

平成 29 年度

自動車安全運転センター交通安全等に関する調査研究

MCI・脳卒中ドライバーのための  
自動車運転高次脳機能検査法の開発

報 告 書

平成 30 年 3 月

茨城県立医療大学 保健医療学部 作業療法学科

池田 恭敏      福澤 恵



## 目 次

I 序 論.....	1
第1章 認知症高齢者・脳血管疾患患者の運転免許保有者数 .....	1
第2章 我が国における高齢者及び脳卒中者の自動車運転免許に関する施策 .....	1
第3章 認知症運転者の自動車事故の実態と海外の運転ガイドライン .....	2
第4章 高齢運転者の事故の特徴.....	3
第4章 自動車運転能力と高次脳機能検査との関係.....	7
第5章 自動車運転能力と有効視野との関係.....	12
第7章 問題の所在 .....	16
II 本 論.....	17
第1章 研究目的.....	17
第2章 研究の構成 .....	17
第3章 第1研究の方法 .....	17
第1節 対象 .....	17
第2節 高次脳機能検査 .....	17
2-1. Mini-Mental State Examination (MMSE) .....	17
2-3. Wechsler 成人知能検査第3版 .....	20
2-4. Wechsler 記憶検査改訂版 (WMS-R : Wecheler Memory Scale-Revised) .....	21
2-5. 標準注意検査法 (CAT : Clinical Assessment for Attention) .....	22
2-6. 遂行機能障害症候群の行動評価 .....	23
第3節 シミュレーション運転検査 (DS 検査) .....	24
第4節 統計解析 .....	26
第4章 第1研究の結果.....	26
第1節 DS 検査と高次脳機能検査との相関 .....	26
第2節 DS 検査と高次脳機能検査との重回帰分析 .....	28
第5章 第2研究の方法 .....	29
第1節 開発コンセプト .....	29
第2節 自動車運転高次脳機能評価法の構成.....	29
2-1 WMS-R 論理的記憶 I .....	30
2-1 CAT Visual cancellation.....	30
2-3 WAIS-III 絵画配列 .....	30
2-4 BADS 規則変換カード.....	30
2-5 BADS 修正6要素.....	30
2-6 WAIS-III 絵画完成 .....	30

2-7 視覚認知課題 (A, B, C) .....	31
第3節 自動車運転高次脳機能検査法の信頼性の検証方法 .....	33
3-1 対象 .....	33
3-2 測定及び分析内容 .....	33
第6章 第2研究の結果 .....	33
第1節 視覚認知課題とDS検査の相関分析 .....	33
第2節 自動車運転高次脳機能検査法とDS検査の重回帰分析 .....	34
第7章 総合考察 .....	34
第1節 抽出された高次脳機能検査課題で測定される能力 .....	34
第2節 自動車運転高次脳機能検査法の対象者への負担 .....	36
第3節 本研究の限界と今後の課題 .....	36
III 結 論 .....	37
IV 文 献 .....	38
謝 辞 .....	42

# I 序 論

## 第1章 認知症高齢者・脳血管疾患患者の運転免許保有者数

警察庁交通局運転免許課の運転免許統計<sup>1)</sup>によると、平成28年(2016)の普通免許以上の保有者数は8074万人となっており、これは18歳以上人口の75%に相当する。65歳以上の高齢者の普通免許以上の保有者数は1706万人で、平成28年(2016)の高齢者人口3459万人<sup>2)</sup>の49%に相当する。

朝田らの調査<sup>3)</sup>によると、我が国の認知症高齢者数は約439万人、軽度認知障害(Mild Cognitive Impairment : MCI)高齢者は約380万人と推計されている。高齢者の普通免許以上の保有率49%から計算すると、約220万人の認知症高齢者、約190万人のMCI高齢者が普通免許以上を保有していることになる。また、厚生労働省の平成26年(2014)の患者調査概況<sup>4)</sup>によると、我が国の脳卒中患者数は約118万人とされており、我が国の普通免許以上の保有率75%から計算すると、約89万人の脳卒中患者が普通免許以上を保有していると推計される。

## 第2章 我が国における高齢者及び脳卒中者の自動車運転免許に関する施策

高齢運転者の自動車事故の増加に呼応し、我が国における道路交通法は、高齢者の運転に対する対策を段階的に強化してきた(表1)。

高齢運転者標識(もみじマーク)は、平成9年(1997年)10月から75歳以上を対象に努力義務規程として導入され、平成14年(2002年)6月に対象年齢を70歳以上に引き下げる改正が行われ、平成20年(2008年)6月からは70~74歳は努力義務規程、75歳以上は義務規定となったが、平成21年(2009年)4月の改正道路交通法により、75歳以上の運転者の高齢運転者標識の表示義務規定は当分の間適用しないこととされ、表示は努力義務とされた。また、以前は黄色と橙色の葉に似たデザインで、紅葉のように見える太宰ンであったが、平成23年(2011年)2月から現在のデザインに変更された。

高齢者教習に関しては、平成10年(1998年)10月から75歳以上の高齢者が自動車免許を更新する際に受講することが義務化され、平成14年(2002年)6月に対象年齢が70歳以上に引き下げられた。平成21年(2009年)6月からは、75歳以上の高齢運転者に対する認知機能検査の義務化に伴い、認知機能検査の結果に基づいて異なる教習を受けることとなった。

認知症に罹患した者に関しては、平成14(2002年)6月から免許交付の拒否・保留及び免許の停止・取り消しが可能となり、平成21年(2009年)6月からは75歳以上の高齢者が自動車免許を更新する際に、認知機能検査が義務化された。この認知機能検査において、認知症のおそれありと判断された者のなかで、認知機能が低下した場合に行われやすい違反行為を過去1年以内にしていた者は、臨時適性検査を受けて、免許の継続、停止、取り消しが判定されることとなった。更に、平成29年(2017年)3月からは、75歳以上

表 1. 高齢者の自動車運転に関する施策の変遷

高齢運転者標識	1997年10月	5歳以上を対象に努力義務規程として導入
	2002年 6月	対象年齢を70歳以上に引き下げ
	2008年 6月	70～74歳は努力義務規程，75歳以上は義務規定
	2009年 6月	75歳以上の義務規定は当面適用しないこととなる
	2011年 2月	高齢運転者標識のデザイン変更
高齢者教習	1998年10月	75歳以上から自動車免許更新時に受講することを義務化
	2002年 6月	対象年齢を70歳以上に引き下げ
	2009年 6月	認知機能検査の結果により異なる教習を受けることとなる
認知症対策	2002年 6月	免許交付の拒否・保留及び免許の停止・取り消しが可能
	2009年 6月	75歳以上は自動車免許更新時に認知機能検査を受けることが義務化 認知症と判断された者のなかで，過去1年に信号無視，通行区分違反等の 違反行為※があった者は，臨時適性検査を実施
	2017年 3月	75歳以上の臨時認知機能検査，臨時高齢者講習が新設 また，臨時適性検査が見直された
自主返納制度	1998年10月	導入

の高齢運転者を対象とした臨時認知機能検査，臨時高齢者講習が新設されるとともに，認知機能検査で認知症のおそれありと判断された者は，特定の違反行為の有無にかかわらず，臨時適性検査を受審することとなった。

運転免許の自主返納制度は，平成10年（1998年）10月から導入され，近年はこの制度を促進するための取り組みとして，返納者への代替交通機関の利用優遇制度を導入する自治体が増えている。

脳卒中者に対しては，平成26年（2014年）6月の改正道路交通法により，脳卒中は一定の病気に該当することとなり，免許を更新する際に臨時適性検査を受けることが義務化された。

### 第3章 認知症運転者の自動車事故の実態と海外の運転ガイドライン

自動車の運転には，記憶，視空間認知，注意，遂行機能など，多くの高次脳機能が必要となり，これらの高次脳機能に障害を有する認知症患者の自動車事故の実態が報告されている。Tuokkoら（1995）<sup>5)</sup>は，165名の認知症患者について，その平均罹病期間に相当する過去6年間の事故歴を保険会社のデータベースから調査し，年齢，地域，性別を同等した健常群と比較し，認知症群は健常群に比べ，2.5倍の事故率であったことを報告している。Friedlandら（1988）<sup>6)</sup>は，Alzheimer病患者30名の衝突事故歴を配偶者から聴取した結果，Alzheimer病患者の47%が過去5年間に1回以上の衝突事故を起こしており，

同年代健常者の衝突事故に比べ、7.9倍のオッズ比であったことを報告している。

一方、Carrら(2000)<sup>7)</sup>は、Clinical Dementia Rating (CDR) 0.5あるは CDR 1の軽度 Alzheimer 病患者 63名の衝突事故頻度を、5年間前向き調査し、同年代健常者 77名と比較した結果、両群間に有意な差がなかったことを報告している。また、Brownら(2005)<sup>8)</sup>は、運転教習指導員による路上運転試験の結果、CDR 0.5の46%、CDR 1の41%が運転は安全であると判定されたことを報告し、Graceら(2005)<sup>9)</sup>も、CDR 0.5~1の Alzheimer 病患者 21名中 9名が路上運転試験で運転は安全であると評価されたことを報告している。同様に Ottら(2008)<sup>10)</sup>も路上運転試験の結果、CDR 0.5の Alzheimer 病患者 52名の内 44%が、CDR 1の Alzheimer 病患者 32名の内 34%が、運転は安全であると判定されたことを報告している。Carrら(2000)<sup>7)</sup>、Brownら(2005)<sup>8)</sup>、Graceら(2005)<sup>9)</sup>、Ottら(2008)<sup>10)</sup>の先行研究は、軽度認知症や軽度認知障害(Mild Cognitive Impairment; MCI)の中には、安全な運転が可能な者が一定程度存在し、単に認知症という診断のみで、運転免許の取り消しや停止を行うべきではないことを示している。

このような背景により、幾つかの学術団体から認知症患者の運転に対するガイドラインが示されている。米国神経学会(American Academy of Neurology)では、CDR 1以上の認知症患者は運転を中断することを強く検討するべきであり、運転を継続する場合は6ヵ月毎の再評価が必要であるとしている<sup>11)</sup>。カナダ医学会(Canadian Medical Association)では、中等度及び重度認知症患者は運転を禁忌とし、軽度認知症患者は路上及び路上以外の運転検査や認知機能検査を6ヵ月あるいは12ヵ月毎に受けることを推奨している<sup>12)</sup>。

#### 第4章 高齢運転者の事故の特徴

図1は、平成25年(2013年)の道路交通事故の死傷者数の割合を年齢層別に示したものである。死者数は4,373人、重傷者は44,547人、軽傷者は736,947人となっており、帯グラフは右に行くほど年齢層が高くなっている。一番右側のピンク色の部分が高齢者であるが、被害程度が深刻なほど、高齢者の割合が高いことがわかる。

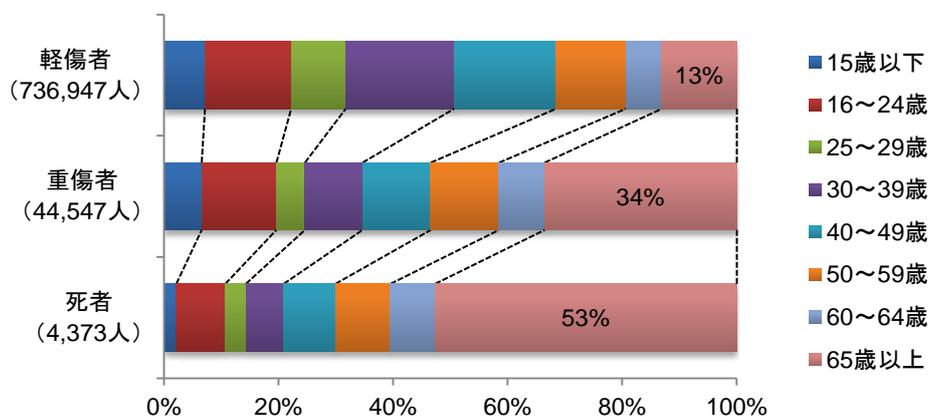


図1. 2013年(平成25年)道路交通事故の年齢層別死傷者数の割合(文献<sup>13)</sup>より作図)

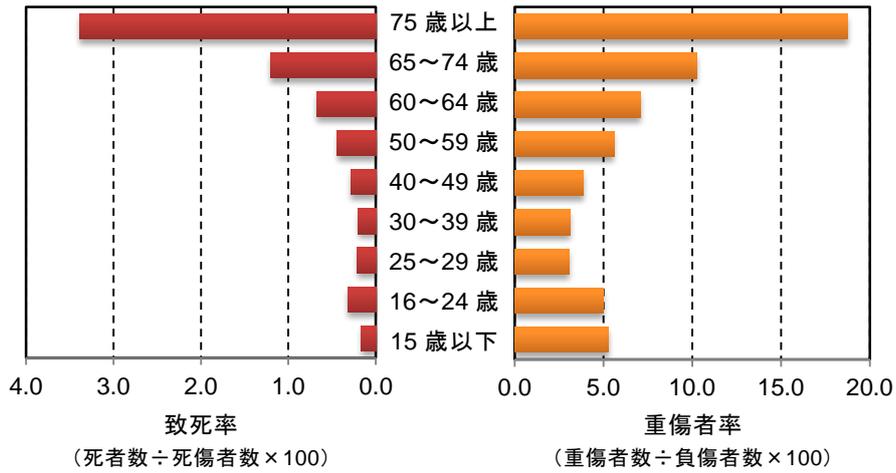


図 2. 2013 年（平成 25 年）道路交通事故の年齢層別の致死率・重傷者率（文献<sup>13</sup>より作図）

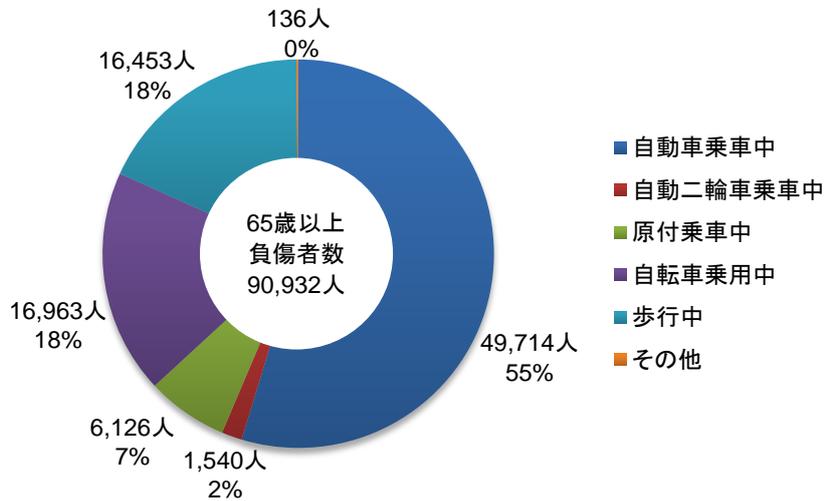


図 3. 2017 年（平成 29 年）高齢者の状態別負傷者の割合（文献<sup>14</sup>より作図）

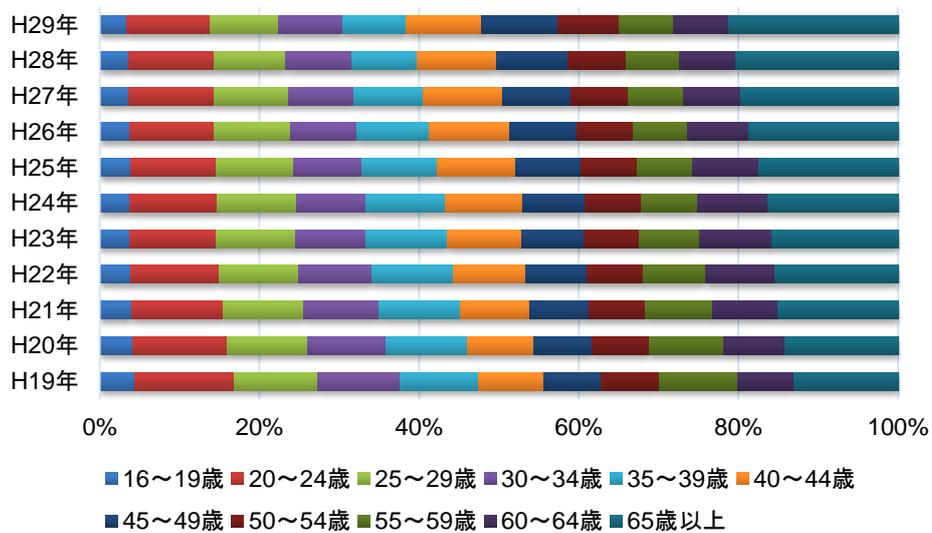


図 4. 年齢層別の第 1 当事者率（原付以上運転者）の推移（文献<sup>14</sup>より作図）

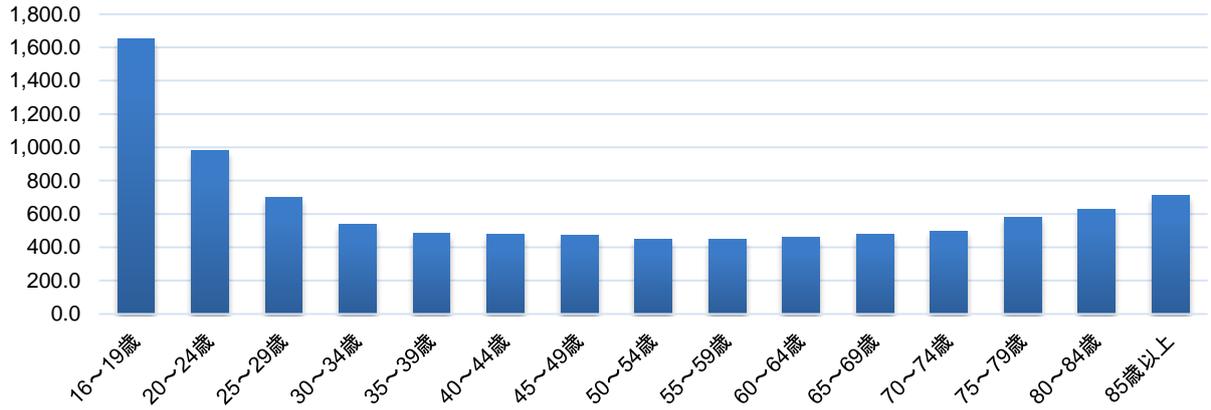


図5. 2017年（平成29年）年齢層別の免許保有者10万人当たりの第1当事者数（原付以上運転者）（文献<sup>14</sup>より作図）

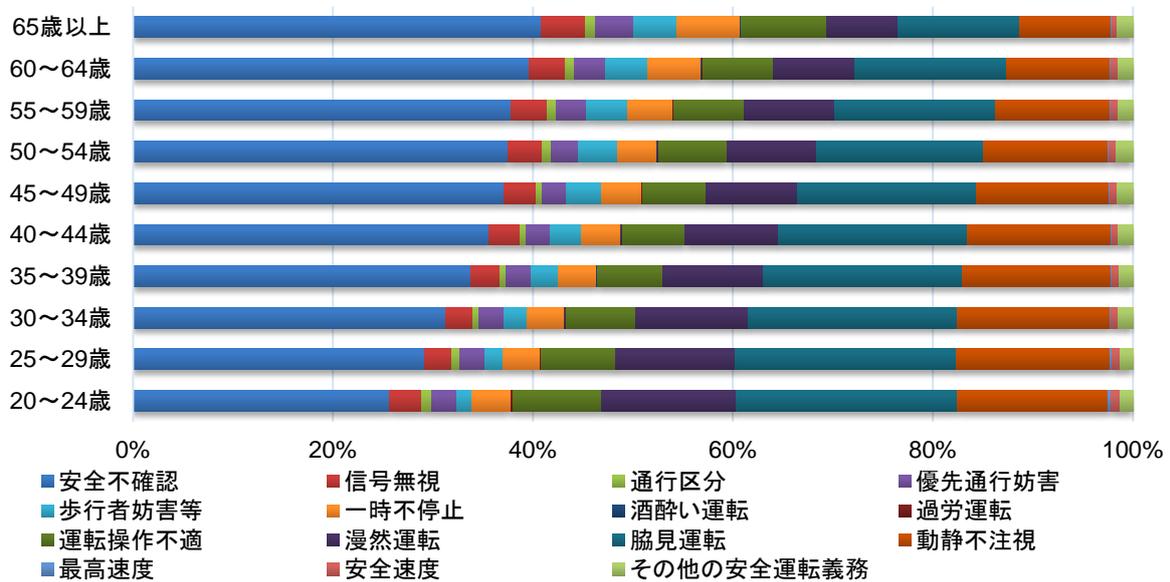


図6. 2017年（平成29年）第1当事者の年齢層別法令違反別交通事故（文献<sup>14</sup>より作図）

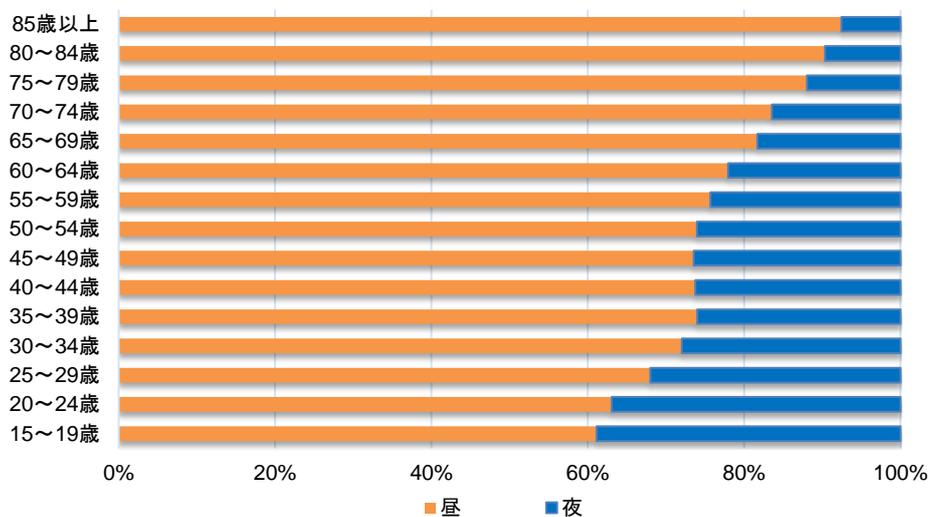


図7. 2017年（平成29年）年齢層別の事故発生時間帯（自動車乗車中）（文献<sup>14</sup>より作図）

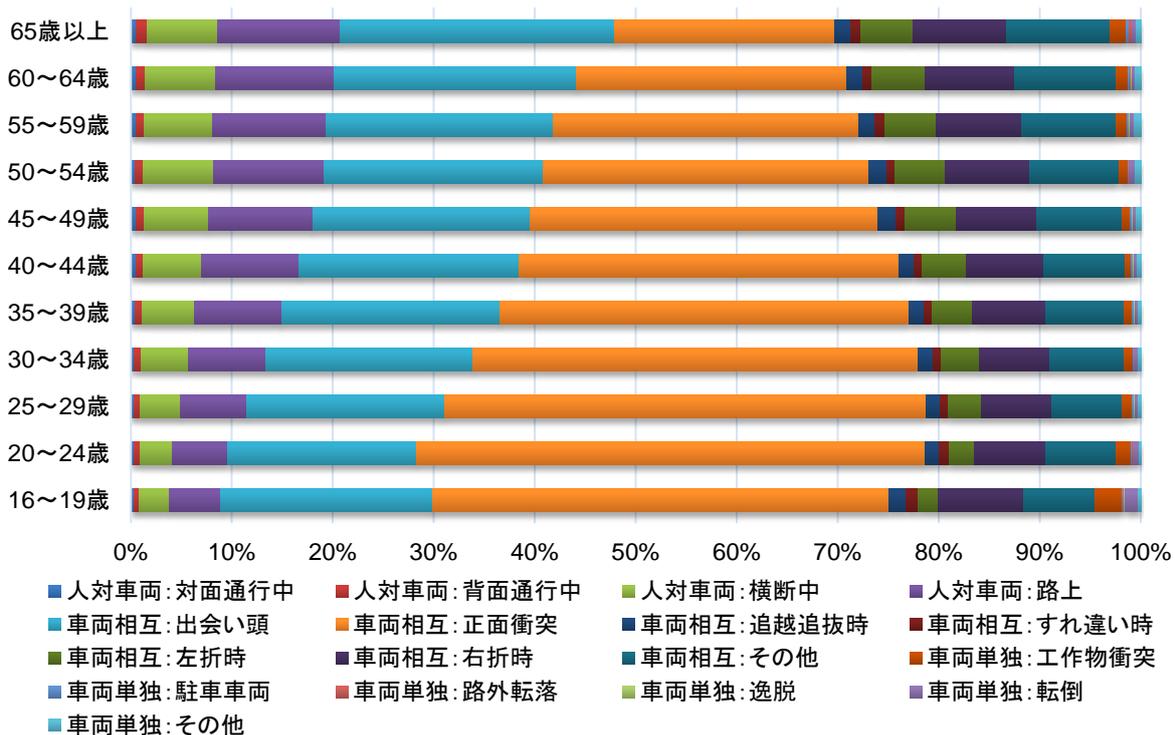


図 8. 2017年（平成29年）第1当事者の事故類型別・年齢層別交通事故（文献<sup>14</sup>より作図）

図 2 は、道路交通事故の致死率と重傷者率を年齢層別の示したものである。左が致死率，右が重傷者率を示している。高齢なほど致死率・重傷率が高くなるのがわかる。

図 3 は、高齢者の道路交通事故における状態別負傷者の割合を示しています。2017年（平成29年）の65歳以上の負傷者は約9万人いて、その内の過半数が自動車乗車中の負傷であることがわかる。

図 4 は、2007年（平成19年）から2017年（平成29）年までの第1当事者率の推移を示している。右にいくほど年齢層が高くなっている。第1当事者とは、事故にかかわった人のなかで、最も過失が大きい者のことを言う。図 4 を見てわかるように、年々、高齢運転者の第1当事者率が増加する傾向にある。

図 5 は、2017年（平成29年）の年齢層別の免許保有者10万人当たりの第1当事者数である。若年層を除くと、図 4 同様に高齢運転者層で第1当事者数が増加傾向にある。

図 6 は、2017年（平成29年）の第1当事者の法令違反の割合を年齢層ごとに示したものである。年齢層が高くなるほど増加傾向にある交通違反は、安全不確認、信号無視、通行区分違反、優先通行妨害、歩行者妨害、一時不停止、運転操作不適であることがわかる。運転操作不適には、ペダル踏み間違い、ハンドル操作不適、ブレーキ操作不適などがあるが、交通事故総合分析センターの分析によると、年齢層が高くなるにつれ増えるのは、ペダルの踏み間違いであり、それは駐車場での単独事故が多いことが明らかとなっている<sup>15</sup>。

図 7 は、自動車乗車中の事故を昼夜別に年齢層ごとに示したものである。高齢になるほど昼間の事故が多いことがわかる。交通事故総合分析センターの分析でも同様の結果が得

られており、且つ、交差点の規模別に事故の発生割合では、高齢になるほど小中規模の交差点事故の割合が多いことが明らかとなっている<sup>16)</sup>。

図 8 は、第 1 当事者の事故を類型別・年齢層別に示したものである。年齢層が高くなるほど増える傾向にある事故は、車両相互の出合い頭の事故、人対車両の通行中や路上の事故、車両相互の左折時の事故であることがわかる。

高齢運転者の事故の特徴をまとめると以下の通りとなる。

- ①第 1 当事者となる事故が増える。
- ②安全不確認、信号無視、通行区分違反、優先通行妨害、歩行者妨害、一時不停止、運転操作不適などの違反が増える。
- ③運転操作不適の中では、ブレーキの踏み間違い事故が増える傾向にあり、駐車場の単独事故が多い。
- ④日中の明るい時間帯に、比較的小さな交差点での事故が多い。
- ⑤車両相互の出合い頭の事故、人対車両の通行中や路上の事故、車両相互の左折時の事故が増える傾向にある

#### 第 4 章 自動車運転能力と高次脳機能検査との関係

個々の患者の自動車運転能力を評価するには、実地運転能力評価法が有用である。実地運転能力評価法には、路上運転検査とシミュレーション運転検査（DS 検査）とがある。路上運転検査は、実践的であるものの、時間と経費がかかること、患者・検査者・周辺の歩行者や自動車に対して危険性があること、天候や交通量などの環境をコントロールできないこと、などの短所がある。DS 検査には、道路交通環境をコントロールできるという長所があるが、高価な装置を必要とすること、人によってはシミュレーション酔いという特有の酔いが生じやすいこと、などの短所がある。そのため、実地運転能力評価法を利用できない環境においても、安全で低コストに自動車運転能力を予測する方法の開発が望まれ、これまでに様々な高次脳機能検査と運転能力との関係が研究されている。以下に、それらの先行研究をレビューする。

表 2 は、全般的認知機能に関する検査と運転能力との相関を検討した先行研究をまとめたものである。有意な相関のあったものは、相関係数を示してある。全般的認知機能検査としては、Mini-Mental State Examination (MMSE) が多く用いられており、その他に Clinical Dementia Rating (CDR), Short Blessed Test (SBT), Global Deterioration Scale (GDS) などが用いられている。いずれの検査も運転能力と有意に相関することが多いが<sup>17-27, 30-33)</sup>、有意な相関はないとの報告もある<sup>17, 28, 29)</sup>。

表 3 は、視覚性記憶に関する検査と運転能力との相関をまとめたものである。Benton 視覚記銘検査, Rey 複雑図形, Sternberg 短期記憶課題, Wechsler Memory Scale-Revised (WMS-R) 視覚性記憶課題・視覚性再生 1 が用いられているが、いずれの検査も運転能

表 2. 先行研究における全般的認知機能に関する検査と運転能力との相関

検査名	著者 (発行年)	対象 (n)	運転能力の評価法	相関係数
MMSE	Rebok (1994) <sup>17)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 10)	路上運転	r = 0.74
	Odenheimer (1994) <sup>18)</sup>	認知症患者 (n = 13)	路上運転	r = 0.72
		高齢者 (n = 17)		
	Fitten (1995) <sup>19)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 13)	路上運転	r = -0.63
		脳血管性認知症患者 (n = 12)		
		糖尿病患者 (n = 15)		
		高齢者 (n = 24)		
	Fox (1997) <sup>20)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 19)	路上運転	r = 0.63
	Ott (2008) <sup>21)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 76)	路上運転	r = -0.47
		高齢者 (n = 45)		
	Cox (1998) <sup>22)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 29)	DS	r = -0.40
		高齢者 (n = 21)		
	Stav (2008) <sup>23)</sup>	高齢者 (n = 123)	路上運転	r = 0.39
	Uc (2006) <sup>24)</sup>	Parkinson 病患者 (n = 79)	路上運転	r = -0.36
	Owsley (1991) <sup>25)</sup>	高齢者 (55 歳以上) (n = 54)	事故歴	r = 0.34
Ball (1993) <sup>26)</sup>	高齢者 (55 歳以上) (n = 294)	事故歴	r = 0.26	
Horswill (2008) <sup>27)</sup>	高齢者 (n = 118)	VTR 運転危険認知	r = -0.22	
Margolis (2002) <sup>28)</sup>	高齢女性 (n = 1416)	事故歴	NS	
Rebok (1994) <sup>17)</sup>	高齢者 (n = 12)	DS	NS	
Ball (1998) <sup>29)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 9)	路上運転	NS	
CDR	Devos (2007) <sup>30)</sup>	Parkinson 病患者 (n = 40)	路上運転	r = 0.50
	Hunt (1993) <sup>31)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 25)	路上運転	r = 0.47
		高齢者 (n = 13)		
SBT	Hunt (1993) <sup>31)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 25)	路上運転	r = 0.50
		高齢者 (n = 13)		
GDS	Marcotte (2008) <sup>32)</sup>	多発性硬化症患者 (n = 17)	DS	r = 0.49
CMCI	Uc (2005) <sup>33)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 33)	路上運転	r = -0.23, 0.48
SILS	Ball (1998) <sup>29)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 9)	路上運転	NS

MMSE = Mini-Mental State Examination; CDR = Clinical Dementia Rating; SBT = Short Blessed Test; GDS = Global Deterioration Scale; CMCI = Composite Measure of Cognitive Impairment; SILS = Shipley Institute of Living Scale; DS = シミュレーション運転。

力と有意に相関することが多い<sup>17-21, 24, 31, 33, 34)</sup>。

表 4 は、聴覚性記憶に関する検査と運転能力との相関をまとめたものである。運転能力と有意な相関がないものと<sup>27)</sup>、有意な相関があっても相関係数は低いものがある<sup>25, 27)</sup>。これらの先行研究からは、聴覚性記憶は運転能力にはあまり重要な因子ではないように思われるが、音性ナビゲーションやハンズフリーフォンを使いながらの運転などが増えてきている昨今の事情を考えると、今後さらなる研究の必要性を感じる。

表 5 は、言語性記憶に関する検査と運転能力との相関をまとめたものである。運転能力と有意に相関することが多いが<sup>17, 18, 21, 31-34)</sup>、有意な相関がないとの報告もある<sup>17, 34)</sup>。

表 6 は、視空間認知に関する検査と運転能力との相関をまとめたものである。様々な検査が使用されており、運転能力と有意に相関することが多いが<sup>20, 21, 23, 24, 30, 31, 33, 35-37)</sup>、有意な相関がないとの報告もある<sup>17, 27, 29, 30, 34)</sup>。

表 3. 先行研究における視覚性記憶に関する検査と運転能力との相関

検査名	著者 (発行年)	対象 (n)	運転能力の評価法	相関係数
Benton 視覚記銘 (再生)	Fox (1997) <sup>20)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 19)	路上運転	r = -0.57, 0.57
	Hunt (1993) <sup>31)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 25) 高齢者 (n = 13)	路上運転	r = -0.43
	Uc (2005) <sup>33)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 33)	路上運転	r = 0.27, -0.38
Rey 複雑図形 (再生)	Uc (2006) <sup>24)</sup>	Parkinson 病患者 (n = 79)	路上運転	r = -0.36
	Ott (2008) <sup>21)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 76) 高齢者 (n = 45)	路上運転	r = -0.35
Sternberg 短期記憶	Uc (2005) <sup>33)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 33)	路上運転	r = -0.18, 0.21
	Fitten (1995) <sup>19)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 13) 脳血管性認知症患者 (n = 12) 糖尿病患者 (n = 15) 高齢者 (n = 24)	路上運転	r = 0.71
WMS-R 視覚性記憶	Odenheimer (1994) <sup>18)</sup>	認知症患者 (n = 13) 高齢者 (n = 17)	路上運転	r = 0.54
WMS-R 視覚性再生 1	Rebok (1994) <sup>17)</sup>	高齢者 (n = 12)	DS	r = 0.51
	Richardson (2003) <sup>34)</sup>	高齢者 (n = 35)	路上運転	r = 0.40
	Rebok (1994) <sup>18)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 10)	DS	NS

WMS-R = Wechsler Memory Scale-Revised; DS = シミュレーション運転.

表 4. 先行研究における聴覚性記憶に関する検査と運転能力との相関

検査名	著者 (発行年)	対象 (n)	運転能力の評価法	相関係数
WAIS 数唱	Stav (2008) <sup>23)</sup>	高齢者 (n = 123)	路上運転	r = 0.21
	Horswill (2008) <sup>27)</sup>	高齢者 (n = 118)	VTR 運転危険認知	r = -0.17
WAIS 語音数列	Horswill (2008) <sup>27)</sup>	高齢者 (n = 118)	VTR 運転危険認知	NS

WAIS = Wechsler Adult Intelligence Scale.

表 5. 先行研究における言語性記憶に関する検査と運転能力との相関

検査名	著者 (発行年)	対象 (n)	運転能力の評価法	相関係数
HVLT	Marcotte (2008) <sup>32)</sup>	多発性硬化症患者 (n = 17)	DS	r = -0.61
HVLT Trail 1	Ott (2008) <sup>21)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 76)	路上運転	r = -0.47
		高齢者 (n = 45)		
HVLT 遅延再生	Ott (2008) <sup>21)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 76)	路上運転	r = -0.42
		高齢者 (n = 45)		
RAVLT	Uc (2005) <sup>33)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 33)	路上運転	r = -0.28, 0.50
WMS-R 言語性記憶指標	Odenheimer (1994) <sup>18)</sup>	認知症患者 (n = 13)	路上運転	r = 0.51
		高齢者 (n = 17)		
WMS-R 論理的記憶 1	Rebok (1994) <sup>17)</sup>	高齢者 (n = 12)	DS	r = 0.60
	Hunt (1993) <sup>31)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 25) 高齢者 (n = 13)	路上運転	r = -0.47
	Richardson (2003) <sup>34)</sup>	高齢者 (n = 35)	路上運転	NS
	Rebok (1994) <sup>17)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 10)	DS	NS

HVLT = Hopkins Verbal Learning Test; RAVLT = Rey Auditory Verbal Learning Test; WMS-R = Wechsler Memory Scale-Revised; DS = シミュレーション運転.

表 6. 先行研究における視空間認知に関する検査と運転能力との相関

検査名	著者 (発行年)	対象 (n)	運転能力の評価法	相関係数
BJLOT	Fox (1997) <sup>20)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 19)	路上運転	r = -0.62
	Uc (2006) <sup>24)</sup>	Parkinson 病患者 (n = 79)	路上運転	r = 0.34
	Uc (2005) <sup>33)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 33)	路上運転	r = 0.25
	Rebok (1994) <sup>17)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 10)	DS	NS
	Rebok (1994) <sup>17)</sup>	高齢者 (n = 12)	DS	NS
Benton 視覚記銘 (模写)	Hunt (1993) <sup>31)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 25) 高齢者 (n = 13)	路上運転	r = -0.42
WAIS 積木模様	Fox (1997) <sup>20)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 19)	路上運転	r = -0.70
	Uc (2005) <sup>33)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 33)	路上運転	r = -0.24, 0.40
	Uc (2006) <sup>24)</sup>	Parkinson 病患者 (n = 79)	路上運転	r = 0.30
WAIS 絵画完成	Fox (1997) <sup>20)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 19)	路上運転	r = -0.46
WAIS 行列推理	Horswill (2008) <sup>27)</sup>	高齢者 (n = 118)	VTR 運転危険認知	NS
Rey 複雑図形 (模写)	Uc (2006) <sup>24)</sup>	Parkinson 病患者 (n = 79)	路上運転	r = -0.33, 0.36
	Ott (2008) <sup>21)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 76) 高齢者 (n = 45)	路上運転	r = -0.35
	Uc (2005) <sup>33)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 33)	路上運転	r = -0.17, 0.23
	Devos (2007) <sup>30)</sup>	Parkinson 病患者 (n = 40)	路上運転	NS
MFVPT	Stav (2008) <sup>23)</sup>	高齢者 (n = 123)	路上運転	r = 0.24
	Vance (2006) <sup>35)</sup>	高齢者 (55 歳以上) (n = 815)	運転危険度質問票	r = -0.11
MPT	De Raedt (2000) <sup>30)</sup>	高齢者 (n = 84)	路上運転	r = 0.73
HVOT	Richardson (2003) <sup>34)</sup>	高齢者 (n = 35)	路上運転	NS
PFT	De Raedt (2000) <sup>36)</sup>	高齢者 (n = 84)	路上運転	r = 0.42
PAT	Korteling (1996) <sup>37)</sup>	外傷性脳損傷患者 (n = 38)	路上運転	r = 0.28
FGVPT	Ball (1998) <sup>29)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 9)	路上運転	NS

BJLOT = Benton Judgment of Line Orientation Test; MFVPT = Motor Free Visual Perception Test; MPT = Movement Perception Test; HVOT = Hooper Visual Organization Test; PFT = Paper Folding Test; PAT = Perceptual Ability Test; FGVPT = Figure-Ground Visual Perception Test; DS = シミュレーション運転.

表 7 は, 注意に関する検査と運転能力との相関をまとめたものである。選択性注意では, 有意な相関がないもの<sup>27, 29, 34, 36-38)</sup> から高い相関のあるもの<sup>18, 20, 21, 27, 31, 32, 34, 35)</sup> まで幅広くある。分配性注意では, 2 つのいずれの研究においても運転能力と有意に相関している<sup>19, 36)</sup>。持続性注意に関しては, パソコン画面に連続表示される視標に反応する **Reaction Time (RT)** 検査において, 運転能力と有意な相関はないとする結果が多い<sup>29, 34)</sup>。RT 検査の妥当性の問題なのか, 路上運転検査が走行時間や道路交通環境の面で, 持続性注意をあまり必要としないためなのか, 今後の更なる研究が必要と考える。

表 8 は, 遂行機能に関する検査と運転能力との相関をまとめたものである。様々な検査が使用されており, 運転能力と有意に相関することが多いが<sup>17, 21, 23, 24, 27, 32-35)</sup>, 有意な相関はないとの報告もある<sup>17, 20, 28, 29, 31, 38)</sup>。

以上, 先行研究における机上の高次脳機能検査と運転能力との相関を概観した。様々な高次脳機能検査が, 運転能力と有意に相関することが確認できたが, 高い相関係数のものは少ない。また, ある研究では高い相関係数を示す検査であっても, 他の研究では同じ検

表 7. 先行研究における注意に関する検査と運転能力との相関

検査名	著者 (発行年)	対象 (n)	運転能力の評価法	相関係数
選択性注意				
BVFDT	Fox (1997) <sup>20)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 19)	路上運転	r = -0.83
NCT	Richardson (2003) <sup>34)</sup>	高齢者 (n = 35)	路上運転	r = 0.43
RVST	Ball (1998) <sup>29)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 9)	路上運転	NS
WAIS 符号	Fox (1997) <sup>20)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 19)	路上運転	r = -0.78
	Marcotte (2008) <sup>32)</sup>	多発性硬化症患者 (n = 17)	DS	r = -0.51
	Hunt (1993) <sup>31)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 25) 高齢者 (n = 13)	路上運転	r = -0.39
	Horswill (2008) <sup>27)</sup>	高齢者 (n = 118)	VTR 運転危険認知	r = -0.19
	Korteling (1996) <sup>37)</sup>	外傷性脳損傷患者 (n = 38)	路上運転	NS
SDMT	Richardson (2003) <sup>34)</sup>	高齢者 (n = 35)	路上運転	NS
DCT	De Raedt (2000) <sup>36)</sup>	高齢者 (n = 84)	路上運転	NS
TMT Part A	Fox (1997) <sup>20)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 19)	路上運転	r = 0.58
	Odenheimer (1994) <sup>18)</sup>	認知症患者 (n = 13) 高齢者 (n = 17)	路上運転	r = 0.52
	Ott (2008) <sup>21)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 76) 高齢者 (n = 45)	路上運転	r = 0.50, -0.36
	Hunt (1993) <sup>31)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 25) 高齢者 (n = 13)	路上運転	r = 0.35
	Vance (2006) <sup>35)</sup>	高齢者 (55 歳以上) (n = 815)	運転危険度質問票	r = -0.15
	Novack (2006) <sup>38)</sup>	外傷性脳損傷患者 (n = 60)	路上運転	NS
	Horswill (2008) <sup>27)</sup>	高齢者 (n = 118)	VTR 運転危険認知	NS
分配性注意				
VTT	Fitten (1995) <sup>19)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 13) 脳血管性認知症患者 (n = 12) 糖尿病患者 (n = 15) 高齢者 (n = 24)	路上運転	r = -0.69
VTT	De Raedt (2000) <sup>36)</sup>	高齢者 (n = 84)	路上運転	r = -0.39
持続性注意				
MCT	Fitten (1995) <sup>19)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 13) 脳血管性認知症患者 (n = 12) 糖尿病患者 (n = 15) 高齢者 (n = 24)	路上運転	r = -0.52
RT Choice	Richardson (2003) <sup>34)</sup>	高齢者 (n = 35)	路上運転	NS
	Ball (1998) <sup>29)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 9)	路上運転	NS
RT Complex	Odenheimer (1994) <sup>18)</sup>	認知症患者 (n = 13) 高齢者 (n = 17)	路上運転	r = -0.70
	Richardson (2003) <sup>34)</sup>	高齢者 (n = 35)	路上運転	NS
RT Simple	Horswill (2008) <sup>27)</sup>	高齢者 (n = 118)	VTR 運転危険認知	r = 0.30
	Odenheimer (1994) <sup>18)</sup>	認知症患者 (n = 13) 高齢者 (n = 17)	路上運転	r = -0.25
	Ball (1998) <sup>29)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 9)	路上運転	NS
	Richardson (2003) <sup>34)</sup>	高齢者 (n = 35)	路上運転	NS

BVFDT = Benton Visual Form Discrimination Test; NCT = Number Cancellation Test; RVST = Rennick Visual Search Test; SDMT = Symbol Digit Modalities Test; DCT = Dot Counting Test; TMT = Trail Making Test; VTT = Visual Tracking Test; MCT = Mackworth Clock Test; RT = Reaction Time; DS = シミュレーション運転

表 8. 先行研究における遂行機能に関する検査と運転能力との相関

検査名	著者 (発行年)	対象 (n)	運転能力の評価法	相関係数	
BCOWAT	Uc (2006) <sup>24)</sup>	Parkinson 病患者 (n = 79)	路上運転	r = -0.24, 0.30	
	Uc (2005) <sup>33)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 33)	路上運転	r = 0.21	
CFT	Rebok (1994) <sup>17)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 10)	DS	r = 0.82	
	Rebok (1994) <sup>17)</sup>	高齢者 (n = 12)	DS	r = 0.74	
PC 版迷路課題	Ott (2008) <sup>21)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 76) 高齢者 (n = 45)	路上運転	r = -0.40, 0.50, 0.54	
TWFT	Hunt (1993) <sup>31)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 25) 高齢者 (n = 13)	路上運転	NS	
TMT Part B	Stav (2008) <sup>23)</sup>	高齢者 (n = 123)	路上運転	r = -0.51	
	Marcotte (2008) <sup>32)</sup>	多発性硬化症患者 (n = 17)	DS	r = -0.49	
	Ott (2008) <sup>21)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 76) 高齢者 (n = 45)	路上運転	r = 0.48, -0.41	
	Uc (2005) <sup>33)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 33)	路上運転	r = 0.16, -0.45	
	Richardson (2003) <sup>34)</sup>	高齢者 (n = 35)	路上運転	r = -0.38	
	Uc (2006) <sup>24)</sup>	Parkinson 病患者 (n = 79)	路上運転	r = 0.35	
	Vance (2006) <sup>35)</sup>	高齢者 (55 歳以上) (n = 815)	運転危険度質問票	r = -0.25	
	Horswill (2008) <sup>27)</sup>	高齢者 (n = 118)	VTR 運転危険認知	r = 0.17	
	Fox (1997) <sup>20)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 19)	路上運転	NS	
	Novack (2006) <sup>38)</sup>	外傷性脳損傷患者 (n = 60)	路上運転	NS	
	Margolis (2002) <sup>28)</sup>	高齢女性 (n = 1416)	事故歴	NS	
	WAIS 絵画配列	Rebok (1994) <sup>17)</sup>	高齢者 (n = 12)	DS	r = 0.53
		Rebok (1994) <sup>17)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 10)	DS	NS
WCST	Ball (1998) <sup>29)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 9)	路上運転	NS	

BCOWAT = Benton Controlled Oral Word Association Test; CFT = Category Fluency Test; TWFT = Thurston Word Fluency Test; TMT = Trail Making Test; WCST = Wisconsin Card Sorting Test; DS = シミュレーション運転。

査で有意な相関を示さないものもある。これらのことは、単一の机上の高次脳機能検査のみでは、運転能力を高い精度で予測することは困難であることを示しており、様々な高次脳機能の側面を評価する複数の検査を組み合わせる必要性を示唆している。

## 第 5 章 自動車運転能力と有効視野との関係

中心視の周り、すなわち周辺視野のうち、認知に関与する部分を有効視野 (Useful Field of View: UFOV) という<sup>39)</sup>。これは、中心視するのと同時に認識できる範囲であり、注視点の周りで比較的明確に意識できる範囲である。有効視野は、ある視対象、周りに存在するあるいは出現した別の視対象に以下に早く気がつくか、あるいは見落とさないで済むか、という検出効率にかかわっている。更に、有効視野は、次の注視点の移動先決定に関係してくる。多くの注視は、有効視野内で何かに気がつき、それを手掛かりに行われていく。したがって、有効視野が広いことは、情報の検出効率と注視移動効率という点から、視覚情報の獲得に重要となる<sup>39)</sup>。欧米では、有効視野を高次脳機能の視覚性注意 (Visual Attention) に位置づけて、運転能力との関係を検討した研究は多い。

表 9. 先行研究における有効視野と運転能力との相関

検査名	著者 (発行年)	対象 (n)	運転能力の評価法	相関係数
有効視野	Weaver (2009) <sup>40)</sup>	健常者 (n = 38)	DS	r = 0.73
	De Raedt (2000) <sup>36)</sup>	高齢者 (n = 84)	路上運転	r = -0.66
	Stav (2008) <sup>23)</sup>	高齢者 (n = 123)	路上運転	r = -0.58
	Uc (2005) <sup>33)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 33)	路上運転	r = 0.22, -0.52
	Ball (1993) <sup>29)</sup>	高齢者 (55 歳以上) (n = 294)	事故歴	r = 0.52
	Owsley (1991) <sup>25)</sup>	高齢者 (55 歳以上) (n = 54)	事故歴	r = 0.36
	Novack (2006) <sup>38)</sup>	外傷性脳損傷患者 (n = 60)	路上運転	r = -0.35
	Horswill (2008) <sup>27)</sup>	高齢者 (n = 118)	VTR 運転危険認知	r = -0.30
	Uc (2006) <sup>24)</sup>	Parkinson 病患者 (n = 79)	路上運転	r = -0.30
	Vance (2006) <sup>35)</sup>	高齢者 (55 歳以上) (n = 815)	運転危険度質問票	r = -0.25
Uc (2005) <sup>33)</sup>	Alzheimer 病患者 (n = 33)	路上運転	r = -0.20	

DS = シミュレーション運転.

表 9 は、先行研究における有効視野と運転能力との相関をまとめたものである。全ての研究において、運転能力と有意に相関している<sup>23-25, 27, 29, 33, 35, 36, 38, 40)</sup>。この 10 編の研究は、他の高次脳機能検査と運転能力との相関分析も行っており、その内 8 編の研究において<sup>23-25, 29, 35, 36, 38, 40)</sup>、有効視野が最も運転能力との相関が高い。このことから、有効視野は、運転能力を予測する上で最も重要な因子であると考えられる。

## 第 6 章 筆者所属機関における自動車運転評価の現状

筆者の所属する茨城県立医療大学付属病院では、自動車運転の継続を希望する高齢者や脳卒中患者に対し、高次脳機能の諸側面を網羅的に机上検査するとともに、ドライビングシミュレータを用いて危険予測能力や運転能力を検査し、これらの検査結果から総合的に運転の可否を診断している。その主な流れを図 9 に示す。

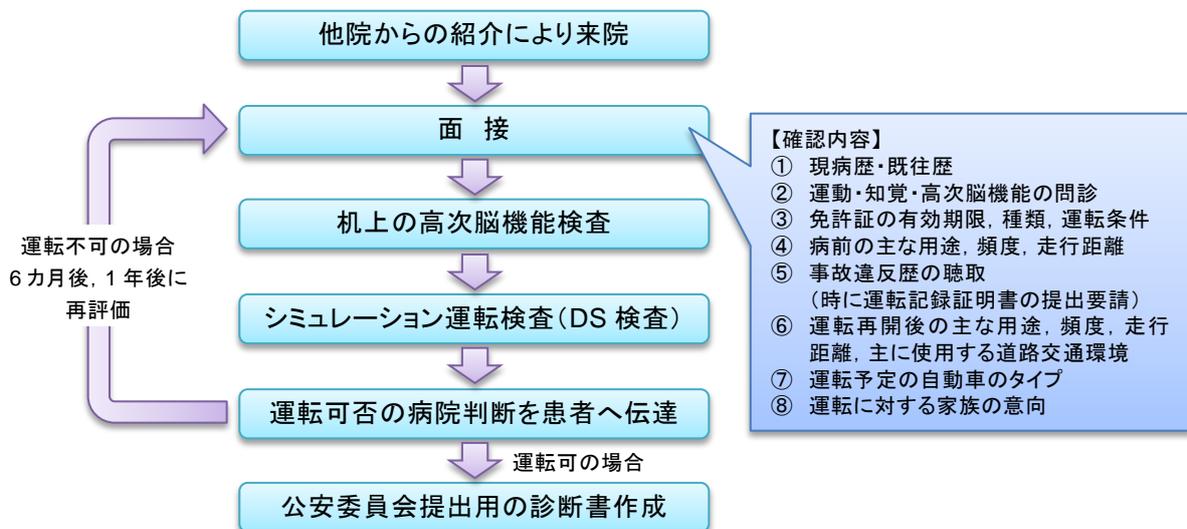


図 9. 茨城県立医療大学付属病院の運転評価の流れ

運転評価を希望する患者は、他院からの紹介状をもって、当院のリハ科、内科、神経内科のいずれかを受診すると、医師から作業療法科へ運転評価の依頼箋が出る。その後、週1回、1回2時間、計3～4回の運転評価を作業療法科で実施する。全ての評価が終了するまでに患者1人につき6～8時間を要する。運転評価の内容は、初回面接、高次脳機能検査、シミュレーション運転検査である。

初回面接では、①現病歴・既往歴の確認、②運動・知覚・高次脳機能の問診、③免許証の有効期限、免許の種類、運転の条件等の確認、④病前の主な運転用途、頻度、走行距離の聴取、⑤事故・違反歴を聴取（運転記録証明書の提出を求めることもある）、⑥運転再開後の主な運転用途、頻度、走行距離、主に使用する道路交通環境の聴取、⑦運転予定の自動車タイプの聴取、⑧運転再開に対する家族の意向の確認等を行う。

高次脳機能検査は、①Mini-Mental State Examination (MMSE)、②Trail Making Test (TMT)、③Wechsler 成人知能検査第3版動作性検査 (WAIS-III : Wechsler Adult Intelligence Scale - 3rd Edition)④Wechsler 記憶検査改訂版 (WMS-R: Wechsler Memory Scale-Revised) ⑤標準注意検査法 (CAT : Clinical Assessment for Attention)、⑥遂行機能障害症候群の行動評価 (BADS : Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome) ⑦脳卒中ドライバーのスクリーニング評価 (SDSA : Stroke Drivers' Screening Assessment)、⑧警察庁版認知機能検査を実施する。障害の有無の区分は、カットオフ値や区分のあるものはそれをもとに、平均値と標準偏差 (SD: Standard Deviation) のあるものは、平均値 $\pm 1.5SD$ を基準に、パーセンタイル値のあるものは25パーセンタイル値を基準にしている。

シミュレーション運転検査には、三菱プレジジョン社製のドライビングシミュレーター DS2000R を使用する (写真1)。本シミュレーターは、茨城県警察運転免許センターの適性相談検査で使用されるものと同機種であり、必要に応じて障害者用の運転補助装置を設置できるようになっている。脳卒中患者の場合は、ハンドル旋回ノブ、左アクセルペダ

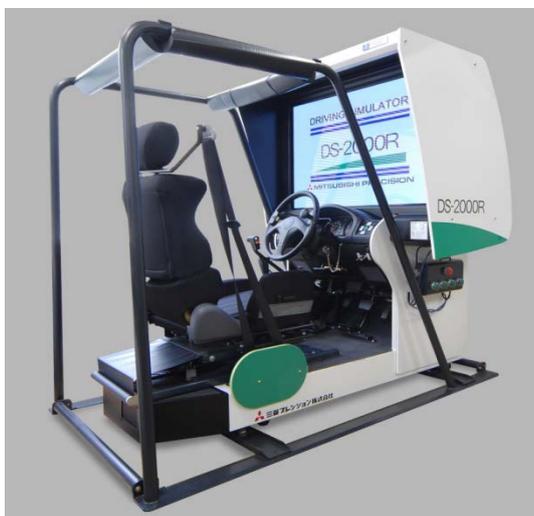


写真1. ドライビングシミュレーターDS2000R

ル、左ウインカーレバーを必要に応じて設置する。まず、CG（Computer Graphics）による市街地コースを難易度0（レベル0）または難易度1（レベル1）の設定で、日を変えて2回練習運転をする。1回の運転時間は約15分である。練習運転の目的は、装置に慣れることと、シミュレーション酔いの有無を確認するためである。シミュレーション酔いが強い場合は、トラベルミンを医師が処方する。難易度0は、対向車や横断者などの危険場面が全くない設定で、CGの中を自車のみが走行している状態である。難易度1は、対向車や横断者などあるものの、危険場面は全くない設定である。2回の練習とは別の日に難易度3（レベル3）の設定で検査を行う。難易度3には、10の危険場面が設定されており（図10）、所要時間は約15分である。危険回避のための運転行動の取り方によって、減点方式で点数が算出され、危険予測ランクがA～Eの5段階で判定される（Aが最も良い）。当院ではランクA、Bの場合は、高次脳機能検査や面接等の結果を勘案して運転の可否を判断し、ランクC以下の場合は、運転不可としている。

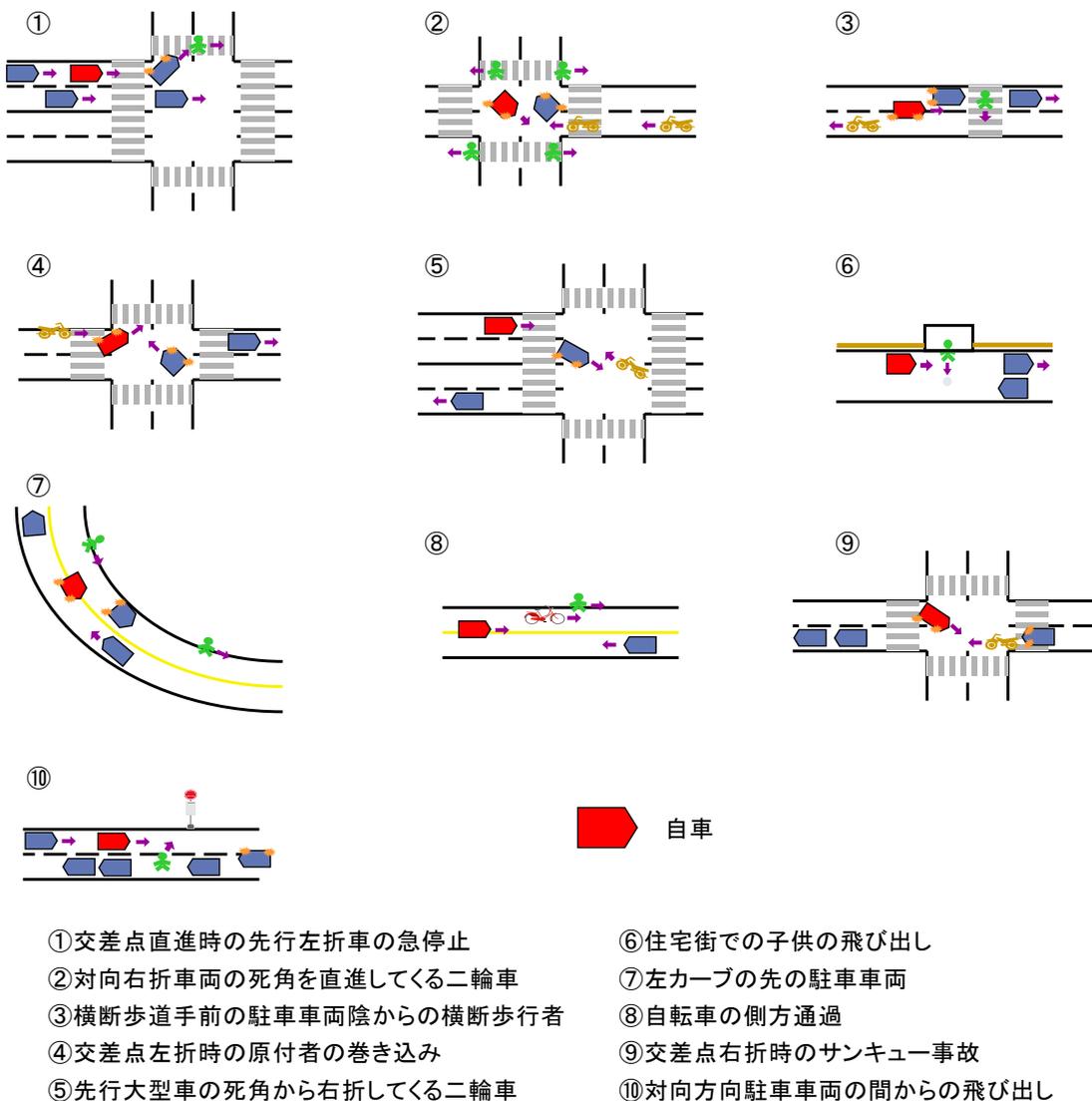


図10. シミュレーション運転検査の危険場面

全ての運転評価終了後に、作業療法士が運転評価サマリーを作成し、当院としての運転可否の判断を医師と作業療法士が伝える。運転可の場合は、医師が公安委員会提出用の診断書を作成する。制限付き運転可の場合は、個別の運転アドバイスを作業療法士が行う。運転不可の場合は、6カ月後、1年後に再評価を行う。また、MCI患者の場合は、6カ月毎に上述の運転評価を繰り返し、その都度公安委員会提出用の診断書を作成する。

当院の運転評価の妥当性は、本学付属病院で運転評価を受け、病院判断として運転を許可してから1～3年を経過した脳卒中患者69名の運転再開後の追跡調査によって示されている<sup>41)</sup>。それによると、脳卒中患者の運転再開後の年間交通違反率は1.8%で、同年の全国の年間交通違反率4.3%に比べ低いこと、警察介入の交通事故は物損のみで年間交通事故率2.4%は、同年の茨城県内の年間物損交通事故率3.6%に比べ低いことが示されている<sup>41)</sup>。

## 第7章 問題の所在

以上のように、茨城県立医療大学付属病院では、自動車運転の継続を希望するMCI患者や脳卒中患者に対し、高次脳機能の諸側面を網羅的に机上検査するとともに、ドライビングシミュレーターを用いて危険予測能力や運転能力を検査し、これらの検査結果から総合的に運転の可否を診断している。この一連の検査は、患者1人につき合計6～8時間(=2時間/日×3日 or 4日)を要し、検査者は検査の実施や結果の解釈、運転可否の判断において一定の経験が必要とする。このような労力と経験値を要する大きな要因は、①自動車運転能力の予測に有効な高次脳機能検査法が未確立であること、②実車による運転能力評価の困難さが挙げられる。①に関しては、机上の高次脳機能検査と運転能力との関係を検討した先行研究において、前述したように一致した知見がないため、多くの机上検査を実施することで高次脳機能の諸側面を網羅的に診なければならない実状にある。これは検査者の労力や熟練(経験値)のみならず、被検査者にも多大な心理的負担を強いることになっている。②に関しては、医療機関としての費用対効果や公共の安全性の面から、実施には慎重にならざるを得ない。加えて、昨今の改正道路交通法(平成26年6月1日施行、平成29年3月12日施行)により、運転可否の診断書を作成するために医療機関を受診する脳卒中患者や認知症高齢者、MCI高齢者は増加の一途を辿っている。

以上のことから、簡便で予測精度の高い、高次脳機能障害に特化した自動車評価法の確立が大きな今日的課題となっている。

## II 本 論

## 第1章 研究目的

前節の問題の所在を解決するための一助として、本研究では、自動車運転の継続を希望して本学付属病院を受診した MCI 高齢者と脳卒中患者を対象に、机上の高次脳機能検査とドライビングシミュレーターによる運転能力評価との関連性を統計学的に分析し、高次脳機能障害者の運転能力の予測に有用な検査課題を抽出し、その検査課題の特性を反映した自動車運転高次脳機能検査法を開発する。

## 第2章 研究の構成

本研究は、以下の2つの研究から構成される。

第1研究：運転能力の予測に有用な高次脳機能検査課題の抽出

第2研究：自動車運転高次脳機能検査法の開発

## 第3章 第1研究の方法

### 第1節 対象

自動車運転の継続を希望して本学付属病院を受診した MCI 患者及び脳卒中患者、合計62名を対象とした。性別の内訳は男性53名、女性9名であり、年齢は33歳～86歳の範囲で60.6±10.9歳（平均値±SD）であった。本学付属病院の運転評価における運転の可否判断は、運転可51名、条件付運転可6名、運転不可5名であった。

### 第2節 高次脳機能検査

全ての対象者に次の6つの机上の高次脳機能検査を実施した。

#### 2-1. Mini-Mental State Examination (MMSE)

MMSEは、米国のFolsteinら(1975)が開発した認知症のスクリーニング検査である。11の質問で構成され、見当識、記銘、注意・計算、想起、言語の5領域を評価する。検査時間は10分程度である。30点満点で、24点以上で正常、23点～20点を軽度認知症、19点～10点を中等度認知症、9点以下を重度認知症と診断する。表10にMMSE項目を示す。

#### 2-2. Trail Making Test (TMT)

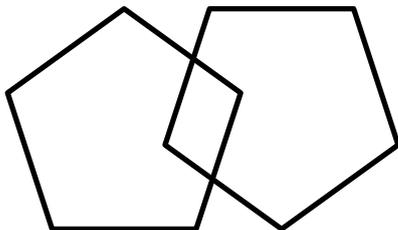
TMTは、Part AとPart Bの2つの検査から構成される。Part Aは、A4版用紙に描かれた『1』から『25』までの散在する数字を、昇順に、できるかぎり迅速に、一筆書きで

表 10. MMSE

質問と注意点		回 答	得 点
1 (5点) 時間の 見当識	「今日は何日ですか」 「今年は何年ですか」 「今の季節は何ですか」 「今日は何曜日ですか」 「今月は何月ですか」	日	0 1
		年	0 1
			0 1
		曜日	0 1
		月	0 1
2 (5点) 場所の 見当識	「ここは都道府県でいうと何ですか」 「ここは何市（*町・村・区など）ですか」 「ここはどこですか」（※正答は建物名のみ） 「ここは何階ですか」 「ここは何地方ですか」		0 1
			0 1
			0 1
		階	0 1
			0 1
3 (3点) 即時想起	「今から私がいう言葉を覚えてくり返し言ってください。 『さくら、ねこ、電車』はい、どうぞ」 (※検者3つの言葉を1秒に1つずつ言う。 その後、被験者にくり返させ、正答1つにつき1点を与える。) 「今の言葉は、後で聞くので覚えておいてください」 (※この3つの言葉は、質問5で再び復唱させるので 3つ全部答えられなかった被験者には、 全部答えられるようになるまでくり返す。ただし6回まで。)		0 1 2 3
4 (5点) 計算	「100から順番に7をくり返しひいてください」 (※5回くり返し7を引かせ、正答1つにつき1点。) 正答：93 86 79 72 65		0 1 2 3 4 5
5 (3点) 遅延再生	「さっき私が言った3つの言葉は何でしたか」 (※質問3で提示した言葉を再度復唱させる。)		0 1 2 3
6 (2点) 物品呼称	時計（又は鍵）を見せながら「これは何ですか？」 鉛筆を見せながら「これは何ですか？」 (※正答1つにつき1点)		0 1 2
7 (1点) 文の復唱	「今から私がいう文を覚えてくり返し言ってください。 『みんなで力を合わせて綱を引きます』」 (※口頭でゆっくり、はっきりと言い、くり返させる。 1回で正確に答えられた場合1点を与える。)		0 1
8 (3点) 口頭指示	(※紙を机に置いた状態で教示を始める。) 「今から私がいう通りにしてください。 右手にこの紙を持ってください。 それを半分に折りたたんでください。そして私にください。」 (※各段階で正しく作業した場合に1点ずつ与える。)		0 1 2 3
9 (1点) 書字指示	「この文を読んで、この通りにしてください」 (※被験者は音読でも黙読でも良い。実際に目を閉じれば1点を与える。)		1 0
10 (1点) 自発書字	「この部分に何か文章を書いてください。 どんな文章でもかまいません」 (※検者が例文を与えていけない。意味のある文章ならば正答。 名詞のみは誤答、状態などを示す四字熟語は正答)		1 0
11 (1点) 図形模写	「この図形を正確にそのまま書き写してください」 (※模写は角が10個あり、五角形が交差していることが正答条件。)		1 0

9 「目を閉とじてください」

11 この図形を正確にそのまま書き写してください



たどる課題である。Part Bは、A4 版用紙に描かれた『1』から『13』までの散在する数字と『あ』から『し』までの平仮名を、交互に、昇順に、できるかぎり迅速に、一筆書きでたどる課題である。課題遂行の所要時間から能力を評価する。Part A, Part Bともに、注意の持続と選択、視覚探索、情報処理の迅速さ、干渉を伴う短期記憶を要する。Part Bでは更に、注意変換能力、遂行機能を要する。図 11 に TMT の図版を示す。図 11 左が Part A, 図 11 右が Part B である。なお、本学付属病院では、表 11 に示す先行研究<sup>43)</sup>の年代ごとのパーセンタイル値を使用し、障害の有無の区別は 25 パーセンタイル値をカットオフ値としている。



図 11. TMT (左 Part A, 右 Part B)

表 11. TMT の基準値 (文献<sup>43)</sup>より作成)

年齢	20~39 歳 (n=180)		40~49 歳 (n=90)		50~59 歳 (n=90)		60~69 歳 (n=90)		70~79 歳 (n=90)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
90%ile	21	45	22	49	25	55	29	64	38	79
75%ile	26	55	28	57	29	75	35	89	54	132
50%ile	32	69	34	78	38	98	48	119	80	196
25%ile	42	94	45	100	49	135	67	172	105	292
10%ile	50	129	59	151	67	177	104	282	168	450

単位：秒

## 2-3. Wechsler 成人知能検査第3版

(WAIS-III : Wechsler Adult Intelligence Scale - 3rd Edition)

WAIS は、米国の Wechsler によって 1939 年に開発された総合的知能テストバッテリーであり、1981 年に改訂版である WAIS-R が作成され、その後 1997 年に WAIS-III、2008 年に WAIS-III、2008 年に WAIS-IV が作成されている<sup>44)</sup>。日本版は 1990 年に WAIS-R が刊行され、更に 2006 年に日本版 WAIS-III が刊行されている<sup>45)</sup>。なお、日本版 WAIS-IV は今夏に刊行が予定されている。WAIS-III は、表 12 に示す言語性検査 7 つと動作性検査 7 つから構成され、対象年齢は 16 歳～89 歳である。本研究では、動作性検査のみを実施した。動作性検査の所要時間は 60 分前後である。動作性検査では、各検査の粗点及び、各検査の年齢群別評価点、動作性知能指数 (Performance Intelligence Quotient : PIQ) が得られる他、群指数として知覚統合 (Perceptual Organization : PO)、処理速度 (Processing Speed : PS) を算出できる。

表 12. WAIS-III 動作性検査の課題概要と測定される能力

検査項目	下位検査概要	測定される能力
言語性検査	知識 文化によって獲得した一般知識の程度を問う課題 例) 表現の自由が重要なのは何故ですか?	一般的知識の量
	理解 抽象的な社会習慣や規則などを問う課題 例) 一石二鳥とはどのような意味ですか?	実践的知識の程度 経験を扱う力
	算数 算数問題に制限時間内に暗算で答える。 例) 問題は加算減法、道のり、原価、仕事など	暗算力 集中力
	類似 2 つの言葉に共通することを答える。 例) リンゴと梨はどこが似ていますか?	抽象言語理解
	単語 単語の意味を答える。 例) ギターとは何ですか?	学習や理解の程度 語彙の言語表現力
	数唱 聞いた数字を同じ順で答える、逆の順で答える 例) 「8-7-4」を聞いた後に順唱「8-7-4」逆唱「4-7-8」	注意・集中 短期記憶
	語音整列 数字と仮名の組み合わせを聞き、数字を昇順に唱えたり 仮名を五十音順に並べる	注意 ワーキングメモリー
動作性検査	絵画完成 絵の欠損部分を指摘 例) 手漕ぎボードのオールの受け具がない	視覚的細部の迅速な認知
	符号 規則に従い 1～9 までの数字を符号に変換 例) 1→ ) 8→ (	処理速度、注意 視覚的短期記憶
	積木模様 図版手本に従い積木を並べる	空間認知、視覚的抽象処理 遂行機能
	行列推理 一部分が空欄の図版に当てはまるものを選択肢から選ぶ	非言語的抽象課題解決力 帰納的推理、空間推理
	絵画配列 漫画カードを話し順に並べる	論理・逐次的推理 社会見識
	記号探し 見本と同じ記号が、記号グループの中にあるかを判断	視覚認知、注意 処理速度
	組合せ パズルを組み合わせる	視覚分析 空間推理力

## 2-4. Wechsler 記憶検査改訂版 (WMS-R : Wechsler Memory Scale-Revised)

Wechsler によって、1945 年に WMS が開発され、米国ではその後、1987 年に改訂版の WMS-R が発表され、1997 年には WMS-III、2009 年には WMS-IV の成人バッテリーと高齢バッテリーが発表されている<sup>46)</sup>。我が国では、2001 年に杉下らによって日本版 WMS-R が標準化されている<sup>47)</sup>。日本版 WMS-R の対象年齢は 16 歳～74 歳である。言語を使った課題と図形を使った課題とで構成され、表 13 に示す 13 の下位検査があり、所要時間は 60 分程度である。『情報と見当識』は記憶指標の算出には用いず、この下位検査が低得点の場合に、記憶指標の解釈に留意するようになっている。記憶指標には、言語性記憶、視覚性記憶、言語性記憶と視覚性記憶の合成得点から求められる一般的記憶、注意・集中、遅延再生がある。言語性記憶は『論理的記憶 I』、『言語性対連合 I』の 2 つの下位検査、視覚性記憶は『図形の記憶』、『視覚性対連合 I』、『視覚性再生 I』の 3 つの下位検査、注意・集中力は『精神統制』、『数唱』、『視覚性記憶範囲』の 3 つの下位検査、遅延再生は『論理的記憶 II』、『視覚性対連合 II』、『言語性対連合 II』、『視覚性再生 II』の 4 つの下位検査から算出される。各記憶指標は、基準年齢群における平均=100、1 標準偏差=15 とした偏差指標であらわされ、130 以上が最優秀域、120～129 が優秀域、110～119 が普通域上位、90～109 が普通域、80～89 が普通域下位、70～79 が境界域、50～69 が軽度記憶障害域、50 未満が中等度から重度記憶障害域と判定される。

本研究では、13 下位検査の内、『図形の記憶』、『論理的記憶 I』、『視覚性対連合 I』、『言語性対連合』、『視覚性再生 I』5 つの下位検査のみを実施し、視覚性記憶、言語性記憶、一般的記憶の指標を算出した。

表 13. WMS-R の下位検査

下位検査	記憶指標	課題内容
1. 情報と見当識	—	本人の名前や年齢、日時、総理大臣の名前等
2. 精神統制	注意・集中	20 から 1 までの数字の逆唱など速く行う
3. 図形の記憶	視覚性記憶	図形を短時間みた直後に複数の図形から選ぶ
4. 論理的記憶 I	言語性記憶	150 字程度の物語を聞いた直後に内容を再生
5. 視覚性対連合 I	視覚性記憶	6 つの図形と色の対を示し、直後に図形を示して対の色を答える
6. 言語性対連合 I	言語性記憶	8 つの対語を聞いた後、単語の対を答える
7. 視覚性再生 I	視覚性記憶	短時間図形を見た後、その図形を描く
8. 数唱	注意・集中	数字の順唱、逆唱
9. 視覚性記憶範囲	注意・集中	検者が触った四角を被験者が同順序・逆順序でタッピング
10. 論理的記憶 II	遅延再生	論理的記憶 I の物語の内容を遅延再
11. 視覚性対連合 II	遅延再生	視覚性対連合 I の図形と色の対を遅延再生
12. 言語性対連合 II	遅延再生	言語性対連合 I の単語の対を遅延再生
13. 視覚性再生 II	遅延再生	視覚性再生 I の図形を遅延際

## 2-5. 標準注意検査法 (CAT : Clinical Assessment for Attention)

CAT は、日本高次脳機能障害学会 (旧日本失語症学会) Brain Function Test 委員会の注意・意欲評価法作製小委員会が 7 年の歳月をかけて 2006 年に発表した標準化された注意機能検査である<sup>48, 49)</sup>。CAT は表 14 に示す 7 領域の注意機能を検査する 11 の下位検査で構成され、下位検査ごとに年代別平均値と標準編, cut-off 値が示されている。所要時間は 100 分前後である。Span は、短期記憶に依存した単純な注意の範囲や強度を検討するもので、数唱と視覚性スパンで構成される。Cancellation and Detection Test は、選択性注意の課題であり、Visual Cancellation Task (視覚性抹消課題) と Auditory Detection Task (聴覚性検出課題) で構成される。Symbol Digit Modalities Test (SDMT), Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT), Memory Updating Task (記憶更新課題),

表 14. CAT の検査課題の概要

下位検査	課題概要
<b>Span</b>	
Digit Span (数唱)	聴覚提示される連続数列の順唱と逆唱
Tapping Span (視覚性スパン)	図版に描かれた 9 つの正方形を験者が順に指すのを見て、同順序または逆順序で指さす
<b>Cancellation and Detection Test</b>	
Visual Cancellation	干渉刺激の中に含まれた目標刺激をでききるだけ迅速に、見落としないように抹消する
Auditory Detection	「ト」「ゴ」「ド」「ポ」「コ」の 5 つの語音が、ランダムに聴覚提示され、「ト」のときにタッピングする
<b>Symbol Digit Modalities Test</b>	
	図形に対応する数字をできるだけ早く正確に記入する
<b>Memory Updating Test</b>	
	聴覚提示される何桁かの数列のうち、下 3 桁・4 桁の数字だけを順番通りに答える
<b>Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT)</b>	
	連続的に聴覚呈示される 1 桁の数字について、前後の数字を順次暗算で足し算する
<b>Position Stroop Test</b>	
	ランダムに 1 文字ずつ配置された「上」「中」「下」の漢字について、漢字に惑わされずに、漢字の位置を答える
<b>Continuous Performance Test (CPT)</b>	
反応時間課題	PC モニタに「7」がランダムな間隔で 80 回に表示され、表示されるたびにスペースキーを押す
X 課題	1~9 の数字が 400 回ランダムに表示され、「7」が表示されたときスペースキーを押す
AX 課題	1~9 の数字が 400 回ランダムに表示され、「3」の直後に「7」が表示されたときスペースキーを押す

Position Stroop Test（上中下検査）は、注意の分配能力や変換能力、また注意の制御能力を観る課題である。Continuous Performance Test（CPT）では、持続性注意に関する能力を測っている。多くの検査は paper・pencil 型検査であるが、Auditory Detection Task と PASAT では音声収録された CD が使用され、CPT ではパソコンを用いる。CAT の多くの課題の成績は、正答数や正答率、所要時間で評価される。

本研究では Continuous Performance Test（CPT）を除く下位検査を実施した。これによる所要時間は約 50 分である。

## 2-6. 遂行機能障害症候群の行動評価

(BADs : Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome)

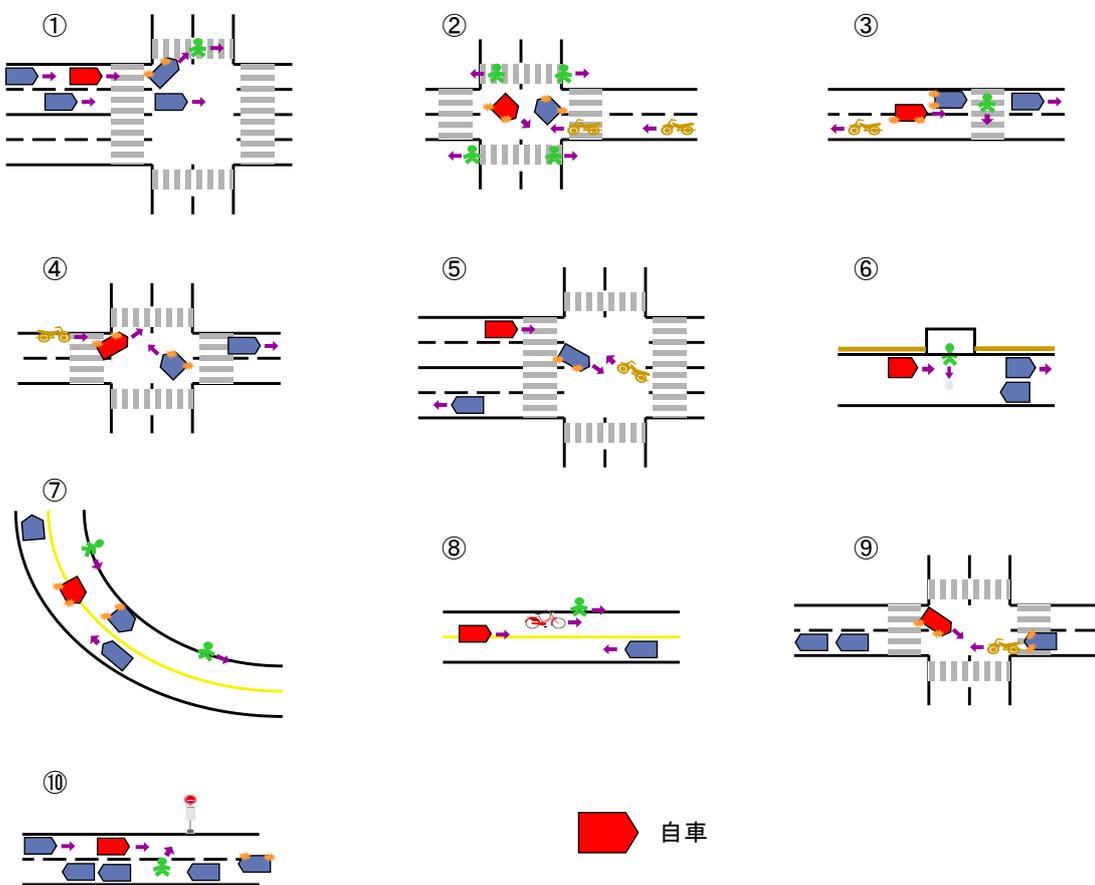
BADS は、1996 年に Wilson らによって、日常生活上の遂行機能の問題点を検出することを企図して作成された遂行機能障害の程度を評価する検査である<sup>50)</sup>。鹿島らが、日本人にとってなじみのある課題となるように、内容を一部改変し、標準化された日本版 BADs を 2003 年に発表した<sup>51)</sup>。6 つの下位検査で構成され、各々 0~4 点のプロフィール得点が算出され、総プロフィール得点 (0~24 点) から、平均=100, 1 標準偏差=15 とした偏差指標であらわされ、極めて優秀, 優秀, 平均の上, 平均, 平均の下, 境界線, 障害ありが判定できる。所要時間は 50 分前後である。遂行機能とは、自ら目標を設定し、計画を立て、実際の行動を効果的に行う能力であり、日常生活で何らかの問題に遭遇した際、それを解決していくために動員される、一連の複雑な認知・行動機能の総称を言う<sup>51)</sup>。下位検査の課題概要を表 15 に示す。

表 15. BADs の検査課題の概要

検査名	課題概要
規則変換カード	①トランプを順にめくり、赤のカードなら「はい」、黒のカードなら「いいえ」と回答 ②トランプを順にめくり、新しくめくったカードが前のカードと同じ色なら「はい」、違う色なら「いいえ」と回答
行為計画	試験管の中のコルクを、水、針金、コップ等を使って取り出す
鍵探し	紙に描かれた 10cm 四方の正方形を草原に見立て、落とした鍵を見つけるとしたらどんな道筋で歩くかを一筆書きする
時間判断	出来事の時間的な長さを推測する
動物園地図	動物園の地図上にある 6 カ所の決められた場所に、どのように訪れるか、その道順を描く
修正 6 要素	計算課題, 名称課題, 口述課題, 各 2 種類, 計 6 つの課題を 10 分間で満遍なく遂行する

### 第3節 シミュレーション運転検査（DS 検査）

全ての対象者は、ドライビングシミュレーターDS-2000R（三菱プレジジョン社）を使用し、CGによる市街地コースを難易度0・1（レベル0・1）の設定で日を変えて2回練習運転を行った。1回の運転時間は15分程度である。練習運転の目的は①装置に慣れること、②シミュレーション酔いの有無を確認するためである。難易度0は、他車や横断者などが一切出現しない自転車のみでの走行状態であり、難易度1は他車や横断者はあるものの、危険場面がない状態である。シミュレーション酔いが強い場合は、医師からトラベルミンが処方された。2回の練習とは別の日に難易度3（レベル3）の設定でDS検査を実施した。図12に難易度3の10か所の危険場면을示す。自転車は赤色で示してある。



- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| ①交差点直進時の先行左折車の急停止     | ⑥住宅街での子供の飛び出し      |
| ②対向右折車両の死角を直進してくる二輪車  | ⑦左カーブの先の駐車車両       |
| ③横断歩道手前の駐車車両陰からの横断歩行者 | ⑧自転車の側方通過          |
| ④交差点左折時の原付者の巻き込み      | ⑨交差点右折時のサンキュー事故    |
| ⑤先行大型車の死角から右折してくる二輪車  | ⑩対向方向駐車車両の間からの飛び出し |

図 12. シミュレーション運転検査の危険場面

危険場面①は、交差点直進時に先行左折車が急停止する場面である。片側 2 車線の道路で、左車線を走っていると先行車両が右折しようとするが、横断者に気付いて先行車両が急停止する。後続車両や右車線を走る車にも気を付けながら、危険を回避できるかどうかという場面である。危険場面②は、対向右折車両の死角から二輪車が 2 台直進してくる場面である。自車が右折しようとするが、対向車も右折しようとしてくる。その右折車の死角からオートバイが直進してくる場面である。オートバイは 1 台だけでなく、2 台直進してくる。対向車線の状況を慎重に確認しながら、危険を回避できるかどうかという場面である。危険場面③は、横断歩道手前の駐車車両の陰から横断歩行者がでてくる場面である。片側 1 車線の道路を走行していると、横断歩道の手前で路側帯寄って駐車している車両がある。その車両の側方を通過しようとする時、横断歩行者が駐車車両の左から出てくる場面である。危険場面④は、交差点左折時の原付車の巻き込み場面である。交差点で左折しようとする時、後ろからスクーターが来る。ルームミラーには、スクーターがはじめは移っていますが、その後、スクーターは自車の死角に入る。スクーターの存在に気付いて、巻き込み事故を回避できるかどうかという場面である。危険場面⑤は、先行大型車の死角から二輪車が右折してくる場面である。自車は、片側二車線の右車線を走行しており、交差点で左車線のダンプトラックが右折しようとしている。その隣を直進しようすると、死角からオートバイが右折してくる場面である。危険場面⑥は、住宅街の見通しの悪い道路で、子供がサッカーボールを追いかけて飛び出してくる場面である。危険場面⑦は、左カーブの先に車両が駐車していて、側方を通過しようとしても、対向車が来るという場面である。危険場面⑧は、路側帯を走っている自転車が前方の歩行者を抜こうとして車道にはみ出し来る。前方からは対向車も直進してくるという場面である。危険場面⑨は、交差点右折時のサンキュー事故の場面である。交差点で右折しようとする時、対向の大型車がパッシングして右折を譲ってくれる。そこを右折しようとする時、対向大型車の死角からオートバイが直進してくる場面である。危険場面⑩は、対向方向の駐車車両の間から歩行者が向かいのバス停に向かって横断してくる場面である。以上の 10 か所の危険場面における運転行動のとり方によって、減点方式で点数が算出され、各危険場面の減点数と、10 か所危険場面の合計減点数が表示される。表 16 に危険場面①の減点例を示す。なお、本研究では、10 か所危険場面の合計減点数を分析に用いた。

表 16. 危険場面①の減点例

	運転行動	減点	
	先行車両の減速に対し、ブレーキもハンドルも操作せずに衝突	-7	
	先行車両の減速に対し、ハンドル操作のみで回避しようとして衝突	-7	
	先行車両の減速に対し、ブレーキを踏んだが衝突	-6	
	衝突しないが、先行車両の減速に対し、ブレーキもハンドルも操作せず	-2	
	衝突しないが、先行車両の減速に対し、ブレーキ操作せず	-2	
	衝突しないが、先行車両の減速に対し、ブレーキ操作が遅い	-1	
	先行車両の減速に対し、すぐにブレーキ操作し、事故なし	0	

## 第4節 統計解析

基本統計量は平均値±標準偏差（SD：Standard Deviation）で示した。各高次脳機能検査の成績とDS検査の成績との関係は、ピアソンの積率相関係数を用いて分析した。更に、ピアソンの積率相関係数で有意な相関のあった高次脳機能検査課題を説明変数とし、DS検査の成績を目的変数として、Stepwise法による重回帰分析を行った。解析には、統計分析ソフトウェアIBM SPSS Statistics Ver. 24を用い、いずれの検定も有意水準を5%未満とした。

## 第4章 第1研究の結果

### 第1節 DS検査と高次脳機能検査との相関

表17に、DS検査の合計減点数とMMSE、TMT、WAIS-IIIの成績とのPearsonの積率相関係数を示す。MMSEは、DS検査と有意な相関はなかった。TMTは、Part Aは有意な相関はなかったが、Part BはDS検査との間に有意な負の相関があった（ $r = -0.331$ ,  $p < 0.01$ ）。WAIS-IIIは、動作性IQ、知覚統合、処理速度ともにDS検査との間に有意な相関はなかった。WAIS-IIIの各検査課題の粗点では、行列推理を除く6つの検査課題でDS検査との間に有意な相関があった（ $r = 0.255 \sim 0.388$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ）。

表17. DS検査合計減点数とMMSE、TMT、  
WAIS-IIIとのPearsonの積率相関係数

		DS検査合計減点数と Pearsonの 積率相関係数 (r)
MMSE		0.224
TMT	Part A 所要時間	-0.165
	Part B 所要時間	-0.331 **
WAIS-III	動作性IQ	0.213
	知覚統合 (PO)	0.228
	処理速度 (PS)	0.080
	絵画完成 粗点	0.334 **
	符号 粗点	0.292 *
	積木模様 粗点	0.368 **
	行列推理 粗点	0.176
	絵画配列 粗点	0.257 *
	記号探し 粗点	0.255 *
	組み合わせ 粗点	0.388 **

n=62, \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$

表 18 に、DS 検査の合計減点数と WMS-R の成績との Pearson の積率相関係数を示す。言語性記憶指標，視覚性記憶指標，一般的記憶指標ともに DS 検査の合計減点数と有意な相関があった ( $r = 0.268 \sim 0.374$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ )。各検査課題の粗点では，図形の記憶と視覚性再生 I が DS 検査との間に有意な相関があった ( $r = 0.247$ ,  $r = 0.434$ ,  $p < 0.01$ )。

表 19 に、DS 検査の合計減点数と CAT の成績との Pearson の積率相関係数を示す。DS 検査の合計減点数と有意な相関があったのは，Visual cancellation と Position stroop の正答率であった ( $r = 0.292 \sim 0.448$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ )。

表 18. DS 検査合計減点数と WMS-R  
との Pearson の積率相関係数

		DS 検査合計減点数と Pearson の 積率相関係数 (r)
WMS-R	言語性記憶指標	0.268*
	視覚性記憶指標	0.365**
	一般的記憶指標	0.374**
	図形の記憶粗点	0.247**
	論理的記憶 I 粗点	0.371
	視覚性対連合 I 粗点	0.211
	言語性対連合 I 粗点	0.192
	視覚性再生 I 粗点	0.434**

n=62, \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$

表 19. DS 検査合計減点数と CAT との Pearson の積率相関係数

		DS 検査合計減点数と Pearson の 積率相関係数 (r)
CAT	Digit span forward, backward	0.030, 0.141
	Tapping span forward, backward	0.021, 0.102
	Visual cancellation (△) 所要時間, 正答率, 的中率	-0.085, 0.356**, 0.280*
	(絵) 所要時間, 正答率, 的中率	-0.046, 0.292*, 0.194
	(3) 所要時間, 正答率, 的中率	-0.035, 0.292*, 0.154
	(か) 所要時間, 正答率, 的中率	-0.046, 0.448**, 0.017
	Auditory detection 正答率, 的中率	0.130, 0.164
	SDMT 達成率	0.194
	Memory updating 正答率 3 桁, 4 桁	0.121, -0.082
	PASAT 正答率 2 秒, 1 秒	0.112, -0.035
	Position stroop 所要時間, 正答率	-0.219, 0.330**

n=62, \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$

表 20 に、DS 検査の合計減点数と BADS の成績との Pearson の積率相関係数を示す。年齢補正標準化得点、標準化得点、総プロフィール得点はいずれも DS 検査の合計減点数と有意な相関があった ( $r = 0.334 \sim 0.391$ ,  $p < 0.01$ )。各検査課題では、規則変換カード、行為計画、修正 6 要素のプロフィール得点が DS 検査の合計減点数と有意な相関があった ( $r = 0.305 \sim 0.399$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ )。

表 20. DS 検査合計減点数と BADS との Pearson の積率相関係数

		DS 検査合計減点数と Pearson の 積率相関係数 (r)
BADS	年齢補正標準化得点	0.334**
	標準化得点	0.391**
	総プロフィール得点	0.391**
	規則変換カード プロフィール得点	0.399**
	行為計画 プロフィール得点	0.305*
	鍵探し プロフィール得点	0.236
	動物園地図 プロフィール得点	0.145
	修正 6 要素 プロフィール得点	0.379**

n=62, \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$

## 第 2 節 DS 検査と高次脳機能検査との重回帰分析

表 21 に DS 検査合計減点数と高次脳機能検査成績との重回帰分析の結果を示す。DS 検査の合計減点数を目的変数として、DS 検査の合計減点数と有意な相関があった高次脳機能検査の各課題の成績を説明変数として、Stepwise 法による重回帰分析を行った結果、有意な重回帰式が得られ ( $r = 0.685$ ,  $r^2 = 0.470$ ,  $p < 0.01$ )。DS 検査の合計減点数の予測に有用なものとして抽出された高次脳機能検査の課題は、WMS-R の論理的記憶 I、CAT の Visual cancellation、WAIS-III の絵画配列、BADs の規則変換カードと修正 6 要素、WAIS-III の絵画完成であった。DS 検査の合計減点数に最も大きい影響を与える高次脳機能検査の課題は、標準化係数  $\beta$  の絶対値が最も大きい WMS-R の論理的記憶 I であり、最も影響が小さいのは、標準化係数  $\beta$  の絶対値が最も小さい WAIS-III の絵画完成であった。

表 21. DS 検査合計減点数を目的変数とした重回帰分析

	非標準化係数 B	標準化係数 $\beta$	t 値	有意確率
定数	-60.488		-7.490	0.000
WMS-R 論理的記憶 I 粗点	0.316	0.391	3.288	0.002
CAT Visual cancellation (か) 正答率	0.259	0.360	3.271	0.002
WAIS-III 絵画配列 粗点	-0.412	-0.321	-2.241	0.029
BADS 規則変換カード	1.677	0.234	2.108	0.040
BADS 修正 6 要素	1.397	0.218	1.998	0.051
WAIS-III 絵画完成 粗点	0.492	0.215	1.748	0.086

ステップワイズ法 (投入 F 値  $> = 2$ , 除去 F 値  $< = 1.99$ ) , n = 62,  $r = 0.685$ ,  $r^2 = 0.470$

## 第5章 第2研究の方法

### 第1節 開発コンセプト

第1研究の重回帰分析で抽出された検査課題は、既に年代別に標準化されている検査のため、modifyせずそのまま用いるということと、第1研究で抽出された検査課題は、視覚認知や視覚探索の能力をみる課題が多いことから、パソコン版の視覚認知課題を独自開発することを開発コンセプトとした。パソコン版視覚認知課題の開発フローチャートを図13に示す。

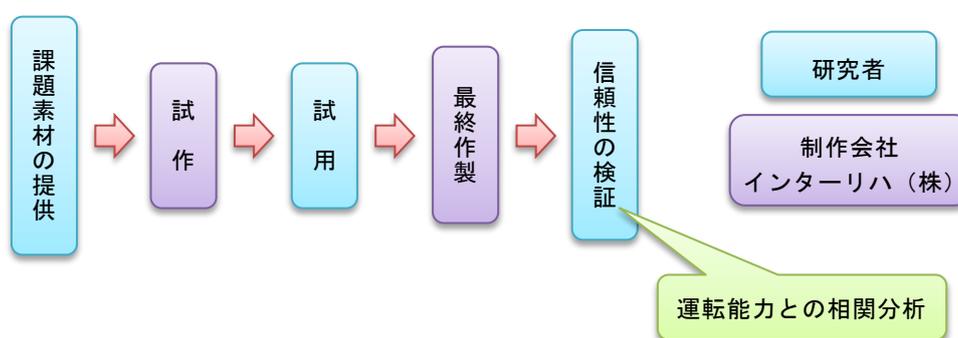


図13. パソコン版視覚認知課題の開発フローチャート

### 第2節 自動車運転高次脳機能評価法の構成

自動車運転高次脳機能検査法の構成内容としては、表22に示す7つの検査、11の下位検査で構成することとした。この構成による検査の所要時間の合計100分が想定された。以下に各検査の内容を記述する。

表22. 自動車運転高次脳機能検査法の構成内容

構成内容	下位検査数	所要時間
① WMS-R 論理的記憶 I	2	10分
② CAT Visual cancellation	2	10分
③ WAIS-III 絵画配列	1	10分
④ BADS 規則変換カード	1	5分
⑤ BADS 修正6要素	1	15分
⑥ WAIS-III 絵画完成	1	10分
⑦ 視覚認知課題 (A, B, C)	3	40分
合計	11	100分

## 2-1 WMS-R 論理的記憶 I

WMS-R の論理的記憶 I は、検査者が短い物語を読み上げ、読み上げ終わった直後に、どんな話だったのか、被検者に出来るだけ詳しく話してもらう課題である。正しく繰り返された文節の数が得点となる。物語は A と B の 2 課題あり、A は 130 字程度、B は 170 字程度の物語である。A、B とも 25 点満点で合計 50 点満点となる。

## 2-1 CAT Visual cancellation

CAT の Visual cancellation ターゲットの字に左から順にできるだけ早く赤鉛筆で✓をつける課題である。今回は、ターゲットの文字を『か』と数字『3』の 2 種類とし、所要時間、正答数、正答率、全反応数、見落とし数、お手つき数を求めることとした。

## 2-3 WAIS-III 絵画配列

WAIS-III の絵画配列は、絵カードを物語の順並べ直す課題である。全 11 組あり、全問正答で 22 点満点となる。

## 2-4 BADS 規則変換カード

BADS の規則変換カードは、21 枚のトランプカードの束を、検査者が 1 枚ずつめくり、規則に従って『はい』か『いいえ』で解答してもらう課題である。課題は 2 種類あり、1 種類目の規則は、カードが赤 (♥ ♦) なら『はい』、黒 (♠ □) なら『いいえ』と回答してもらう。2 種類目の規則は、カードが前のカードと同じ色なら『はい』、違う色なら『いいえ』と回答してもらう。1 種類目は 2 種類目のための練習であり、成績の算出には用いない。2 種類目の課題の誤り数と所要時間から、プロフィール得点 (1 点~4 点) を求める。

## 2-5 BADS 修正 6 要素

BADS の修正 6 要素は、計算課題、絵の名称を答える課題、口述課題の 3 つのカテゴリーで各 2 つずつ、計 6 つの遂行課題がある。被検者は 10 分間で 6 つの各課題の一部に取り組む。10 分間で 6 つの課題を全て終えることは不可能なので、10 分間に各課題の少なくとも 1 問以上に答えることが要求される。課題を変える場合の規則としては、同じカテゴリーの課題を続けて取り組まずに、他のカテゴリーの課題に取り組まなければならない (例 1: 計算①→計算②→× 例 2: 計算①→絵の呼称①→○)。採点は、課題に取り組んだ数から規則が破られた数を減じた数を求め、その数からプロフィール得点 (1 点~4 点) を求める。

## 2-6 WAIS-III 絵画完成

WAIS-III の絵画完成は、被検者に絵の問題冊子を見せ、その絵の中で欠けている重要な部分を答えさせる課題である。絵は全部で 24 枚あり、全正答で 24 点満点となる。

## 2-7 視覚認知課題 (A, B, C)

視覚認知課題は、パソコンにハンドル・アクセル・ペダルユニットを USB 接続し、両眼式ヘッドマウントディスプレイ (Z800 3D Visor, eMagin 社) にパソコン画面を投影した機器構成とした (写真 2, 3)。両眼式ヘッドマウントディスプレイは、3.6m 先に 105 インチの画面が投影される大きさで、40 度の視野角が確保されるようになっている。



写真 2. ハンドル・アクセルユニット



写真 2. ペダルユニット

検査課題として A, B, C と 3 課題を作製した。

視覚認知課題 A は、画面中央を注視した状態で、画面中央とその周辺に同時に 2 つの文字を表示して、両方の文字を読み取る課題である。文字の表示時間は 0.3sec とした。周辺の文字の表示位置は、7 列×5 行=35 マトリックスのうち、中央を除いた 34 マトリックスである (図 14)。両方の文字が読み取れた場合 3 点、中央の文字のみが読み取れた場合 2 点、周辺の文字のみが読み取れた場合 1 点として点数化し、合計 102 点満点とした (図 15)。この検査課題は、視覚的認知の迅速さや選択性注意といった高次脳機能を評価することを意図している。



図 14. 視覚認知課題 A

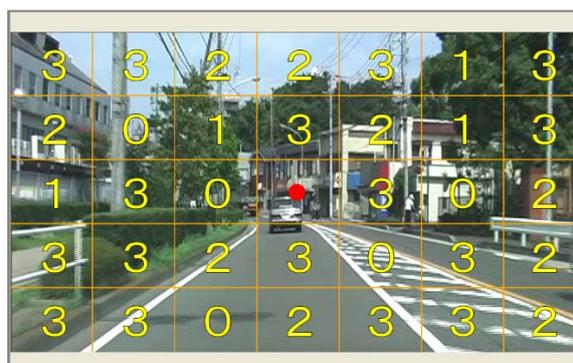


図 15. 視覚認知課題 A の表示位置と点数化

視覚認知課題 B は、視覚認知課題 A と同様に画面中央とその周辺に同時に 2 つの文字(数字含む)が表示されるが、周辺の文字は画面の端から中央に向かって移動表示(表示時間 0.5sec)される課題であり、両方の文字の読み取りとその反応時間を測定するものである(図 16)。反応時間は、ハンドル中央に取り付けたプッシュ式スイッチを押すことによって、文字が表示されてからスイッチを押すまでの時間が測定される。検査は、プッシュ式スイッチの上に手を軽く乗せ、両方の文字が認知できたらできるだけ迅速にスイッチを押す、その後、両方の文字を解答するという手順で、10 回施行し、視覚認知課題 A と同様の採点基準で、合計 30 点満点で評価する(図 17)。反応時間は、10 施行の全答平均反応時間と両方の文字が正答した施行のみの正答平均反応時間が算出される。視覚的認知の迅速さと選択性注意の能力を測定することを意図している。



図 16. 視覚認知課題 B

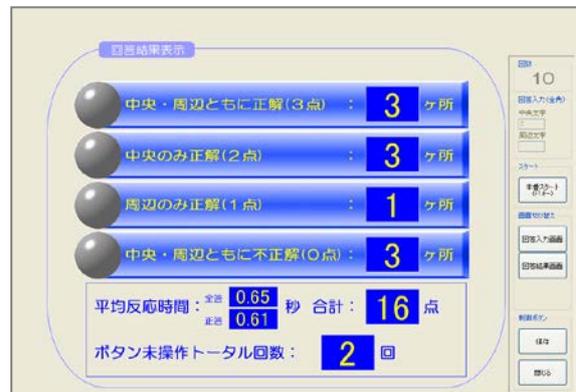


図 17. 視覚認知課題 B の結果画面

視覚認知課題 C は、画面の左右いずれからカメまたはネコのイラスト画像が移動表示(表示時間 0.5sec)され、カメが表示された場合は、アクセルペダルから足を離し、ネコが表示された場合は、表示と反対方向にハンドルを回旋する課題である(図 18)。反応の正誤と反応時間を測定する(図 19)。20 回施行し、正答の場合 1 点とし、合計 20 点満点で評価する。反応時間は、全答平均反応時間と正答平均反応時間が算出される。



図 18. 視覚認知課題 C



図 19. 視覚認知課題 C の結果画面

### 第3節 自動車運転高次脳機能検査法の信頼性の検証方法

#### 3-1 対象

対象は、自動車運転の継続を希望して本学付属病院を受診した MCI 患者及び脳卒中患者、合計 32 名である。性別は男性 22 名、女性 10 名、年齢は 44 歳～82 歳の範囲で  $61.2 \pm 8.7$  歳（平均値±SD）であった。本学付属病院における運転可否の診断結果は、運転可の者が 16 名、条件付運転可の者が 9 名、運転不可の者が 7 名であった。

#### 3-2 測定及び分析内容

全ての対象者に自動車運転高次脳機能検査法とシミュレーション運転検査（DS 検査）を実施した。その後、統計分析ソフトウェア IBM SPSS Statistics Ver. 24 を用いて、自動車運転高次脳機能検査法の視覚認知課題と DS 検査合計減点数との相関をピアソンの積率相関係数を用いて分析した。さらに、DS 検査合計減点数を目的変数、自動車運転高次脳機能検査法を説明変数とした Stepwise 法による重回帰分析を行った。いずれの検定も有意水準は 5%未満とした。

## 第6章 第2研究の結果

### 第1節 視覚認知課題と DS 検査の相関分析

表 23 に視覚認知課題と DS 検査合計減点数とのピアソンの積率相関係数を示す。視覚認知課題は A, B, C とともに、DS 検査合計減点数との間に中等度の有意な相関があった ( $r = -0.541 \sim 0.705$ ,  $p < 0.01$ )。

表 23. DS 検査合計減点数との相関分析

		DS 検査合計減点数と Pearson の 積率相関係数 (r)
視覚認知課題 (A)	得点	-0.621 **
視覚認知課題 (B)	得点	-0.632 **
視覚認知課題 (B)	正答反応時間	0.705 **
視覚認知課題 (C)	得点	-0.541 **
視覚認知課題 (C)	正答反応時間	0.567 **

Pearson の相関係数,  $n=32$ , \*:  $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$

## 第2節 自動車運転高次脳機能検査法とDS検査の重回帰分析

表24にDS検査の合計減点数を目的変数、自動車運転高次脳機能検査法を説明変数として、Stepwise法による重回帰分析の結果を示す。重回帰分析の結果、決定係数0.731の有意な重回帰式が得られ、DS検査の合計減点数の予測に有用なものとして抽出された高次脳機能の検査課題は、WMS-Rの論理的記憶I、CATのVisual cancellation(か)、WAIS-IIIの絵画配列、視覚認知課題(B)の正答反応時間、BADSの規則変換カードであり、それ以外の変数は除外された。この5つの検査の所要時間は約1時間であり、患者1人に6～8時間要した従来の検査に比べ、大幅に時間短縮でき、負担の軽減を図ることができた。

表24. DS検査減点数を目的変数とした重回帰分析

	非標準化 係数 B	標準化 係数 $\beta$	t 値	有意確率
定数	-52.122		-6.536	0.000
WMS-R 論理的記憶 I 粗点	0.417	0.425	3.125	0.005
CAT Visual cancellation (か) 正答率	0.311	0.383	3.651	0.003
WAIS-III 絵画配列粗点	-0.503	-0.365	-2.418	0.021
視覚認知課題 (B) 正答反応時間	6.511	0.218	1.998	0.026
BADS 規則変換カード	1.389	0.218	2.205	0.042

ステップワイズ法 (投入 F 値 $\geq$ 2, 除去 F 値 $\leq$ 1.99)

n=32, R<sup>2</sup>=0.731, F 値=18.415, p<0.001

## 第7章 総合考察

### 第1節 抽出された高次脳機能検査課題で測定される能力

表25は、第1研究と第2研究の重回帰分析で抽出された高次脳機能検査課題の内容と、測定される高次脳機能を示している。

WMS-Rの論理的記憶Iは、130字の物語Aと170字の物語Bを読んで聞かせ、それぞれ直後に覚えたことを全て話してもらう検査である。物語の両方ともニュース記事のような内容で、短期記憶の容量の大きさであるワーキングメモリーを測定している。

CATのVisual cancellationは、干渉刺激の中に含まれた目標刺激を、できるだけ速く抹消していくという課題である。具体的には、例えばひらがなの羅列があつて、その中からターゲットとなる「か」というひらがなだけにできるだけ速く鉛筆でチェックをつけていくという課題である。選択性注意、持続性注意、視覚探索、処理速度といった高次脳機能を測定している。

表 25 抽出された検査課題と測定される高次脳機能

検査課題	検査内容	測定される高次脳機能
WMS-R 論理的記憶 I	短い物語を聞き、その後内容を思い出して話す	ワーキングメモリ
CAT Visual cancellation	干渉刺激の中に含まれた目標刺激を、迅速に抹消	選択性注意、持続性注意、視覚探索、処理速度
WAIS-III 絵画配列	漫画カードを話し順に並べる	論理的・逐次的推理、社会見識、細部の視覚的認知
BADS 規則変換カード	トランプをみて、規則に従って yes-no を判断する	変換性注意、認知・判断の遂行機能
BADS 修正 6 要素	計算、名称、口述、計 6 つの課題を 10 分間で満遍なく行う	遂行機能、ワーキングメモリ
WAIS-III 絵画完成	絵の欠損部分を指摘	細部の視覚的認知 視覚的長期記憶の想起・照合
視覚認知課題 (B)	画面中央の文字と周辺に移動表示された文字の両方を読み取る	視覚性注意、有効視野の広さ

WAIS-IIIの絵画配列は、ランダムに並べられた漫画カードを話し順に並べ変えるという課題である。論理的・逐次的推理能力や社会見識、細部の視覚的認知といった側面を測定している。

BADSの規則変換カードは、トランプカードを次々めくって、前のカードと同じ色なら「はい」、違う色なら「いいえ」といってもらう課題である。変換性注意や認知・判断の遂行機能能力を測定している。

BADSの修正 6 要素は、計算、名称、口述とった 6 つの課題を 10 分間で満遍なく行うという課題である。遂行機能やワーキングメモリーといった側面を測定している。

WAIS-IIIの絵画完成は、絵の欠損部分を指摘する課題である。例えば、眼鏡をかけた女性の顔の絵があり、その眼鏡の左右のレンズをつないでいるブリッジ部分が描かれていない。それを見つけて指摘するという課題である。他には、例えばユリの花の絵があって、めしべが描かれていない。それを見つけて指摘するという課題である。細部の視覚的認知や視覚的長期記憶の想起・照合といった側面を測定している。

視覚認知課題 (B) は、同様に画面中央とその周辺に同時に 2 つの文字 (数字含む) が表示されるが、周辺の文字は画面の端から中央に向かって移動表示 (表示時間 0.5sec) される課題であり、両方の文字の読み取りとその反応時間を測定するものである。視覚性注意、有効視野の広さをといった側面を測定している。

以上のことから、自動車運転の可否を予測する高次脳機能検査としては、①状況分析・行動計画・行動修正能力と遂行機能をみる課題、②ワーキングメモリーの容量をみる課題、③視覚性注意や有効視野の広さをみる課題を課題を組み合わせることが、有効であると示唆される。

渡邊らは、健常者と脳損傷者を対象にドライビングシミュレーターを運転中しているときの脳血流動態を機能的近赤外分光法（fNIRS）によって測定し、自動車運転には、特に右前頭葉、右頭頂葉、左側頭頭頂葉の役割が重要であることを報告している<sup>52)</sup>。今回、有用性の確認された高次脳機能検査課題は、これらの脳領域が関係する課題であり、渡邊らの報告と一致する。

## 第2節 自動車運転高次脳機能検査法の対象者への負担

最終的に、第2研究では、WMS-Rの論理的記憶I、CATのVisual cancellation（か）、WAIS-IIIの絵画配列、視覚認知課題（B）の正答反応時間、BADsの規則変換カードの5つの高次脳機能検査課題が抽出された。この検査全てに要する時間は、約1時間であり、DS検査を含めても1時間15分程度で全ての測定が終了することとなる。これは、これまで本学附属病院で自動車運転評価に要している6～8時間に比べ、大幅に少ない時間であり、自動車運転評価を必要とする者への物理的・心理的負担が軽減されるものとする。

## 第3節 本研究の限界と今後の課題

第2研究で得られた重回帰式の寄与率は中等度であり、高いとは言えない。また、目的変数はドライビングシミュレーターの運転能力であり、実車運転ではない。今後は、今後は対象者数を増やすとともに、路上実車運転との関係も検証する必要がある。

### III 結 論

本研究では、MCI や脳卒中の運転者の高次脳機能に特化した運転評価法を開発すべく、第 1 研究では、MCI 及び脳卒中患者を対象に、机上の高次脳機能検査と DS 検査の重回帰分析から、運転能力の予測に有用な高次脳機能検査課題を抽出し、第 2 研究では、抽出された検査課題に基づく自動車運転高次脳機能検査法を開発し、その信頼性の一部を検証した。その結果、以下の結論を得た。

- 1) 第 1 研究の結果、運転能力の予測に有用な高次脳機能検査課題として 6 つの課題が抽出され、抽出された検査課題には、視覚認知や視覚探索の能力をみる課題が多かった。
- 2) 第 2 研究では、パソコン版視覚認知課題を開発し、第 1 研究で抽出された 6 つの課題を含め、DS 検査を目的変数とした重回帰分析を行った結果、Wechsler 記憶検査改訂版の論理的記憶 I、標準注意検査法の Visual cancellation 『か』、Wechsler 成人知能検査第 3 版の絵画配列、視覚認知課題 (B)、遂行機能障害症候群の行動評価の不規則変換カードの 5 つの課題が抽出され、中等度の予測精度が得られた。
- 3) 以上より患者 1 人に 6～8 時間要していた従来の検査が、1 時間程度に短縮でき、心理的・物理的負担を軽減できる可能性が示唆された。

## IV 文 献

- 1) 警察庁交通局運転免許課. 運転免許統計平成 28 年版. (オンライン).  
<<https://www.npa.go.jp/toukei/menkyo/index.htm>>.
- 2) 総務省統計局.人口推計 (平成 28 年 10 月 1 日現在). (オンライン)  
<<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/2016np/index.htm>>.
- 3) 朝田隆 他. 認知症有病率等調査について. (オンライン).  
<<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000033t43-att/2r98520000033t9m.pdf>>.
- 4) 厚生労働省.平成 26 年 (2014) 患者調査の概況: 主な傷病の総患者数. (オンライン).  
<<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/14/dl/05.pdf>>.
- 5) Tuokko H, Tallman K, Beattie BL, Cooper P, Weir J. An examination of driving records in a dementia clinic. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 1995; 50(3): S173-181.
- 6) Friedland RP, Koss E, Kumar A, Gaine S, Metzler D, Haxby JV, Moore A. Motor vehicle crashes in dementia of the Alzheimer type. *Ann Neurol.* 1988; 24(6): 782-786.
- 7) Carr DB, Duchek J, Morris JC. Characteristics of motor vehicle crashes of drivers with dementia of the Alzheimer type. *J Am Geriatr Soc.* 2000; 48(1): 18-22.
- 8) Brown LB, Ott BR, Papandonatos GD, Sui Y, Ready RE, Morris JC. Prediction of on-road driving performance in patients with early alzheimer' s disease. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53(1):94-98.
- 9) Grace J, Amick MM, D' Abreu A, Festa EK, Heindel WC, Ott BR. Neuropsychological deficits associated with driving performance in parkinson' s and alzheimer' s disease. *Journal of the International Neuropsychological Society* 2005; 11(6):766-775.
- 10) Ott BR, Heindel WC, Papandonatos GD, Festa EK, Davis JD, Daiello LA, Morris JC. A longitudinal study of drivers with Alzheimer' s disease. *Neurology* 2008; 70(14):1171-1178.
- 11) Iverson DJ1, Gronseth GS, Reger MA, Classen S, Dubinsky RM, Rizzo M. Practice parameter update: evaluation and management of driving risk in dementia: report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology.* 2010; 74(16):1316-1324.
- 12) Canadian Medical Association. Determining medical fitness to operate motor vehicles: CMA driver' s guide. -- 8th ed. 2012. 28-29.
- 13) 警察庁交通局. 平成 25 年中の交通事故の発生状況. (オンライン)  
<<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001117549>>.
- 14) 警察庁交通局. 平成 29 年中の交通事故の発生状況. (オンライン)  
<<https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/H29zennjiko.pdf>>.

- 15) (財)交通事故総合分析センター. 運転操作の誤りを防ぐ. *イタルダ・インフォメーション*. 2010; (86):3-11.
- 16) (財)交通事故総合分析センター. 高齢者の四輪運転中の事故. *イタルダ・インフォメーション*. 2007; (68):8-11.
- 17) Rebok GW, Keyl PM, Bylsma FW, Blaustein MJ, Tune L. The effects of Alzheimer disease on driving-related abilities. *Alzheimer Dis Assoc Disord*. 1994; 8(4): 228-240.
- 18) Odenheimer GL, Beaudet M, Jette AM, Albert MS, Grande L, Minaker KL. Performance-based driving evaluation of the elderly driver: safety, reliability, and validity. *J Gerontol*. 1994; 49(4): M153-159.
- 19) Fitten LJ, Perryman KM, Wilkinson CJ, Little RJ, Burns MM, Pachana N, Mervis JR, Malmgren R, Siembieda DW, Ganzell S. Alzheimer and vascular dementias and driving. A prospective road and laboratory study. *JAMA*. 1995; 273(17): 1360-1365.
- 20) Fox GK, Bowden SC, Bashford GM, Smith DS. Alzheimer's disease and driving: prediction and assessment of driving performance. *J Am Geriatr Soc*. 1997; 45(8): 949-953.
- 21) Ott BR, Festa EK, Amick MM, Grace J, Davis JD, Heindel WC. Computerized maze navigation and on-road performance by drivers with dementia. *J Geriatr Psychiatry Neurol*. 2008; 21(1): 18-25.
- 22) Cox DJ, Quillian WC, Thorndike FP, Kovatchev BP, Hanna G. Evaluating driving performance of outpatients with Alzheimer disease. *J Am Board Fam Pract*. 1998; 11(4): 264-271.
- 23) Stav WB, Justiss MD, McCarthy DP, Mann WC, Lanford DN. Predictability of clinical assessments for driving performance. *J Safety Res*. 2008; 39(1): 1-7.
- 24) Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, Sparks J, Rodnitzky RL, Dawson JD. Impaired visual search in drivers with Parkinson's disease. *Ann Neurol*. 2006; 60(4): 407-413.
- 25) Owsley C, Ball K, Sloane ME, Roenker DL, Bruni JR. Visual/cognitive correlates of vehicle accidents in older drivers. *Psychol Aging*. 1991; 6(3): 403-415.
- 26) Ball K, Owsley C, Sloane ME, Roenker DL, Bruni JR. Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1993; 34(11): 3110-3123.
- 27) Horswill MS, Marrington SA, McCullough CM, Wood J, Pachana NA, McWilliam J, Raikos MK. The hazard perception ability of older drivers. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2008; 63(4) :P212-P218.

- 28) Margolis KL, Kerani RP, McGovern P, Songer T, Cauley JA, Ensrud KE; Study Of Osteoporotic Fractures Research Group. Risk factors for motor vehicle crashes in older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002; 57(3): M186-191.
- 29) Ball K, Owsley C, Stalvey B, Roenker DL, Sloane ME, Graves M. Driving avoidance and functional impairment in older drivers. *Accid Anal Prev.* 1998; 30(3): 313-322.
- 30) Devos H, Vandenberghe W, Nieuwboer A, Tant M, Baten G, De Weerd W. Predictors of fitness to drive in people with Parkinson disease. *Neurology.* 2007; 69(14): 1434-1441.
- 31) Hunt L, Morris JC, Edwards D, Wilson BS. Driving performance in persons with mild senile dementia of the Alzheimer type. *J Am Geriatr Soc.* 1993; 41(7): 747-752.
- 32) Marcotte TD, Rosenthal TJ, Roberts E, Lampinen S, Scott JC, Allen RW, Corey-Bloom J. The contribution of cognition and spasticity to driving performance in multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008; 89(9): 1753-1758.
- 33) Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, Shi Q, Dawson JD. Driver landmark and traffic sign identification in early Alzheimer's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005; 76(6): 764-768.
- 34) Richardson ED, Marottoli RA. Visual attention and driving behaviors among community-living older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003; 58(9): M832-836.
- 35) Vance DE, Roenker DL, Cissell GM, Edwards JD, Wadley VG, Ball KK. Predictors of driving exposure and avoidance in a field study of older drivers from the state of Maryland. *Accid Anal Prev.* 2006; 38(4): 823-831.
- 36) De Raedt R, Ponjaert-Kristoffersen I. The relationship between cognitive/neuropsychological factors and car driving performance in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2000; 48(12): 1664-1668.
- 37) Korteling JE, Kaptein NA. Neuropsychological driving fitness tests for brain-damaged subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996; 77(2): 138-146.
- 38) Novack TA, Baños JH, Alderson AL, Schneider JJ, Weed W, Blankenship J, Salisbury D. UFOV performance and driving ability following traumatic brain injury. *Brain Inj.* 2006; 20(5): 455-461.
- 39) 石松,一真, 三浦,利章. 有効視野における加齢の影響--交通安全性を中心として. 大阪大学大学院人間科学研究科紀要. 2002; 28: 13-36.
- 40) Weaver B, Bédard M, McAuliffe J, Parkkari M. Using the Attention Network Test

- to predict driving test scores. *Accid Anal Prev.* 2009; 41(1): 76-83.
- 41) 高尾和弥, 片根大輔, 池田恭敏. 脳血管障害発症後自動車運転再開における追跡調査. 茨城県立医療大学付属病院職員研究発表報告集ひろき. 2014; 17: 1-6.
  - 42) Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975; 12(3):189-98.
  - 43) Davies AD. The influence of age on Trail-Making Test performance. *J Clin Psychol.* 1968; 24(1):96-98.
  - 44) Lichtenberger EO, Kaufman AS. *Essentials of WAIS-IV Assessment.* New York: John Wiley & Sons, Inc. 2009.
  - 45) Wechsler D. (日本版 WAIS-R 刊行委員会 訳編). 日本版 WAIS-III 成人知能検査法理論マニュアル. 日本文化科学社(東京). 2006.
  - 46) Drozdick LW, Holdnack JA, Hilsabeck RC. *Essentials of WMS-IV Assessment.* New York: John Wiley & Sons, Inc. 2011.
  - 47) Wechsler D. (杉下守弘 訳). 日本版ウエクスラー記憶検査法: WMS-R. 日本文化科学社(東京). 2001.
  - 48) 加藤元一郎. 標準注意検査法 (CAT) と標準意欲評価法 (CAS) の開発とその経過. 高次脳機能研究. 2006; 26(3):310-319.
  - 49) 日本高次脳機能障害学会 Brain Function Test 委員会. 標準注意検査法・標準意欲評価法. 新興医学出版社 (東京). 2006.
  - 50) Wilson BA, Alderman N, Burgess PW, Emslie H, Evans JJ. Behavioral assessment of the dysexecutive syndrome. Thames Valley Test Company (Bury). 1996.
  - 51) Wilson BA, Alderman N, Burgess PW, Emslie H, Evans JJ. (鹿島晴雄 監訳). BADS 遂行機能障害症候群の行動評価日本版. 新興医学出版 (東京). 2003.
  - 52) 渡邊修, 武原格, 一杉正仁, 林泰史, 米本恭三. 脳損傷者の自動車運転中の脳血流動態: 機能的赤外分光法による計測. 日職災医誌. 2011; 59(5):238-244.

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり，研究助成を賜りました自動車安全運転センターに深く感謝いたします。

また，中間報告会及び最終報告会において，貴重なご助言を賜りました自動車安全運転センターの関係者様に心より感謝申し上げます。