

高齢ドライバーの運転適性に関する人間工学的研究

長 濱 友 治

Ergonomical Study on Driving Aptitude of Aged Drivers

Tomoharu NAGAHAMA

In this research, by applying the inspection technique of system engineering, the driving aptitude of aged driver group and that of student driver group were studied by comparison. First, by dividing into two cases of C. C. No. and T_0 and T/T_1 and T_0 , the two-dimensional analysis was carried out respectively, as the result, it was confirmed that the possibility of becoming the primarily responsible persons in serious accidents was statistically significantly higher in the aged as compared with the student group.

Further, the state of distribution of the diagnostic values in the aptitude test was determined for both groups. As the results, as for the state of distribution of the ranking from A (excellent) to D (unsuitable), A + B (proportion of excellence) was 0 % in the aged group as compared with 48% in the student group, and D + E (proportion of disqualification) was 52% in the aged group, which reached more than half.

1. ま え が き

現在、世界有数の経済大国となったわが国は、急速に高齢化社会を迎えている。特に65才以上の高齢者に関する交通問題が、きわめて重大な社会問題となっていることは衆知のとおりである。高齢者の歩行者、自転車事故の増加の反面、心身機能の低下とみられる高齢ドライバーが第1当事者（加害者）となる事故は、確実に増加の一途をたどっている。さらに、人、キロ当りで基準化された年齢階層別事故率では、65才以上のドライバーは、青壮年層の2倍以上となっている¹⁾。今後、高齢ドライバーの急増とともに、加害者事故の増加が顕著となり、憂慮されるところである。本研究は、「高齢ドライバーに関する総合的研究」の一環として実施したものであり、「運転特性に関する研究」から、高齢ドライバーと学生ドライバーの運転適性を比較論的に研究を進めた。なお、本研究は、あくまでも運転適性からみた事故の危険性を追究することを目的とするものであり、一般的な交通規則を無視した「不安全行動」に関しては論外である。

2. 運転適性検査^{2), 3), 4)}

2. 1 実験方法

現在、各種の運転適性検査方式がある。しかし、これらは主として、心理学者による経験的、確率論的な判定方法であり、重大事故者、事故多発者の指導矯正には有効であるが、事前に事故を予防する手法としては必ずしも十分ではない。これに対して本研究では、より精度の高い方式、すなわち、人間行動に対する制御論的な人間工学と複数の機能が協力して、一つの目的に向かって働く体制を取り扱うシステム工学の考え方で、運転適性を性格性能と技能性能で系統的に結合させた「システム工学的運転適性検査」を採用した。測定器は、① C. C. No (Cybernetic Control No.) 測定器、② 運転技能検査機、③ 注意力計、④ 大脳活動計の4台によるシステムを適用した。特に、C. C. No測定は本システム中、重要な存在である。C. C. Noは、人間の適応の神経支配を数値化した行動特性値であり、適応能力を表わす指数である。従来の研究からC. C. No値のみで、人が歩行者として、ドライバーとして交通事故の危険度を判定する有力な手法であることが裏づけられている。著者は、さきに、老人ホームと大学教員の高齢者のC. C. Noテストを比較実験したが、大学教師のC. C. No値が顕著に秀れていることを確認した。これは、日常の頭の訓練と適度な運動によるものと判断される。

(1) C. C. No理論と測定器

理論の詳細は、文献^{2), 3), 4)}に述べてあるが、簡単に要約すると次のとおりである。人間の行動＝頭の判断＋手足の動作＝判断＋動作のシステム活動と考えられ、これを測定器で測って速さで組み合わせると、①機敏、②慎重、③軽率、④鈍重の行動タイプに分類される。

T_0 ＝判断の速さ、 T_1 ＝動作の速さ、 T ＝対応の速さとすれば、 $T = T_0 + T_1$ の関係があることで $C. C. No = (3/T - 1/2 T_1)$ と定めると、C. C. Noの値で上記の4タイプが決まる。

測定方法は、選別テスト（判断テスト）として、ランダムに光る○△□を弁別して、3つのキーを叩き分ける。動作テストは、1と3のキーを交互に叩く。両テストとも測定時間は10秒間とし、応答数をカウンターから読み取り、 n 、 n' を求める。ただし、 n は3回、 n' は2回の平均値である。

$$n = \text{選別応答数} = (\text{正答数} - \text{ミスカウント})$$

$$n' = \text{動作応答数} = (\text{正答数} + \text{ミスカウント})$$

$$\textcircled{1} \quad C. C. No = \frac{3}{T} - \frac{1}{2 T_1} = (3n - \frac{n'}{2}) \times \frac{1}{10}$$

$$\textcircled{2} \quad \text{判断時間} = T_0 = T - T_1 = \frac{10}{n} - \frac{10}{n'}$$

$$\textcircled{3} \quad \text{正確さ} = \frac{T}{T_1} = \frac{n'}{n}$$

(2) 運転技能検査機

運転技能を測るシュミレータとして、自動車の運転はもとより、刻々状況の変化する中で、機械類を操作するときの即応的判断や、注意判断を左右に広げる注意配分の性能が測られ、一般的な処置判断能力も測れる。

2本の指針の回避ミスを m_1 （左ミス）、 m_2 （右ミス）としてカウントすれば、適性判断のシステム関係式では、 $\Sigma m = S = (m_1 + m_2)$ 、 $\Delta m = D = |m_1 - m_2|$ で運転技能が評価される。なお、 S の大小で総合的な運転技能の中の予測の性能がわかり、 D の大小で左右の障害に対する注意配分のかたよりが判定される。

(3) 注意力計

雑多情報として表示部に0～9の数字を一定速さ H_z でランダムに20秒間点灯し、被験者は、指定された数字（たとえば2、5、8）が光ったとき瞬間的に反応スイッチを押す。ミス回数を m 、パス回数を P とするとき、 $m + P \leq 5$ ならば合格として、テスト H_z を一段高め、 $m + P \leq 5$ の最高合格 $H_z = AH_z$ とする。普通は、 $AH_z = 2 \sim 2.5$ 程度で、 AH_z が高い程、注意力は鋭いと判定される。

(4) 大脳活動計

大脳の活動レベル（意識レベル）を測るために開発された測定器である。表示部に0～9の数字を正しい順序で一定周期 H_z で20秒間点灯し1か所の異変（たとえば5、4の逆順）を発見できた最高 H_z 数を合格 $H_z = BH_z$ とする。普通は、 $BH_z = 5 \sim 6.5$ 程度であり、これより低ければ意識レベルは低いと判定する。

2. 2 適性診断式

C. C. No.測定器と大脳活動計で性格特性を、運転技能検査機と注意力計で技能特性を検査する。各測定器によって得られた性能値を図-1の評点変換尺によって評価し、 X = 性格特性の評点、 Y = 技能特性の評点、 Z = 運転適性の評点を求める。

各測定器から得られた評価は、C. C. No.測定器と大脳活動計より

$$X_1 = (C)$$

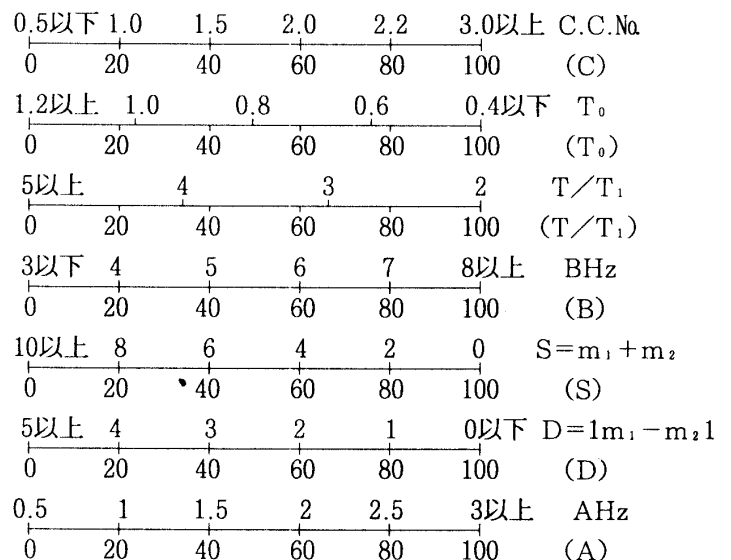
$$X_2 = 1 / 2 \{ (T_0) + (B) \}$$

$$X_3 = (T / T_1)$$

運転技能検査機と注意力計から

$$Y_1 = 1 / 2 \{ (S) + (D) \} \quad Y_2 = (A)$$

$$X = 1 / 6 [3X_1 + 2X_2 + X_3] \text{であるから}$$



性能値に対する評点変換尺
(上側は性能値、下側は評点)

図-1 安全性の評点変換尺と評価

$$X = 1/6 \{ 3(C) + \{(T_0) + (B)\} + (T/T_1) \} \dots\dots\dots(1)$$

$Y = 1/5 [3Y_1 + 2Y_2]$ であるから

$$Y = 1/5 [3\{(S) + (D)\}/2 + 2(A)] \dots\dots\dots(2)$$

$$Z = 1/2 (X + Y) \dots\dots\dots(3)$$

3. 実験結果と考察⁵⁾

福井市内に住む65才以上の高齢ドライバー（65才未満2名を含む）25名と本学の学生ドライバー50名を被験者として運転適性検査を実施した。表-1, 表-2は、本システムによる適性診断結果の一部である。

このデータから分析すると、まず図-2は、高齢者と学生

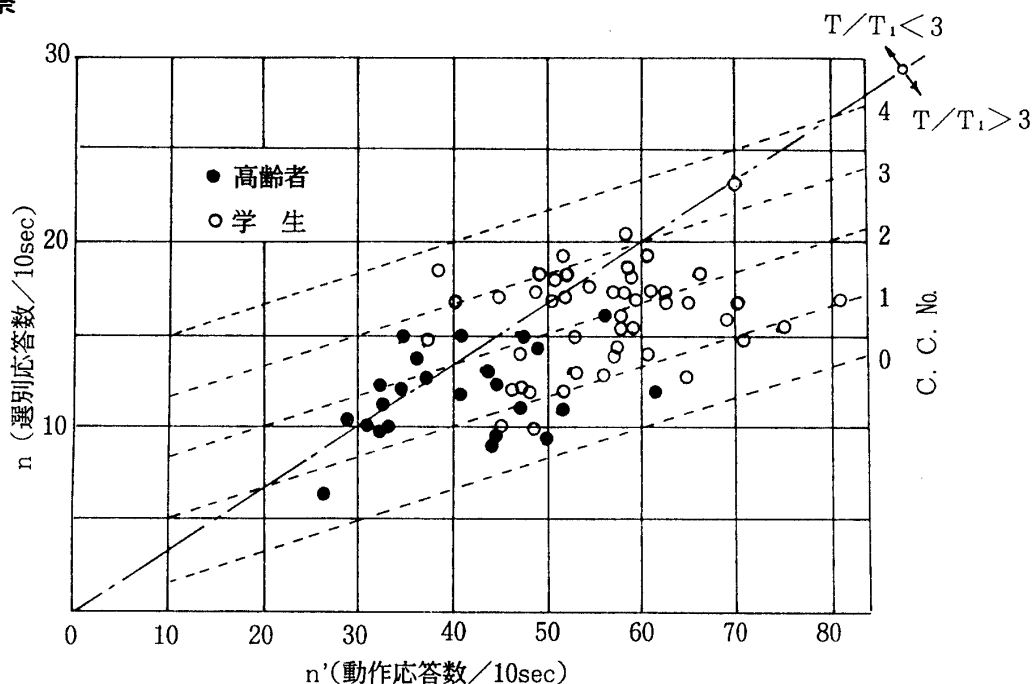


図-2 高齢者と学生のC. C. Naテスト応答数

のC. C. Naおよび、C. C. Naテストの応答の違いを表わしたものである。明らかに高齢者の応答数は、 n , n' とも学生より顕著に低い値を示し、行動特性は軽率型に傾いている。従来の研究から、大局的にみて重大事故の第1当事者となる可能性の強いC. C. Na<1.5の分布状態をみると、学生が16人/50人中（32%）に対して、高齢者は13人/25人中（52%）であり、統計的有意差検定の結果、5%の水準で高齢者の分布率が高い。なお、この場合、C. C. Na値が同値でも n , n' が大きければ判断能力、運動能力が勝れていると判定する。C. C. Na<1.5の者は、行動特性が、きわめて軽率であり、相対的に、判断は遅いが動作が速いことから、交通場面で正確な状況判断ができずに車を走らせる傾向が強いことから、重大事故の可能性が高いことが立証されている。

次に重大事故者の予測の精度を上げるためC. C. Na<1.5の特性を他の行動特性と組み合わせ2次元分析を行ったものが、図-3, 図-4である。従来の研究から重大事故ドライバーは、次の2条件で示される。(a)C. C. Na<1.5と判断力 $T_0>0.55$ すなわち、軽率型で判断が遅い。(b)正確さ（バランス, 器用さ） $T/T_1>3.5$ と $T_0>0.55$ つまり、動作が粗雑で判断が遅い「特性条件」—「危険条件」をもっていることがわかっている。

図-3から「危険条件」の高齢者は13人/25人中（52%）、学生は9人/50人中（18%）となり、図-4からは、高齢者が9人/25人中（36%）、学生は9人/50人中（18%）であり、両群

表-1 高齢者の適性検査診断

		C. C. No. テスト													大脳計		評 点								性格		
被験者	年齢	選別応答数			動作応答数		n	n'	C.C.No.	To	T/T ₁	$\frac{n_{min}}{n_{max}}$	(K)	BHz	(C)	(T _O)	(T/T ₁)	(B)	3(C)	(T _O)+(B)	(合計)	X	診断				
No.	1	72	11	11	13	38	43	11.7	40.5	1.49	0.61	3.5	0.85	90	1.0	40	74	50	0	120	74	244	41	△			
	2	76	11	9	7	42	46	9.0	44.0	0.50	0.88	4.9	0.64	48	1.5	0	40	3	0	0	40	43	7	×			
	3	62	15	15	18	55	57	16.0	56.0	2.00	0.45	3.5	0.83	86	7.0	60	94	50	80	180	174	404	67				
	4	63	11	13	11	60	63	11.7	61.5	0.44	0.69	5.3	0.85	90	3.0	0	64	0	0	0	64	64	11	×			
	5	64	9	9	10	50	50	9.3	50.0	0.29	0.88	5.4	0.90	100	2.5	0	40	0	0	0	40	40	7	×			
	6	73	14	15	16	47	48	15.0	47.5	2.13	0.46	3.2	0.88	96	2.5	65	93	60	0	195	93	348	58				
	7	68	10	9	9	43	46	9.3	44.5	0.57	0.85	4.8	0.90	100	2.0	3	44	7	0	9	44	60	10	×			
	8	68	11	13	14	39	36	12.7	37.5	1.94	0.52	3.0	0.79	78	6.0	58	85	67	60	174	145	386	64				
	9	73	6	6	7	26	26	6.3	26.0	0.59	1.20	4.1	0.86	92	2.0	4	0	30	0	12	0	42	7	×			
	10	76	11	17	15	50	48	14.3	49.0	1.84	0.50	3.4	0.65	50	2.0	54	88	53	0	162	88	303	51				
	11	67	11	14	12	33	31	12.3	32.0	2.09	0.50	2.6	0.79	78	4.0	64	88	80	20	192	108	380	63				
	12	68	10	8	12	33	29	10.0	31.0	1.45	0.68	3.1	0.67	54	3.0	38	65	63	0	114	65	242	40	△			
	13	66	11	12	13	34	35	12.0	34.5	1.88	0.54	2.9	0.85	90	3.5	55	83	70	10	165	93	328	55				
	14	65	14	15	16	37	32	15.0	34.5	2.78	0.38	2.3	0.88	96	5.0	91	100	90	40	273	140	503	84	◎			

被験者 No.	年齢	技能テスト				注意力計		評 点				技能				適性		総合診断		
		m ₁	m ₂	S	D	AHz	(S)	(D)	$\frac{1}{2}(S+D)$	(A)	$\frac{1}{2}(S+D)$	2(A)	(合計)	Y	Z	性格	技能	総合		
1	72	3	1	4	2	2.0	60	60	60	60	180	120	300	60	51	△				
2	76	9	2	11	7	1.5	0	0	0	40	0	80	80	16	12	×	×	×		
3	62	2	3	5	1	2.5	50	80	65	80	195	160	355	71	69		○			
4	63	11	2	13	9	2.5	0	0	0	80	0	160	160	32	22	×	△	△		
5	64	14	5	19	9	2.0	0	0	0	60	0	120	120	24	16	×	△	×		
6	73	2	1	3	1	1.5	70	80	75	40	225	80	305	61	60					
7	68	6	4	10	2	2.0	0	60	30	60	90	120	210	42	26	×	△	△		
8	68	8	11	19	3	2.0	0	40	20	60	60	120	180	36	50		△			
9	73	17	16	33	1	1.0	0	80	40	20	120	40	160	32	20	×	△	△		
10	76	8	2	10	6	2.0	0	0	0	60	0	120	120	24	38		△	△		
11	67	5	5	10	0	2.5	0	100	50	80	150	160	310	62	63					
12	68	4	3	7	1	1.5	30	80	55	40	165	80	245	49	45	△	△	△		
13	66	1	0	1	1	2.0	90	80	85	60	255	120	375	75	65		○			
14	65	6	13	19	7	2.5	0	0	0	80	0	160	160	32	58	◎	△			

表-2 学生の適性検査診断

		C. C. No. テスト													大脳計		評 点							性格	
被験者	年齢	選別応答数		動作応答数		n	n'	C.C.No.	To	T/T ₁	$\frac{n_{min}}{n_{max}}$	(K)	BHz	(C)	(To)	(T/T ₁)	(B)	3(C)	(To)+(B)	(合計)	X	診断			
No.																									
1	20	19	16	17	52	64	17.3	58.0	2.29	0.40	3.4	0.84	88	7.5	72	100	53	90	216	190	459	77	○		
2	20	14	15	13	50	44	14.0	47.0	1.85	0.50	3.4	0.87	94	4.5	54	88	53	30	162	118	333	56			
3	20	18	18	19	50	48	18.3	49.0	3.04	0.34	2.7	0.95	100	5.0	100	100	77	40	300	140	517	86	◎		
4	19	18	18	16	58	64	17.3	61.0	2.14	0.41	3.5	0.88	96	5.5	66	99	50	50	198	149	397	66			
5	19	9	15	12	48	45	12.0	46.5	1.30	0.62	3.9	0.60	40	4.5	32	73	37	30	96	103	236	39	△		
6	20	17	21	18	59	58	18.7	58.5	2.69	0.36	3.1	0.81	82	6.0	88	100	63	60	264	160	487	81	◎		
7	19	16	15	12	60	55	14.3	57.5	1.42	0.53	4.0	0.75	70	7.5	37	84	33	90	111	174	318	53			
8	19	8	10	12	46	44	10.0	45.0	0.75	0.78	4.5	0.67	54	5.0	10	53	17	40	30	93	140	23	△		
9	20	18	20	20	50	53	19.3	51.5	3.22	0.32	2.7	0.90	100	8.0	100	100	77	100	300	200	577	96	◎		
10	20	12	11	15	65	64	12.7	64.5	0.59	0.63	5.1	0.73	66	7.5	4	71	0	90	12	161	173	29	△		
11	19	19	19	14	51	46	17.3	48.5	2.77	0.37	2.8	0.37	66	9.5	91	100	73	100	273	200	546	91	◎		
12	22	17	16	15	58	58	16.0	58.0	1.90	0.45	3.6	0.88	96	9.0	56	94	47	100	168	194	409	68			
13	21	18	19	15	57	57	17.3	57.0	2.34	0.40	3.3	0.79	78	7.5	74	100	57	90	222	190	469	78	○		
14	20	18	13	19	67	62	16.7	64.5	1.79	0.44	3.9	0.68	56	6.5	52	95	37	70	156	165	358	60			

被験者 No.	年齢	技能テスト				注意力計		評 点				技能				適性		総合診断		
		m ₁	m ₂	S	D	AHz	(S)	(D)	$\frac{1}{2}(S+D)$	(A)	$\frac{1}{2}(S+D)$	2(A)	(合計)	Y	Z	性格	技能	総合		
1	20	1	1	2	0	2.5	80	100	90	80	270	160	430	86	82	○	◎	◎		
2	20	21	25	46	4	2.5	0	20	10	80	30	160	190	38	47		△	△		
3	20	2	0	2	2	2.5	80	60	70	80	210	160	370	74	80	◎	○	◎		
4	19	0	0	0	0	2.5	100	100	100	80	300	160	460	92	79		◎	○		
5	19	7	7	14	0	2.0	0	100	50	60	150	120	270	54	47	△		△		
6	20	10	9	19	1	2.5	0	80	40	80	120	160	280	56	69	◎				
7	19	5	2	7	3	2.5	30	40	35	80	105	160	265	53	53					
8	19	17	16	33	1	2.0	0	80	40	60	120	120	240	48	36	△	△	△		
9	20	8	11	19	3	3.0	0	40	20	100	60	200	260	52	74	◎		○		
10	20	0	1	1	1	2.5	90	80	85	80	255	160	415	83	56	△	◎			
11	19	11	8	19	3	2.5	0	40	20	80	60	160	220	44	68	◎	△			
12	22	1	1	2	0	2.5	80	100	90	80	270	160	430	86	77		◎	○		
13	21	0	1	1	1	2.0	90	80	85	60	255	120	375	75	77	○	○	○		
14	20	1	1	2	0	2.5	80	100	90	80	270	160	430	86	74		◎	○		

の差は、(a)のケースで1%水準で高度に有意差があり、(b)のケースも5%水準で高齢者の分布率が高い。この結果、2条件中のいずれかに該当する者は、重大事故を起こす可能性が、きわめて高いと予測される。

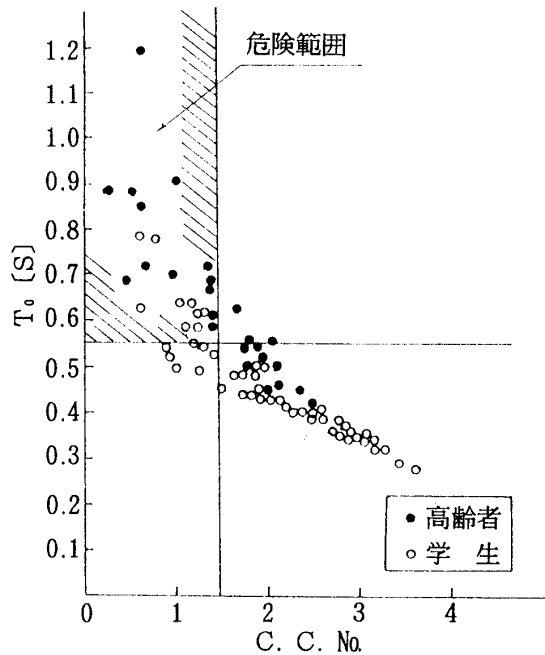


図-3 C. C. No. — T_0

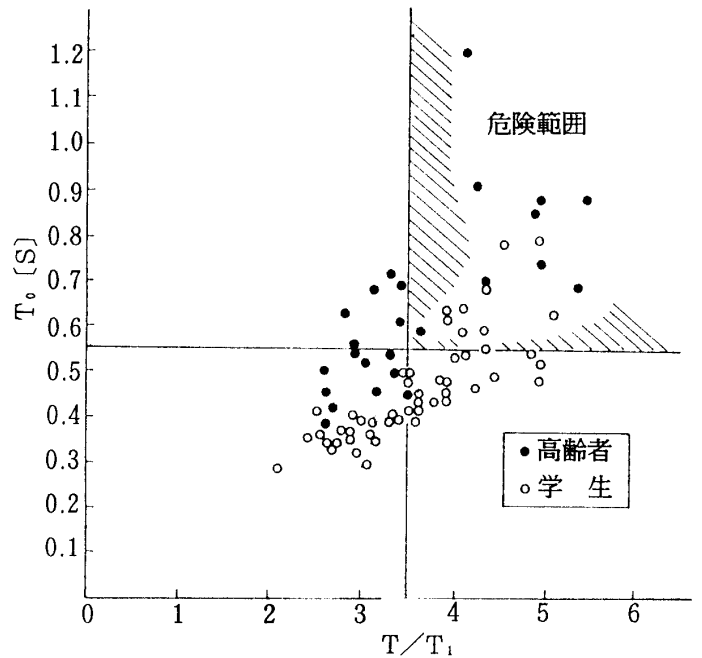


図-4 T/T_1 — T_0

次に図-5は、C. C. No.を軸として脳活動計の応答速さを比較したものである。高齢者は、C. C. No. < 1.5, $BH_z < 5$ の意識レベルの低い領域に集中していることが判った。

図-6は、 AH_z をC. C. No.を軸とした相関図であるが、学生に比べて注意力の低い高齢者が顕著に多く表われている。両テストとも高齢者の応答速さ(H_z)が学生よりも、きわめて低く、標準値を下回る者の多いことが判明した。

さらに、運転技能検査の結果を図-7に示す。 Σm , Δm の累積度数曲線図によって表わしたが、 $\Sigma m \leq 5$ の合格者数は、高齢者が7人/25人中(28%)、学生は34人/50人中(63%)であり、1%の高度の有意差で学生群が

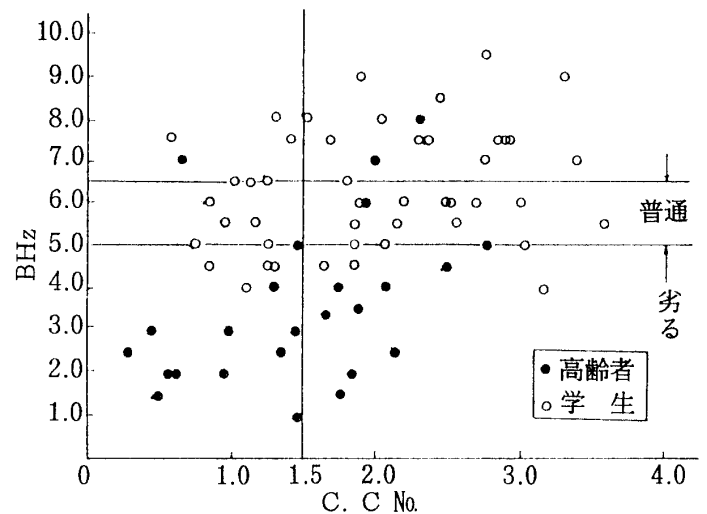


図-5 BH_z — C. C. No.

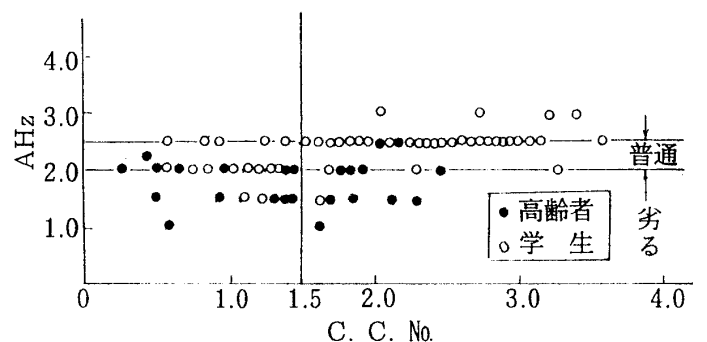


図-6 AH_z — C. C. No.

勝れている。

$\Delta m \leq 2$ の合格者数は、高齡者が14人／25人中（56%）、学生は39人／50人中（78%）であり、5%の有意水準で学生群の合格率が高いことが確認された。

最終判定として、表-1、表-2にX、Y、Zの評点を示した。なお、評点に対する判定表は、表-3である。総合判定（Z）について、両群のA～EランクおよびA+B（優良率＝適合率）とD+E（不適率）の分布を比較したものが表-4である。両群の差は、きわめて顕著であり、優良率は高齡者が0%に対して、学生は48%と、ほぼ半数を占め、逆に不適率は、高齡者が52%と過半数に達している。なお、Cランク（普通）は高齡者が48%と半数近く存在しており、大局的にみて半数は合格との見方もある。しかし、現在の錯綜率の高い危険な交通状況下では、推奨適性とは言い難いと考える。

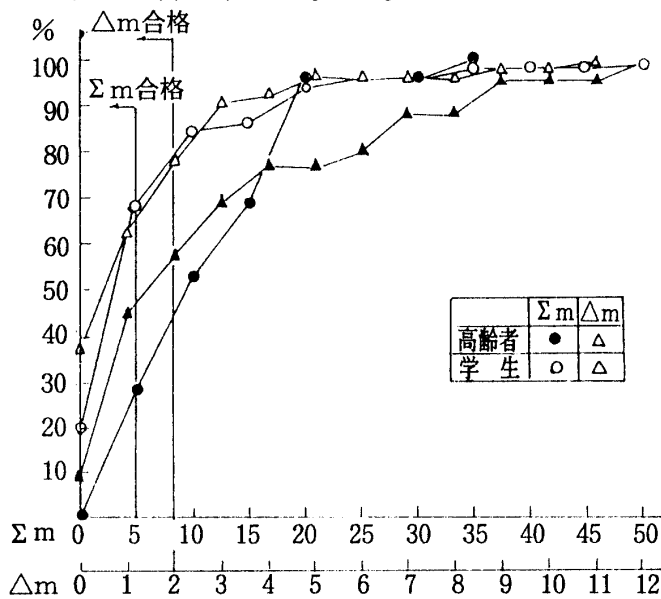


図-7 運転技能検査

表-3 判定表

X, Y, Z	ランク	記号	診断
80以上	A	◎	優秀
70～79	B	○	良好
50～69	C		普通
20～49	D	△	要注意
0～19	E	×	不適

表-4 総合適性診断

群	N	A	B	C	D	E	A+B (優良率)	D+E (不適率)
高齡	25人	0人 0%	0人 0%	12人 48%	11人 44%	2人 8%	0人 0%	13人 52%
学生	50人	13人 26%	11人 22%	18人 36%	8人 16%	0人 0%	24人 48%	8人 16%

4. 高齡者の交通安全意識・行動調査⁶⁾

65才以上の高齡ドライバーについて、福井市に在住するJAF会員300人をランダム抽出し、アンケートを平成2年7月～8月に郵送配付・回収方式で実施した。一方、65才以上の非ドライバー（一般老人）についても同時期に、福井市交通安全講習会時に配布し交通指導員によって説明し152人の有効回答を得た。調査内容は、交通事故への不安感と話し合い状況、高齡者の交通事故原因、外出目的、外出時の交通手段、交通事故の経験など19項目におよんでいるが、詳細については、機会を改めて述べることにし、ここでは、その主な項目について概要を述べる。

まず、『1週間の外出日数』については、「週5日以上」がドライバー群では、70.4%と顕著に高く、非ドライバー群でも51.2%と高く、事故に遭遇する危険度が高いことを裏付けている。

『外出手段』では、1番目、2番目の順位付け複数回答をとらせた。第1手段では、ドライバー群は「乗用車」が66.0%で過半数を占め、また、非ドライバー群では、「自転車」が50.0%「徒歩」が41.8%と全交通手段の9割以上を占めている。第2手段では、ドライバー群が「自転車」

が、30.7%で1位、非ドライバーは、「バス」が30.9%で1位となっている。この結果、ドライバー群は、「乗用車」、「自転車」を外出手段とし、行動的であることがわかる。

『高齢者の交通事故原因』では、「お互いの不注意」とする回答が両群とも50%を占めているが、ドライバー群では、「高齢者の不注意」とする回答が高率を示し、非ドライバー群の2倍となっている。これは、ドライバー群が一般老人の交通マナーの悪さを指摘するものとみなせる。

『過去5年間の交通事故経験』では、ドライバー群が16.5%、非ドライバー群は9.2%であり、ドライバー群の高率が明らかとなったが、「あいかけたことがある」を加えると両群とも3割近くが、交通事故の遭遇者または、未遂者であることが判明した。

5. 結 論

運転適性(Z) = 性格特性(X) + 技能特性(Y) で構成されるものとして、

性格特性 = 性格的判断力 + 性格的運動能力

(C. C. No.測定器 + 大脳活動計)

技能特性 = 技能的判断力 + 技能的運動能力

(運転技能検査機 + 注意力計)

について、詳細な比較分析を行った結果、高齢ドライバー群が顕著に悪く、身についた性格的な判断や動作と車の運転に必要な独特な判断、動作における能力の低下が著しく、総合的に運転適性の劣るドライバーが過半数を占めるという危険な実態が浮き彫りにされた。高齢ドライバーは、他の世代に比べ安全運転義務の順守率が、きわめて高い。しかし、この世代の第1当事者(加害者)事故の急増は本研究から、運転適性のきわめて劣るドライバーの増加が直接原因と考えられる。全国的見地から本検査手法を適用して適性診断を行い、運転適性の劣る者を判定して、その適性改善をはかることが急務である。

本研究にあたり、著者の畏友、元東京大学生産技術研究所・研究員(現稲葉人間工学研究所長)稲葉正太郎氏には貴重な助言を頂いた。また、JAF福井支部には協賛者として絶大な御協力を賜った。ともに厚く御礼を申し上げる次第である。

参 考 文 献

- 1) 溝端光雄：高齢運転者の問題点と交通安全に関する基礎的研究，土木計画学研究・講演集，No.8，1986.
- 2) 稲葉正太郎：交通事故と人間工学，コロナ社，1988.
- 3) 長濱友治：道路交通事故とC. C. No.，福井工大研究紀要第12号，1982.
- 4) 長濱友治：道路交通事故分析に関する二・三の実験，福井工大研究紀要第4号，1974.
- 5) 前掲：2)
- 6) 定井喜明外1名：交通安全行動・意識特性と交通安全対策，交通工学，No.6，1983.

(平成3年10月2日受理)