The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ギャップ・アクセプタンス行動およびその知覚的要因についての予備的研究
Author(s)	三浦, 利章
Citation	大阪大学人間科学部紀要. 1980, 6, p. 35-77
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/5142
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

ギャップ・アクセプタンス行動および その知覚的要因についての予備的研究

三　浦　利　章

目　次

はじめに
Ⅰ．当研究の背景
Ⅱ．問　題
Ⅲ．当研究の構想
Ⅳ．実験Ⅰ．臨界時点決定法
Ⅴ．実験Ⅱ．接近車に対する速度見越
Ⅵ．実験Ⅲ．接近車に対する距離（照合）判断
Ⅶ．総合論議
要　約

ギャップ・アクセプタンス行動および その知覚的要因についての予備的研究

はじめに

筆者はこれまで，瞬間認知における文脈の効果の研究を行ったが（Miura, 1978），これらの研究は視覚情報処理モデルの一側面への切り込みは可能ではあるが，我々が日常場面においていかに何を見ているかという素朴な疑問に直接には答え難いものと思われた。このような背景にもとずき，その後，運転場面における眼球運動の研究を行ってきた。そこでは，二輪車運転者の安全への具体的提言を可能とするデータが得られ（Nagayama, et al., 1979），さらに各種状況での時空間的文脈の中での推定される行為者の意図との関係において，シェマあるいは認知母型の問題，視覚的課題の多重性の増加による情報処理負荷の問題に触れようとした（三浦，1979）。これらの諸問題について，一方では今後の研究でより明らかにしてゆこうとしているが(Miura, in preparation)，他方，我々の眼球運動研究では研究対象は眼球運動を通しての視覚的認知の一側面に限られ視覚にもとずく情報と被験者の行う判断，決定，行動との関係を直接に検討するものではなかった。

当稿では，知覚にもとずく判断と決定，行動という2つの位相を含めて知覚的行動への接近を試みようとする。当研究は，昨年（1979年）夏より始めたものであり，様々な面で多くの不備が見い出されるが，今後の展開のための予備的研究の一つとしてとらえていただきたい。

I　当研究の背景とギャップ・アクセプタンスの位置づけ

当研究の具体的起源は我々の一連の二輪車事故解析 および 事故事例研究にある（長山，1978；Nagayama, et al.,1979）。近年増大している二輪車事故原因として，そこでは次の四要因が推定された。①二輪車が見落されやすいこと，②二輪車が甘くみられること，③対向してくる二輪車の速度が過少評価されること，④二輪車運転者の視覚情報摂取に問題のあること。上記第4番目の問題については，これまでの我々の眼球運動研究で明らかにしてきた。ここでは主として第3の問題；対向二輪車の速度判断，および第2の問題；二輪車が甘くみ

られるのではないかという問題をとり扱う。

時間的情報密度の高い，すなわち時間経過に伴って空間を移動してゆくという交通場面においては，速度，距離，時間あるいはタイミングの連続的，かつ即座の知覚，判断はきわめて重要と考えられる。しかしながら，ある状況で速度，距離，時間の知覚，判断がどのようになされているかは後に明らかにされるべき問題であり，未だ明らかでない。ゆえに，どのような方法でそれらを実験的に測定すべきであるかということも明らかではない。ここでは，これらの知覚，判断が統合され，それに基づく何らかの判断軸上での決定の結果，表出される行動そのものの1つとしてギャップ・アクセプタンス（gap acceptance）行動を測淀することから研究を展開する。すなわち，速度，距離，時間（あるいは，タイミング）の知覚，判断の行動的指標としてまずギャップ・アクセプタンス行動をとりあげ，その結果を順次，実験的に環元かつ統合して行きたい。

ギャップ・アクセプタンス行動（gap acceptance behavior；以下 GA 行動と略す）と呼ばれる交通行動形態には様々のものがあるが，最も単純な一例として駐車場から道路へ車輌が出て行く場合をあげよう（図1）。図のように被験者が駐車場から右折して道路に出て行こうとしている時，接近車が右方から来ているとする。この時，接近車との距離あるいはその速度との関係で被験者が出て行くか出て行かないかという行動を問題にする。被験者が実際に出て行くか出て行かないかにかかわらず，被験者の車が出口に到着した時の接近車の位置と出口の位置との間の距離を距離ギャップ（length gap；以下 LG と略す）と定義する。同様に被験者の車が出口に到着した時点と，接近車が出口の前を通過する時点との時間差を時間ギャップ（temporal gap；以下 TGと略す）と定義する。あるギャップにおいて被験者が出ていった場合，そのギャップは受容（accept）されたと呼び，出て行かなかった場合には拒否（reject）されたと呼ぶ。したがってGA行動は他に，図1の場合の左折，交差点で

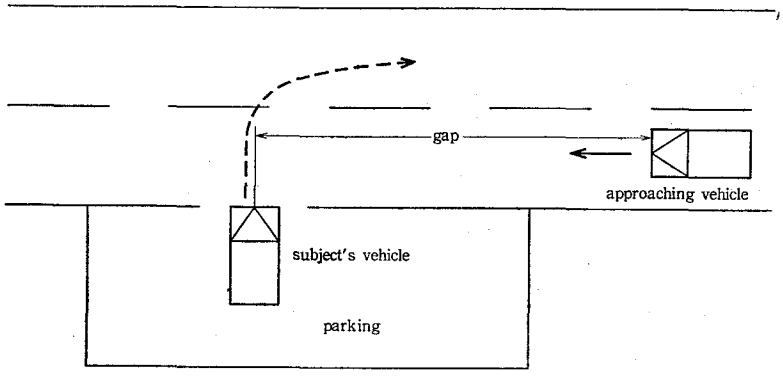


Figure 1. An example of gap acceptance situation.

の右左折時，追越時，駐車場等への進入時，歩行者の横断時にも問題とされるが，いずれにしても自分のとろうとする行動と接近車または対向車との時間的，距離的な余裕量（間隔；gap）との関係が問題とされる。したがって単純なギャップ・アクセプタンス場面を考えるとあるギャップを受容するかしないかは，接近または対向してくる車との距離，その速度，あるいは場合によっては自分のところに到着するまでの時間（タイミング）についての知覚に基づいて，あるギャップが受容されるか拒否されるかの決定は，何らかの判断軸上でなされると言える。故に GA 行動は，速度，距離，時間についての知覚判断の1つの行動的指標として位置づけされる。さらに知覚と日常の具体的行動との関係という観点からすると，GA 行動は，その決定のもととなる知覚次元の数が少なくかつ比較的測定容易なこと，その表出された行動は，行くか行かないかという二者択一の明白なものであることから，知覚と行動を論ずるに興味深いものと考えられる。

II 問　　題

ここで問題として行こうとすることは次の2点である。①GA 行動の機制；どのような知覚的次元が手掛りとして重要であり，それらがどのように統合されてあるギャップを受容するかしないかの判断軸が形成されるのか。②我々がこれまでに推定したように，対向（あるいは接近）二輪車の速度は四輪車に比べて過少評価されているのかということを，その行動的指標としての GA 行動で確認すること。またその差があるとすれば何に基因するのかを明らかにすること。

当稿で具体的に問題とするのは GA 行動に関与する知覚的要因と接近車種によるギャップの大きさの差であるが，GA 行動を考える時次の2つの複雑な問題を避けられない。その1つはリスリテイキングにかかわる問題であり，今1つは知覚と判断とについての問題である。ここでこの問題に試みに触れるため，次のような仮のモデルを考えてみる。この考え方は精神物理学での信号検出理論（Signal Detection Theory；略してSDT）のアナロジーであるが，SDT が知覚レベルでの感受性と判断の問題を扱うのに対し，ここで考えるモデルは主観的な安全と危険が拮抗する行動場面での判断鋭敏性と行動のための決定の問題を対象とするものと言えよう（図2）。

横軸 x はあるギャップの受容，拒否についての判断軸であり，これは主観的な行ける感じ，行けない感じの軸でもある。軸の右ほど行ける感じが強く（安全側），左ほど行けない感じが強い（危険側）。縦軸はそれらの感じの生起する確率密度である。μa は各人の行ける感じの平均である。しかし，各人の「行ける感じ」というものは固定したものではなくバラツク

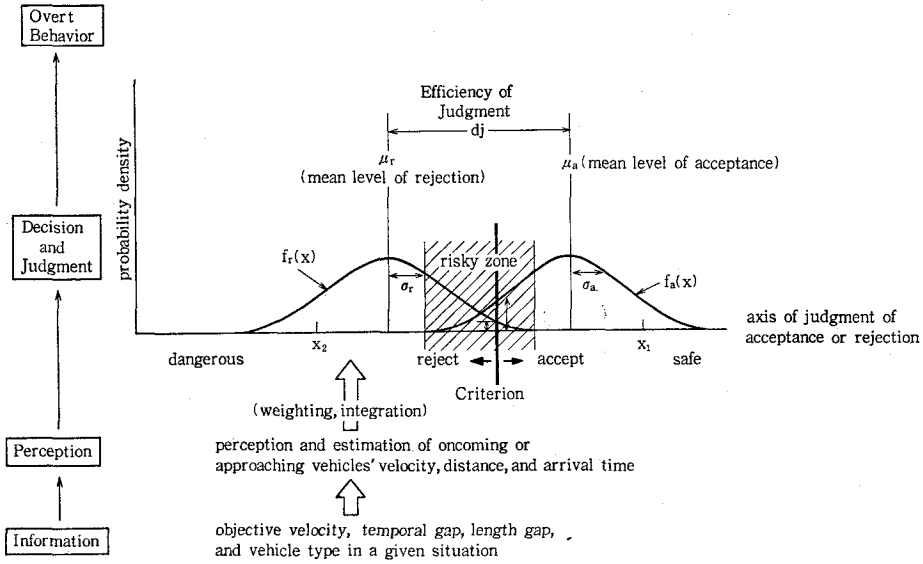


Figure 2. A tentative model of risk taking.

はずのものであるから確率密度関数 $f_a(x)$ でその分布状態を示す。この $f_a(x)$ は図2では正規型に描いてあるがこの点は更に考えるべき問題である[1)]。ところで GA 行動を考えると多くは行けるか行けないかの感じが拮抗した状態で決定がなされるはずのものである。故にこの拮抗性を明示するために各人の「行けない感じ」の平均と分布状態を示すため μr と $f_r(x)$ とを考える。この点にこの仮のモデルの特徴の1つがある。ある GA 場面で図の斜線部分（仮に risky zone と呼ぶ）以外のところの「行ける感じ」あるいは「行けない感じ」（例えば図での x_1 とか x_2）が生じた場合には被験者はためらいなく行くという決定（x_1 の場合）あるいは行かないという決定（x_2 の場合）を行なう。問題はある GA 場面での被験者の「行ける感じ」が図2の risky zone すなわち行ける感じも行けない感じも双方とも生じた場合（$f_a(x)$ と $f_r(x)$ が重複しているところに x_i が生起した場合）である。この場合には各人は各人なりの判断規準にもとづいて，その場での感じ x_i が自分の判断規準 x_c よりも大きければ（図の右側）行くという判断（そのギャップの受容）を，x_i が x_c よりも小さければ行かないという判断（そのギャップの拒否）が行なわれると考える。

ここで各人の特性の指標として次の3つが考えられる。

①リスク度；これは判断規準 x_c の相対位置で示される。すなわち risky zone の中で判断規準 x_c がより右側に位置すればその人の判断は容易にはあるギャップを受容しない，すなわちリスク度が低い，逆により左側に位置すれば「行けない」という感じがかなり強いにもか

注1）安全側，危険側はそれぞれ正，負の方向に無限に続くが，ギャップ・アクセプタンスを考えると極端な安全，危険の場合にはもはやギャップ・アクセプタンス場面とは考えられない。ゆえにこのような山型の分布を考えることはおかしくはなかろう。但し，分布型をどのように考えるかは問題である。なお以下ではすべて規準化した場合を考えている。

かわらずあるギャップを容易に受容する，すなわちリスク度が高いと考えられる。

②判断の鋭さまたはその効率のよさ；これは「行ける感じ」の平均値 μ_a と「行けない感じ」の平均値 μ_r の隔たり（図2の d_j）で示される。すなわち μ_a, μ_r の差が大であれば判断における拮抗可能性（risky zone の巾）がより小さく，拮抗状態の少ない効率のよい，いわば迷いの少ない判断特性が示される。

③危険感受性；これは「行けない感じ」の平均値 μ_r の絶対位置およびそのバラツキの程度 σ_r の双方から考えられよう。すなわち，μ_r がより行けない感じの方（危険側）に位置しているとより少ない危険でも感じやすいといえる。また σ_r が小さいことはその感じ方の明白さを示すと考えられる。しかし，これらについては概念的にも統計処理的にも問題があり，更に検討しなければならない。

さてこの仮のモデルの第2の特徴は上の3つの特性，リスク度，判断鋭敏さ，危険感受性について何らかのかたちで表わしてゆこうとすることであるが，ここでの最大の問題は客観的危険（hazard）を測定すること，あるいは統制して被験者に提示することがきわめて困難なことである（これは今後の課題である）。さらに，いま1つの問題は判断軸 x（「行けそうな感じ」）とは何かということである。GA 行動を考えると，衝突の主観的確率，主観的リスク，安全さ等様々な表現は可能と思われるがその概念は重複し曖昧である。この点も今後，検討しなければならないことである。

ただし，図2に示した客観的特定可能変数を操作することによってその判断軸 x がどのように形成されるのかということについてはある程度の目安をつけることは可能と考えられる。すなわち，対向，接近車に対する速度，距離，時間の知覚（みつもり）にもとづいてそれらが重みづけられ統合された結果として1つの判断軸 x が形成されると考えることは不自然とは思われない。実際の GA 行動においては，その GA 場面全体の状況性（周囲のドライバーの行動の仕方，自分の急ぎの程度，出て行った先の安全さ，自分の車と接近，対向車以外の車の動き，接近車，自車の性能，接近車ドライバーとのコミュニケーション等の社会的，動機的諸要因が大きく関与するが，ここではさしあたり状況がより単純な場面，すなわち一台の接近車だけを考慮すればよい状況においてのみ検討を加える。

Ⅲ　当研究の構想

当研究の特徴の一つは接近車の車種を変数として組み込むことにある。一般に GA 行動において客観的におさえられる変数としては接近車の速度，距離，自分の位置への到着時間が考えられるが，一般的 GA 行動の規定因あるいは予測変数としてある要因 A の占める割合

が大であるということがわかったとしても，それ以外の要因Bは説明力は小さいが車種差が著しいということになれば，その要因はGA行動を説明予測する上で潜在的に重要なものとして注目しなければならない。

以下に当研究のアウトラインを今後行なう予定のものを含めて示す[2)]。当研究では大きくわけて次の2つの部分が相互依存して展開する。

〔A〕 GA 行動の観察およびシミュレーション実験

これには実際場面での観察とフィールドでの GA のシミュレーション実験がある。この2つより GA 行動における規定因，およびこれら規定因がどのように組合わされて判断軸が形成されるのかを明らかにしたい。観察では GA 行動および接近車種差の実態をみようとする。ただしここでは同一個人のGA行動を繰り返し観察し，個人間差を明らかにすることはむずかしい。また実際場面では走行速度の巾が小さくそれを統制できない。また被験者があるギャップを受容するか否かの決定を行なう距離を速度と独立して操作できない。

これらの点を補うためにフィールドでの2つのシミュレーション実験が考えられる。その1つは臨界時点決定法（critical moment method；以下 CM 法あるいは CM 実験と略す）である。これはあるGA場面で被験者が対向あるいは接近車が「もうこれ以上近づけば自分は出て行かない」と判断した時に反応キーを押すという方法である。今一つは決定時点指定法（decision moment sampling method；以下 DMS 法と略す）である。これは注目すべき接近（または対向）車輛がある個所に来た時に実験者が被験者に合図し，その時に被験者が出て行くか否かを答えるものである。この方法によって接近（あるいは対向）車の速度(V)と被験者が決定を行なう距離ギャップ(LG)を独立して操作できるから，LG（あるいは TG）と接近車の速度（V）とを独立変数として解析で扱うことができる。

さて，これらの方法で得られた結果より次のようにGA行動の規定因と判断軸の形成のされ方が推定可能となる。

1） 観察結果は図3のようにまとめられる。図3a は時間ギャップ（TG）と接近車の速度水準との関数としてその時間ギャップの受容率を示し，図3b は同様に距離ギャップ(LG) と接近車の速度水準との関数としてその距離ギャップ受容率を示す。この時，仮に図3(a)の実線のように横軸に時間ギャップをとり，異なる接近速度水準でも同一の曲線となれば速度，距離ギャップにかかわらず時間ギャップがあるギャップの受容率を予測する，すなわちGA行動の規定因であるといえる。さらに同一速度で車種毎にプロットした結果が一致すれば車種による時間ギャップの受容の行なわれた方に差がないといえる。図3(b)のように横軸を距離

注2） 現場でのギャップ・アクセプタンス行動の観察を川西ダイエーの駐車場で行なった。第一日目にはギャップ時間の直接測定，第二日目にはビデオによる撮影を行なったが，いずれでも精度のよいデータを得られなかった。これは改めて行なう予定である。決定時点指定実験は未だ行なっていない。

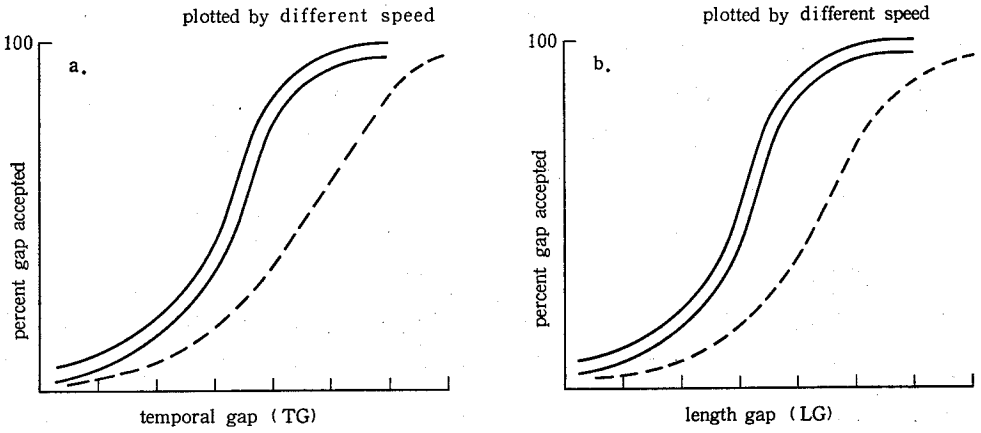


Figure 3. Predicted results of observation of gap acceptance behavior.

ギャップにとった場合にも，同様に関数が一致すれば速度，時間ギャップにかかわらず距離ギャップが GA 行動の規定因であるといえる。他方，図 a，b いずれにおいても関数が一致しなければ，速度および時間あるいは速度および距離が GA 行動の規定因であるといえる。この時，関数間に交互作用がなければ速度および時間あるいは速度および距離の要因は加算的関係で組合わされて判断軸が形成され，交互作用があればより複雑なかたちで統合され判断軸が形成されるといえる。ただし，観察の場合には速度と時間あるいは距離とは従属関係にあるから相互作用の検討は行なえない。なお図 3 における曲線の勾配は判断の明白さを示すと考えられるから，この点より車種差の検討が可能である。

2）臨界時点決定法（CM 法）の結果は図 4 のようにまとめられる。図 4 (a)の実線のように速度にかかわらず時間ギャップが一定ならば GA 行動のシミュレーションの 1 つにしての

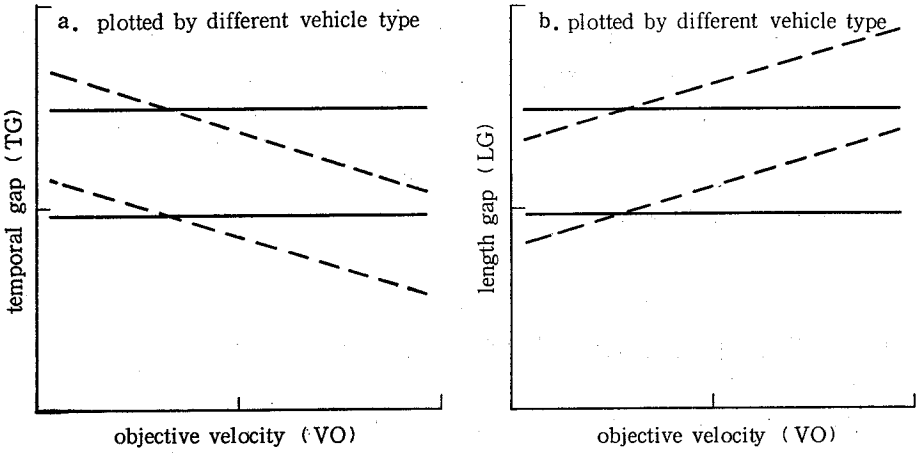


Figure 4. Predicted results of critical moment experiment.

CM 法の規定因は時間であるといえる。図4(b) についても同様に実線のようになれば CM 法の規定因は距離であるといえる。他方図の破線のように速度に伴って *TG* または *LG* の値が変化すると，速度と時間あるいは速度と距離が組合わされて判断軸が形成されると推定される。なおここでは実験車を走行させることによって GA 行動への速度の効果がより明白とされる。また同一被験者の反応を繰り返してとることによって個人差の検討が可能となる。さらに観察結果と CM 実験との比較より CM 法の妥当性の検討も重要な問題となる。

3) 決定時点指定法（DMS 法）では，結果の整理は観察の場合と同じであるが，速度と距離あるいは時間とを独立の変数として扱えるから観察の項で求めた変数間の交互作用の検定が可能となり，このことから諸要因が単に加算的なかたちで組合された判断軸が形成されるのか，より複雑な組合され方で判断軸が形成されるのかという点について言及できる。

〔B〕 GA 行動に関与する知覚的要因についてのフィールド実験

接近車に対する速度見越し実験から，各被験者の主観的速度感および主観的時間感覚（あるいはタイミング）を間接的に求める。接近車との距離（照合）判断実験より各被験者の接近車に対する主観的距離感を算出する。

上の2つの実験結果より次の2点を検討する。

Ⓐ GA 行動に車種差がみられた場合，それは車種によってどの要因に差がなく，どの要因に差があるのかということをおさえてゆき，実験室実験で知覚の問題として更に検討を加えていくこととなる。仮に速度，距離の把握について車種差がなければ，GA 行動の車種差は知覚的要因からは説明できず，他の動機，期待等の要因から説明されなければならない。

Ⓑ ここで得られる主観的速度を GA 実験結果の客観的速度と置きかえることによって，すなわち結果のグラフの縦軸，横軸とも主観軸にすることで GA 行動の機制の一側面について検討を加える。このことから，GA 行動の機制についてより単純で統一的な説明が可能となるかと思われる。すなわち，主観軸をとると実は車種差が消失するか，あるいは複数規定因の複雑な組み合わせで判断軸が形成されると考えられたものが実は数個の要因の単純な組み合わせで判断軸が形成されているとの説明が可能となるかも知れない。主観軸をとる試みは，当研究の第2の特徴である。

Ⅳ 実験1 臨界時点決定法（CM法）

先述のように実際場面での GA 行動の観察を十分な解析結果を出すまでの精度で行えなかった。ゆえに当稿では GA のシミュレーションとしての CM 実験で GA 行動を測定する。

CM 法の利点は，実際場面においてよりも接近車の速度の範囲を広めかつ統制できること，ある種の極限状態を被験者に想定させることより車種差がより大きく反映されうること，さらに被験者が実際に走行しないため危険が伴わないことである。

1. 目　　的

①GA 行動における接近車の車種，速度の効果を明白にすること，②GA 行動の規定因を明らかにすること，③個人差をおさえること，の3点である。

2. 方　　法

(i) 実験箇所および被験者

実験箇所は阪大吹田キャンパス沿いの道祖本線（片側二車線，中央分離帯あり，交通量はかなりある），大阪中央市場横の道路（片側2車線，中央分離帯あり，交通量はきわめて少ない），兵庫県竜野市青野ケ原の県道（片側一車線，中央分離帯なし，交通量はきわめて少ない）の三箇所。実験月日と被験者の割当ておよびデータ数は表1に示してある。被験者は計8名であるが，内2名には教示が徹底しなかったため解析ではそのデータは省いてある。これら被験者はすべて普通免許所有者である。

表1. 臨界時点決定実験での被験者の割り当て

被験者	昼間				昼間点灯				夜間			
	月日	場所	データ数	迫力評定	月日	場所	データ数	迫力評定	月日	場所	データ数	迫力評定
K・R	7/10	道祖本	137						10/6	道祖本	40	一部
N・S	7/10	道祖本	211		8/ 2	中央市場横	172	○				
	8/ 2	中央市場横	215	一部								
Y・N	8/ 1	青野ケ原	70						10/6	道祖本	83	○
M・M	8/ 1	青野ケ原	18						10/6	道祖本	43	○
T・M	8/ 1	青野ケ原	18									
A・H	8/ 1	青野ケ原	15									
S・U	8/ 1	青野ケ原	15									
W・K	8/ 2	中央市場横	215	一部	8/ 2	中央市場横	172	○				

(ii) 手　順

被験者は道路左側の駐車帯又は空き地の駐車車両の運転席（あるいは二人同時に実験を行う場合には運転席と助手席）に座り，図1のように手前車線を横切って反対車線に出て行くことを想定させる。被験者は右側より来る接近車が「これ以上近づくともう出てゆかない」と判断した時に反応キーを押す。各試行での接近車の指定は被験者から約150 m の地点で実験者がトランシーバーで行う。この時指定車の先には絶対他の車が存在しないこと，また後続車が存在した場合には十分な距離が保たれているように注意し，指定車以外の車の走行が

被験者の反応に影響しないように注意した。

実験箇所が中央市場横と青野ケ原の場合には走行車がほとんどいないため，また実験箇所が道祖本線の場合には，一般車の平均走行速度が 50 km/h 付近であるために低速部と高速部を補うため，実験車として自動二輪車（Kawasaki 450 cc），原動機付自転車（Suzuki，50 cc），乗用車（トヨタカローラ，1200 cc）中型トラック（Isuzu Canter）を 30 km/h，45 km/h，60 km/h で車種，速度ともランダムな順で走らせた。

(iii) 接近車の速度（V），距離ギャップ（LG），時間ギャップ（TG）の測定。

接近車の速度（V）は被験者の右側 100 m の地点に 4 m の間隔で設置した光電管でユニバーサルカウンターを作動させ，その 4 m 区間を接近車が通過する時間より算出した。時間ギャップ（TG）は被験者の右側 100 m の地点を接近車が通過する時にミニカウンターを ON に，被験者の反応で OFF にすることから，接近車の走行速度との関係より，被験者が反応キーを押してから接近車が被験者の前方を通過するまでの時間を算出して求めた。同様に距離ギャップ（LG）は TG と V との関係より求めた。

(iv) 実験条件

実験変数は接近車の速度と車種である。実測した速度の巾は下限が 25 km/h 付近，上限が 75 km/h 付近である。車種は，二輪車（原付自動車と自動二輪車）と四輪車（普通乗用車，およびトラック）の二水準である。これら以外に軽四輪車，普通貨物車等が GA 行動の対象となった試行もあったがデータ数が少ないため解析では除外した。

CM 実験の主体は昼間での GA 行動の測定であるが，追加条件として，昼間に接近車に点灯させる条件と夜間条件を加えた。昼間点灯条件を加えたのは最近二輪車事故防止対策の一環として二輪車に昼間点灯をさせようという動きがあるからであり，夜間条件を設定したのは夜間での事故が昼間に比べて多い傾向にあること，および背景手掛りの少ない状況で GA 行動がどのように変容するかを検討するためである。

なお，参考データとして接近車の迫力を 5 段階評定でとった（評定値 1 は迫力が最も弱く，評定値 5 は迫力が最も強い）。これは，ここで取り扱っている速度，距離，時間とは異なる次元の GA にかかわる主観的要因について調べるためである。但し，迫力の評定は表 1 に示すように昼間の試行の約半分ではとっていない。（ここでは迫力要因についての検討は行なわない。）

4 結果および考察

4—1. 臨界ギャップへの接近車の車種と速度の効果

(i) すべてをプールした場合

実験条件，被験者をプールして車種ごとに臨界時間ギャップ（TG）の接近車の速度への回帰を図 5—a に，臨界距離ギャップ（LG）の接近速度への回帰を図 5—b に示す。図中の各点は速度 5km/h ステップ毎の平均 TG，平均 LG を，またデータのバラツキの範囲を各平均値の上下に 1 σ で示した。なお，回帰式は元のすべてのデータ点にもとづいてもとめたもので，図に示した各平均点より求めたものではない。この図示の方法と回帰式の計算方法は以下の結果においてすべて同様である。

ⓐ 臨界時間ギャップ（TG）について

回帰式は四輪車，二輪車の場合に各々，$TG=4.158-0.021\,V$，$TG=3.910-0.033\,V$ である。図 5 に示されるように四輪車，二輪車いずれの場合においても TG に対する速度の効果が示され（$F(1,1253)$[3] $=39.315$，$P<.01$），全体的にみると当実験での接近速度範囲内では速度が速くなればなる程，ギャップの受容，拒否の決定の臨界時間は短くなる（遅くなる），いいかえれば危険性が高まることが示される。車種の効果についても有意差が示され（$F(1,1253)=96.738$，$P<.01$），四輪車，二輪車での TG の平均値は各々約 3.2 秒，2.4秒で，二輪車の場合に TG が有意に小さい。このことは四輪車に比べて，二輪車の速度が低く評価されるか，あるいは二輪車は甘くみられるかということを示唆していると考えられる。この点については以下のフィールド実験で明らかにしてゆく。なお TG 値について車種と速度の交

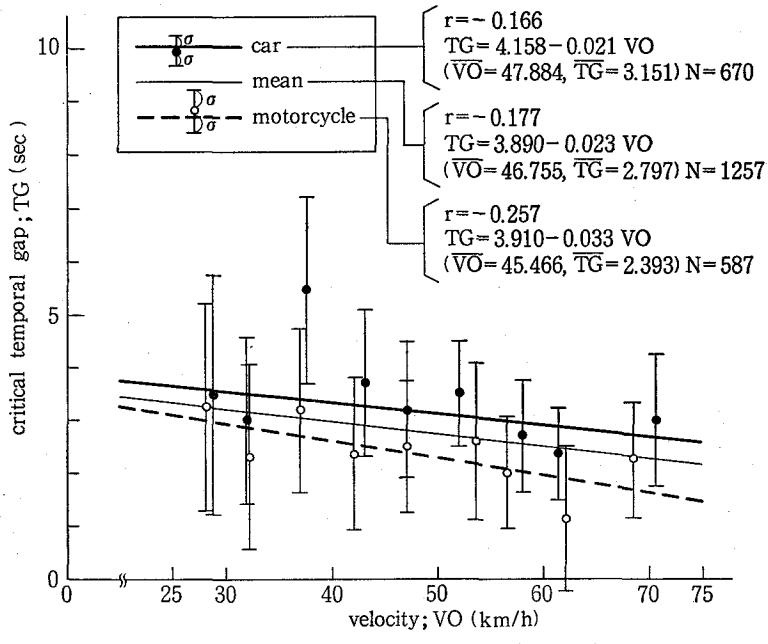


Figure 5(a). Regression of temporal gap size on velocity of approaching vehicle.

注3）速度要因については45 km/h 以上と以下の 2 水準に分け，細胞内データ数の異なる場合の母数模型二元配置法の分散分析を行なった。

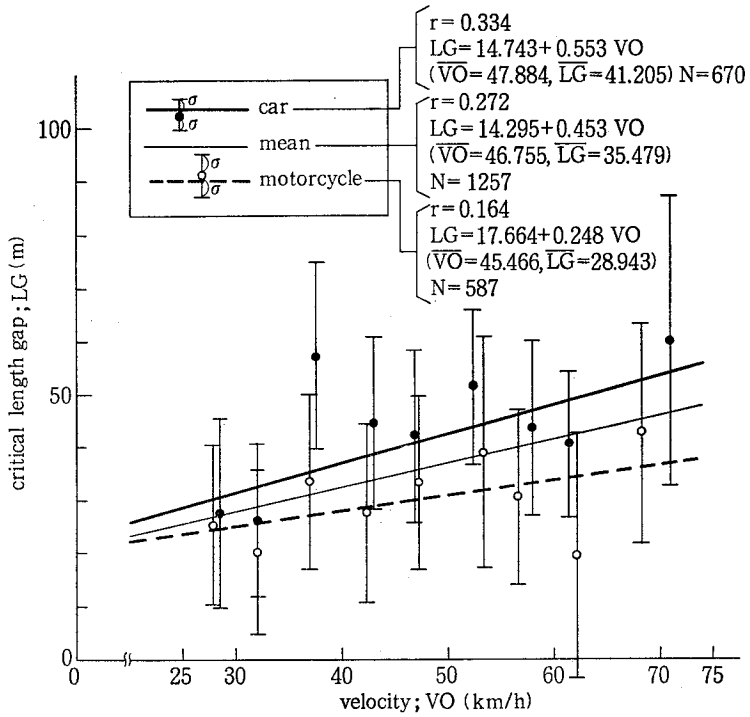


Figure 5(b). Regression of length gap size on velocity of approaching vehicle.

互作用は有意ではないことから *TG* は速度上昇に伴って四輪車でも二輪車でも同じように減少してゆくといえる。

ⓑ 臨界距離ギャップ（*LG*）について

回帰式は四輪車，二輪車の場合に各々 $LG=14.743+0.553V$, $LG=17.664+0.248V$ である。*LG* についても *TG* の場合と同様に速度，車種の有意効果が示されたが（各々 $F(1, 1253)=51.429$, $P<.01$; $F(1, 1253)=119.957$, $P<.01$），速度と車種の交互作用は有意ではない。すなわちいずれの車種でも接近速度上昇とともに *LG* は長くなり，この傾向に車種間差はない。ただし四輪車，二輪車の場合の平均 *LG* は各々約 41.2 m, 28.9 m で二輪車の場合に有意に短かい。このことは接近四輪車に比べて接近二輪車の距離がより長く感じられているか，あるいは二輪車が甘くみられていることを示唆する。この点についても後のフィールド実験で明らかにしてゆく。

ところで，速度上昇にともない *LG* は長くはなるが，*LG* の増加は速度の増加に伴なう危険性を十分に補うものではない。というのは *LG* の増加が速度上昇を補うに十分であれば，危険性を *LG* よりもより直接的に示す *TG* は速度上昇に伴って増加するか，あるいは変化しないはずである。ところが逆に *TG* についての結果は速度上昇に伴なう減少傾向を示した。このことは接近車の速度が高速になればなるほど相対的に速度評価が低くなされること，あ

るいは接近車との距離が長くなればなるほど相対的に距離評価が低くなされることを示唆する。この点についても後に明らかにする。

なお *TG*, *LG* のバラツキは判断の安定性あるいは容易性の程度を示すと考えられるが *TG* の標準偏差値は四輪車，二輪車で各々約1.4秒，1.5秒で，この差は有意($F(586, 669)=1.18$, $P<.01$)，また *LG* の標準偏差値は四輪車，二輪車で各々約 18.3 m，17.8 m であるがこの差は有意ではない。すなわち臨界ギャップについては，接近車が二輪車の場合にその判断が安定しにくいことが示される。臨界時間の平均値が二輪車で有意に短かかったことを合わせ考えると，接近車が二輪車の場合には危険性の高いことがさらに裏づけられたといえる。

以上から臨界ギャップの決定には速度，時間，距離いずれもが要因として関与していることが示されたが，図5，図6の回帰直線の傾きに示されるように臨界時間は臨界距離に比べて速度による変化が少ないという点から，臨界ギャップの予測変数としては時間がより説明力が高いと考えられる。以下の状況別の検討ではここに述べたのと同様の点についての記述は省略する。

(ii)　昼間条件

昼間実験での接近車の車種と速度の *TG*, *LG* への効果をそれぞれ図6—a，図6—bに示す。*TG* についての回帰式は四輪車，二輪車で各々 $TG=4.671-0.033\,V$, $TG=4.673-0.030\,V$ であり，速度，車種の効果はいずれも有意であるが（各々$F(1, 794)=40.757$, $P<.01$, $F(1, 794)=33.901$, $P<.01$）これらの交互作用は有意でない。*TG* の平均値は四輪車，二輪車で各々約 3.1 秒，2.7 秒で二輪車の *TG* は有意に小さい。*LG* についての回帰式は四輪車，二輪車で各々 $LG=20.127+0.425\,V$, $LG=15.763+0.381\,V$ であり，ここでもやはり車種，速度の効果が有意であるが（各々 $F(1, 794)=54.417$, $P<.01$, $F(1, 794)=41.660$, $P<.01$），これらの交互作用は有意でない。*LG* の平均値は四輪車，二輪車で各々約 40.5 m，32.8 mとやはり二輪車の場合に有意に小さい。

TG の標準偏差値は四輪車，二輪車で各々 1.0 秒，1.3 秒でこの差は有意である($F(397, 399)=1.55$, $P<.01$)。また *LG* の標準偏差値は四輪車，二輪車で各々約12.8 m，15.8 mで，この差も有意である($F(397, 399)=1.53$, $P<.01$)。

以上のように昼間実験の結果は先に示したと同様，臨界ギャップの決定には，接近車の車種，速度のいずれもが効果をもち，二輪車の場合にギャップが小さく，かつ判断のバラツキが大きい。さらに接近速度が上昇するといずれの車種でも危険性が高くなる。逆にいえば低速時には高速時と同様に臨界点の決定を行なっているにもかかわらず余裕のある決定がなされることを示す。またギャップの大きさとして時間，距離いずれもが予測度数となるが時間の方が説明力が高いといえる。

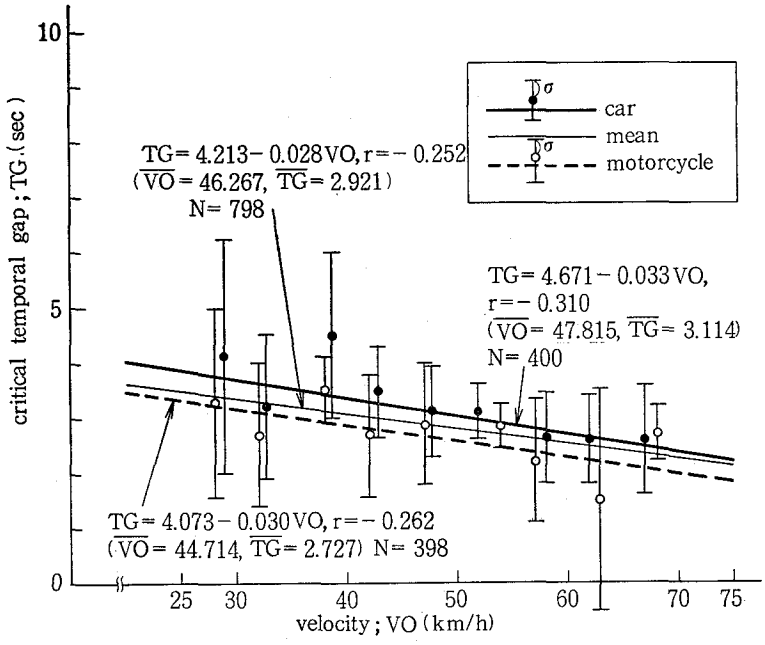


Figure 6(a). Regression of temporal gap size on velocity of approaching vehicle in daytime experiment.

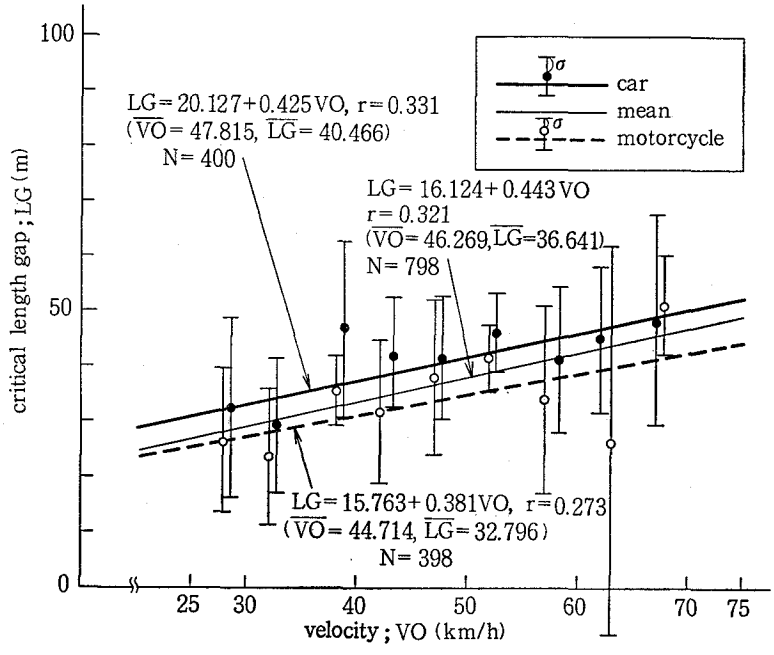


Figure 6(b). Regression of length gap size on velocity of approaching vehicle in daytime experiment.

(iii) 昼間点灯条件

結果を図 7—a，図7—b に示す。TG についての回帰式は四輪車，二輪車で各々，$TG=2.173-0.004V$，$TG=1.143-0.001V$ であり，車種の効果は有意であるが ($F(1, 323)=110.047$, $P<.01$)，速度の効果，およびこれらの交互作用は有意でない。TG の平均値は四輪車，二輪車で各々約 2.0 秒，1.1 秒である。LGについての回帰式は四輪車，二輪車で各々 $LG=1.889+0.504V$，$LG=1.182+0.281V$，平均値は各々約 25.6 m，14.5 m である。LG については車種および速度の効果がいずれも有意であり（各々 $F(1, 323)=90.976$, $P<.01$, $F(1, 323)=71.448$, $P<.01$)，これらの交互作用も有意である($F(1, 323)=4.645$, $P<.05$)。さらに TG の標準偏差値は四輪車，二輪車で各々約 1.0 秒，1.3秒で，この差は有意であり ($F(160, 165)=1.93$, $P<.01$)，また LG の標準偏差値は四輪車，二輪車で各々約10.1 m，11.9 m でこの差も有意である ($F(160, 165)=1.40$, $P<.01$)。

ここでの結果は車種間差については昼間条件と同様であるが，TG について速度の効果が示されなかったこと，LG について車種と速度の交互作用が有意である点で異なる。TG について速度の効果が示されなかったことは TG の値がきわめて小さくなっていること，すなわちきわめて厳しいところに判断規準が設定されていることによると考えられる。しかし判断規準がきわめて厳しいにもかかわらず車種間差はなお保たれ，かつ二輪車の場合に四輪車の場合よりも判断のバラツキの大きいことが示されている。ここでは速度上昇に伴なってその速度上昇分を十分に補うだけ臨界距離 (LG) が増加しているわけだが (TG が速度上昇に伴なって減少していない)，四輪車の場合には二輪車の場合よりも臨界時間 (TG) が長いため速度上昇を補うための LG の増分が大きくなり，LG について速度と車種の交互作用が出たものと考えられる。

以上のように昼間点灯条件では TG, LG およびそのバラツキにおける車種差は，昼間条件と同様であるが，臨界ギャップの予測変数として時間がきわめて説明力の高いことが示された。このことは昼間点灯すれば，速度あるいはタイミングの把握がより正確になることを示唆するが，ここでは実験手順，被験者特性の問題が絡み結論を下すことはできない。なお，点灯したからといってギャップにおける車種差は消失はしない（この点についても本来四輪車に昼間点灯させない条件と比較すべきである)。これらの問題は今後に残す。なお Tsongao & Schwab(1970 ; in Halasted, et al., 1976) は点灯条件ではとられるギャップが大きくなることを示している。

(iv) 夜間条件

結果を図 8—a，図 8—b に示す。TG についての回帰式は四輪車，二輪車各々において，$TG=8.097-0.059V$，$TG=8.980-0.089V$ であり，各々の平均値は約5.2秒，5.1秒である。

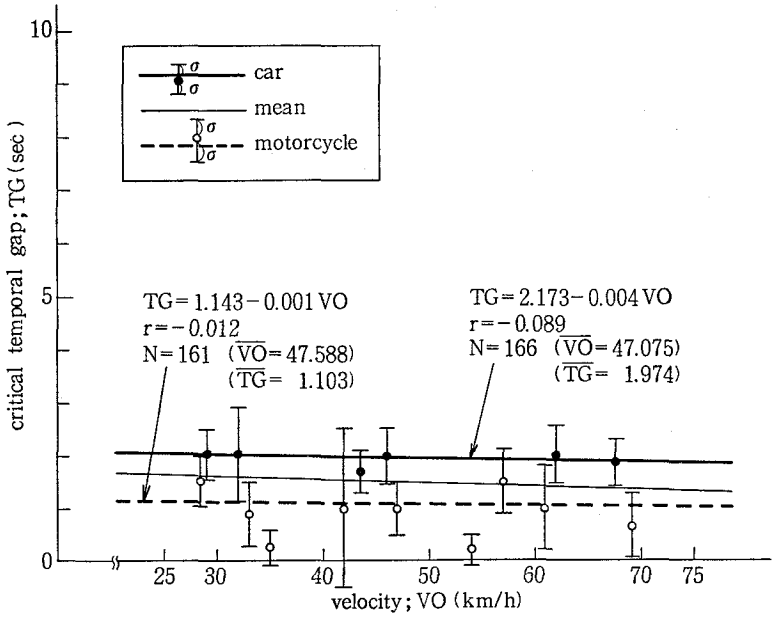


Figure 7(a). Regression of temporal gap size on velocity of approaching vehicle in daytime headlight-on experiment.

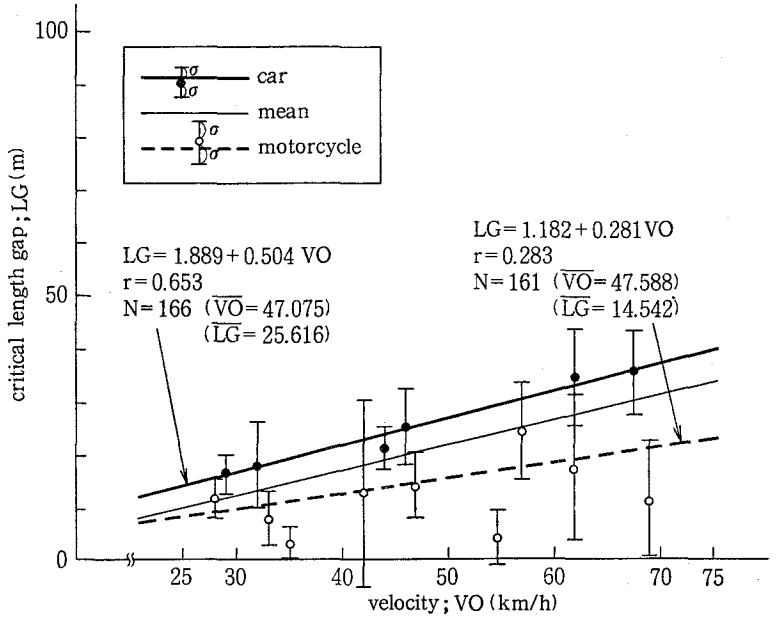


Figure 7(b). Regression of length gap size on velocity of approaching vehicle in daytime headlight-on experiment.

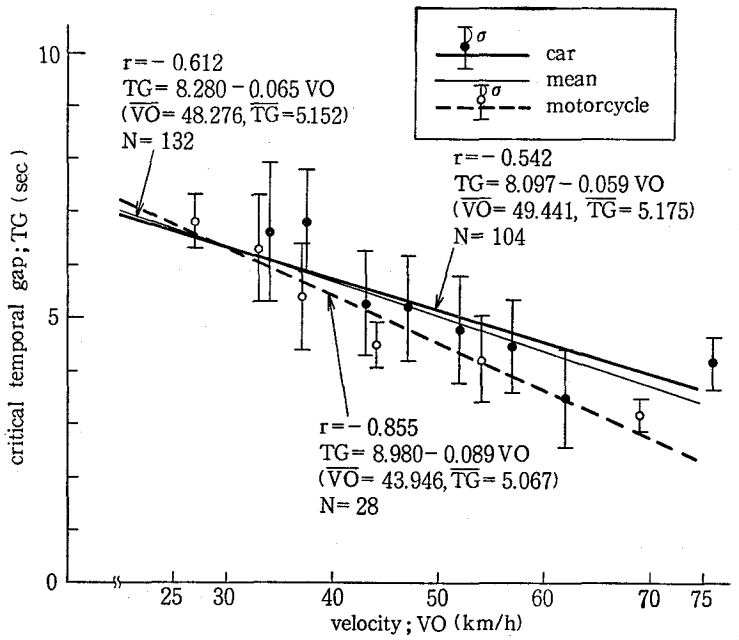


Figure 8(a). Regression of temporal gap size on velocity of approaching vehicle in night experiment.

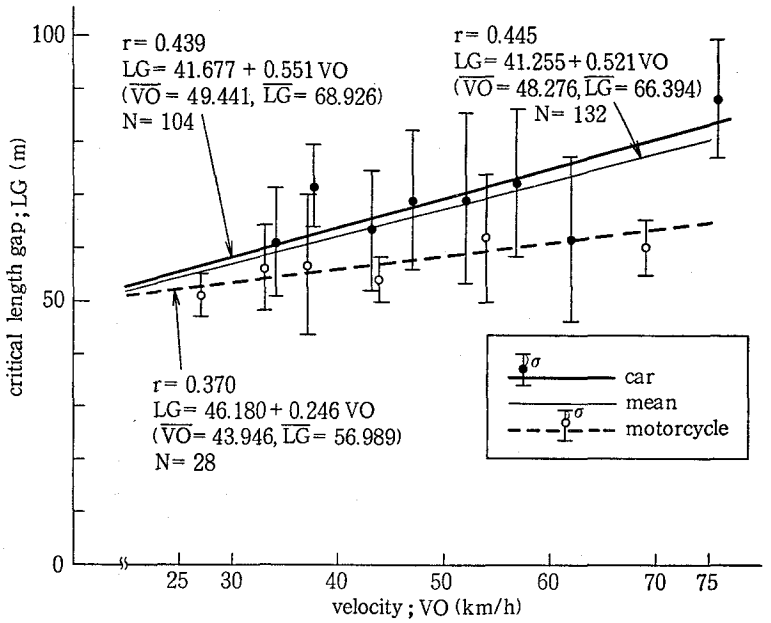


Figure 8(b). Regression of length gap size on velocity of approaching vehicle in night experiment.

ここでは速度の効果は有意であるが ($F(1,\ 128)=36,910$, $P<.01$), 車種の効果は有意ではない。なおこれらの交互作用は有意である。($F(1,\ 128)=5.249$, $P<.025$)。 LG についての回帰式は，四輪車，二輪車で各々 $LG=41.677+0.551\,V$, $LG=46.180+0.246\,V$ で，平均値は各々約68.9 m, 57.0 m である。ここでは速度，車種いずれの効果も有意であるが ($F(1,\ 128)=8.058$, $P<.01$; $F(1,\ 128)=13.345$, $P<.01$), これらの交互作用は有意ではない。TG の標準偏差値については四輪車，二輪車で各々約 1.2 秒，1.5秒でこの差は有意でない。他方 LG の標準偏差値については四輪車，二輪車で各々 14.4 m, 9.3 m でこの差は有意である ($F(104,\ 28)=2.37$, $P<.01$)。

夜間実験結果の昼間実験結果との相違は，TG について車種差が有意でないが車種と速度の交互作用が有意であること，TG のバラツキについて車種差が有意でないことである。(ただし夜間実験ではデータ数が昼間実験に比べて少ないので検定力が弱まっていることも考慮しなければならない。) TG について車種間差がなく LGについて車種間差があることは，夜間実験では四輪車の平均走行速度が約 49.4 km/h, 二輪車で約 43.9 km/h と約 5.5 km/h の差があることにもとづくと考えられる (昼間実験および昼間点灯実験での平均走行速度の差は高々 3 km/h である)。すなわち同じ TG で反応しても接近車の速度が速ければ，LG は長くなるからである。TG について車種間差が消失したことは TG 値が昼間に比べて大きくなったことをあわせて考えると，被験者の判断規準が接近車の車種にかかわらず夜間にはきわめて安全側に片よる，いいかえれば保守的 (conservative) になったのか，あるいは無背景状態に近い夜間では，接近速度，距離の判断は二輪車，四輪車の大きさにかかわらず同一になることを示すものと考えられる。この点についても後に触れたい。

4—2 臨界ギャップにおける状況差

(i) 臨界時間ギャップ (TG) について

状況×速度の分散分析結果は四輪車，二輪車の各々の場合について，および四輪車と二輪車をこみにした場合について各々の主効果，交互作用が 1 %水準で有意であることを示した (F 値，自由度については表 2 を参照)。また状況×車種の分析結果は状況間での有意差を ($F(2,1251)=521.727, P<.01$) 車種間での有意差を ($F(1,1251)=24.881, P<.01$), これらの交互作用の有意性 ($F(2,1251)=5.964, P<.01$) を示した。すなわち，臨界時間 (TG) は夜間，昼間，昼間点灯の順に短かくなる傾向があり，さらに速度上昇に伴なう TG の短縮率はやはり夜間，昼間，昼間点灯の順で小さくなるといえる。この説明として判断規準の状況差および速度感の状況差が考えられるが，判断規準の要因から TG の平均値の状況による相違は説明できうるが，TG の速度に伴なう短縮化率の相違は説明しにくいと思われる。故にこの結果は夜間では昼間に比べて速度上昇に伴なう相対的な速度評価の低下が著しいこと

Table 2. Simplified Table of Analysis of Variance on Temporal Gap.

vehicle	variable	degree of freedom	F	P
motorcycle	situation (A)	2	167.701	<.01
	velocity (B)	1	24.584	<.01
	A×B	2	14.648	<.01
	error	581		
car	situation (A)	2	481.058	<.01
	velocity (B)	1	36.256	<.01
	A×B	2	8.797	<.01
	error	664		
pooled	situation (A)	2	702.615	<.01
	velocity (B)	1	41.679	<.01
	A×B	2	16.750	<.01
	error	1251		

Table 3. Simplified Table of Analysis of Variance on Length Gap.

vehicle	variable	degree of freedom	F	P
motorcycle	situation (A)	2	158.782	<.01
	velocity (B)	1	14.274	<.01
	A×B	2	0.041	
	error	581		
car	situation (A)	2	555.668	<.01
	velocity (B)	1	68.875	<.01
	A×B	2	1.980	
	error	664		
pooled	situation (A)	2	754.684	<.01
	velocity (B)	1	88.709	<.01
	A×B	2	0.107	
	error	1251		

を示唆するものと思われる。車種間差が状況によって異なることについては先の夜間条件の場合の節で言及したので省略する。

(ii) 臨界距離ギャップ（*LG*）について

状況×速度の分散分析結果は四輪車，二輪車各々の場合，および四輪車と二輪車をこみにした場合で各々の主効果が1％水準で有意であることを示したが，交互作用はいずれにおいても有意ではなかった（表3を参照）。また状況×車種の分析結果はいずれの主効果も有意であるが（各々 $F(2, 1251)=494.076$, $P<.01$, $F(1, 1251)=82.893$, $P<.01$），交互作用は有意でないことを示した。すなわち *LG* は夜間，昼間，昼間点灯の場合の順で短かくなる傾向

が明らかとなった。

ところで *LG* については，状況と他の要因（車種と速度）との交互作用がない。すなわち *LG* については平均値は状況によって変るが，相対的には車種差も速度の効果も状況によって相違がないことが示されている。他方，*TG* については状況と他の要因（車種と速度）の交互作用は有意であった。すなわち *TG* については車種差および速度の効果が状況によって異なることが示された。先に述べたようにある状況のある車種に注目すれば *TG* は接近車の速度のちがいによって *LG* 程に大きく左右されないという意味で *GA* の予測変数としての説明力が大きいわけだが，状況によってまた車種および速度の効果のあり方が変化するということがいえる。

なお個人差がみられそれは3群に分れる（附表1）。第1群はギャップ，車種差とも大きい。第2群はギャップは中程度だが車種差は小さい，第3群はギャップがきわめて小さいが，なおかつ車種差が認められる。

V　実験2　接近車に対する速度見越

実験1の結果より臨界時間（*TG*），臨界距離（*LG*）いずれに対しても接近車の速度および車種が効果を示すことが明らかとなった。ここでは，①臨界ギャップの車種による差が速度把握のなされ方の差に基づくのか，あるいは他の要因にもとづくのかを検討する。さらに，②主観的速度（*VS*）と客観的速度（*VO*）との関係を明らかにして後の考察で *GA* 実験の結果の客観軸を主観軸に変換して検討するための資料とする。また，③速度把握の個人差についても触れたい。速度感，主観的タイミングの測定にはマグニチュード・エスティメイション法，カテゴリー判断法，直接評価法（時速をそのまま言う）等様々な方法が考えられるが，ここではGA行動における速度把握を測定するのになるだけ不自然でなく密接に関係づけられ得るものとして以下に示す速度見越し法を採用した。

1.　方　　法

(i)　実験箇所および被験者

実験箇所はGA実験箇所のうち2つの同一箇所，大阪大学吹田キャンパス横の道祖本線と大阪中央市場横である。実験月日，被験者のわりあて，およびデータ数を表4に示す。被験者は11名でこの内4名は GA 実験に参加した者である。なお内1名についてはデータが著しく逸脱していたので解析では省いてある。

表4. 速度見越実験での被験者の割り当て

被験者	昼間								夜間			
	月日	場所	データ数	直接評価	月日	場所	データ数	直接評価	月日	場所	データ数	直接評価
N・S	7/9	道祖本	85		8/3	中央市場横	150					
W・K	7/9	道祖本	70		8/3	中央市場横	150					
M・N	7/9	道祖本	73		10/6	道祖本	25	○				
K・R	7/9	道祖本	58		10/6	道祖本	50	○	10/6	道祖本	30	○
Y・N									10/6	道祖本	30	○
I・I	10/6	道祖本	30	○								
Y・F	10/6	道祖本	10	○								
H・K	10/6	道祖本	30	○								
K・Y	10/6	道祖本	30	○								
O・C	10/6	道祖本	25	○								
A・A	10/6	道祖本	50	○								

(ii) 手順

被験者のタスクが GA 実験と異なる点を除いて実験箇所の設定は基本的に GA 実験の場合と同じである。被験者は道路左側の駐車帯の駐車車輛の運転席又は助手席に座る。この時被験者は接近車の方を向いて座り目を閉じている。実験者は注目すべき接近車が被験者から 100 m 離れた地点にさしかかった時に被験者に合図をして開眼させ，次の 2 秒後の合図で再び閉眼させる。被験者は 2 秒間だけ注目すべき接近車を見てその車輛が自分のいる地点を通過すると判断した時に反応キーをおす。ミニカウンターは被験者から 100m 離れた地点を接近車が通過した時点に on，被験者の反応で off にする。このことから，被験者が 100 m 前方で 2 秒間見た接近車が自分の前を通過すると判断する主観的タイミング（*TS*）を測定し，同時に100 m の区間を接近車が何秒で通過すると判断したかということより間接的に被験者の主観的速度（*VS*）を算出する。客観的速度（*VO*）は GA 実験と同様に測定，算出する。客観的タイミング（*TO*；100 m 区間の通過所要時間）は *VO* より求める。被験者の接近車への観察開始地点を 100 m 離れた地点としたことは GA 実験の臨界距離ギャップ（*LG*）が長くて 80 m 前後であったに基づく。また観察時間を 2 秒としたことには特に根拠はないが，接近対象の速度把握の正確さは観察時間が 4 秒でプラトーに達するという知見（Harvey, and Michon, 1974）を参考とした。

注目車輛の指定は被験者が開眼して即座にわかるように単独走行車に，また後続車がある場合にはその車間距離が十分な場合に限定した。また接近車輛が被験者に近づいた時の音，振動，風圧の手掛りを無くすために，きわめて交通量の多いところで車輛通過音を録音したものをヘッドフォンで聴かせ，かつ車輛後部に振動発生装置を作動させ振動を車輛全体に加え，さらに窓は閉め切った。接近車としての実験車の車種および走行速度については GA 実

験と同様である。

2. 実験条件

実験変数は接近車の車種と速度である。この点に関してはGA実験と同様である。又，昼間条件に加えて夜間条件も加えた。

3. 結果および考察

3—1. 昼間における接近車に対する主観的速度とその車種差

図9—a に被験者をすべてプールした結果を示す[4]。図中の各点は客観的速度（VO）の 5 km/h ステップでの主観的速度（VS）の平均値を，またデータのバラツキを各平均値の上下に 1 σ で示した。なお回帰式は元のすべてのデータ点にもとづいて求めたもので，図に示し

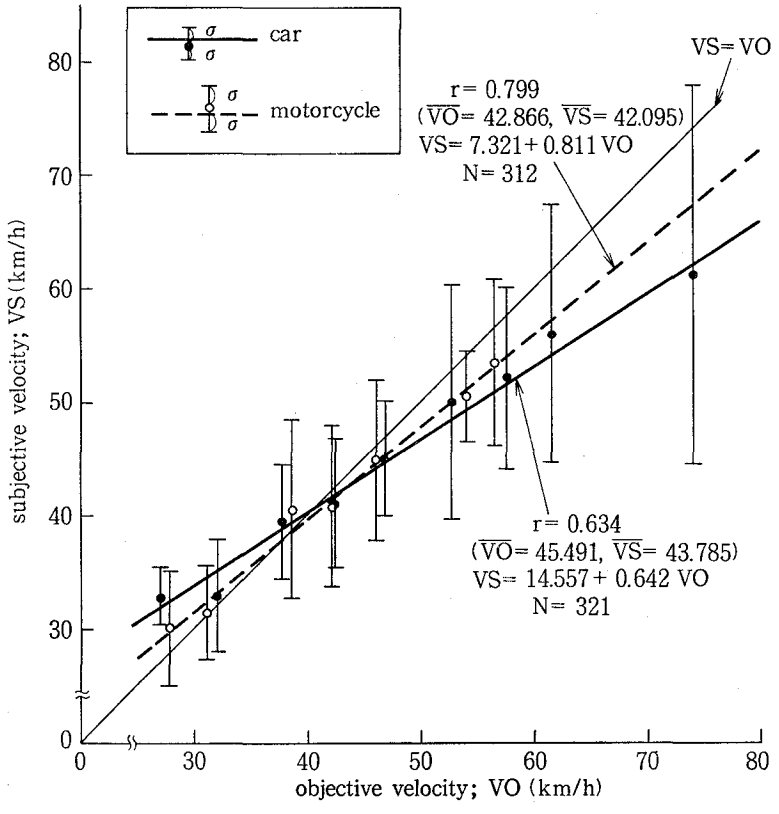


Figure 9(a). Regression of subjective velocity on objective velocity of approaching vehicles in daytime experiment.

注4）ここでは数値を対数変換せずに図示した。これは過大，過小評価の大きさ，データのバラツキが直接に見てとれるためである。なお附図1に対数変換した場合を示す。そこではベキ法測に従うことが示されベキの値は約0.73である。

た各平均点より求めたものではない。

回帰式は四輪車，二輪車の場合にそれぞれ $VS=14.557+0.642\,VO$，$VS=7.321+0.811\,VO$ である。ここでは速度要因については GA 実験の場合と同じく 45 km/h 以上と 45 km/h 以下の 2 水準で分散分析で行なった。またここでは VO は当然のこととして主効果となるはずであること，および VO 自体が変動していることを考慮して細胞内データを $VO-VS$ として分析を行なった。その結果，速度要因が $VO-VS$ 値に対して有意効果を示したが（$F(637.1)=43.212$, $P<.01$）車種要因および交互作用は有意ではなかった。

① ここでの主観的速度には車種は有意効果をもたない。したがって GA 実験での臨界ギャップにおける車種差は主観的速度は主観的速度の車種差からは説明できない。故に臨界ギャップでの車種差は，車種によって相手車を甘くみる点に差があること，あるいは相手がゆずってくれるだろうという期待といった非知覚的要因，あるいは接近車に対する距離判断が車種によって異なるといういずれかの要因あるいは双方から説明されなければならない。

② 接近車に対する主観的速度評価は車種にかかわらず 40 km/h 付近を界に低速部での

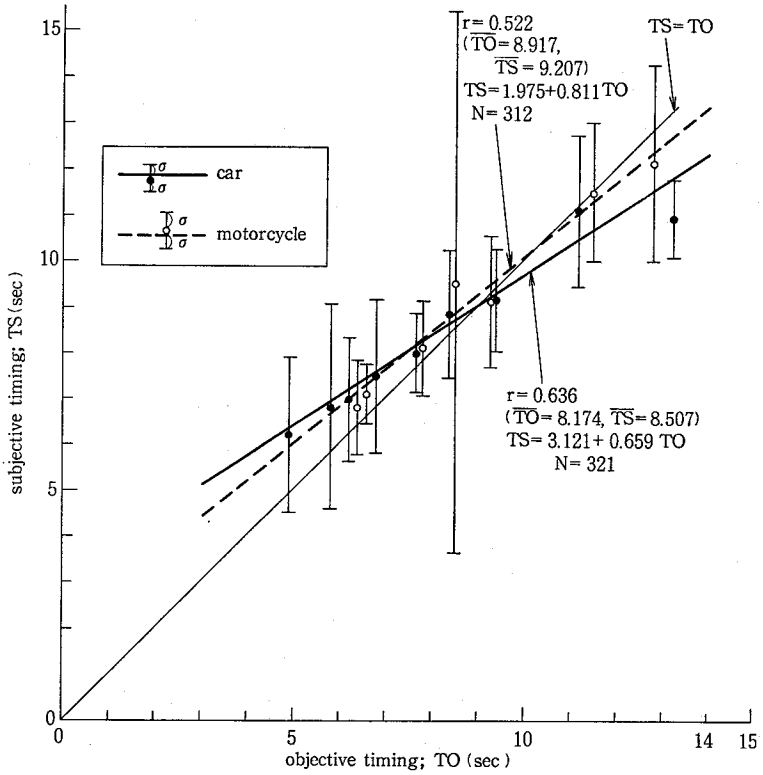


Figure 9(b). Regression of subjective timing on objective arrival timing of approaching vehicles in daytime experiment.

過大評価，高速部での過小評価という傾向が有意に示された。この傾向は臨界時間ギャップ（TG）が速度の上昇とともに減少したことを示すかもしれない。すなわち被験者は主観的には常に同一の TG でギャップの受容，拒否の決定を行なっているのだが，主観的速度評価についてのことで示された歪みが TG と客観的速度（VO）との関係に反映されていると考えられる。この点については後の考察で検討する。

なお客観的速度と主観的速度の差（$VO-VS$）の標準偏差値は四輪車，二輪車で各々約0.5 km/h，7.9 km/h でこの差は有意である（$F(311,\ 323)=294.12, P<.01$）。したがって，四輪車と二輪車で主観的速度には差がないが，その判断の安定性あるいは容易さには大きな差があり，二輪車に対する速度判断はきわめて不安定であるといえる。この不安定さが二輪車に対する臨界ギャップ判断のバラツキの大きさに反映されている可能性は否定できない。

なお参考までに，ここで求めた主観的タイミング（TS）と客観的タイミングの関係は図9—b に示すとうりであり回帰式は四輪車，二輪車各々について $TS=3.121+0.659\,TO$，$TS=1.975+0.811\,TO$ でありここでも車種差は認められず客観的タイミングの効果のみ有意である（$F(1.637)=6.757, P<.01$）。すなわちタイミングについては 10秒までは車種にかかわらず過大評価がされるといえる。

3—2　夜間における接近車に対する主観的速度とその車種差

図10に結果を示す。回帰式は四輪車，二輪車各々について，$VS=30.116+0.563\,VO$，$VS=33.195+0.552\,VO$ であり，ここでは車種，速度いずれとも $VO-VS$ に対して有意効果を示さなかった。ただし，ここではデータ数がきわめて少ないことが検出力を弱めていることを考慮しなければならない。ゆえにここでは仮に図10をもとにすると約70 km までは過大評価，70 km 以上での過少評価が推定される。ここで示された比較的高速度までの過大評価傾向は先に示した夜間での臨界ギャップの大きさを説明する1つの要因であるかもしれない。この点についても後の考察で GA 実験結果の横軸を主観的速度に変換することで明らかとしたい。

なおここでの客観的速度と主観的速度の差（$VO-VS$）の標準偏差値は四輪車，二輪車での各々約 9.8 km/h，10.9 km/h でこの差は有意でない。しかし，先の昼間実験の標準偏差値を比べるといずれの車種でも判断のバラツキが大きくなっており夜間での接近速度の把握の不安定性が示されている。

昼夜間における客観的速度と主観的速度との差（$VO-VS$）についての分散分析の結果，状況（昼と夜）の主効果のみ有意であり（$F(1,\ 675)=112.070,\ P<.01$），状況と車種あるいは速度との交互作用はいずれも有意ではなかった。速度評価のバラツキ（$VO-VS$ の標準

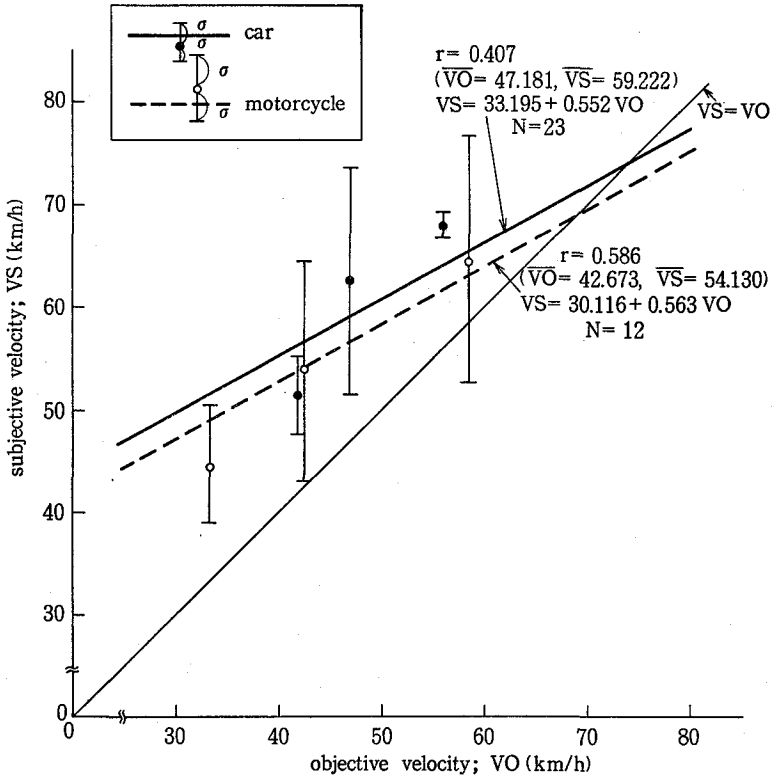


Figure 10. Regression of subjective velocity on objective velocity of approaching vehicles in night experiment.

偏差値）は先に示したように四輪車，二輪車いずれにおいても夜間の方が大きくなる。ゆえに四輪車，二輪車いずれもその接近速度は夜間の方が早く感じられ，かつそのバラツキも大きくなる。そして速度上昇に伴なう評価速度の減少率（グラフの勾配）は昼夜で差があるとはいえない。

なお Norling (1963) は昼間の接近車に対する速度の直接評定の結果，その回帰式は $VS=2.1+0.72VO$ という一貫した過小評価を報告している。相場 (1978) は実験室での平面ディスプレイによるシミュレイションでのタイミング判断において 2 秒を界にそれ以下での過大評価，それ以上での過小評価を報告している。これらはいずれも当実験結果と異なるがそれは方法の相違によるものと思われる。なお相場 (1977) は上と同じシミュレイション実験で大きな対象の方が速く感ぜられることを報告しているが，当実験結果との相違が手順の相違にもとづくのか，当実験での刺激が走行するものとしての熟知性をそなえていたことによるのかはここでは明らかではないが，この点は興味深い。

ここでも被験者間差があらわれたが，きわめて正確な判断を行なった 2 名以外の者は程度

の差はあるが，低速での過大評価，高速での過少評価という傾向には大きな差はなかった（附表２）。

Ⅵ　実験３　接近車に対する距離（照合）判断

実験１および実験２の結果より臨界ギャップについての車種間差を生じる要因として接近車に対する判断の甘さおよび距離判断が残された。仮に接近車が四輪車である場合に比べて二輪車である場合に臨界ギャップが小さいことを距離判断の車種による相違が規定しているのなら，二輪車に対する距離は四輪車に対する距離よりも遠く評価されるはずである。この点を明らかにする。

1.　方　　法

(i)　実験箇所および被験者

実験箇所は大阪大学人間科学部前の並木道（交通量はきわめて少なく，片側一車線の見通しのよい直線道）。被験者は10名で各被験者の試行数は平均25試行である。この内１名だけはGA実験と速度見越実験に参加した者である。またこの内２名のデータは参照刺激と本刺激の照合に明確さを欠いたため解析では省いた。

(ii)　手　　順

被験者は道路端に立ち注目すべき接近車と逆方向に立っている参照刺激としての人物を見る。彼は被験者から 30 m～105 m の間の15 m ステップの６地点のいずれかにランダムな順で立つ。被験者はまず各試行での参照刺激の距離を２秒間の観察で把握する。つぎに参照刺激と逆方向から接近してくる実験車が被験者から 150 m の地点に達っした時にふりかえり実験車を見る。この時実験車がその回に見た参照刺激と同じ距離に達っしたと判断した時に反応キーを押す。反応キーを押すと道路から約 200 m 離れた地点に設置したビデオカメラのレンズ上部に取りつけたランプが点灯する。このビデオカメラは実験車を始終画面の中に収めている。主観的距離の算出はこのビデオテープを解析して行なう。すなわちランプが点灯した時点に実験車が被験者より何 m の指標のところを走行していたかを解析する。なおこの際道路の両側に指標を設定して視差を補正した。

実験車は四輪車（トヨタ・カローラ 1200 cc）と原付自転車（スズキ・ハスラー50 cc）の２つで毎回 45 km/h の定速で走行する。参照刺激の方向と接近車の方向とを逆方向にしたのは被験者が道路周辺の手掛りで参照刺激の位置を決定しそこに実験車が達した時に反応することを防ぐためである。さらにこのような判断ストラテジーを防ぐため試行数を１人当り

平均25回と少なくし，そのようなストラテジーをとらずに実験車そのものとの距離感で判断するよう教示した。2秒間という観察時間は速度見越実験での観察時間とそろえるためである。

2. 結果と考察

被験者すべてをこみにした結果を図11に示す[5]。（各個人の主観距離（DS）の客観距離（DO）への回帰データを附表3に示す。）四輪車，二輪車各々での回帰式は $DS=19.002+1.046\,DO$，$DS=18.056+0.845\,DO$ であり，分散分析の結果，車種および距離（DO）の主効果は有意であるが（各々，$F(1,\ 137)=36.881$，$P<.01$；$F(5,137)=14.941$，$P<.01$），これらの交互作用は有意ではない。すなわち図に示されるように，主観的距離は接近車が四輪車の場合に二輪車の場合よりも有意に大きい。また四輪車，二輪車いずれの場合にも当実

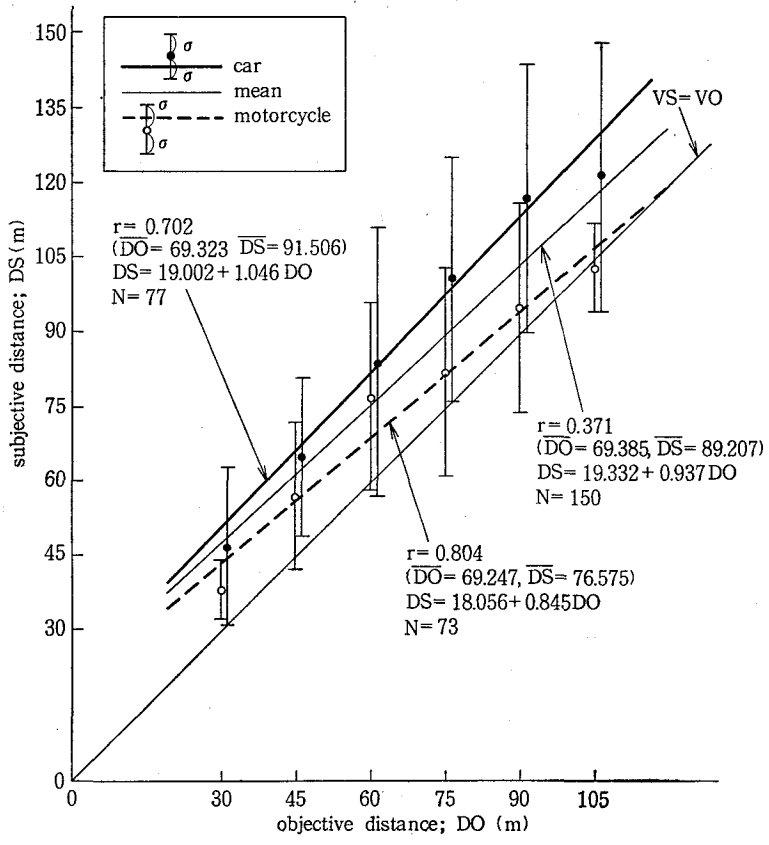


Figure 11. Regression of subjective distance on objective distance to approaching vehicles in daytime experiment.

注5）速度感の場合と同じく数値を対数変換せずに図示した。附図2に対数変換した場合を示す。そこではベキ法則に従い，ベキの値は約0.78である。

験の距離内では過大評価が行なわれている。したがって二輪車の場合に四輪車の場合より臨界ギャップが小さいことは距離判断における車種差からは説明できず，ここで取りあげてきた知覚的要因以外の要因（二輪車を甘くみることとか車の迫力）でギャップの車種差を説明しなければならない。但し，当実験の参照刺激は人物であり，この大きさは人物の乗った二輪車の大きさにほぼ等しく，四輪車よりも小さい。ここでの結果にはこうした参照刺激の大きさが影響している可能性がある。被験者の内，数人は大きさを手掛りとして判断したから二輪車では判断がしやすく，四輪車では判断が難しいと内観報告した者がいた。故に参照刺激を四輪車と同じ大きさのものとした場合の結果と当実験の結果とを比較した上で距離判断における車種差について結論を下すべきであり，ここでは臨界ギャップにおける車種差を距離判断における車種差から説明できないという仮の結論は保留しなければならない。

なお小林（1964）は走行車に乗っている被験者の静止指標までの距離感についての実験を行っているが，（指定された距離（m）にさしかかったと思った時に反応するもの），そこでの結果——100 m 以内での過大評価——と当結果は一致する。又，そこでの自車が 40 km/h で走行している場合のベキの値の一例 0.799 と当実験の結果の値（0.78）も類似しており，自分が静止し対象が接近して来る場合と，対象が静止し自分が接近して行く場合とでの距離判断の傾向についての類似性が示唆される。

ここでも被験者間差があらわれた（附表 3）。かなり正確な判断を行なう者 1 名（この被験者はやや過小評価を行なう）を除いて他の者はすべて過大評価を示した。彼等は遠距離程その傾向が強まる者，その傾向が変らない者，その傾向が弱まる者に分れる。

Ⅶ 総 合 論 義

1. ギャップ・アクセプタンス行動の機制の一側面

(i) 臨界時間ギャップについて

実際のギャップ・アクセプタンス行動のシミュレイションとしての臨界時点決定実験の結果より，昼間での予測変数としては接近車輌の被験者の位置までの到着時間（ここでは臨界時間ギャップ；*TG*）が接近車の速度によって影響されることが臨界距離ギャップ（*LG*）よりも少ないという意味において説明力の高いことが示された。しかし臨界時間ギャップは接近速度の上昇に伴なう有意な減少傾向を示し，一般に言われているように必ずしも被験者が固定時間ストラテージ（Gibbs, 1968；Ebbesen, et al. 1977；Nussloch, et al. 1976）をとっているとはいえない。ただし臨界時間が接近速度によって変化することが少ないということ

を考えると，被験者は各試行毎の接近速度を手掛りとして「この速度ならこの距離でもう出て行かない」という判断を行なっているものと考えるのが自然と思われる。（この点は後に行なった小アンケートの結果，ギャップ・アクセプタンス場面での手掛りとして速度と距離を挙げたものが多かったことからも裏づけられるのではないかと思われる。）すなわち判断軸の形成には速度（V）と距離（D）が手掛りとして用いられているようであるが，これらがどのように統合されているのか――速度と距離の比（D/V）がとられ接近車の自分の位置への到着時間が間接的に評価されているのか，より直接的に到着時間が把握されているのか，あるいは速度および距離に伴う危険性を加算（$a(V)+b(1/D)$）しているのか――ということは速度（V）と距離（D）とを独立に操作する実験を行なうことから明らかにされよう。但し，なお判断軸自体が何かということはリスクテイキングの問題として残される。

(ii)　臨界時間ギャップの接近速度の上昇に伴う減少について

昼間での臨界時間ギャップは車種を平均すると接近車の速度が30km/hで約3.4秒，65km/hで約2.4秒と速度上昇に伴って減少する，すなわち危険性がより高くなることが示された。臨界距離ギャップは時速30kmで約30m，時速65kmで約45mと速度に伴って増加するが，これは速度上昇に伴う余裕の減少（危険性の増大）を十分に補ってはいない。これらのことは速度評価の歪みあるいは距離評価の歪みを反映しているのか，かつ，またはこれらの知覚的要因とは異なるリスクテイキングでの問題を反映しているものと考えられる。

なお，当実験と同様の四輪車についての実験結果を報告している Bottom & Ashworth(1978)では，臨界時間ギャップの接近速度への回帰式は各々$TG=10.0-0.06V$，$LG=62+0.80$であるが，これらは当実験の四輪車についての結果（$TG=4.213-0.028V$，$LG=20.127+0.425V$）と異なり，切片，勾配とも大きい値を示している。この点については当実験では二輪車が接近車として混入していたことが四輪車の場合のギャップを小さくしたのかあるいは被験者の特性の相違を示しているものと考えられる。

(iii)　昼間と夜間での相違

夜間での臨界時間ギャップは昼間での臨界時間ギャップより大きく（平均値は各々5.1秒と2.9秒），速度上昇に伴なう減少率も大きいことが示された。このことは速度見越実験で示された昼夜間での速度感の相違を反映し，かつ夜間では被験者の判断基準がより安全側に移行することを示唆している。

2.　ギャップの大きさにおける接近車の車種差の規定因について

先に述べたように接近車が二輪車の場合には四輪車の場合よりも臨界時間ギャップは短かくなる（平均値は各々昼間で2.7秒と2.9秒夜間で5.1秒と5.2秒）。しかし，速度と車種の

交互作用がなかったことより，ギャップの受容拒否のメカニズムは車種によって大きくは変らないものと推定される。速度見越（主観的速度）については車種差のないことが示され，主観的距離については車種差があるが，それはギャップの車種差を説明するのとは反対の関係にあることが示された。（ただし，ここには参照刺激の大きさの問題が残されている。）したがって臨界ギャップの車種間差の規定因として，ここで扱った知覚的要因以外の接近車に対する甘い見込みという判断基準設定の行ない方の要因が残される。

3. 客観的速度の主観的速度への変換

先に述べたように速度感の歪みがギャップの速度に伴う変化，昼夜間での差を生じせしめていることが考えられる。以下ではギャップアクセプタンス実験で得られた結果の横軸を主観的速度の軸とすること，すなわち，縦軸，横軸とも主観軸とすることからギャップ・アクセプタンス行動の内的機制に触れようとする。これは臨界ギャップの大きさは主観的には常に一定の何らかの内的規準に基づいて決定されるのではないかという想定にもとづく。

ギャップ実験で得られた縦軸の TG, LG の値は被験者の主観的な時間的余裕，距離的余裕を客観的な数値で示したものであり，その内容は主観的な何ものかである。しかし横軸Vは物理的速度（以下 VO と示す）を数値(km/h) で示したものである。例として TG と VO の関係が $TG=10-0.1\,VO$ であったとしよう（図12—a)。また速度見越実験の結果，主観的速度（VS）と客観的速度（VO）との関係が $VS=30+0.3\,VO$ と表わされたとしよう（図12—b)。ここでは縦軸の内容は主観的なもの，横軸の内容は客観的なものである。すなわち速度という実体は同じものであるがそれを主観に投影したか客観に投影したかということであり，それぞれの軸の目盛には直接的な関係はないと考えられる。図 12—b に示されるように主観的な36 km/hと45 km/hという速度の差 9 km/h は物理的には各々が 20 km/h, 50 km/h

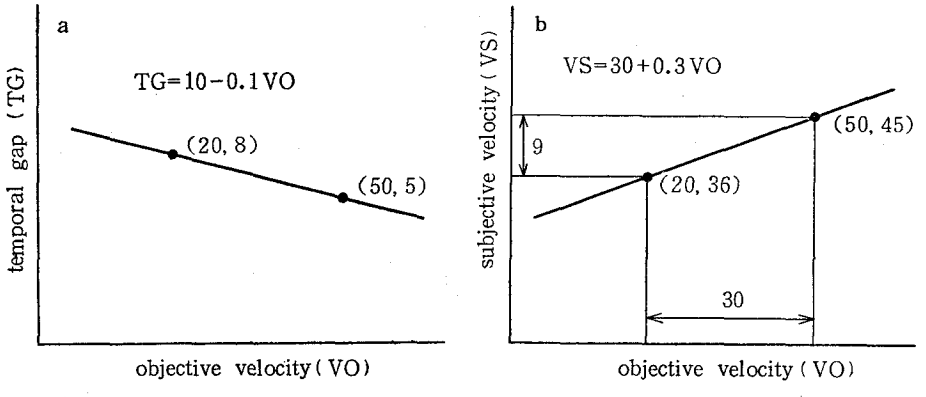


Figure 12. Illustrative figure for transformation of objective velocity into subjective velocity in relation to temporal gap.

との差 30 km/h に相当している。

ただし、主観的な速度差 9 km/h と物理的な速度差 30 km/h とはあくまでも同一の実体にもとづくものである。本来，主観的な速度感というものに単位は与えがたいものと思われるが，ここでは仮に km/h という物理的単位を与えて示したにすぎない。しかし，何らかのかたちで図 12-a の横軸を主観的速度の軸として TG との関係をみようとするためには単位を与えなければならない。したがって，主観的速度の単位に仮に km/h というものを与えるとすると，ここでの例では主観的速度差 9 km/h が物理的速度差 30 km/h に等しいということ

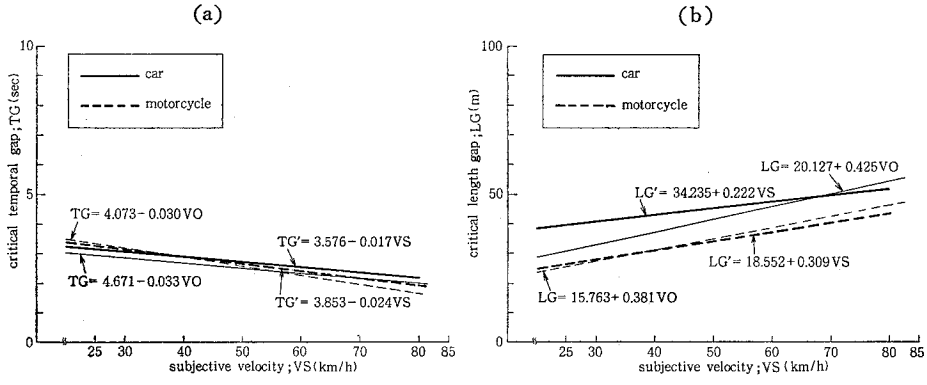


Figure 13(a). Regression of critical temporal gap on subjective velocity of approaching vehicles in daytime experiment. (Slight lines represent premodified regression.) VO indicates objective velocity.

Figure 13(b). Regression of critical length gap on subjective velocity of approaching vehicles in daytime experiment. (Slight lines represent premodified regression.) VO indicates objective velocity.

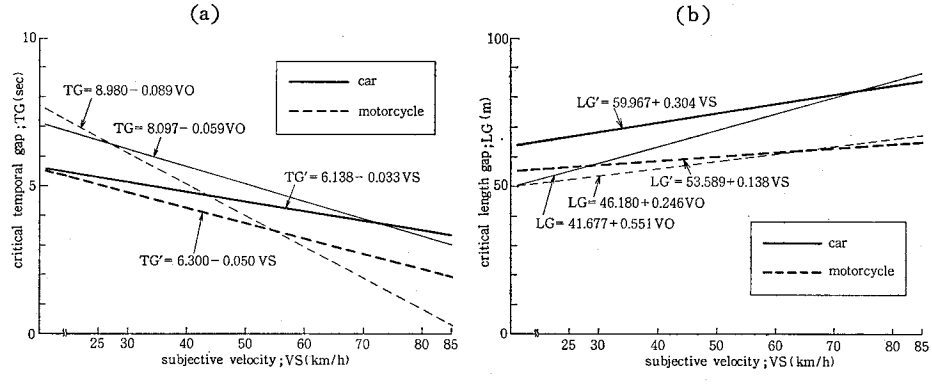


Figure 14(a). Regression of critical temporal gap on subjective velocity of approaching vehicles in night experiment. (Slight lines represent premodified regression.) VO indicates objetive velocity.

Figure 14(b). Regression of critical length gap on subjective velocity of approaching vehicles in night experiment. (Slight lines represent premodified regression.) VO indicates objective velocity.

Table 5. Regression Data of Gap Acceptance Experiment of Each Subject in Objective Scale and Subjective Scale.

	subject	vehicle			objective scale		subjective scale			objective scale		subjective scale	
			$\overline{VO}$	$\overline{TG}$	a	b	a	b	LG	a	b	a	b
daytime	KR	mtc	46.743	3.176	5.598	−0.052	5.177	−0.039	40.359	29.141	0.240	31.083	0.181
		car	48.892	3.231	4.901	−0.034	4.470	−0.022	43.558	20.984	0.462	26.836	0.303
	NS	mtc	46.193	1.361	1.661	−0.007	1.594	−0.005	17.199	4.010	0.286	6.760	0.205
		car	46.929	2.053	2.672	−0.013	2.588	−0.011	26.161	6.993	0.408	9.621	0.342
	WK	mtc	43.591	2.565	4.231	−0.038	4.203	−0.037	29.620	20.557	0.208	20.710	0.200
		car	46.523	2.202	4.199	−0.021	4.141	−0.019	40.496	11.734	0.618	13.432	0.570
	mean	mtc	44.714	2.724	4.073	−0.030	3.853	−0.024	32.796	15.763	0.381	18.552	0.309
		car	47.815	3.114	4.671	−0.033	3.576	−0.017	40.466	20.127	0.425	34.235	0.222
night	KR	mtc	43.764	4.705	8.350	−0.083	4.828	−0.014	52.389	40.867	0.263	52.028	0.044
		car	49.705	4.570	7.099	−0.051	5.689	−0.032	61.165	34.829	0.530	49.479	0.335
	YN	mtc	44.104	5.381	9.578	−0.095	7.888	−0.077	60.975	51.182	0.222	55.132	0.179
		car	49.188	5.757	8.975	−0.065	6.426	−0.031	76.395	46.632	0.605	70.353	0.286
	mean	mtc	43.946	5.067	8.980	−0.089	6.300	−0.050	56.989	46.180	0.246	53.589	0.138
		car	49.441	5.175	8.097	−0.059	6.138	−0.033	68.926	41.677	0.551	59.967	0.304
mean		mean	46.755	2.797	3.890	−0.023	3.640	−0.017	35.479	14.295	0.453	19.210	0.336

Notes. $\overline{VO}$; indicates objective velocity, $\overline{TG}$; indicates temporal gap, $\overline{LG}$; indicates length gap, a, b; regression coefficients.

より主観的速度の 1 km/h は物理的速度の 30/9 km/h に相当することになる。このことより，図 12-a の横軸を主観的速度としその単位を km/h で示すならば，横軸が主観的速度と物理的速度の一致する点（図12 の例では 42.9 km/h）を不動点としてとして縮少されることになると考えるのが妥当と思われる。その結果，変換された横軸（主観軸）と元のデータ点との相対関係について考えると，図 12-a の速度が過大評価されていた点（20, 8）は左側に，速度が過少評価されていた点（50, 5）は右側に移動することになりグラフの勾配は小さくなる。

但し，ここに述べた考えが妥当かどうかについては今のところ確信はなく，一つの試案としてとらえていただきたい。また，さらなる問題としてここでは TG を測定値そのもので示しているが，TG＝LG/VS と考えて計算しなおすべきかも知れない。但し，この考え方では時間を，距離感を速度感で余してみつもるという内的機制が前提となる。しかし，この仮定が妥当かどうかが明らかでないという矛盾がある。（ここでの試み—感覚，知覚についての客観的量と主観的量の関係を利用して，主観的感覚値（ここでは VS）と行動の一側面（ここではギャップ・アクセプタンスの TG）との関係を明らかにしようとすること—についての知見に筆者はこれまで触れることができなかった。）

ここに述べた考えにもとづいて変換をほどこした結果を図13，図14，および表5に示す。図中の細い線は変換をほどこしていない元のデータである。（表5にはギャップ実験，速度見越実験の双方に参加した被験者のデータを示してある。）速度感については車種差がなかったのであるから，速度を修正してもギャップについての車種差は残される。しかし昼間，夜間いずれにおいても *LG*, *TG* の勾配が双方とも小さくなり，*LG*, *TG* の速度による増減の一因が速度感の歪み（低速部での過大評価，高速部での過小評価）にもとづくことが示されている。すなわち主観軸をとると被験者の臨界ギャップについての判断は速度に左右されることがより少なくなり，より安定した何らかの内的規準にもとづく判断を行なっていることが示唆される。しかしなおかつ，*TG* は主観的速度の上昇とともに減少を示している。このことについては高速になる程被験者の判断がリスキーになることを示すのか，あるいは速度見越で得られた主観的速度がそのまま判断軸の形成の一つの要因となるのではないことを示しているということも考えられる。すなわち，ここに示した図の両軸は主観的内容を示すものであるが，縦軸は判断，決定の水準のもの，横軸は知覚的水準のものであり水準が異なっていることをさらに考慮しなければならない。

以上のように両軸を主観軸にとると速度に影響されることがより少ない判断ストラテジーがとられているようであることが示されたが，その機制はここでは明らかでない。ただ *TG*, *LG* のグラフの勾配をみると距離（*D*）×時間（*T*）が一定となるような関係が見うけられる。ここに示した諸問題は興味深いものとして今後に残される。

要　　約

ギャップ・アクセプタンス行動にかかわる3種の実験——シミュレーションとしての臨界時点決定法，接近車に対する速度見越，接近車への距離（照合）判断——を行なった。ここでの特徴は，ⓐギャップ・アクセプタンス行動そのものの測定のみならず，それにかかわる知覚的要因を合せて検討しようとしたこと，ⓑ接近車が二輪車と四輪車との場合を比較，検討したこと，ⓒ接近対象への速度感，距離感についての新しい測定手法を用いたこと，ⓓギャップ・アクセプタンス行動を主観的速度との関係でとらえようとしたことである。

結果は次のとおりである。

1. 時間ギャップ（接近車の被験者の位置までの到着時間）が接近車の速度に影響されることが少ないという意味でギャップ・アクセプタンス行動の予測変数となりうる。
2. ただし，時間ギャップは接近車の速度上昇に伴なって減少する傾向があり，速度上昇とともに危険性が増す。この一因は接近中高速の過小評価にあるが，さらに接近車の速度が

早くなるのに従って被験者の判断がよりリスキーになることも一因として示唆される。

3. 距離ギャップは速度上昇とともに大きくなるが，これは速度上昇に伴なう危険の増大を充分に補うものではない。この一因は，中高速部での速度の過小評価にあるが，遠距離の距離評価が相対的に小さくなることも更に検討しなければならないと思われる。

4. 夜間には昼間に比べてギャップの判断はより安全側に移行する（臨界時間ギャップの平均は昼間で 2.8 秒，夜間で5.2秒）。この一因は速度感の昼夜間差にあるが，夜間には被験者の判断がより保守的になることも考えられる。

5. 夜間，昼間いずれの場合にも接近車が二輪車の場合には四輪車の場合よりも小さなギャップがとられる。速度感に二輪車と四輪車とで差がなく，距離感では二輪車が四輪車より近く判断されたことは，ギャップの車種差は知覚的要因からは説明できないことを示し，ギャップ受容についての判断基準の相違から説明されなければならないことを示唆する。

6. ギャップを主観的速度との関係でとらえると時間ギャップ，距離ギャップともに速度によって影響されることが客観的速度との関係でとらえた場合よりも少なくなるようである。このことは被験者がより安定した内的規準にもとづいて判断を行なっていることを示唆する。但し，ここで行なった客観軸の主観軸への変換についての考え方，内的規準が何であるのか，あるいは判断軸がどのように形成されているのかということは今後の問題として残される。

7. 接近車に対する速度見越実験より間接的に求めた主観的速度については，接近車としての二輪車と四輪車でその有意な差はない。いずれにおいても低速部での過大評価，高速部での過少評価が示され，その臨界速度は昼間で 45 km/h 付近，夜間で推定 70 km/h 付近にある。（対数変換せずに求めた直線回帰式は昼間で四輪車の場合に $VS=14.6+0.64VO$，二輪車の場合に$VS=7.32+0.81VO$ である。また，得られたデータはベキ法測にも従っており，そのベキの値は各々約 0.73 である。）

8. 距離（照合）判断については，二輪車の方が四輪車よりも近く判断される（ただし，ここには参照刺激の大きさの問題が含まれており結論は保留しなければならない）。いずれの車種においても当実験の距離の範囲（30 m～105 m）では過大評価される。（対数変換せずに求めた回帰式は平均で $DS=19.3+0.94\,DO$，また，得られたデータはベキ法則に従い，そのベキの値は約 0.78 である。）

謝　辞

教授，樋口伸吾先生，助教授，長山泰久先生，森田敬信先生に御多忙の中，御指導と御援助をいただいた。ここに厚く御礼申し上げさせていただきます。また当稿は産業行動学研究室の院生，学部生諸君の協力なくしてはでき上らなかった。大学院生の蓮花一己君，林昭博

君，向井稀宏君，研究生の臼井伸之介君にはに協力，援助いただいた。学部4回生，3回生の諸君も快く実験の遂行を手伝ってくれた。事務補佐の中川貢美子さん，岩下さんにも様々な面で協力，援助していただいた。皆様に深く感謝の意を表わさせていただきます。

なお当研究は川崎重工による長山泰久助教授への研究助成金によって行なったものの一部である。データの解析にあたっては大阪大学大型計算機センターを利用して行なった。

参　考　文　献

相場　覚　接近運動における視速度の規定因。日本心理学会第41回大会発表論文集，1977，48-49。

相場　覚　接近運動対象の予測的知覚。日本心理学会第42回大会発表論文集，1978，366-367。

Bottom, C. G., & Ashworth, R. Factors affecting the variability of driver gap-acceptancee behaviour. Ergonomics, 1978, 9, 721-734.

Ebbesen, E. B., Parker, S., & Konecni, V. J. Laboratory and field analyses of decisions involving risk. Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance, 1977, 3, 576-589.

Gibbs, W. L. Driver gap acceptance at intersections. Journal of Applied Psychology, 1968, 52, 200-204.

Harvey, L. O. & Michon, J. A. Detectability of relative motion as a function of exposure duration, angular separation, and background. Journal of Experimental Psychology, 1974, 103, 317-325.

Halastead-Nussloch, R., Sivak, M., Olson, P. L., & Stavgis, S. P. Development and field testing of techniques for increasing the conspicuity of motorcycles and motorcycle drivers. Contract DOT-HS-6-01459, National Highway Traffic Safety Administration, US Department of transportation, 1976.

小林　実，井形泰彦　距離の絶対判断に対する車速の影響について。科学警察研究所報告，交通編，昭和39年，5(2)，102-108。

Miura, T. The Word superioriority effect in a case of Hiragana letter strings. Perception & Psychophysics, 1978, 24, 505-508.

Miura, T. Visual behavior in driving : an eye movement study. (in preparation)

三浦利章　運転場面における視覚的行動一眼球運動の測定による接近　大阪大学人間科学部紀要，1979，第5巻，253-289。

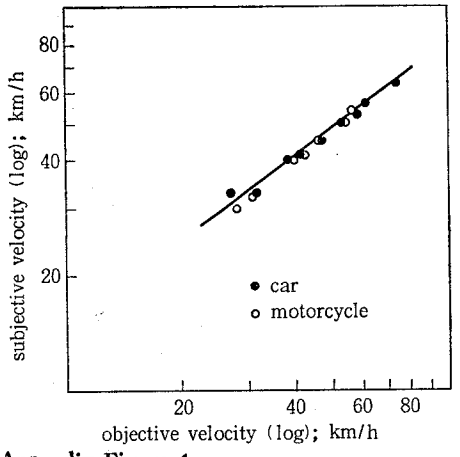
森田敬信　運転行動における視覚情報摂取過程一二輪車運転を中心として。大阪大学人間科学部紀要，1978，第4巻，239-265。

長山泰久　二輪車事故原因を考える(3)一事故事例からみた二輪車事故の特徴。人と車，1978，6，20-23。

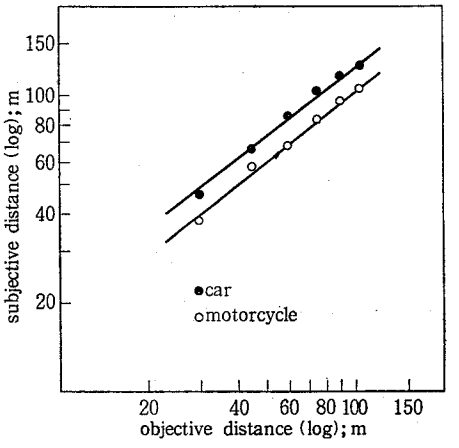
Nagayama, Y., Morita, T., Miura, T., Watanabe, J., & Murakami, N. Motorcyclists' visual scanning pattern in comparison with automobile drivers'. Society of Automotive Engineers, Technical Paper Series, 790262, 1979, 1-12.

Norling, I. Judgement of speed in a traffic situation. Almovist & Wiksell, 1963.

Shinar, D. Psychology on the road. Johon Wiley & Sons, 1978.



Appendix Figure 1.
Relation between objective velocity and subjective velocity for approaching vehicles in daytime experiment.



Appendix Figure 2.
Relation between objective distance and subjective distance to approaching vehicles in daytime experiment.

Appendix Table 1. Regression Data of Each Subject Group in Gap Acceptance Experiment.

experiment	SG	vehicle	VO (SD)	TG (SD)	a	b	r	LG (SD)	a	b	r	N
daytime experiment	SI	mtc	47.101 (16.005)	3.962 (1.501)	7.160	−0.068	−0.724	47.007 (11.539)	35.530	0.244	0.338	43
		car	46.441 (13.451)	5.245 (1.254)	8.799	−0.077	−0.821	63.819 (9.986)	37.096	0.575	0.775	16
		mean	46.922 (15.357)	4.310 (1.547)	7.612	−0.070	−0.699	51.566 (13.414)	37.335	0.303	0.347	59
	SII	mtc	46.845 (6.074)	3.326 (0.546)	5.756	−0.052	−0.578	42.749 (6.008)	31.441	0.241	0.244	68
		car	48.546 (5.701)	3.302 (0.535)	5.293	−0.041	−0.437	44.159 (6.678)	26.010	0.374	0.319	85
		mean	47.790 (5.930)	3.313 (0.540)	5.488	−0.046	−0.500	43.532 (6.427)	28.175	0.321	0.297	153
	SIII	mtc	43.852 (11.300)	2.399 (1.227)	3.536	−0.026	−0.239	28.308 (15.597)	13.826	0.330	0.239	287
		car	47.681 (10.600)	2.946 (1.002)	4.249	−0.027	−0.289	38.167 (12.703)	17.978	0.423	0.353	299
		mean	45.806 (11.115)	2.678 (1.151)	3.667	−0.022	−0.208	33.338 (15.026)	13.182	0.440	0.326	586
daytime headlight-on experiment	SIII	mtc	47.588 (12.057)	1.103 (0.862)	1.143	−0.001	−0.012	14.542 (11.940)	1.182	0.281	0.283	161
		car	47.075 (13.074)	1.974 (0.620)	2.173	−0.004	−0.089	25.616 (10.084)	1.889	0.504	0.653	166
		mean	47.328 (12.586)	1.545 (0.866)	1.706	−0.003	−0.049	20.165 (12.348)	1.518	0.394	0.402	327
night experiment	SI	mtc	44.104 (13.678)	5.381 (1.475)	9.578	−0.095	−0.883	60.975 (9.239)	51.182	0.222	0.329	15
		car	49.188 (11.169)	5.757 (1.036)	8.975	−0.065	−0.705	76.395 (10.698)	46.632	0.605	0.632	53
		mean	48.066 (11.956)	5.674 (1.158)	9.023	−0.070	−0.719	72.993 (12.203)	45.597	0.570	0.558	68
	SII	mtc	43.764 (14.409)	4.705 (1.358)	8.350	−0.083	−0.884	52.389 (7.006)	40.864	0.263	0.542	13
		car	49.705 (11.686)	4.570 (1.156)	7.099	−0.051	−0.514	61.165 (13.529)	34.829	0.530	0.458	51
		mean	48.498 (12.518)	4.597 (1.201)	7.438	−0.059	−0.610	59.382 (12.973)	35.489	0.493	0.475	64

Notes. $\overline{VO}$ indicates objective velocity of approaching vehicles, $\overline{TG}$; temporal gap, $\overline{LG}$; length gap, a, b;regression coefficients, r; correlation coefficient, N;number of data., SG ; subject group.

Appendix Table 2. Regression Data of Each Subject in Velocity Estimation Experiment.

	vehicle	subject	$\overline{VO}$(SD)	$\overline{VS}$(SD)	$\overline{VO}-\overline{VS}$(SD)	a	b	r	$\overline{TO}$(SD)	$\overline{TS}$(SD)	$\overline{TO}-\overline{TS}$	a	b	r	N
daytime	mtc.	K・R	41.786 (8.808)	39.683 (7.604)	2.103 (4.254)	8.092	0.756	0.876	8.922(1.987)	9.329(1.970)	−0.407	2.026	0.819	0.826	36
		N・S	42.895(11.224)	40.371 (9.751)	2.524 (6.357)	9.616	0.717	0.825	8.980(2.502)	9.375(2.203)	−0.395	2.917	0.719	0.817	105
		W・K	43.388(11.083)	42.525(11.710)	0.863 (4.829)	0.734	0.963	0.912	8.874(2.464)	9.182(2.881)	−0.308	−0.077	1.043	0.892	107
		M・N	40.177(10.621)	44.734(11.774)	−4.557 (6.241)	6.897	0.942	0.850	9.420(2.418)	8.392(1.976)	1.028	1.854	0.694	0.849	36
		H・K	48.242 (9.457)	53.040 (8.960)	−4.798(13.296)	54.940	−0.039	−0.042	7.741(1.432)	6.988(1.214)	0.753	5.956	0.133	0.157	5
		K・Y	48.242 (9.457)	46.790(10.084)	1.452(15.458)	59.686	−0.267	−0.251	7.741(1.432)	7.994(1.406)	−0.253	8.959	−0.125	−0.127	5
		O・C	42.764 (2.949)	48.753 (7.291)	−5.989 (4.697)	−49.080	2,288	0.925	8.460(0.601)	7.573(1.265)	0.887	−9.252	1,989	0.946	3
		A・A	44.411 (8.667)	44.005(13.079)	0.406(11.671)	11.504	0.732	0.485	8.438(1.720)	11.351(12.644)	−2.913	8.839	0.298	0.040	15
		mean	42.866(10.731)	42.095(10.897)	0.771 (6.861)	7.321	0.811	0.799	8.917(2.370)	9.207(3.684)	−0.290	1.975	0.811	0.522	312
	car	K・R	45.525 (5.740)	42.710 (6.618)	3.008 (5.791)	12.667	0.656	0.569	7.949(0.952)	8.596(1.395)	−0.647	2.921	0.714	0.487	52
		N・S	44.101 (9.999)	43.425 (9.433)	0.676 (4.612)	6.442	0.839	0.889	8.553(2,124)	8.590(1.798)	−0.037	2.096	0.759	0.897	70
		W・K	43.669 (9.521)	43.054(10.655)	0.615 (6.069)	2.747	0.923	0.825	8.611(2,078)	8.803(2.180)	−0.192	1.873	0.809	0.771	71
		M・N	44.372 (8.219)	45.208 (8.820)	−0.836 (8.418)	20.746	0.551	0.514	8.255(1,400)	8.155(1.615)	0.100	4.294	0.468	0.405	47
		H・K	50.965 (8.576)	43.551 (7.687)	7.414(10.643)	36.841	0.132	0.147	7.266(1,222)	8.474(1.203)	−1.208	6.788	0.232	0.236	22
		K・Y	50.965 (8.576)	39.941 (7.896)	11 024 (8.905)	20.331	0.385	0.418	7.266(1,222)	9.387(1.957)	−2.121	4.548	0.666	0.416	22
		O・C	46.819 (7.791)	48.276 (5.305)	−2.457 (7.379)	36.015	0.283	0.416	7.873(1.127)	7.387(0.757)	0.486	4.886	0.318	0.471	15
		A・A	46.163 (6.168)	46.973 (7.383)	−0.810 (6.079)	13.237	0.731	0.610	7.935(1.034)	7.854(1.237)	0.081	2.666	0.654	0.574	25
		mean	45.491 (8.844)	43.785 (8.965)	1.706 (7.622)	14.557	0.642	0.634	8.174(1.707)	8.507(1.769)	−0.333	3.121	0.659	0.636	324
night	mtc.	Y・N	42.673(12.214)	58.752(14.517)	−16.078 (8.576)	17.794	0.966	0.808	9.155(2.559)	6.550(1.748)	2.605	2.783	0,411	0.603	6
		K・R	42.673(12.214)	49.508 (4.691)	−6.835(11.034)	42.437	0.166	0.431	9.155(2.559)	7.338(0.708)	1.817	6.449	0.097	0.351	6
		mean	42.673(12.214)	54.130(11.736)	−11.457(10.909)	30.116	0.563	0.586	9.155(2.559)	6.944(1.390)	2.161	4.616	0.254	0.468	12
	car	Y・N	47.585 (8.058)	61.657(10.408)	−14.072(10.583)	39.209	0.472	0.365	7.790(1.382)	6.012(1.035)	1.778	2.842	0,407	0.543	12
		K・R	46.740 (6.728)	56.566 (9.068)	−9.826 (8.385)	27.642	0.632	0.469	7.888(1.324)	6.524(1,004)	1.364	4.051	0.313	0.414	11
		mean	47.181 (7.464)	59.222(10.115)	−12.041 (9.826)	33.195	0.552	0.407	7.837(1.355)	6.257(1,052)	1.580	3.352	0.371	0.478	23

Notes. mtc indicates motorcycle, $\overline{VO}$; mean objective velocity (km/h), $\overline{VS}$; mean subjective velocity (km/h), $\overline{TO}$; mean objective timing (sec), $\overline{TS}$; mean subjective timing (sec), a, b;regression coefficients, r;correlation coefficient.

Appendix Table 3. Regression Data of Each Subject in Distance Estimation Experiment.

subject	vehicle	$\overline{DO}$(m)	$\overline{DS}$(m)	$\overline{DO}$-$\overline{DS}$(m)	a	b	r	N
TM	mtc	69.706	73.353	−3.65	11.419	0.889	0.969	17
	car	67.941	79.059	−11.12	13.376	0.967	0.944	17
	mean	68.824	76.206	−7.38	12.971	0.919	0.945	34
MM	mtc	66.250	71.417	−5.17	−2.391	1.114	0.931	12
	car	73.636	102.000	−28.36	−6.394	1.472	0.922	11
	mean	69783	86.043	−16.26	−6.191	1.322	0.888	23
HK	mtc	71.667	73.444	−1.78	19.311	0.755	0.965	9
	car	70.000	86.444	−16.44	29.602	0.812	0.876	9
	mean	70.833	79.944	−9.11	25.124	0.774	0.861	18
OC	mtc	66.429	94.571	−28.14	29.250	0.983	0.785	7
	car	70.000	113.000	−43.00	15.583	1.392	0.857	9
	mean	68.437	104.937	−36.50	20.127	1.239	0.815	16
MA	mtc	75.000	106.400	−31.40	74.971	0.419	0.559	5
	car	68.571	127.143	−58.57	88.000	0.571	0.559	7
	mean	71.250	118.500	−47.25	88.319	0.424	0.427	12
KI	mtc	67.500	85.167	−17.67	22.670	0.926	0.901	6
	car	68.571	112.429	−43.86	28.667	1.222	0.940	7
	mean	68.077	99.846	−31.77	28.212	1.052	0.831	13
NS	mtc	69.706	65.882	3.82	18.250	0.683	0.880	17
	car	67.824	65.176	2.65	11.077	0.798	0.808	17
	mean	68.765	65.529	3.24	15.220	0.732	0.838	34
mean	mtc (SD)	69.247 (26.232)	76.575 (27.562)	−7.328	18.056	0.845	0.804	73
	car (SD)	69.323 (23.313)	91.506 (34.717)	−22.183	19.002	1.046	0.702	77
	mean (SD)	69.287 (24.777)	84.240 (32.313)	−14.953	19.332	0.937	0.718	150

Notes. $\overline{DO}$; mean of objective distance, $\overline{DS}$; mean of subjective distance, a, b;regression coefficients, r; correlation coefficient, N;number of data.

A PRELIMINARY STUDY OF GAP ACCEPTANCE BEHAVIOR AND ITS PERCEPTUAL FACTORS

Toshiaki MIURA

Following our preceding researches (Miura, 1978, 1979; Nagayama, 1979) three kinds of experiments concerning gap acceptance behavior were conducted. (An example of gap acceptance situation is shown in Figure 1.) The purpose of the present research is the following two: (a) to explore some aspect of relationship among actual behavior, decision and judgment, and perception, and (b) to examine the difference in critical gap size (last safe moment) in the case of approaching automobiles and of approaching motorcycles. The latter derives from the problem of security for motorcyclists. Distinguishable points of the present research are (a) examination of gap acceptance behavior by measuring not only critical gap size but also subjective velocity and subjective distance, under comparison of case of approaching automobiles and that of approaching motorcycles, (b) development of new methods of measuring subjective velocity and subjective distance for approaching objects, and (c) an attempt to examine critical gap size as a function of *subjective* velocity.

In the first experiment, using critical moment method, subjects press a response key when they think they would not cross any more. Eight subjects participated. Variables are type of vehicles (automobile and motorcycle) and experimental situations (day and night). Critical temporal gap size and critical length gap size were calculated as a function of vehicle type and approaching velocity. The second experiment is on speed anticipation, in which, with 2 sec observation of an approaching vehicle from a distance of 100 m, subjects press a response key just when they estimate that the vehicle passes in front of them. (They can observe visually only during the 2 sec.) Eleven subjects participated. Variables are the same as in the first experiment. By this method, subjective velocity and subjective timing are estimated as a function of vehicle type. In the third experiment, on distance-(matching)-judgment, after 2 sec observation of a reference target which is located randomly trial by trial, subjects press a response key at the moment they estimate a vehicle, which is approaching from the opposite direction to the target, passes a point in the same distance as the target. Ten subjects participated. By this method, subjective distance was estimated as a function of vehicle type. Only daytime experiment was conducted.

The results are as follows:

1. Temporal gap could be a predictive variable of gap acceptance behavior. This is because critical temporal gap size was less affected by approaching velocity (see Figure 5.).
2. On the other hand, it was found that critical temporal gap size decreases significantly with increase of approaching velocity, indicating that the higher the approaching velocity is, the more hazardous the gap acceptance situation becomes. This is partially due to subjects' underestimation of higher approaching velocity but at the same time suggests that subjects' decision becomes more risky with higher approaching velocity. (See Figure 5-a, 9-a, 13-a, 14-a.)
3. Length gap size increases with approaching velocity, but this cannot compensate for the increase in danger with higher velocity. This is also partially attributable to underestimation of higher approaching velocity, but underestimation of longer distance should also be examined more precisely. (See Figure 5-b, 9-a, 13-b, 14-b.)
4. Gap size in night experiment is larger than that in daytime experiment (mean critical gap time in the daytime is 2.8 sec and 5.2 sec at night). This is partially attributable to the difference between velocity estimation at night and in the daytime, but this also suggests that subjects' decision becomes more conservative in night situation. (See Figure 8, 5, 10, 9-a, 14.)
5. Both in the daytime situation and in night situation, critical gap size is smaller for approaching motorcycles than for approaching automobiles. In the case of velocity estimation, there is no difference between approaching motorcycles and approaching automobiles (Figure 9-a, 10), and in the case of distance judgment, distance judged for motorcycles is smaller than that for automobiles (Figure 11; to explain the difference of gap size between vehicle type, this is contradictory). Therefore the difference in vehicle type cannot be explained by the above mentioned perceptual factors but seems to be explained by the difference in decision criterion.
6. Through an examination of gap size as a function of subjective velocity (rather than as a function of objective velocity), both temporal gap size and length gap size seem to be less affected by velocity (Figure 13, 14.). This suggests that there might be a more consistent subjective criterion, but the transformation, characteristics of the criterion and how the decision axis is formed await further research.
7. No difference was found as to estimated subjective velocity for approaching vehicles. Through daytime experiment, overestimation for lower velocity and underestimation for higher velocity is shown and the critical velocity is around 45 km/h in the daytime and seems to be around 70 km/h at night (Figure 9-a, 10.). (As an example, linear regression equation obtained without logarithm transformation is $VS=14.6+0.64VO$ for approaching automobiles in the daytime.) (The slope of the power function on the log-log plot is 0.73 in the daytime.) (See Appendix Figure 1.)
8. Approaching motorcycles are judged nearer than approaching automobiles.

However, there is a problem concerning reference target size (in the present experiment, the target was a man, whose size is nearer to that of motorcycles and smaller than that of automobiles). This is therefore not confirmative. But, distance to both approaching motorcycles and approaching automobiles is overestimated (Figure 11). Linear regression equation without logarithm transformation is DS $=19.00+1.05$ DO for approaching automobiles in the daytime. (The slope of the power function on the log-log plot is 0.78) (See Appendix Figure 2.)