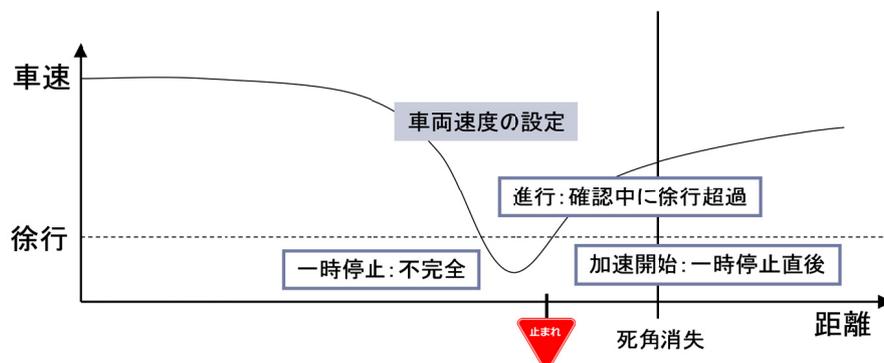


図 4.20 リスク知覚能力が低い高齢者の確認行動における車両速度設定

4.5 本章のまとめ

本章では、ハザード知覚能力とリスク知覚能力から分類される高齢運転者の認知特性と実運転行動の特性の関連性を明らかにするため、高齢者の運転行動を評価するための指標として、運転指導員の運転行動の特徴から、模擬市街路における運転時の確認行動と車両速度設定の行動に注目し、以下の項目を設定した。

- 確認の対象：一時停止交差点，死角からの飛出し，死角の対象物
- 車両速度設定の行動：一時停止の有無，進行時の車両速度，加速のタイミン

設定した評価項目に基づき、高齢運転者の運転行動分析を行った結果、一時停止交差点における一時停止と安全確認が必要であることはすべての高齢者は認識をしているが、高齢運転者の認知特性として、リスク知覚能力の高低により、一時停止交差点通過時の死角に対する確認の仕方と速度設定に違いがあることがわかった。

第5章
運転教育手法の提案

5.1 はじめに

教育の対象とするハザード知覚能力，リスク知覚能力が共に低い高齢運転者に対してリスク知覚能力を向上させる教育を考えるにあたり，認知行動過程のモデル化を詳細に行う必要があり，その上でどの部分に焦点を当てて教育を施すかを明確にする必要がある。

本章では，高齢運転者の実車での運転行動を記録し，そこから認知行動過程のモデル化を行う。そして，そのモデルに基づき，リスク知覚能力を高めるための教育手法を提案する。

5.2 認知行動過程のモデル化

先行研究 [16] [17]において，高齢運転者において，加齢とともに低下するハザード知覚能力をリスク知覚能力を向上させることにより補える可能性があることが示されている。そこで，リスク知覚能力を向上させるための教育を考案するために，運転行動過程におけるリスク知覚過程において，詳細なモデル化を行う。

5.2.1 実車運転記録に基づく運転行動分析

リスク知覚過程を詳細にモデル化するため，高齢運転者の実車での運転行動を DR を用いて記録・分析を行った。尚，本実験は東京大学大学院工学系研究科の倫理審査を受け承認されている。対象者には研究内容を説明し，インフォームド・コンセントを得た。

計測機器と計測項目

運転行動の記録には，ITS21 製 DR を用いた。DR の構成を図 5.1 に示す。環境を把握する手段として，運転する車内から見える範囲と見えない範囲を大まかに把握するため，前方映像用，左前方映像用，右前方映像用の計 3 台のカメラをルームミラー裏に配置し，前方約 180 度の映像を記録した。また運転者の安全確認行動を記録するための顔向き用カメラ，ブレーキ，アクセル操作を記録するための足元用カメラ，ハンドル操作タイミングと運転姿勢を記録するため，運転姿勢用カメラを設置した。また，その他に GPS センサから出力される車両の位置データと速度データ，また加速度センサから出力される XYZ 方向の加速度データを取得した。GPS から出力された速度データは精度が悪いため，車載されている CAN システムより，車速データを取得した。尚，運転者の顔向きの映像は鏡像であるため，左右が反転していることは分析をする際，注意する必要がある。映像データの例を図 5.2 に示す。

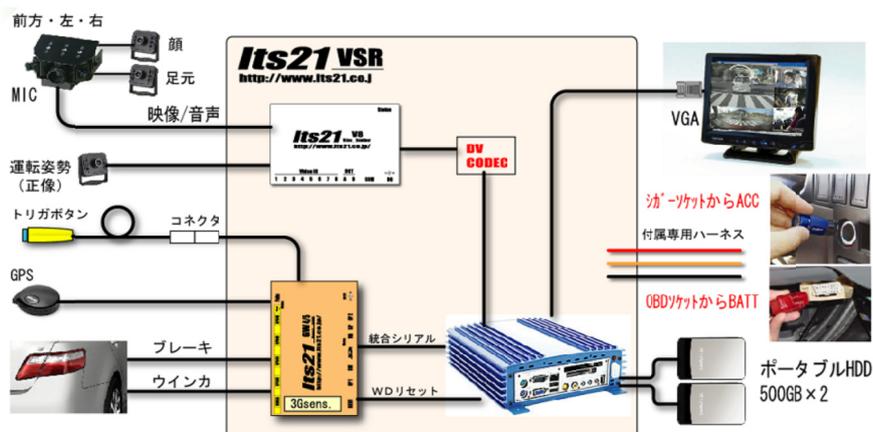


図 5.1 ITS21 製 DR 構成



図 5.2 DR 映像データ例

実験協力者概要

実験協力者は、日常的に自動車の運転をする高齢運転者 2 名である。実験協力者の属性を表 5.1 に示す。運転者は、先行研究において、認知特性把握実験を行った運転者であり、ハザード知覚能力・リスク知覚能力が共に低いカテゴリに分類された運転者である。

表 5.1 実験協力者の属性

ID	年齢/性別	運転経歴 [年]	運転頻度 [日/週]	記録時間 [時間:分]
E5	76/男	50	3	10:20
E14	92/男	50	7	9:59

特徴的な運転行動の分析

ハザード知覚能力・リスク知覚能力ともに低い E5, E14 の実車での運転行動を、交差車両が存在しない交差点において分析した結果、無信号交差点において、交差点ごとに違いが見られた。

E5 事例 1 一時停止交差点における運転行動

E5 が図 5.3 に示すような一時停止標識のある丁字交差点において右折する場面である。交差点には運転者から見て交差道路左方向が映るようミラーが設置されている。交差道路は左から右への一方通行道路である。一時停止交差点に接近を始めてから、交差道路進入後アクセルに足を踏み替えるまでの行動について、3つのフェーズに分けて説明する。フェーズ 1～3 までの映像データを図 5.4～図 5.6, 速度推移を図 5.7 に示す。

図 5.3 のシーンにおける動作フェーズ：

- フェーズ 1. 交差点にブレーキを踏込みながら進入。
- フェーズ 2. 前方のミラーを覗き込み、左側を確認。
- フェーズ 3. 右を確認せずハンドルを切りアクセルに踏み替え、交差道路へ進入。

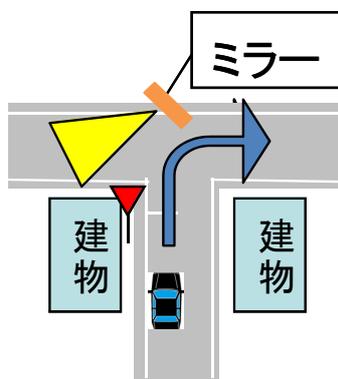


図 5.3 事例 1 の交差点状況

分析：

交差道路は一方通行ではあるものの、自転車や歩行者の右方からの通行がありうる場面であり、右方を確認しないまま不十分な減速のままアクセルに踏み替え交差道路に進入した、行動は不安全行動にあたると思われる。同交差点を通過する事例が他にも確認でき、同様の運転行動が見られ、不安全行動の要因としては、以下の可能性が考えられる。

交差道路が一方通行である事を知っていたが、普段から右方からの交通が少ないことに気を許し、右方の確認をしなかった。



図 5.4 事例 1 フェーズ 1



図 5.5 事例 1 フェーズ 2



図 5.6 事例 1 フェーズ 3

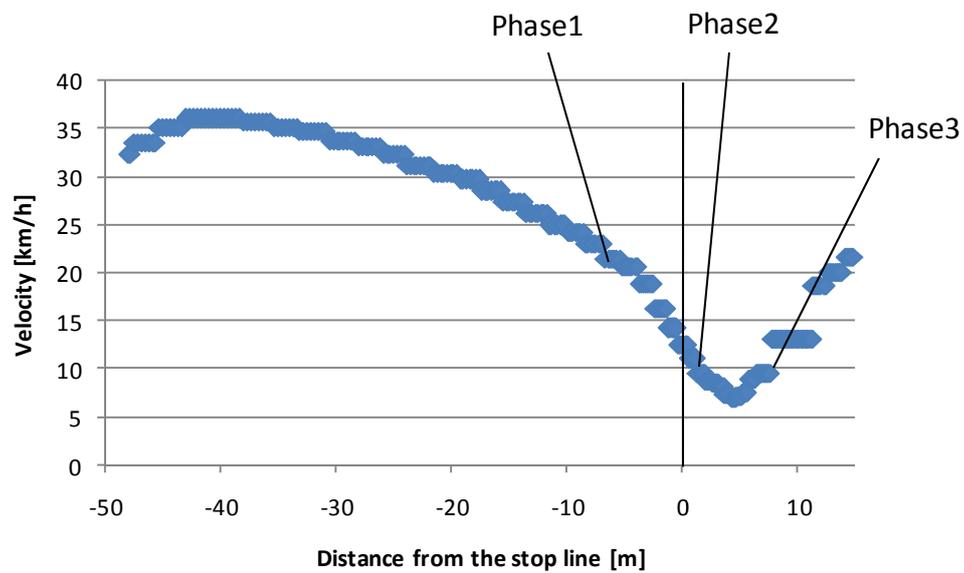


図 5.7 事例 1 の速度推移

E5 事例 2 一時停止交差点における運転行動

E5 が図 5.8 に示すような一時停止標識のある十字交差点において右折する場面である。交差点には、運転者から見て交差道路両方向が映るようミラーが設置されている。交差点進入後アクセルに足を踏み替えるまでの行動について、4 つのフェーズに分けて説明する。フェーズ 1～4 までの映像データを図 5.9～図 5.12、速度推移を図 5.13 に示す。

図 5.8 のシーンにおける動作フェーズ：

- フェーズ 1. 交差点にブレーキを踏込みながら進入。
- フェーズ 2. 0 に近い速度まで減速をし、左方確認。
- フェーズ 3. ブレーキを踏んだまま、右方確認
- フェーズ 4. アクセルに踏み替え、交差点通過。

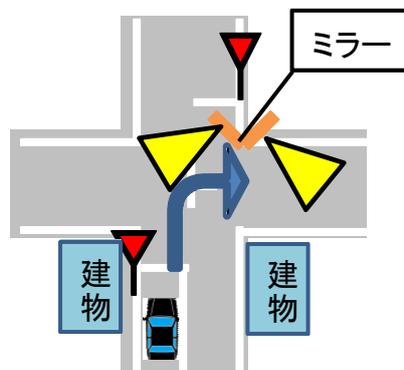


図 5.8 事例 2 の交差点状況

分析：

E5 は事例 1 のように、ミラーが存在している一時停止交差点において、減速・確認が不十分なまま通過する事例が計 10 件見られた。しかし、唯一この交差点の通過が見られた 2 件の事例に関しては、0 に近い速度までの減速と目視による左右確認行動が見られた。

そのため、この行動の要因としては、他の一時停止交差点に比べて、交差車両もしくは歩行者の飛び出しが多いことを知っており、リスクを高く見積もった可能性がある。



図 5.9 事例 2 フェーズ 1

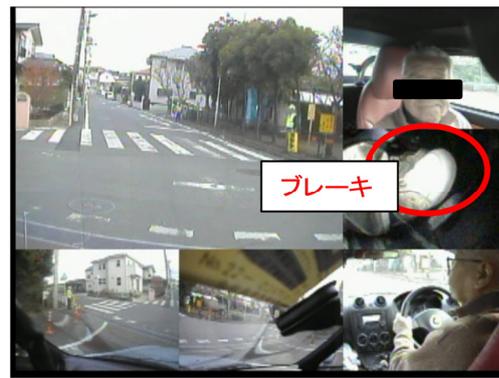


図 5.10 事例 2 フェーズ 2

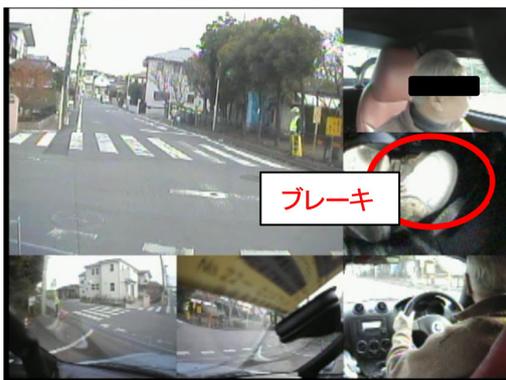


図 5.11 事例 2 フェーズ 3



図 5.12 事例 2 フェーズ 4

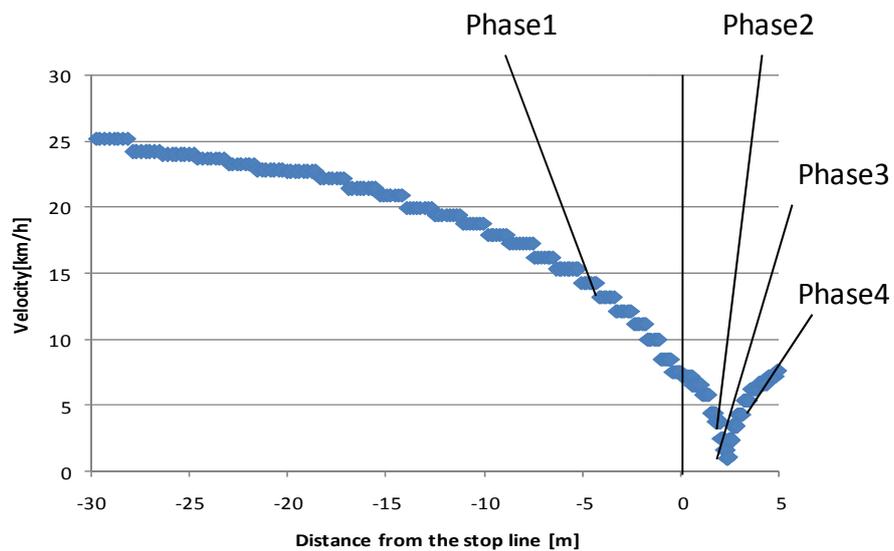


図 5.13 事例 1 の速度推移

E5 事例 3 無信号交差点における運転行動

E5 が図 5.14 に示すような左側のみ見通しのよい無信号交差点において直進する場面である。交差点内にはドットライン表示がされており、ドットライン表示が必要な特別な理由が考えられないため、自車側が優先道路である [32]。交差点進入後アクセルに足を踏み替えるまでの行動について、4つのフェーズに分けて説明する。フェーズ 1~4 までの映像データを図 5.15~図 5.18, 速度推移を図 5.19 に示す。

図 5.14 のシーンにおける動作フェーズ：

- フェーズ 1. ブレーキを踏み込みながら交差点に進入。
- フェーズ 2. ブレーキを踏んだまま、左方確認
- フェーズ 3. ブレーキを踏んだまま、右方確認
- フェーズ 4. アクセルに踏み替え、交差点通過。

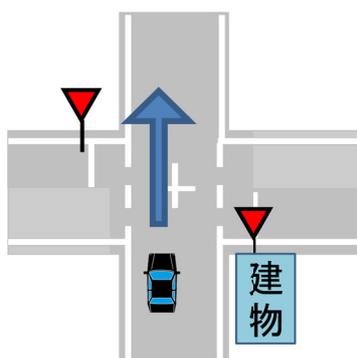


図 5.14 事例 3 の交差点状況

分析：

道路交通法第 42 条によれば、優先道路を通行している場合には徐行をする義務がないと示されており、交差車両等のハザードが確認できない優先道路を走行中、減速行動が見られたのは、唯一この交差点のみであった。この行動の要因として、他の一時停止交差点に比べ、飛び出しが多いことを知っており、リスクを高く見積もった可能性がある。



図 5.15 事例 3 フェーズ 1



図 5.16 事例 3 フェーズ 2



図 5.17 事例 3 フェーズ 3



図 5.18 事例 3 フェーズ 4

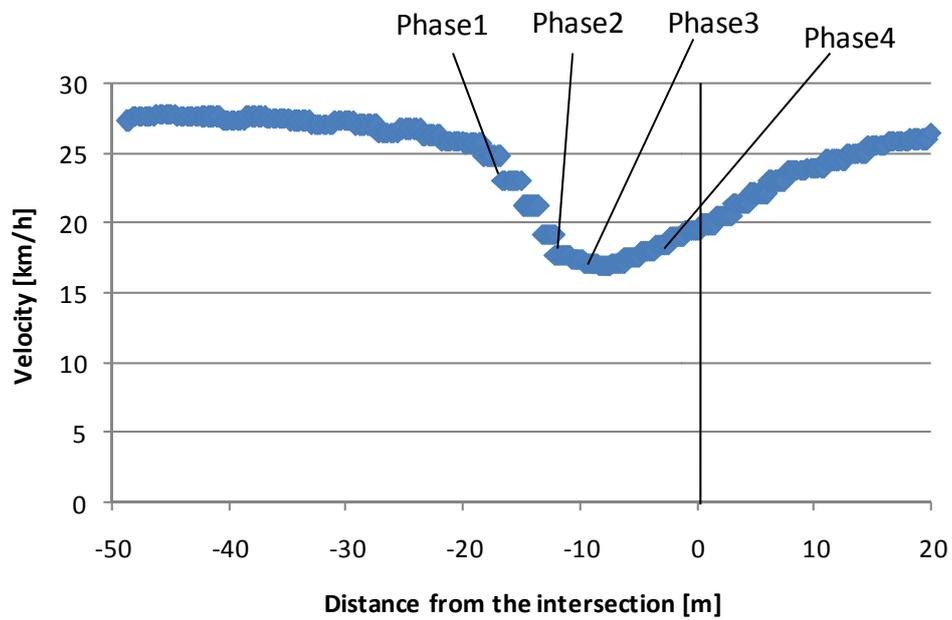


図 5.19 事例 3 の速度推移

インタビューに基づく運転行動要因の抽出（実験参加者 E5）

これら3件の事例について E5 にインタビューを行ったところ、全ての事例について自身の運転行動に自覚があった。事例1に関しては一方通行であり、交差車両の通行量が少ない交差点であるという知識に基づき、普段からとっている運転行動であることが明らかになった。事例2・3に関しては付近に小学校があるため、子どもの飛び出しが多く、以前にヒヤリハットを経験したことがあり、その経験に基づく運転行動であることが明らかになった。事例2・3の行動が見られた交差点付近の地図を図 5.20 に示す。E5 の説明通り、小学校、高校が近隣に存在する。



図 5.20 事例2・3の交差点付近地図（Google Map より）

事例4 E14の一時停止交差点における運転行動

E14が図5.21に示すような一時停止標識のある十字交差点において直進する場面である。交差点進入後、アクセルに足を踏み替え、交差点を通過するまでの行動について、4つのフェーズに分けて説明する。フェーズ1～4までの映像データを図5.22～図5.25、速度推移を図5.26に示す。

図5.21のシーンにおける動作フェーズ：

- フェーズ1. ブレーキを踏み込みながら交差点に進入。
- フェーズ2. ブレーキを踏んだまま、右方確認
- フェーズ3. ブレーキを踏んだまま、左方確認
- フェーズ4. アクセルに踏み替え、交差点通過。

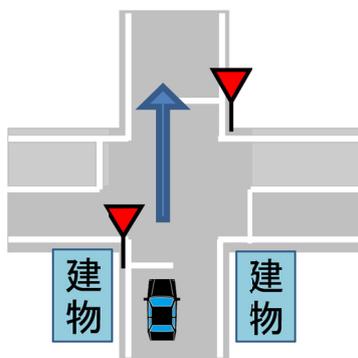


図 5.21 事例4の交差点状況

分析：

停止線を越えた位置ではあるが、0に近い速度まで減速し、左右の確認を行った後、発進を行っていた。この行動要因としては、この交差点では交差車両が多いため、リスクを高く見積もった可能性がある。

この交差点において、この事例の他に自転車とぶつかりそうになるヒヤリハット事例も確認することができた。また、同交差点を通過する事例は計10件見られたが、そのうち9件において交差車両（自転車を含む）が確認された。



図 5.22 事例 4 フェーズ 1



図 5.23 事例 4 フェーズ 2



図 5.24 事例 4 フェーズ 3



図 5.25 事例 4 フェーズ 4

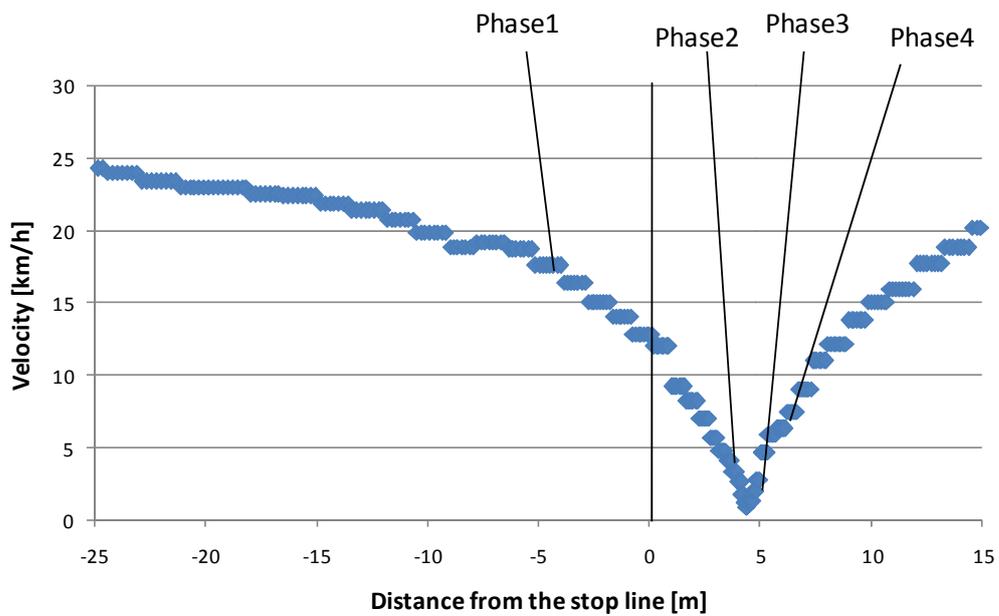


図 5.26 事例 4 の速度推移

E14 事例 5 一時停止交差点における運転行動

E14 が図 5.27 に示すような一時停止標識のある十字交差点において左折する場面である。交差点には運転者から見て交差道路左方向が映るようミラーが設置されている。一時停止交差点に接近を始めてから、交差道路進入後アクセルに足を踏み替えるまでの行動について、4つのフェーズに分けて説明する。フェーズ 1～4 までの映像データを図 5.28～図 5.31、速度推移を図 5.32 に示す。

図 5.21 のシーンにおける動作フェーズ：

- フェーズ 1. ブレーキを踏み込みながら交差点に進入。
- フェーズ 2. ブレーキを踏んだまま、右方確認
- フェーズ 3. 右方の確認をしながら、ハンドルをきる
- フェーズ 4. アクセルに踏み替え、交差点通過。



図 5.27 事例 5 の交差点状況

分析：

一時停止義務のある交差点であるが、6kph あたりまでの減速で交差点を通過していることが分かる。また、目視による確認は右方のみで左方に対する目視による確認は見られなかった。この行動の要因としては、交通量が少ないことを知っており、リスクを低く見積もった可能性がある。

この交差点を通過する事例が計 4 件見られたが、いずれの場合にも交差車両は確認できなかった。



図 5.28 事例 5 フェーズ 1

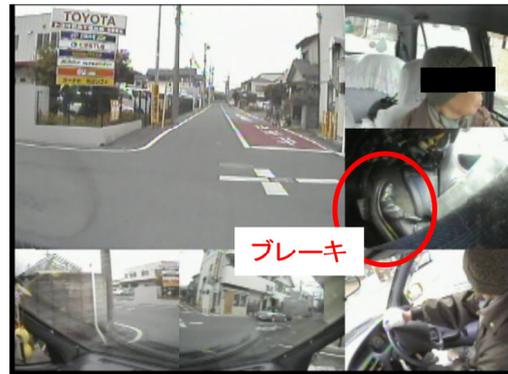


図 5.29 事例 5 フェーズ 2



図 5.30 事例 5 フェーズ 3



図 5.31 事例 5 フェーズ 4

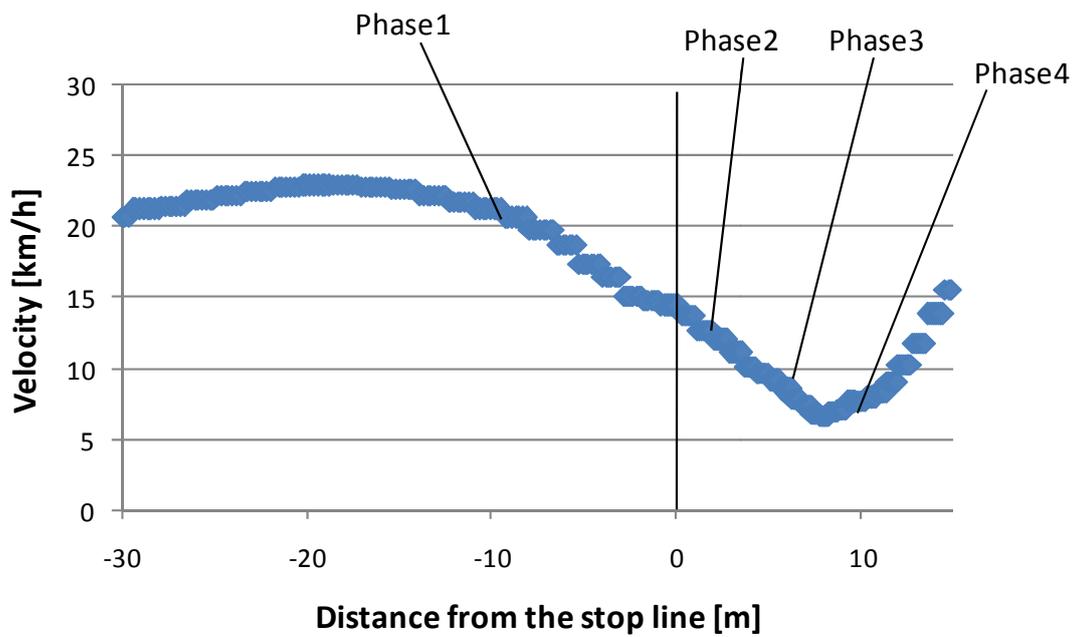


図 5.32 事例 5 の速度推移

事例 6 E14 の無信号交差点における運転行動

E14 が図 5.33 に示すような右方向が見通しの悪い無信号交差点において直進する場面である。交差点進入後アクセルに足を踏み替えるまでの行動について、4つのフェーズに分けて説明する。フェーズ 1～3 までの映像データを図 5.34～図 5.36、速度推移を図 5.37 に示す。

図 5.33 のシーンにおける動作フェーズ

- フェーズ 1. アクセルを踏み込みながら交差点に接近。
- フェーズ 2. アクセルに構えたまま、左右の確認なく交差点に進入
- フェーズ 3. アクセルに踏み込みながら、交差点通過。

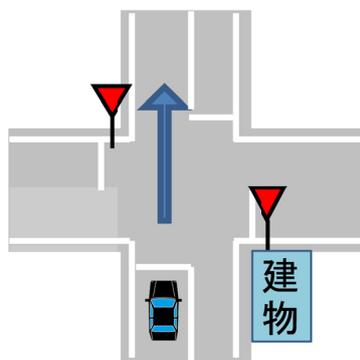


図 5.33 事例 6 の交差点状況

分析：

この交差点は、運転者から見て右方に死角があり、客観的にリスクが高い交差点だと考えられる。しかし、自車が走行する道路は事例 4 における交差道路にあたり、交差車両に一時停止義務がある。この行動の要因としては、交差車両が一時停止する義務があることを知っており、自身が交差道路から交差点に進入する際、リスクを高く見積もる一方で、自身に優先権がある場合はリスクを低く見積もった可能性がある。



図 5.34 事例 3 フェーズ 1



図 5.35 事例 3 フェーズ 2



図 5.36 事例 3 フェーズ 3

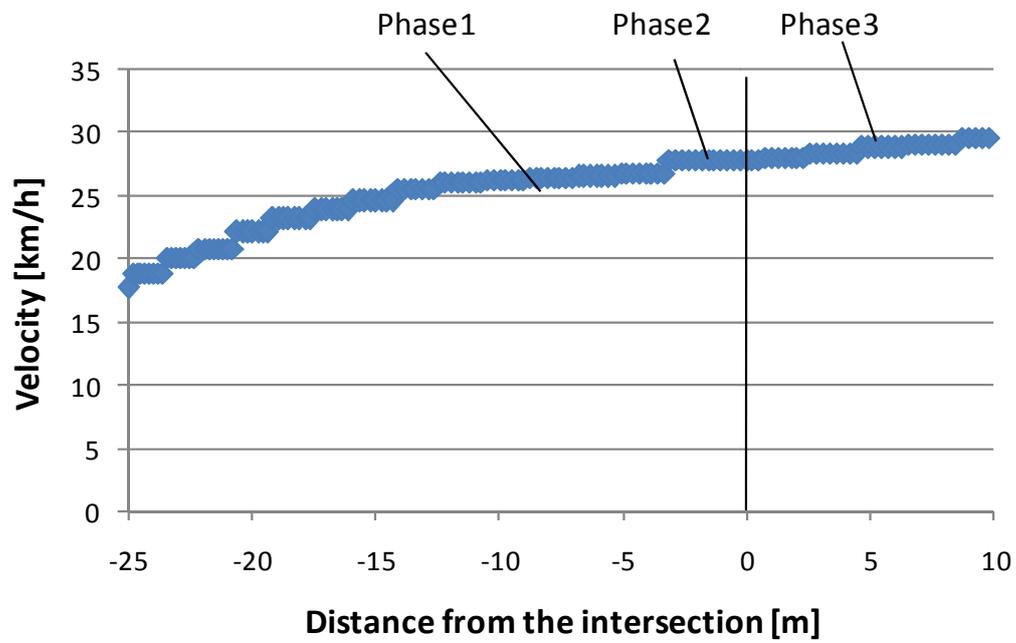


図 5.37 事例 6 の速度推移

事例7 E14の無信号交差点における運転行動

E14が図5.38に示すような見通しの悪い無信号交差点において直進する場面である。交差点には運転者から見て交差道路両方向が映るようミラーが設置されている。交差点進入後アクセルに足を踏み替えるまでの行動について、3つのフェーズに分けて説明する。フェーズ1～3までの映像データを図5.39～図5.41、速度推移を図5.42に示す。

図5.38のシーンにおける動作フェーズ

- フェーズ1. アクセルを踏み込みながら交差点に接近。
- フェーズ2. アクセルに構えたまま、左右の確認なく交差点に進入
- フェーズ3. アクセルに踏み込みながら、交差点通過。

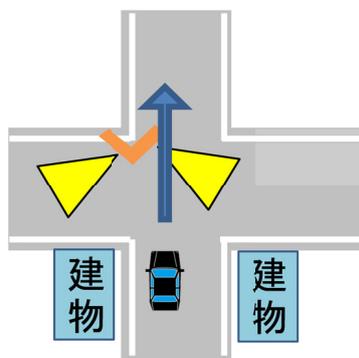


図 5.38 事例7の交差点状況

分析：

見通しが悪い交差点を通過しているにもかかわらず、ブレーキ行動は全く確認できなかった。左右の確認をミラーによって行ったことも考えられるが、歩行者や自転車の飛び出しを考えると、目視による左右の確認が必要な場面である。この行動要因としては、歩行者や自転車の飛び出しが少ないことを知っていて、リスクを低く見積もった可能性がある。



図 5.39 事例 7 フェーズ 1



図 5.40 事例 7 フェーズ 2



図 5.41 事例 7 フェーズ 3

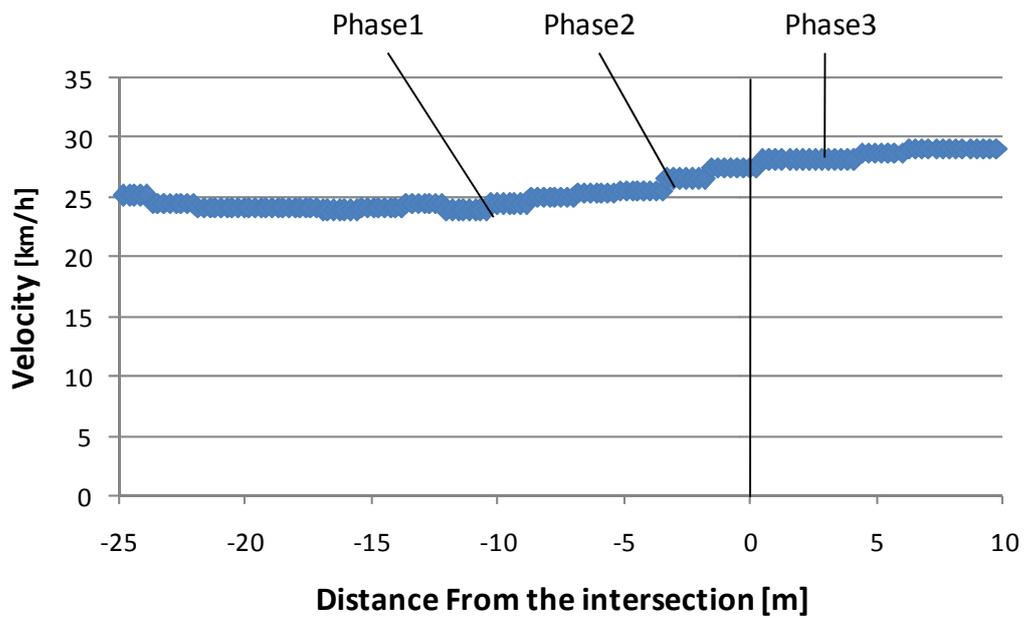


図 5.42 事例 7 の速度推移

インタビューに基づく運転行動の要因（実験参加者 E14）

これら 4 件の事例について E14 にインタビューを行ったところ、全ての事例について自身の運転行動に自覚があった。事例 4 と事例 6 に関しては、自車に一時停止義務がある道路から交差点に進入する場合、ヒヤリハット経験に基づき、リスクを高く見積もり十分な減速行動・確認行動を行うが、自車が優先である道路を通過する場合、無事故経験に基づきリスクを低く見積もり、減速行動・確認行動は行われていなかった。事例 5 に関しては、交通量が少ないという知識に基づき、普段からとっている運転行動であった。事例 7 に関しては、付近に大型スーパーがあり、土日はそこに向かうための抜け道として使うため、交通量が多いが、平日は交通量が少ないという知識に基づいていることが分かった。事例 4、事例 6 の交差点付近の地図を図 5.43 に、事例 7 の交差点付近の地図を図 5.44 に示し、生活における交通事情からなる経験の上で、運転行動をとっていることがわかった。

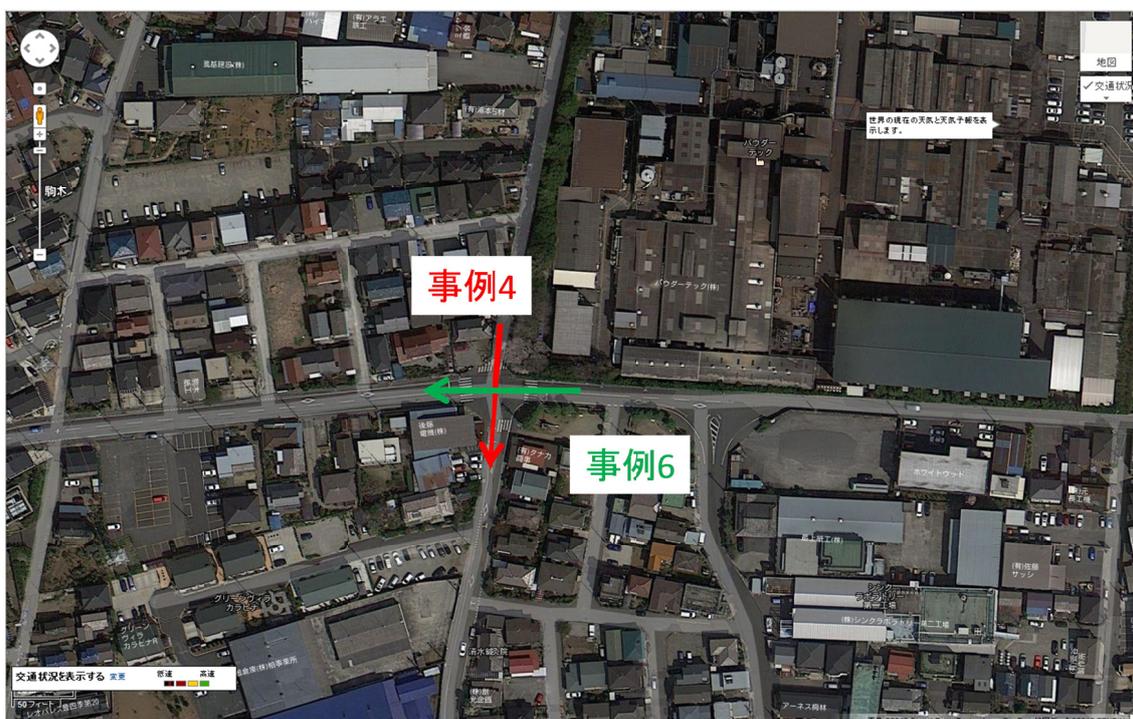


図 5.43 事例 4・6 の交差点付近地図（Google Map より）



図 5.44 事例7の交差点付近地図（Google Map より）

高齢運転者の運転特性

E5 と E14 に対するインタビューの結果と運転行動から高齢運転者の運転特性として、以下を考えた。

- 一般的知識（一時停止交差点では停止しなければならない等）を持つ
- 無事故経験が一般的知識より優先する。
- 行動がパターン化されている。
- 交通事情（通行量・周囲に学校がある等）を熟知している。
- ヒヤリハット経験が無事故経験より優先する。

5.2.2 認知行動過程のモデル

図 2.1 で示した運転行動過程の特にリスク知覚過程を、前節での結果と既存研究 [33]を参考に、より詳細に示したモデルを図 5.45 に示す。

本モデルにおいて、リスク知覚を交通環境面のリスク知覚とスキルのメタ認知の 2 つに分けて考える。運転者はハザードを知覚した後、各個人が持つ一般的知識と今までの経験を基にそのハザードが持つリスクを周囲の交通環境から見積もる。一方で、経験を基に自身のスキルを客観的に認知し、見積もられたリスクに対して、自身のスキルを照らし合わせ、判断過程につなげていく。

本モデルにおいて、経験とは、交通環境場面における事故経験、無事故経験、ヒヤリハット経験としている。事故経験は、交通環境面のリスク知覚やスキルのメタ認知において、知覚したハザードに対するリスクを高く見積もらせ、無事故経験はそれを妨げると考える。また、ヒヤリハットに関しては、個人の危険感受性により、どちらにも作用することがあると考える。例えば、ヒヤリハットを起こした際、「次はヒヤリハットで済むかわからないから、気をつけよう」と考える運転者もいれば、ヒヤリハットを起こしても、「ヒヤリハットですむのだから、重大事故にはつながらない」、「自分の運転技能が高いから、ヒヤリハットで済んだ。」と考える運転者もいる。

交通環境面のリスク知覚は経験に大きく依存する。そのため、高齢運転者において、たとえ一般的知識を持っていても無事故経験に基づき不安全行動をとってしまう可能性ある。やがて、その経験により生成された行動は自動化され、無意識にパターン化される。そのため、高齢運転者にとって、自身の運転行動を見直し、無事故経験ではなく、事故経験、ヒヤリハット経験と一般的知識を基に運転行動を取ることが重要となる。このモデルにおいて、無事故経験に基づく考えを抑制できる能力を危険感受性と定義する。大辞林第三版によると、感受性という言葉は、「外界からの刺激を深く感じ取り、心に受けとめる能力」と定義されている [34]。一般的知識を持つ高齢運転者において、危険感受性とは、ハザードが持つ交通環境面の客観的リスクを高く見積もる能力と定義する。このとき危険感受性は、経験に大きく依存する。そのため、高齢運転者は一般的知識を持っていても、たとえ事故経験を持っていても、無事故経験の方が豊富にあると無事故経験に基づき不安全行動をとってしまう可能性がある。そして、その不安全行動は、無事故経験から自動化され、無意識のうちにパターン化されてしまう。そのため、高齢運転者に対する教育では、自身の運転行動を見直させ、一般的知識、事故経験を活用させることが、安全運転教育のために、重要な項目となる。この危険感受性向上が、交通環境面のリスク知覚を適切に行うことにつながると考え、次章において危険感受性を高めるための教育手法を考える。

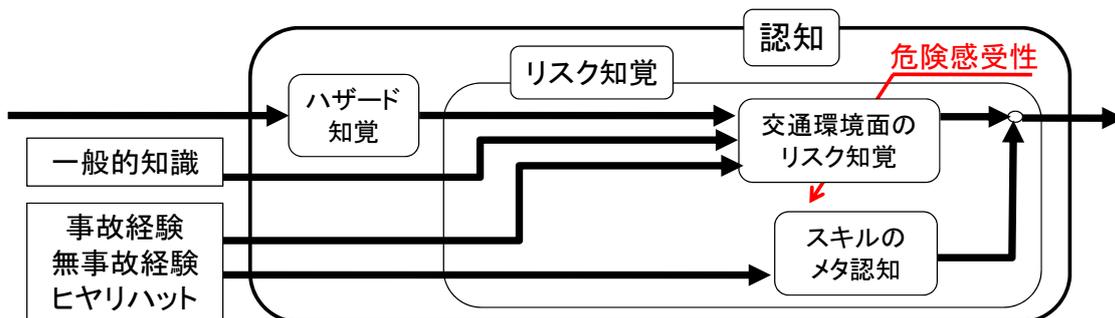


図 5.45 認知行動過程のモデル

5.3 本研究における危険感受性

本研究において、危険感受性とは、ハザードが持つ交通環境面の客観的リスクを運転者が高く見積もる能力と定義した。危険感受性は思い込みと深く関わると考えられる。運転における思い込みとは、いわゆる「だろ運転」である。例えば、「この交差点では、いつも車がこないから今日もこないだろう」、「この交差点では、自分が優先だから相手が止まるだろう」というようなことになる。危険感受性を向上させるには、思い込みを減少させることが重要だと言える。國分らは、自動車の運転における思い込みについて、楽観主義的バイアスと述べている [35]。しかし、思い込みと一口に言っても様々な種類がある。認知過程において、「歩道と車道が分離されているから車道だけ見ていれば十分だろう」という思い込みはハザード知覚に影響を及ぼすと考えられ、「自分は事故を起こしたことがないから運転がうまいだろう」という思い込みはリスクのメタ認知に及ぼすと考えられる。

本研究の教育目標は、リスク知覚能力を向上させることであるため、リスク知覚に影響を及ぼす思い込みを減らす必要がある。本研究では、特に交通環境面のリスク知覚における思い込みに焦点をあてる。このとき、思い込みという言葉は、ハザードが持つ客観的リスクの程度に対して、リスクを低く見積もることに繋がると考えられる。そして、これは無事故経験に基づく思い込みを減らし、危険感受性を向上させるには、事故経験・ヒヤリハット経験を与えることで、ハザードの持つリスクを高く見積もらせる教育が必要となる。

5.4 教育すべき対象の明確化

本研究においては、思い込みを低減させることで、適切な交通環境面のリスク知覚を運転者に行わせることを狙いとしている。そのため、交通環境面のリスク知覚が適切に行われたのにも関わらず、不安全な行動が取られた場合については教育の対象外とする。図 5.46 に交通環境面のリスク知覚と行動の関係性について示す。具体的には、リスクテイキング行動、逸脱行動、分割的注意能力の低下による不安全行動は除外される。ここでリスクテイキング行動とは危険と知りながら敢行する行動、逸脱行動とは逸脱状態（急ぎ状態・ぼんやり状態）における行動を指す。

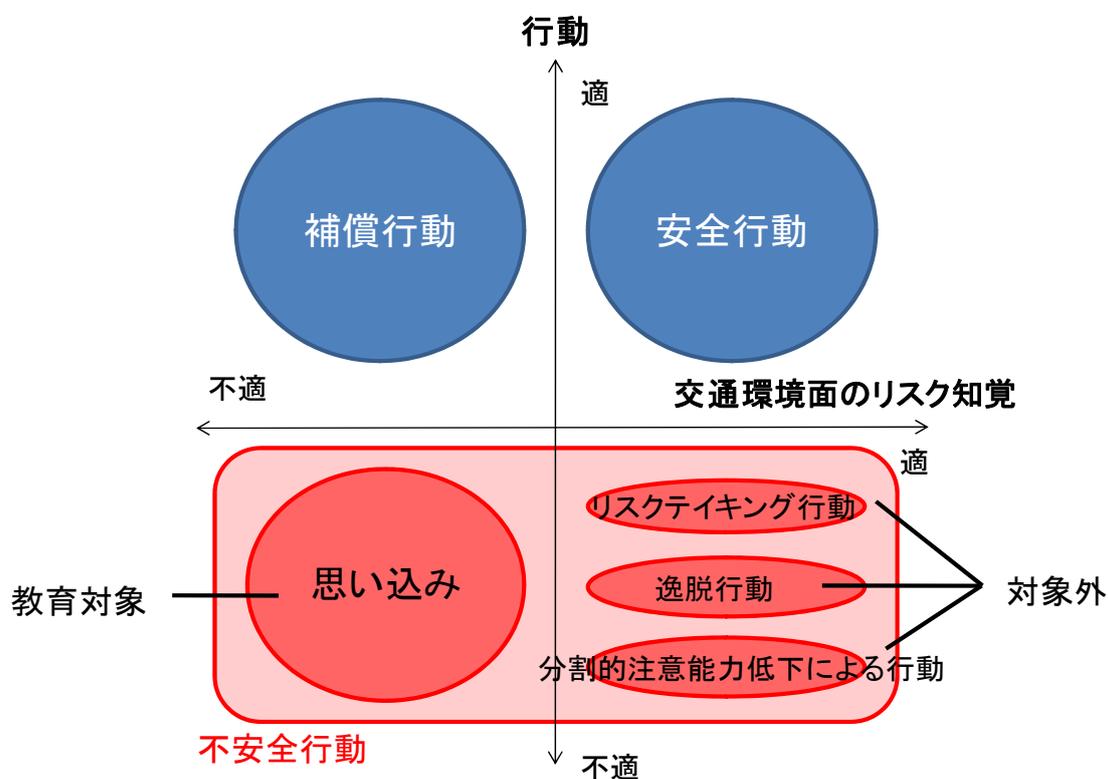


図 5.46 交通環境面のリスク知覚と行動の関係

5.5 教育手法の提案

5.5.1 危険感受性を高める教育

リスクという言葉を、本研究において、ハザードによる事故発生の期待値（事故の重大性と発生確率の組み合わせ）と定義した。このとき、自身のスキルを考慮しないで見積もる交通環境面のリスクにおける事故の発生確率とは、近い将来の自車の走行ライン上にハザードが移動する確率と言い換えることができる。そのため、運転者にリスクを高く見積もらせる教育を考えたとき、近い将来の自車の走行ライン上にハザードが移動する確率を高く見積もらせる教育、もしくはその時の重大性を認識させる教育が考えられる。本研究の対象は、普段から運転をしている高齢運転者であり、高齢運転者の運転する目的は買い物や通院が多い^[39]。自宅近辺での運転が主であるため交通事情を熟知している可能性がある。また過去5年間に事故経験を持っている高齢運転者は2割にとどまっている^[36]。これらを踏まえると発生確率を高く見積もらせる教育は現実的ではない。そこで本研究においては事故の重大性を認識させる教育を考える。

5.5.2 コーチングによる教育

自動車の運転についてSRKモデルを考えたとき、慣れている道路を通行する際には、スキルベース（SB）もしくはルールベース（RB）によって運転行動が決定されてしまう可能性がある。特に、高齢運転者においては自動車の利用目的は限られている可能性が高く、その場合、運転を行う場合には慣れた道ばかりを通ることになり、知識ベース（KB）の行動を取ることが限りなく少なくなってしまう。SBあるいはRBによって取られる行動が不安全な行動でなければ問題はないが、不安全な行動である場合には問題である。また、仮にKBを基に行動が選択されたとしても、十分な知識を持たない、もしくは間違った知識を持っている場合には不安全な行動に至ってしまうことになる。例えば、死角がある無信号交差点を通過する際に注意をする必要があることを知らない、もしくはする必要はないと思っている場合である。しかし、一般的に高齢運転者は知識が豊富であり、知らない可能性は低い。すなわち、高齢者における運転教育においては、SBもしくはRBに基づいて取られている不安全行動をKBに基づいて安全行動を選択できるようにすることが重要である。そこで、本研究における運転教育においてはコーチングという手法を用いる。コーチング技法を用いた研究として、大田らは運転者自らが自分の運転振りを振り返り、自分の安全性についての気づきをもたらすための教育手法としてコーチングという技法に着目し、メタ認知教育プログラムの開発を行っている^[39]。コーチングにおいては、指導員が正

しい運転方法を教えたり説得することはせず、自らの気づきによって自らが行動修正を行うことを目指している。

5.5.3 高齢運転者に対する効果的な運転教育

高齢者に対する効果的な運転教育方法の条件として、我々は以下の4つを挙げている [37].

- 安全な運転行動を強化させる。あるいは、不安全な運転行動を低減させるように学習させる。
- 指導者が一方的に教えるという形式ではなく、教育を受ける運転者も意見を出せるような形式にする。特に問題志向が望ましい事から、運転者に問いかけるような形式にする。
- 経験に基づいて知識化できるように、運転者が経験した内容を基に教育を行う。
- 学習の個人差を考えてなるべく個別対応な形式にする。

5.5.4 擬似事故映像を用いた運転指導

高齢運転者に対して効果的な運転教育を行うには、運転者自身に自分の特性を理解させ、納得して受け入れられることが重要であり、自身の運転行動に基づく教育が必要である。そのためには、教習所のような閉じられた環境における教育が考えられるが、教習所での運転は、指導員が同乗しているということと、交通環境に限りがあるということを見ると、普段の運転とは異なってしまう。そこで、本方法ではDRを用いることとする。運転者が普段から運転する車両にDRを取り付けることで、運転者の普段の運転行動を知ることができる。そしてその記録データの中から、重大事故につながりうる不安全行動を抽出し、運転者に見せる。これによって、運転者が経験した内容に基づいた教育が可能となり、特に高齢運転者の場合、自宅周辺での運転が主であるため、場所の特定が容易であるため、交差点状況をイメージしやすい。

そして事故の重大性を認識させるために、事故映像を用いることとする。それにより、どのような事故が起きるかをイメージさせる。その際に、コーチングという技法を用いて、運転者に考えさせる。具体的には、事故映像を事故の直前で一旦停止し、この先何が起こるかを想像させ、意見を尋ねる。そして、結果を見せ、自身の運転が事故につながりうるものであることを認識させる。

しかし、事故映像の数には限りがあるため、その中から交通環境が最も近い事故映像を提示することになってしまう。さらに、事故映像は本人の運転ではないため、自身の運転に置き換えて重大性を認識することが困難である可能性がある。そこで、本指導法ではコンピュータグラフィックス(CG)を用いる。それにより、実際の運転映像を再現し、仮想

的な歩行者が飛び出すことによる事故映像を見せることで、自身の運転が重大事故につながることを認識してもらう。教育までの一連の流れを図 5.47 に示す。

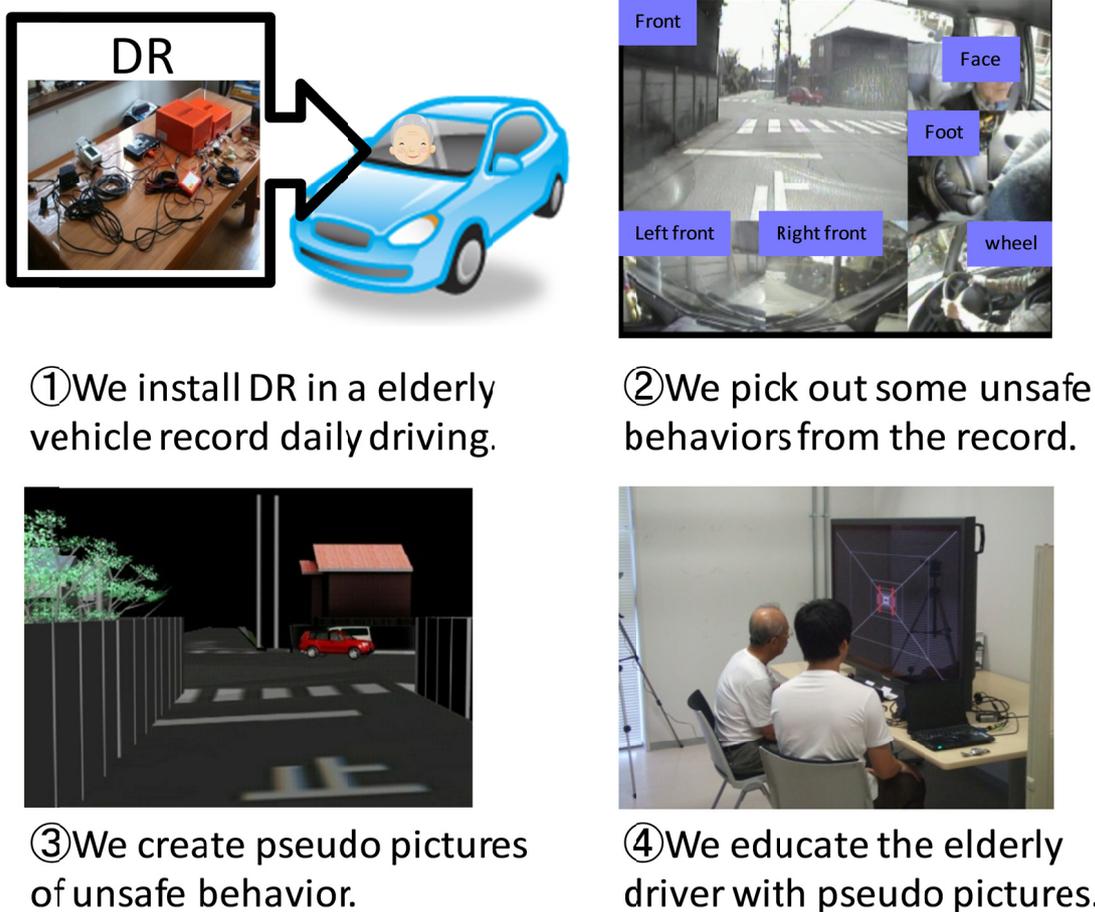
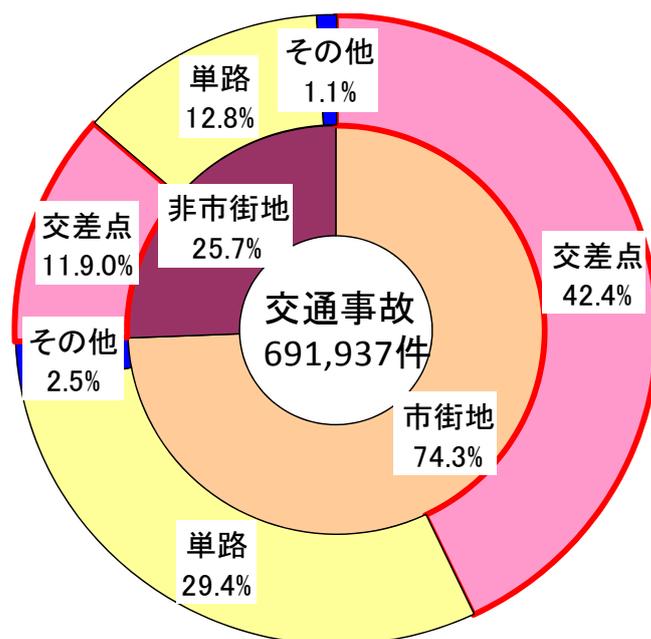


図 5.47 本運転教育手法の一連の流れ

5.5.5 教育教材映像の抽出方法

図 5.48 に示すように、道路形状別交通事故件数構成率を見ると、交差点での事故は 55% 近くにのぼる。また図 5.49 に示すように、中でも無信号交差点における出会い頭事故が明らかに多い。本研究では第 3 章の高齢運転者の認知特性測定実験におけるリスク知覚能力測定実験において、一時停止交差点における確認行動に着目し、リスク知覚能力を測定した。その結果として、リスク知覚能力が低い E16, E25, E26 の 3 名の死角を含む狭路交差点（対向車なし）での、DS での運転行動を分析した結果、ブレーキ行動が全く見られなかった。これらを踏まえ、本研究におけるリスク知覚能力が低い高齢運転者は、一時停止交差点と無信号交差点に対する交通環境面に対するリスク知覚が不十分な高齢運転者だという前提のもと、本研究では不可視なハザードの中の、特に一時停止交差点、無信号交差点に着目し、教育を行うこととする。なお本研究における無信号交差点とは、一時停止交差点を除く死角を含む無信号交差点のことを指す。



※交差点には交差点付近を含む

図 5.48 平成 23 年度 道路形状別交通事故件数構成率 [1]

1	車両相互	信号無	出会い頭	136,495件
2	車両相互	交差点付近	追突(駐停車中)	58,322件
3	車両相互	信号有	右折時	33,344件
4	車両相互	信号有	出会い頭	33,311件
5	車両相互	信号無	右折時	16,979件
6	車両相互	信号有	左折時	14,765件
7	人対車両	信号有	横断歩道横断中	13,441件

図 5.49 平成 21 年度 交差点における事故累計別事故数 [41]

本研究では、事故の重大性を認識させることに着目しているため、最も重大事故につながりうる運転行動が見られる交差点を抽出する必要がある。ここでいう重大事故とは、事故相手が歩行者や自転車の場合に、重傷もしくは死に至る可能性が高い事故とする。また、偶然通りかかった交差点よりも、普段からよく通行する交差点のほうが、事故イメージが湧きやすいと考え、得られたデータの中から、最も通行頻度が多い交差点を対象とする。ただし、たとえ通行頻度が少なくても、明らかにさらなる重大事故を招く運転行動が見られる交差点が抽出できた場合、そちらを優先することとする。さらに、純粋に交差点に対するリスク知覚に基づいた行動の映像である必要があるため、交差点以前に自車速度に影響を及ぼしうるハザードが見られるシーンと、同乗者と会話をしている等で、運転に集中できていない可能性が考えられるシーンは除外する。そして、最終的には、重大事故につながる可能性が最も高い不安全行動が見られる映像として、交差点進入時の速度が最も高い映像を教材映像として採用することとする。

一時停止交差点において、教育教材映像を抽出するまでの流れを図 5.50 に、無信号交差点の教育教材映像を抽出するまでの流れを図 5.51 に示す。無信号交差点においては、自車・交差車両ともに、直進できるほうが速度が高く重大事故につながる可能性が高いこと、また片側のみより、両側からの飛び出しが考えられる方が客観的リスクが高いことを考慮し、十字路での映像としている。また、自車が優先道路を走行中には、徐行の義務がないことから、自車が優先道路を走行時の映像は除いている。

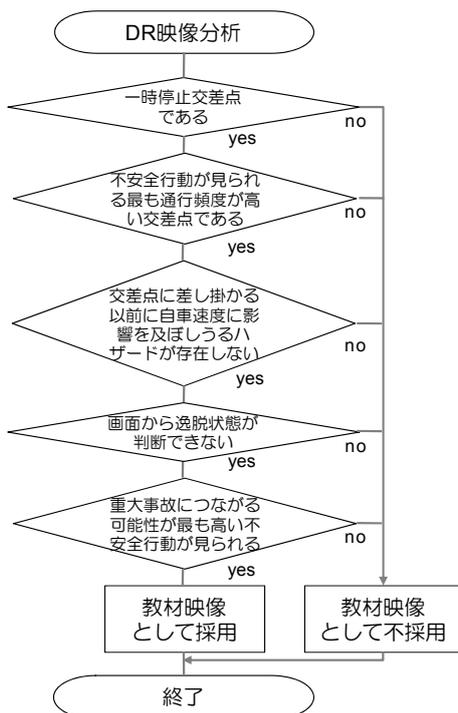


図 5.50 教材映像抽出までのフローチャート（一時停止交差点）

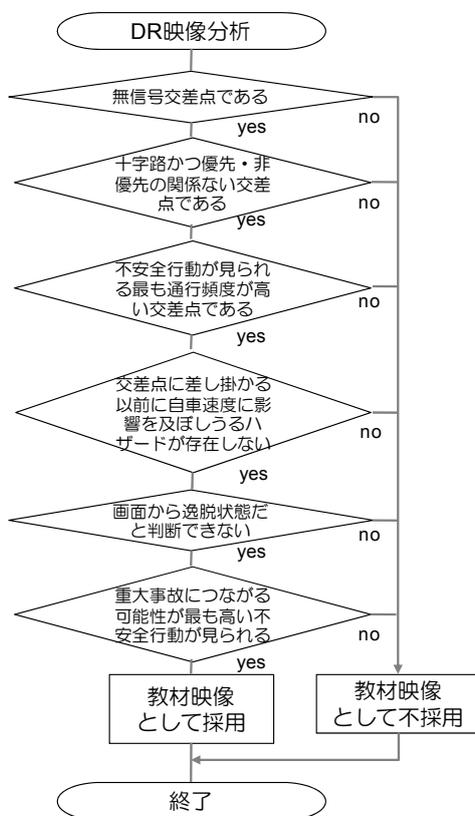


図 5.51 教材映像抽出までのフローチャート（無信号交差点）

5.5.6 提案する運転教育手法

教育の手順を以下に示す。

1. 事故映像から起こりうる事故を考えさせる。
2. 自身の運転映像から客観的に運転を振り返らせる。
3. 擬似事故映像により自身の運転が重大事故につながりうることを認識させる。
4. 異なる事故映像を用いて、とるべき運転行動を考えさせる（おさらい）。

擬似事故体験をさせるため、前節の手順で抽出した教育教材映像をCGを用いて再現して映像例を図 5.52～図 5.67 に示す。

一時停止交差点（再現映像）



図 5.52 一時停止交差点再現映像フェーズ 1

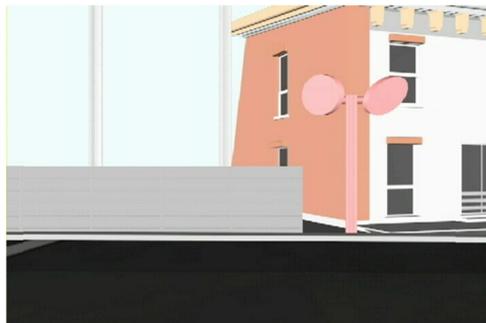


図 5.53 一時停止交差点再現映像フェーズ 2



図 5.54 一時停止交差点再現映像フェーズ 3



図 5.55 一時停止交差点再現映像フェーズ 4

一時停止交差点（擬似事故映像，運転者視点）



図 5.56 擬似事故映像（運転者視点） 1



図 5.57 擬似事故映像（運転者視点） 2

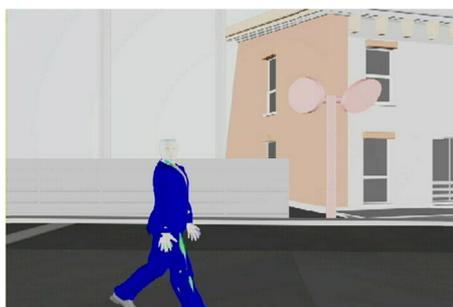


図 5.58 擬似事故映像（運転者視点） 3



図 5.59 擬似事故映像（運転者視点） 4

一時停止交差点（擬似事故映像，歩行者視点）



図 5.60 一時停止交差点（歩行者視点）1

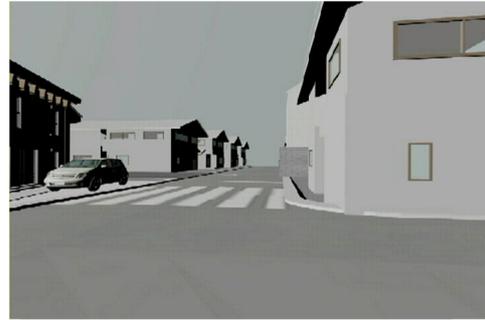


図 5.61 一時停止交差点（歩行者視点）2

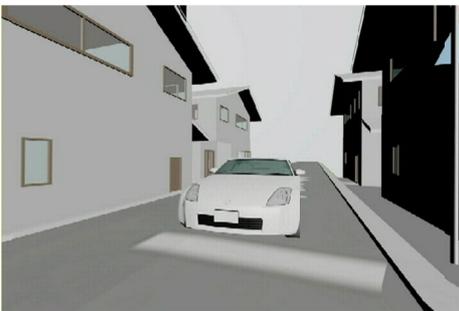


図 5.62 一時停止交差点（歩行者視点）3



図 5.63 一時停止交差点（歩行者視点）4

一時停止交差点（擬似事故映像，鳥瞰の視点）

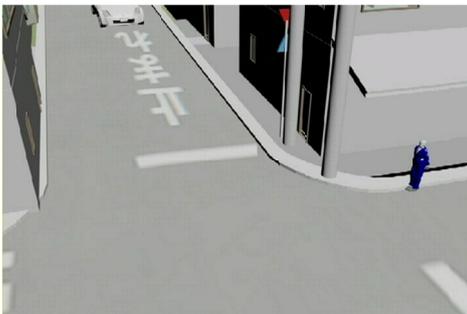


図 5.64 一時停止交差点（鳥瞰の視点）1

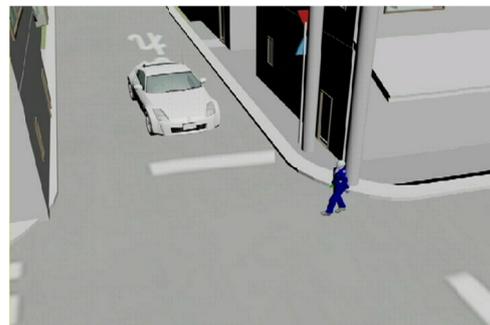


図 5.65 一時停止交差点（鳥瞰の視点）2



図 5.66 一時停止交差点（鳥瞰の視点）3

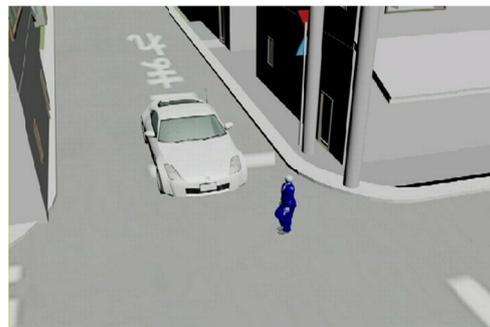


図 5.67 一時停止交差点（鳥瞰の視点）4

5.6 本章のまとめ

本章では、高齢運転者の実車での運転行動の記録と既存研究を参考に、運転時の認知行動過程の詳細なモデル化を行った。その結果、高齢運転者は無事故経験に基づいて運転行動をとる傾向があり、運転教育によって無事故経験により生成された不安全な行動を抑制させるには、事故経験やヒヤリハット経験、それから一般的知識に基づいて運転行動をとらせることが重要であることがわかった。そこで、高齢運転者に対して効果的な教育方法の条件を明確にした上で、擬似的に事故経験を与える運転指導法の提案を行った。

次章では、この運転指導法を用いてハザード知覚能力・リスク知覚能力が共に低い高齢運転者に対して教育を施し、提案した教育手法の妥当性の評価を行う。

第6章

運転教育手法の妥当性の評価

6.1 はじめに

運転教育手法の開発に向けて、前章で提案した運転指導法による運転教育の教育効果の検証を行う必要がある。本章では、高齢運転者2名を対象とし、本研究において提案する運転指導法の妥当性の評価を行った。

6.2 実験内容

6.2.1 実験概要

前章で提案した運転指導法について、妥当性の評価実験を行う。本実験は、提案した教育手法による運転教育を、実際に高齢運転者を対象に行い、前章で考察した狙いとする効果が得られるかどうかを明らかにすることである。

6.2.2 実験協力者概要

実験協力者は、日常的に自動車の運転をする高齢運転者2名である。実験協力者の属性を表6.1に示す。この運転者は、認知特性把握実験において、ハザード知覚能力、リスク知覚能力が共に低いカテゴリに分類された運転者である。

表 6.1 実験協力者の属性

ID	年齢/性別	運転経歴	運転頻度	教育前	教育後
		[年]	[日/週]	記録時間 [時間:分]	記録時間 [時間:分]
E5	76/男	50	3	10:20	2:15
E14	92/男	50	7	9:59	9:20
E25	78/男	38	5	9:10	9:56

6.2.3 運転教育のための教材作成

6.2.3.1 教育教材とする映像の抽出

前章で述べた教育教材映像の抽出方法に従い、一時停止交差点と無信号交差点の映像をそれぞれ抽出した。

一時停止交差点

E5 が図 6.1 に示すような一時停止標識のある丁字交差点において右折する場面である。交差点には運転者から見て交差道路左右両方向が映るようミラーが設置されている。一時停止交差点に接近を始めてから、交差道路進入後アクセルに足を踏み替え、右折を終えるまでの行動について、4つのフェーズに分けて説明する。フェーズ1~4までの映像データを図 6.2~図 6.5 に示す。速度推移に関しては、この交差点が協力者の自宅近くの交差点であるため、記録機器が速度データの取得を開始する以前に通過したため、取得できなかった。映像から停止線手前での完全な停止行動の確認ができなかったため、自車が交差点進入以前に停止線を通過してから、右折後対向車の停止線を通過するまでの時間を通過時間として測定したところ、通過時間は、4.47s であった。また目視による確認行動はみられなかった。この交差点を5度通過していることが記録から確認できた。

図 6.1 のシーンにおける動作フェーズ：

- フェーズ 1 交差点にブレーキを踏込みながら接近。
- フェーズ 2 完全に停止することなく前方のミラーを覗き込み、左右を確認。
- フェーズ 3 目視による確認なくハンドルを切りアクセルに踏み替え、交差道路へ進入。
- フェーズ 4 右折終了

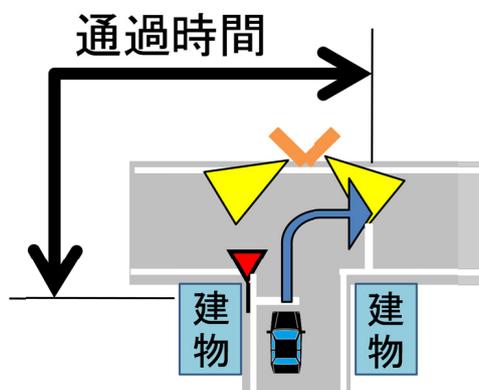


図 6.1 一時停止交差点の交差点状況



図 6.2 教育教材映像（一時停止交差点）フ
ェーズ 1

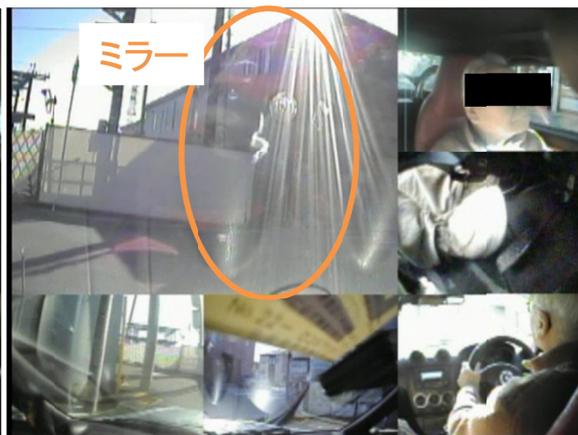


図 6.3 教育教材映像（一時停止交差点）フ
ェーズ 2



図 6.4 教育教材映像（一時停止交差点）フ
ェーズ 3



図 6.5 教育教材映像（一時停止交差点）フ
ェーズ 4

無信号交差点

E5 が図 6.6 に示すような無信号交差点において直進する場面である。交差点には運転者から見て交差道路右方向が映るようにミラーが設置されている。無信号交差点に接近を始めてから、通過し終えるまでの行動について、4つのフェーズに分けて説明する。フェーズ1～4までの映像データを図 6.7～図 6.10、通過時の速度推移を図 6.11 に示す。左右の確認行動は見られなかった。この交差点を5度通過していることが記録から確認できた。

図 6.6 のシーンにおける動作フェーズ：

- フェーズ 1 交差点にアクセルを踏み込みながら接近。
- フェーズ 2 交差点手前でブレーキをかけ、30kph まで減速
- フェーズ 3 目視による確認、十分な減速がないままアクセルに踏み替える
- フェーズ 4 通過終了

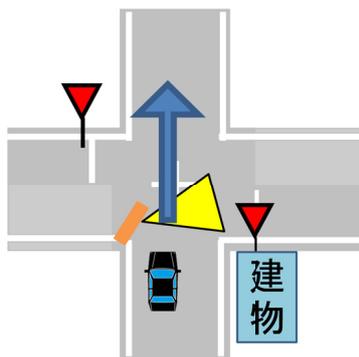


図 6.6 無信号交差点の交差点状況



図 6.7 教育教材映像（無信号交差点）
フェーズ 1



図 6.8 教育教材映像（無信号交差点）
フェーズ 2



図 6.9 教育教材映像（無信号交差点）
フェーズ 3



図 6.10 教育教材映像（無信号交差点）
フェーズ 4

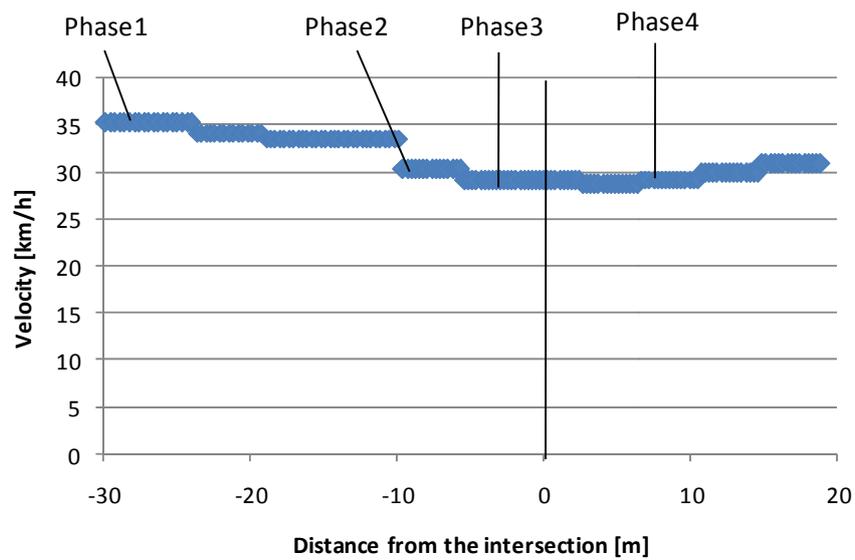


図 6.11 無信号交差点通過時の速度推移

6.2.4 実験方法

以下の3つの項目を実施した。要した時間は2時間程度であった。尚、本実験は東京大学大学院工学系研究科の倫理審査を受け承認されている。対象者には研究内容を説明し、インフォームド・コンセントを得た。

- プロフィール記入
- 運転適性性格診断テスト
- 提案した指導法を用いた運転教育

6.3 実験結果

6.3.1 運転適性性格診断テスト

6.3.1.1 テスト内容

運転において、ドライバの性格も個人差として関係すると考えられる。運転行動に影響する精神的・心理的要素として、以下の項目が挙げられている [39]。そこで本実験においては、付録に示す用紙 [40]を用いてこれら精神的・心理的要素の測定を行った。

- 攻撃性
- 情緒薄弱性
- 衝動性
- 自己顕示性
- 神経過敏性
- 自己中心性

6.3.1.2 結果

性格診断テストの結果、E5 に関しては神経過敏性に関してのみ少し低いが、それ以外は全て普通、E14, E25 に関しては全ての項目においては普通という結果が得られた。そこで、性格に特徴はないものとする。なお各項目の結果に関しては付録に示す

6.3.2 運転教育の効果

作成した CG 映像を用いて、実験協力者に対して運転教育を行い、DR を実験協力者の車に取り付け、運転行動を記録した。その結果、教材として用いた一時停止交差点と無信号交差点での運転行動の変容に加え、その他の不可視なハザードに対する行動においても変容が確認された。本報告では、E5 に関して詳細な分析結果を述べ、E14、E25 の結果、以下に示す項目に従い評価した結果をのべる。

評価項目

本研究の目的は、高齢運転者の不安全行動を低減させることであり、提案した運転教育手法の妥当性を評価するため、以下の項目に着目し、評価する。図 6.12 に模式的に示す。

- 交差点進入時の速度 V_a
- 最低速度 V_{min}
- ブレーキ開始タイミング T_b とその時の速度
- 確認時間 T_c （目視による確認行動を見るため、頭を左右のどちらかに振り始めてから終わるまでの時間）

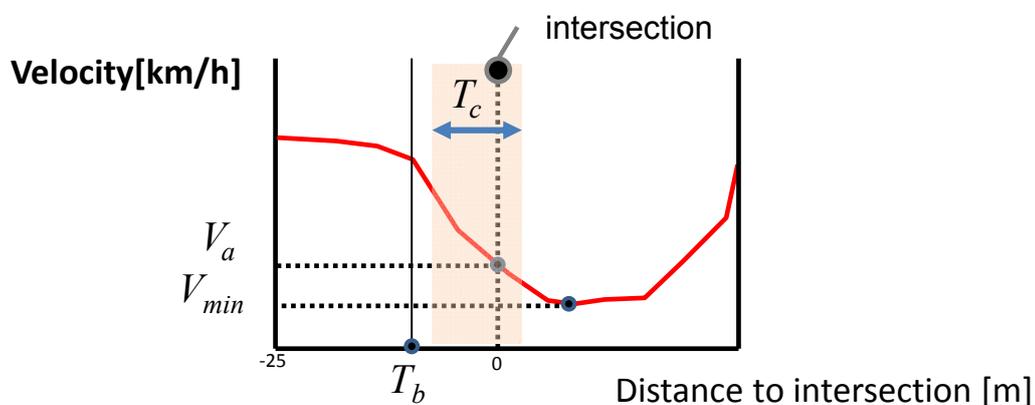


図 6.12 交差点接近時の速度推移と運転行動の評価項目

一時停止交差点

E5 が図 6.1 に示すような一時停止標識のある丁字交差点において右折する場面である。一時停止交差点に接近を始めてから、交差道路進入後アクセルに足を踏み替え、右折を終えるまでの行動について、4つのフェーズに分けて説明する。教育前については97ページに示す通りである。フェーズ1～4までの映像データを図 6.12～図 6.15 に示す。停止線手前での完全な停止が確認されなかったため、通過時間を測定したところ7.53sであった。映像から確認したところ、ブレーキ開始のタイミングが教育前より早くなっていることも確認できた。確認時間は3.30sであった。

フェーズ1 交差点にブレーキを踏み込みながら接近。

フェーズ2 完全に停止することなく交差点に進入し、目視による左方を確認。

フェーズ3 ハンドルを切りアクセルを踏み込みながら、左右の確認。

フェーズ4 右折終了



図 6.12 教育後映像（一時停止交差点）
フェーズ1



図 6.13 教育後映像（一時停止交差点）
フェーズ2



図 6.14 教育後映像（一時停止交差点）
フェーズ3



図 6.15 教育後映像（一時停止交差点）
フェーズ4

無信号交差点

E5 が図 6.6 に示すような無信号交差点において直進する場面である。無信号交差点に接近を始めてから、通過し終えるまでの行動について、4つのフェーズに分けて説明する。教育前に関しては99ページに示す通りである。フェーズ1~4までの映像データを図 6.16~図 6.19、通過時の速度推移を図 6.20 に示す。

全体的に速度が下がっていることが確認できる。全体的な速度が低いことに関しては十分な加速ができなかった等、他の要因も考えられる。教育前にはブレーキ行動が確認できなかったが、教育後には、速度が既に低いにも関わらず交差点手前 20m あたりからブレーキをかけていることが確認できた。ただし確認行動に大きな変化は見られなかった。

動作フェーズ：

- フェーズ 1 交差点にアクセルを踏み込みながら接近。
- フェーズ 2 交差点手前でブレーキをかけ、20kph 以下まで減速
- フェーズ 3 交差点内でアクセルに踏み替える
- フェーズ 4 通過終了



図 6.16 教育後映像（無信号交差点）
フェーズ 1



図 6.17 教育後映像（無信号交差点）
フェーズ 2



図 6.18 教育後映像（無信号交差点）
フェーズ 3



図 6.19 教育後映像（無信号交差点）
フェーズ 4

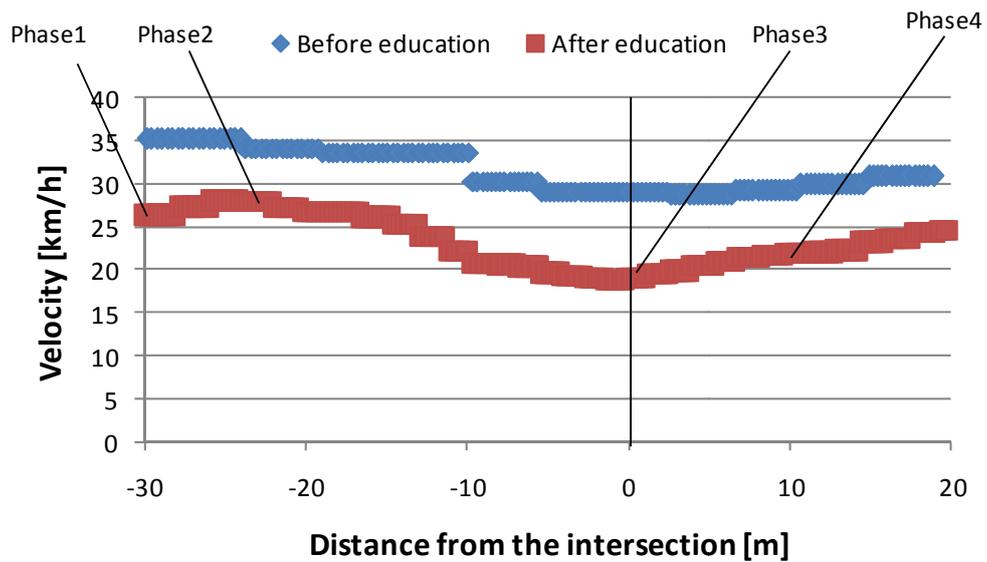


図 6.20 無信号交差点通過時の速度推移

その他不可視なハザード

E5 運転時の自転車側優先の無信号交差点 1

E5 が図 5.14 に示す自転車側に優先権がある無信号交差点を通過する場面である。交差点進入後アクセルに足を踏み替えるまでの行動について、4つのフェーズに分けて説明する。教育前に関しては、69 ページに述べている通りである。フェーズ 1~4 までの映像データを図 6.21~図 6.24、速度推移を図 6.25 に示す。

交差点手前 60m の地点と交差点後 10m の地点では速度が同程度であることが確認できる。教育前では交差点手前 20m あたりからブレーキをかけているのに対し、教育後では、交差点手前 50m 以前からブレーキを開始し、2 段階に分けて減速していることが分かる。また最低速度は、教育前では 17.0kph であるのに対し、教育後では 2.8kph であった。確認時間は、教育前が 1.67s であるのに対し、教育後では 4.83s であった。

動作フェーズ：

- フェーズ 1. ブレーキを踏み込みながら交差点に進入.
- フェーズ 2. ブレーキを踏んだまま、右方確認
- フェーズ 3. ブレーキを踏んだまま、左方確認
- フェーズ 4. アクセルに踏み替え、交差点通過.



図 6.21 教育後映像（自車側優先の無信号
交差点 1）フェーズ 1



図 6.22 教育後映像（自車側優先の無信号
交差点 1）フェーズ 2



図 6.23 教育後映像（自車側優先の無信号
交差点 1）フェーズ 3



図 6.24 教育後映像（自車側優先の無信号
交差点 1）フェーズ 4

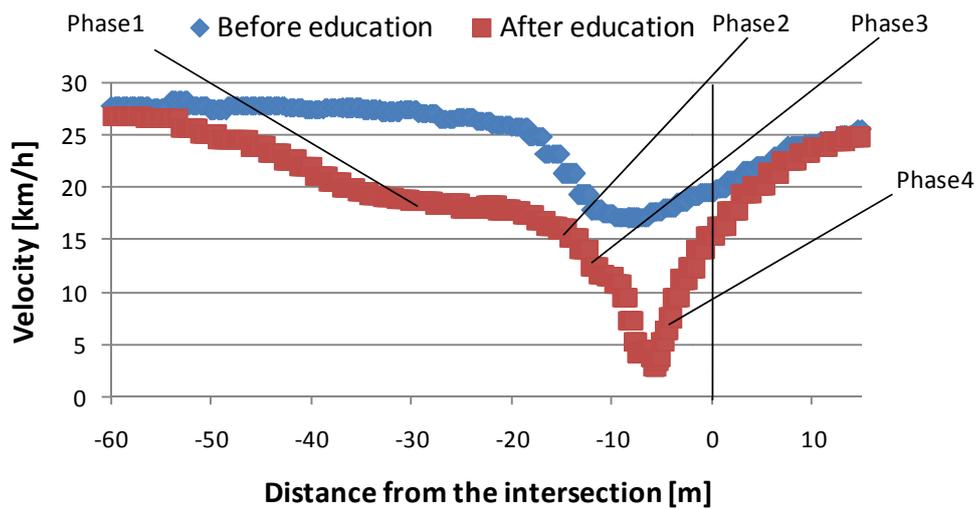


図 6.25 自車側優先の無信号交差点 1 通過時の速度推移

E5 運転時の自転車側優先の無信号交差点 2

E5 が図 6.26 に示す交差車両側に一時停止義務がある無信号交差点を通過する場面である。教育前と教育後、それぞれの交差点進入後アクセルに足を踏み替えるまでの行動について、4つのフェーズに分けて説明する。その際、速度推移を図 6.28 に示す。

教育前では、減速行動が確認できるが、工事現場のトラックに対してであり、交差点自体のリスクに対する減速行動ではないと以下の理由から考えられる

- 減速行動開始後、最低速度 18.5kph が交差点通過後に確認できること
- 工事現場のトラックに対する注視行動が映像から確認できること

一方、教育後では、交差点手前で、最低速度が記録され、最低速度は 6.4kph であった。また映像から教育前では見られなかった確認行動が、教育後には左右に対して確認された。

映像途中、停止線で停止を行う右方からの車両が確認された。しかし、以下の理由からその車両に対して減速行動を行ったものではないと考える。

- 映像からカーブミラーで車両が確認できるのは交差点手前 10.6m の地点であり、その以前にすでにブレーキ行動を開始している。

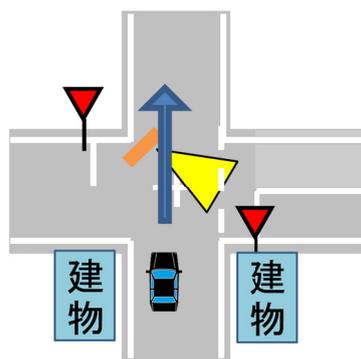


図 6.26 自転車側優先の無信号交差点 2 の交差点状況

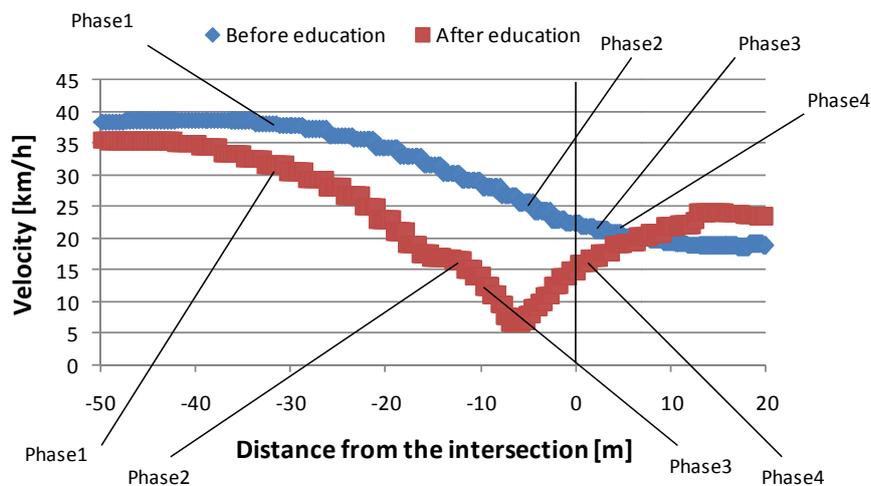


図 6.27 自転車側優先の無信号交差点 2 通過時の速度推移

教育前

フェーズ 1～3 までの映像データを図 6.28～図 6.31, 速度推移を図 6.27 に示す.

動作フェーズ :

- フェーズ 1. ブレーキを踏み込みながら交差点に接近.
- フェーズ 2. ブレーキを踏んだままではあるが, 左右の確認はなし.
- フェーズ 3. 工事現場のトラックを注視しながら, アクセルに踏み替え.
- フェーズ 4. 交差点通過.



図 6.28 教育前映像 (自車側優先の無信号
交差点 2) フェーズ 1



図 6.29 教育前映像 (自車側優先の無信号
交差点 2) フェーズ 2

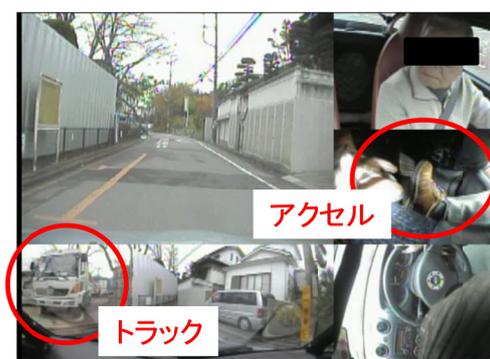


図 6.30 教育前映像 (自車側優先の無信号
交差点 2) フェーズ 3



図 6.31 教育前映像 (自車側優先の無信号
交差点 2) フェーズ 4

教育後

フェーズ 1～4 までの映像データを図 6.32～図 6.35, 速度推移を図 6.27 に示す.

動作フェーズ :

フェーズ 1. ブレーキを踏み込みながら交差点に進入.

フェーズ 2. ブレーキを踏んだまま, 左方確認

フェーズ 3. ブレーキを踏んだまま, 右方確認

フェーズ 4. アクセルに踏み替え, 交差点通過.



図 6.32 教育後映像 (自車側優先の無信号
交差点 2) フェーズ 1



図 6.33 教育後映像 (自車側優先の無信号
交差点 2) フェーズ 2



図 6.34 教育後映像 (自車側優先の無信号
交差点 2) フェーズ 3



図 6.35 教育後映像 (自車側優先の無信号
交差点 2) フェーズ 4

自転車側優先の無信号交差点 3

E5 が図 6.36 に示す交差車両側に一時停止義務がある無信号交差点を通過する場面である。教育前と教育後、それぞれの交差点進入後アクセルに足を踏み替えるまでの行動について、4つのフェーズに分けて説明する。その際の実速度推移を図 6.38 に示す。

教育前では、ブレーキ行動が全く見られず 30kph あたりを推移しているが、教育後では交差点手前 50m 付近で 30kph からブレーキをかけていることが分かる。最低速度に関して、教育後は 16.9kph であった。

この交差点においても、前方から対向車の接近が確認された。しかし、対向車が確認できる交差点手前 16.6m 以前にブレーキ行動を開始していることを考えると、ブレーキ行動は交差点のリスクを高く見積もった結果だと考えられる。

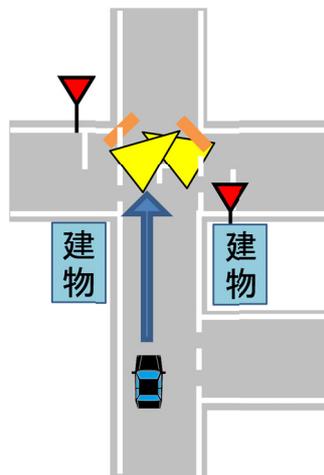


図 6.36 自転車側優先の無信号交差点 3 の交差点状況

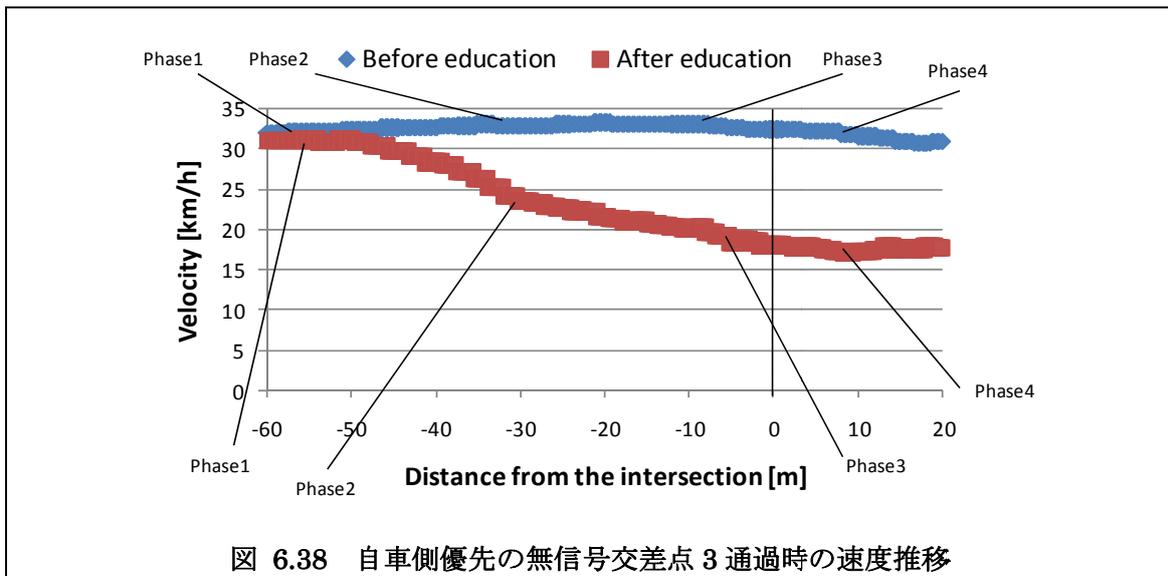


図 6.38 自転車側優先の無信号交差点 3 通過時の速度推移

教育前

フェーズ 1～3 までの映像データを図 6.37～図 6.40, 速度推移を図 6.38 に示す.

- フェーズ 1. アクセルを踏み込みながら対向車とすれ違う.
- フェーズ 2. アクセルを踏んだまま, 交差点に接近.
- フェーズ 3. アクセルを踏んだまま, 交差点に進入.
- フェーズ 4. 交差点通過.



図 6.37 教育前映像 (自車側優先の無信号
交差点 3) フェーズ 1



図 6.38 教育前映像 (自車側優先の無信号
交差点 3) フェーズ 2



図 6.39 教育前映像 (自車側優先の無信号
交差点 3) フェーズ 3



図 6.40 教育前映像 (自車側優先の無信号
交差点 3) フェーズ 4

教育後

フェーズ 1～4 までの映像データを図 6.41～図 6.44, 速度推移を図 6.38 に示す.

フェーズ 1. アクセルを踏み込みながら交差点に接近.

フェーズ 2. ブレーキに踏み替え, 減速

フェーズ 3. ブレーキを踏んだまま, 交差点に進入. 左右の確認はなし.

フェーズ 4. アクセルに踏み替え, 交差点通過.



図 6.41 教育後映像 (自車側優先の無信号
交差点 3) フェーズ 1



図 6.42 教育後映像 (自車側優先の無信号
交差点 3) フェーズ 2



図 6.43 教育後映像 (自車側優先の無信号
交差点 3) フェーズ 3



図 6.44 教育後映像 (自車側優先の無信号
交差点 3) フェーズ 4

各実験参加者の教育効果

教育効果の妥当性の評価を行うため、各実験参加者の DR で記録した教育前後のデータから評価項目に従い、評価を行った。図 6.46～図 6.48 に分析対象とする交差点の鳥瞰図と前方映像をそれぞれ示す。緑の交差点は一時停止が必要な交差点を示し、ピンクの交差点は無信号交差点を示す。その各交差点、各実験参加者における、交差点通過時の最低速度と確認時間を図 6.49、図 6.50 にそれぞれ示す

図より、教育前後を比較すると、ほとんどの交差点において、交差点通過時の最低速度の値が減少し、一時停止が要求される交差点においては、不停止は見られるものの歩行速度以下まで低減ができています。その結果、各交差点において、確認時間が長くなり、各交差点に対してリスク知覚を向上させる効果が運転行動として現れることが確認できた。

本知見をもとに、高齢運転者の教育内容を考える上で、以下の項目を考慮する必要があるのではないかと考えられる。

- ◆ 高齢運転者は交通環境の情報に加え、生活を営む上での交通事情を考慮に入れ、運転時のリスクを見積もること。
- ◆ 高齢運転者に運転時のリスクを高く見積もらせるには、事故の重大性を認識させ、考えさせるコーチング手法が効果的であること。
- ◆ 擬似的に事故経験を与えることで、事故の重大性を認識させ、危険感受性を高めることができること。

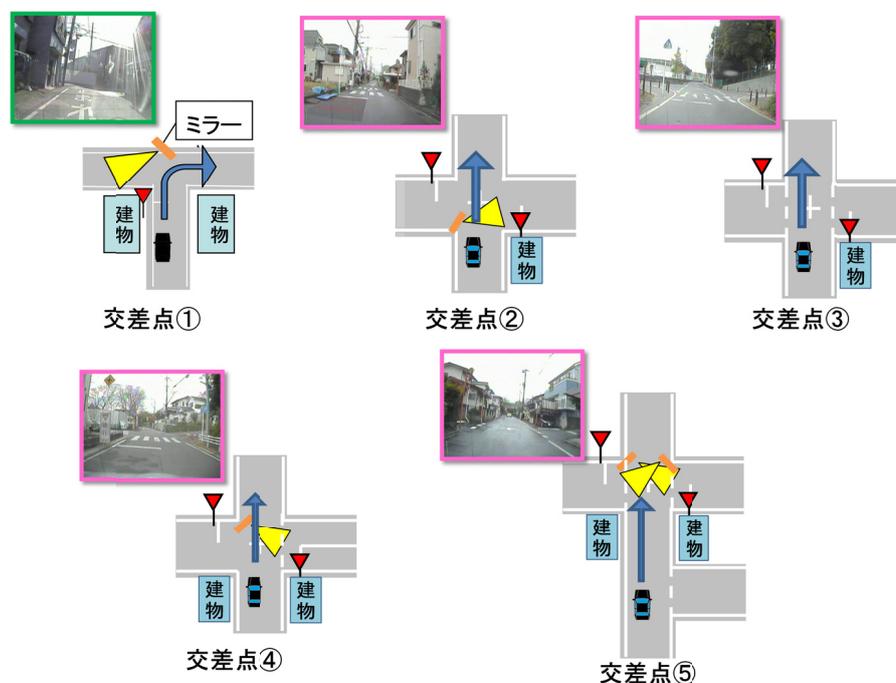


図 6.46 分析対象交差点（実験参加者 E5）

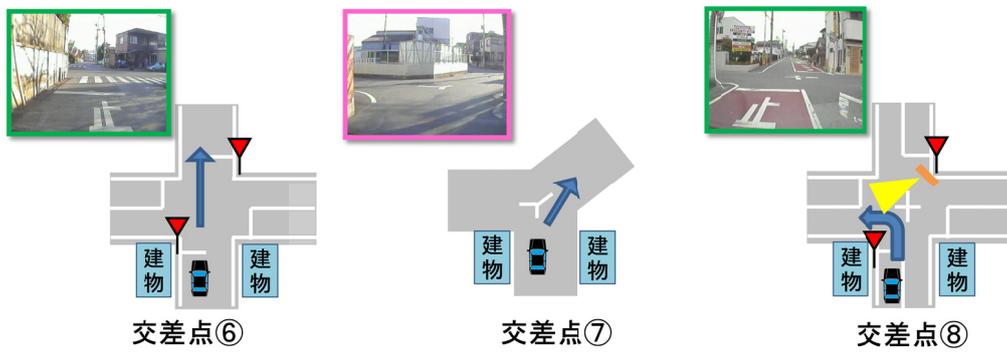


図 6.47 分析対象交差点 (実験参加者 E14)

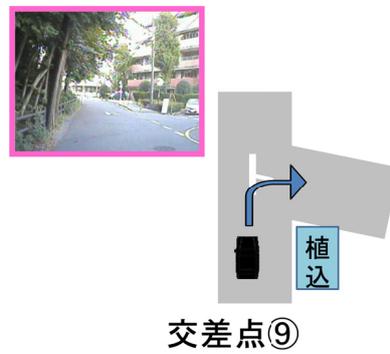


図 6.48 分析対象交差点 (実験参加者 E25)

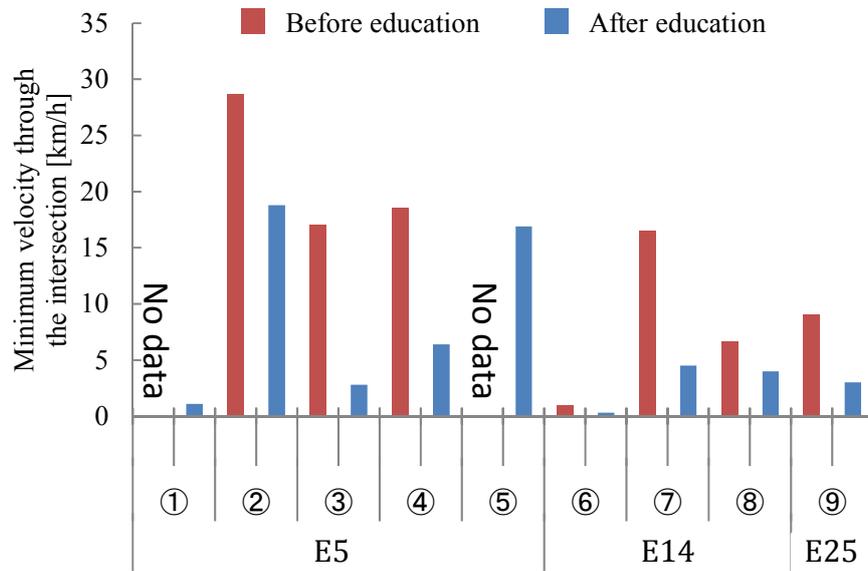


図 6.49 各被験者の各交差点における交差点通過時の最低速度

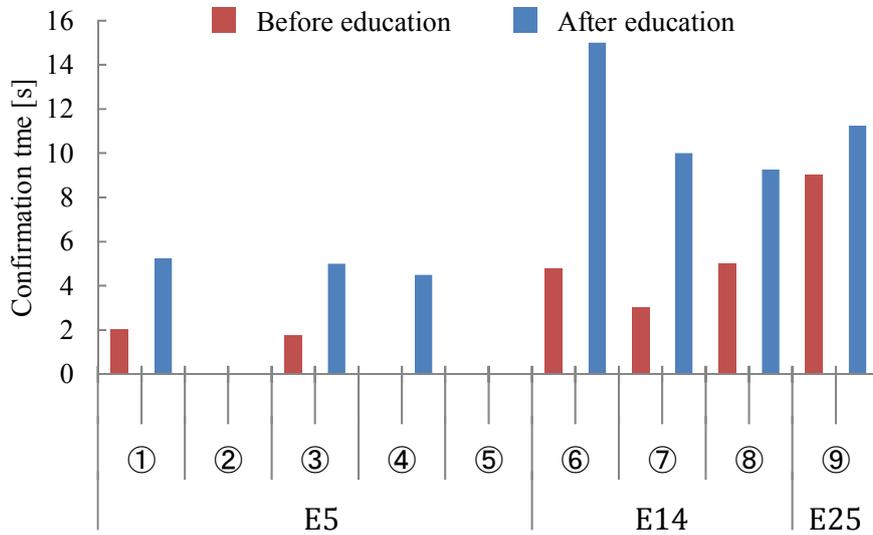


図 6.50 各被験者の各交差点における確認時間

6.4 本章のまとめ

本章では、前章で提案した運転指導法の妥当性の評価を行うため、ハザード知覚能力、リスク知覚能力が共に低い高齢運転者に対して運転教育を実施した。その結果、教育教材場面として採用された交差点通過時のみでなく、その他の交差点通過時における運転行動にも違いが見られた。この結果から、あくまで本研究の実験対象者に対してではあるが、提案した教育手法を用いて、高齢運転者に擬似的に事故経験を与えることで、事故の重大性について認識させ、それにより危険感受性を高め、ハザードの持つ交通環境面のリスクを高く見積もらせる可能性を示した。

第7章

結 論

7.1 結論

本研究では、高齢運転者の不安全行動の要因となる認知機能の低下には個人差があるという様々な知見に着目し、その認知機能の低下を補うための個人に適合した運転教育手法の提案することを目的とした。その目的を達成するため、高齢運転者の認知特性を把握した上で、事故映像と本人の運転を基にした擬似事故映像を用いた運転時の危険感受性の向上を目指した個人適合型の教育手法の提案とその妥当性の評価を行った結果、以下に示す知見を得た。

- 高齢者の認知能力低下に起因する特性を運転時の有効視野（ハザード知覚特性）と不可視のハザードに対する知覚能力と行動（リスク知覚特性）の両観点から分類し、模擬市街路走行において、両特性の成績により運転行動に違いがある可能性を示した。
- 高齢運転者は周辺の交通事情を熟知しているため、交差点のリスクを見積もる際に、交通環境から得られる情報だけでなく、交通事情まで考慮に入れて、リスクを見積もっていることが分かった。
- 高齢運転者にリスクを高く見積もらせるためには、事故の発生確率ではなく、事故の重大性に着目し、自身の運転行動に基づいて起きうる事故の重大性を認識させる教育が効果的である可能性を示した。
- 事故映像と実車での運転に基づく擬似事故映像を用いて擬似的に事故経験を与える個人に適合した教育を施すことで、高齢運転者の危険感受性を高め、不安全行動を低減させることができる可能性を示した。

7.2 今後の課題と展望

今後の課題として以下のことが考えられる。

- 実験協力者数
本研究において、提案した教育手法の妥当性の評価を行うことができた実験協力者は3名にとどまっている。今後は、より多くの高齢運転者に対して、教育を施し、効果の検証を行う必要がある。
- 擬似事故映像の作成に要する時間の短縮化
本研究において、擬似事故映像を作成する際に、1つの場面をCG上で作成するために6時間程度を要した。本研究で提案した教育を今後システムとして確立させるには、より短い時間での作成が必要となる。
- 教材映像抽出方法の簡単化
本研究では常時記録型DRから不安全行動を含む運転映像を抽出する際、実環境映像を見て、手作業によって抽出した。今後、本研究で提案した教育を発展させるためには、この作業を自動で行えるシステムが望ましい。そのためにはGPSやGISからの地図情報との連携が必要である。また、あらゆる交通環境において運転指導員のデータを取得することは不可能であるため、交通環境と理想的な運転行動の設定が必要となる。
- メタ認知に対する教育
本研究においては、作成した擬似事故映像を提示する際には、こちら側から一方的に提示することによって教育する形式をとった。今後より効果的な教育を行うために、映像と擬似事故映像のシーンをインタラクティブにできる方法が望まれ、実際の運転環境により近い状況を作り出すことで、本人のメタ認知に対する教育がより効果的になり、さらなる思い込みの低減につながると思われる。

参考文献

1. 警察庁交通局. 平成 23 年度中の交通事故の発生状況. 2012.
2. ITARDA. イタルダイフオメーション. No.68. pp.8-10. 2007.
3. 鈴木春男. 高齢者の自動車運転能力. 臨床精神医学. 第 29 卷. 第 6 号. pp.609-615. 2000.
4. 石松一真ほか. 分割的注意と加齢, 心理学評論, Vol.46, No.3, pp.314-329. 2003.
5. 金子利佳ほか. 周辺刺激の干渉効果における加齢変化, VISION, Vol.15, No.4, pp.245-254. 2003.
6. 坂元眞由美ほか. 健常高齢者における加齢による注意の抑制機能低下顕在化の要因検討, 神大保健紀要, 第 23 卷, pp.35-43. 2007.
7. CynthiaOwsley. Vision and driving in the elderly, Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol.34, No.11, pp.3110-3123. 1993.
8. S.MyersRenee, ほか. Relation of useful field of view and other screening tests to on-road driving performance, Perceptual and Motor Skills, 200, 91, pp.279-290. 2000.
9. LauraA.Cushman. Cognitive capacity and concurrent driving performance in older drivers, IATSS Research, Vol.20, No.1, pp.38-45.
10. 細川崇ほか. 高齢運転者の日常運転行動記録を基にした右折時不安全行動の把握とその評価. 自動車技術会論文集. No.39(4). pp141-146. 2008.
11. 小竹元基ほか. 一時停止交差点進入時における高齢運転者のための情報提示による認知支援システム. 自動車技術会論文集. No40(6). pp.1605-1610. 2009.
12. 松ヶ浦史郎ほか. 全方向コックピット型ドライビングシミュレータによる運転支援システムの開発, 交通・物流部門大会講演論文集 2006, No.15, pp.403-406. 2006.
13. 向井希宏. 高齢ドライバーに対する教育プログラムの開発—一時停止・安全確認行動に注目して—, 国際交通安全学会誌, Vol.32, No.4, 2007.
14. 蓮花一己. 高齢ドライバを対象としたハザード知覚教育の効果測定, 国際交通安全学会誌, Vol.32, No.4. 平成 19 年 12 月.
15. 稲葉緑. 高齢ドライバに対するリスクの自己学習に効果的な教示方法の比較, 自動車技術会春季学術講演会前刷集, No.61-07, pp.13-16, 2007.
16. 大田博雄ほか. ドライビングシミュレータを利用した若年運転者のための安全教育—コーチング技法を応用した教育プログラム開発—, 国際交通安全学会誌, Vol.32, No.4, . 2007.
17. 木村健人. 高齢運転者の運転支援を目指した認知特性と運転行動の分析, 修士論文.
18. EichardV.Sims. Exploratory Study of Incident Vehicle Crashes Among Older Drivers, Journal of Gerontology, Medical Sciences, Vol.55A, No. 1, pp.M22-M27. 2000.
19. 三浦利章, 石松一真. 高齢者の認知機能—視覚的・有効視野を中心として—, 老年精神医学雑誌, 第 16 卷, 第 7 号, pp.785-791. 2005.
20. AllisonB.Sekuler. Effects of Aging on the Useful Field ofView, Experimental Aging Research, Vol.26, pp.103-120. 2000.

21. 小川和久ほか. ハザード知覚の構造と機能に関する実証的研究, 応用心理学研究, No.18, pp.37-54. 1993.
22. 蓮花一己ほか. 高齢ドライバーの運転パフォーマンスとハザード知覚, 応用心理学研究, Vol.29, No.1, pp.1-16. 2003.
23. 國分三輝. 運転行動からのリスク知覚推定と高齢ドライバーのリスク知覚分析, 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学 103(591), pp.39-42. 2004.
24. 蓮花一己. ドライバーのリスクテイキング行動と運転者教育, 国際交通安全学会誌, VOL.26, No.2, pp.62-67. 2001.
25. -. 運転時のリスクテイキング行動の心理的過程とリスク回避行動へのアプローチ. 国際交通安全学会誌. pp.12-22. 2000.
26. 芳賀繁. 不安全行動のメカニズム, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.99, no.238. 1999.
27. Rasmussen J. Rasmussen, J. "Human errors: A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations." Journal of Occupational Accidents, 4, 311-33. 1982.
28. 塩見弘. 人間信頼性工学入門, 日科技連出版社. 1996.
29. 井上正太郎. 高齢者の安全な移動を目指したハンドル形電動車いすの運転特性に関する研究. 修士論文. pp59-60. 2010.
30. 木村賢治ほか. 運転者の有効視野向上に関する研究, 自動車技術会秋季学術講演会前刷集, No.120-09, pp.21-24. 2009.
31. 今村義臣ほか. RSVP 課題におけるターゲット手がかりとエラー・パターン, 久留米大学心理学研究, No.3, pp.61-70. 2004.
32. 三浦利章. 視覚的注意と安全性: 有効視野を中心として, 照明学会誌, Vol.82, No.3, pp.180-184. 1998.
33. 深沢伸幸. 危険度感受性(仮称)テストの研究(I), 応用心理学研究, Vol. 8, pp. 1-12. 1986.
34. 國分三輝ほか. ドライバーの危険感受性トレーニングのためのドライビングシミュレータの開発, インタラクシオン 2003 予稿集, pp.173-174. 2003.
35. 警察庁交通局運転免許課. 運転免許統計 平成 23 年度版.
36. 後藤純. 無信号交差点での進入行動における意識と実態に関する実証的研究.
37. 警察庁. 法定外表示等の設置指針について.
38. Michael L. Matthews, Andrew R. Moran. Age differences in male drivers' perception of accident risk: The role of perceived driving ability, Accid. Anal. & Prev. Vol. 18, No. 4, pp.299-313, 1986.
39. 松村明編. 大辞林第三版.
40. 國分三輝. 運転模擬装置を用いた自動車運転者の危険感受性の評価および向上に関する

-
- る研究, 早稲田大学審査学位論文博士 (人間科学) . 2009.
41. 大田博雄. 高齢ドライバーのためのミラーリング法によるメタ認知教育プログラム開発, 平成 22 年度 (中間報告) タカタ財団助成研究論文.
 42. 民田和也. 高齢ドライバを対象とした実車運転行動分析に基づく運転教育手法の提案, 修士論文.
 43. 財団法人 交通事故総合分析センター. 交通統計 平成 21 年版.
 44. (社) 自動車技術会. 高齢者運転適性ハンドブックー高齢者にやさしい車社会を目指してー. 2005.
 45. 自動車運転適性診断心理テスト. <http://car.sinritest.com/>.

付録

自動車運転適性診断 心理テスト用紙

■自動車運転適性診断 心理テスト

ID _____

※質問を読み、あてはまる数字に丸をしてください。

この心理テストは得点が高ければ良いということはありません。
正直な気持ちで、直感的にお答えください。

統計上 無回答は避けてください。

- | |
|---------------|
| 1 : 全く当てはまらない |
| 2 : 当てはまらない |
| 3 : どちらともいえない |
| 4 : 当てはまる |
| 5 : かなり当てはまる |

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Q1, 車を運転している時、よくクラクションを鳴らすことが多い。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q2, 車を運転している時、いつも気分は憂鬱(ゆううつ)な方だ。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q3, 好きな音楽をガンガンならして運転するのが好きだ。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q4, 内装を派手に飾るのが好きだ。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q5, 緊張のあまり、あがって固まってしまうことがある。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q6, 人と話すと、相手を怒らせてしまうことがしばしばある。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q7, どんな時も安全運転に心がけている。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q8, 気分はいつも安定している。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q9, 何事にも我慢強い方だ。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q10, 無理に自分を飾らず、マイペースに運転している。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q11, 運転は自信があり、集中して運転できる。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q12, 周囲の気配りや思いやりは何よりも大切だと思う。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q13, 追い越しをされると、追い返さないと気が済まない方だ。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q14, 仕事や人間関係にトラブルが多く、気が滅入ることが多い。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q15, 思ったことがすぐに、顔や態度に出る方だ。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q16, 危険と分かっているけど、ドリフト走行などをしたい。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q17, 周囲の人の行動が気になってしょうがない。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q18, 皆が自分の話を聞いてくれないと腹が立ってしょうがない。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q19, 他の車がない時、時間短縮のために法定速度より30~40km以上
速度をとばすことは当たり前である。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q20, ややこしくなると、いい加減になりやすい。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q21, 突然、進路を変更してしまうことが度々ある。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Q22, 自分のすごさを他の人にアピールしたい。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Q23, 周りの騒音がとても気になる。	1	2	3	4	5
Q24, 人と話をする時、相手の話を遮って話すことが多い。	1	2	3	4	5
Q25, カッとなって、他の車に挑発的な行動をすることがある。	1	2	3	4	5
Q26, 嫌なことがあると、なかなかよく眠れない時がある。	1	2	3	4	5
Q27, 青になる瞬間を見計ってアクセルを踏み、スタートダッシュをすることがある。	1	2	3	4	5
Q28, 自分の運転テクニックを披露したいとしばしば思う方だ。	1	2	3	4	5
Q29, 新しい環境に慣れるのはかなり時間がかかる。	1	2	3	4	5
Q30, 世の中の人、他人のことなんて全く考えていないと思う。	1	2	3	4	5
Q31, 前の車が遅いので、ギリギリに接近して脅かししたりすることがある。	1	2	3	4	5
Q32, その時の気分で運転のスタイルが変わる方だ。	1	2	3	4	5
Q33, ブレーキとアクセルを間違えてしまうことがよくある。	1	2	3	4	5
Q34, 人から注目をあびることが何よりも喜びだ。	1	2	3	4	5
Q35, 失敗しないかいつも心配である。	1	2	3	4	5
Q36, 人の失敗は心から楽しいと思う。	1	2	3	4	5
Q37, お酒を飲んでも、運転することがしばしばある。	1	2	3	4	5
Q38, 調子が良い時と悪い時のギャップが激しい。	1	2	3	4	5
Q39, 好奇心が強い方なので、運転中に興味深いものが目に入るとよく見てしまう。	1	2	3	4	5
Q40, 異性がいると、普段より格好良くみせたりすることがしばしばある。	1	2	3	4	5
Q41, 些細なことで動揺してしまうことがある。	1	2	3	4	5
Q42, 他人が困っているところを見ると楽しくてしょうがない。	1	2	3	4	5
Q43, カッとなって、他の車にアップライトでチカチカ点滅させたことがある。	1	2	3	4	5
Q44, 辛いときは、無意識的に集中力を失う方だ。	1	2	3	4	5
Q45, 欲しいものがあると、後先のことを考えないで購入してしまう方だ。	1	2	3	4	5
Q46, 自分を必要以上に高く見せることがある。	1	2	3	4	5
Q47, とっさの対応に遅れ、事故を起こしてことがある。	1	2	3	4	5
Q48, 自分の思い通りにならないとイライラしてしょうがないと思うことがよくある。	1	2	3	4	5
Q49, 時々、激しく怒り、ものに当たったり、暴力をすることがある。	1	2	3	4	5
Q50, 最近、辛いことが続いており、情緒不安定だ。	1	2	3	4	5
Q51, つい脇見をして事故をよく起こす方だ。	1	2	3	4	5
Q52, 暴走族に加わって、派手にやりたい。	1	2	3	4	5
Q53, 車の鍵をちゃんと閉めたか何回も確認してしまう方だ。	1	2	3	4	5
Q54, 自分に否があっても、他人に責任を擦り付けることが多い。	1	2	3	4	5
Q55, スピード違反をして逮捕されることがよくある。	1	2	3	4	5
Q56, 悩み事が頭から離れず、事故をしてしまうことがよくある。	1	2	3	4	5
Q57, 慌ててアクセルを踏んで事故を起こしてしまうことがよくある。	1	2	3	4	5
Q58, 無理な走行をして、事故をよく起こすことがある。	1	2	3	4	5
Q59, 突然のハプニングにびっくりして、事故を起こすことがよくある。	1	2	3	4	5
Q60, 赤信号や一時停止を無視して事故を起こすことがよくある。	1	2	3	4	5

Q61, 運転マナーが悪い人には、容赦なく叱責する方だ。	1	2	3	4	5
Q62, 気分がイライラすることが、本当に多い。	1	2	3	4	5
Q63, 自分の気持ちを抑えられない事が多い。	1	2	3	4	5
Q64, 派手な運転テクニックをよく使う方だ。	1	2	3	4	5
Q65, 車が、傷ついていないか、よくチェックする方だ。	1	2	3	4	5
Q66, 割り込みする車を入れてあげることは、ほとんどない。	1	2	3	4	5
Q67, とても短気な性格だ。	1	2	3	4	5
Q68, ギクシャクした運転をしてしまうことがある。	1	2	3	4	5
Q69, 突然、方向転換をしてしまう方だ。	1	2	3	4	5
Q70, 自分は、目立つのがとても好きだ。	1	2	3	4	5
Q71, 隣に人が乗っていると、特に気になってしまう。	1	2	3	4	5
Q72, 自分の運転方法は、間違いなく正しいものだと思う。	1	2	3	4	5
Q73, 決断力は早いほうだ。	1	2	3	4	5
Q74, 突発的な出来事でも、冷静に対応できる。	1	2	3	4	5
Q75, 今までに、車に小さな傷も付けたことはない。	1	2	3	4	5