

交通事故リスクに関連する運転特性を 簡便に検出するソフトウェア開発

高知工科大学院 工学研究科 基盤工学コース

学籍番号:1146005

永原 三博

目次

第1章	緒論	4
1.1.	交通事故の現状	4
1.2.	研究の動機	6
1.3.	研究概要	8
1.4.	各章の説明	9
第2章	大脳白質病変と交通事故関連性	11
2.1.	はじめに	11
2.2.	被験者属性	12
2.3.	白質病変の診断	12
2.4.	白質病変の頻度	13
2.5.	白質病変と交通事故の関連性について	14
2.6.	考察	18
2.7.	結論	19
第3章	注意機能検査	20
3.1.	注意の研究	20
3.2.	注意機能テスト	20
3.3.	運転適性検査	21
3.4.	注意機能と運転行動	23
3.5.	画面レイアウトの検討	25
3.6.	ブロック(移動体)の速度検討	25
3.7.	計測項目	28
3.8.	計測の再現性	30
第4章	事故関連性評価	35
4.1.	実験方法	35
4.2.	年代別成績	36
4.3.	事故歴アンケート調査と分類	40
4.4.	解析手法	42
4.5.	選択・制御機能と事故関連性	43
4.6.	結果	43
4.7.	考察	44
4.8.	まとめ	47
第5章	検査成績妥当性検討	48
5.1.	運転適性検査	48

5.2.	警察庁方式 CRT 運転適性検査	48
5.3.	警察庁方式 CRT 運転適性検査成績年代別比較	54
5.4.	警察庁方式 CRT 運転適性検査成績事故関連性	60
第 6 章	高齢者群の注意機能成績と事故歴関連性	65
6.1.	はじめに	65
6.2.	実験方法	65
6.3.	実験結果	72
6.4.	考察	72
6.5.	まとめ	77
第 7 章	白質病変分類からみた注意機能と事故歴関連性	79
7.1.	はじめに	79
7.2.	実験方法	79
7.3.	結果	85
7.4.	考察	85
第 8 章	総括	95

第1章 緒論

1.1. 交通事故の現状

平成 23 年の交通事故発生件数は 69 万 1,937 件(前年比 -4.7%)で 70 万件を下回り,7 年連続減少している。また,死者数は 4481 人(同比 -5.2%)で,平成 21 年から 3 年連続 5,000 人を下回っている。負傷者数も平成 22 年に 16 年ぶりに 90 万人を割り込んで 85 万 4493 人(同比 -4.7%)となった。その後も 2 年連続して減少したが,減少割合は沈滞している。[1] 一方,平成 23 年 3 月には第 9 次交通安全基本計画(平成 23 年度~平成 27 年度)が策定され,以下の目標が設定された。[2]

1)平成 27 年迄に 24 時間死者数を 3000 人以下とし,世界一安全な道路交通を実現する。(同比 38%減)

2)平成 27 年迄に死傷者数を 70 万人以下にする。(同比 21.9%減)

この目標が本当に達成されると,人口 10 万人当たりの 30 日以内死者数は 2.8 人となり,国際比較で世界一安全な道路交通となる。これは,毎年,平成 22 年比 7~8%減に相当し,その達成には今まで以上に効果的な対策が必須である。

表 1-1 平成 23 年度交通事故発生状況

		構成率	前年比	平成13年比
発生件数	69万1,937件	100.0%	-3万3,836件、-4.7%	0.73
死亡事故	4,481件	0.6%	-245件、-5.2%	0.53
重傷事故	4万6,441件	6.7%	-2,704件、-5.5%	0.62
軽傷事故	64万1,015件	92.6%	-3万0,887件、-4.6%	0.74
死傷者数	85万9,105人	100.0%	-4万1,966人、-4.7%	0.72
死者数	4,612人	0.5%	-251人、-5.2%	0.53
負傷者数	85万4,493人	99.5%	-4万1,715人、-4.7%	0.72
重傷者	4万8,644人	5.7%	-2,884人、-5.6%	0.61
軽傷者	80万5,849人	93.8%	-3万8,831人、-4.6%	0.73

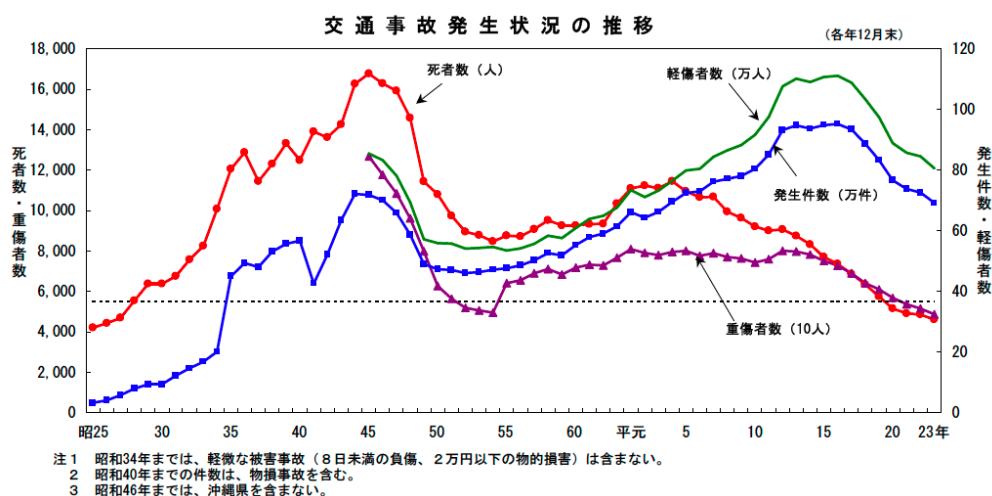


図 1-1 警察庁交通局 平成23年中の交通事故の発生状況より

今後さらにこの減少傾向を促進させ、内閣府が提唱する世界一安全な交通を実現するには [2], 従来の枠を越えた抜本的かつ革新的方法論が必要であると考えられている. すなわち, 事故に直接関与するヒューマンファクターの解明が喫緊課題といえる.

一般に, 交通事故の原因は運転行動における認知・判断・操作のミスによるものであり, そのなかでも認知・判断が 95%を占めると言われている [3]. 事故そのものを未然に防ぐためには, 予防安全から対策を考える必要がある. 事故の原因としては認知・判断・操作のうち認知・判断が95%を占めているといわれている.[3] 一般的に認知はさまざまな意味を持つが, 運転時の認知・判断とは, 認識した情報の真偽を自ら定めることである. 認知・判断は, 対象を認知・選択し, 明瞭化しようと意識を集中する心的活動に支えられており, こうしたことから安全運転には注意が深く影響していると考えられる. 認知・判断ミスについては個人の性格などの違いにより, ミスを起こしやすい人と起こし難い人がいる. 従って, 事前に各個人が運転リスクを自覚することが事故予防に効果的といえる.

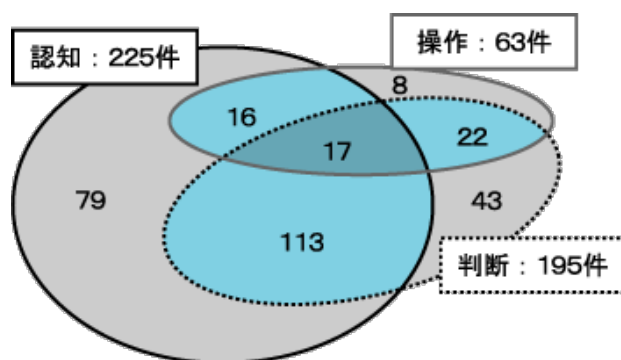


図 1-2 事故原因割合

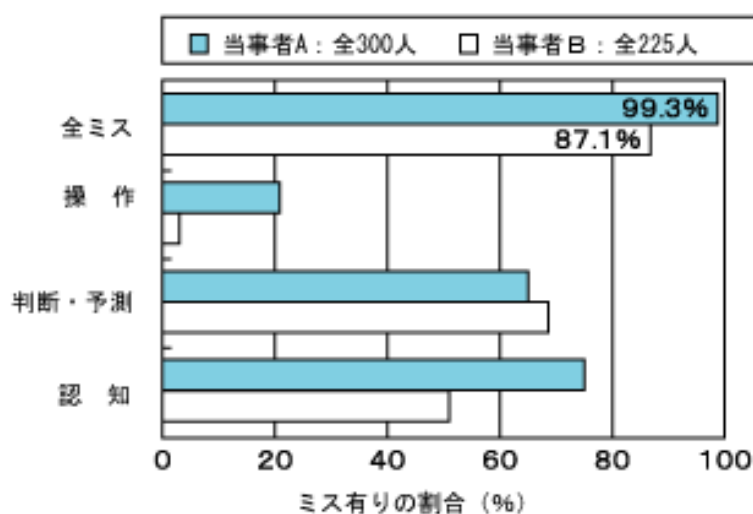


図 1-3 ミス毎の割合

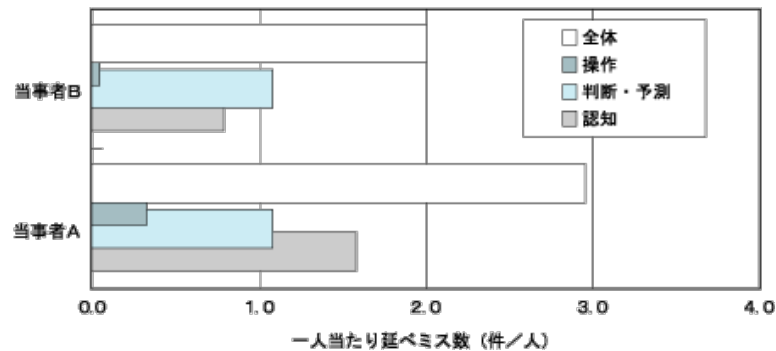


図 1-4 事故1件・一人あたりのミス数

(交通事故総合分析センター:「人はどんなミスをして交通事故を起こすのか」, イタルダイナフォメーション No.33(2001)より)

※事故に関与した当事者を“当事者A”, その際の衝突相手を“当事者B“としている。

1.2. 研究の動機

従前, 複雑で錯綜した交通でのヒューマンエラーの原因を特定するため, 過去注意機能と事故発生リスク判定を行う試みがなされてきた。現代の注意の基礎的理論の研究は 1950 年代に始まる。「二十世紀前半のアメリカの実験心理学は行動主義が隆盛しており注意・記憶・志向といった内的な精神操作や構造に関する研究は中止され, 約 50 年間も休眠状態にあった」1950 年以後, まず聴覚における注意に始まり, この時期には聴覚と視覚の研究は独立していた。次に汎用容量または処理資源と呼ばれる概念が提唱された。いわゆる資源配分理論であり, 主に聴覚刺激・注意機能を資源としてとらえ, 一定の制限があるとしている。後に多重特殊資源の概念へ発展した。1980 年代以降では視覚刺激に重点が置かれ, 知覚負荷理論などの視覚的注意へと移行していった[5]。近年パソコンを用いた視覚刺激課題, いわゆるボタン押し課題による反応速度を計測する検査が開発されている。動体視力と認知機能を計測する, 動体認知測定装置(Dynamic Vigilance Checker DVC)は, 動体視力検査と Go/No-go 課題の組み合わせで主に反応速度と操作精度を測る。突発課題と追跡課題からなるが, 単体の移動体を追跡するものであり, 制御や配分性など複数移動体の課題はない。こうした検査では主に反応速度・動体視力を計測するよう設計されている。

運転機能を計測するための検査は警察庁により開発されており, 警察庁方式と呼ばれる。安全運転指導および交通事故防止の観点より, 昭和 30 年代に自動車運転時の心理検査として, 処置判断検査器, 速度見越反応検査器, 重複作業反応検査器などが考案され, 各都道府県警察本部の運転適性検査器として採用された。昭和 63 年以降はこれらの機器に変わり, コンピュータシステムによる CRT 運転適性検査が開発され, 各都道府県警察の運転免許センターにおける講習の一環として採用された[4]。この検査は, 緊急反応検査, 連続緊急反応検査, 信号確認検査, アクセル反応検査, アクセルブレーキ検査, 側方警戒検査, ハンドル操作の 7 種類の下位検査から構成されている。検査結果として, 大きく 5 つの項目(反応動作の速さ,

適度な精神緊張の維持, 動作の確かさ/見込み反応, 注意の配分/注意の集中分散, 状況処理の巧みさ)を元に総合判定を出す.CRT は動作の速さと正確さのバランスを見る.速さの方が優位ならせっかちと判定, 正確さの方が優位なら慎重派と判定する.また同時に状況判断力も評価する.CRT は検査時間が長く(最短で15分~全検査で30分)またハンドル・ペダル操作があるため装置の小型化に限度があり, システム全体では一般的なパーソナルコンピュータ2台分とレーザープリンタ1台分占有されるために設置場所が限られる.運転教習所などに限って設置されていることもあり, 手軽には利用できない.KM式 KM式安全運転助言検査[4]は, 松永が作成した検査であり質問紙型の検査と動作型の検査から構成されている.質問紙型 KM式安全運転助言検査は, 50問の質問に答えることで不安定度と先急ぎ度, 虚偽尺度を測定するKM式は, 認知反応時間の偏差及び突発的遅延傾向を検査するものであり, またタイミング検査によって衝動抑止性(先急ぎ傾向)反応ばらつき・遅れと尚早反応を測るために設計されている.仮想空間上の緩慢な移動によって退屈と感じるような状況を作り出してミスを誘発するような設計をしている.OD式安全性テスト 電脳が開発したOD式安全性テスト[4]は, 運動機能7項目(注意力・判断力・柔軟性・決断力・緻密性・動作の安定性・適応性)に加えて性格診断(社会的成熟度・自己中心性・運転マナー)を行っている.事故者弁別は60%(t検定・ X^2 検定)それぞれ別個の成績で検定を行っている.これらの既に広く導入されている適性検査は, 安全運転に必要とされる認知・判断を定性的かつ定量的に評価をするという観点からは必ずしも効果的・効率的とは言えない.例えば, これらの検査の検査時間が15分ないし30分と長く, 特殊な装置も必要であり, 効率的な検査という点からは欠点がある.筆者は短時間で実施でき, 継続した計測が可能な手法を開発することで解決しようと試みた.

一方, 高次機能を司る根源であるとされる人体での部位に目を向けると, 脳内の特に前頭前野が重要な役割を担っているとされる.前頭前野は高次の精神機能が宿る場所(精神の座)といわれている[6].遅延反応課題を使った実験[7]以来, 短期記憶の場としても注目を浴びている.また前頭前野の働きとして, 注意を集中したり, 暗算したりするときに賦活(活性化)すると報告されている[8].

運転には操作という行動が伴うため, 前頭前野に運動野を加えた前頭葉が運転行動において重要であることは明らかである.

近年, 高解像度MRIの脳ドックへの普及等によって, 大脳白質病変(以下, 白質病変)の存在が注目されている.白質病変は, 大脳白質内の血管内皮細胞を含む微細な血管組織や神経繊維が消失したために生じる細胞間隙であり, 高血圧・糖尿病・高脂血症といった生活習慣が遠因とされている.この白質病変は, 前頭葉に好発することから, 高次機能に悪影響を与えていると推測されるが, いまだ十分に調査されておらず, 社会活動に影響するリスクとして認知されていない.白質病変が, 交通事故との関連性が明らかになり, 新たなリスク要因としてのメカニズムが明らかになれば安全・安心な交通の実現に貢献すると期待でき, 社会的に大きな意義があるといえる.

1.3. 研究概要

本研究の目的は、新たな事故要因を明らかにするためにMRI撮像データから得られた白質病変の存在と高次機能に関わる運転行動の計測が事故低減の解決策として有効であることを実際の交通事故リスクを統計的に評価することである。本論文では、交通事故の要因と脳活動の関係に注目し、健常中高年者に高頻度に認められ、人の高次機能に悪影響であるとされる白質病変の所見データと、運転行動に深く影響を及ぼしている注意機能を計測する簡便なソフトウェアの開発によって、交通事故リスクの予測が可能であることを検証した。

まず脳内の白質病変と事故歴との関連を示した。脳 MRI データからは、健常中高年者の約 20-30%に認められる無症候性脳病変である軽微な大脳白質病変を中心に調査している。大脳白質病変は、高血圧・糖尿病・高脂血症をリスク因子とし、大脳白質内の血管内皮細胞を含む微細な血管組織や神経繊維が消失したために生じる細胞間隙であり、高齢者での広範囲な白質病変は、脳卒中や認知症の発生に関与すると報告されている[10][11]。ところが、健常中高年者に高頻度に認められる軽度白質病変の病的意義や高次脳機能に及ぼす影響について十分には調べられていなかった。白質病変は、大脳のほぼ半分量を占める前頭葉に最も多く存在している。前頭葉には注意機能の中核があるとされており、白質病変が車の安全運転に必要な注意機能に影響すると推測されていた。アンケート調査から交差点事故について白質病変と有意であるという結論が得られた。交差点走行では認知すべき情報量が多く、高度な注意力を必要とされるためだと考えられる。

次に、選択・制御・維持の注意機能の3要素に基づき、定性的かつ定量的に、簡易計測できるソフトウェアを開発することにより、一部の交通事故タイプでは事故リスクの予測が可能であることを検証した。認知・判断におけるミスという脳内の注意機能に関わる運転行動と交通事故の関連性を調べることにより事故の危険リスクについて調査した。注意機能は年齢と共に低下するものの、個人差が大きく、本論文で提案している手法は、事故に直接関与するヒューマンファクターの解明という課題を解決する一つと考えられる。本研究の目的は、注意機能計測を行うための簡便なソフトウェアを開発し、事故歴との関連を解析的に検証することで、被験者の事故リスクを予測し、認知してもらうことで交通事故低減への貢献が期待できる。

健常中高年ドライバ 344 名を対象に調査を行い、事故歴と本検査成績の関連性を見いだした。本検査は簡易ながら、事故原因とされる認知・判断といった運転行動におけるミスを短時間で定量的に計測できるデザインであり、また加齢による注意機能衰退を検出できることから、運転免許センターなどの現場応用や長期間の追跡調査への適用が期待できる。また、今回の解析では交差点事故、追突事故といった事故タイプ別に交通事故リスクを予測可能であり、有用性の高い研究成果であると

える。

また、白質病変の有無を含めたより精度の高い事故リスク検出手法を考案した。白質病変が左右両側に存在することで視覚認知力に悪影響を及ぼし、また反応速度が変動することから、事故リスクを高めていることを報告している。MRI 撮像データによる白質病変の所見と開発した注意機能計測の成績を基に若年層と高齢層において事故歴との関連性を分析した。

1.4. 各章の説明

本研究では、「運転は脳がする」という視点から、このヒューマンファクターの最たるものである脳を研究対象とし、特に無症候性白質病変に着目し交通事故との関連性を明らかにした。次に主な事故原因として報告されている認知・判断という運転行動に深く関わっているとされる注意機能を定量的に計測する検査手法を開発、本検査成績と交通事故との関連性を明らかにした。さらに二つの研究アプローチの成果から、より精度の高い交通事故リスク検出方法を考案した。

第2章「大脳白質病変と交通事故関連性」では、被験者数を3435名とした大規模調査を行い、事故タイプ別に白質病変との関連性を、多変量ロジスティック回帰分析法を用いて解析した。事故タイプでは、唯一交差点事故のみが白質病変と有意の関連性を明らかにし、交通事故原因となるヒューマンファクターを解析する上で、脳MRIは非常に有用な研究手法ツールになり得ることを示した。

第3章「注意機能検査」では、運転者の交通事故リスクをより効果的に検知するため、注意機能の3要素(制御・選択・維持)に基づいて運転行動に関与する認知、判断、操作を個別に計測するという考え方である。また、パソコンを用いて、効率的な計測手法として開発した。本稿では、まず、この新しい注意機能計測法の考え方と手法について説明する。さらに、この計測法を用いて事故リスクとの関連性を明らかにした。

第4章「事故関連性評価」では、交通事故リスクを簡便に検知するために開発した、注意機能検査について評価した。実験では344人のドライバ(男性138人、女性188人、32~68歳)のデータから、事故歴と本検査成績との関連性についてロジスティック回帰分析を用いて評価した。

第5章「検査成績妥当性検討」では、本検査方法の妥当性を測るため比較対象として警察庁に採用され運転免許センターで高齢者講習にも利用されている警察庁方式CRT運転適性検査によるデータ計測を行い、本検査と同じ被験者群において事故歴との関連性を解析し、結果を比較した。

第6章「高齢者群の注意機能成績と事故歴関連性」では、今回開発した簡易に注意機能を計測できるアプリケーションを用いて定量的データと事故歴の関連性を評価した。事故歴と本検査成績における判断ミス、認知ミス、早い反応と言った検査項目との関連性をすでに報告し

ているが、母集団の年齢構成でみると60歳未満が90%を占めていた。今回、60歳以上の高齢ドライバーを対象に計測し、注意機能成績と事故歴の関連性を調査した。

第7章「白質病変分類からみた注意機能と事故歴関連性」では、事故に直接関与するヒューマンファクターの解明が喫緊課題であり、ここまで大脳白質病変の存在と事故関連性および注意機能検査・運転適性検査と事故関連性について分析を進めてきた。従来、年齢を要因とした分析がなされていたが白質病変の存在と事故関連性を明らかにしたことで新たなヒューマンファクターとしての可能性を示した。本章では白質病変の存在によって注意機能と事故リスクがどのような影響を及ぼすかを調査した。

第2章 大脳白質病変と交通事故関連性

2.1. はじめに

近年、安全運転のために、予防安全装置や衝突安全ボディといった車両開発、また道路インフラ側での安全対策および拡張整備、交通事故取り締まりの強化策、事故後では救急医療体制の充実等によって、交通事故件数ならび死亡者数は大きく減少し、年間死亡者数に至っては5,000名を満たないレベルになっている[9].

しかしながら、今後さらにこの減少傾向を促進させ、内閣府が提唱する世界一安全な交通を実現するには(参考文献)、従来の枠を越えた抜本的かつ革新的方法論が必要であると考えられている。すなわち、事故に直接関与するヒューマンファクターの解明が喫緊課題となる。朴らは「運転は脳がする」という視点から、このヒューマンファクターの最たるものとして脳を対象とし、交通事故リスクを定量化するための研究を行っている。通常、脳を調べることは容易でないが、高知検診クリニック及び朴脳ドックセンター長の協力を得ることができ、脳ドック検診センターの脳MRI検査から、健常中高年者の脳データを活用することが可能となっている[10]。脳MRIデータからは、健常中高年者の約20-30%に認められる無症候性脳病変である軽微な大脳白質病変を中心に調査している。大脳白質病変は、高血圧・糖尿病・高脂血症をリスク因子とし、大脳白質内の血管内皮細胞を含む微細な血管組織や神経繊維が消失したために生じる細胞間隙であり、高齢者での広範囲な白質病変は、脳卒中や認知症の発生に関与すると報告されている[11][12]。ところが、健常中高年者に高頻度に認められる軽度白質病変の病的意義や高次脳機能に及ぼす影響について十分には調べられていないのが実情である。朴はメタボリック症候群が軽度白質病変と有意の高い関連性を持つことを見出し、たとえ軽度であっても白質病変の背景にある病的意義を明らかにした[13]。また、視覚認知の一つである視覚補間力(隠れているものを認知する能力、具体的には部分欠損したアルファベット文字を見せて正答する視覚認知力)が軽度白質病変でも有意に低下していることや[14][15]、警察庁方式 CRT 運転適性検査から、信号の見落とし率ならび反応速度の変動率の有意の上昇が白質病変に相関することが報告されている[16]。よって、安全運転に必要な瞬時の予測、判断、ハンドル・アクセル・ブレーキ操作に至る一連の遂行機能に及ぼす白質病変の影響、即ち交通事故と白質病変の関連性が推察され、脳ドック受診者を対象にして過去の交通事故歴と白質病変との関連性を調査した。駐車所や車庫内での自損事故等の「小さな事故」と走行中の衝突事故等の「大きな事故」に対して、白質病変は大きな事故のみに有意の関連性を示した[17]。そこで、被験者数を3435名とした大規模調査を行い、事故タイプ別に白質病変との関連性を、多変量ロジスティック回帰分析法を用いて解析した。事故タイプでは、唯一交差点事故のみが白質病変と有意の関連性を示した。

2.2. 被験者属性

一般ドライバーと同質サンプリングと考えられる脳ドック受診者を対象とした。平成23年から高知検診クリニック脳ドックセンターで脳ドック診療を受けた35から64歳までの健常中高年3435名(男1752名,女性1683名,平均年齢 52.4 ± 4.6)を被験者に,35-44・45-54・55-64歳の年代別に3グループに分けた。全員車を運転していて,運転頻度については,週に2時間以内,週に2-5時間運転,週に5-10時間運転,週に10時間以上運転の計4グループに分類した。脳ドック検査結果の説明時に,担当医師から直接口頭にて過去10年間での事故歴の有無と事故タイプを質問した。先行研究として,交通事故歴と白質病変との関連性について脳ドック受診者を対象に調査したが[17],その結果から自動車交通事故を4つのタイプに分類した。事故タイプでは,駐車所や車庫内での自損事故(type I),出会い頭や右折・左折時の交差点事故(type II),追突事故(追突させられた場合は除く)(type III),その他事故(スピードの出し過ぎによるガードレール等への衝突事故など)(type IV)の4種類の事故タイプ別に1名当たり1件として集計した。被験者全員に,本研究内容を文書にて説明し,個人情報に対する秘密保持について十分な同意を得て本研究を行った。過去10年間における事故タイプ別の事故歴の有無を目的変数にして,性別,年齢グループ,運転頻度,白質病変グレードを説明変数にして多変量ロジスティック解析を行った。統計ソフトは,IBM SPSSを用いた。

2.3. 白質病変の診断

MRI機器は1.5テスラの超伝導型機種(日立メディコ社製 ECHELON)を用いてT1, T2強調画像やフレア画像から白質病変を診断した。白質病変は3段階に分類(G0, G1, G2)した。G0は全く白質病変なし, G1は微細な点状の片側病変(片側の大脳半球のみに存在する病変)である。G2は,図2-1に示す通りに左右の大脳半球に存在する両側病変である。

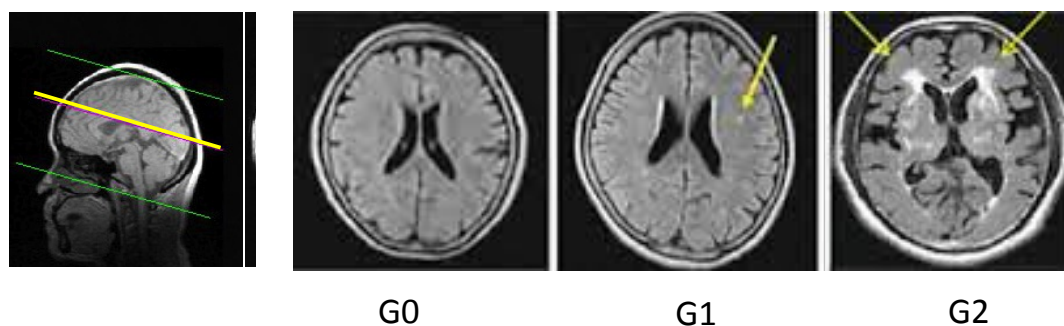


図 2-1 白質病変グレード

2.4. 白質病変の頻度

被験者 3435 名の年代別毎の白質病変(WML, white matter lesions) の診断頻度を Figure2 に表す. 35-64 歳全体では, G0 は約 75%, G1 は約 8%, G2 は約 17%であり, 以前の報告と概ね一致している. 年代別では, 年齢区分が上がるほど白質病変の割合が増加する. 55-64 歳では, 白質病変は約 40%頻度になる.

3.2. 白質病変と交通事故との相互の% 分布

白質病変と交通事故分類との度数分布 (Table 1 参照)から各々の事故分類に対する白質病変グレードの%分布を図 2-2 に, 各白質病変グレードに対する各々の事故分類の%分布を図 2-3に表示する. 明らかに, 白質病変 G2はtype II 事故で, すなわち交差点事故で高頻度に出現しており, 逆に type II 事故は白質病変 G2 で高頻度に出現していることがわかる. 他のグレード分類と事故分類の組み合わせでは, このような関連性を見出すことはできなかった.

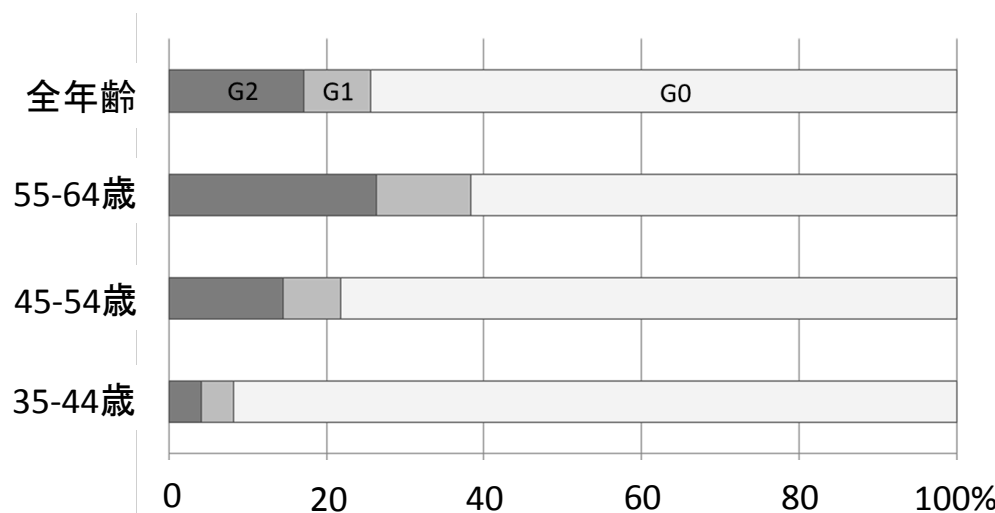


図 2-2 被験者年齢層別白質病変発生頻度

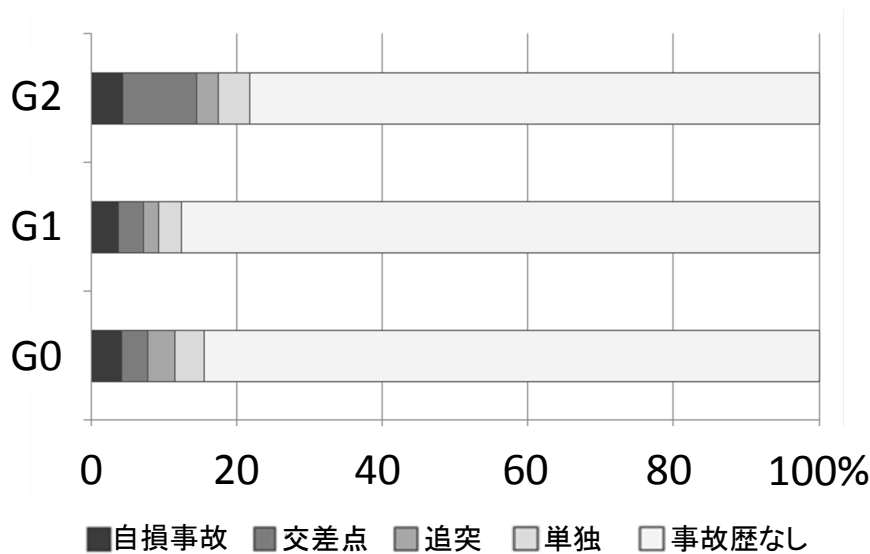


図 2-3 白質病変グレード別事故発生頻度

2.5. 白質病変と交通事故の関連性について

上記の関連性について、過去 10 年間における事故タイプ別の事故歴の有無を目的変数に、白質病変グレードを説明変数として、さらに交絡すると考えられる性別、三つの年齢群 (35-44, 45-54, 55-64) 運転頻度も説明変数に加えて、多変量ロジスティック解析を行った。

1) 性別

女性を reference として解析すると、事故分類に関係せず全ての事故に対して、性別の違いによる有意な調整オッズ比は見当たらなかった。すなわち、今回の調査結果では男女差における交通事故発生の違いはなかった。

2) 年齢群

35-44 歳を reference として解析すると、全事故では 45-54, 55-64 歳群とも、調整オッズ比・95%信頼区間ともに 1 以下となり、35-44 歳群に比べて 45-54, 55-64 歳群とも事故発生では有意に下がっていた。事故別では、前方の衝突事故が 55-64 歳群で事故発生は有意に下がっていた。駐車所・車庫内での自損事故や交差点事故は年齢とは関連性がなかった。

3) 運転頻度

週に 2 時間以下の運転頻度を reference として解析すると、全事故では、週に 5 時間以上で有意の調整オッズ比を認めた。事故別では、交差点事故が同様の傾向を示した。どのタイプの事故であれ、運転頻度が増加するにつれて事故件数が増加することが推察される一方、交差点事故以外は有意の調整オッズ比を認めなかった。今回の解析では、事故件数ではなく事故の有無を目的変数にしていることがその一因と考えられる。

4) 白質病変グレード

G0 を reference として解析すると, 全事故では G2 で有意の調整オッズ比 1.67 (95%CI: 1.32-2.10) を認めた. 事故別では, 交差点事故のみが G2 で有意の高い調整オッズ比 3.31 (95%CI: 2.30-4.76) を認めた. 白質病変と交差点事故の有意の関連性については, 例えば駐車所内での非走行中の自損事故や前後方向のみの追突事故と比べて, 交差点事故は前後左右の4方向に人・自転車・車などの種々の移動体に注意を払わなければいけない. 一般的に, 脳のほぼ半分を占める前頭葉に白質病変が最も多く存在していると思われる. 前頭葉の前頭前野に注意機能や遂行機能の中枢があるとされている[18]. 神経線維が密集している大脳白質内の神経線維束解析の最新知見より白質病変と神経ネットワーク機能障害との関連性が注目されている[19]. さらに, 先行研究の CRT 運転適性検査では, 注意機能の低下と反応速度変動率(バラツキ度)の増大が白質病変と有意に関連している事を報告している[16]. これらより, 白質病変が他の事故分類より注意機能との関わりが大きいと推察される交差点事故との有意な関連性を持つ理由を説明している可能性がある.

表 2-1 全事故ケース関連性

変数	ケース	オッズ比(信頼区間)
性別	女性	274/1683 1[Reference]
	男性	287/1752 0.98(0.82-1.18)
年齢	35-44	137/688 1[Reference]
	45-54	215/1404 0.68(0.54-0.87)*
	55-64	209/1343 0.66(0.52-0.85)*
白質病変グレード		
	G0	397/2556 1[Reference]
	G1	36/292 0.82(0.57-1.19)
	G2	128/587 1.67(1.32-2.10)*
運転頻度		
	1	219/1570 1[Reference]
	2	137/821 1.23(0.97-1.55)
	3	135/679 1.54(1.21-1.95)
	4	70/365 1.47(1.09-1.99)

*5%水準

表 2-2 駐車場で事故ケース関連性

変数	ケース	オッズ比(信頼区間)
性別	女性	60/1683 1[Reference]
	男性	78/1752 1.22(0.87-1.73)
年齢	35-44	28/688 1[Reference]
	45-54	55/1404 0.97(0.61-1.55)
	55-64	55/1343 1.02(0.63-1.65)
白質病変グレード		
	G0	104/2556 1[Reference]
	G1	9/292 0.75(0.37-1.50)
	G2	25/587 1.03(0.65-1.64)
運転頻度		
	1	54/1570 1[Reference]
	2	33/821 1.17(0.75-1.82)
	3	30/679 1.29(0.82-2.04)
	4	21/365 1.66(0.87-1.73)

*5%水準

表 2-3 交差点での事故ケース関連性

変数	ケース	オッズ比(信頼区間)	
性別	女性	77/1683	1[Reference]
	男性	81/1752	0.94(0.68-1.30)
年齢	35-44	36/688	1[Reference]
	45-54	53/1404	0.59(0.38-0.91)*
	55-64	69/1343	0.69(0.44-1.08)
白質病変グレード			
	G0	92/2556	1[Reference]
	G1	6/292	0.60(0.26-1.39)
	G2	60/587	3.31(2.30-4.76)
運転頻度			
	1	57/1570	1[Reference]
	2	38/821	1.25(0.82-1.91)
	3	40/679	1.68(1.11-2.55)*
	4	23/365	1.82(1.10-3.02)*

*5%水準

表 2-4 衝突による事故ケース関連性

変数	ケース	オッズ比(信頼区間)	
性別	女性	60/1683	1[Reference]
	男性	61/1752	0.95(0.66-1.37)
年齢	35-44	33/688	1[Reference]
	45-54	48/1404	0.71(0.46-1.13)
	55-64	40/343	0.62(0.38-1.00)*
白質病変グレード			
	G0	93/2556	1[Reference]
	G1	10/292	1.02(0.52-2.00)
	G2	18/587	0.93(0.55-1.59)
運転頻度			
	1	47/1570	1[Reference]
	2	37/821	1.53(0.99-2.40)
	3	26/679	1.92(0.78-2.10)
	4	11/365	1.01(0.52-1.97)

*5%水準

表 2-5 その他の事故ケース関連性

変数	ケース	オッズ比(信頼区間)
性別	女性 76/1683	1[Reference]
	男性 68/1752	0.63(0.62-1.21)
年齢	35-44 40/688	1[Reference]
	45-54 59/1404	0.69(0.46-1.04)
	55-64 45/1343	0.54(0.34-0.85)*
白質病変グレード		
	G0 108/2556	1[Reference]
	G1 11/292	1.01(0.53-1.91)
	G2 25/587	1.19(0.85-1.90)
運転頻度		
	1 61/1570	1[Reference]
	2 29/821	0.91(0.57-1.43)
	3 39/679	1.51(1.00-2.28)*
	4 15/365	1.08(0.60-2.08)

*5%水準

2.6. 考察

交通事故総合分析センター(ITARDA)は、事故に繋がるミスを操作・行動ミス, 判断・予測ミス, 認知ミスの3要素に分類し, 過去の597件の事故調査から2282のミスを抽出して, 種々の事故予防安全装置がどのミスを補助できるか詳細に解析した。その解析結果から, 操作・行動ミスはABS やブレーキアシストなどの, 認知ミスは追突警報や車線逸脱警報などの事故予防安全装置で補助できる一方, 判断・予測ミスは既存の装置では補助できていないと報告した[20]。従って, 交通事故防止の抜本的対策には, この判断・予測ミス対策が鍵になる。判断・予測は年齢と共に低下するが, 個人差が大きい。この個人差をどのように克服するかが問題であり, 年齢以外のヒューマンファクターを見出すことは困難であった。ところが, MRI で観察される脳組織変化, 代表例として白質病変は正しく個人の特性を表すヒューマンファクターである。白質病変は, 健常中高年者のMRI 所見では高頻度に認められる一般的知見であり, 特に中年者の場合には, 片側病変のG1 や両側病変のG2 であっても軽度なものがほとんどである。しかしながら, G2 のような軽度な脳組織変化である白質病変でも交通事故と言ったマクロの社会現象に大きく影響するエビデンスが得られたことは, ヒューマンファクターを扱う人間工学にとって, 極めて意義深いことであると思われる。脳MRI が人間工学の新たな研究ツールになり得ることを示した点で画期的であると言える。

本研究は脳ドック受診者から MRI データを得ているためのバイアスが存在している。すなわち、被験者が団体加入している公務員・銀行マン・教職員組合・警察等の組合保険加入者とその家族であるため 65 才未満がほとんどであり、限定された職種と年齢幅を考慮しなければいけない。年齢幅のバイアスを解消するために、高知県警の協力のもと、高齢者講習を受講する高齢ドライバーから被験者を募った。65 歳以上の高齢ドライバーを含む、21 歳から 87 歳の総計 3930 名の被験者を対象にした解析でも、白質病変と交差点事故との有意の関連性が存在することを確認した[21]。

個々人の運転行動に関する情報量には下記の 4 種類が考えられる。①車両センシング情報:車間距離・CAN データ(速度・加速度・ハンドル舵角など)・GPS 位置情報など、②運転者の確認行動センシング情報:モーションキャプチャーセンサを用いた頭部や右足の速度・角速度・位置情報と赤外線カメラによる両眼平均視線方向ベクトルや瞳孔・まぶたの開きの大きさなど、③生体系のセンシング情報:脳波、脳血流、心拍数、血圧、発汗量など、④高次脳機能情報:注意機能や遂行機能などである。①-③の情報量は、瞬時に変化して膨大な情報量を生み出す。④の運転適性検査等から評価する高次脳機能情報は、そもそも被験者の恣意性や体調によって大きなバラツキを生じさせる。すなわち、これらはいずれも変動する情報量であり、年齢という唯一のドライバー属性に立脚した個人の運転特性解析を困難にしてきた。白質病変グレードは少なくとも数週間は変化しないと考えてよいので、不変因子と見なせる。年齢に加えて、白質病変グレードを個人特有の不変因子として、先述の変動する情報量を新たに分類することで、膨大かつ変動する運転行動情報量から個人の運転特性を導き出せる可能性が考えられる。この分類化により、年齢に隠された個人差を取り込むことが可能になり、交通事故リスク因子のセンシング技術開発が進展するものと考えられる。

2.7. 結論

本章では以下の結論を得た。

- (1) 3435 名の中老年ドライバーの約 25% に白質病変を認め、G1 が約 5%, G2 が約 20%の頻度であった。
- (2) 過去 10 年間の交通事故歴と白質病変グレードとの関連性を多変量ロジスティック解析にて求め、G2 で有意の調整オッズ比 1.67 (95%CI:1.32-2.10)を認めた。
- (3) 交通事故タイプ別の解析では、G2 で交差点事故のみが有意の高い調整オッズ比 3.31 (95%CI:2.30-4.76)を認めた。
- (4) 交通事故原因となるヒューマンファクターを解析する上で、脳 MRI は非常に有用な研究手法ツールになり得ることが示された

第3章 注意機能検査

3.1. 注意の研究

認知科学や神経科学での注意とは、入力取舍選択によって特定の感覚刺激がより深く処理され、また特定の課題遂行や行動がより制御されたかたちで達せられる機能であり、日常的に使用する注意とほぼ同義である。現代の注意の基礎的理論の研究は1950年代に始まる。「二十世紀前半のアメリカの実験心理学は行動主義が隆盛しており注意・記憶・志向といった内的な精神操作や構造に関する研究は中止され、約50年間も休眠状態にあった」1950年以後、まず聴覚における注意に始まり、この時期には聴覚と視覚の研究は独立していた。次に汎用容量または処理資源と呼ばれる概念が提唱された。いわゆる資源配分理論であり、主に聴覚刺激・注意機能を資源としてとらえ、一定の制限があるとしている。後に多重特殊資源の概念へ発展した。1980年代以降では視覚刺激に重点が置かれ、知覚負荷理論などの視覚的注意へと移行していった。ビジランスと呼ばれ注意機能検査の主流となっている[23]。

3.2. 注意機能テスト

現在までに注意機能計測のため、いくつかの記入式テストが開発された。持続性注意の検査としては例えば末梢検査がある。Dillerら(1974)が開発した「視覚的文字末梢検査」は1行52文字、6列の文字列から、1行につき約18個含まれるCとEを100秒の間に拾い出すという課題である。選択性の検査にはTMT(Trail Making Test)がある。本来は米国陸軍知能検査(1944)の下位項目の一つで、ランダムに配置された数字を1から順に探して結ぶ課題であり、転換性の検査にも用いられる。転換性の検査で代表的なものにStroop(1935)が開発したストロープテストがある。認知的に葛藤を起こす干渉課題で、同一刺激の中に互いに干渉する2つの属性のある刺激を用いて反応を求める。制御性の検査にはSmith(1967)が開発した連続7減算などがある。100から0まで7の連続減算させ、例えば $100-7=93$ 、 $93-7=86$ のように順に引けなくなるまで続ける。

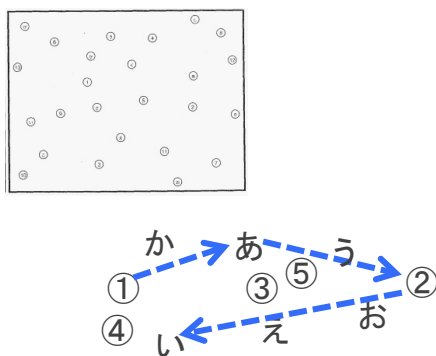


図 3-1 記入式注意機能テストの例(TMT)

YELLOW BLUE ORANGE
BLACK RED GREEN
PURPLE YELLOW RED
ORANGE GREEN BLACK
BLUE RED PURPLE
GREEN BLUE ORANGE

図 3-2 記入式注意機能テストの例 (Stroop テスト)

近年ではパソコンを用いた視覚刺激課題, いわゆるボタン押し課題による反応速度を計測する検査が開発されている。動体視力と認知機能を計測する, 動体認知測定装置(Dynamic Vigilance Checker 以下 DVC)は, 動体視力検査と Go/Nogo 課題の組み合わせで主に反応速度と操作精度を測る。突発課題と追跡課題からなるが, 単体の移動体を追跡するものであり, 制御や配分性など複数移動体の課題はない。こうした検査では主に反応速度・動体視力を計測するよう設計されている。

3.3. 運転適性検査

交通安全対策の一環として, 注意機能テストを適用した例が数多くあり, 運転リスクを測り危険な運転者を抽出することを目的に, これまで様々な運転適性検査が開発されてきた。運転適性検査とは, 複数課題で注意を分散させることや, 行動に制限を与えることで, 運転適性を測ろうとする試みである。注意機能におけるミスが重大事故につながる分野には交通・工場・工事現場・医療現場などがある。特に運転機能を計測するための検査は警察庁により開発されており, 警察庁方式と呼ばれる。安全運転指導および交通事故防止の観点より, 昭和 30 年代に自動車運転時の心理検査として, 処置判断検査器, 速度見越反応検査器, 重複作業反応検査器などが考案され, 各都道府県警察本部の運転適性検査器として採用された。昭和 63 年以降はこれらの機器に変わり, コンピュータシステムによる CRT 運転適性検査が開発され, 各都道府県警察の運転免許センターにおける講習の一環として採用された。

1) 警察庁方式 CRT 運転適性検査

警察庁方式 CRT 運転適性検査は, 警察庁科学捜査研究所が開発した運転適性検査であり, コンピュータを用いた検査である。この検査は, 緊急反応検査, 連続緊急反応検査, 信号確認検査, アクセル反応検査, アクセル・ブレーキ検査, 側方警戒検査, ハンドル操作の7種類の下位検査から構成されている。検査結果として, 大きく5つの項目(反応動作の速さ, 適度な精神

緊張の維持, 動作の確かさ/見込み反応, 注意の配分/注意の集中分散, 状況処理の巧みさ)を元に総合判定を出す.

CRT は動作の速さと正確さのバランスを見る.速さの方が優位ならせっかちと判定, 正確さの方が優位なら慎重派と判定する.また同時に状況判断力も評価する.

CRT は検査時間が長く(最短で 15 分~全検査で 30 分)

またハンドル・ペダル操作があるため装置の小型化に限度があり, システム全体では一般的なパーソナルコンピュータ 2 台分とレーザープリンタ 1 台分占有されるために設置場所が限られる.運転教習所などに限って設置されていることもあり, 手軽に利用できない.

2) KM式

KM 式安全運転助言検査は, 松永が作成した検査であり質問紙型の検査と動作型の検査から構成されている. 質問紙型 KM 式安全運転助言検査は, 50問の質問に答えることで不安定度と先急ぎ度, 虚偽尺度を測定する. 北村らの免許停止者と無事故・無違反者における検査得点の比較によると, 免許停止者群や, 無事故, 無違反者群と比較し, 不安程度, 先急ぎ度ともに得点が高かった. 両得点を元に線形判別分析を行うと, 免許停止者についての判別率は 63%, 無事故・無違反者についての判別率は64%であった. 動作型 KM 式安全運転助言検査は, タイミング検査と認知・反応時間検査から構成されている. タイミング検査は受験者の先急ぎ傾向を, 認知・反応時間検査は不安定度を調べる検査である.

認知・反応時間検査は, 模擬運転装置に座った受験者に, 3種の刺激をランダムに提示し, それぞれの刺激に応じたアクセル・ブレーキペダル操作を行わせる検査である. 認知・反応時間の標準偏差(ばらつき)の大きさによって, 事故車と無事故者を判別すると, 判別率はそれぞれ79%, 81%であった

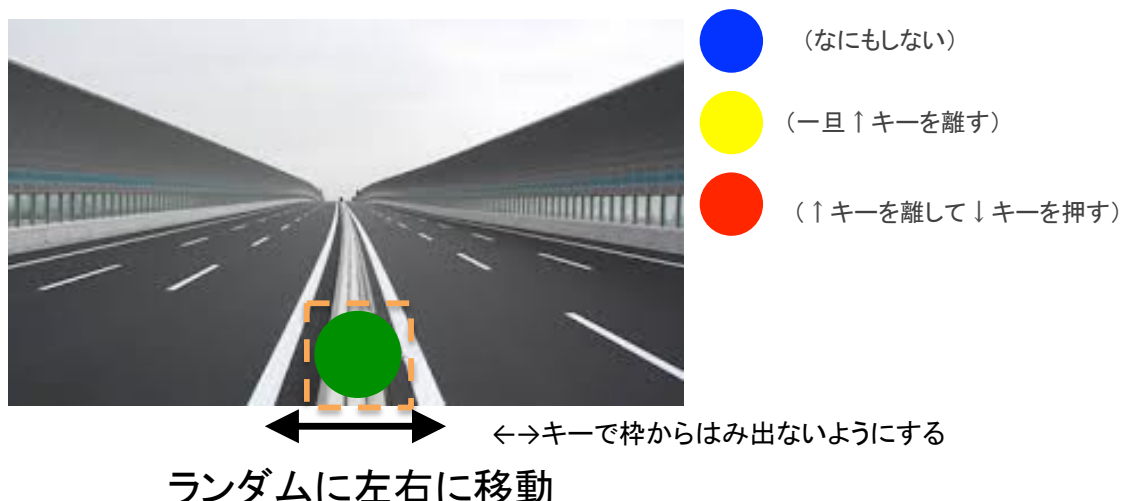


図 3-3 KM式安全運転助言検査

質問紙型と動作型からなる検査方式

質問紙型KM式安全運転助言検査:50 問の質問に回答して不安定度と先急ぎ度, 虚偽尺度を測定する。(識別率免許停止者 63%, 無事故無違反者 64%)

動作型KM式安全運転助言検査:タイミング検査と認知・反応時間検査からなる。(識別率事故者 79%・無事故者 81%)

3)OD式

運動機能7項目(注意力・判断力・柔軟性・決断力・緻密性・動作の安定性・適応性)に加えて性格診断を中心に(社会的成熟度・自己中心性・運転マナー)を行っている。事故者弁別は60%(t 検定・X2 検定)

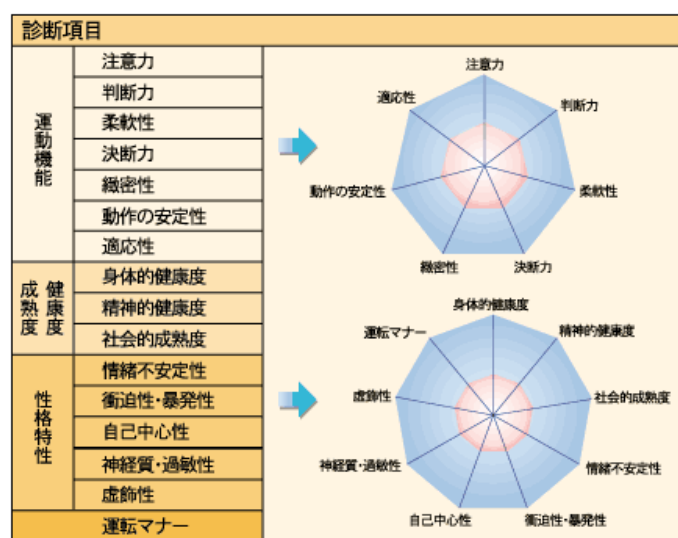


図 3-4 OD式検査

3.4. 注意機能と運転行動

注意とは何であるかを明確に定義することは困難といえるが, これまでに注意の特性に関して多くの研究者が試みており, 例えば加藤は注意機能を, 制御, 選択, 維持の3要素に分割できると提唱している[24]. 注意機能の特性を以下3項目に整理した.

- 制御: 複数の刺激に同時に柔軟に注意を配分する, それを可能とする注意の容量
- 選択: 注意を集中して, 多くの刺激の中から特定の刺激を選択する能力
- 維持: ある一定の刺激に反応し続けるための注意の持続能力

注意機能の3分類である制御, 選択, 維持と, 一般的に運転行動に関与するとされている認知, 判断, 操作との関連性は図 3-5 のように表すことができる.

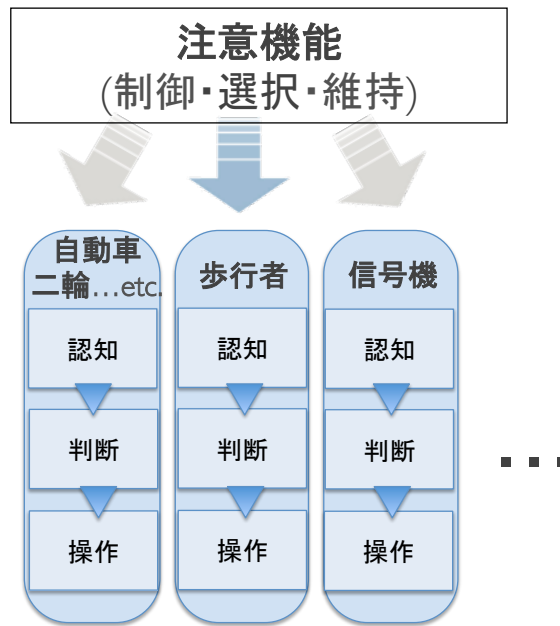


図 3-5 注意機能と運転行動

車の運転では、車両(motor vehicles), 歩行者(pedestrian), 信号(signal)など注意を払うべき対象毎に認知・判断・操作それぞれ独立した段階があり、歩行者や車両の行動、信号機などのタイミングに合わせて認知・判断を繰り返し、操作に至る。加藤の注意機能 3 分類を運転行動に当てはめると、「制御」とは、複数の対象への注意を過不足なく安定的に切り替えることであり、図 3-5 では車両・歩行者・信号機のうちどの事象に注意を向けるべきなのかを判断することに相当する。信号機を見ていたところ、歩行者が出てきたのでそちらに注意を切り替えるなどであり、より緊急に判断すべきことに注意を制御することである。「選択」とは、状況に応じた適切な注意を行い判断できることであり、図 3-5 では信号機の色は何か、右折の場合に対向車がいるかなどについて焦点を当てて適切な判断を行い、操作を選択できることである。「維持」とは選択・制御に絶えず意識を向けて緊張を一定のレベルに保つことを意味する。眠気や注意力散漫など、維持の程度が低くなると運転行動における各段階の正確さが低下する。

3.5. 画面レイアウトの検討

実際に検査を行うためには、境界線の設定やブロックの大きさは、検査が行いやすいように適切に選ぶ必要がある。画面レイアウトは以下のように決定した。視力等の視機能および色の弁別が最も優れている範囲は弁別視野と呼ばれ、一般的に視点の中心 $\pm 2, 3^\circ$ といわれており、また瞬時に視線移動のみでノイズの中から対象を見分けることができる範囲は有効視野と呼ばれ、視点中心から水平 $\pm 15^\circ$ 上 8° 下 12° である。[25]画面全体は頭部運動を伴うことなく視線移動のみで見渡せる有効視野の範囲に収まるようディスプレイを選定した。使用したディスプレイは17インチサイズで、解像度1024x768(通称XGA, アスペクト比4:3)である。

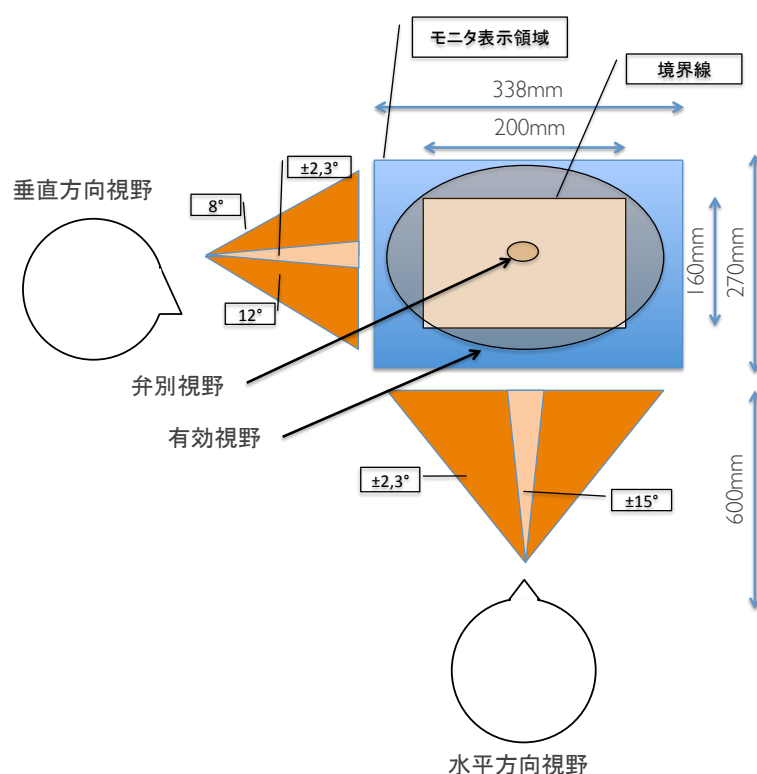


図 3-6 画面レイアウト検討

3.6. ブロック(移動体)の速度検討

ブロックの移動速度が遅すぎると計測値が一定化したり、速すぎると計測値がバラついたりするため、適切な速度に設定する必要がある。注視していれば正確に反応できる最高速度を調べるため、反応速度テストを作成し20名の被験者から計測した。反応速度テストの内容は、画面中央に垂直に境界線を描き、左右から交互にブロックを中央に向かって移動させ、ブロックの中央と境界線が重なった時にボタンを押して停止させる検査である。(図3-7)ブロックの移動速度は5つで各10回試行して境界線からの逸脱を計測した。ブロックの画面上のサイズは40

×40 ピクセルとした。移動速度は 1 秒間の移動距離をピクセルに換算すると 800, 400, 200, 100, 50pixel/sec.である。結果を図 3-8 に示す。縦軸は中心から逸脱した距離(ピクセル)の平均である。また黒い横棒は中央値を、太いバーの中に 50%のデータが収まっており、細いバーで全数の最大最小を表している。なお明らかにボタンを押し損ねて見送った場合などは外れ値として除外している。速度 50~100pixel/sec.では目立った差はないが、200pixel/sec.を超えると境界線上で正確に止めることがほとんどできていなかった。この結果から、注視していれば境界線上で適切に反応できる最高速度とし 200pixel/sec.を設定した。

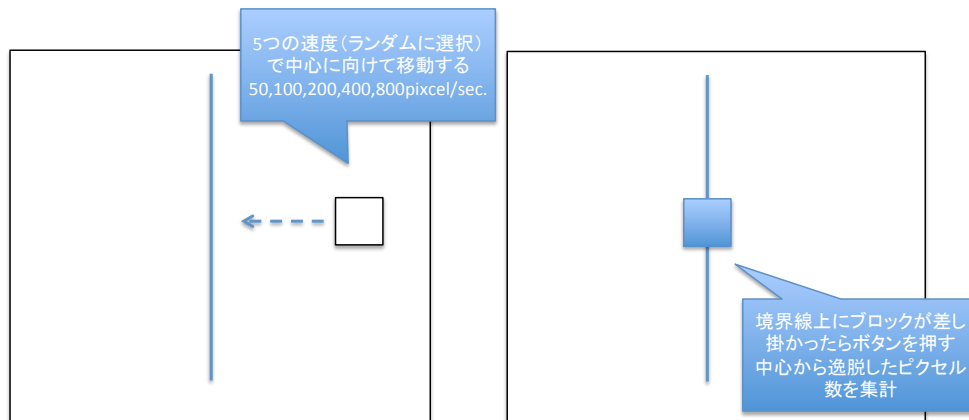


図 3-7 ブロック移動速度決定のための反応速度計測

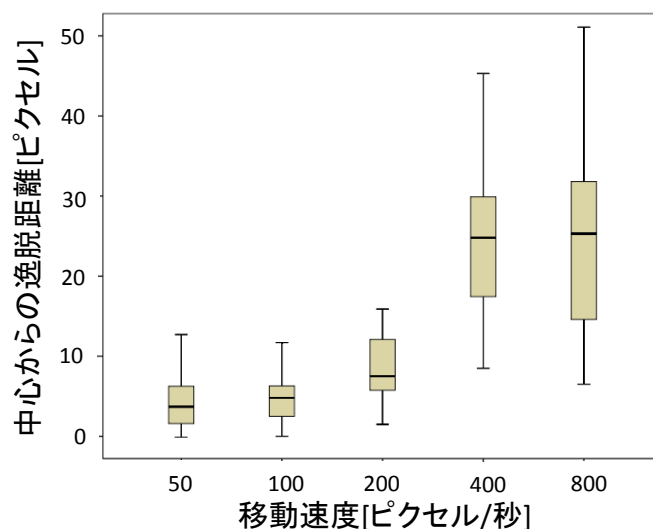


図 3-8 有効速度の検討

これらの注意機能を検査する具体的な方法の概略を図 3-9 に示す。図に示すように、検査機器は画面および、青色・赤色のボタンというシンプルなものである。検査時には画面上を青と赤のブロックを上下左右端から中央に向かって移動させる。それらのブロックが中央の境界線にさしかかったらブロック色に対応したボタンを押すという仕様である。ブロックの移動速度には 3 段階あり、同時に複数のブロックが出現することもある。検査時間は 3 分である。

本検査において、上述の注意機能との対応は以下のように考えることができる。まず、「制御」に対しては、上下左右端の4方向から中央に向かって、随時移動するブロックに注意を多方向に過不足なく振り向ける課題から評価できると考える。さらに、画面上に同時に複数のブロックが表示され、それらが別々の早さで動くため、適切な注意をブロックごとに振り向けなければならない。このように柔軟かつ臨機応変に対処できているかどうかで注意機能の制御を評価できる。「選択」に対しては、青と赤の2色のブロックを用いて、青と赤のボタンを押させることで検査が可能であると考えた。境界線にさしかかるブロックの色を選択し、その色のボタンを押すことは、複数の属性をもつ呈示された刺激に対して、各反応様式で、間違えることなく反応することを検査でき、選択に関する注意機能が評価可能であると考えた。「維持」に関しては成績の変化を時系列順に追跡し、パターン化することで、事故歴との関連性を評価した。

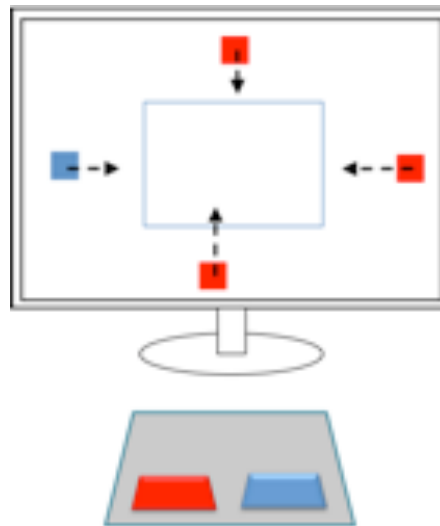


図 3-9 実験機器構成

3.7. 計測項目

計測の正確さに加えて、操作反応の早さの要素も検出できるようにした。被験者には、ブロックが境界線に接触する瞬間にボタンを押すように指示した。ボタンの押下時にブロックが境界線上にあり、かつ青と赤の分別が正しかった場合に正解とし、操作の正確さを計測する。提案の方法は、それに加え反応速度を分類するために、ボタンを押した瞬間、ブロックが境界のどの位置にあったかを計測した。

被験者の反応を判定する基準を図 3-10 に示す。検出する出力項目は、以下の通りである。

(1) 尚早ミス (Premature error)

ブロックが境界線にさしかかる前にボタンを押した場合。

(2) 早い反応 (Quick response)

ボタンを押したときブロックが境界に差し掛かった直後(進行方向からみて先端 20%部分での反応)である場合。

(3) 普通の反応 (Middle response)

ボタンを押したときに境界線がブロックの中央 60%部分である場合。

(4) 遅い反応 (Slow response)

ボタンを押したときにブロックの最後の 20%部分が境界線にある場合。

(5) 認知ミス (Cognition error)

ブロックが通過するまでにボタンが押されなかった場合。

(6) 判断ミス (Decision error)

ブロックの赤色と青色を間違えてボタン押した場合。

検査装置は、上記 6 つの反応をカウントし、その最終の数値を出力する。

このような本検査方法は、パソコンとスイッチ、またはタブレットのみで簡単に構成できる。現在開発したものの OS は、Microsoft Windows を用いており、普及に関して問題はないと考える。またタブレットなどでの普及を考え、Android 上でも利用することが可能である。

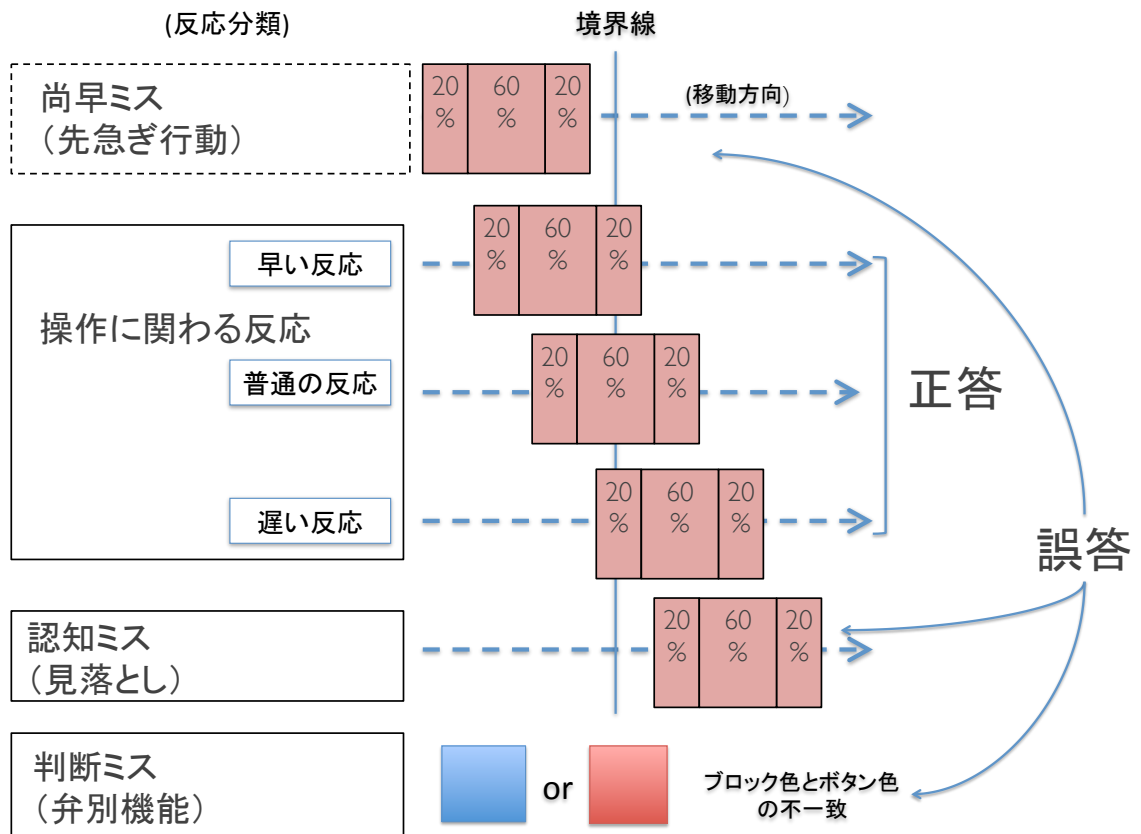


図 3-10 注意機能検査成績分類

3.8. 計測の再現性

運転行動特性の要素の検査結果が意味のある数値であることを確認するため、検査結果の再現性の検査実験を行った。実験は、同一の検査内容を1年間の期間を空けて、2回実施した。被験者は28名である。

検査結果を表3-1に示す。検査装置の出力である6つの項目すべてに関して、結果の相関を示してある。縦軸は1回目の結果、横軸は2回目の結果で、被験者一人につき1つの点で表している。一回目と二回目の正答数・誤答数について2変量の相関分析[26][27]を行い、相関係数(r)および有意確率(p)を求めた。相関係数はそれぞれ、認知ミス(r=.628 p<.01)、遅い反応(r=0.438 p<.01)、普通の反応(r=0.453 p<.05)、早い反応(r=0.508 p<.01)、尚早ミス(r=0.531 p<.01)、判断ミス(r=0.614 p<.01)であった。(図3-11 - 図3-13)相関係数はいずれも有意確率5%以下であり、かつ相関係数>0.4であることから正の相関を認め、再現性が示されたといえる。

表 3-1 テスト再現性相関係数

		認知ミス一回目	認知ミス二回目
認知ミス一回目	Pearson の相関係数	1	.628**
	有意確率 (両側)		.000
	N	29	29
認知ミス二回目	Pearson の相関係数	.628**	1
	有意確率 (両側)	.000	
	N	29	29

**．相関係数は 1% 水準で有意 (両側)

		遅い反応一回目	遅い反応二回目
遅い反応一回目	Pearson の相関係数	1	.593**
	有意確率 (両側)		.001
	N	28	28
遅い反応二回目	Pearson の相関係数	.593**	1
	有意確率 (両側)	.001	
	N	28	28

**．相関係数は 1% 水準で有意 (両側)

		普通の反応一回目	普通の反応二回目
普通の反応一回目	Pearson の相関係数	1	.457*
	有意確率 (両側)		.014
	N	28	28
普通の反応二回目	Pearson の相関係数	.457*	1
	有意確率 (両側)	.014	
	N	28	28

*．相関係数は 5% 水準で有意 (両側)

		早い反応一回目	早い反応二回目
早い反応一回目	Pearson の相関係数	1	.589**
	有意確率 (両側)		.001
	N	28	28
早い反応二回目	Pearson の相関係数	.589**	1
	有意確率 (両側)	.001	
	N	28	28

**、相関係数は 1% 水準で有意 (両側)

		尚早ミス一回目	尚早ミス二回目
尚早ミス一回目	Pearson の相関係数	1	.532**
	有意確率 (両側)		.004
	N	28	28
尚早ミス二回目	Pearson の相関係数	.532**	1
	有意確率 (両側)	.004	
	N	28	28

**、相関係数は 1% 水準で有意 (両側)

		判断ミス一回目	判断ミス二回目
判断ミス一回目	Pearson の相関係数	1	.608**
	有意確率 (両側)		.001
	N	28	28
判断ミス二回目	Pearson の相関係数	.608**	1
	有意確率 (両側)	.001	
	N	28	28

**、相関係数は 1% 水準で有意 (両側)

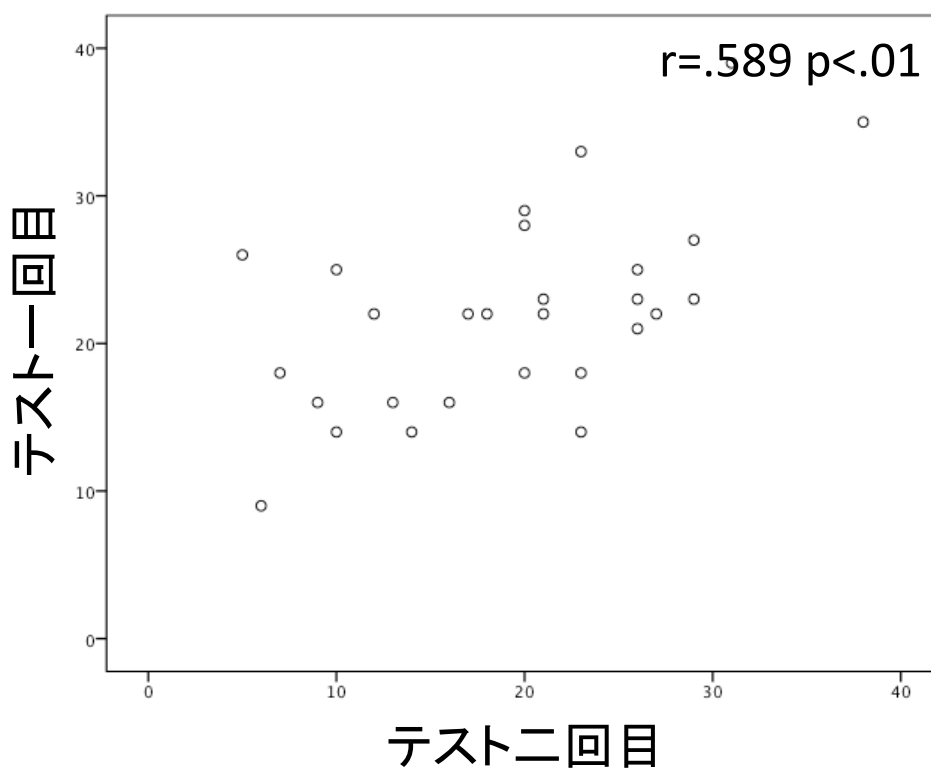
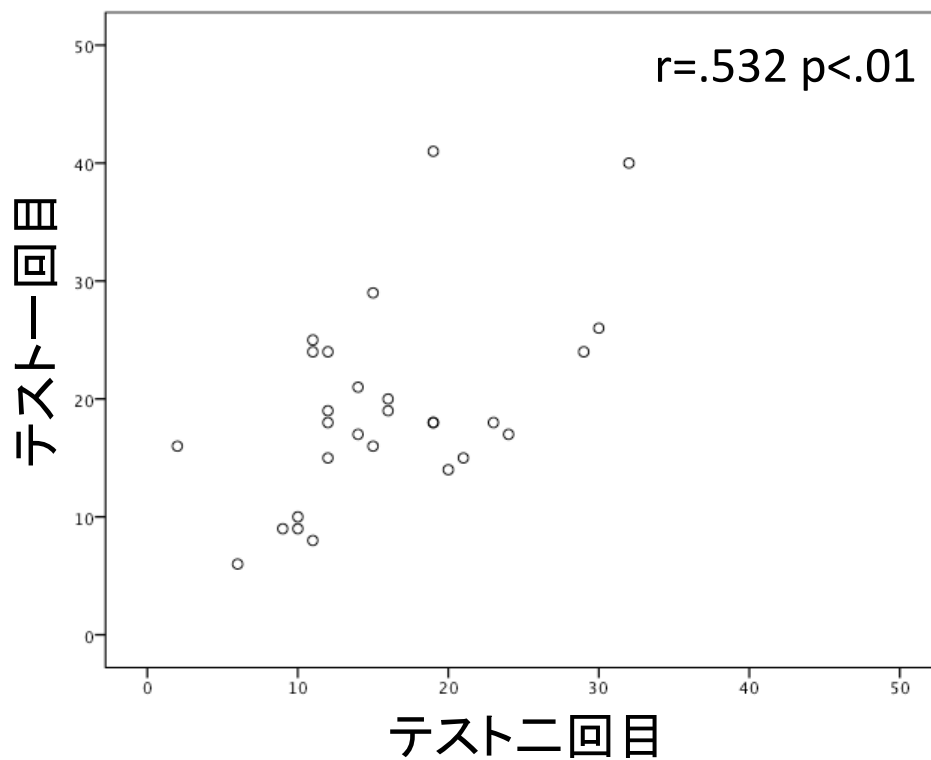


図 3-11 テスト再現性相関係数(上:認知ミス 下:早い反応)

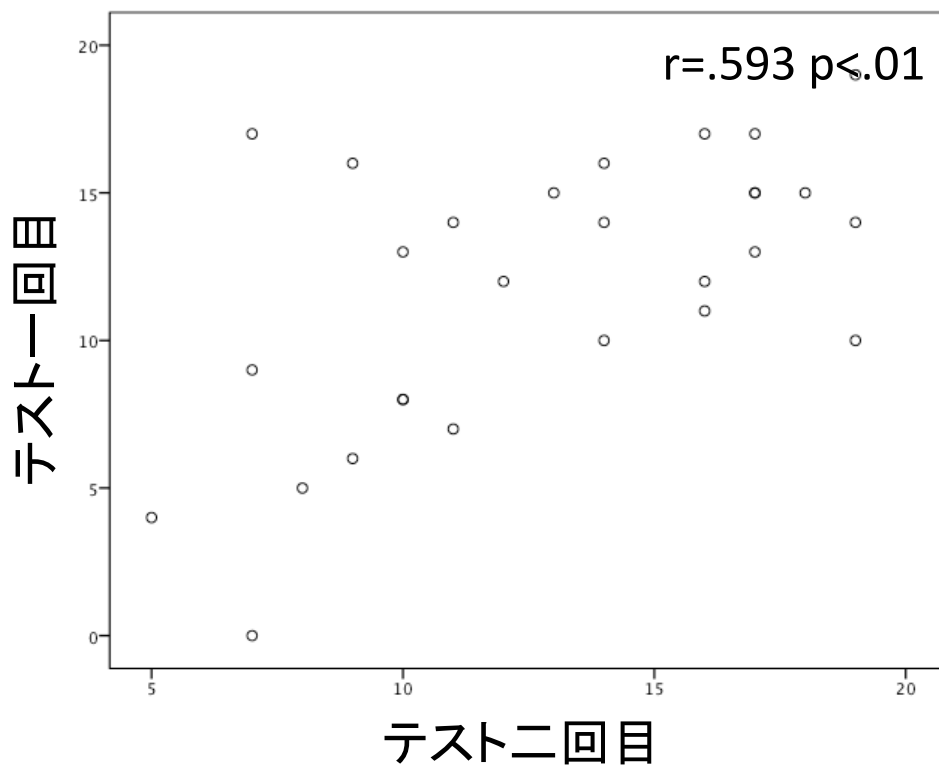
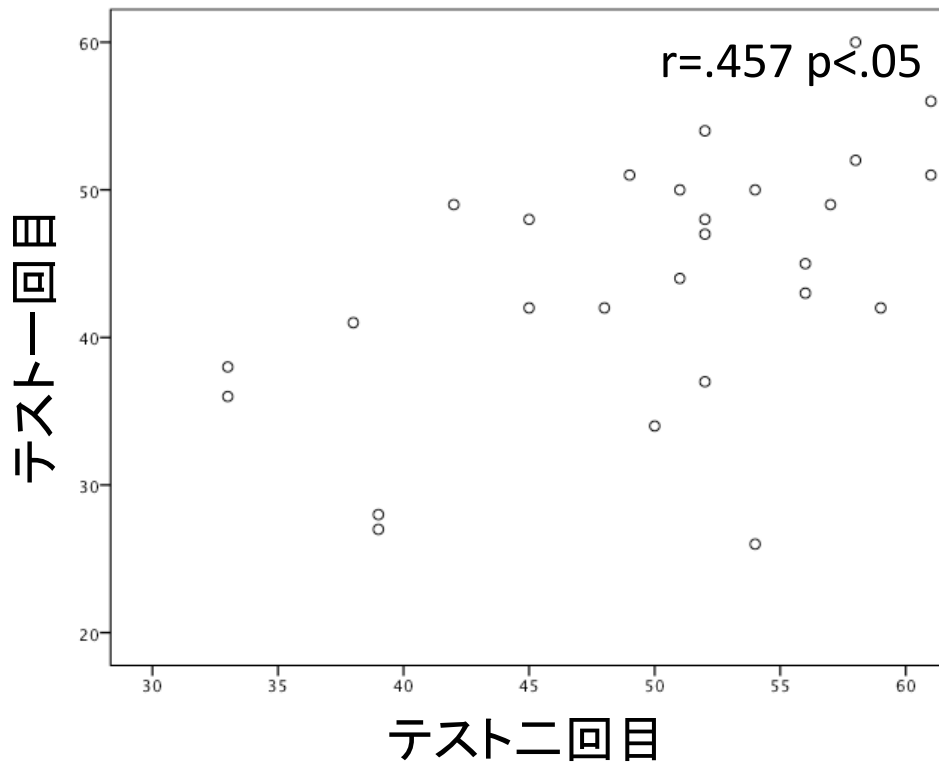


図 3-12 テスト再現性相関係数(上:普通の反応 下:遅い反応)

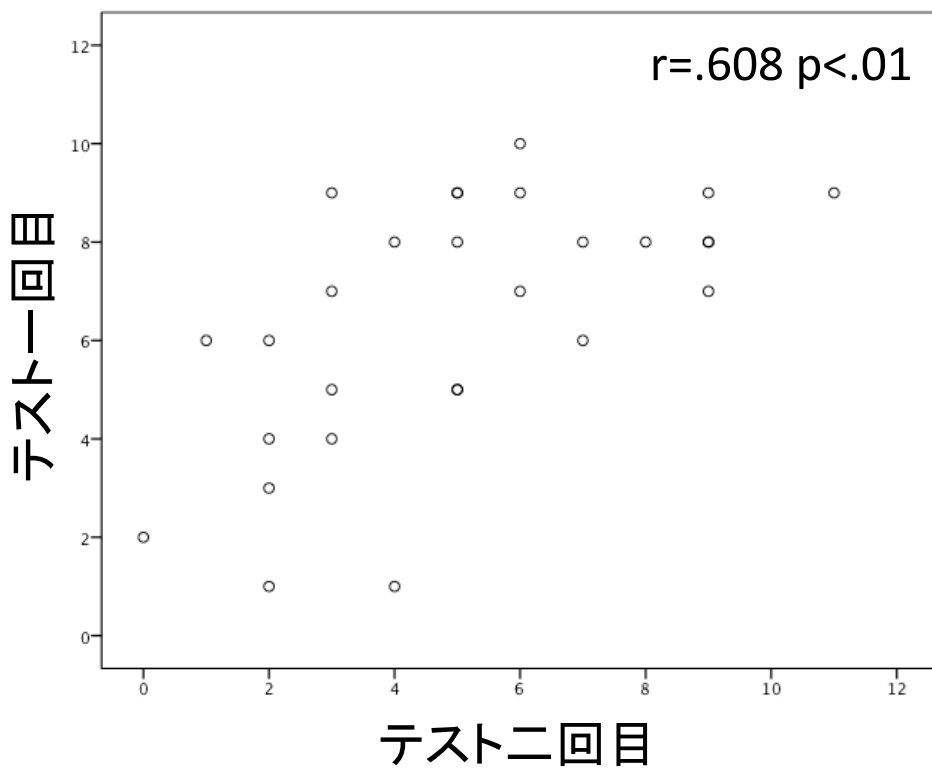
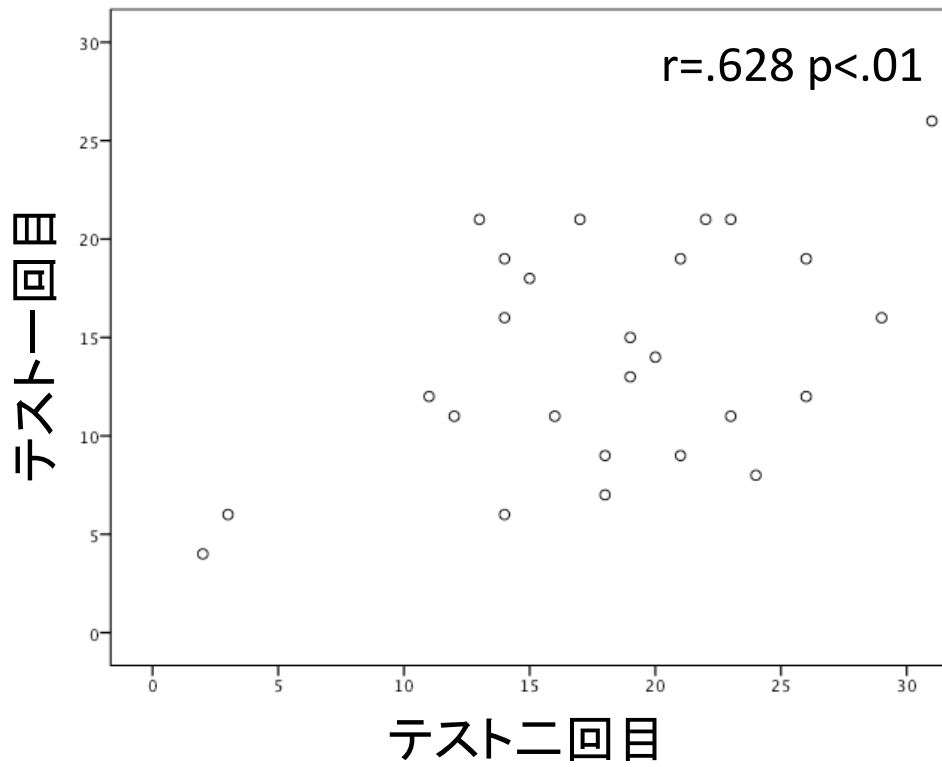


図 3-13 テスト再現性相関係数(上:認知ミス 下:判断ミス)

第4章 事故関連性評価

本章では交通事故リスクを簡便に検知するために開発した、注意機能検査について、運転頻度などのアンケート回答結果から、事故歴を状況別に分類し、本検査成績との関連性についてロジスティック回帰分析を用いて評価した。

4.1. 実験方法

実験は、高知検診クリニックの協力を得て、同施設の脳ドック検査を受診した中から希望者に実施し、30代から60代まで344名のデータを得た。年齢・性別・運転頻度についての回答結果を表4-1にまとめた。

表 4-1 被験者属性

	項目	n	%
年齢	30's	57	16.6
	40's	126	36.6
	50's	127	36.9
	60's	34	9.9
性別	男性	156	45.3
	女性	188	54.7
運転頻度	月1回未満	3	0.8
	月1～3回	9	2.6
	週1～3回	59	17.2
	ほぼ毎日	273	79.4

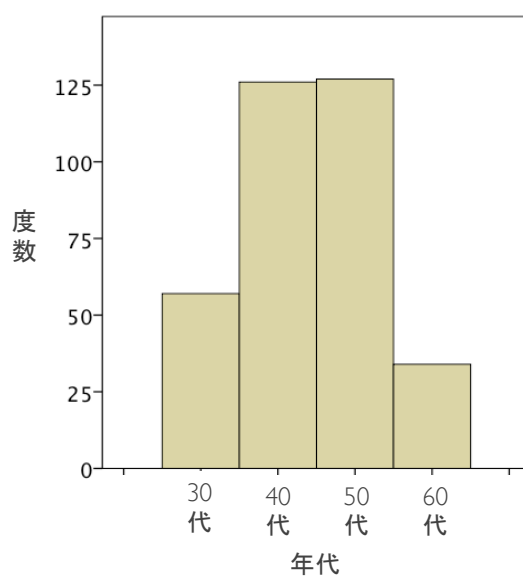


図 4-1 被験者構成

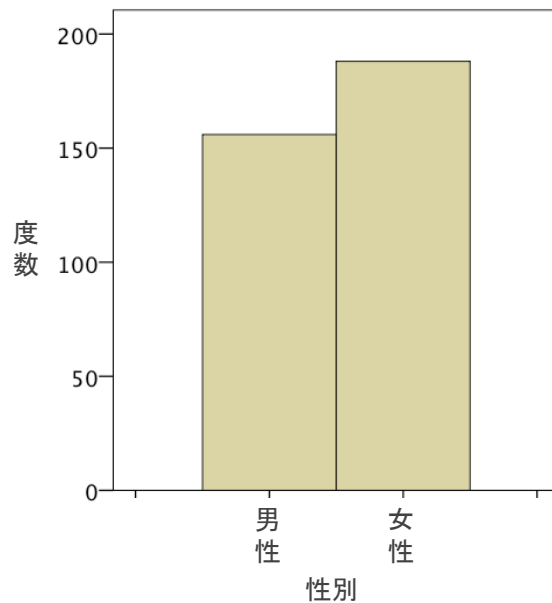


図 4-2 性別構成

4.2. 年代別成績

出力分類に従って集計し、年代毎に成績をまとめた。結果を図 4-3 に示す。図に示す通り、認知ミス、判断ミス、尚早ミス、および遅い反応については、加齢につれて、割合が多くなる。逆に、早い反応を示す割合は減少する。特に、認知ミス・判断ミス・早い反応については、50 代からの早い反応の低下およびミス確率の増加が目立った。また遅い反応に比べて早い反応には、加齢による差が広がっており、反応速度の低下が顕著に表れた。このことは、本検査結果から加齢による注意機能低下を定量データとして検出可能であることを示しており、また被験者は若年層から継続して検査を受けることで、事故リスクを数値で経時的に定量評価できるといえる。

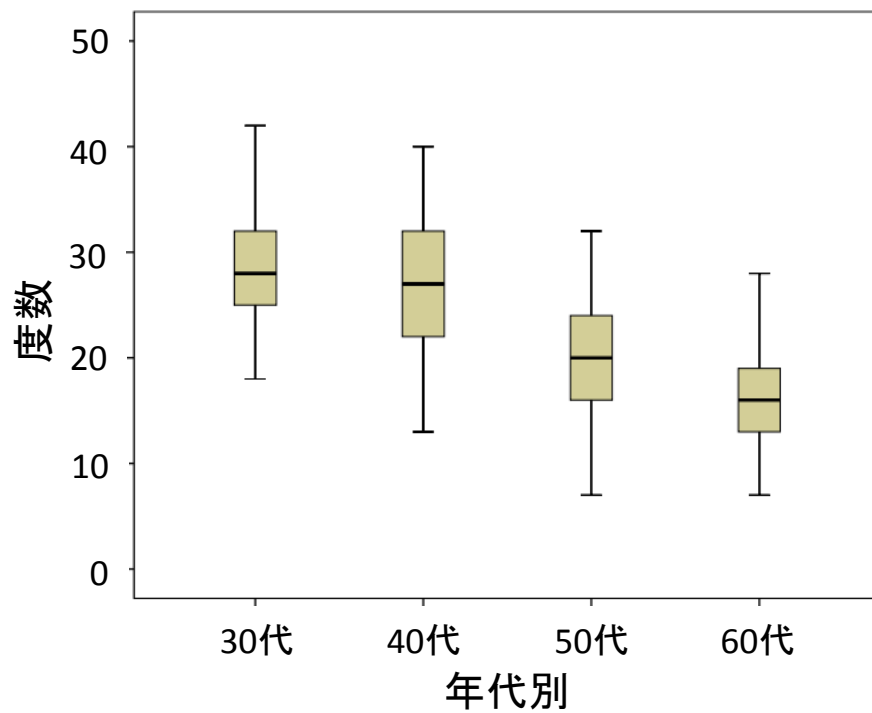
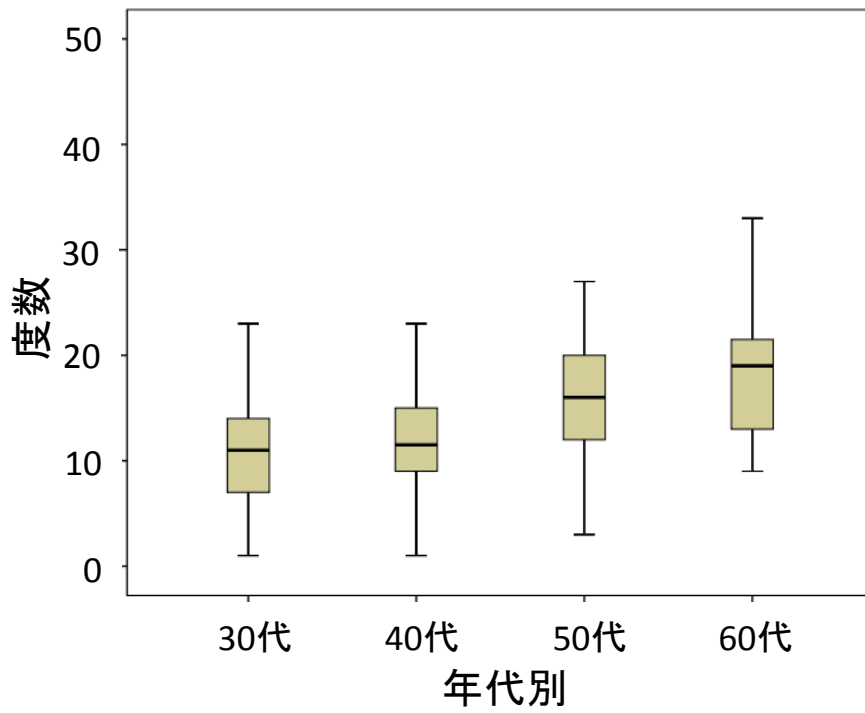


図 4-3 検査成績年代別比較(上:尚早ミス 下:早い反応)

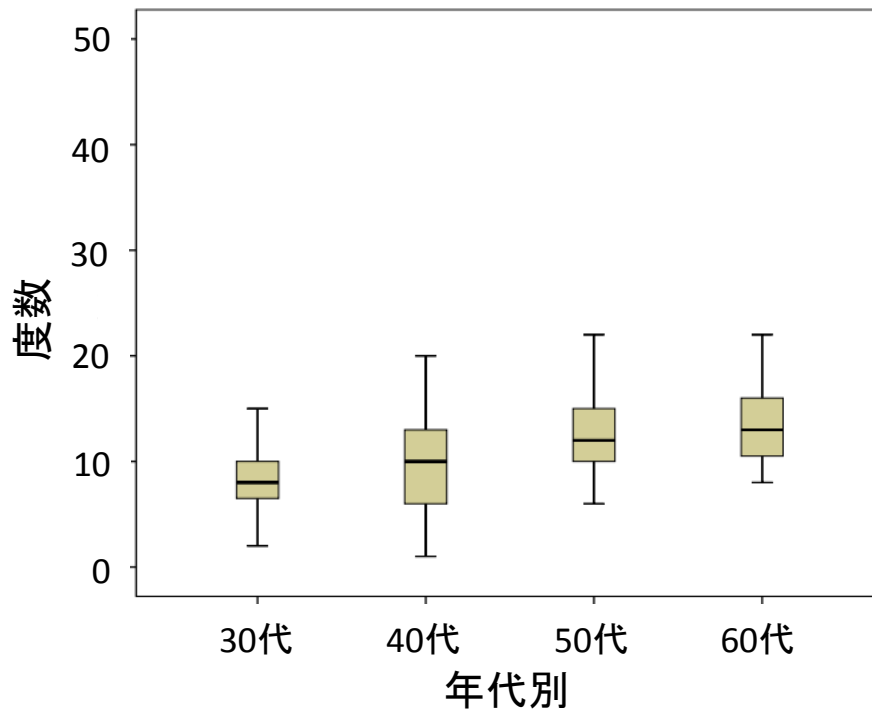
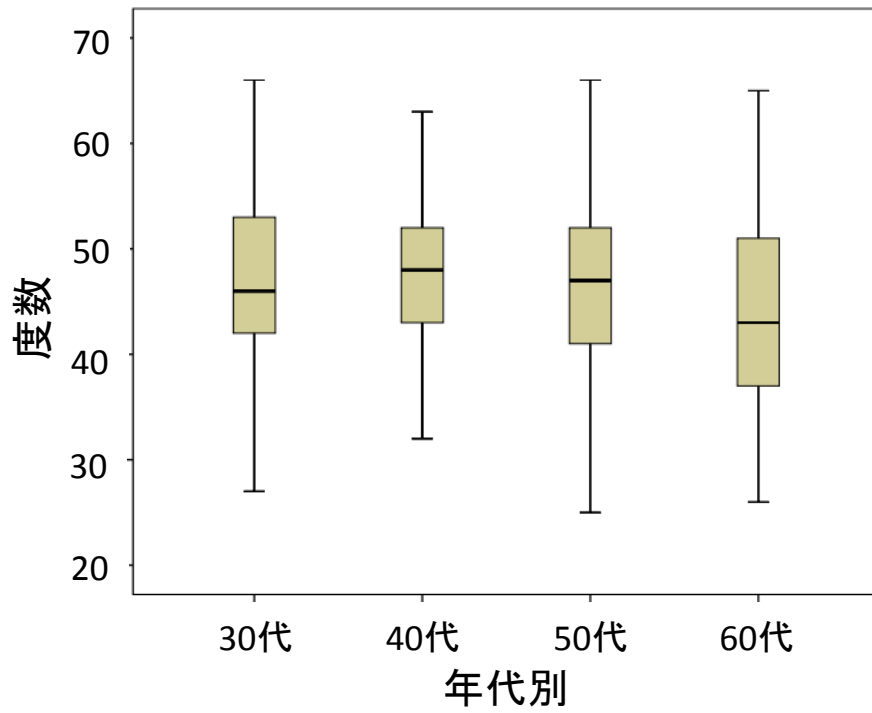


図 4-4 テスト再現性相関係数(上:普通の反応 下:遅い反応)

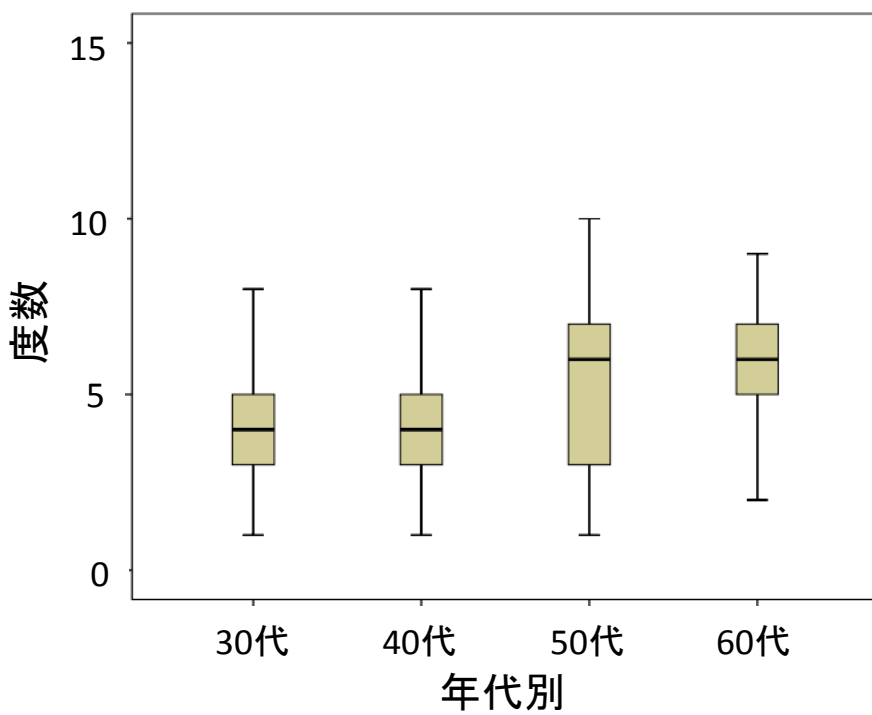
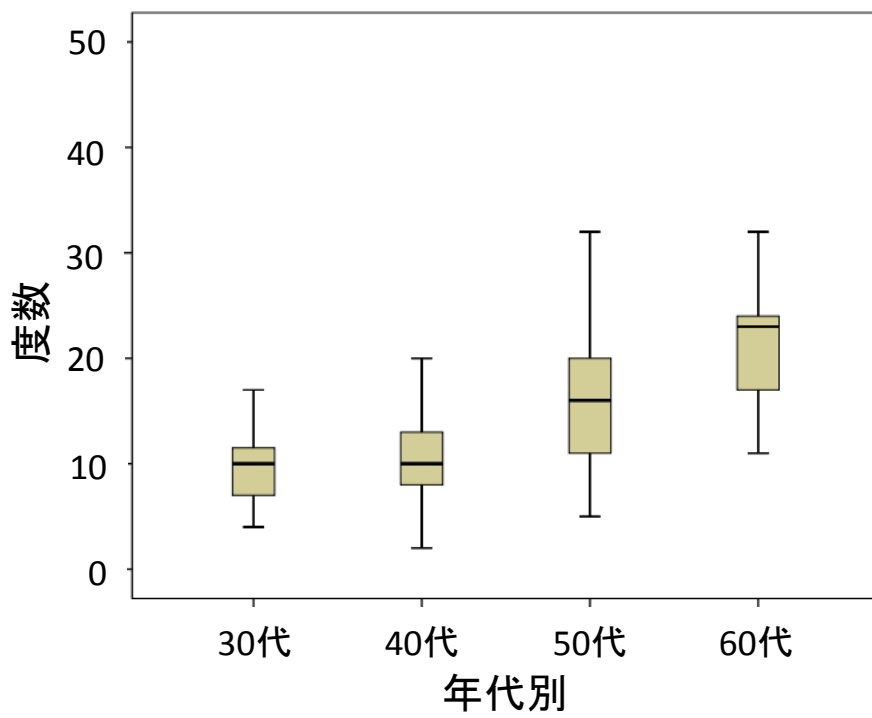


図 4-5 テスト再現性相関係数(上:認知ミス 下:判断ミス)

4.3. 事故歴アンケート調査と分類

検査成績と事故歴との関連性を分析するため、過去 10 年間での事故歴についてアンケートを実施した。アンケート内容は図 4-6 の通り。被験者へは十分な説明を行い、インフォームドコンセントを得ている。回答には事故の有無と状況を記載できるようになっている。過去 1 回以上事故経験があると回答した人数を集計、事故の状況を 3 分類して、分析を行った。

(1) 交差点での事故(出会い頭・右左折時の衝突)

事故の約半数は交差点(信号有無・付近含む)で発生している。[1] 交差点内での事故要因としては、同方向の二輪車見落とし、対向・同方向の歩行者・自転車見落としがあり、また対向の四輪車両・二輪車両見落としがある[28]-[32]。錯綜した交通の中で、より高い注意機能が要求され、注意分散時の認知機能低下が事故発生に影響していると考えられる。運転時における認知・判断の負荷が最大であると仮定し、分類した。交差点内における出会い頭、右左折衝突事故について 15 名であった。

(2) 追突事故

事故類型では、追突事故の構成率が約3割以上[1]と最も比率が高い。漫然・脇見運転という“うっかり”が原因の事故として分類した。例えば前走車が左折時に歩行者のため停止した場合など、突発的な事象における反応の遅れが追突につながっていると考えられる。前走車への追突事故について 6 名であった。

(3) 単独, その他の事故

交差点での事故や単路における追突に当てはまらない、スピード超過による工作物衝突、追い越し時の接触など、運転マナーの問題として分類した。回答は 13 名であった。

以下の質問に対して、1つ選択して番号に○をして下さい。

- ① 最近の運転頻度を1つ、選択して下さい。
1. ほぼ毎日 2. 週1~3回程度 3. 月1~3回程度 4. それ以下
- ② 平均して週に何時間、運転しますか？
1. 2時間以内 2. 2-5時間以内 3. 5-20時間以内 4. 20時間以上
- ③ 現在最も運転する車の車種を1つ、選択して下さい。
1. バイク 2. 軽自動車 3. 普通自動車 4. 大型自動車

過去10年間の運転体験について質問します。1つ選択して番号に○をして下さい。

- ④ 前の車に衝突しそうになったことがある。
1. 3回以上 2. 1-2回 3. ない
- ⑤ 交差点を左折する際、事故を起こしそうになったことがある。
1. 3回以上 2. 1-2回 3. ない
- ⑥ 交差点を右折する際、事故を起こしそうになったことがある。
1. 3回以上 2. 1-2回 3. ない
- (7) **高速道路**で、出入口に間違っ進入したり、反対車線を逆走したりしたことがある。
1. ある 2. 走りそうになった 3. まったくない
- (8) 交通事故（相手がバイク・自転車の場合も含む）を自分から起こしたことがある。
1. はい 2. いいえ
- (9) (8)で「はい」と回答した方にのみ質問します。
事故のタイプ別の回数に○をして下さい。
- | | |
|----------------------------------|----------|
| 1. <u>駐車場内や車庫入れでの事故</u> | 0、1、2回以上 |
| 2. <u>交差点での事故</u> | 0、1、2回以上 |
| 3. <u>追突した事故(された事故は該当しない)</u> | 0、1、2回以上 |
| 4. <u>駐車場から出て直ぐの衝突(バイク・自転車も)</u> | 0、1、2回以上 |
| 5. <u>走行中の単独事故(壁・ガードレールなど)</u> | 0、1、2回以上 |
| 6. <u>走行中の車線変更時の衝突事故</u> | 0、1、2回以上 |
| 7. <u>その他の事故</u> | 0、1、2回以上 |

図 4-6 事故分類のためのアンケート票

4.4. 解析手法

被験者の事故歴と検査成績の関連性について、ロジスティック回帰分析によって評価した。ロジスティック回帰分析とは、「さまざまな要因によって生じるリスクを確率的に評価するために用いられるロジスティックモデル」[38]に基づいた統計解析方法であり、医学や社会科学などで用いられている。ロジスティック回帰分析は、たとえば結果が「成功・失敗」「発症・非発症」など二値で表される現象の原因を予測する手法である。本統計解析では結果を目的変数、原因を説明変数と呼ぶ。本研究の場合、目的変数は過去の事故歴「あり・なし」、説明変数は被験者の「検査成績・年齢・性別・運転頻度」である。解析の出力結果は有意確率(P 値, P-value)とオッズ比(Odds ratio)で表される。オッズは、ある事象の起きる確率(P)と起きない確率(1-P)の比 $P/(1-P)$ のことであり、検査成績良い群を p, 成績が悪い群を q とした場合の事故リスクのオッズ比は、式(1)で表すことができる。またオッズ比は全サンプル数の 95%信頼区間が含まれている下限値(Lower limit)と上限値(Upper limit)が併せて示される。

$$\frac{p/(1-p)}{q/(1-q)} \dots\dots\dots (1)$$

4.5. 選択・制御機能と事故関連性

1) 解析に使用する成績

解析に使用する成績を表 4-2 に列記した。検査結果の内、「普通の反応」は年代による差異もほとんどなく、相関が低いことから除外している。各成績の解析のみならず、交通事故は各成績が相互に影響していると仮定して、2 つの成績の積や 3 つの成績の積の組み合わせ、すなわち全体で 22 通りの組み合わせに対してロジスティック回帰分析を行った。成績の組み合わせでは、「速い反応」と「遅い反応」の組み合わせは相反するものであるから、解析から除外した。表 4-3 で表記された 22 通りの成績の組み合わせについて、各々中央値で二分して説明変数とした。目的変数は「過去の事故歴あり・なし」、「交差点での事故あり・なし」、「追突事故あり・なし」、「単独事故あり・なし」として各々解析を行った。

表 4-3 検査成績組み合わせ

尚早ミス
早い反応
遅い反応
認知ミス
判断ミス
尚早ミス ・ 早い反応
尚早ミス ・ 遅い反応
尚早ミス ・ 認知ミス
尚早ミス ・ 判断ミス
早い反応 ・ 認知ミス
早い反応 ・ 判断ミス
遅い反応 ・ 認知ミス
遅い反応 ・ 判断ミス
認知ミス ・ 判断ミス
尚早ミス ・ 早い反応 ・ 認知ミス
尚早ミス ・ 早い反応 ・ 判断ミス
尚早ミス ・ 遅い反応 ・ 認知ミス
尚早ミス ・ 遅い反応 ・ 判断ミス
尚早ミス ・ 認知ミス ・ 判断ミス
早い反応 ・ 認知ミス ・ 判断ミス
遅い反応 ・ 認知ミス ・ 判断ミス

4.6. 結果

被験者の事故歴と本検査の成績との関連性を解析するため、ロジスティック回帰分析を用いて行った。目的変数に事故全体および交差点・追突・単独での事故有無を設定した。オッズ比はすべて性別、年齢、運転頻度を考慮し調整された値とし、表 4-4～表 4-5 に解析結果を記述した。事故歴(交差点・追突・単独、いずれか該当したかどうか)に関しては、判断ミスが多

いグループに有意性が見られた($p < .01$, オッズ比 2.581). 交差点における事故歴に関しては, 認知ミス・判断ミス・早い反応という複数の成績の乗算値の高いグループが, 有意の相関性 ($p < .05$, オッズ比 3.511)を示した. 追突, また単独の事故歴に関しては, 有意の相関性のある検査成績を得られなかった.

4.7. 考察

本研究では, 交差点・追突・単独事故を含めた全ての事故歴では判断ミスが有意の相関性を示した一方, 事故分類では交差点事故歴のみが, 認知ミス・判断ミス・早い反応という三つの成績の積に対して有意の相関性を示したのは, 大変興味深い知見である. 交差点事故が, 他の事故と異なり, 歩行者・自転車・自動車等の複数の移動体を対象にして, 右折・左折・直進方向など多方面に注意を振り払わなければいけないという特徴があり, 認知ミスと判断ミスが共に関与していることは当然の帰結と言えるが, 認知ミスと判断ミスの二つの成績の積では交差点事故との有意の相関性はなかった. 脳内の情報処理資源は限定されていると提唱されているが [33], 交差点ではドライバは多くの情報処理資源を必要とする. 先急ぎ行動(本研究では尚早反応と早い反応が該当すると考えられる)では処理資源を節約するがゆえに, スリップが起こりやすいとされている[34](適切な意図を形成していながら意図通りの行為が行えなかったエラーをスリップと呼ぶ). 即ち, 先急ぎ運転をするドライバは, 確認行動などを省略・簡略することで重大事故を誘発すると報告されている[4] [36]. 早い反応は先急ぎ行動であるから, 認知ミス・判断ミスと早い反応の多い被験者に交差点での事故が多いという結果を説明できる. しかしながら, 交差点事故と認知ミス・判断ミス・尚早反応の乗算との関連性は認めなかった. 渡辺らは, 尚早反応による指標から事故者・無事故者を判別できると報告している一方[36], 吉田らは, 事故者では尚早反応者がむしろ少なくなっていると報告しており[37], 尚早反応と事故との関連性については意見が分かれている. 本研究では, ブロックが境界線に当たる前後のボタン押下で尚早反応と早い反応を区別しているが, どう定義するかで解析結果が大きく左右される可能性がある.

表 4-4 全事故歴と検査成績関連性

I. 全事故歴

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.364	0.731	0.372	1.437
早い反応	0.482	1.284	0.639	2.580
遅い反応	0.965	1.015	0.514	2.006
認知ミス	0.285	0.691	0.351	1.360
判断ミス	0.007**	2.581	1.302	5.117
尚早ミス・早い反応	0.236	1.646	0.722	3.753
尚早ミス・遅い反応	0.160	0.535	0.223	1.282
尚早ミス・認知ミス	0.487	1.448	0.510	4.117
尚早ミス・判断ミス	0.596	0.758	0.272	2.110
早い反応・認知ミス	0.056	0.406	0.161	1.024
早い反応・判断ミス	0.065	2.080	0.955	4.533
遅い反応・認知ミス	0.785	0.877	0.342	2.248
遅い反応・判断ミス	0.606	1.254	0.531	2.965
認知ミス・判断ミス	0.524	1.383	0.511	3.745
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.647	0.815	0.341	1.952
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.200	1.723	0.750	3.961
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.499	0.719	0.277	1.869
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.346	1.554	0.621	3.889
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.159	0.440	0.141	1.379
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.238	1.659	0.716	3.847
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.780	1.159	0.411	3.270

** 1% 水準

表 4-5 交差点事故と検査成績関連性

Ⅱ. 交差点

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.364	0.731	0.372	1.437
早い反応	0.482	1.284	0.639	2.580
遅い反応	0.965	1.015	0.514	2.006
認知ミス	0.285	0.691	0.351	1.360
判断ミス	0.007**	2.581	1.302	5.117
尚早ミス・早い反応	0.236	1.646	0.722	3.753
尚早ミス・遅い反応	0.160	0.535	0.223	1.282
尚早ミス・認知ミス	0.487	1.448	0.510	4.117
尚早ミス・判断ミス	0.596	0.758	0.272	2.110
早い反応・認知ミス	0.056	0.406	0.161	1.024
早い反応・判断ミス	0.065	2.080	0.955	4.533
遅い反応・認知ミス	0.785	0.877	0.342	2.248
遅い反応・判断ミス	0.606	1.254	0.531	2.965
認知ミス・判断ミス	0.524	1.383	0.511	3.745
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.647	0.815	0.341	1.952
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.200	1.723	0.750	3.961
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.499	0.719	0.277	1.869
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.346	1.554	0.621	3.889
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.159	0.440	0.141	1.379
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.238	1.659	0.716	3.847
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.780	1.159	0.411	3.270

* 5% Standard

4.8. まとめ

本章では、交通事故リスクを簡便に検知するために、注意機能計測に基づく新しい検査法を開発した。344人のドライバ(男性138人, 女性188人, 32~68歳)を調査し、事故歴と本検査成績との関連性をロジスティック回帰分析により評価した。本検査によって以下を明らかにした。

- 1) 加齢による注意機能低下の定量化,
- 2) 交差点・追突・単独を含めた全ての事故歴と判断ミスとの有意の相関性($p < .01$ オッズ比 2.581),
- 3) 交通事故の中では比較的複雑な処理を要求される交差点事故と認知ミス・判断ミス・早い反応の乗算値との有意の相関性($p < 0.5$ オッズ比 3.466).

これらの結果から、本手法は交通事故の原因となりやすい危険なドライバを特定するために役立つと考えられる。

第5章 検査成績妥当性検討

本検査方法の妥当性を測るため比較対象として警察庁に採用され運転免許センターで高齢者講習にも利用されている警察庁方式CRT運転適性検査によるデータ計測を行い、第4章での評価と同じ被験者群(344名:男性138人,女性188人,32~68歳)において事故歴との関連性を解析し、結果を比較した。

5.1. 運転適性検査

自動車の運転適性検査は、自動車教習所での初心者講習、高齢者講習、企業研修、警察での免許停止処分者講習、保険会社での企業研修などで使用されている。運転適性検査は、個人的に作成されたものから広く一般に使われているものまで、種類が非常に多い。研修や教習では、動体視力検査や深視力検査、夜間視力検査なども同時に行われることもある。

それぞれの運転適性検査は、開発者の運転適性観に基づいて作成されている。また、検査を作成し改良する中で開発者の運転適性観が形成されていく。例えば丸山(1995)は事故を起こしやすい人の特性として、軽率、軽信、かっとなる、自分本位の四つを挙げている。軽率特性は、動作本位タイプ、つまり認知よりも動作を重視するケースで、早まった動作を行う特性のことである。軽信特性は、見込み、予測が甘い傾向のことである。かっとなる特性は一時的な興奮が抑えられない、衝動的な傾向である。自分本位特性は、協調性、共感性に欠き自己中心的傾向のある特性である。松永(1999)は認知・反応時間の突発的な延長と先急ぎ衝動の2要因を挙げている。

5.2. 警察庁方式 CRT 運転適性検査

警察庁方式 CRT 運転適性検査は、警察庁科学捜査研究所が開発した運転適性検査であり、コンピュータを用いた検査である。この検査は、緊急反応検査、連続緊急反応検査、信号確認検査、アクセル反応検査、アクセル・ブレーキ検査、側方警戒検査、ハンドル操作の7種類の下位検査から構成されている。

検査結果として、大きく5つの項目(反応動作の速さ、適度な精神緊張の維持、動作の確かさ/見込み反応、注意の配分/注意の集中分散、状況処理の巧みさ)を元に総合判定を出す。



検査部



処理部

図 5-1 警察庁方式CRT運転適性検査器外観

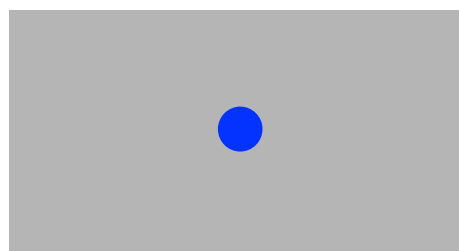
CRT は動作の速さと正確さのバランスを見る.速さの方が優位ならせっかちと判定, 正確さの方が優位なら慎重派と判定する.また同時に状況判断力も評価する. CRT の検査時間は最短で15分間, 全検査を実施すると30分間要する. またハンドル・ペダル操作があるため装置の小型化に限度があり, システム全体では一般的なパーソナルコンピュータ 2 台分とレーザープリンタ 1 台分占有されるために設置場所が限られる.運転教習所などに限って設置されていることもあり, 手軽に利用できない. 被験者の受診スケジュールとの兼ね合いから特に運転時の行動に影響すると思われる「アクセル・ブレーキ反応検査」「ハンドル操作検査」「側方警戒検査」に絞ってデータを収集・解析を行った.

表 5-1 警察庁方式CRT運転適性検査の項目

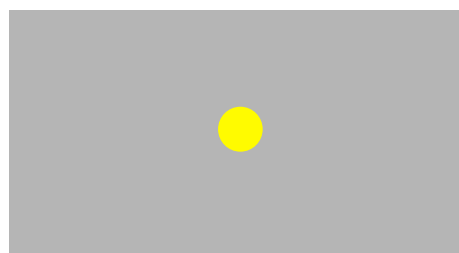
検査項目	行動要素	検査名
反応動作の速さ	反射的動作	緊急反応検査
		連続緊急反応検査
	判断的動作	信号確認検査
		アクセル反応検査
		アクセル・ブレーキ検査
適度な精神緊張の維持	反応むら	緊急反応検査
		連続緊急反応検査
		信号確認検査
		アクセル反応検査
		アクセル・ブレーキ検査
	弛緩反応	連続緊急反応検査
動作の確かさ・見込み反応	焦燥反応	連続緊急反応検査
	誤反応	信号確認検査
		アクセル反応検査
		アクセル・ブレーキ検査
注意の配分・認知注意の集中分散	誤反応	側方警戒検査
		中心部警戒検査
		周辺部警戒検査
		全領域警戒検査
	反応速度	側方警戒検査
	バランス	ハンドル操作検査
状況処理の巧みさ	節約率	ハンドル操作検査
	バランス	ハンドル操作検査
	操作の速さ	ハンドル操作検査

1) アクセル・ブレーキ反応検査

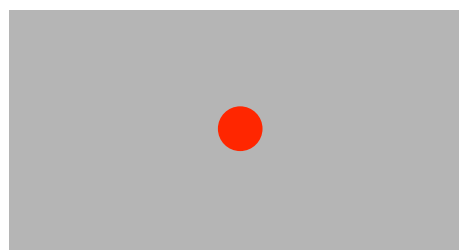
アクセル・ブレーキ反応検査は単純反応検査に分類される検査であり、信号を模した記号の刺激呈示を受けて、アクセル・ブレーキペダルを踏み込む動作の正答と反応時間を測るものである。被験者はアクセルペダルを踏んだままにするよう指示される。ランダムな間隔で画面上に青・赤・黄色の円形記号が表示される。青い円形記号の場合にはなにもしない(アクセルペダルを踏んだまま)。黄色い円形記号の場合は、一旦アクセルペダルを離してすぐにまたアクセルペダルを踏む。赤い円形記号の場合は、アクセルペダルを離してブレーキペダルを踏んで、またアクセルペダルを踏む。この動作を5分間継続する。



なにもしない(アクセルペダル踏んだまま)



一旦アクセルペダルを離してすぐにアクセルペダル踏む



アクセルペダルを離してブレーキペダルを踏む
(すぐアクセルペダル踏んだままにする)

図 5-2 アクセル・ブレーキ反応検査

2) ハンドル操作検査

ハンドル操作検査は操作の正確度を測るもので、画面上にランダムに表示される 1 対になった黄色いブロックの間に、ハンドルを操作して垂直線を合わせる。ブロック間の真ん中に垂直線があわされるとブロックは消滅する。絶え間なくブロックが表示され続け、5 分間で 195 回試行する。

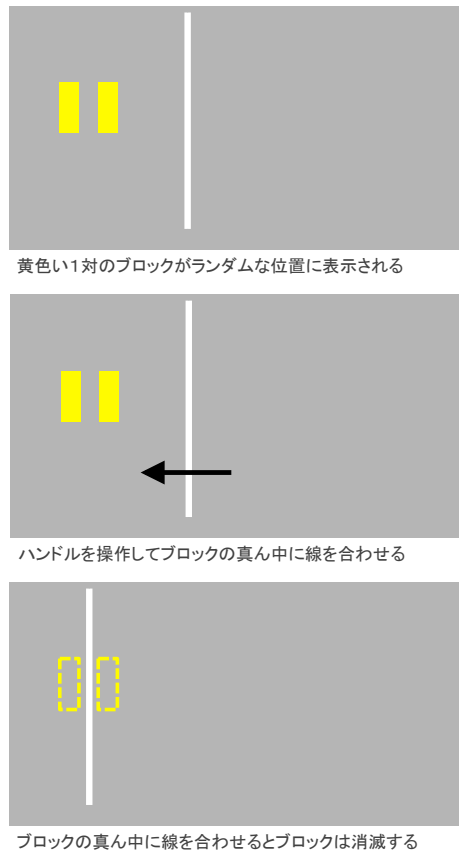
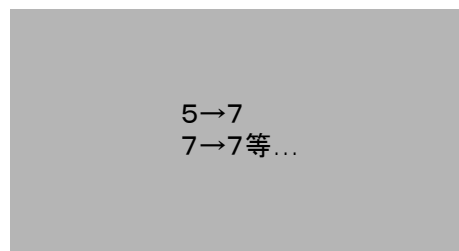
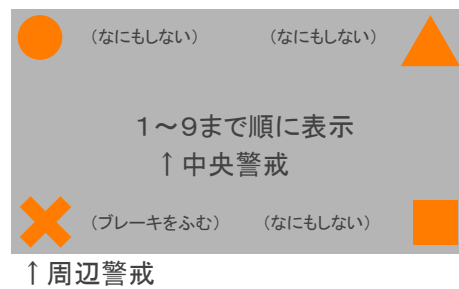


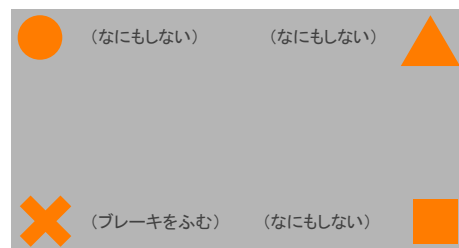
図 5-3 ハンドル操作検査

3)側方警戒検査

側方警戒検査は注意の配分を測るもので、中央部警戒(画面中央の数字の順列を監視)と周辺部警戒(画面隅の記号監視)の2つの課題を同時に行うことで注意を分散させ反応を計測している。画面中央に数字が表示されており、一定間隔で連続的に増加する(1→2→3…9→0→1…以降繰り返し)ランダムに重複(5→5)や不連続(5→7)が発生する。このとき被験者はボタンを押すよう指示される。同時に画面四隅に○△□×のいずれか1個の記号がランダムな間隔で表示される。○△□の場合はなにもしない。×記号が表示された時のみブレーキペダルを踏むという動作を行う。



数字の順列を見て重複や不連続を見つけたらボタンを押下する



画面四隅にランダムな間隔で図形が表示される。
“x”図形の時だけブレーキを踏む

図 5-4 側方警戒検査

5.3. 警察庁方式 CRT 運転適性検査成績年代別比較

CRT におけるアクセル・ブレーキ検査では、刺激が呈示されてからアクセル操作をするまでの時間などを計測している。ハンドル操作では前半、中盤、後半に分割した誤反応数を集計している。側方警戒では中央部と周辺部の誤反応数や反応速度を計測している。各々詳細を書き示す。

- 1) アクセル・ブレーキ検査・平均反応：画面上に黄色ランプが表示されてからアクセルを離すまでの時間、及び画面上に赤色ランプが表示され、アクセルを離してからブレーキを踏むまでの時間についてそれぞれの平均値
- 2) アクセル・ブレーキ検査・誤反応数：青色ランプが表示された場合にアクセルを離す、黄色ランプが表示されている場合にアクセルを離さない、また赤色ランプが表示されている場合にブレーキを踏まなかった等を誤反応として計数している。
- 3) アクセル・ブレーキ検査・反応幅：アクセルを離すまでの時間＋アクセルを離してからブレーキを踏むまでの時間の最大値と最小値の差を集計している。
- 4) アクセル・ブレーキ検査・変動率：アクセルを離すまでの時間、また刺激呈示後のアクセルを離すまでの時間についてそれぞれ変動率を計測、およびアクセルを離してからブレーキを踏むまでの時間、刺激呈示後、アクセルを離してからブレーキを踏むまでの時間（ $100 \times \text{標準偏差} / \text{平均値}$ ）
- 5) アクセル・ブレーキ検査・黄離平均：黄色ランプが呈示された場合のアクセルを離すまでの時間のみ抽出した集計結果。
- 6) アクセル・ブレーキ検査・黄離変動率：黄色ランプが呈示された場合のアクセルを離すまでの時間の変動率のみ抽出した集計結果。
- 7) アクセル・ブレーキ検査・赤離平均：赤色ランプが呈示された場合のアクセルを離すまでの時間のみ抽出した集計結果。
- 8) アクセル・ブレーキ検査・赤離変動率：赤色ランプが呈示された場合のアクセルを離すまでの時間の変動率のみ抽出した集計結果。
- 9) アクセル・ブレーキ検査・赤ブ平均：赤色ランプが呈示された場合のブレーキを踏むまでの時間のみ抽出した集計結果。
- 10) アクセルブレーキ検査・赤ブ変動率：赤色ランプが呈示された場合のブレーキを踏むまでの時間の変動率のみ抽出した集計結果。
- 11) ハンドル検査・全ヒット数：正反応数（画面上に呈示されたスリットの間境界線を正確に止めた場合）
- 12) ハンドル検査・1 SET 反応時間：検査時間の前半 65 回の反応時間の計測
- 13) ハンドル検査・2 SET 反応時間：中盤 65 回の反応時間 負の数値は誤反応
- 14) ハンドル検査・3 SET 反応時間：後半 65 回の反応時間 負の数値は誤反応

- 1 5) 側方警戒検査・平均反応：中心部及び周辺部の反応時間のうち無反応を除いた数値の平均値
- 1 6) 側方警戒検査・中心誤反応：中心部に表示される数字の順番がとんだ場合（数字の欠落），同じ数字が 2 回重なった場合（数字の重複）の誤反応数合計
- 1 7) 側方警戒検査・周辺誤反応：周辺部に表示される記号で，×以外の○△□が表示された場合にブレーキを踏んだ場合，または×が表示された場合にブレーキを踏まなかったという誤反応数の合計
- 1 8) 側方警戒検査・全領域誤反応：中心部，周辺部を含めた全領域での誤反応数合計
- 1 9) 側方警戒検査・中心部反応時間：中心部の 26 回（数字の重複・欠落）の反応時間を計測
- 2 0) 側方警戒検査・中心部誤反応数：中心部の 26 回（数字の重複・欠落）の誤反応数の計測
- 2 1) 側方警戒検査・周辺部反応時間：周辺部の 12 回（×の図形）の反応時間を計測
- 2 2) 側方警戒検査・周辺部誤反応数：周辺部の 12 回（×の図形）の誤反応数を計測

注意機能検査では特に 50 代以降の衰退が目立ったが CRT では年代によって目立った差が見られなかった。クルマを模したインターフェイスで有り，また緊急反応などの動作には高齢になってもさほど若年とかわらないという報告もあるため年代による差が観察出来なかったとも考えられる。

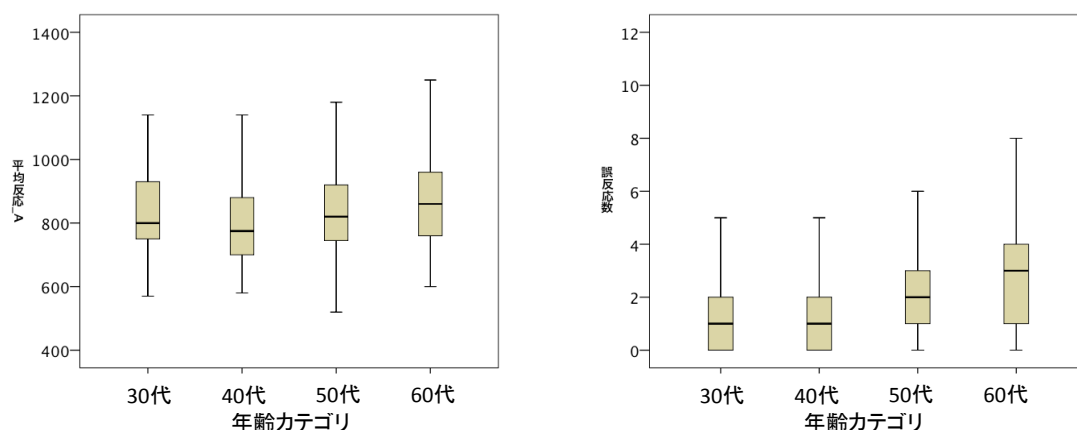


図 5-5 アクセル・ブレーキ検査成績（左：平均反応 右：誤反応数）

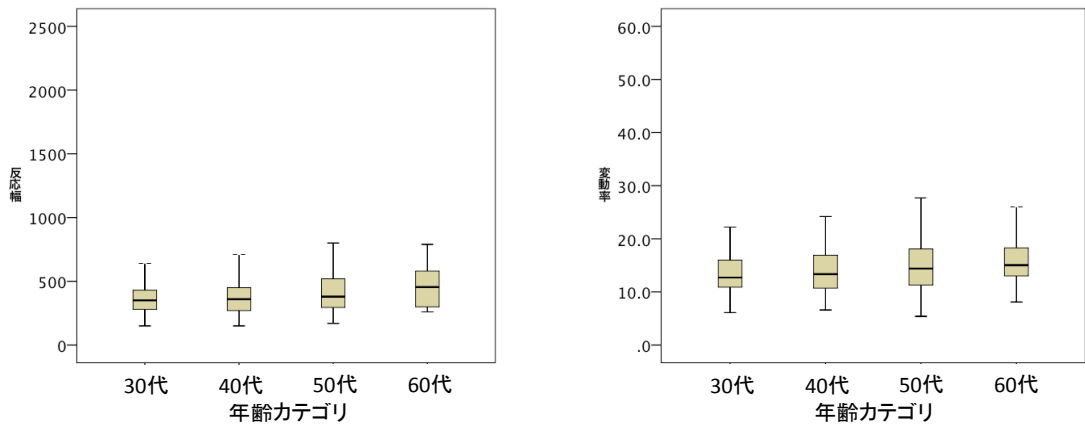


図 5-6 アクセル・ブレーキ検査成績 (左：反応幅 右：変動率)

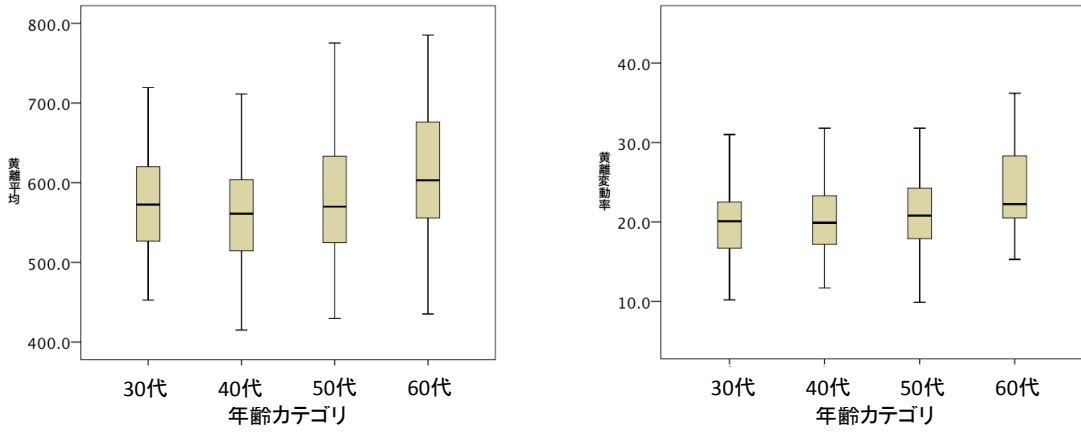


図 5-7 アクセル・ブレーキ検査成績 (左：黄離平均 右：黄離変動率)

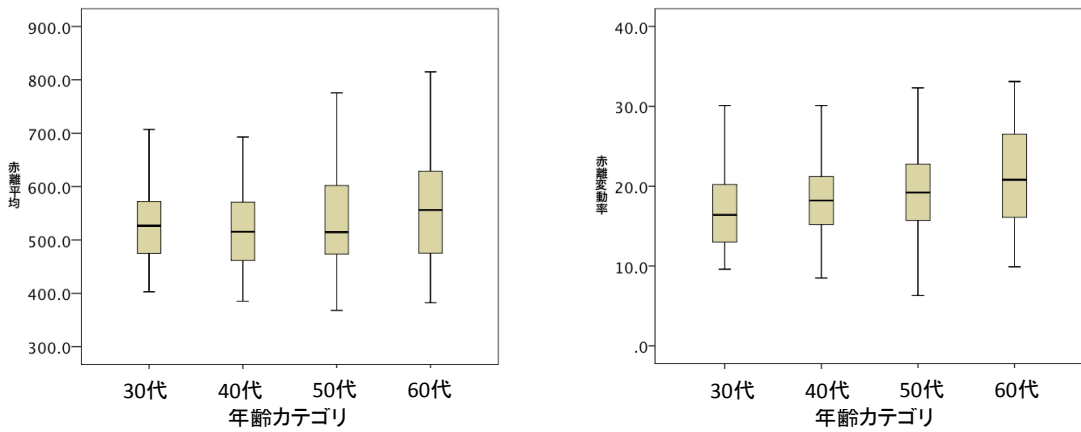


図 5-8 アクセル・ブレーキ検査成績 (左：赤離平均 右：赤離変動率)

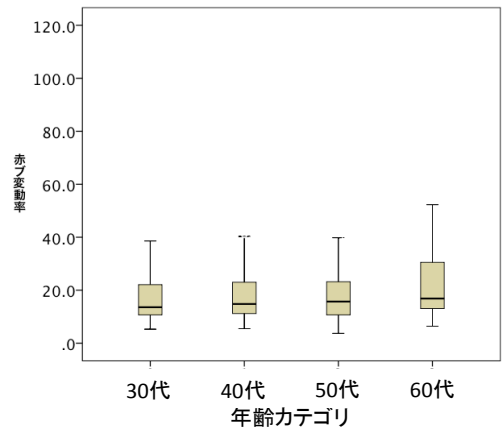
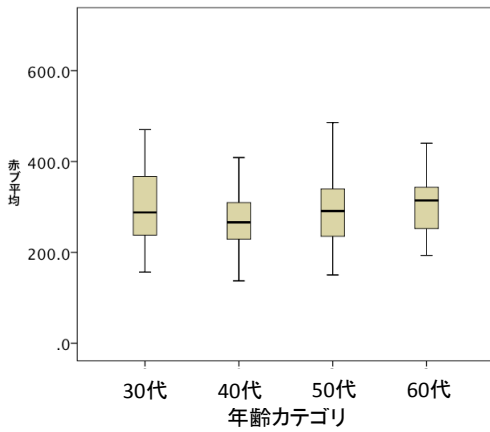


図 5-9 アクセル・ブレーキ検査成績 (左：赤ブ平均 右：赤ブ変動率)

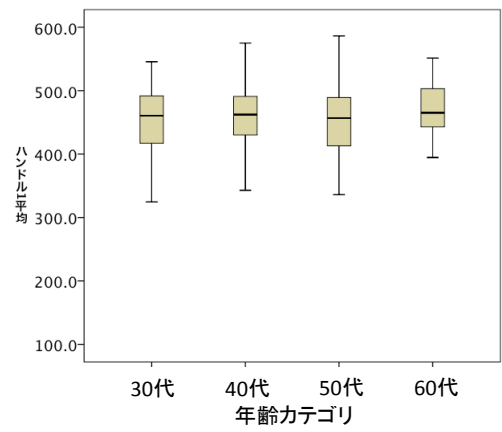
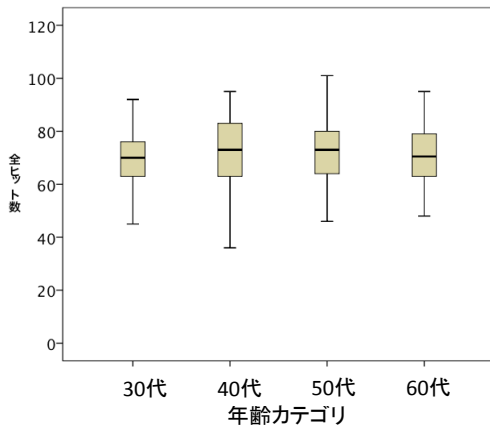


図 5-10 ハンドル検査成績 (左：全ヒット率 右：ハンドル1平均)

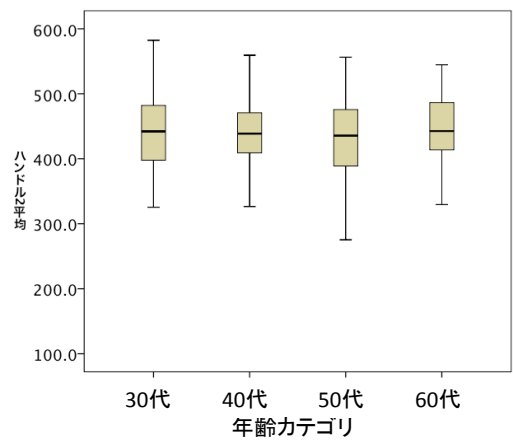
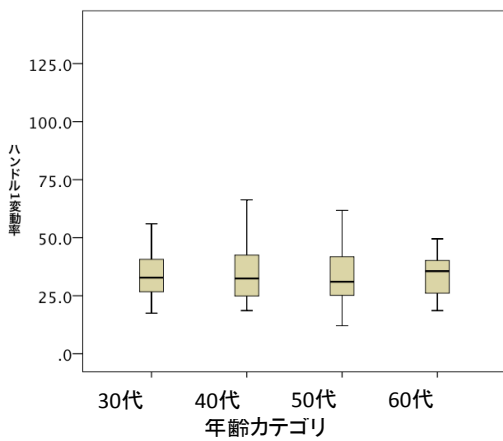


図 5-11 ハンドル検査成績 (左：ハンドル1変動率 右：ハンドル2平均)

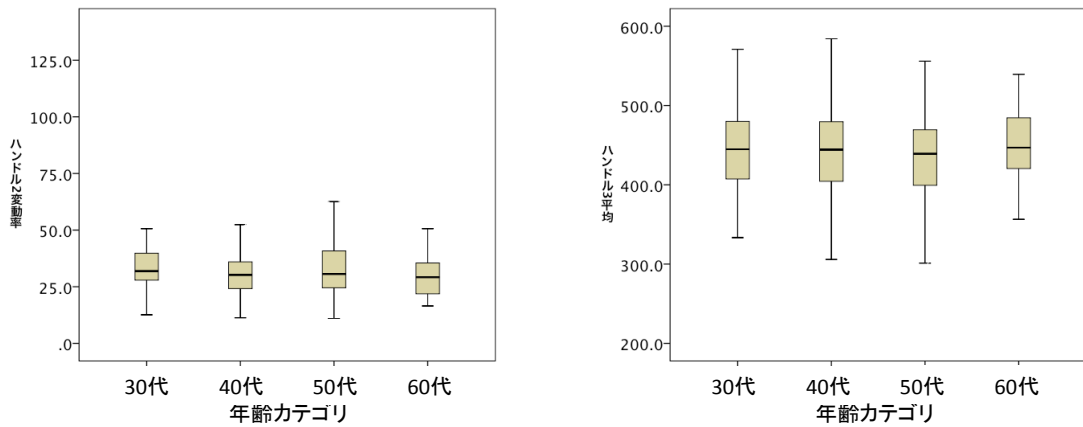


図 5-12 ハンドル検査成績（左：ハンドル2変動率 右：ハンドル3平均）

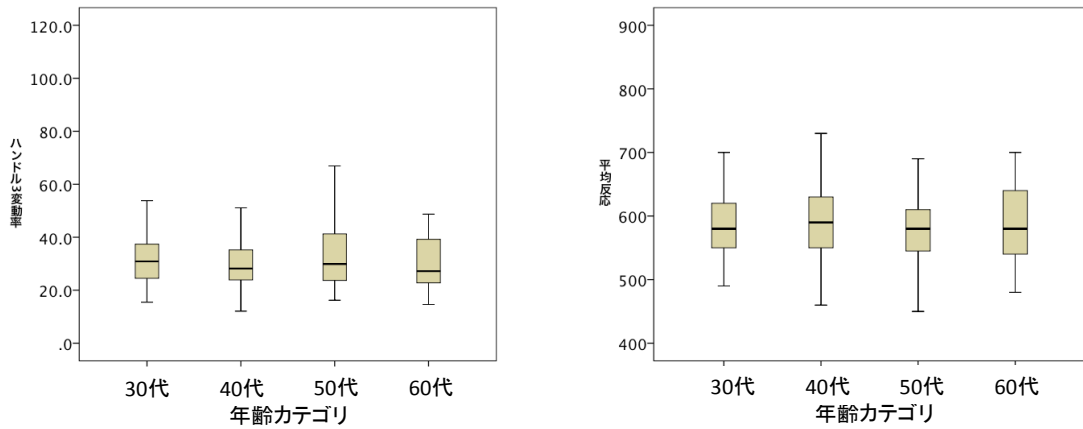


図 5-13 ハンドル検査成績（左：ハンドル3変動率 右：平均反応）

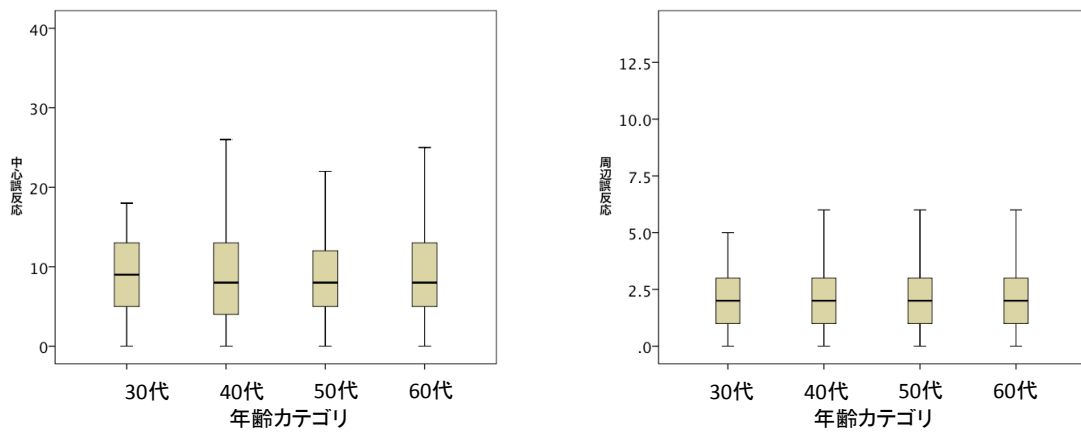


図 5-14 側方警戒検査成績（左：中心誤反応 右：周辺誤反応）

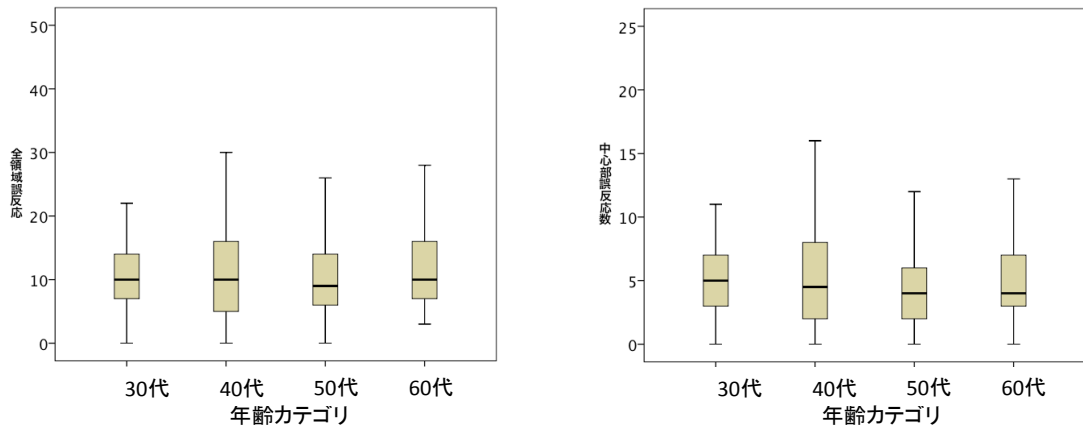


図 5-15 側方警戒検査成績（左：全領域誤反応 右：中心部周辺誤反応）

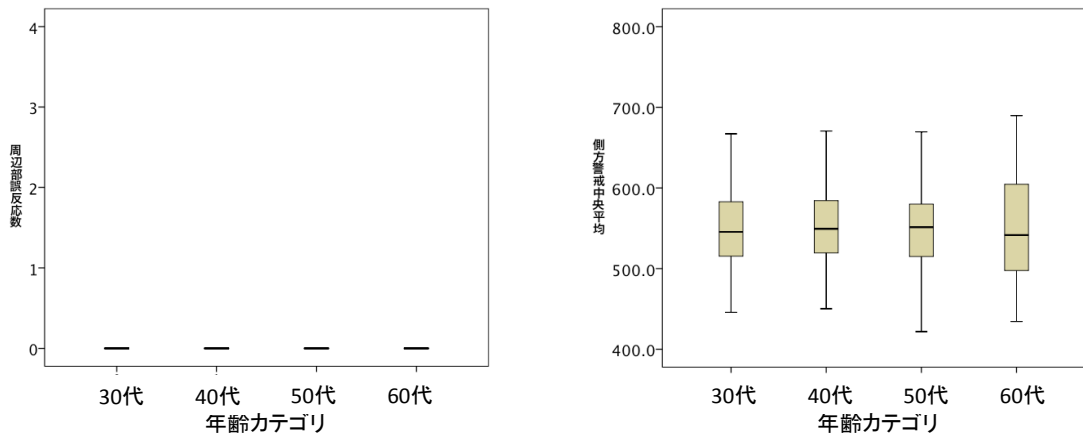


図 5-16 側方警戒検査成績（左：周辺部誤反応 右：側方警戒中央平均）

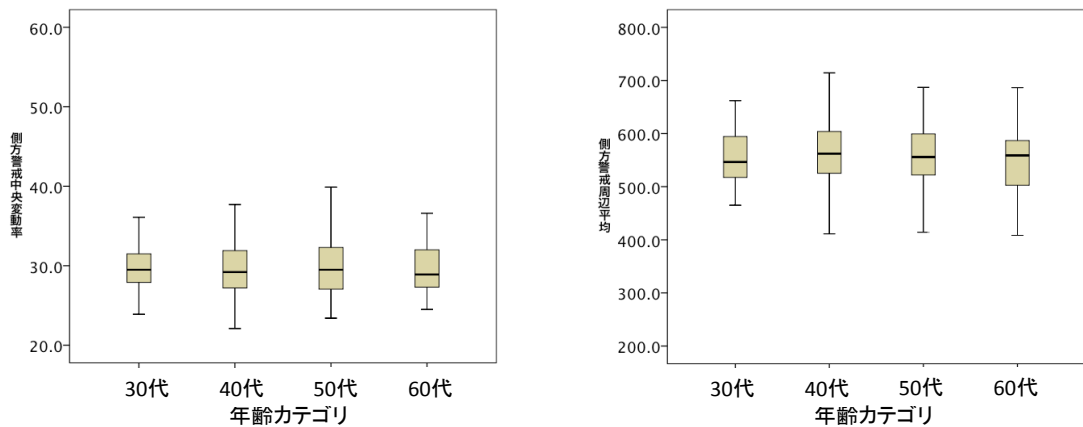


図 5-17 側方警戒検査成績（左：側方警戒中央変動率 右：側方警戒周辺平均）

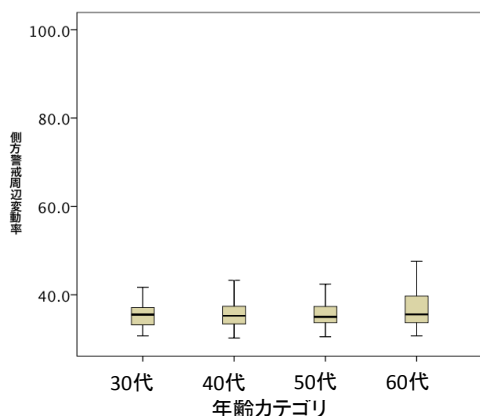


図 5-18 側方警戒検査成績 周辺変動率

5.4. 警察庁方式 CRT 運転適性検査成績事故関連性

注意機能検査と同じく事故分類されたアンケート結果と関連性をロジスティック回帰分析によって解析を行った。

全事故歴とハンドル1平均(検査前半65回試行した反応時間の平均)に関連性が見られた。(p<.001 オッズ比 3.225)これは操作に慣れていない前半部の検査成績であるため、被験者の適応能力を測った結果と思われる。また全事故歴と側方警戒中央変動率(画面中央の数字順序が乱れることを監視する検査の誤反応バラツキ)に関連性が見られた。(p<.05 オッズ比 2.416)これは注意分散を測る検査であるため、全ての事故歴と関連性が出たことは納得できる。黄色表示変動率(アクセル・ブレーキ検査において、黄色ランプが表示された際にアクセルペダルを一旦離す動作に要した時間のバラツキ)と追突との関連性が見られた。(p<.05 オッズ比 9.954)これは前走車との車間距離が一定であっても、前走車が急減速などした際にブレーキ操作が突発的に遅れることがあると、事故に遭ってしまうため、ペダル操作のバラツキと追突事故の関連性が示されたといえる。

運転行動の操作を模した信頼性の高いCRTでも関連性が出たことでサンプル集団の信頼性があるといえる。

表 5-2 全事故歴とCRT検査成績関連性

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
アクセルブレーキ平均反応	0.665	1.283	0.415	3.968
誤反応数	0.077	0.503	0.235	1.077
変動率	0.466	1.427	0.548	3.715
黄離平均	0.667	0.796	0.282	2.250
黄離変動率	0.803	0.900	0.394	2.055
赤離平均	0.997	0.998	0.328	3.036
赤離変動率	0.918	0.954	0.385	2.361
赤ブ平均	0.507	1.369	0.541	3.466
赤ブ変動率	0.931	0.965	0.427	2.179
全ヒット数	0.413	1.365	0.648	2.876
ハンドル1平均	0.002**	3.255	1.563	6.776
ハンドル1変動率	0.709	1.178	0.499	2.783
ハンドル2平均	0.777	0.871	0.334	2.268
ハンドル2変動率	0.507	1.316	0.584	2.967
ハンドル3平均	0.347	1.573	0.612	4.042
ハンドル3変動率	0.294	0.636	0.273	1.482
側方警戒平均反応	0.853	1.072	0.514	2.234
中心誤反応	0.493	1.746	0.355	8.593
周辺誤反応	0.782	1.130	0.474	2.695
全領域誤反応	0.984	1.016	0.220	4.689
中心部誤反応数	0.529	0.709	0.243	2.068
周辺部誤反応数				
側方警戒中央変動率	0.021*	2.416	1.139	5.124
側方警戒周辺変動率	0.245	0.610	0.265	1.404

* 5%水準

表 5-3 交差点事故歴とCRT検査成績関連性

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
アクセルブレーキ平均反応	0.730	0.747	0.142	3.920
誤反応数	0.620	0.757	0.251	2.280
変動率	0.580	1.485	0.366	6.021
黄離平均	0.262	2.414	0.517	11.270
黄離変動率	0.061	0.283	0.076	1.061
赤離平均	0.406	0.506	0.101	2.523
赤離変動率	0.851	0.881	0.234	3.316
赤ブ平均	0.200	2.520	0.613	10.357
赤ブ変動率	0.839	0.881	0.261	2.975
全ヒット数	0.145	2.330	0.747	7.266
ハンドル1平均	0.002**	5.103	1.780	14.636
ハンドル1変動率	0.580	0.694	0.190	2.533
ハンドル2平均	0.436	1.771	0.421	7.456
ハンドル2変動率	0.889	1.089	0.328	3.617
ハンドル3平均	0.875	0.897	0.233	3.457
ハンドル3変動率	0.506	0.651	0.184	2.302
側方警戒平均反応	0.506	1.448	0.486	4.315
中心誤反応	0.475	2.292	0.236	22.289
周辺誤反応	0.457	1.636	0.447	5.992
全領域誤反応	0.668	0.618	0.069	5.564
中心部誤反応数	0.638	0.690	0.148	3.228
周辺部誤反応数				
側方警戒中央変動率	0.906	1.068	0.358	3.181
側方警戒周辺変動率	0.626	0.742	0.224	2.460

* 5%水準

表 5-4 追突事故歴とCRT検査成績関連性

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
アクセルブレーキ平均反応	0.674	0.556	0.036	8.567
誤反応数	0.245	0.347	0.058	2.066
変動率	0.208	0.263	0.033	2.108
黄離平均	0.331	0.302	0.027	3.372
黄離変動率	0.037*	9.954	1.149	86.256
赤離平均	0.097	8.128	0.684	96.625
赤離変動率	0.561	1.885	0.222	16.004
赤ブ平均	0.869	1.208	0.127	11.443
赤ブ変動率	0.362	2.403	0.365	15.806
全ヒット数	0.649	1.519	0.251	9.190
ハンドル1平均	0.117	4.946	0.671	36.429
ハンドル1変動率	0.592	1.710	0.240	12.173
ハンドル2平均	0.213	0.237	0.025	2.285
ハンドル2変動率	0.758	0.736	0.105	5.173
ハンドル3平均	0.619	1.716	0.204	14.470
ハンドル3変動率	0.885	1.156	0.161	8.317
側方警戒平均反応	0.112	0.167	0.018	1.519
中心誤反応	0.350	3.923	0.224	68.803
周辺誤反応	0.318	2.714	0.382	19.297
全領域誤反応	0.263	0.195	0.011	3.406
中心部誤反応数	0.775	0.718	0.074	6.962
周辺部誤反応数				
側方警戒中央変動率	0.884	1.137	0.204	6.335
側方警戒周辺変動率	0.132	0.168	0.017	1.706

* 5%水準

表 5-5 単独事故歴とCRT検査成績関連性

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
アクセルブレーキ平均反応	0.182	3.493	0.557	21.911
誤反応数	0.150	0.406	0.119	1.387
変動率	0.177	3.112	0.598	16.200
黄離平均	0.217	0.354	0.068	1.843
黄離変動率	0.773	1.210	0.330	4.435
赤離平均	0.859	0.854	0.149	4.884
赤離変動率	0.678	0.735	0.172	3.140
赤ブ平均	0.651	0.705	0.155	3.213
赤ブ変動率	0.498	0.634	0.170	2.368
全ヒット数	0.460	0.638	0.193	2.105
ハンドル1平均	0.791	0.824	0.197	3.444
ハンドル1変動率	0.477	1.659	0.411	6.699
ハンドル2平均	0.599	0.679	0.160	2.875
ハンドル2変動率	0.346	1.840	0.517	6.550
ハンドル3平均	0.184	2.803	0.614	12.807
ハンドル3変動率	0.338	0.524	0.140	1.964
側方警戒平均反応	0.481	1.535	0.466	5.058
中心誤反応	0.680	0.536	0.028	10.366
周辺誤反応	0.298	0.487	0.125	1.890
全領域誤反応	0.243	5.953	0.298	118.872
中心部誤反応数	0.725	0.736	0.133	4.079
周辺部誤反応数				
側方警戒中央変動率	0.545	1.447	0.437	4.788
側方警戒周辺変動率	0.877	0.902	0.244	3.334

* 5%水準

第6章 高齢者群の注意機能成績と事故歴関連性

6.1. はじめに

最近の交通事故統計の傾向として、全体の事故件数は減少しているが、高齢者による事故発生比率の増加が懸念されている。運転免許更新時に認知機能検査が義務化されたことで、免許取消や自主返納[74][75]も増えているが、特に地方部では危険性を感じていながらも、実際運転免許を返納すれば生活できない高齢者も数多いとされる。運転行動時に要求される空間認識、瞬間的判断力が、脳機能の活性化に役立つことが指摘されている。高齢ドライバーも安全性が確保でき、これまでより長く運転機能が維持できれば、社会全体にとっても好影響であると考えられる。因って、将来増加が予想される高齢ドライバーの交通事故対策は、社会的な重要課題といえる。人の活動に深く関わっている注意機能から高齢者の身体機能を分析すると、加齢によって反応時間遅延、誤反応増加等が明らかにされている[76]。しかし大部分の機能は緩慢に低下していく。また他の機能の補償作用が働き、衰退が自覚されにくいといわれており、各個人の機能衰退を定量的に行うことが課題であるとの指摘がある[77]。従前、高齢ドライバーを対象にした運転適性に関わる研究は数多くあり、反応速度などの身体機能低下、個人差の拡大が指摘されているが[78]-[81]、適性診断などにおける検査成績の低下と事故との直接的関連は示されていない。加齢とともに身体機能は低下していくものの、同時に加齢とともに心理的に成熟し、危険な運転行動は控えるともいわれているため[81]、自覚さえできれば高齢ドライバーの事故を予防できる可能性がある。

本研究では、我々が開発した簡易に注意機能を計測できるアプリケーションを用いて定量的なデータと事故歴の関連性を評価した。事故歴と本検査成績における判断ミス、認知ミス、早い反応と言った成績との関連性を報告しているが、母集団の年齢構成でみると60歳未満が90%を占めていた。今回、60歳以上の高齢ドライバーを対象に計測し、注意機能成績と事故歴の関連性を調査した。

6.2. 実験方法

注意機能計測法は、下記の特徴を持つように考案した。

- (1) 注意機能の3要素「制御・選択・維持」について同時に検査できる。
- (2) 正確さだけでなく、操作反応の早さを検出できる。
- (3) パソコンやタブレットなどで短時間に且つ簡便に検査できる。

運転行動に関連する注意機能を検査する具体的な方法の概略を図 6-2 に示す。図に示すように、検査機器は画面および、青色・赤色のボタンというシンプルなものである。検査時には

画面上を青と赤のブロックを上下左右端から中央に向かって移動させる。それらのブロックが中央の境界線にさしかかったらブロック色に対応したボタンを押すという仕様である。ブロックの移動速度には3段階あり、同時に複数のブロックが出現することもある。検査時間は3分である。

1)被験者属性

実験は、高知検診クリニックの協力を得て、同施設の脳ドック検査を受診した中から希望者に実施し、60歳から79歳426名のデータを得た。

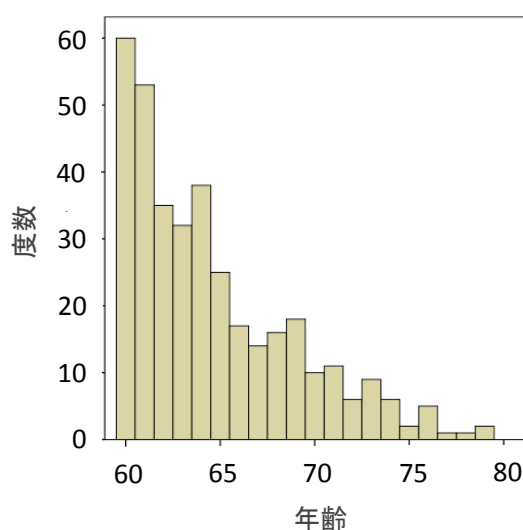


図 6-1 60歳以上ドライバー年齢構成

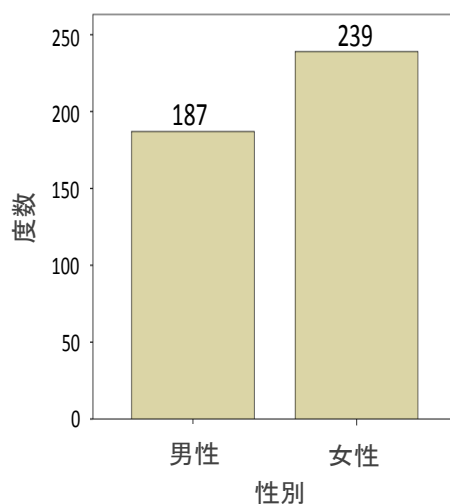


図 6-2 60歳以上ドライバー性別構成

2) 事故歴のアンケート調査と分類

検査成績と事故歴との関連性を分析するため、過去10年間での事故歴についてアンケートを実施した。被験者へは十分な説明を行い、インフォームドコンセントを得ている。回答には事

故の有無と状況を記載できるようになっている。過去 1 回以上事故経験があると回答した人数を集計、事故の状況を 3 分類して、分析を行った。

(1) 交差点での事故(出会い頭・右左折時の衝突)

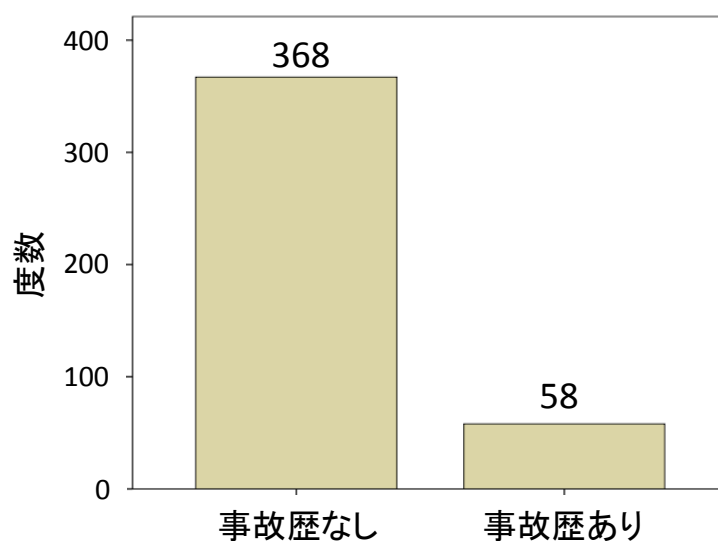
事故の約半数は交差点(信号有無・付近含む)で発生している[83]。錯綜した交通の中で、より高い注意機能が要求され、注意分散時の認知機能低下が事故発生に影響していると考えられる。交差点内における出会い頭、右左折衝突事故について 27 名であった。

(2) 追突事故

事故類型では、追突事故の構成率が約3割以上[79]と最も比率が高い。漫然・脇見運転という“うっかり”が原因の事故として分類した。前走車への追突事故について 18 名であった。

(3) 単独, その他の事故

交差点での事故や単路における追突に当てはまらない、スピード超過による工作物衝突、追い越し時の接触など、運転マナーの問題として分類した。回答は 22 名であった。



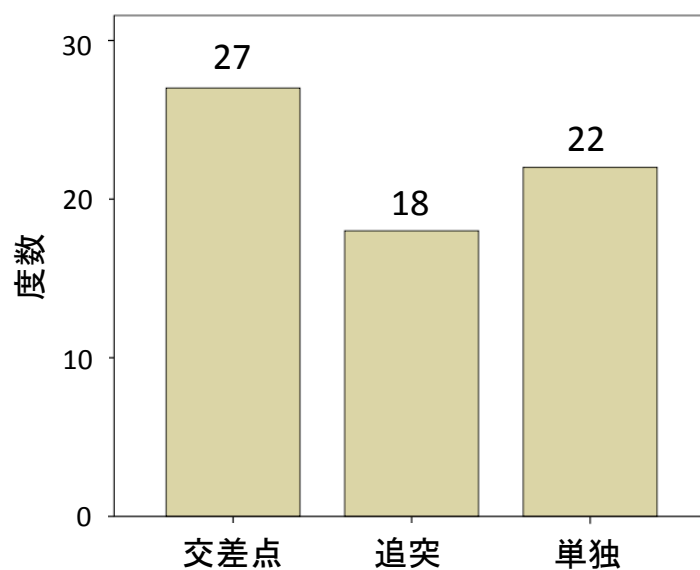


図 6-3 事故歴割合

3)成績比較

出力分類に従って集計し、5歳毎に成績をまとめた。結果を図 6-4 に示す。図に示す通り、認知ミス、尚早ミス、および遅い反応については、加齢につれて、割合が多くなる。逆に、早い反応を示す割合は減少する。特に、認知ミスについては、70歳からのミス確率の増加が目立った。このことは、本検査結果から加齢による注意機能低下を定量データとして検出可能であるといえ、またこれまでの報告結果と符合する。

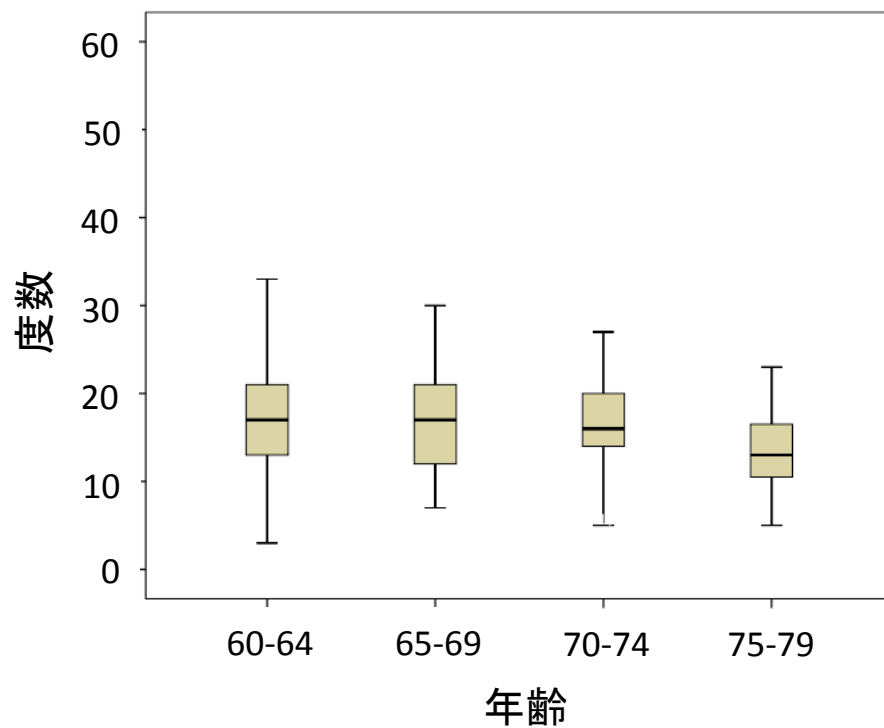
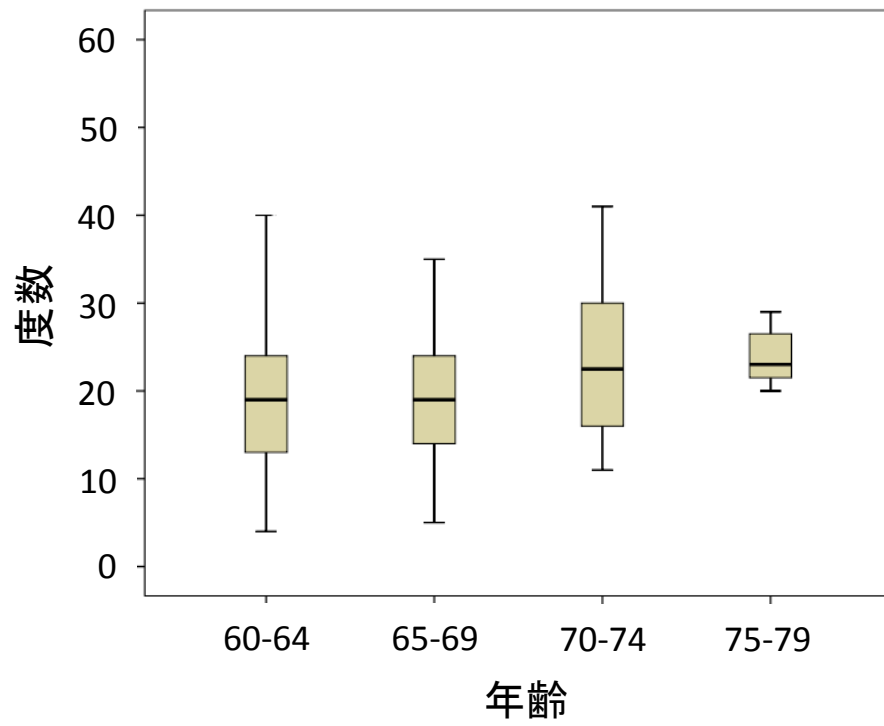


図 6-4 注意機能検査成績 (上:認知ミス 下:早い反応)

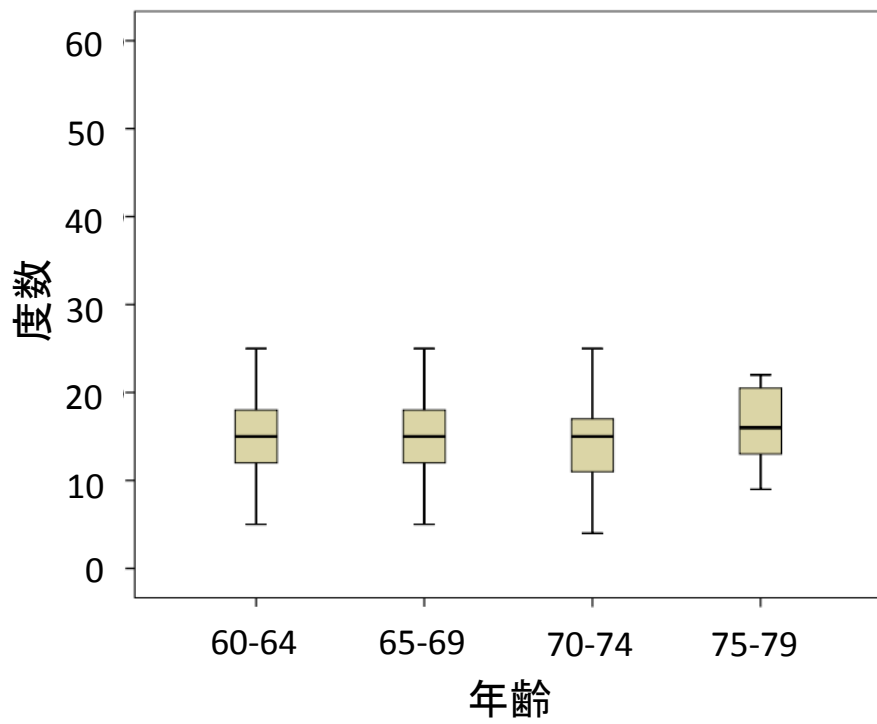
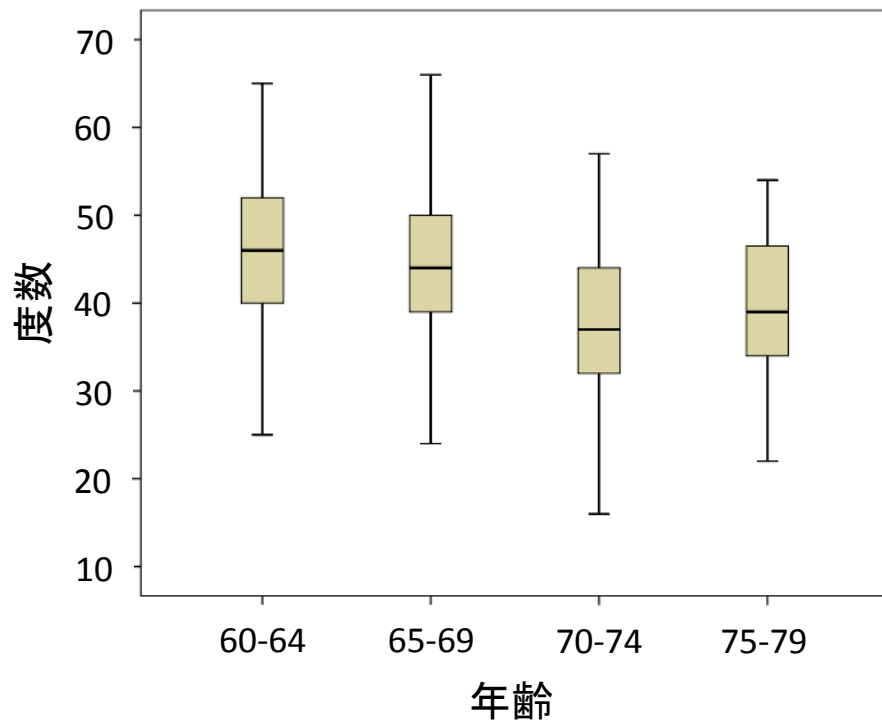


図 6-5 注意機能検査成績 (上:普通の反応 下:遅い反応)

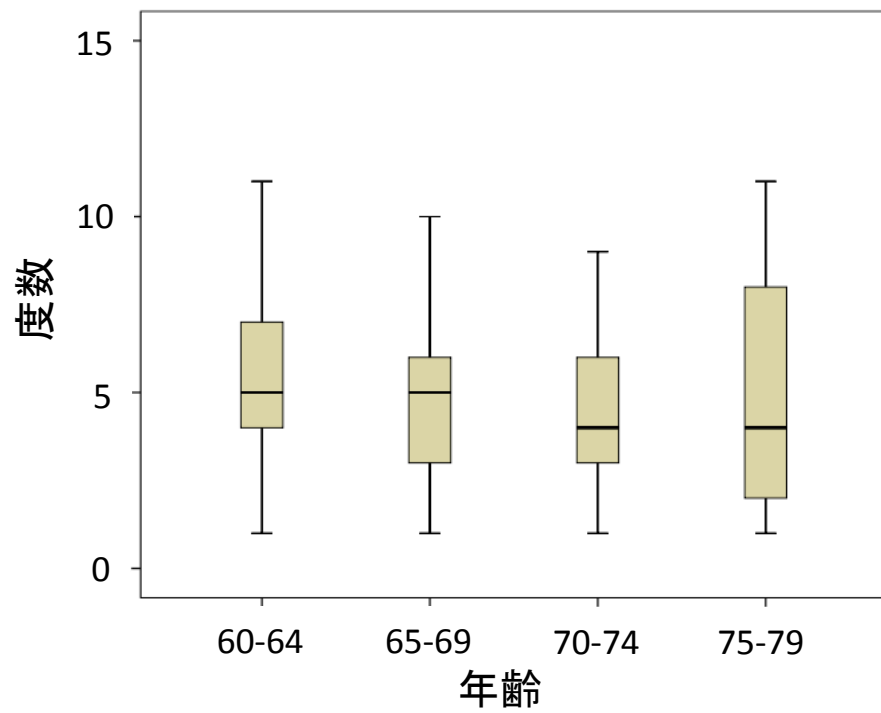
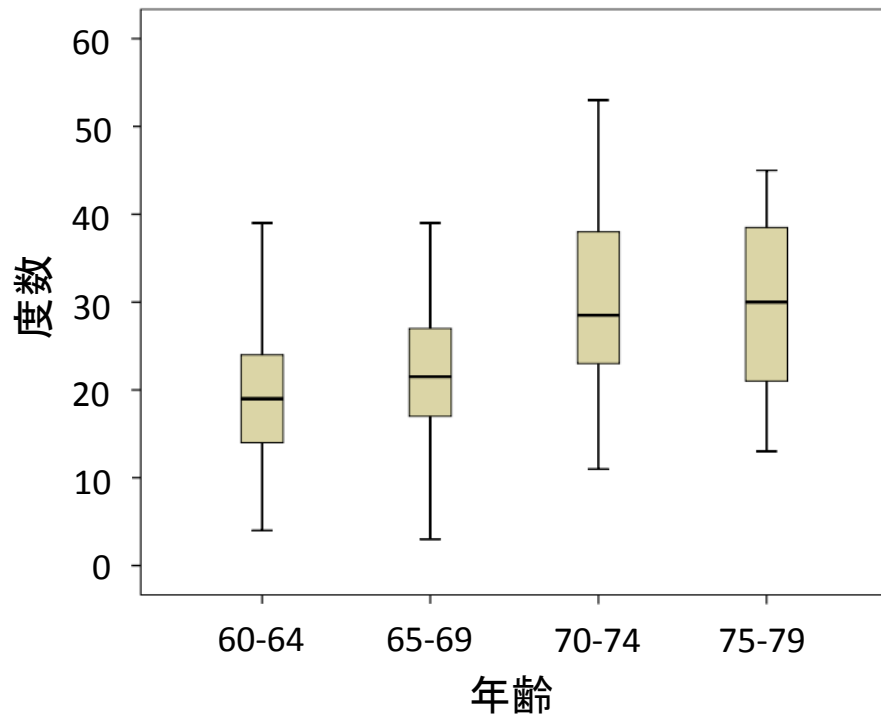


図 6-6 注意機能検査成績(上:認知ミス 下:判断ミス)

4) 解析手法

被験者の事故歴と検査成績の関連性について、ロジスティック回帰分析によって評価した。

6.3. 実験結果

被験者の事故歴と本検査の成績との関連性を解析するため、ロジスティック回帰分析を用いて行った。目的変数に事故全体および交差点・追突・単独での事故有無を設定した。

全事故歴(交差点・追突・単独、いずれか該当したかどうか)に関しては、尚早反応・認知ミス・判断ミスの3つの成績の乗算値が高いグループに、有意性が見られた($p < .01$, オッズ比 2.854)。

交差点における事故歴に関しては、早い反応の多いグループに有意な相関性があった($p < .01$, オッズ比 3.709)。また遅い反応・認知ミスという2つの成績の乗算値の高いグループに、有意な相関性があった($p < .01$, オッズ比 3.346)。

追突に分類された事故歴に関しては、有意な相関性がある成績はなかった。

単独での事故歴に関しては、尚早反応・認知ミス・判断ミスという3つ成績の乗算値の高いグループが、有意に相関性があった($p < .05$, オッズ比 3.591)。

6.4. 考察

本研究では、60歳以上のドライバーを対象に過去の事故歴と本検査成績間の関連性を解析した。全ての事故歴に関しては、尚早ミス・認知ミス・判断ミスの3つの成績の積に対して有意の相関性を示した。先急ぎ行動(本研究では尚早ミスと早い反応が該当すると考えられる)では処理資源を節約するがゆえに、スリップが起りやすいとされており[91](適切な意図を形成しながら意図通りの行為が行えなかったエラーをスリップと呼ぶ)、先急ぎ運転をするドライバーは、確認行動などを省略・簡略する即ちスリップすることで重大事故を誘発すると報告されている[92]。因って、尚早ミスは先急ぎ行動の表れであるから、尚早ミス・認知ミス・判断ミスが同時に関与している被験者に、全事故歴が多いという結果になると考えられる。また、単独事故と尚早ミス・認知ミス・判断ミスの間に有意な相関性が認められた。走行中の壁・ガードレールへの単独事故は、主にスピード超過が原因であり、もともとスピード感覚(メンタルスピードメータと呼ばれる)は実速度と比較して遅く感じといわれており[93]、加齢によって感覚のズレが拡大したとも解釈できる。しかしながら、スピードが出ていたとしても、やはり運転中の認知・判断ミスがあると考えられるため[93]、先急ぎ行動(この場合は尚早ミス)と相互に作用し、単独事故との関連性を検出した結果といえる。

交差点における事故歴との関連性が見られた、早い反応や遅い反応・認知ミスの多いグループは、平均的な反応から逸脱したグループとも言え、加齢によって個人差が拡大した結果、事故歴との関連性が現れたと考えられる。早い反応に関しては、既に報告したとおり尚早反応とそれに近い早い反応には事故歴との関連があると考えられる。また、高い技能がありまた自信

のあるドライバーが事故を起こしやすいという事例でも示されている通り[94], 早い反応のドライバーは, 先急ぎ運転など比較的风险の高い行動をとりやすい傾向を示していると説明できる. 遅い反応・認知ミスに関しては, 加齢によって進行方向空間距離が不安定になり, 目測誤差が大きくなるといわれており[95], 加えて本検査で検出された遅い反応・認知ミスの高いグループは自身の反応速度低下が自覚できていない可能性がある. また, 認知ミスが多いことから「視界に入っているのに見ていない」や「安全確認がおろそかになっている」といった可能性が高い. 交差点という状況下では空間・時間を把握する感覚が重要であり, 加齢による対向車との目測誤差の拡大に加えて, 本検査成績における認知ミスが多く, 認知から操作までの遅延にギャップがあることに, 自覚のない高齢ドライバーと交差点事故との関連性が高いことを, 本検査によって検出した結果といえる.

特に, 交差点での事故は全体の事故件数の半数以上を占めており, またカーブでの工作物衝突等といった単独事故は, 死亡するケースの割合が多いとされている. これら2つの事故は優先的に事故対策を講じなければいけない事故タイプであり, 本検査がこれらの事故と有意な相関性があることから, 有効性を示せたといえる.

今後は, さらに全年齢層での被験者数を増やして, 各事故分類と認知ミス, 判断ミス, 早い反応および尚早反応という成績やそれらの組み合わせとの関連性を検証していきたい.

表 6-1 全事故歴と注意機能検査成績

I . 全事故歴

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.364	0.731	0.372	1.437
早い反応	0.482	1.284	0.639	2.580
遅い反応	0.965	1.015	0.514	2.006
認知ミス	0.285	0.691	0.351	1.360
判断ミス	0.007**	2.581	1.302	5.117
尚早ミス・早い反応	0.236	1.646	0.722	3.753
尚早ミス・遅い反応	0.160	0.535	0.223	1.282
尚早ミス・認知ミス	0.487	1.448	0.510	4.117
尚早ミス・判断ミス	0.596	0.758	0.272	2.110
早い反応・認知ミス	0.056	0.406	0.161	1.024
早い反応・判断ミス	0.065	2.080	0.955	4.533
遅い反応・認知ミス	0.785	0.877	0.342	2.248
遅い反応・判断ミス	0.606	1.254	0.531	2.965
認知ミス・判断ミス	0.524	1.383	0.511	3.745
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.647	0.815	0.341	1.952
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.200	1.723	0.750	3.961
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.499	0.719	0.277	1.869
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.346	1.554	0.621	3.889
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.159	0.440	0.141	1.379
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.238	1.659	0.716	3.847
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.780	1.159	0.411	3.270

** 1% 水準

表 6-2 交差点事故歴と注意機能検査成績

Ⅱ. 交差点

	独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
				下限値	上限値
	尚早ミス	0.364	0.731	0.372	1.437
	早い反応	0.482	1.284	0.639	2.580
	遅い反応	0.965	1.015	0.514	2.006
	認知ミス	0.285	0.691	0.351	1.360
	判断ミス	0.007**	2.581	1.302	5.117
	尚早ミス・早い反応	0.236	1.646	0.722	3.753
	尚早ミス・遅い反応	0.160	0.535	0.223	1.282
	尚早ミス・認知ミス	0.487	1.448	0.510	4.117
	尚早ミス・判断ミス	0.596	0.758	0.272	2.110
	早い反応・認知ミス	0.056	0.406	0.161	1.024
	早い反応・判断ミス	0.065	2.080	0.955	4.533
	遅い反応・認知ミス	0.785	0.877	0.342	2.248
	遅い反応・判断ミス	0.606	1.254	0.531	2.965
	認知ミス・判断ミス	0.524	1.383	0.511	3.745
尚早ミス	・早い反応・認知ミス	0.647	0.815	0.341	1.952
尚早ミス	・早い反応・判断ミス	0.200	1.723	0.750	3.961
尚早ミス	・遅い反応・認知ミス	0.499	0.719	0.277	1.869
尚早ミス	・遅い反応・判断ミス	0.346	1.554	0.621	3.889
尚早ミス	・認知ミス・判断ミス	0.159	0.440	0.141	1.379
早い反応	・認知ミス・判断ミス	0.238	1.659	0.716	3.847
遅い反応	・認知ミス・判断ミス	0.780	1.159	0.411	3.270

** 1% 水準

表 6-3 追突事故歴と注意機能検査成績

Ⅲ. 追突

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.364	0.731	0.372	1.437
早い反応	0.482	1.284	0.639	2.580
遅い反応	0.965	1.015	0.514	2.006
認知ミス	0.285	0.691	0.351	1.360
判断ミス	0.007**	2.581	1.302	5.117
尚早ミス・早い反応	0.236	1.646	0.722	3.753
尚早ミス・遅い反応	0.160	0.535	0.223	1.282
尚早ミス・認知ミス	0.487	1.448	0.510	4.117
尚早ミス・判断ミス	0.596	0.758	0.272	2.110
早い反応・認知ミス	0.056	0.406	0.161	1.024
早い反応・判断ミス	0.065	2.080	0.955	4.533
遅い反応・認知ミス	0.785	0.877	0.342	2.248
遅い反応・判断ミス	0.606	1.254	0.531	2.965
認知ミス・判断ミス	0.524	1.383	0.511	3.745
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.647	0.815	0.341	1.952
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.200	1.723	0.750	3.961
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.499	0.719	0.277	1.869
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.346	1.554	0.621	3.889
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.159	0.440	0.141	1.379
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.238	1.659	0.716	3.847
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.780	1.159	0.411	3.270

* 5% 水準

表 6-4 単独事故歴と注意機能検査成績

IV. 単独事故

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.364	0.731	0.372	1.437
早い反応	0.482	1.284	0.639	2.580
遅い反応	0.965	1.015	0.514	2.006
認知ミス	0.285	0.691	0.351	1.360
判断ミス	0.007**	2.581	1.302	5.117
尚早ミス・早い反応	0.236	1.646	0.722	3.753
尚早ミス・遅い反応	0.160	0.535	0.223	1.282
尚早ミス・認知ミス	0.487	1.448	0.510	4.117
尚早ミス・判断ミス	0.596	0.758	0.272	2.110
早い反応・認知ミス	0.056	0.406	0.161	1.024
早い反応・判断ミス	0.065	2.080	0.955	4.533
遅い反応・認知ミス	0.785	0.877	0.342	2.248
遅い反応・判断ミス	0.606	1.254	0.531	2.965
認知ミス・判断ミス	0.524	1.383	0.511	3.745
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.647	0.815	0.341	1.952
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.200	1.723	0.750	3.961
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.499	0.719	0.277	1.869
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.346	1.554	0.621	3.889
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.159	0.440	0.141	1.379
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.238	1.659	0.716	3.847
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.780	1.159	0.411	3.270

** 1% 水準

6.5. まとめ

本研究で開発した計測法は、コンパクトな実装でどこでもいつでも手軽に計測でき、また単純な操作なため電子機器の操作に不慣れな 60 歳以上のドライバーに対しても有効であると考えられる。高齢者の事故を予防するためには家族の配慮も重要といえる。しかし家族から見て差し迫った危機感を持つまでに至らず、また本人も「他の人に比べれば自分は元気」とい

う自信があり、活動的な高齢者が事故に遭っている(20)。さらに注意機能の衰退は徐々に進行していき自覚しづらい症状であるため、経年変化を追跡していくことも重要な点であり、短時間で手軽に実施でき、事故リスクを定量的に示せる本検査は事故予防に対して有用といえる。本研究の成果が、高齢者の注意機能低下・事故リスクへの自覚を促し、交通事故に対して防衛的な行動をとる一助になることを期待している。

第7章 白質病変分類からみた注意機能と事故歴関連性

7.1. はじめに

事故に直接関与するヒューマンファクターの解明が喫緊課題であり、ここまで大脳白質病変の存在と事故関連性および注意機能検査・運転適性検査と事故関連性について分析を進めてきた。従来、年齢を要因とした分析がなされていたが白質病変の存在と事故関連性を明らかにしたことで新たなヒューマンファクターとしての可能性を示した。本章では白質病変の存在によって注意機能と事故リスクにどのような影響を及ぼすかを調査した。大脳白質病変は経過とともに進行する 경우가多く、改善することは通常ない。わが国の脳ドックの追跡調査報告では高度な白質病変と無症候性脳梗塞の存在が最大の脳卒中発症の危険因子で、特に高度大脳白質病変のリスクは無症候性脳梗塞(症状のない脳梗塞:脳の血管がつまって脳組織の一部が死んでしまうこと)よりも高かった。このほか多くの大規模臨床試験で、大脳白質病変は脳卒中発症の高リスクであることが示されている。大脳白質病変の最大の危険因子は高血圧とされている。大脳白質病変は、高血圧非治療群に比して高血圧治療群で有意に軽度であり、早期からの積極的な血圧管理の重要性が指摘された。一方、健康診断を受診したわが国の健常者1,030人(28~78歳、平均52.7歳)を対象とした検討では、メタボリックシンドロームと大脳白質病変の間に有意な関連性が認められ、メタボリックシンドロームは、将来、大脳白質病変の発症リスクが高い比較的若年者の同定に役立つことが示唆された。このように一般的な所見として見られる白質病変が高度な活動である運転に影響を及ぼしていることをすでに示している。本章では、さらに注意機能との関連性について検証する。

7.2. 実験方法

被験者は、計1944名うち男性982名、女性962名、30歳から79歳(平均年齢52.4)という構成である。ここでは白質病変グレード0(なし)または1(片側のみ存在する軽微な症状)とグレード2(両側に存在する症状)で分類した場合の注意機能成績を比較する。各成績のミスした数を計測し、年代毎に分類してグラフ化したものが図7-1から図7-6である。

尚早ミスはブロックが境界線にさしかかる前にボタンを押した場合の反応を計数したものであり、運転行動においては先急ぎ運転につながる傾向といえる。年齢が上がるにつれてミス回数が多くなるが見て取れる。G2以上ではさらに年齢が上がるにつれてミス回数の差が大きくなっている。

早い反応は、ボタンを押したときブロックが境界に差し掛かった直後(進行方向からみて先端20%部分での反応)だった場合の回数を集計したものであり、正解の範囲であるが、尚早ミスのように先急ぎ運転につながる傾向ともいえる。年齢が上がるにつれて早い反応の回数が少なくなることが見て取れる。G2以上では、若年では該当する被験者

が少ないためと思われるが、最大値と最小値の範囲が狭くなっている。その他特に目立った差は見られなかった。

普通の反応は、ボタンを押したときに境界線がブロックの中央付近だった場合反応回数の集計である。年齢が上がるにしたがって普通の反応が占める割合が減少するのは、他のミス例えば認知ミスや判断ミスが増加するためと考えられる。

遅い反応は、ボタンを押したときにブロックの最後の 20%部分が境界線にある場合の反応の回数を集計したものである。正解ではあるものの、反応が遅れ気味であり認知・判断・操作の一連の動作に要する時間が長くなっている可能性がある。年齢が上がるにつれて遅い反応の占める割合が増加しているが、G 0, 1 と G 2 との間に明確な差は見られなかった。

認知ミスは、ブロックが境界線上にあって、ボタンが押されずブロックが通り過ぎた場合であり、ブロックを見落とした反応である。年齢が上がるにつれて認知ミスを起こす回数が増加している。G 0, 1 と比較して G 2 の方が 60 代以降の成績が若干悪い傾向が見られた。

判断ミスはブロックが境界線上にあって、ボタンが押されたが、ブロックの赤色と青色を間違えてボタン押した場合の反応である。年代別、白質病変の存在いずれも明確な差は見られなかった。

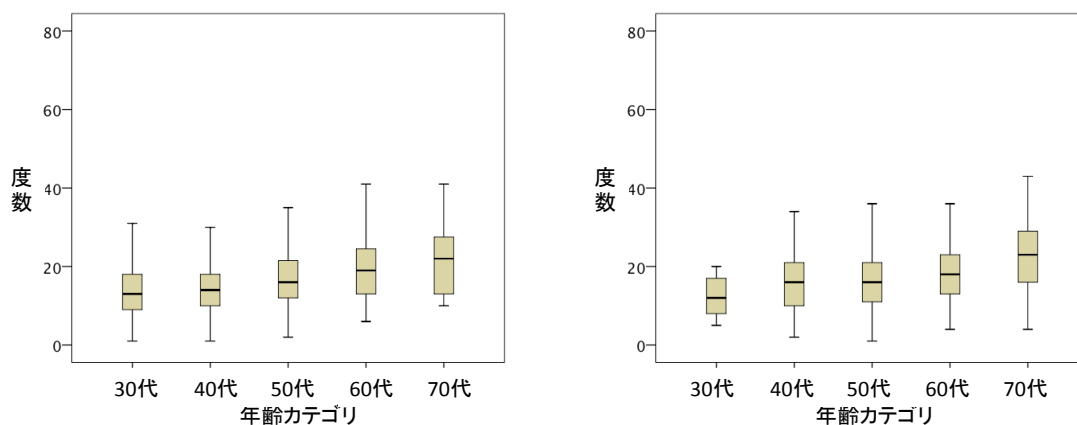


図 7-1 尚早ミス成績 (左:白質病変グレード 0,1 右:グレード 2)

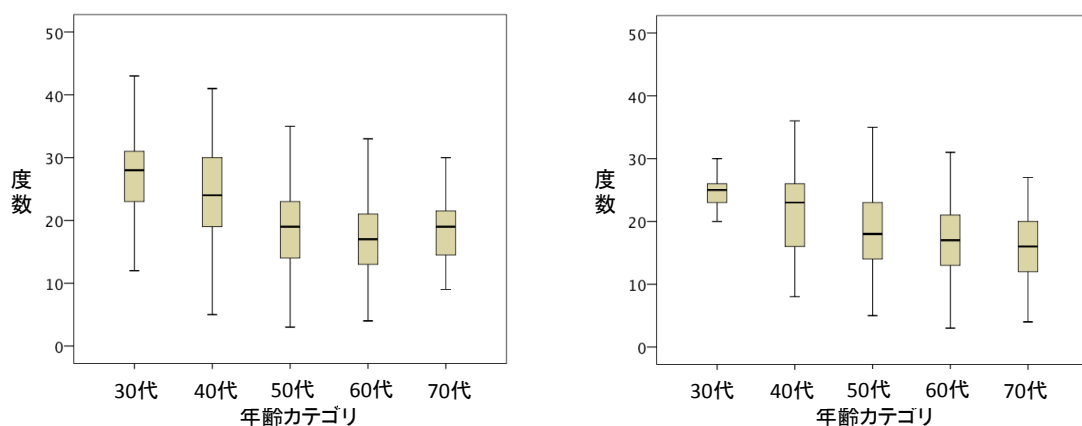


図 7-2 早い反応成績 (左:白質病変グレード 0,1 右:グレード 2)

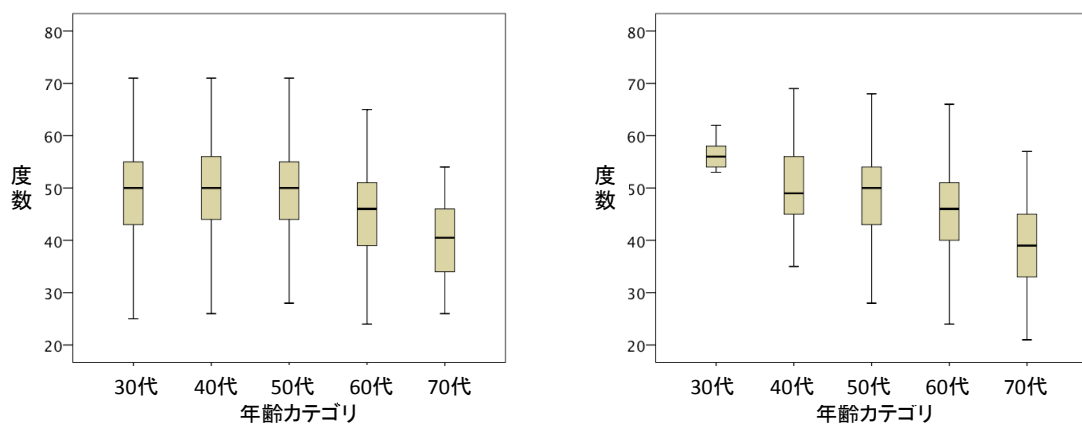


図 7-3 普通の反応成績 (左:白質病変グレード 0,1 右:グレード 2)

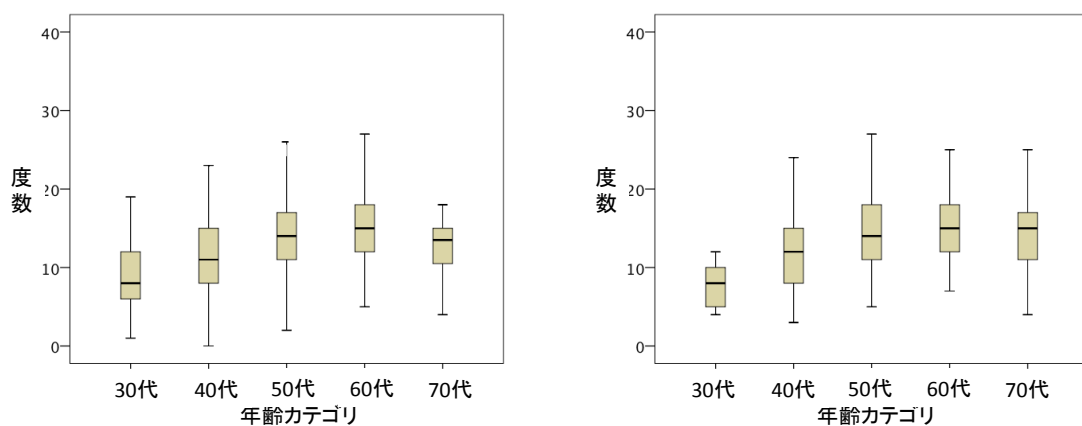


図 7-4 遅い反応成績 (左:白質病変グレード 0,1 右:グレード 2)

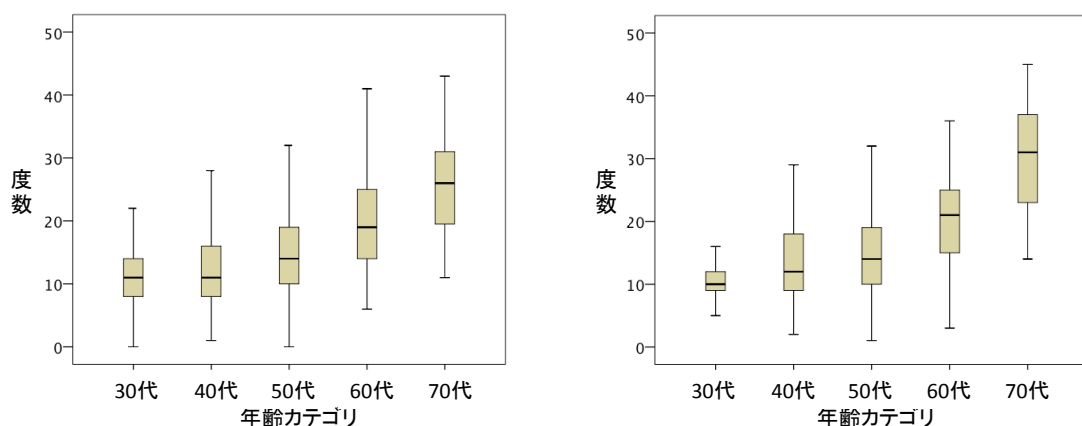


図 7-5 認知ミス成績 (左:白質病変グレード0,1 右:グレード2)

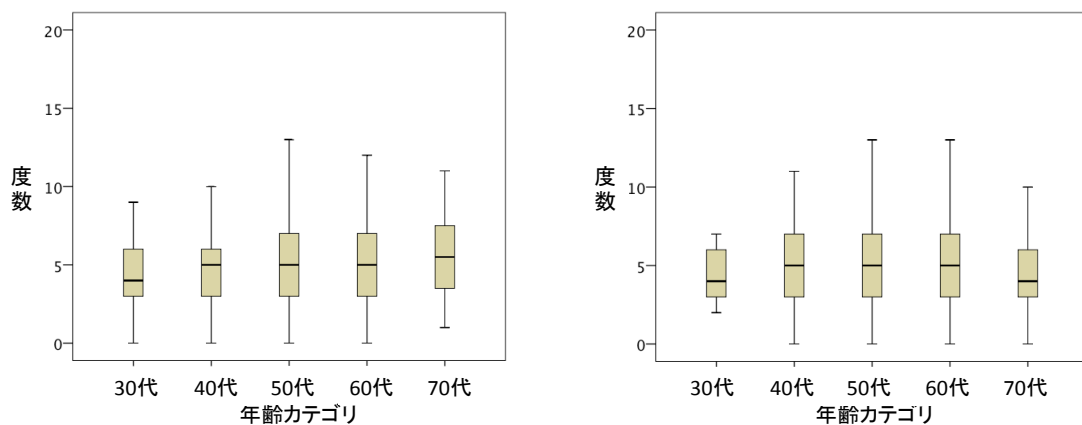


図 7-6 判断ミス成績 (左:白質病変グレード0,1 右:グレード2)

アンケート調査から得た事故分類を白質病変グレード0, 1と2のグループに分け、それぞれ注意機能成績を中央値で二分してグラフ化した。

尚早ミスは、G1以下では目立った差はなかったが、成績の悪いグループの方は、わずかに事故件数が低かった。しかしG2以上では明確な差が見られた。特に単独事故において尚早ミスが多いグループはミスが少ないグループと比較して、事故件数が多かった。

早い反応については、G1以下では交差点事故と追突で差が見られた。早い反応が多いグループでは先急ぎ運転をしている可能性があり、実際の事故件数に表れていると考えられる。G2以上では明確な差がなかった。

遅い反応については、G1以下ではあまり差がなかった。G2グループでは交差点と追突で差があった。

遅い反応が占める割合が多いと認知・判断・操作という運転行動にかかる時間が長くなる傾向があると考えられる。直接事故リスクに影響しているとはいえなかったが、遅すぎると事故リスクが高まる可能性がある。

認知ミスは、G1以下では事故発生件数に差がなかったが、G2グループでは特に交差点で

の事故の件数に明確な差が見られた。交通事故では比較的複雑な状況といえる交差点での事故が、白質病変が両側に存在し、さらに運転行動中における初期の行動である認知でミスが多い(見落とししやすい傾向)グループは他のグループと比較して明らかに事故件数が多い。

判断ミスは、G1以下で単独の事故に差が見られた。単独での事故原因としてはスピード超過が考えられる。

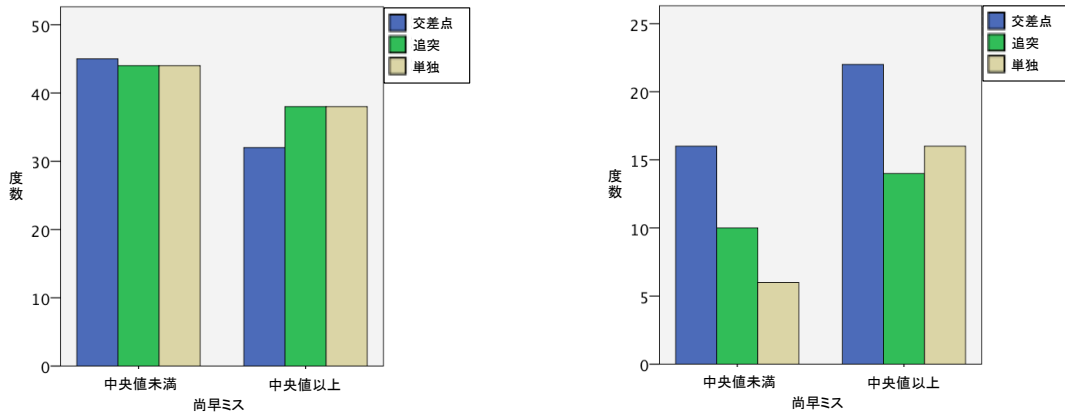


図 7-7 尚早ミスと事故件数 (左:白質病変グレード0,1 右:グレード2)

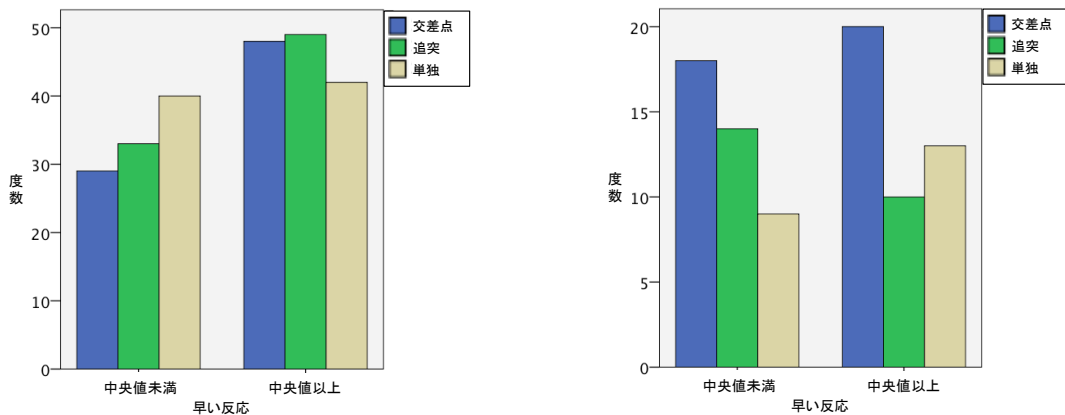


図 7-8 早い反応と事故件数 (左:白質病変グレード0,1 右:グレード2)

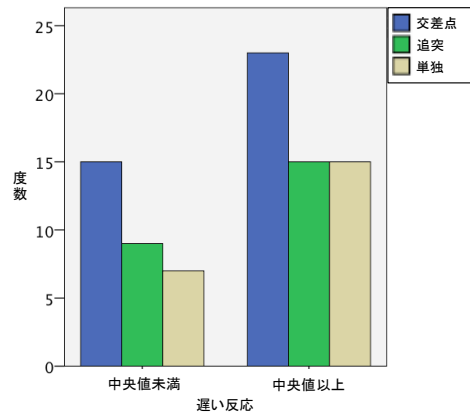
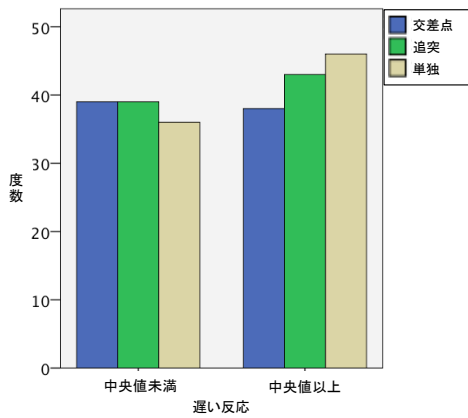


図 7-9 遅い反応と事故件数 (左:白質病変グレード0,1 右:グレード2)

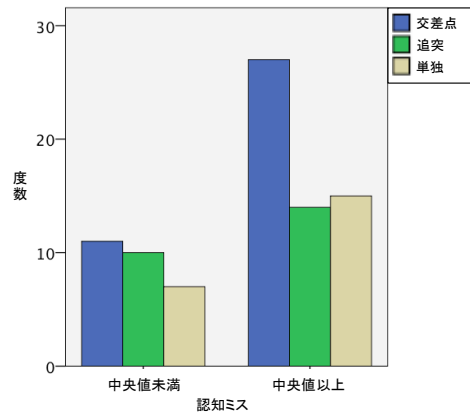
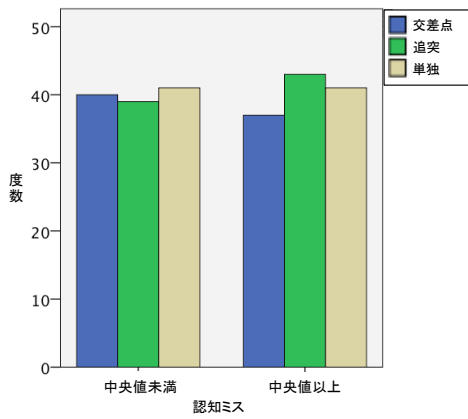


図 7-10 認知ミスと事故件数 (左:白質病変グレード0,1 右:グレード2)

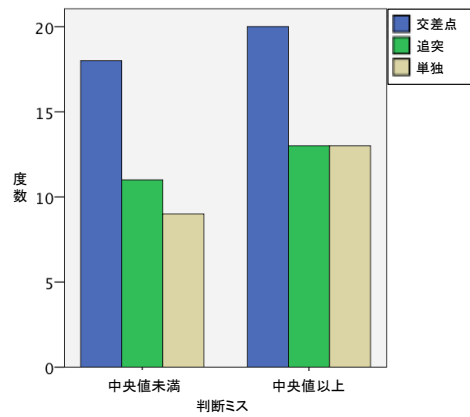
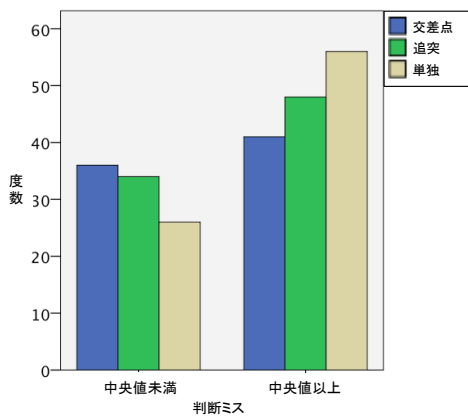


図 7-11 判断ミスと事故件数 (左:白質病変グレード0,1 右:グレード2)

グラフによって単純に事故件数の比較を行い、被験者注意機能成績と事故類型別の関連について特徴を見てきたが、統計的には有意に差があるかどうか検証する必要がある。白質病変のグレードを0, 1と2のグループに二分し、それぞれロジスティック回帰分析によって関連性を評価した。

7.3. 結果

白質病変が無いグループ(G0)と白質病変が片側のみ存在するグループ(G1)を含めたグループにおいては、60歳未満・60歳以上という年齢別によらず、全事故・交差点事故・追突事故では注意機能成績との関連性は見られず、単独での事故との関連性のみ有意であった。(60歳未満:判断ミス(p<.05 オッズ比 1.817) 60歳以上:尚早ミス_判断ミス(p<.05 オッズ比. 4.566))。また、白質病変が両側に存在するグループ(G2)では、60歳未満では、全事故と尚早ミス_早い反応 (p<.01 オッズ比 4.079), 追突事故と尚早ミス_早い反応 (p<.05 オッズ比. 3.176)という有意な関連性が見られた。60歳以上では、全事故と尚早ミス_認知ミス_判断ミス(p<.01 オッズ比 4.176), 交差点事故と尚早ミス_認知ミス_判断ミス(p<.05 オッズ比 3.510), 単独での事故と尚早ミス_認知ミス_判断ミス(p<.05 o.r. 5.340)という有意な関連性が見られた。

7.4. 考察

第2章において、G2のような軽度な脳組織変化である白質病変でも交通事故と言ったマクロの社会現象に大きく影響するという報告をした。白質病変は、健常中高年者のMRI所見では高頻度に認められる一般的知見であり、特に中年者の場合には、片側病変のG1や両側病変のG2であっても軽度なものがほとんどである。しかしながら、G2のような軽度な脳組織変化である白質病変でも交通事故と言ったマクロの社会現象に大きく影響するエビデンスが得られたことは、ヒューマンファクターを扱う人間工学にとって、極めて意義深いことであり、脳MRIが人間工学の新たな研究ツールになり得ることを示した点で画期的である。さらに新たに開発した注意機能検査では交差点や追突といった事故類型化による検証が可能となった。白質病変の存在を考慮した注意機能検査による事故との関連性をまとめると表7-1のような関係となる。

表 7-1 白質病変グレード別注意機能成績と事故関連性

	白質病変グレード0, 1		グレード2	
	60歳未満	60歳以上	60歳未満	60歳以上
全事故			尚早ミス_早い反応 ($p < .01$ o.r. 4.079)	尚早ミス_認知ミス_判断ミス($p < .01$ o.r. 4.176)
交差点での事故				尚早ミス_認知ミス_判断ミス($p < .05$ o.r. 3.510)
追突事故			尚早ミス_早い反応 ($p < .05$ o.r. 3.176)	
単独での事故	判断ミス($p < .05$ o.r. 1.817)	尚早ミス_判断ミス ($p < .05$ o.r. 4.566)		尚早ミス_認知ミス_判断ミス($p < .05$ o.r. 5.340)

脳機能において白質病変が視覚認知力に悪影響を及ぼしている点や運転行動における反応速度のバラツキの増加傾向から見ても、情報伝達を妨害していると考えられ、白質病変の存在が認知・判断におけるミスを誘発し、正確で迅速な認知・判断が必要とされる交差点における事故が多くなると説明できる。

実車での計測による膨大かつ変動する運転行動情報量から分析するのではなく、注意機能計測によって個人の運転特性を導き出すことが可能となり、注意機能からの事故メカニズム解明という新たなアプローチが期待できる。

また、年齢に加えて、白質病変グレードを個人特有の不変因子として、先述の変動する情報量を新たに分類することで、年齢に隠された個人差を取り込むことが可能になり、白質病変のグレードを考慮したフィルタで事故歴との関連性を絞り込むことが可能となった。今後、交通事故リスク要因の解明のための技術開発がより一層進展するものと考えられる。

社会システムとして交通インフラは欠かせないものであり、高齢者ドライバー増大と交通事故全体にもたらす影響が懸念されている。人が「生活を営み、活動をしていく」ための基礎的認知機能の1つとして、注意機能の役割は大きく、交通事故との関連性がある注意機能を計測できたことは社会的に意義深いといえる。

表 7-2 白質病変グレード0, 1 注意機能と事故関連性(60歳以上)

I. 全事故歴

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.427	1.455	0.576	3.674
早い反応	0.739	0.858	0.348	2.113
遅い反応	0.737	1.164	0.480	2.823
認知ミス	0.899	0.941	0.369	2.402
判断ミス	0.569	1.284	0.543	3.035
尚早ミス・早い反応	0.236	0.485	0.146	1.606
尚早ミス・遅い反応	0.524	0.698	0.232	2.105
尚早ミス・認知ミス	0.727	1.249	0.359	4.352
尚早ミス・判断ミス	0.223	2.314	0.600	8.919
早い反応・認知ミス	0.459	1.594	0.464	5.479
早い反応・判断ミス	0.438	0.629	0.195	2.029
遅い反応・認知ミス	0.949	0.963	0.308	3.018
遅い反応・判断ミス	0.553	1.428	0.440	4.636
認知ミス・判断ミス	0.303	0.543	0.170	1.735
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.448	0.620	0.180	2.130
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.763	0.812	0.210	3.136
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.969	1.022	0.337	3.102
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.416	1.646	0.495	5.468
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.335	2.026	0.483	8.498
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.819	1.154	0.339	3.928
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.295	0.541	0.171	1.710

* 5% 水準

表 7-3 白質病変グレード0, 1 注意機能と事故関連性(60歳以上)

II. 交差点

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.558	1.526	0.371	6.275
早い反応	0.320	2.132	0.480	9.472
遅い反応	0.447	1.715	0.427	6.883
認知ミス	0.553	0.645	0.152	2.741
判断ミス	0.382	0.556	0.149	2.072
尚早ミス・早い反応	0.973	1.033	0.161	6.622
尚早ミス・遅い反応	0.959	0.959	0.191	4.823
尚早ミス・認知ミス	0.418	0.455	0.068	3.058
尚早ミス・判断ミス	0.546	1.910	0.233	15.640
早い反応・認知ミス	0.408	2.205	0.339	14.357
早い反応・判断ミス	0.245	0.319	0.046	2.194
遅い反応・認知ミス	0.993	0.992	0.184	5.341
遅い反応・判断ミス	0.983	0.980	0.156	6.170
認知ミス・判断ミス	0.378	0.433	0.067	2.786
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.463	1.998	0.314	12.710
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.662	0.629	0.078	5.048
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.562	0.603	0.109	3.339
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.916	1.105	0.173	7.056
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.912	0.884	0.097	8.031
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.788	0.776	0.122	4.936
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.841	0.839	0.151	4.675

* 5% 水準

表 7-4 白質病変グレード0, 1 注意機能と事故関連性(60歳以上)

Ⅲ. 追突

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.790	1.213	0.292	5.047
早い反応	0.149	3.422	0.644	18.193
遅い反応	0.840	0.868	0.221	3.414
認知ミス	0.902	1.094	0.262	4.569
判断ミス	0.728	0.795	0.218	2.902
尚早ミス・早い反応	0.747	0.745	0.124	4.469
尚早ミス・遅い反応	0.697	0.709	0.126	3.990
尚早ミス・認知ミス	0.176	4.435	0.514	38.266
尚早ミス・判断ミス	0.532	0.519	0.067	4.047
早い反応・認知ミス	0.757	1.372	0.185	10.160
早い反応・判断ミス	0.160	4.026	0.578	28.066
遅い反応・認知ミス	0.357	0.431	0.072	2.582
遅い反応・判断ミス	0.940	0.936	0.168	5.208
認知ミス・判断ミス	0.200	0.325	0.058	1.815
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.781	0.753	0.102	5.552
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.295	0.293	0.030	2.913
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.397	2.051	0.389	10.814
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.853	0.846	0.144	4.955
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.266	3.771	0.364	39.061
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.293	2.756	0.417	18.213
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.067	0.160	0.023	1.137

* 5% 水準

表 7-5 白質病変グレード0, 1 注意機能と事故関連性(60歳以上)

IV. 単独事故

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.932	1.066	0.244	4.648
早い反応	0.045	0.111	0.013	0.951
遅い反応	0.479	1.703	0.390	7.447
認知ミス	0.561	1.600	0.328	7.801
判断ミス	0.439	1.765	0.419	7.439
尚早ミス・早い反応	0.141	0.211	0.027	1.676
尚早ミス・遅い反応	0.579	0.585	0.088	3.876
尚早ミス・認知ミス	0.784	0.749	0.095	5.891
尚早ミス・判断ミス	0.041*	4.566	1.070	19.492
早い反応・認知ミス	0.513	1.848	0.293	11.648
早い反応・判断ミス	0.147	0.244	0.036	1.645
遅い反応・認知ミス	0.446	2.282	0.274	19.029
遅い反応・判断ミス	0.414	2.423	0.290	20.276
認知ミス・判断ミス	0.784	1.314	0.187	9.252
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.181	0.301	0.052	1.750
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.995	1.006	0.136	7.469
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.743	0.739	0.121	4.499
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.307	3.062	0.358	26.156
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.414	2.478	0.281	21.814
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.961	1.050	0.154	7.131
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.558	1.826	0.243	13.722

* 5% 水準

表 7-6 白質病変グレード2 注意機能と事故関連性(60歳以上)

I. 全事故歴

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.717	1.165	0.510	2.665
早い反応	0.334	1.510	0.654	3.485
遅い反応	0.528	1.301	0.575	2.944
認知ミス	0.326	1.511	0.663	3.440
判断ミス	0.195	1.690	0.765	3.736
尚早ミス・早い反応	0.345	1.759	0.545	5.681
尚早ミス・遅い反応	0.519	0.717	0.261	1.972
尚早ミス・認知ミス	0.270	0.523	0.165	1.655
尚早ミス・判断ミス	0.371	1.818	0.491	6.723
早い反応・認知ミス	0.757	1.191	0.395	3.590
早い反応・判断ミス	0.813	0.871	0.278	2.734
遅い反応・認知ミス	0.396	1.568	0.555	4.431
遅い反応・判断ミス	0.976	0.986	0.385	2.523
認知ミス・判断ミス	0.031*	2.415	1.086	5.370
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.566	1.365	0.471	3.952
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.851	0.891	0.266	2.980
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.027	0.337	0.129	0.881
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.785	1.174	0.372	3.706
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.002**	4.176	1.695	10.286
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.715	0.800	0.241	2.653
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.488	1.552	0.448	5.374

* 5% 水準

** 1%水準

表 7-7 白質病変グレード2 注意機能と事故関連性(60歳以上)

II. 交差点

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.729	0.827	0.281	2.428
早い反応	0.858	1.104	0.373	3.268
遅い反応	0.846	0.900	0.309	2.621
認知ミス	0.118	2.517	0.791	8.010
判断ミス	0.194	2.020	0.699	5.834
尚早ミス・早い反応	0.524	1.695	0.334	8.594
尚早ミス・遅い反応	0.251	0.441	0.109	1.784
尚早ミス・認知ミス	0.187	0.339	0.068	1.689
尚早ミス・判断ミス	0.416	2.049	0.364	11.523
早い反応・認知ミス	0.597	1.504	0.331	6.836
早い反応・判断ミス	0.867	1.140	0.246	5.276
遅い反応・認知ミス	0.021*	5.666	1.304	24.620
遅い反応・判断ミス	0.521	0.666	0.193	2.304
認知ミス・判断ミス	0.438	1.820	0.400	8.277
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.518	1.586	0.391	6.434
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.415	0.524	0.111	2.474
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.174	0.426	0.125	1.459
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.892	0.900	0.198	4.083
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.033*	3.510	1.108	11.121
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.971	1.030	0.213	4.972
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.750	1.299	0.260	6.485

* 5% 水準

表 7-8 白質病変グレード2 注意機能と事故関連性(60歳以上)

Ⅲ. 追突

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.360	2.130	0.421	10.764
早い反応	0.707	1.377	0.260	7.295
遅い反応	0.887	1.123	0.227	5.565
認知ミス	0.107	0.241	0.043	1.360
判断ミス	0.643	0.706	0.162	3.084
尚早ミス・早い反応	0.726	1.457	0.177	11.979
尚早ミス・遅い反応	0.460	1.981	0.323	12.164
尚早ミス・認知ミス	0.369	0.342	0.033	3.563
尚早ミス・判断ミス	0.351	3.466	0.254	47.205
早い反応・認知ミス	0.460	0.435	0.048	3.945
早い反応・判断ミス	0.315	0.324	0.036	2.916
遅い反応・認知ミス	0.285	0.298	0.032	2.748
遅い反応・判断ミス	0.459	0.512	0.087	3.010
認知ミス・判断ミス	0.613	1.761	0.197	15.756
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.321	0.343	0.041	2.844
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.625	1.674	0.212	13.226
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.261	0.327	0.047	2.297
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.928	1.094	0.153	7.811
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.387	2.945	0.254	34.113
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.410	0.410	0.049	3.422
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.950	1.079	0.100	11.653

* 5% 水準

表 7-9 白質病変グレード2 注意機能と事故関連性(60歳以上)

IV. 単独事故

独立変数	有意確率	オッズ比	95%信頼区間	
			下限値	上限値
尚早ミス	0.227	2.408	0.579	10.014
早い反応	0.440	1.693	0.446	6.429
遅い反応	0.636	1.355	0.385	4.767
認知ミス	0.738	1.242	0.350	4.410
判断ミス	0.390	1.744	0.490	6.204
尚早ミス・早い反応	0.503	1.958	0.274	13.981
尚早ミス・遅い反応	0.757	0.782	0.165	3.704
尚早ミス・認知ミス	0.794	1.261	0.220	7.225
尚早ミス・判断ミス	0.796	1.334	0.150	11.892
早い反応・認知ミス	0.279	2.781	0.436	17.738
早い反応・判断ミス	0.310	0.375	0.057	2.488
遅い反応・認知ミス	0.341	0.456	0.091	2.293
遅い反応・判断ミス	0.119	3.984	0.700	22.683
認知ミス・判断ミス	0.637	1.545	0.254	9.408
尚早ミス・早い反応・認知ミス	0.379	2.184	0.383	12.443
尚早ミス・早い反応・判断ミス	0.396	0.451	0.071	2.843
尚早ミス・遅い反応・認知ミス	0.226	0.416	0.101	1.717
尚早ミス・遅い反応・判断ミス	0.680	1.480	0.230	9.543
尚早ミス・認知ミス・判断ミス	0.033*	5.340	1.143	24.952
早い反応・認知ミス・判断ミス	0.679	1.513	0.213	10.725
遅い反応・認知ミス・判断ミス	0.934	0.923	0.139	6.146

* 5% 水準

第8章 総括

本論文では、新たな交通事故要因を明らかにするために大脳白質病変の存在と事故関連性および注意機能検査・運転適性検査と事故関連性についての検証を行った。

まず脳内の白質病変と事故歴との関連を示した。

- 3435 名の中老年ドライバーの約 25% に白質病変を認め、G1 が約 5%、G2 が約 20%の頻度であった。
- 過去 10 年間の交通事故歴と白質病変グレードとの関連性を多変量ロジスティック解析にて求め、G2 で有意の調整オッズ比 1.67 を認めた。
- 交通事故タイプ別の解析では、G2 で交差点事故のみが有意の高い調整オッズ比 3.31 を認めた。
- 交通事故原因となるヒューマンファクターを解析する上で、脳 MRI は非常に有用な研究手法ツールになり得ることが示された。

次に、交通事故リスクを簡便に検知するために、注意機能計測に基づく新しい検査法を開発した。344 人のドライバ(男性 138 人、女性 188 人、32~68 歳)を調査し、事故歴と本検査成績との関連性をロジスティック回帰分析により評価した。本検査によって以下を明らかにした。

- 交差点・追突・単独を含めた全ての事故歴と判断ミスとの有意の相関性($p < 0.01$ オッズ比 2.581)
- 交通事故の中では比較的複雑な処理を要求される交差点事故と認知ミス・判断ミス・早い反応の乗算値との有意の相関性($p < 0.5$ オッズ比 3.466)。

さらに白質病変の存在によって注意機能と事故リスクにどのような影響を及ぼすかを検証し、より精度よく事故リスクを抽出することが可能となった。

- 白質病変G0およびG1グループは、60歳未満では単独事故と判断ミスに有意な関連性が見られた。($p < 0.05$ オッズ比 1.817)
- 白質病変G0およびG1グループは、60歳以上では単独事故と尚早ミスと判断ミスという組み合わせに有意な関連性が見られた。($p < 0.05$ オッズ比 4.566)
- 白質病変G2グループは、60歳未満では追突事故と尚早ミスと早い反応という組み合わせに有意な関連性が見られた。($p < 0.05$ オッズ比 3.176)
- 白質病変G2グループは、60歳以上では交差点事故と尚早ミス・認知ミス・判断ミスという組み合わせに有意な関連性が見られた。($p < 0.05$ オッズ比 3.510)

これらの結果から、本手法は交通事故の原因となりやすい危険なドライバを特定するために役立つと考えられる。また本研究での成果を、健康で自立した高齢者を支える社会的ケアの構築のための手法としていかに適用していくかが今後の課題である。

参考文献

- [1]警察庁交通局:“平成23年中の交通事故の発生状況”,(2012)
- [2]中央交通安全対策会議:「交通安全基本計画」,内閣府(2012)
- [3]交通事故総合分析センター:「人はどんなミスをして交通事故を起こすのか」,イタルダインフォメーション No.33(2001)
- [4]松永勝也:「交通事故防止の人間科学」,ナカニシヤ出版,(2002)
- [5]大山 正・今井省吾・和氣典二・菊池 正:「新編 感覚・知覚心理学ハンドブック Part 2」,誠信書房,pp.48-63(2007)
- [6]松波謙一・内藤栄一:「最新 運動と脳 改訂版」,サイエンス社,pp106,(2010)
- [7]澤口俊之:「脳と心の進化論」,日本評論社,(1996)
- [8]ルリア, A.R. 保崎秀夫監修・鹿島春雄訳:「神経心理学の基礎」,医学書院,(1978)
- [9]総務省.“政府統計の総合窓口”. e-Stat.
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001085295> (参照 2012-10-09)
- [10]朴啓彰,片岡源宗,永原三博,熊谷靖彦.“脳ドックデータと運転挙動との関連性について”.第8回ITSシンポジウム.広島市,2009-12-10/11.特定非営利活動法人ITS Japan,2009,p.347-348.
- [11][Jeerakathil,T.](#);[Wolf,PA.](#);[Beiser,A.](#);[Massaro,J.](#);[Seshadri,S.](#);[D'Agostino,RB.](#);[DeCarli](#)
[C.](#)Stroke risk profile predicts white matter hyperintensity
volume.Stroke .2004,vol.35,p.1857-1861.
- [12]Prins,ND.;vanDijk,EJ.;denHeijer,T.;Vermeer,SE.;Jolles,J.;
Koudstaal,PJ.;Oudkerk,M.;Hofman,A.;Breteler,MMB.Cerebral White Matter Lesions and the
Risk of Dementia .Arch Neurol. 2004,vol.61,p.1531-1534.
- [13]Park,K.;Yasuda,N.;Toyonaga,S.;Yamada,S.;Nakabayashi,H.;
Nakasato,M.;Nakagomi,T.;Tsubosaki,E.;Shimizu,S.Significant association between
leukoaraiosis and metabolic syndrome in healthy subjects.Neurology.2007,vol. 69,p.974-978.
- [14]朴啓彰,姜銀来,王碩玉.“視覚補間力と無症候性白質病変との関連性”.福祉工学シン
ポジウム2009講演論文集.香美市,2009-12-24/25/26,福祉工学協議会,2009,p.
209-210.
- [15]Park,K.;Jiang,Y.;Wang,S.“Relationship between visual interpolation ability and
leukoaraiosis in healthy subjects; Early Detection and Rehabilitation Technologies for
Dementia”. Neuroscience and Biomedical Applications. Jinglog,Wu.,ed.IGI global,2010,p.1-4.
- [16]朴啓彰,永原三博,熊谷靖彦,片岡源宗.“大脳白質病変と警察庁方式 CRT 運転適性検
査との関連性について”.第10回ITSシンポジウム.東京都,2011-11-04/05.特定非営利活
動法人ITS Japan,2011,p.223-225.
- [17]朴啓彰,片岡源宗,永原三博,熊谷靖彦.“健常人の大脳白質病変と運転挙動との関連
性について”.第9回ITSシンポジウム.京都市,2010-12-10/11,特定非営利活動法人ITS

Japan, 2010, p. 303-305.

[18]Miller,EK.;Cohen,JD.An integrative theory of prefrontal cortex function.Annu Rev Neurosci.2001,vol.24,p. 167-202.

[19]Sullivan,MO'.;Morris,RG.;Huckstep,B.;Jones,DK.;Williams,SCR.;Markus,HS.Diffusion tensor MRI correlates with executive dysfunction inpatients with ischaemic leukoaraiosis.J Neurol Neurosurg Psychiatry.2004,vol.75,p.441-447.

[20]吉田伸一. “事故に遭わないようにする ITS”. ITS 新時代.
日経 BP 社, 2007, p. 54-57.

[21]Park K, Nakagawa Y, Kumagai Y, Nagahara M. Leukoaraiosis, a common brain magnetic resonance imaging finding, as a predictor of traffic crashes. PLoS ONE 8(2): e57255(2012)

[22]Shinya YOSHIDA, Masato FURUKAWA, Tadahisa KATO, Kenzo SAKURAI and Kinya MARUYAMA: “AN EXPERIMENTAL STUDY OF RELATIONSHIP BETWEEN ACTUAL DRIVER BEHAVIOR AND PERFORMANCES IN THEIR APTITUDE TESTS”, Japanese Journal of Applied Psychology, No. 10, . 1-15(1985)(in Japanese) 吉田 信彌・古川真人・加藤忠久・櫻井研三・丸山欣哉:「運転ぶりと適性検査との対応に関する一検討」, 応用心理学研究, 10, pp.1-15 (1985)

[23]大山 正・今井省吾・和氣典二・菊池 正:「新編 感覚・知覚心理学ハンドブック Part 2」,誠信書房,pp.48-63(2007)

[24]加藤元一郎「注意の概念—その機能と構造」, 理学療法ジャーナル, 37, 1023-1028(2003)

[25]畑田豊彦:人間計測ハンドブック,朝倉書店,P585(2003)

[26]豊田秀樹:数理統計学ハンドブック,朝倉書店(2006)

[27]小野瀬 宏:統計データ解析,内田老鶴圃 p73-74 ,(1996)

[28]石田 敏郎:「ヒューマンエラーと指導のポイント(27)右左折時のヒューマンエラー」, 交通安全教育, 39(6), pp.24-27(2004)

[29]長山泰久:「交通事故の背景を探る-26-左折事故(1)」, 安全 (中央労働災害防止協会), 48(2), pp.34-36, (1997)

[30]長山泰久:「交通事故の背景を探る-27-左折事故(2)」, 安全 (中央労働災害防止協会), 48(3), pp.34-36, (1997)

[31]長山泰久:「交通事故の背景を探る--左折事故(3)」, 安全 (中央労働災害防止協会), 48(4), pp.34-36, (1997)

[32]上山 勝:「事故を考える : 工学的な事故解析から考える交通安全(47)右折時には特に慎重な安全確認を」, 交通安全教育, 47(6), pp.26-30(2012)

[33]Anderson, N. D., Craik, F.I.M., & Naveh-Benjamin, M. : “The attentional demands of encoding and retrieval in younger and older adults”, I.Evidence from divided attention costs. Psychology and Aging, 13, 405-423. (1998)

- [34]Norman, D.A.:”Categorization of action slips.”,Psychological Review, Vol.88, pp.1-15,(1981)
- [35]渡辺聡, 松永勝也, 志堂寺和則, 松本祐二, 運転者の先急ぎ運転と移動効率および危険度との関係, 自動車技術会学術講演集, No31-04,p.19-21,(2004)
- [36]Maruyama, K., & Kitamura, S.:”Speed anticipation test: A test for discrimination of accident proneness in motor driver.” Tohoku Psychologica Folia, Vol20. Pp.13-20, (1961)
- [37]吉田信彌:「適性検査をめぐる諸問題—速度見越反応検査 30 年の展開例—」,丸山欣哉編著,適性・事故・運転の心理学, 企業開発センター, (1995)
- [38]富田 栄:統計学,現代数学社 p204-205 ,(1999)
- [39]警察庁 平成 21 年版 運転免許統計「申請による運転免許の取消し件数年別推移」, P18
- [40]警察庁 平成 17 年版 警察白書第 1 章 3 節「超高齢化社会への対応」
- [41]浅井正昭:「高齢者と運転特性」,予防時報,153, p61-67(1988)
- [42]Holland,C.A.,&Rabbitt,P.M.A.Applied :”People’s awareness of their age-related sensory and cognitive deficits and the implications for roadsafety”, Cognitive Psychology ,6(3),p217-231(1992)
- [43]長濱友治:「高齢ドライバーの運転適性に関する人間工学的研究」, 福井工業大学研究紀要, 22 号, (1992)
- [44]宇野宏・平松金雄・沖山清美・若杉貴志・佐藤健治・相馬仁:「高齢ドライバーの運転基礎特性—周辺刺激とハンドル追従作業との多重課題における反応—」,自動車研究, 16(3), 116—119.(1994)
- [45]西田 泰:「高齢者の運転特性に関する研究—反応特性からみた高齢運転者の危険補償」, 自動車技術会学術講演会前刷集 1982—1998, 163-166(1998).
- [46]岡村和子・藤田悟郎:「安全運転講習中に観察された高齢運転者の運転パフォーマンス」, 科学警察研究所報告交通編, 38(2), 126-135(1997).
- [47]永原三博・朴 啓彰・熊谷靖彦・岡 宏一:「注意機能計測に基づく新しい交通事故リスク検知方法の開発」,電気学会産業応用部門,(投稿中)
- [48]警察庁交通局: “平成23年中の交通事故の発生状況”, (2012)
- [49]長山泰久:「交通事故の背景を探索-26-左折事故(1)」, 安全 (中央労働災害防止協会), 48(2), pp.34-36, (1997)
- [50]長山泰久:「交通事故の背景を探索-27-左折事故(2)」, 安全 (中央労働災害防止協会), 48(3), pp.34-36, (1997)
- [51]長山泰久:「交通事故の背景を探索--左折事故(3)」, 安全 (中央労働災害防止協会), 48(4), pp.34-36, (1997)
- [52]上山 勝:「事故を考える : 工学的な事故解析から考える交通安全(47)右折時には特に慎重な安全確認を」, 交通安全教育, 47(6), pp.26-30(2012)

- [53]Anderson, N. D., Craik, F.I.M., & Naveh-Benjamin, M. : “The attentional demands of encoding and retrieval in younger and older adults”, I.Evidence from divided attention costs. *Psychology and Aging*, 13, 405-423. (1998)
- [54]鈴木春男:「高齢ドライバー事故の実態と対策」, 予防時報, 228, p14-19, (2007)
- [55]富田 栄:統計学, 現代数学社 p204-205 ,(1999)
- [56]Norman, D.A.:”Categorization of action slips.”, *Psychological Review*, Vol.88, pp.1-15,(1981)
- [57]渡辺聡, 松永勝也, 志堂寺和則, 松本祐二;「運転者の先急ぎ運転と移動効率および危険度との関係」, 自動車技術会学術講演集, No31-04,p.19-21,(2004)
- [58]金光義弘:「事故の心理×安全の心理」, 企業開発センター, p128-129,(2002)
- [59]Christensen, P. and Glad, A. :”Mandatory course of driving on slippery roads for drivers of heavy vehicles. Effect on the accident risk ”, Institute of Transport Economics, Report , 334, (1996)
- [60]杉元俊彦・小森弘詞・松永勝也:「高齢者の右折時ギャップの大きさの実験的測定」, 日本交通心理学会第 50 回大会論文集, p37-38,(1994).
- [61]総務省. “政府統計の総合窓口”. e-Stat.
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001085295> (2012)
- [62]朴啓彰, 片岡源宗, 永原三博, 熊谷靖彦. “脳ドックデータと運転挙動との関連性について”. 第 8 回 ITS シンポジウム. 広島市, 2009-12-10/11. 特定非営利活動法人 ITS Japan, p. 347-348. (2009)
- [63]Jeerakathil, T.; Wolf, P.A.; Beiser, A.; Massaro, J.; Seshadri, S.; D’Agostino, R.B.; DeCarli C. Stroke risk profile predicts white matter hyperintensity volume. *Stroke*, vol.35, p.1857-1861.(2004)
- [64]Prins, N.D.; van Dijk, E.J.; den Heijer, T.; Vermeer, S.E.; Jolles, J.; Koudstaal, P.J.; Oudkerk, M.; Hofman, A.; Breteler, M.M.B. Cerebral White Matter Lesions and the Risk of Dementia. *Arch Neurol*, vol.61, p.1531-1534.(2004)
- [65]Park, K.; Yasuda, N.; Toyonaga, S.; Yamada, S.; Nakabayashi, H.; Nakasato, M.; Nakagomi, T.; Tsubosaki, E.; Shimizu, S. Significant association between leukoaraiosis and metabolic syndrome in healthy subjects. *Neurology*, vol. 69, p.974-978.(2007)
- [66]朴啓彰, 姜銀来, 王碩玉. “視覚補間力と無症候性白質病変との関連性”. 福祉工学シンポジウム 2009 講演論文集. 香美市, 2009-12-24/25/26, 福祉工学協議会, p. 209-210. (2009)
- [67]Park, K.; Jiang, Y.; Wang, S. “ Relationship between visual interpolation ability and leukoaraiosis in healthy subjects; Early Detection and Rehabilitation Technologies for Dementia”. *Neuroscience and Biomedical Applications*. Jinglog, Wu., ed. IGI global, p.1-4. (2010)
- [68]朴啓彰, 永原三博, 熊谷靖彦, 片岡源宗. “大脳白質病変と警察庁方式 CRT 運転適性検査との関連性について”. 第 10 回 ITS シンポジウム. 東京都, 2011-11-04/05. 特定非営利活

- 動法人 ITS Japan, p. 223-225. (2011)
- [69]朴啓彰, 片岡源宗, 永原三博, 熊谷靖彦. “健常人の脳白質病変と運転挙動との関連性について”. 第9回 ITS シンポジウム. 京都市, 2010-12-10/11, 特定非営利活動法人 ITS Japan, p. 303-305. (2010)
- [70]Miller,EK.;Cohen,JD.An integrative theory of prefrontal cortex function.Annu Rev Neurosci,vol.24,p. 167-202.(2001)
- [71]Sullivan,MO’.;Morris,RG.;Huckstep,B.;Jones,DK.;Williams,SCR.;Markus,HS.Diffusion tensor MRI correlates with executive dysfunction inpatients with ischaemic leukoaraiosis.J Neurol Neurosurg Psychiatry,vol.75,p.441-447.(2004)
- [72]吉田伸一. “事故に遭わないようにする ITS”. ITS 新時代. 日経 BP 社, p. 54-57. (2007)
- [73]Park K, Nakagawa Y, Kumagai Y, Nagahara M. Leukoaraiosis, a common brain magnetic resonance imaging finding, as a predictor of traffic crashes. PLoS ONE 8(2): e57255.
- [74]警察庁 平成 21 年版 運転免許統計「申請による運転免許の取消し件数年別推移」, P18
- [75]警察庁 平成 17 年版 警察白書第 1 章 3 節「超高齢化社会への対応」
- [76]浅井正昭:「高齢者と運転特性」, 予防時報,153, p61-67(1988)
- [77] Holland,C.A.,&Rabbitt,P.M.A. Applied :”People's awareness of their age-related sensory and cognitive deficits and the implications for roadsafety”, Cognitive Psychology ,6(3),p217-231(1992)
- [78]長濱友治:「高齢ドライバーの運転適性に関する人間工学的研究」, 福井工業大学研究紀要, 22 号, (1992)
- [79]宇野宏・平松金雄・沖[82 山清美・若杉貴志・佐藤健治・相馬仁:「高齢ドライバーの運転基礎特性—周辺刺激とハンドル追従作業との多重課題における反応—」,自動車研究, 16(3), 116—119.(1994)
- [80]西田 泰:「高齢者の運転特性に関する研究—反応特性からみた高齢運転者の危険補償」, 自動車技術会学術講演会前刷集 1982—1998, 163-166(1998).
- [81]岡村和子・藤田悟郎:「安全運転講習中に観察された高齢運転者の運転パフォーマンス」, 科学警察研究所報告交通編, 38(2), 126-135(1997).
- [82]永原三博・朴 啓彰・熊谷靖彦・岡 宏一:「注意機能計測に基づく新しい交通事故リスク検知方法の開発」,電気学会産業応用部門,(投稿中)
- [83]警察庁交通局: “平成 2 3 年中の交通事故の発生状況”, (2012)
- [84]長山泰久:「交通事故の背景を探る-26-左折事故(1)」, 安全 (中央労働災害防止協会), 48(2), pp.34-36, (1997)
- [85]長山泰久:「交通事故の背景を探る-27-左折事故(2)」, 安全 (中央労働災害防止協会),

- 48(3), pp.34-36, (1997)
- [86]長山泰久：「交通事故の背景を探る--左折事故(3)」, 安全 (中央労働災害防止協会), 48(4), pp.34-36, (1997)
- [87]上山 勝：「事故を考える：工学的な事故解析から考える交通安全(47)右折時には特に慎重な安全確認を」, 交通安全教育, 47(6), pp.26-30(2012)
- [88]Anderson, N. D., Craik, F.I.M., & Naveh-Benjamin, M. : “The attentional demands of encoding and retrieval in younger and older adults”, I.Evidence from divided attention costs. *Psychology and Aging*, 13, 405-423. (1998)
- [89]鈴木春男：「高齢ドライバー事故の実態と対策」, 予防時報, 228, p14-19, (2007)
- [90]富田 栄：統計学, 現代数学社 p204-205, (1999)
- [91]Norman, D.A. :”Categorization of action slips.”, *Psychological Review*, Vol.88, pp.1-15, (1981)
- [92]渡辺聡, 松永勝也, 志堂寺和則, 松本祐二：「運転者の先急ぎ運転と移動効率および危険度との関係」, 自動車技術会学術講演集, No31-04, p.19-21, (2004)
- [93]金光義弘：「事故の心理×安全の心理」, 企業開発センター, p128-129, (2002)
- [94]Christensen, P. and Glad, A. :”Mandatory course of driving on slippery roads for drivers of heavy vehicles. Effect on the accident risk ”, *Institute of Transport Economics, Report* , 334, (1996)
- [95]交通事故総合分析センター：「人はどんなミスをして交通事故を起こすのか」, イタリアダイインフォメーション No.33(2001)
- [96]鎌谷直之：「実感と納得の統計学」, 羊土社, p117-122, (2006)
- [97]森實敏夫：「わかりやすい医学統計学」, メディカルトリビューン, p14, (2006)

本件に関する業績リスト

学術論文

(1) Leukoaraiosis, A Common Brain Magnetic Resonance Imaging Finding, as a Predictor of Traffic Crashes: Kaechang Park, Yoshinori Nakagawa, Mitsuhiro Nagahara: PLOS ONE(Public Library of Science),2012 (査読有)

(2)注意機能計測に基づく新しい交通事故リスク検知方法の開発: 永原 三博,朴 啓彰, 熊谷 靖彦,岡 宏一:電気学会論文誌産業応用部門(投稿中)

学会口頭発表

(1)高齢ドライバーのための簡易な注意機能計測:永原 三博,朴 啓彰,岡 宏一,熊谷 靖彦:第 54 回自動制御連合講演会, 2011(査読無)

(2)交差点での注意機能行動を模擬した運転適性検査の新規開発:永原三博,朴 啓彰:第 11 回 ITS シンポジウム, 2012(査読無)

(3)A novel and simple measurement of attention function for elder drivers : Mitsuhiro NAGAHARA, Kaechang PARK, Koichi OKA, Yasuhiko KUMAGAI:The 8th International Symposium on Social Management Systems SSMS2012, (査読無)

謝辞

研究および学位論文執筆の上でお世話になったすべての方に感謝します。

高知工科大学大学院工学研究科基盤工学専攻教授・岡宏一博士には、学位論文のフレーム構築をはじめ多くのご指導をいただき、また大所高所の見地から貴重なご助言を数多くいただきました。

高知工科大学地域連携機構地域ITS社会研究室長・熊谷靖彦博士には、研究成果の学術的意義について貴重なご助言をいただきました。

高知工科大学地域連携機構地域交通医学研究室長・朴啓彰博士には、研究方針に関してのご助言をいただき、また今後の発展について有意義な議論を重ねさせていただきました。

高知工科大学大学院工学研究科基盤工学専攻准教授・繁樹博昭博士には、本検査の妥当性など研究考察についてご指導を賜りました。

高知工科大学社会マネジメント研究所准教授・中川善典博士には、統計解析についてご指導を賜りました。重ねてお礼申し上げます。

またアンケート調査および注意機能計測にあたっては、高知検診クリニックの多大なご協力をいただきました。特に、同クリニック寺尾史子氏のご支援に感謝致します。

最後に研究に協力して頂き、また何時も励ましてくださった同僚および休日の時間を研究に費やすことに理解を示してくれた家族に感謝致します。