

高齢ドライバーの運転能力と 走行環境評価に関する研究

木村一裕¹・清水浩志郎²

¹正会員 工博 秋田大学助手 鉱山学部土木環境工学科 (〒010 秋田県秋田市手形学園町1-1)
²正会員 工博 秋田大学教授 鉱山学部土木環境工学科 (〒010 秋田県秋田市手形学園町1-1)

交通安全における高齢者の自動車利用の問題点に関しては、全体的な傾向はあるものの、高齢者の個体差が大きく、加齢による問題としてだけ把握することは難しい。本研究では、高齢者の自動車利用を考える上で、まずはじめに年齢の違いによる自動車利用状況、交通事故の特徴、自動車走行環境に対する評価の違い等、70歳以上の高齢者層について全体的な特徴を明らかにした。ついで、自動車の運転特性は個人間で大きく異なることから、認知、判断、操作といった一連の運転操作特性を把握するため、同一の被験者に注視点調査ならびに警察庁方式CRT運転適性検査を行った結果から、一連の運転行動と、走行環境に対する評価特性との関連について分析し、高齢者に適した自動車利用環境について考察を行った。

Key Words: elderly driver, mobility, traffic accident, driver's eye movement

1. はじめに

高齢者のモビリティ確保において考慮すべきこととして、65歳以上の高齢者の絶対数が急速に増加するばかりでなく、高齢者のなかでも年齢の高い70歳ないし75歳以上の高齢者が増加することがあげられる。また核家族化の進展によって高齢者のみの世帯が増加し、したがって高齢者自身が外出しなければならぬ状況が増えることも予想される。

高齢者の自動車利用を考える上では、バス、鉄道、自転車、タクシーなど、自動車を含めた多様な交通手段の中で、高齢者のモビリティをどのように保障し、あわせて自動車を利用する高齢者には、交通事故に到る危険要因をどのように取り除いていくかという視点が重要となる。高齢者が自動車を利用することについては、非高齢者と変わらないモビリティを保障するという点において、高齢者はその特長を最も享受できる階層であるといえるが、高齢者が第一当事者となる交通事故が増加するなど、問題点も少なくない。とくに70歳ないし75歳以上の高齢者では、運転免許を保有しない高齢者に比べて、そのモビリティがほとんど低下しないため、運転を継続する意志も強く、その一方で、運転免許人口に対する交通事故率では70歳未満と比べても極めて高率となっている。

他方、高齢者の心身機能は、加齢とともに確実に低下していくが、心身機能の低下したドライバーが

必ずしも危険なドライバーとは限らず、むしろ交通安全上好ましい運転をしている人も少なくない。このように、自動車の運転は認知、判断、操作といった一連の運転行動において、年齢だけでなく、心身機能や安全運転意識によって、個人間で大きく異なることから、年齢だけに着目して高齢者の運転特性を把握するには限界がある。

すなわち、個人差の大きい高齢ドライバーの運転に対応した有効な交通安全対策を行うためには、最終的な結果としての交通事故あるいは運転操作に対して、その結果に至ったドライバーの運転能力や走行環境の把握と、走行環境に対する認識や評価などの意識レベルの状況の把握、そしてさらには認識や評価を規定する情報の入手形態とその良否という、一連の行為に対して総合的に理解する必要が生じる。

これらは本来、単独のテーマとしても多くの分析すべき内容を含んでおり、交通事故の形態、安全運転態度、運転挙動など、個々の分析に関する報告が一般的であるが、本研究は高齢ドライバーの特殊性、または他の世代と共通の特性など、問題の所在を明らかにするという目的から、高齢ドライバーの運転能力と、交通環境に対する認識と評価、さらにそれを最初に規定する視覚情報の獲得状況について、個人レベルでの分析を行うことで、高齢者の自動車利用の課題について検討するものである。

高齢化の進展に伴い、高齢ドライバーの増加について、いくつかの推計が行われている。コーホート

法によって筆者らが行った推計では、65歳以上の高齢者人口は、2020年頃までかなりの割合で増加し、その後安定するのに対して、運転免許保有者は増加の一途をたどり、2040年頃には約2000万人に達するという推計値を得た。これは1990年の実績のおよそ7倍にもものぼる値である。また免許保有率も年々増加し、2040年には約60%となることや、運転免許保有者全体に占める65歳以上の割合は1990年の4.6%から2040年には20%に達することが明らかとなった。

また高齢ドライバーの増加の特徴として、高齢者の中でも年齢の高い70歳ないし75歳以上の人や女性のドライバーの増加があげられることから、高齢者の自動車利用の様相も現在とはかなり異なったものとなることが予想される。

以上の観点から、本研究ではまずはじめに年齢の違いによる自動車利用状況、交通事故の特徴、自動車走行環境に対する評価の違い等、70歳以上の高齢者層について全体的な特徴を明らかにする。ついで後半では、個人の運転能力と走行環境評価、そしてその評価を規定すると考えられる視覚情報の入手状況について考察を行うため、被験者に対して警察庁方式CRT運転適性検査（以下「CRT検査」とする）を行ったうえで、注視点調査ならびに階層分析法による自動車走行環境評価を行ってもらい、認知、判断、操作という一連の運転行動と、走行環境に対する評価特性との関連について分析を行った。

2. 70歳以上高齢者の自動車利用特性

高齢ドライバー人口の推計結果から、70歳以上の高年のドライバーの増加、とくに女性ドライバーの増加が予想されるが、わが国の女性の自動車利用特性については、自動車利用者が非常に少ないため、ほとんど明らかにされていない。70歳以上の高齢ドライバーについても、利用できるデータは限られているが、ここでは、筆者らがこれまでに入手したデータから、その一般的な特性について概観するものとする。

(1) トリップ特性

図-1は秋田都市圏パーソントリップ調査データ（昭和54年）における外出者1人あたりのトリップ生成原単位¹⁾を示したものである。運転免許を保有している人のトリップ数は、非保有者を大きく上回り、年齢が高齢になってもトリップ数の低下が少ない。このように高齢者のなかでも、私的交通手段、とくに自動車の利用が可能な高齢者は非高齢者層と何等かわらない外出特性を有していることがわかる。

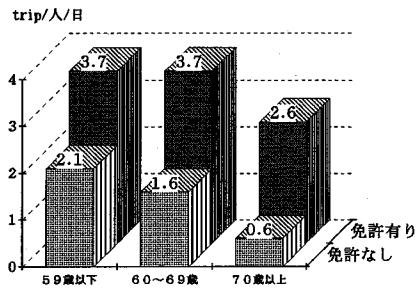


図-1 高齢者のトリップ生成原単位

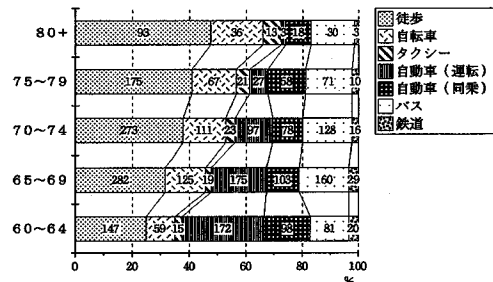


図-2 年齢別代表交通手段分担率

図-2には平成4年度冬期に秋田都市圏で行った高齢者交通行動調査（サンプル数739）による年齢別の代表交通手段を示している²⁾。バス、鉄道、自動車への同乗は年齢層によらずほぼ一定の割合であるが、年齢が若い世代ほど、自動車運転の割合が増加し、徒歩、自転車の分担率が低くなっている。このように年齢が若い層では自動車の利用率が高いことから、高齢化の進展にともない高齢者の自動車利用は急速に増加するものと考えられる。

(2) 交通事故特性

高齢者の自動車乗車中の事故は、歩行中や自転車乗車中に比べ、件数としては少ないものの、増加率では極めて高い値を示している。また60~69歳と70歳以上と比較すると、免許保有者当り³⁾や走行距離を考慮した人・扣当り⁴⁾では、70歳以上の高齢ドライバーの事故率は非常に高いことが報告されている。

そのほか高齢ドライバーの事故の特徴についてはいくつかの研究^{5)~8)}が行われている。これをまとめると、出合頭事故、右折事故など、単純な事故、判断系の事故が多いことがあげられる。出合頭事故は車種別では、原付、軽乗用、軽貨物に多くみられ、右折事故は自動二輪と原付で発生率が高い。また高齢者の運転中の事故は人対車よりは単独事故、さらに交通閉鎖といったように、他の車が存在せず、自分で意志決定をせまられる場面が多い。高齢ドライバーの運転特性として「いわゆる無謀運転というも

表-1 年齢層別交通事故原因 (%)

事故原因	～59歳	～69歳	70歳～
1. 飲酒運転	3.1	1.9	0.0
2. スピード超過	4.5	1.0	0.0
3. 追越し不適	2.8	0.0	0.0
4. 一時不停止	6.9	13.6	10.5
5. 信号無視	2.4	2.9	5.3
6. 歩行者妨害	3.8	1.0	5.3
7. 前方不注意	21.5	25.2	10.5
8. 安全速度	10.8	7.8	10.5
9. ハンドル操作不適	8.0	9.7	5.3
10. 安全不確認	9.0	4.9	21.1
11. 後退不適当	2.4	4.9	0.0
12. 優先通行違反	4.5	2.9	10.5
13. その他	20.2	24.2	21.0
合計	100	100	100

のは少なく、むしろ慎重型の運転をしている」と述べられている⁹⁾。このような特性を持っている高齢ドライバーが事故を起こす理由として、慎重な運転をしているにもかかわらず、視力や運動能力の低下等により、瞬時の判断を迫られる状況において行動の遅れが出るためであると考えられる。

昭和63年度に秋田県の交通事故原票データのサンプリングにより行った分析結果⁹⁾でも「一時不停止」「信号無視」「ハンドル・ブレーキ操作不適」の事故原因で高齢ドライバーに有意な差が認められた。また「スピード違反」「安全速度違反」による事故率は少ないことから、高齢ドライバーは慎重に運転していることがうかがえる。しかしその一方で、視力の低下が原因とみられる標識・信号の見落としや、総合的判断力の低下等が顕著にみられていると考えられる。

このデータ（総サンプル数579、乗用車等の第1当事者411のうち70歳以上40）を用いて行った分析では、70歳以上の高齢者に多い事故原因として、表-1に示すように「一時不停止」「信号無視」「安全不確認」「優先通行違反」などがあげられる。サンプル数が十分とはいえないが、70歳以上では安全確認に係わる交通事故が多いと思われる。

同じく秋田県内の60歳以上の高齢ドライバーを対象に行った自動車走行環境に対する意識調査（総サンプル数438）について、年齢層別の違いをみると、表-2に示すように、年齢で差が生じない、または不満の割合が減少する要因と、高齢になるほど不満の多い要因に分けられる。歩車分離、道路幅員、右折の難しさなどについては年齢による差はみられていない。これらの要因に限らず、一般に高齢になるほど不満は少なくなる傾向にある。そのなかで70歳以上で不満の高い要因には、「車の流れが速い」があげられており、高齢者が流れの速い交通の中にあって、緊張を強いられる環境におかれているものと考えられる。

表-2 自動車走行環境に対する意識 (%)

自動車利用の評価要因	60～64歳 (207人)	64～69歳 (162人)	70歳以上 (69人)
高齢ほど不満が少ない			
1. 道路幅員が狭い	21.7	13.6	16.5
2. 歩車分離されていない	33.3	24.7	23.2
3. 交通混雑が激しい	44.0	47.5	36.2
4. 信号確認が難しい	49.8	51.9	42.0
5. 標識の確認が難しい	53.1	54.1	44.9
年齢差のない要因			
6. 大型車が多い	32.4	34.6	33.3
7. 路面の凹凸が多い	45.9	45.7	44.9
8. 右折がしにくい	28.0	24.7	26.1
高齢ほど不満が多い			
9. 車の流れが速い	9.7	12.3	14.5

3. 自動車走行環境に対する総合評価

高齢ドライバーの増加が進むなかで、身体機能の衰えを補い、高齢者に適した運転環境の整備が必要となるものと考えられる。本研究では、高齢ドライバーの運転環境のなかで、とくに道路構造、交通環境について高齢ドライバーがどのように評価しているか、さらにどのように改善すべきかについて、階層分析法 (Analytic Hierarchy Process) を用いて、秋田市内にある典型的な道路を評価対象(代替案)として分析を行った¹⁰⁾。

(1) 階層分析法の概要

AHPは不確定な状況や多様な評価基準のもとでの問題解決型意思決定手法の一つであり、問題を階層構造に分解し、各レベルの要素間の重み付けを行うというプロセスを経る。各レベルの要素間の重み付けが計算されると、この結果を用いて階層全体の重み付けを行う。これにより、総合目的に対する各代替案の順位が決定される。

各要素の重みを求めるために評価項目数nの二対比較行列について固有値問題を解くことになる。その最大値を λ_{max} とすると、被験者が全く矛盾なく回答した場合には、 $(\lambda_{max}-n)/(n-1)$ は0であり、この値は整合度 (Consistency Index) と呼ばれる。整合度CIは回答の一貫性、論理性を表す指標であり、その許容できる値は0.1程度あるが、0.15ぐらいでも許容できるとされている¹¹⁾。

高齢ドライバーの道路交通環境評価について、図-3に示すような階層構造を設定し、3つの代替案を選択する際に及ぼす影響について考察した。取り上げた要因は、道路幅員や歩車分離等の「道路構造」、信号の数や信号待ち時間などの「交通管理施設」、規制標識や案内標識などの「道路情報」、路面状態や路上駐車などの「道路状態・管理」、渋滞や大型

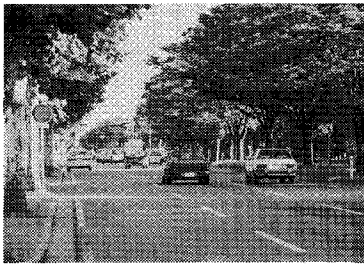


写真-1 路線1 (山王大通り)

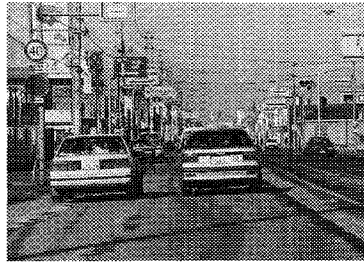


写真-2 路線2 (新国道)

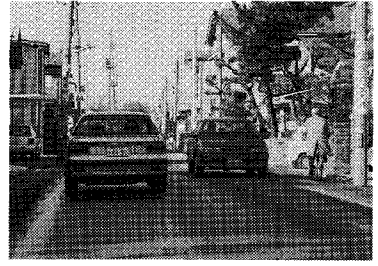


写真-3 路線3 (旧国道)

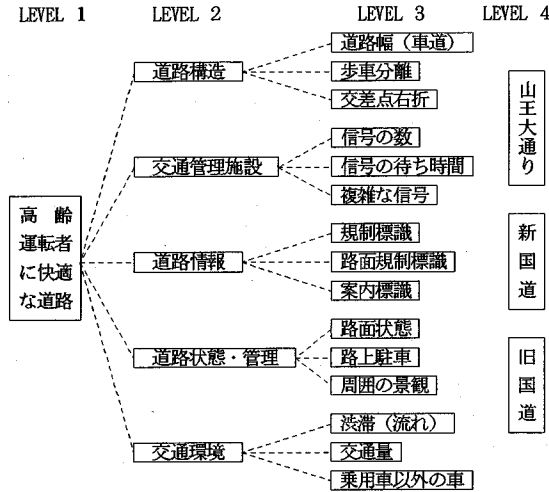


図-3 階層構造図

車・バイク等の混入などの「交通環境」の5つの要因である。

運転環境の総合評価に関する調査は、平成3年3月に秋田市の運転免許センターへ免許の更新に来た60歳以上の人に対して実施し、自動車の利用状況を含むAHPの一对比較アンケートを行った。一对比較の組合せの数が多いためか若干整合度が悪く、ここではCI=0.15(60~64歳は0.17)以内のものを有効票とし、高齢者を含む20票の有効回答を得た。高齢者の評価構造を明らかにする上ではできるだけ多くのサンプルが得られることが望ましいが、ここでは、高齢者10名、非高齢者10名のデータで、ある程度その評価構造は把握できるものと考えた。このうち、10名については4章で述べる個人分析のため、注視点調査とCRT検査を受検してもらった。

(2) 評価対象路線(代替案)

道路交通環境の評価対象とした代替案は秋田市内の主要な次の3路線である。その状況を表-3と写真-1~3に示す。

① 路線1 (通称, 山王大通り) : 秋田市の中心を

表-3 道路状況¹²⁾

項 目	路線1	路線2	路線3
区間延長 (km)	1.8	3.1	2.3
車道幅員 (m)	23.0	15.0	7.0
車 線 数	6	4	2
歩 道	有	有	無
中央分離帯	有	無	無
交通量 (含バイク)	37,124	28,861	
乗用車以外の車 (含バス)	12,317	10,449	
非乗用車率 (%)	33.2	36.2	
信号交差点数 (W≥5.5m)	12(6.7)	10(3.2)	
" (W<5.5m)	0(0.0)	3(1.0)	4(1.7)
信号無交差点 (W≥5.5m)	3(1.6)	5(1.6)	
" (W<5.5m)	2(1.1)	10(3.2)	22(9.6)
右折専用車線	5(2.8)	1(0.3)	2(0.9)
混雑度	1.58	1.49	

括弧内の数字は1kmあたり

通る主要地方道で交通量が多い。中央分離帯や信号、歩道等の設置状況は3路線のなかでは最も高い。

② 路線2 (同, 新国道) : 同じく秋田市の中心を通る県道 (以前まで国道)。交通量は山王大通りに比べれば少ないが、車の流れは比較的速い。

③ 路線3 (同, 旧国道) : 秋田市の旧市街を通る県道で3路線のなかでは最も古い道路。片側1車線で交通量は少ないが、歩車分離されておらず、見通しや線形もあまりよくない。

いずれの路線もその通称が示すとおり、被験者にはよく知られた路線である。

(3) 自動車走行環境の総合重要度

自動車走行環境評価についてのウェイトを図-4に示した。レベル2のウェイトを折線、その内訳であるレベル3を高齢者、非高齢者別に棒グラフで示している。全体の結果ををみると、レベル2では「道路状態・管理」が28.1%と最もウェイトが高く、ついで「交通環境」「道路構造」が同程度の値を占め、以下「道路情報(情報提供)」「交通管理施設」となっている。末端のレベル3では「路上駐車」の重要度が最も高くなっている。高齢者と非高齢者の違いについてみると、レベル2において両グループの間には大きな違いがあることが分かる。とくに

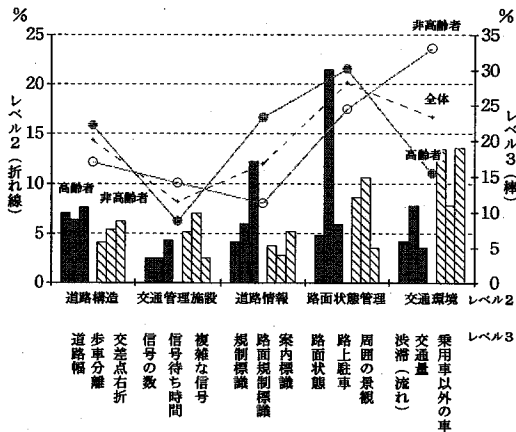


図-4 自動車走行環境要因の重要度

「道路情報」や「交通環境」でその差が大きく、高齢ドライバーでは2番目に重要視されている「道路情報」が非高齢ドライバーでは最も低く、また非高齢ドライバーが最も重要視している「交通環境」が高齢ドライバーでは4番目となっている。

次に、レベル3の値を比較すると、「交通環境」の中で、高齢者は「交通量」の総合重要度が他の「渋滞」や「乗用車以外の車」より高くなっているが、非高齢者ではそれが全く逆に最も低くなっている。また「道路状態・管理」において、高齢者は「路上駐車」が他の2つに比べて非常に高い値になっているのに対し、非高齢者では「路面状態」も「路上駐車」とほぼ同じ値を占めている。

以上のように、走行環境に対するドライバーの評価は年齢階層によって大きく異なっていることがわかる。とくに高齢者の総合重要度は、とっさの車線変更を伴う路上駐車や案内標識および交差点の右折等、交通の状況判断にかかわる要因であり、通常の走行において、高齢ドライバーは常に緊張した状態で車を運転していることがうかがえる。

4. 一連の運転操作に関する個人分析

交通場面で要求される心身機能には、周囲の状況を知覚する視覚や聴覚、これらの知覚に基づく判断処理、そして操作の3つの機能が求められる。また、これらの知覚の対象、判断や操作の処理の内容とその適否には、図-5に示すように個人の心身機能と、それに対する自己の主観的な認識、交通状況に対する主観的な認識など、意識レベルの状況が影響するものと考えられる。

交通事故の原因も、これら知覚、判断、操作レベ

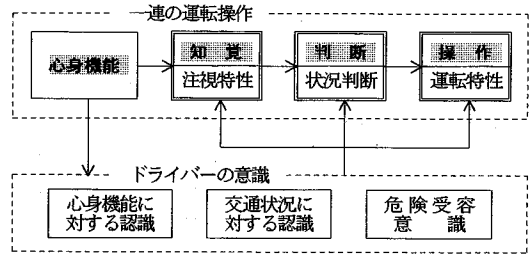


図-5 一連の運転操作の概念図

表-4 調査対象者の概要

年齢	免許歴/運転歴	眼鏡	職業	年式	変速方式	年間走行距離(Km)	注視調査	
高齢層	E67	20/20	必要	無職	S60	A	6,000	-
	E65	26/26	-	無職	S63	M	4,000	○
	E74	25/25	必要	無職	H3	M	6,000	○
	E69	25/25	-	無職	S61	M	3,000	-
	M51	34/34	必要	公務員	H1	A	10,000	○
中年層	M46	28/28	必要	公務員	S61	M	7,000	○
	若年層	Y22	3/2	必要	学生	S55	M	10,000
Y23		3/3	-	学生	S60	M	20,000	○
Y23		5/5	必要	学生	H3	A	10,000	-
Y31		10/7	-	公務員	S63	M	10,000	○

変速方式：Aはオートマチック、Mはマニュアル

ルのいずれか、または複数のレベルでのエラーが原因と考えられる。非高齢ドライバーでは、あるレベルでのエラーは、次のレベルでの対応により回復されることが多いため、操作レベル、認知レベルなど単一レベルの分析で、自動車運転の問題点が把握されやすい。しかしながら高齢ドライバーの交通事故の発生状況を見ると、不明な部分が多く、操作レベルでのエラーによる事故だけでなく、判断レベルあるいは認知レベル、知覚レベルでのエラーなど、いくつかのレベルが相互に影響していることも考えられる。

本研究は、高齢ドライバーの特殊性あるいは他の世代と共通の特性など、問題の所在を明確にするという観点から、ここでは最終的な結果としての運転操作に到るまでの、高齢ドライバーの運転能力と、交通環境に対する認識と評価、そしてこれを規定する視覚情報の入手形態とその良否という、一連の行為に対して総合的に理解するため、個人レベルでの分析を行う。そこで階層分析法による道路交通環境評価をした人の中から、高齢層4名、中年層2名、若年層4名を選び、同一の被験者にCRT検査と注視点調査を、AHPで評価対象となった路線を走行して行い¹³⁾、一連の運転行動と走行環境に対する評価特性との関連について分析を行った。被験者の属性は表-4の通りである。

注視点調査は調査中の交通事故の危険等から、実

表-5 CRT検査の検査項目

- 1) 緊急反応検査 (1刺激に対する単純反応)
- 2) 連続緊急反応検査 (1刺激に対する連続単純反応)
- 3) 信号確認検査 (3刺激に対する選択反応)
- 4) アクセル反応検査 (2刺激に対する選択反応)
- 5) 側方警戒検査 (注意の集中配分機能)
- 6) ハンドル操作検査 (認知動作機能の機敏さ及び状況適応力)
- 7) アクセルブレーキ反応検査 (3刺激に対する選択反応検査)

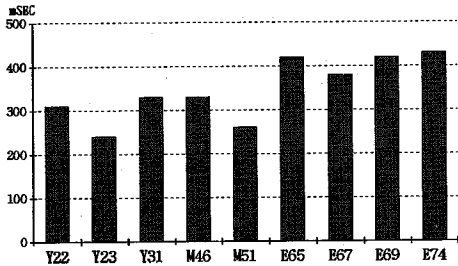


図-6 反応時間

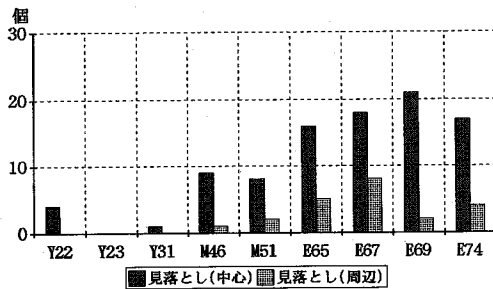


図-7 見落とし回数

走に協力してもらえない高齢者を探し出すことは容易ではないため、被験者の数は自ずと限られたものとなる。これまでに行われた注視点調査^{14)~19)}についてみると、実走による場合では、被験者は3名程度、多いもので5名¹⁴⁾程度であって、しかも高齢者に関する研究はない。また機器の設定が難しく、走行中にも機器のずれなどによりデータが使用できない場合もある。本報告でも注視点調査を行った4名の高齢者のうち、使用できるデータは2名分であった。注視点調査はあくまで個人分析として位置づけられるものであるが、当然のことながら高齢者全体について論述するためには、得られた結果について、多くのデータの蓄積が必要である。

(1) CRT検査による運転適性

CRT検査は、運転行動の安全性の程度を判定し、診断しようというもので、表-5に示すように以下の7種の検査項目がある。

1)~4), 7)の検査は、赤、黄、青などの刺激に対する単純反応、あるいは刺激に応じた反応を検査するものである。

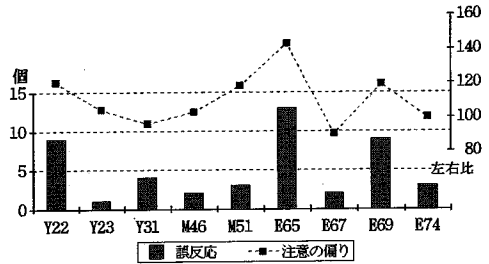


図-8 誤反応と注意の偏り

表-6 年齢およびCRT検査項目の相関行列

	年齢	反応時間	誤反応	見落とし(中心)	見落とし(周辺)	見落とし(合計)	注意の偏り
1. 年齢	1.000						
2. 反応時間	0.805	1.000					
3. 誤反応	0.179	0.483	1.000				
4. 見落とし(中心)	0.949	0.845	0.328	1.000			
5. 見落とし(周辺)	0.779	0.598	0.072	0.752	1.000		
6. 見落とし(合計)	0.951	0.821	0.275	0.984	0.858	1.000	
7. 注意の偏り	0.101	0.012	0.729	-0.075	-0.426	-0.175	1.000

5)はCRT中央の0~9の序数と4隅のいずれかに表示される○×△□の刺激に対して、序数の乱れと×印に対して、選択的な反応を同時に行うものであり、注意配分の適切さや反応の正確さを検査するものである。

6)はCRTに無作為に現われる2つの長方形の間にカーソルを挿入させ、状況認知的確さ、操作の速さ等の能力を測定する検査である。

以上により、一連の運転操作における認知、判断、操作の能力について、操作の速さ、正確さ、反応むら、注意のバランス、節約効果等の検査を行った。

反射的動作における反応時間を図-6に示している。年齢が上がるにつれ、反応時間が長くなっていることがわかる。図-7は側方警戒検査により、前方中心部と、周辺部の見落とし個数を示したものである。これも年齢が高いほど見落とし個数が多くなる傾向がみられる。周辺に対する意識が集中するためか、周辺に比べ中心の見落とし回数が多い。また若年層Y22でも若干見落とし回数が増えているといえる。

図-8はアクセルブレーキ反応検査における誤反応と側方警戒検査における左右の注意の偏りを示している。誤反応の多い順に、E65, Y22, E69, Y31となっており、反応速度や見落とし検査のような年齢との相関はみられていない。誤反応の多いE65, E69, Y22はいずれも注意の偏りが大きく、誤反応と注意の偏りに相関関係が認められ、相関係数は0.

69であった。

表-6には、被験者の年齢とCRT検査項目との相関行列を示している。操作の速さを示す反応時間や単純な認知能力である見落しは年齢と有意な相関（有意水準5%で0.666）がみられた。しかし実際の運転では操作段階のミスにあたる誤反応には、年齢と相関がみられていない。

以上のCRT検査の結果では、Y22に対してE74やE67の結果が対照的であり注目される。すなわちY22では若年で、反応速度も速く、見落としは少ないが、実際の運転でいえば操作段階のミスにあたる誤反応が多くなっている。これに対してE74やE67は高齢であるため反応速度も遅く、見落としも多いが、誤反応は少ない。また誤反応の多いY22やE65、E69は注意の偏りが大きく、E74、E67は少なくなっていることから、対象をバランスよく見ることが運転において重要であることを示唆しているものと思われる。またE74、E69は見落としは少なくないことを考えあわせると、すべての対象を確実に見るのではなくても、重要な対象を判断して注視することの重要性を示唆しているものと思われる。

以上のように高齢ドライバーは反応時間や見落とし回数では差は見られないが、反応の正確さにおいて（E65、E69）と（E67、E74）の2つのグループに分類される。つぎに、注視データの得られたE65とE74の2人の高齢者の注視の内容について、考察を行った。

(2) 視覚情報に関する分析

注視点調査も階層分析法で対象とした同じ路線に3路線を走行して行なった。データのサンプリングは1コマ1/30秒で行い、0.1秒以上同一対象に留まったものを注視点とした^{16), 17)}。

注視による視覚情報の定量化のため、ここでは情報論的エントロピーの概念により考察する。情報論的エントロピーは、離散的情報源から出力される情報を一つ知らされるごとに受け取る情報量の期待値である。本研究では(1)式に示す視覚情報量を定義した。視覚情報量は、より多くの注視対象を短時間に等確率で注視する場合に最大となる。

$$H = \sum_i H_i = \sum_i \sum_k P_{ik} \log_2 \frac{1}{P_{ik}} \quad (1)$$

H: 視覚情報量

H_i: 各対象情報量

P_{ik}: k回目の注視で対象iが単位時間に注視される時間

これまで注視点調査において、その情報量をエントロピーにより評価を行った研究^{18)~21)}では、情報源に対する反応を視点の分布として扱ったもので

表-6 視覚情報量とその構成

(%)

注視対象	路線1		路線2		路線3	
	E65	E74	E65	E74	E65	E74
1 歩行者類	—	—	2.6	—	—	—
2 信号	—	—	—	—	—	—
3 標識	—	—	1.1	1.3	2.4	—
4 電柱・バス停	—	—	4.9	1.6	4.5	—
5 路面	5.7	11.5	18.8	2.0	9.9	6.2
6 メーター	12.2	6.5	—	—	—	—
7 ミラー	—	—	1.0	—	—	—
8 視線誘導	1.8	14.6	16.0	2.3	3.6	20.5
9 風景一般	1.4	15.9	—	33.4	38.4	6.6
10 先行車	34.3	51.5	37.0	22.6	37.0	28.1
11 並走車	28.0	—	14.9	21.9	—	—
12 対向車	—	—	2.5	12.2	1.8	22.8
13 進路変更車	16.6	—	1.3	2.8	2.5	15.9
視覚情報量 (bit/s)	1.59	2.25	1.34	1.49	1.45	1.74

あり、情報量はいわば視点のばらつきの程度を表すものであった。しかしながら、注視はその位置ではなく、あくまでその対象に対して行われるものである。とくに注視対象の位置変化の大きい自動車の運転では、対象に対して視点が留まったことにより評価を行うことが望ましいと考えた。

E65、E74の注視の内容について、路線別に表-6に示している。

a) 路線1における視覚情報

走行環境評価で最も評価の高い路線1についてみると、E74は先行車に対する注視が51.5%と最も高く、視線誘導、路面がそれぞれ14.6%、11.5%となっている。また風景一般が15.9%となっている。これに対してE65は先行車が34.3%と最も高く、その他並走車28.0%、進路変更車16.6%と自動車に対する注視だけで約80%を占めている。また風景一般に対する注視も少ないうえ、自動車内のメーターが12.2%とゆとりのない注視がうかがえる。

b) 路線2における視覚情報

路線2は中央分離帯のない4車線の道路である。E74は先行車、並走車のほかに、対向車も注視するとともに、風景に対しても33.4%の注視を行っている。これに対してE65は、先行車、並走車の他に視線誘導や、路面に対して注視が行われている。

c) 路線3における視覚情報

歩道のない2車線道路で、直線部分の少ない路線3についてみると、E74は先行車、対向車、視線誘導にほぼ同じ割合で注視が行われているのに対し、E65は先行車と風景一般に対する注視が多く、対向車や視線誘導に対する注視は少ない。

このように、E65、E74の2人の注視を比較すると、E74は注視対象が比較的安定し、走行条件が悪

表-7 道路交通環境評価における個人ウェイト (%)

要因	Y22	Y23	Y31	M46	M51	E65	E67	E69	E74
レベル2									
①道路構造	6.7	10.1	50.3	8.8	55.2	12.6	17.8	16.1	3.8
②交通管理施設	19.0	5.0	5.2	8.8	2.5	6.3	5.3	7.2	5.8
③道路情報	3.3	5.0	13.4	23.6	5.4	47.2	21.2	43.1	8.9
④路面状態管理	42.3	27.6	22.6	8.8	11.6	24.4	36.8	25.4	21.6
⑤交通環境	28.7	22.3	8.6	50.1	25.4	9.6	18.9	8.2	59.9
レベル3									
道路幅	1.2	4.3	4.0	1.3	25.8	7.4	2.4	1.8	0.8
①歩車分離	0.4	1.4	11.8	1.3	25.8	3.5	10.4	5.2	0.4
交差点右折	5.0	4.3	34.4	6.3	3.7	1.7	5.0	9.1	2.7
信号の数	5.8	0.9	0.8	1.3	0.3	0.7	1.5	1.0	1.4
②信号待時間	3.4	3.7	0.8	1.8	1.9	1.6	3.1	1.0	4.0
複雑信号機	9.9	0.4	3.7	5.3	0.3	4.0	0.7	5.1	0.5
規制標識	2.3	0.7	6.2	3.4	1.8	27.6	6.0	22.7	1.8
③路面規制標	0.7	0.7	3.0	3.4	1.8	6.4	12.4	11.2	0.9
案内標識	0.3	3.6	4.3	16.9	1.8	13.3	2.9	9.2	6.2
路面状態	10.2	12.6	4.9	0.9	3.4	7.2	5.7	6.0	4.4
④路上駐車	29.7	12.6	16.1	2.3	6.5	15.0	24.2	17.4	15.1
周囲の景観	2.5	2.5	1.5	5.6	1.8	2.1	6.8	2.0	2.1
渋滞	20.5	17.4	1.2	32.6	5.1	2.1	2.6	1.7	41.1
⑤自動車の数	4.1	17.4	1.2	11.1	1.4	4.4	5.3	1.7	14.0
ハイ、大型車	4.1	17.4	6.1	6.4	55.2	12.6	11.1	5.0	3.8

く、危険要因の増加する路線になると、風景の注視から、視線誘導、自動車類へと注視配分を変えている。これに対してE65は注視対象が不安定で自動車類への注視が集中しすぎたり、逆に走行条件の悪い路線3において風景を注視するなど適切性を欠いていると考えられる。

路線別の視覚情報量を見ると、E74は走行環境評価で評価の低い路線3、2、1の順に視覚情報量が多く、またその内容も自動車類、視線誘導などの安全上重要な対象にシフトしているのに対し、E65ではそうした傾向は見られていない。

E65の道路交通環境要因に対するウェイト分布は、3章でみた高齢者全体分析のウェイトに近いことから、高齢ドライバーとしては、むしろE65やE69のような高齢者が一般的であると考えられる。すなわち、道路情報に高いウェイトを与える高齢者は、自動車の運転において注視対象が先行車、並走車、進路変更車などの自動車類に過度に集中してしまい、走行状況全体を把握するために風景などの全体を広く見渡すことが困難であり、走行条件の悪い道路においても、安全上必要と思われる対向車や視線誘導に注視が向かわない傾向があるものと思われる。逆に言えば、このような注視特性が、ドライバーの走行環境の評価、さらには運転特性にも影響しているものと推察される。

(3) 個人の走行環境要因のウェイト

3章で行った年齢層別の階層分析法について、その結果を個人ごとに示したのが表-7である。非高齢者についてレベル2の値をみると、①の道路構造

にウェイトを置くグループ(Y31, M51)、⑤の交通環境にウェイトをおくグループ(Y23, M46)、④の路面状態管理にウェイトをおく個人(Y22)に分類される。これに対して高齢者のE65、E74のレベル2のウェイトをみると、E74は⑤交通環境や④路面状態管理に対するウェイトが高く、若年層のウェイトパターンの中でも、とくにCRT検査で誤反応の少なかったY23に近いパターンとなっている。

一方、E65は③道路情報のウェイトが最も高く47.2%を占めている。この内訳をレベル3でみると、規制標識が最も高く27.6%、ついで案内標識が13.3%となっており、運転時においては周囲の交通状況を把握するよりは、進行方向に対する情報の収集に集中していることがうかがえる。

5. おわりに

本研究では、はじめに高齢ドライバーの将来推計から高齢ドライバーの増加において、比較的高年のドライバーの増加が著しいことを示し、70歳以上のドライバーについて、筆者らがこれまでに行った調査データから、外出率や代表交通手段分担率、交通事故率、交通事故原因、自動車利用環境に対する意識等の特徴について分析を行った。

次に、自動車の運転は、年齢だけでなく心身機能や安全運転意識などによって、個人差も大きいことから、一連の運転行動における高齢運転者の状況について、個人の運転能力と注視特性との関係から、視覚情報入手における問題点を明らかにした。

個人分析により、加齢に伴い運転に必要な反射性や判断能力は低下するが、視覚情報を適正に入手できるドライバーは、交通安全上問題なく自動車を利用できる可能性が示された。

以上の注視特性の分析から、道路交通環境の整備の方向として、①注視の負荷を軽減させる方策と、②適正な注視が行われるような施設整備が必要であると考えられる。前者の例としては歩道や中央分離帯、右折専用車線設置などにより、高齢運転者の認知判断系の負荷を軽減する方法であり、視覚情報量を用いることで、これらの整備効果が定量的に把握できるものと考えられる。また後者の例としては視線誘導施設の設置等により適正な注視配分を誘導することが考えられる。

高齢ドライバーが交通事故に到る危険要因を取り除く方法としては、運転免許の与え方をより厳しくする方法もあろうが、こうした措置をとる際には、その合理性が説明されるための十分なデータの蓄積と検討が必要である。また、これとは別の動きとし

て、ドライバーをとりまく環境は、危険回避、運転補助、情報提供等、高齢者の心身機能の低下を補う技術開発が自動車側、道路側の双方から急速に進んでいる。したがって運転環境条件を固定的なものとなし、高齢ドライバーの問題を極端に厳しくみたり、逆に楽観視するのではなく、こうした技術の推移をみながら、高齢者の自動車利用をとらえると同時に、逆に高齢者が安全で快適に利用できるような環境整備に求められる技術について情報を提供するためにも、高齢者個人の一連の運転行動について明らかにしていく必要があると考える。

本研究は高齢ドライバーの特殊性、または他の世代と共通の特性など、問題の所在を明確にするという観点から、一連の運転行動における高齢ドライバーの運転能力と、交通環境に対する認識と評価、さらにそれを規定する視覚情報の獲得状況について分析を行うことで、高齢者の自動車利用の課題について考察を行ったものである。

本研究で行った注視点調査は、データ収集の制約から、あくまで個人レベルの分析として位置づけているが、運転能力や走行環境評価等の統計的な分析と関連づけて考察するためにはある程度のサンプルが必要である。また、運転操作に関して網羅的な分析が必要であったことから、分析結果の相互の関係が必ずしも定量的に明確にされず、一部に定性的な記述や問題の所在の可能性に留まったなどの課題も残された。今後、注視点調査の効率を高めながら、データの蓄積を行う必要があると考えている。

参考文献

- 1) 清水浩志郎, 本木正直, 石井寿典: 高齢者の交通挙動とその特性, 交通学研究 1984年研究年報, pp. 169-182, 1985.
- 2) 今野速太, 木村一裕, 清水浩志郎, 五十嵐日出夫, 高齢者のモビリティ確保における送迎交通の実態,

- 都市計画論文集, No.29, pp.103-105, 1994.
- 3) 交通安全白書平成4年版, 総務庁, 1992.
- 4) 溝端光雄: 高齢者の交通手段別事故特性について, 交通科学研究資料, No.27, pp.126-127, 1986.
- 5) 自動車安全運転センター編: 高齢運転者の心身機能の特性に関する研究-高齢運転者に関する総合的研究(I), 1985.
- 6) 高齢運転者の事故・違反の特性に関する研究-高齢運転者に関する総合的研究(II), 1986.
- 7) 自動車安全運転センター編: 高齢運転者の心身機能の特性に関する研究-高齢運転者に関する総合的研究(III), 1987.
- 8) 小林實: 高齢ドライバーの運転実態と事故特性, 国際交通安全学会, Vol.9, No.5, pp.308-319, 1983.
- 9) 清水浩志郎, 木村一裕, 吉岡靖弘: 高齢ドライバーの運転形態と事故特性に関する考察, 土木計画学研究講演集, No.12, pp.745~51, 1989.
- 10) 木村一裕, 清水浩志郎, 常田 明: 高齢ドライバーからみた道路交通環境に関する考察, 都市計画論文集, 25号-A, pp.325~330, 1991.
- 11) 刀根薫: ゲーム感覚意志決定法, 日科技連, p.37, 1986.
- 12) 平成2年度道路交通センサス, 東北地方建設局道路部, 1991.3.
- 13) 井深慎也, 清水浩志郎, 木村一裕: 運転者の注視行動に及ぼす道路交通状況の影響, pp.570~571, 1992.
- 14) 村田隆裕: 注視行動の統計的性質, 土木学会論文報告集, Vol.213, pp.55-63, 1973.
- 15) 村田隆裕, 中村良夫: 自動車運転者の注視点, 交通工学, Vol.5, No.5, pp.3-12, 1970.
- 16) 萩原亨, 加来照俊: 運転者の注視点とその評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.6, pp.121-128, 1988.
- 17) 萩原亨, 加来照俊: ビジュアルシミュレーションによる運転者の視点解析手法について, 土木計画学研究・論文集, No.7, pp.289-296, 1989.
- 18) 斎藤和夫, 高桑英司: 高速道路における運転者の視点挙動解析について, 土木学会第44回年次学術講演概要集IV, pp.422-423, 1989.
- 19) 杉山清幸, 卷上安爾: 都市高速道路における自動車運転者の注視挙動調査, 土木計画学研究・講演集, No.15(1), pp.305-310, 1988.

(1994. 8.10 受付)

A STUDY ON DRIVING ABILITY OF ELDERLY DRIVERS AND THEIR EVALUATION OF TRAFFIC ENVIRONMENT

Kazuhiro KIMURA and Koshiro SHIMIZU

In recent years, traffic accidents that elderly drivers could not adapt the rapid change of the traffic environment are rapidly increasing. The purpose of this study is to make clear problems of driving circumstance for elderly drivers by means of AHP(Analytic Hierarchy Process). Values of the weight for safety facility, vehicle and road factors which consists of driving circumstance are calculated. However driving ability is extremely different among elderly drivers. This study also aims to make clear the relationship between the amount of information through eyesight and driving attitude or driving ability of the elderly. The analysis was conducted into distribution of eyemarks and kinds and time of attended sight. Also the driving aptitude test "CRT-test" was conducted. Some relationships were obtained on elderly and non-elderly drivers.