

# 自動車の高速運転にともなう乗務員の 心理的生理的負荷に関する一研究

— 東名神高速道路と一般国道との比較を中心として —

西 山 啓

自動車の高速運転時における運転者の心理・生理的負荷については、従来から、種々の研究がなされている。最近の研究としては鶴田を中心とする研究グループ（1968）が、長距離高速夜間運転の心身機能に及ぼす影響をみるため、名神高速道路を走行させた運転者について種々の測定・分析を試みている。これによると、8時間にわたる運転\* の場合、フリッカー値・心搏数・呼吸数・近点距離検査等から心身諸機能を検討した結果、1. 運転開始時においては、精神機能は最も高く、漸次低下していき、休憩により少し回復する。2. 4時間運転後途中での休憩は、1時間20分の場合より、2時間20分の場合が、機能回復に効果的である。3. 2日間の連続夜間走行後32時間の休養により、諸機能は回復すると思われる。等々の結果を報告している。

さらに上述の研究グループでは、藤本（1969）が東名神高速道路\* を走行した大型貨物車運転者について、フリッカー値・自覚症状訴え数等による疲労度の推移を発表している。

また、西山・福井（1963）は、一般国道における夜間長距離トラックの運転作業\* によって生じる運転者の心理・生理的疲労を、フリッカー値、尿蛋白の発現状況・体位血圧反射・自覚症状等より測定している。これらの諸研究結果から考えられることは、運転者の疲労の要因としては、とくに精神的、情緒的な緊張が指摘されること。さらに適度の休養による、これらの緩和と回復の必要性という点である。

## 目 的

今回の実験は、以上の観点をもとに、高速運転時における自動車運転者の心理的・生理的負荷を従来とは異なった側面より検討分析し、その実態の解明を行なおうとするものである。従って東名・名神高速道路および、一般国道走行時における運転者の測定結果を比較するととも

- 注 1 4時間運転—（大休憩）—4時間運転 のかたちをとり、茂木—彦根間98.5kmを3往復（約590km）する
- 2 西宮—岡崎間（240km）1往復
- 3 松江—大阪間（328km）1往復

に、一般国道をも高速走行出来る緊急自動車の乗務員の測定結果の分析もあわせ行なった。

### 対象

バス運転手ならびにパトカー・白バイ乗務員

計 36名

### 実験 I

バス運転手については、大型バスによる一般国道と高速道路との走行比較を次の測定尺度でおこなった。

1. フリッカー値
2. 脈圧の変動
3. Kupriferrocyanid 膠質液凝結反応（高野氏反応）による疲労度の測定（尿の滴定を行ない疲労度を測定する）
4. 走行中における運転者の心搏数の変化
5. 自覚症状

実験は昭和44年8月27日より30日までの間、走行コースは図1に示される。

なお、実験車として使用したバスには運転者の訓練教育参加者25名ならびに、測定担当者、オブザーバー等若干名が塔乗している。

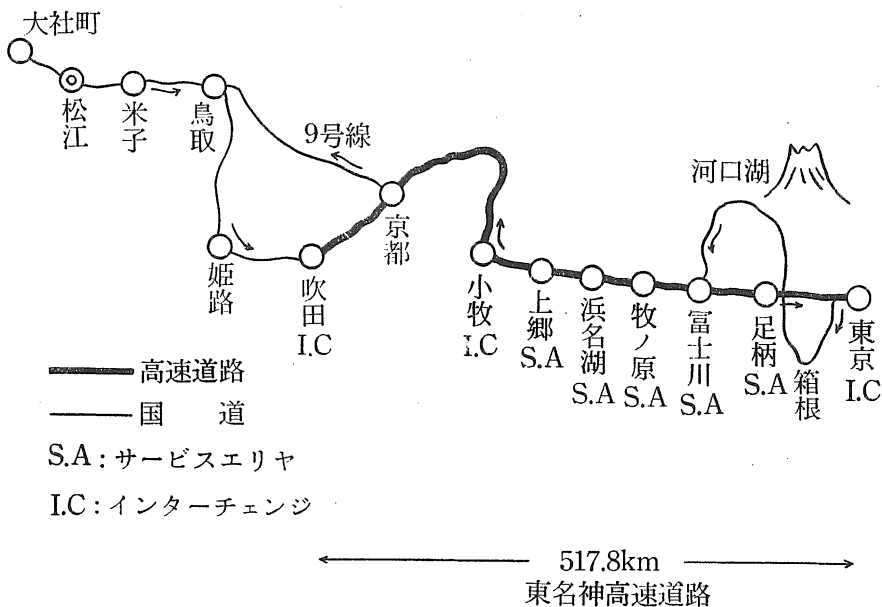


図1 走行コース

なお、国道および高速道路の交通実態から、実験車の駐・停車の個所に制約をうけるため、各被験者の運転時間および走行料数は必ずしも均等ではない。

### 結果および考察

結果は、表1および表2、図2、図3に示される。この資料からみると、一般国道と、高速道路走行において、運転者の疲労に顕著な差はみられないようである。また、高速道路におい

では、一般国道の場合よりもフリッカー値が、逆にわずかながら、増大の傾向をしめすものが多い。この点に関しては、小木（1969）の研究結果と同じ傾向をみとめる。彼によれば、名神高速道路を一定スピードで走行させたマイクロバスの運転者につき、フリッカー値・心搏数の変化等を測定した。その結果、30分走行後のフリッカー値は、時速80kmあるいは100kmでは高進傾向（著者注・上昇傾向）のあることが考えられるに反して、60kmではその傾向をみないとしている。本実験の場合、走行時間は、60分前後であることから考えると、いまだ上述フリッカー値の高進傾向の状態内にあるものと考えられる。また予期に反し高速道路においては、一般国道の場合よりもフリッカー値が逆にわずかではあるが増大の傾向をしめすものの方が多く、また尿検査\*の結果からも疲労度の変化はみとめがたい。またこの場合運転者の疲労に対する自覚症状は殆ど皆無であった。この原因としては、高速道路は一般道路にくらべ、対向車、歩行者、信号機等道路状況の突発的变化が少ないこと。高速走行とはいえ、時速70—90kmの範囲内で運転者が最も適切と判断した速度\*で1時間程度を走行した場合は危険感よりもむしろ快適感をもつ等の理由からか、一般国道の場合と同様疲労度がそれほど顕著に表わされていない、ということである。また運転者自身の内省報告によれば、一般国道にくらべ道路環境のよき運転の快適さを指摘するものが多く、速度感に対する危険感をそれ程に感じなかったようであ

表1 一般国道走行時のフリッカー値及び血圧変化

	走行時間 (分)	フリッカー値		血 圧 変 化		
		cff	変動率	血圧高/低	脈 圧	脈 圧 変動率
S. K.	41	41.5	100	120/78	42	100
		41.3	99.5			111.9
		-0.2	- 0.5	139/92	47	+11.9
Nt. E.	84	40.3	100	166/120	46	100
		41.8	103.7			108.7
		+1.5	+ 3.7	152/102	50	+ 8.7
O. K.	54	40.5	100	132/88	44	100
		38.7	95.6			68.2
		-1.8	- 4.4	128/98	30	-31.8
N. Tu.	48	36.7	100	120/82	42	100
		36.8	100.3			95.2
		+0.1	+ 0.3	116/76	40	- 4.8
T. J.	73	39.8	100	174/90	84	100
		41.3	103.8			59.4
		+1.5	+ 3.8	146/96	50	-40.6
G. T.	57	41.5	100	132/78	54	100
		40.0	96.4			59.2
		-1.5	- 3.6	172/88	32	-40.8
M. A.	63	42.3	100	180/98	82	100
		40.5	95.7			82.9
		-1.8	- 4.3	172/104	68	-17.1

注 1. この場合90km/h走行を連続することは無理であると報告するものが多かった。  
 2. 大部分75~80km/hで走行している。

表2 高速道路走行時のフリッカー値及び血圧変化

	走行時間 (分)	フリッカー値		血 圧 変 化			尿 検 査 (疲労度)
		cff	変動率	血圧高/低	脈 圧	脈圧変動率	
S. K.	104	$\frac{40.9}{41.3}$ +0.4	$\frac{100}{101}$ + 1.0	118/72 122/60	46 62	$\frac{100}{134}$ +34	
N. te.	63	$\frac{42.3}{44.2}$ +1.9	$\frac{100}{104.5}$ + 4.5	136/110 150/120	26 30	$\frac{100}{115.4}$ +15.4	++ ++
O. K.	42	$\frac{39.2}{39.8}$ +0.6	$\frac{100}{101.5}$ + 1.5	132/80 126/86	52 40	$\frac{100}{76.9}$ -23.1	++ ##
N. Tu.	58	$\frac{38.0}{39.3}$ +1.3	$\frac{100}{103.4}$ + 3.4	126/78 98/72	46 26	$\frac{100}{56.5}$ -43.5	
T. J.	43	$\frac{43.5}{43.0}$ -0.5	$\frac{100}{98.9}$ - 1.1	150/98 148/88	52 60	$\frac{100}{115}$ +15	+ ++
G. T.	61	$\frac{42.2}{42.2}$ 0	$\frac{100}{100}$ 0	116/72 108/70	44 38	$\frac{100}{86.4}$ -13.6	## ##
M. A.	35						++ ##

\* 夏期のため発汗多く所定時刻に排尿がなかったため測定出来なかった

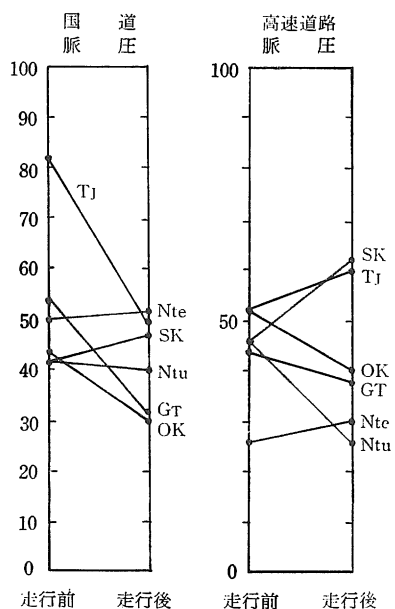


図2 脈圧の変化

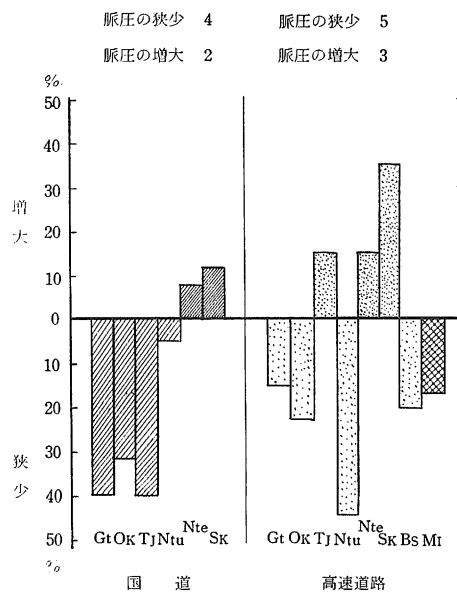


図3 脈圧指数の変化 (%)

る。

血圧の変動，とくに脈圧の変化は，表3図2，3に示される。

表3 脈 圧 変 化 比 較

		一 般 国 道			高 速 道 路		
		運転前(指数)	運転后(指数)	差	運転前	運転后	差
G. T.	45	54 (100)	32(59.2)	-24	44 (100)	38(86.4)	- 6
O. K.	42	44 (100)	30(68.2)	-14	52 (100)	40(76.9)	- 12
T. J.	37	84 (100)	50(59.4)	-34	52 (100)	60(115.0)	+ 8
N. Tu.	45	42 (100)	40(95.2)	- 2	46 (100)	26(56.5)	- 20
N. Te.	34	46 (100)	50(108.7)	+ 4	26 (100)	30(115.4)	+ 4
S. K.	35	42 (100)	47(112.0)	+ 5	46 (100)	62(135.0)	+ 16
B. s.	33				42 (100)	34(81.0)	- 8
$\bar{x}$		52.0 .10<p<.5	41.5(79.8)	-10.5	44.0 p>1.0	41.4(94.1)	-3.6

脈圧の狭少化は循環器システムの機能低下を示すわけであるが，統計的検定の結果からは，必ずしも有意な差があるとは認めがたい。しかしこれは次のような理由をあわせ考えた上で考察する必要がある。即ち ① 今後の計測数の増加 ② 高速道路走行前においてすでに血圧に変動を来していた被験者が多かったこと（国道走行時すなわち第1日目と高速道路走行時すなわち第2日目の血圧状態が概ね同一と見なされるもの，わずか2名であった） ③ そして、

表4 一般国道と高速道路における  
運転中の心搏数平均値比較

	一般道路	高速道路	差
G. T.	86.3	72.2	-14.1**
O. K.	67.5	67.1	+ 0.4
T. J.	77.0	85.0	+ 8.0**
N. Tu.	77.9	120.5	+42.6**
N. Te.	62.4	66.0	+ 3.6**
S. K.	65.5	75.2	+ 9.7•
M. A.	74.0	74.5	+ 0.6

注 欄内の\*\*は  $p<.01$ ，•は  $.10<p<.05$  をしめす。

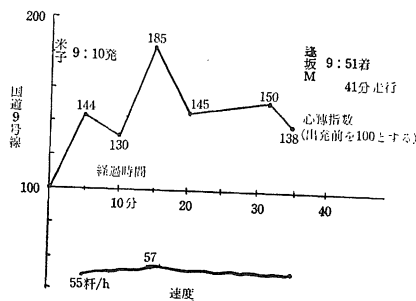
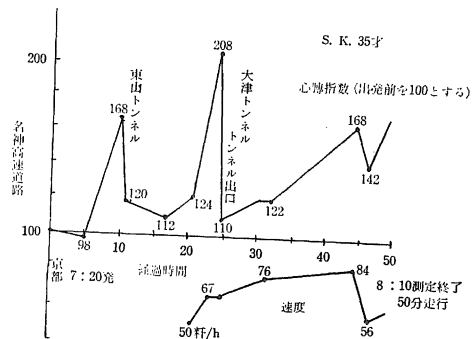


図4 走行中の被験者S.K. 心搏数の変化  
(名神：9号線の比較)

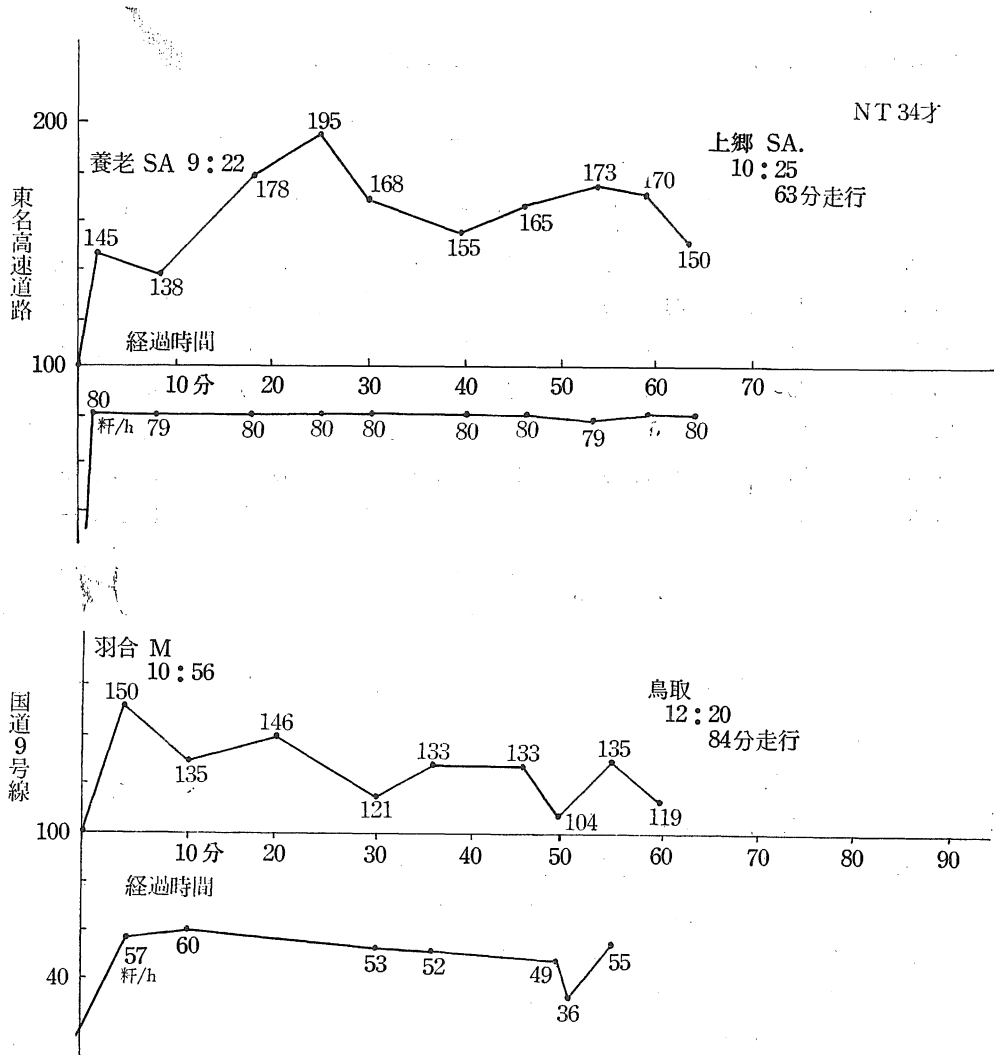


図5 被験者NT 走行中の心拍数の変化 (東名: 9号線の比較)

②の状態を呈した原因として第1日目夜の睡眠、休息状況等が平常と異なっていたのではないかとということ。

次に心拍数の変化を測定し、運転中の運転者の心的緊張状態をみた。表4この結果の示すように7名中3名はあきらかに一般道路にくらべ高速道路の走行の方が心拍数の増加をしめし ( $P < 0.1$ ) 1名は5%レベルでの有意差は認めえないが増加の傾向 ( $.10 > P > .05$ ) をしめし、1名は逆に高速道路走行時において心拍数の減少を来している。 ( $P < .01$ ) しかしながら、この際この一名は、例外的なケースであるとの感がつよい。この結果から、一般に運転者の心拍数は、高速道路においては、一般国道走行の場合に比べて増加するといえよう。この変化を直ちに疲労の指標として解釈することには問題があるが、少なくとも運転作業にともなう

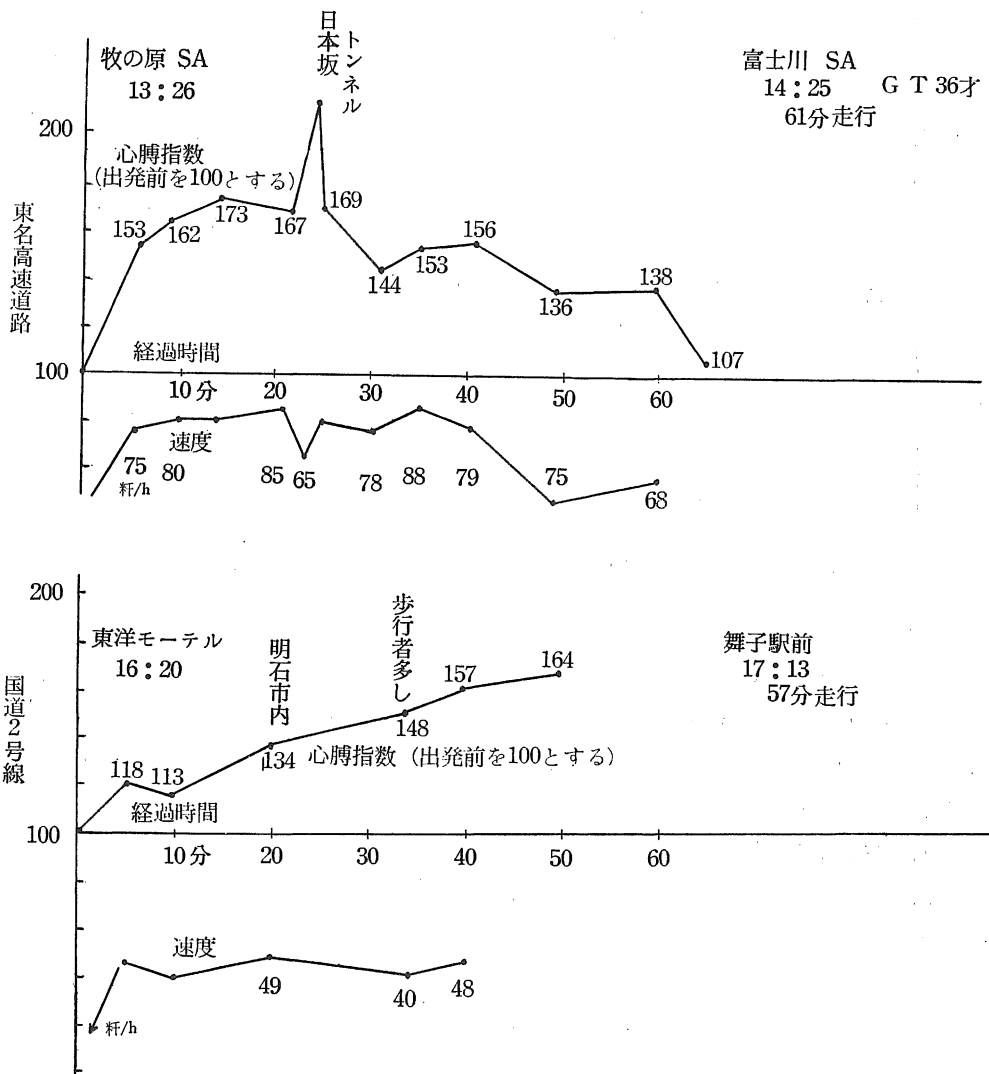


図6 被験者GT 走行中の心搏数の変化(東名:2号線の比較)

緊張が生理的・心理的負荷となってこの部分にあらわれているのではないかと推察される。

次に走行中の運転者の心搏数の推移を速度と対応させ、図4～図7に示した。これらの結果から指摘される点は、共通の現象として、①速度の増加につれ心搏率が上昇する。②見とおしのわるい個所、歩行者の発見、交通渋滞の場合などは速度の大小に関係なく心搏数の増加をみる。③トンネルに入った場合は心搏数が急激に増大する。大久保(1967)によれば、トンネル内において心搏数の平均130—140%の増加を報告している。この原因は、②の場合の見とおし不良によるもの、トンネルそのもののもつ圧迫感によるものかのいずれによるかはいまだ明確でない。④高速道路は、一般道路にくらべて心搏数の増加率が大きい。ということであった。

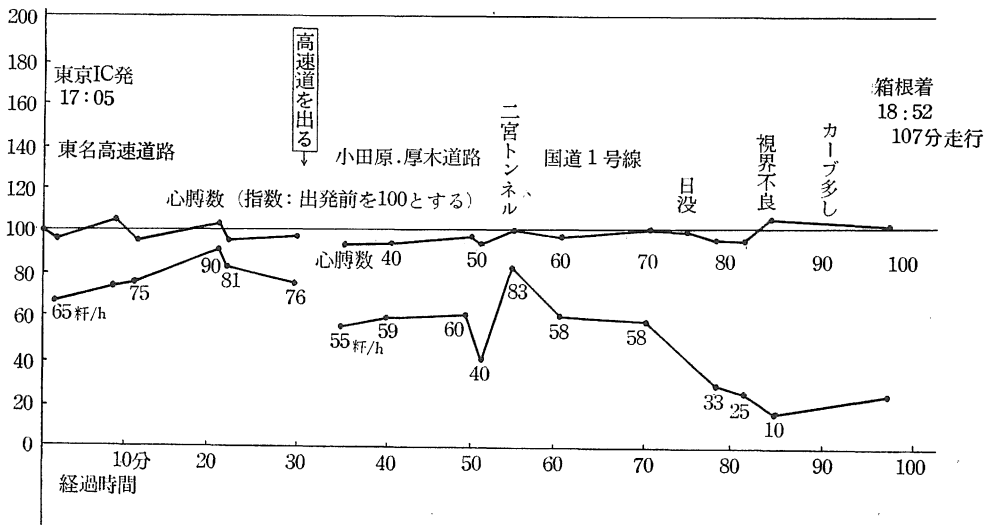


図7 被験者MA 走行中の心搏数の変化 (高速～一般国道の連続の場合比較)

## 実験 2

実験1の結果をもとに、今実験では一般国道における高速運転時の、運転者の生理的・心理的負荷について考察するものであるが、一般国道では道交法により最高速度は時速60km以下に制限されている。したがって、今回の実験では緊急自動車に乗務する運転者を中心におこなわれた。測定に用いた測度は、

1. フリッカー値
2. Kupriferrocyanid 膠質液凝結反応による疲労度の測定 (尿の滴定)
3. 走行中における運転者の心搏数の変化 (四輪車の場合) である。

## 結果 および 考察

結果は表5および表6.1～6.3に示される。

これらの結果からみると、フリッカー値においては、緊急自動車乗務員の場合、運転勤務者と、助手勤務者とでは、フリッカー値の降下率にひらきがあり、運転勤務者の降下がいちじるしい。(表5, 図8) これは、運転そのものによる影響か、年齢的な理由(運転勤務者と助手勤務者との間には約4才のひらきがある)かについては、ここで早急な結論は出しがたい。しかし運転者の場合、運転開始直前よりも、約2時間後において、フリッカー値が上昇し、その後低下していくという傾向(図8)は、西山・福井(1963)の以前に行なった研究結果と同じ傾向をしめしている点は注目しに値する。今後さらに測定数を増やして、この点を検討していきたい。

白バイ乗務員のフリッカー値の変動は、降下率そのものを直接比較した限りでは、緊急自動



表5 緊急自動車乗務員フリッカー値変動

年令	測定時点						
	9:00 (指数)	10:30~45	12:00	13:00	15:30	17:00	差
O. T. 22	37.0(100)	107.7(107)	37.5(101.4)		37.5(101.4)	37.5(101.4)	+0.5 (+1.4)
N. K. 23	37.4(100)					35.3 (94.9)	-2.1 (-5.1)
K. s. 23	32.6(100)					32.1 (98.5)	-0.5 (-1.5)
T. K. 24	36.7(100)		37.9(103.3)			31.8 (86.6)	-4.9(-13.4)
I. Y. 24	37.6(100)					35.0 (93.1)	-2.6 (-6.9)
K. T. 22	37.8(100)		39.6(104.8)			37.0 (97.9)	-0.8 (-2.1)
N. T. 24	42.5(100)	41.1(96.4)	40.1 (94.4)	42.4(99.8)		39.2 (92.2)	-3.7 (-7.8)
$\bar{X}$							-2.5 (-6.6)
A. M. 28	41.1(100)	42.1(102.4)	40.9 (99.5)	42.0(102.2)		39.6 (96.4)	-1.5 (-3.6)
I. I. 27	38.5(100)	39.6(102.9)	37.1 (96.4)	38.4 (99.7)	37.9 (98.4)	37.7 (97.9)	-0.8 (-2.1)
I. Y. 33	37.4(100)					34.8 (93.0)	-2.6 (-7.0)
$\bar{X}$							-2.5 ( 6.6)
		cff 差 指数による差(%)			平均年令		
運転勤務者		$\bar{X} = -2.5$			-6.6		
助手勤務者		$X = -1.3$			-3.0		
					27.2才		
					23.1才		

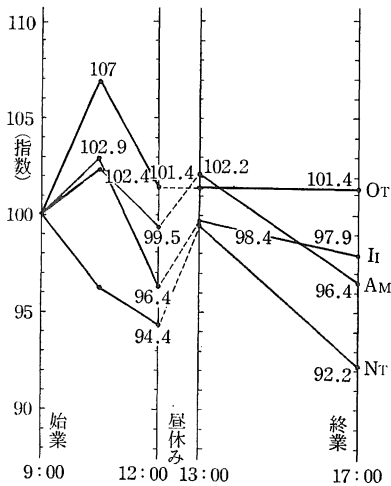


図8 フリッカー値変動  
(緊急自動車・6時点測定)

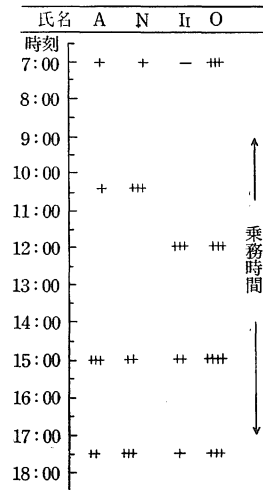


図9 緊急自動車乗務員の尿測定による疲労度の推移 (図示したのは測定時点より2時間さかのぼった時刻における疲労を判定したもの)

表 6.1 白バイ乗務員のフリッカー値変動 (22~27才群)

	測定時点					差
	9:00	11:40~12:00	13:00	17:00		
年齢	(指数)					
U. O. 22	36.9 (100)	36.3 (98.4)	36.6 (99.2)	34.8 (94.3)	-2.1(-5.7)	
H. N. 23	36.9 (100)	36.3 (98.4)	36.8 (99.7)	35.3 (95.6)	-1.6(-4.4)	
H. S. 23	36.1 (100)		35.3 (97.8)	35.3 (97.8)	-0.8(-2.2)	
O. M. 25	37.6 (100)	37.3 (99.2)		36.5 (97.0)	-1.1(-3.0)	
Y. S. 25	36.5 (100)	37.7 (103.9)	38.5 (106.1)	37.3 (102.0)	+0.8(+2.6)	
T. M. 27	35.8 (100)			34.8 (97.3)	-1.0(-2.7)	
平均値	cff 差 $\bar{X} = -1.00$		指数による差 $\bar{X} = -2.6\%$			

表 6.2 白バイ乗務員のフリッカー値変動 (28~39才群)

	測定時点					差
	9:00	11:40~12:00	13:00	17:00		
年齢	(指数)					
K. T. 28	34.7 (100)	35.3 (101.7)	35.8 (103.2)	35.1 (101.2)	+0.4(+1.2)	
M. S. 29	36.4 (100)	36.8 (101.1)	37.7 (103.6)	35.3 (96.9)	-1.1(-3.1)	
O. S. 29	39.0 (100)	37.4 (95.9)	39.2 (100.5)	36.9 (94.6)	-2.1(-5.4)	
J. S. 31	37.6 (100)	36.0 (95.7)	37.1 (98.7)	35.3 (93.8)	-2.3(-6.2)	
E. N. 31	34.3 (100)	35.7 (104.1)	37.0 (107.9)	35.5 (97.7)	-0.8(-5.8)	
F. T. 33	37.3 (100)	36.5 (97.8)	36.4 (97.6)	35.2 (94.2)	-2.1(-3.6)	
N. M. 39	36.0 (100)			34.7 (96.4)	-1.3(-3.6)	
平均値	cff 差 $\bar{X} = -1.3$		指数による差 $\bar{X} = -3.6\%$			

表 6.3 白バイ乗務員年齢群別比較

	N	cff 差	指数による差 (%)
25才まで	5	0.96	3.06
31才以上	4	1.63	4.80

車の場合に比べてやや少ない(緊急自動車全体平均5.5% : 3.6%) が有意な差とはいいがたい。

また27才までのグループと28才以上の2群について比較してみると、(表6.1, 6.2) 図5) 僅かに27才までのグループの降下率が少ない。さらに25才までと31才以上の年齢層で比較すると、(表6.3) その差やや大となるが、

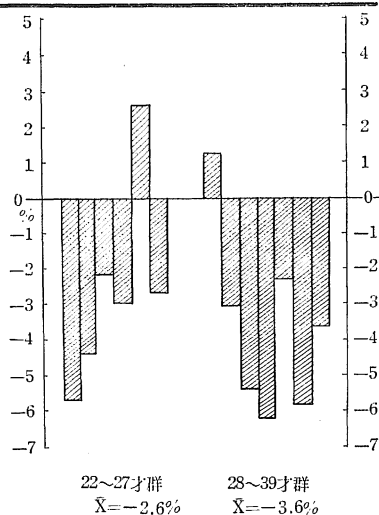


図10 フリッカー値変動 (始業-終業・白バイ)

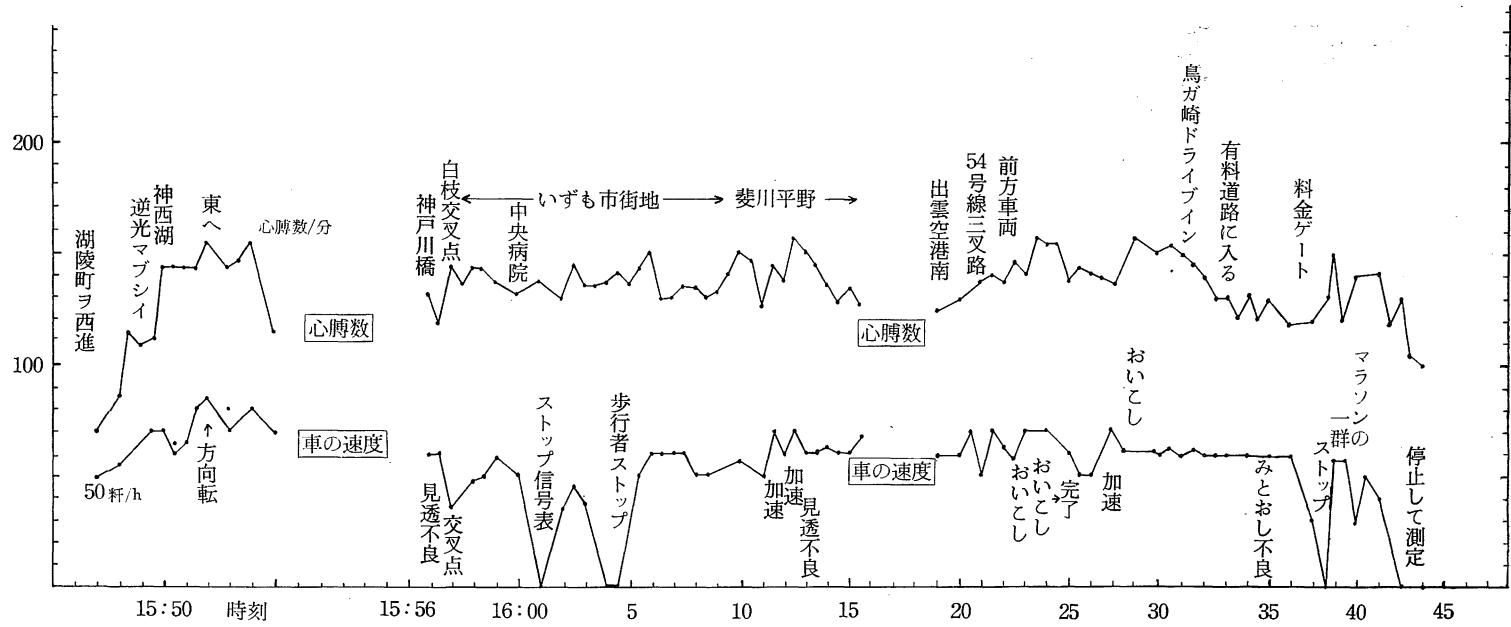


図11 心 搏 数 の 変 化

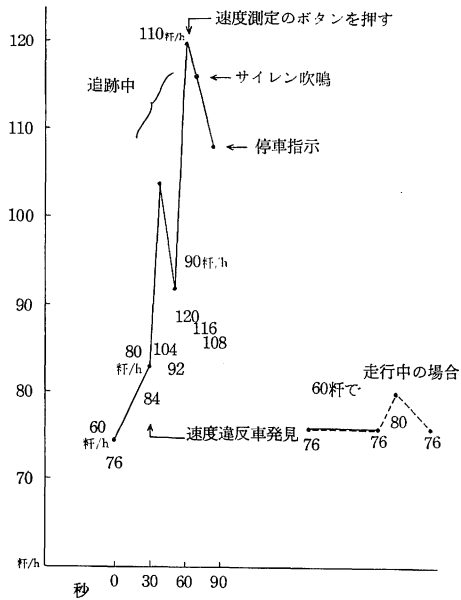


図12 速度違反車追跡時における心搏数の変化

被験者数の関係から決定的なことはいえない。緊急自動車乗務員4名についての尿滴定による疲労度の推移をみると（図9）乗務により疲労度が2～3段階すすんでいることが示され、フリッカー値の場合よりも顕著にあらわれているようである。

つぎに、実験1において試みた、運転中の乗務員の心搏数の変化を、さらに詳細に測定するため、2名の被験者に対し測定したものが図10および図11である。これによると、運転中における環境の変化が精神的緊張にむすびつき心搏数の変化に敏感に反映されることがわかる。

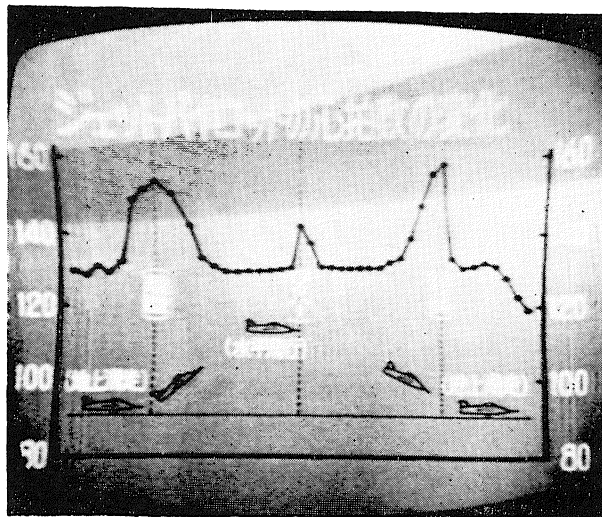


図13 ジェットパイロットの心搏数の変化

たとえば、逆光線の場合、前方の見透しが不良の場合、前車との車間距離の十分にとれぬ状態となったとき、交差点通過時、方向転換、追越し、歩行者のある場合等において心搏数の増加が急激である。

走行中に心搏数が増加する現象は、運転者のみではなく、助手席にある乗務員においてもみられる。図12は、助手として塔乗しているものの心搏数の変動である。速度違反車発見—追跡—速度測定—サイレン吹鳴—停車指示にいたる僅か90秒の間の急激な増加現象がはっきりとあらわれている。途中において一時的に心搏数が低下の現象を示しているが、これは不整脈によるものと思われる。

図13はジェットパイロットの心搏数の変化\* である。測定の環境等にも差異があるので直接的な比較は出来ないが、緊張状態によって心搏数が敏感に変動する現象は、本実験の結果と共通するものがある。

以上の結果から、運転者の心理的緊張は、心搏数の変化ときわめて密接な関連を有し、心搏数の急激な増加は循環機能をはじめとする、生理的負荷を増加させるものといえよう。

注 NHK-TV科学番組1969

## 要 約

本研究は、自動車の高速運転時における運転者の心理的生理的負荷について、実態測定を中心とした、実験結果の報告である。

測定は、一般国道および高速自動車道路を走行するバス運転者および一般国道を制限速度以上で走行が可能な緊急自動車の乗務員を中心に行なった。

### その結果

高速道路において75~80kmの速度を主体として走行するかぎり1時間程度の運転による生理的・心理的負荷は、それほど大きいものではない。一般国道通行の場合とくらべてくに顕著な差異はみとめられない。

一般国道を走行する緊急自動車の乗務員の生理的負荷は本実験結果のしめすかぎり一般自動車の乗務員にくらべてとくに差はない。この原因は緊急自動車乗務員の身体的条件、年齢等によるものと考えられるが、今後測定数を増加させ、更に分析をすすめたい。

走行中の心搏数の増加は、速度の増加に比例するが、みとおし不良の個所、トンネル通過、交通渋滞、歩行者等、道路環境が変化することにより、速度とは関係なく増加する。

この事実は運転者の心理的緊張が、心搏数の変化にきわめて密接な関係を持ち、心理的生理的負荷を増加させるものとおもわれる。

## 付 記

本実験に際し下記の各位から種々御協力、御助言をいただいた。記してここに感謝の意を表明する。  
(順不同)

一畑電鉄KK自動車部長	竹田操夫氏
同 次長	桜井健郎氏
同 観光課長	桐原英夫氏
	ならびに運転者各位
島根県警総合機動隊長	山川政男氏
同 袖師分駐所長	福田厚氏
	ならびに隊員各位
同 東部分駐所長	木村忠芳氏
	ならびに隊員各位
島根県警交通部交通課次長	勝部義雄氏

## 参 考 文 献

- 藤本忠明, 長山泰久, 鶴田正一, 大森正昭, 森田敬信, 大谷璋, 石橋富和, 北川睦彦 1969  
長距離高速夜間運転の心身機能に及ぼす影響 一東名神高速道路西宮一岡崎間折返し走行実験一  
1969, 日本心理学会第33回大会, 発表論文集
- 西山 啓, 福井一明 1963 長距離トラック運転作業にともなう乗務員の疲労について  
島根大学論集(教育科学) 第13号
- 高野千石 1945 Kupriferrocyanid 膠質液凝結反応の研究 日本学術研究会議第四部第14研究報告
- 鶴田正一, 大森正昭, 大谷璋, 石橋富和, 長山泰久, 藤本忠明 1968  
長距離高速夜間運転の心身機能に及ぼす影響 日本心理学会大会発表論文集486~489
- 小木和孝 1968 運転状況による生理反応パターン 人間工学 331-336 1968 vol.4, No.4
- 大久保堯夫 1967 トンネル内走行時の照度が運転者の心身反応に及ぼす影響について 人間工学  
319-326 1967 vol.3, No.4