視覚的行動・研究ノート

—注視時間と有効視野を中心として—

三　浦　利　章

視覚的行動・研究ノート

—注視時間と有効視野を中心として—

はじめに

我々が現実の場面でいかに何を見ているのかという問題はきわめて興味深く重要である。今日の知覚あるいは認知研究の大部分のものが実際の知覚・認知といかにかかわり得るかということを考えてみるとその間の隔りの大きさに茫然とせざるを得ないのも事実であろう。そうした論議にここでは立ち入らないことにするが，それではいかに何から手をつけたらよいのかということを考えると，そこではパラダイムが存在しないことあるいは存在するとしてもそれがあまりにも漠然としていることにとまどいを覚えるのも実感である。しかし，よりリアルな認知を探りたいのである。

狩野は長年の産業場面での様々な分野での研究より「外界はきわめて漠然とした totality として，行動的に知覚され，その行動にとって機能的な面だけが知覚される。」(狩野,1972) と,又,「実際の労働の場面では，当然認知されるはずの外物が知覚されない，という変なことが起る。この〝non-perception〟という事実がはなはだ困ることがあって，perception でなくて non-perception のメカニズムが十分解明されないと，どうにもならない。」(狩野，1977) と述べている。電力会社の給電指令室や発電所中央制御室では大きな壁面いっぱいの計器を看視員が交代で終日見守っている。彼等は勿論計器盤を看ているのだがその背後にある巨大な給電あるいは発電システムを見ているはずである (樋口，1978)。長山 (1966) は運転行動について「外的状況への積極的適応のために判断材料を求めて知覚が行われたり，判断の正しさを確認するために知覚が行われる」という。筆者自身の内観から言うと運転中には「見ているつもりだが驚くほど見てはいない。しかし，やはり見ている。」(三浦,1979)。Neisser (1976) は知覚，あるいは見ることは技能の一つであると，また Shaw and Bransford (1977) は「知覚するということは知ることであり，行為することであり，知識を用いることである」と述べている。

このように見るということにおいては，知識あるいは暗々裡の知識 (tacit knowledge) としての技能なりイメージ (Kolers, 1980)，知覚，行為を導くものとしての予期的図式 (Neisser, 1976)，プラン，感受性 (Hester, 1977) が重要であることはいうまでもない。しかし，これらは納得できるがそれが何であり，いかに作用するのかはどうも明瞭さに欠け

るところが多く，今後の研究に待たなければならないように思われる。特に，実際場面ではそれらを実証的に明確化，特定化することがきわめて難しい。それは統制して全く同一条件で実験することが難しいということにもよる。実際場面における人間は多くの実験室実験における被験者のようには注意を集中していない場合が多いということにもよる。また何をどのように見たのかという問題もさることながら，さらに見ることあるいは情報の獲得とそれに基づく行動の間に相当な時間的遅れがあることも多く，その間の対応づけが難しい。

ここでは次のような枠組みあるいは問題への接近方法を考えてみる。注意（あるいは心的容量（mental capacity），資源（resorce））の向け方ということがその場でのある人間の持つ図式なりイメージの一側面を表現するものであると考えてもおかしくはないであろう。注意の向け方と眼球運動は必ずしも一対一対応はしないが，眼球運動は注意の向け方の一つの指標となり得るものである。視野のうち感度の鋭い中心視野は視角でわずか2°～5°の範囲しかもたない。しかも情報獲得に主たる役割をもつ眼球の飛越運動はふつう１秒間に３～４回生じている。したがってこの感度の鋭い中心視をどこにどのように向けていくかということは視覚的行動を検討する上で様々な手掛りを与えるはずのものと考えられる。

中心視をどこに向けどのような情報を得るかということを考える上で注視時間が重要と考えられるが，それと同様に中心視野の周りの周辺視野からどのような情報を得るかということも重要である。注意の向け方の指標となり，情報を逐次獲得し内部表象（internal repre-

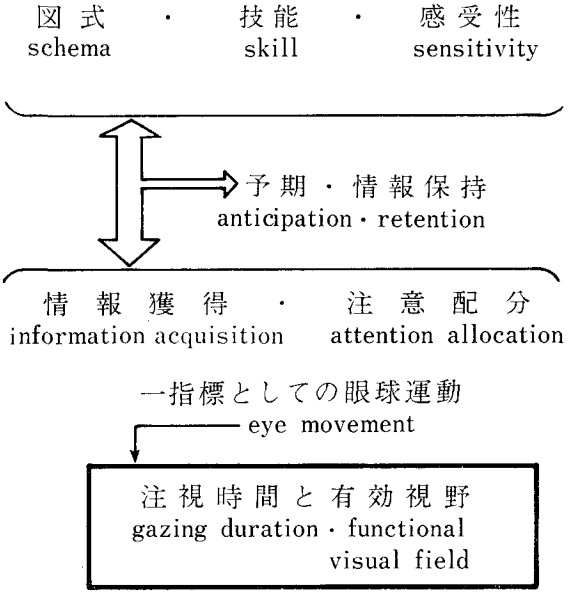


図１ (Figure 1)

sentation）形成に重要である中心視の移動を導くきめ手となる要因の一つは中心視野の周りの周辺視野から得た情報である。また，実際の場面での行動を考える上で周辺視情報の獲得と同様に重要なことは予期と獲得した情報の保持，忘却の行ない方である。すなわち，ある事象をどのようにどの程度予測し，保持しているのかということは視覚と行動を考える上できわめて重要である。

我々の以前の研究結果で注視時間を検討することにより，作業負荷あるいは必要な情報処理量と周辺視野情報の獲得の行ない方の関係を重要な問題として指摘したのであるが，本稿では我々の以前の研究結果の要点を再検討することから始めて，注視時間と周辺視の問題を中心に検討する。

Ⅰ．運転時眼球運動研究より——問題の由来

詳しくは三浦（1979），Miura and Nagayama（1980）を参照していただきたい。そこでは時間的，空間的文脈の中での情報獲得の行ない方を検討するために，実際の運転行動中の眼球運動を測定，解析した。この研究は最近の二輪車の事故の急増という問題に対してその事故原因究明の研究の一環として行なったものでもある（長山，1978，森田，1978）。

そこでは二輪車運転時と四輪車運転時，およびいくつかの走行場面，走行速度の違いによる見方の相違，ひいては各実験条件での図式の相違を明らかにすることを目的とした。この点を走査経路（どのような対象をどれくらいの時間をかけて，どのような順序で見ていくかということ：例えば図2）から検討を試みた。その結果，二輪車運転時には四輪車運転時と

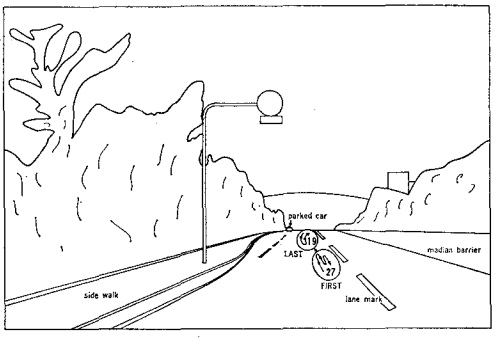


Figure 2 (a) A gazing mode in stable driving (automobile: 60km/h; subject A; frame 607-672). (Miura, 1979)

図2(a)

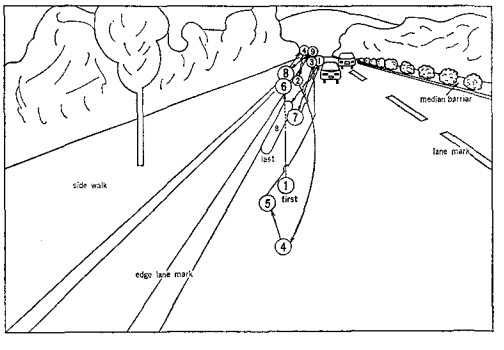


Figure 2 (b) A gazing mode in stable riding (light motorcycle, 30km/h; subject A; frame 587-643) (Miura, 1979)

図2(b)

図2　四輪車，二輪車運転時の走査経路の例

比べると全体的傾向として道路左側の近くと遠くを往復するようなパターンで見，平均すると道路左側の近距離を見ているという結果が得られ二輪車事故原因解明の一つの手がかりが得られた。また個人による予測的探索（駐車車輌や流入路のある場合の探索）や，追越時のミラーによる後方確認の行ない方に相違のあることも示唆された。但し，様々な場面での走査経路を記述，説明することはある程度までは可能であったが，それ以上に明確にその場での内的処理過程，内部表象を示すことはきわめて難しい。運転行動はほとんどが視覚情報にもとずいて安全を確保しながら，かなりの速度で移動していくというものであるが，情報の冗長性がかなり高く心理的余裕もかなりあり，ドライバーは常に注意を集中しつづけているわけではない。したがって運転時の視覚的タスクを走行場面との関係で詳細に特定化していくことが難しいというのが実感である。

しかし，得られた結果を車種，走行場面別に注視時間の平均と分布を見てみるとかなりはっきりとした傾向が示されている。図3に示す平均注視時間をみると，四輪車を運転している場合，前後の近くに他の車輌が存在しない状況で安定走行している場合には，約700msecというかなり長い注視時間が示された。しかし駐車車輌側方通過時には注視時間がやや短く

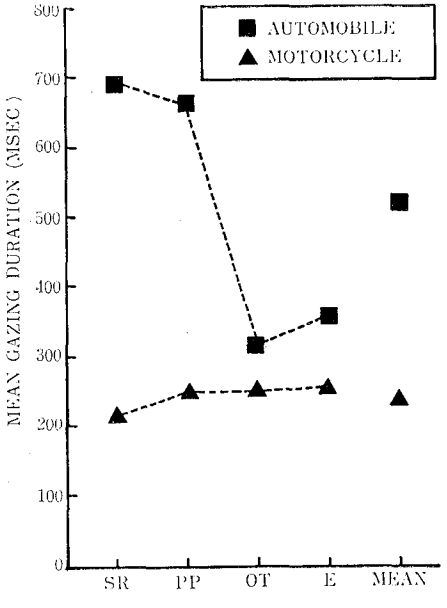


Figure 3 Mean gazing duration in each running situation. SR indicates stable running; PP-passing by parked vehicles; OT-overtaking (automobile) and being overtaken (motorcyle); E-passing through an entrance route. (Miura, 1979)

図3 車種，走行状況別平均注視時間

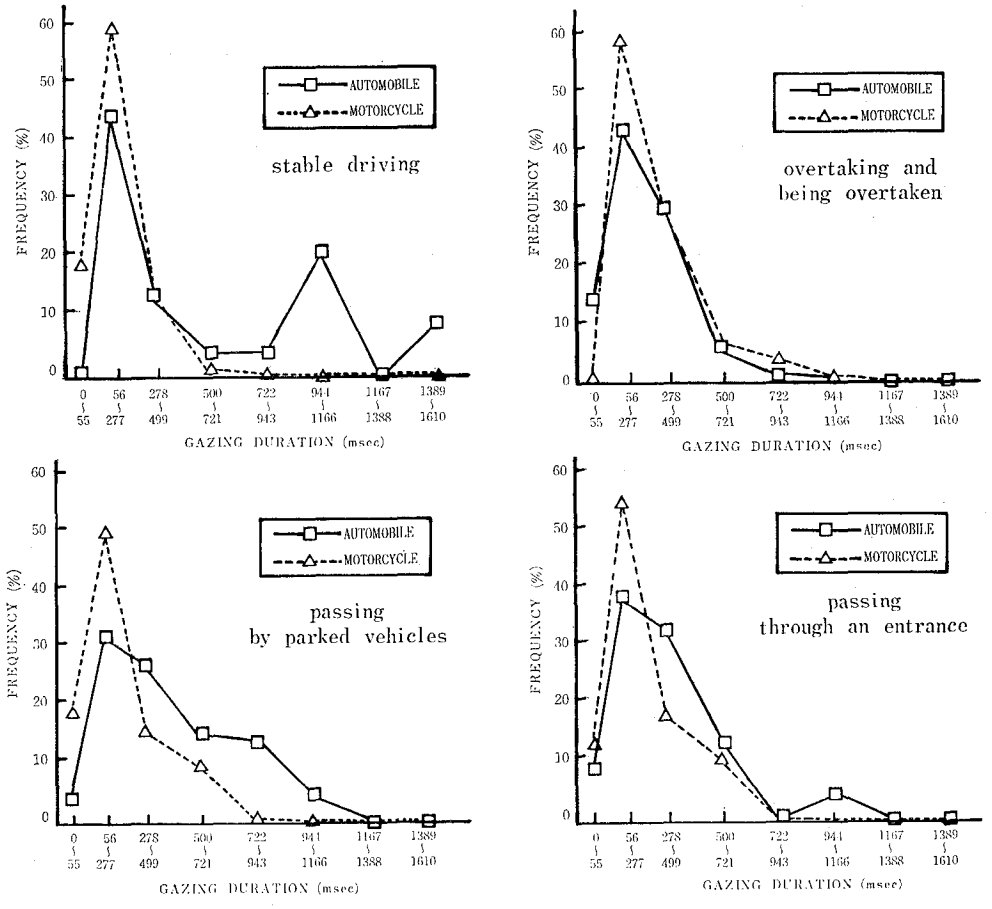


Figure 4　Distribution of gazing duration in some driving situations. (Miura, and Nagayama, 1980)

図4　車種，走行状況別の注視時間分布

なり，更に，追越したり，比較的狭い入口の進入時には 300～350msec 程度へと注視時間がかなり短くなっている。他方，二輪車運転の場合にはここに挙げた走行状況にかかわらず平均注視時間は 200～250msec という四輪車運転時に比べて短い値でほぼ一定しており，ある種の flooring 効果が示されている。注視時間分布を見ると図4のように最頻値は二輪車運転時にも四輪車運転時にも 56～277msec の間にあるが，四輪車運転時にはそれより長い注視時間の割合が安定走行時→駐車車輌側方通過時→狭い入口進入時→追い越し時の順に減少している。他方，二輪車運転時には走行状況による注視時間分布の差はほとんど見られない。このように四輪車運転時には見る必要性，運転操作量の増加に伴って，278msec 以上の比較的長い注視の割合がへり，平均注視時間の減少傾向が示された。他方，二輪車運転の場合には比較的近い路面の探索と同時に前方遠くや他の車の探索を繰り返し行なおうとし，また体が

車体におおわれず外に暴露されているということも伴なって，走行状況によって注視時間分布，平均注視時間が大きく変わることはなく，平均注視時間は常に四輪車運転時よりも短いということが示されている。

では，これらの事実は何を示しているのか。単に見なければならない要件が多くなると注視時間が短くなるのであるということ以上の何らかの説明が必要と思われる。

そこで（図5に示すように）仮説として作業負荷（work load）と有効視野（effective visual field）という考え方を導入してみる。ここでいう有効視野とは1回の注視，すなわち1個の注視点の周辺での対象の検出，あるいは認知が可能な範囲のことである。見る必要のある対象の増加，必要な運転操作，注意の集中度の増加に伴って心的余裕量（spare capacity）が減少しよう。それに伴って一回の注視で検出，認知できる範囲が狭くなると想定しよう。すると，限られた時間内に同じ必要情報を処理するためには1回当りの注視時間を短縮することで補わねばならないことになるのではないか。一つの可能性としてこのようなことが考えられる。

ここには様々な問題が含まれるが，それらについては後で再び扱うこととして，次にここに述べた事柄の関連知見を運転時以外での作業場面，実験室実験での知見を含めて検討する。

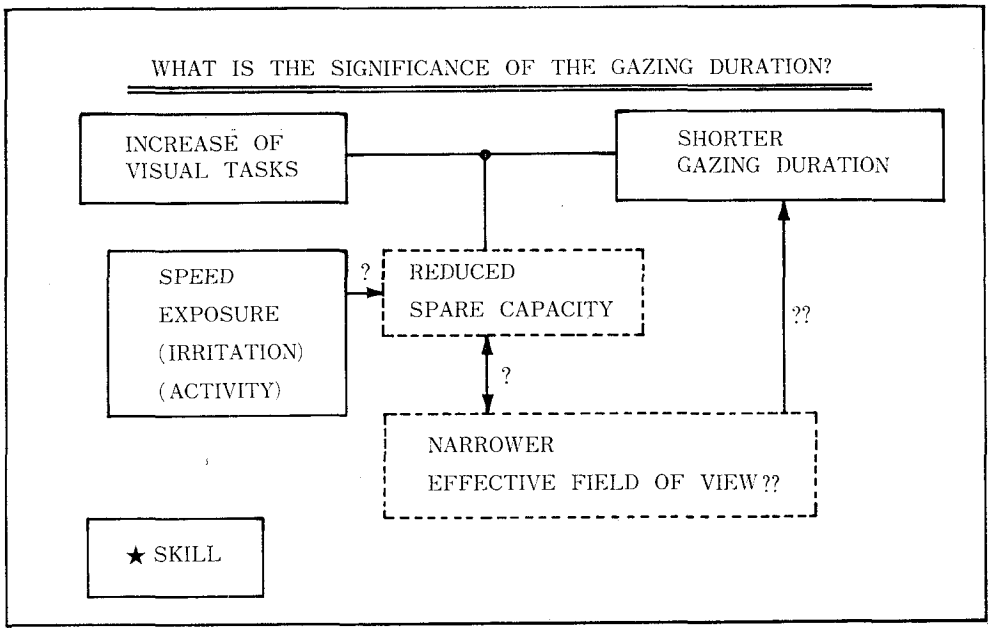


Figure 5 Inffered factors on gazing duration. (Miura, and Nagayama 1980)
図5 推定された注視時間規定要因

Ⅱ　注視時間について

ここでは注視時間に影響を与える諸要因を運転場面を中心として，他の実験場面を含めて検討する。

1．状況性あるいは場面性

注視時間の分布型は，視覚情報の獲得の行ない方について平均値よりも多くの手掛りを与えよう。

普通乗用車運転時で一般道走行時の注視時間分布を示したものに Mourant, Rockwell and Rackoff (1969) のデータがある。彼らの実験には3条件あり，そのうちの2条件は道路標識を読むように指示し，他の1条件では特に標識を読むようには指示していない故，この結果を図6(a)に示す。先に示した，我々の結果（図4）との比較のために彼らの手順をやや詳しく示すと，被験者は男子大学生8名（年齢21～31歳）。走行速度は時速80km，走行路は free way（高速道路）で free way への流入と流出が各1回，ルート変更が1～2回ある。彼等の場合の注視時間の最頻値は 160msec～320msec の間であり，平均値は 270msec である。彼らの場合には我々の解析のように走行状況によって分析していないので我々の結果と直接の比較はできないが，分布型，平均値は我々の結果のうちの四輪車で狭い入口を通過する場合，追越をかける場面，および二輪車運転の場合に類似しているが，四輪車での走行の他の場合（安定走行，駐車車輌側方通過時）と比べると彼等の示す平均注視時間は相当に短かくなっている。この相違は主として走行速度，あるいは明記されていないが走行場面の複雑さのちがいによる心的余裕量の差によるものではないかと考えられる。

運転中の注視時間分布を報告している他のものは村田，中村(1970)である。彼らは注視対象別に得たデータに近似するアーラン分布をあてはめて図6(b)のような理論分布曲線を示している。このデータを取った地点は名神高速道八日市付近と首都高速道で，曲線部もかなり含まれているが走行速度，走行状況は明記されていない。彼らのデータによると，道路要素や遠景への注視時間はいずれも単調減少型の分布を示し短い注視時間が多く平均値は 170～260msec となっている。追越車輌に対する注視時間はゆるやかな単調減少型分布を示し，平均注視時間は 410msec とかなり長くなっている。標識および速度計への注視時間はいずれも山型の分布を示しており，それぞれ平均で 400msec と 870msec という値となっている。これらの注視時間の違いは図中の凝視度K(注1)の値に示されるように注意の深さの程度すなわち探索的注視と確認的注視の相違を反映しているようである。但し，彼等の結果では分布型から見て分るようにきわめて短い注視時間の占める割合が多い。注視点の停留，移動

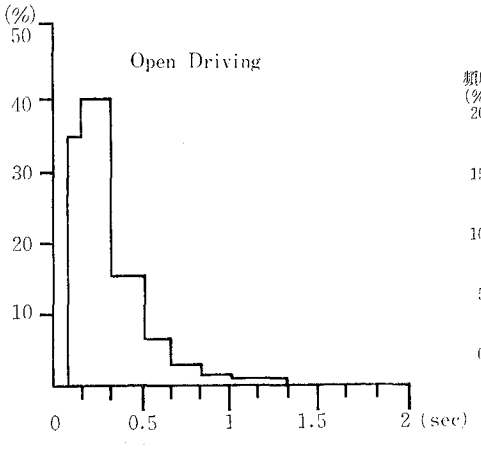
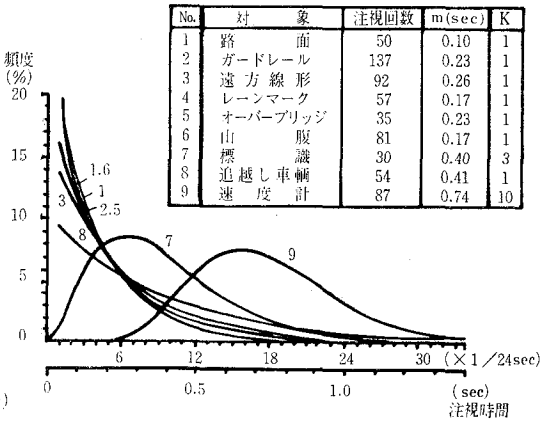


Figure 6 (a)



No.	対象	注視回数	m(sec)	K
1	路面	50	0.10	1
2	ガードレール	137	0.23	1
3	遠方線形	92	0.26	1
4	レーンマーク	57	0.17	1
5	オーバーブリッジ	35	0.23	1
6	山腹	81	0.17	1
7	標識	30	0.40	3
8	追越し車輛	54	0.41	1
9	速度計	87	0.74	10

Figure 6 (b)

Figure 6 Examples of distribution of gazing duraton.
Figure 6(a); in driving (Mouraut and Rockwell, 1969)
Figure 6(b); in driving (Murata and Nakamura, 1970)
図6 四輪車運転時の注視時間分布

の基準の設定の仕方が研究者によって異なる可能性を考えなければならないと思われる。

Shinar, McDowell and Rockwell (1977) は事故率の高いカーブ (1969～1971年の間に3件以上の昼間事故発生) と，それと同じような形状であるが同じ期間に事故の発生していないカーブの走行時の眼球運動を比較している。彼らの実験では走行に直接関係のない対象を被験者が見ることを少なくするため，カーブに入る前の直線部では時速97kmというかなり早い速度で走行させている。その結果，平均注視時間は事故率の高いカーブを走行している時には480msec，事故率の低いカーブでは390msecという差が示されている。右カーブ（日本では左カーブに相当しよう）ではカーブ中走行時の注視時間のバラツキが事故多発カーブにおいて，事故の少ないカーブにおいてよりも有意に大きく (SD=400msec)，左カーブではカーブに入る前の注視時間のバラツキが事故多発カーブにおいて有意に大きい (SD=490msec) ことが示された。彼らはカーブの曲率だけしか示してないのでここに示された注視時間の相違が何にもとづくのかよく分らないが，平均注視時間が長くかつバラツキが大きいということは，ある意味での注意の偏りの生じやすさを示すものと考えられよう。即ち注視時間が長くなり，ある時間内での注視回数が減少すると情報摂取率は低下すると考えられる。

この問題は Kahneman, Ben-Ishai and Lotan (1973) が別の角度から扱っている。彼等は事故傾向の高いバス運転手と事故傾向の低いバス運転手の注意切り換え能力を両耳メッセージ実験で調べた。被験者は両耳に異なるメッセージを同時に入力されるが，いずれのメッセージに注意をしたらよいかを告げる信号が次々に提示され，その度ごとに指定された側の

メッセージの内容を再生しなければならない。その結果，事故傾向の低い運転手は事故傾向の高い運転手に比べて実験でのパーフォーマンスが良い，すなわち注意切換能力が優れているということが示された。彼等の結果から推測できることは長すぎる注視時間は注意の偏りを反映し，結果として情報獲得を能率よく行なえなくなることがあるということであろう。

他方 Shinar, et al. (1977) の結果は事故傾向の大きいカーブではドライバーが長く見ざるをえない――すなわちその場面の不確定性が高く，あるいは心理的な情報密度の高い要素があったことを示すのではないかと推定される。このことに関連する実験室実験での知見がいくつかある。例えば，Loftus and Mackworth (1978), Nodine, Carmody, and Kundel (1978) は絵を見る場合に，情報量の多いターゲットはそうでないターゲットよりも注視時間が長くなることを示している。又，Just and Carpenter (1976) は心的回転 (mental rotation) の際に複雑な心的操作が行なわれるほど注視時間が長くなることを示している。又，Mackworth (1976) は視覚探索課題で背景情報の空間密度が高くなると注視時間が長くなることを示している。運転場面とこれらの実験場面では状況が異なるが，実験室内でのサーチングタスクと同じように道路上で，情報内容の高い対象あるいは情報密度の高い箇所が注視時間を長くすることとなり，結果としてより多くの必要情報を検出できなくなるあるいは発見しなければならないものを見落すということが考えられよう。

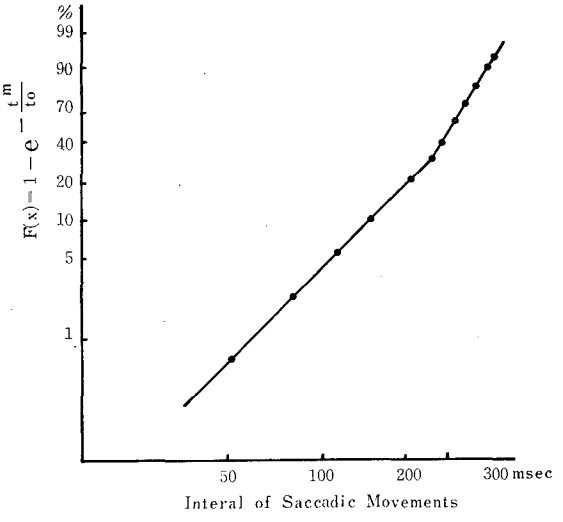
三浦 (1979) は四輪車運転時の走行状況が複雑になるにしたがって注視時間が短縮化することを示した。また，詳細は不明であるが，Whalen, Rockwell and Mourant (1968 ; cited in Ceder, 1977) は走行中の評定法による主観的ストレスが強くなると短い時間の注視が増加し，長い時間の注視時間が減少することを示している。他方，Cohen (1976, 1980) は左折した直後の比較的狭い直線の道路中央にクレーンが置かれていてそれを避けて走行しなければならない場合と，住宅街の直線道を通行する場合の眼球運動を比較している。その結果平均注視時間は前者では 350msec～550msec，後者では 410msec～540msec で，この2つの状況間には有意差は見い出されなかった。しかし，いずれの場面でも走行速度の差による平均注視時間についての個人差が有意に示された。ここでは走行速度が統制されていなかったので走行場面の複雑さの効果が示されなかったものと思われる。

また，Cohen (1981) は前述のクレーンのある場面のスライドを実験室内で5秒間提示し，被験者にはクレーンを避けて運転していくつもりで見るように教示を与えた。その結果，平均注視時間は 520msec であり，これは実走行場面での平均注視時間よりも有意に長いことが示された。また，スライド提示の場合には有意な個人差は見出されなかった。更に重要なことは注視時間だけでなく，対象による注視率が実走行の場合とスライドを見る場合で異なったことである。実走行の場合には，自分がクレーンを避けるために通らなければならない傾斜した側道を最もよく注視し，クレーン自体はそれ程多く注視しないのに対し，スライド

を見る場合にはクレーンに最もよく注視し，側道にはほとんど注視しない。同様の結果を鈴木，他（1966），三浦（1979）が示している。これらは実走行の場合と，同一のスライドあるいは8㎜映画提示場面を運転するつもりで見るといった場合ではサーチングの活動性も見る対象も異なるということを示唆している。

道路交通以外の場合には，後でもふれるが，Snydar (1973) はジェット機操縦シミュレーションで，着陸前の手掛り探索時，着陸寸前および他機接近時で注視時間の分布型に大差がなくいずれの場合にもメディアン値で 320msec という値を示している。他方，列車操縦時については伊南，他（1976）は構内運転時（車速10～25km/n）で平均注視時間 880msec を，本線運転時（車速50～70km/h）で 980msec という値を報告している。

Ohtani (1971) は様々な視覚タスクでの注視時間分布（EOG による）をワイブル分布にあてはめて注視時間の分類を試みている。彼の課したタスクは実験室内の自由探索，風刺画を見ること，読書，指定した2点間をできるだけ早くくり返して視点を移動をすること，円の外周を目でなぞること，○印の中からC印を検出するというシミュレーションによる検査作業（刺激は小さなコンベアに送り出され，その送り出し速度を変えている），および現場での検査工による鋼板のキズの検査作業である（このキズは素人には発見するのがきわめて難しい）。これらの作業における注視時間の累積分布をワイブル確率紙にプロットすると，いずれのタスクでも図7に見られるように 270msec という注視時間が変曲点として現われ，



Figue 7 Distributions of intervals of voluntary and involuntary movomonts in Experiment 1 (d) (Ohtani, 1971)

図7 2点間往復注視時の注視時間累積分布

又，大部分のタスクで 500msec がもう一つの変曲点として現われた。すなわち，270msec 以下の注視と，270msec～500msec の注視と，500msec 以上の注視では異なる意味をもつと推定されることになる。彼は2点間で強制的に視点を移動させる場合に見られる不随意性停留（2点間の中間での停留）のほとんどが 270msec 以下であり，又指定した2点への随意性停留時間のほとんどが 270msec～500msec の間であったことから，270msec 以下の時間の注視を不随意性，270msec～500msec の注視を随意性のものと解釈している。500msec 以上の注視が随意性のものとどのように異なるのかを直接に示す証拠はないが，500msec 以上の注視には細部を詳しく見る場合と，特に見る対象のない場合の2つの場合があるだろうと述べている。（この点に関して，小木・斎藤（1969）は追従制御作業時に注意が低下し，誤差が増大する10数秒前に 600msec 以上の長い注視が頻発することを同様の解析より示している。）また，視覚検査タスクでの刺激提示速度が増加し，視覚タスクの負荷が大きくなると，200msec 以下の不随意性注視が増加し，500msec 以上の注視が減少し，この時にミス率が増大した。これらより彼は不随意性停留が60%を越すと視覚タスクを行なうのが困難になるのではないかと述べている。

この様に Ohtani の研究は注視時間の意味づけを考える上での一つの実証的資料となろう。ただし，不随意性の眼球運動が情報獲得の上でどのような役割を果すのかという問題があるように思われる。これに関連しうるのは Nodine, Carmody, Kundel（1978）の研究である。彼らは捜し絵を見る時の注視時間の区別を試みた。絵を見始めた段階では 125msec という短い注視が多く，後半の段階で絵の中に埋没しているターゲットのある領域を見る場合には 500msec 以上の長い注視時間が多く現われることより，彼らは 125msec という短い注視は全体的な走査（survey）を行なう上で機能することが多く，500msec 以上の長い注視はターゲットを検出する上での細い検査（examination）を行なう上で機能することが多いと述べている。

以上述べたように，様々な場面状況における注視時間の相違には諸要因が関係していることが明らかとなった。その一つは注意の集中と切り換え方の問題であろう。Shinar et al.（1977）が示したように，情報量あるいは場面の不確定性が高く注視を一個所あるいは数個所に集中せざるを得ない場合には当然のことながら平均注視時間が長くなる。これは村田ら（1970）で示唆された確認的注視と同じ次元で考えられるであろう。他方，三浦(1979)，伊南，他（1976）で示されたように，走行場面の複雑化に伴い探索すべき対象が増加する場合には注視箇所を次々に変えることより平均注視時間を短くしてその場に適応する。この2つは Ohtani (1971)，他が示す吟味的注視と探索的注視の占める割合の差を示すものであろう。今一つは，基本的な余裕量，課題要件（task demand）あるいは場面へのかかわり方の問題

であろう。ここには，場面の複雑さ，四輪車，二輪車運転での差（三浦，1979）が当然かかわってくるが，さらにスライドや8㎜映画でのシミュレート場面と実走行場面の差がかかわろう。基本的余裕が大きいと一般には注視時間は長くなる傾向が見られる。
故に，基本的余裕量を考えた上で，注意の集中と切り換えの必要性を考えるべきであろう。また，走行速度の要因も十分に考慮すべきであることは言うまでもない。

2. 走行速度の効果

三浦（1979）は，走行速度条件として，さ程複雑でない直線道で時速30km，45km，60kmを設けた。三浦の実験での速度の効果については更なる検討が必要と思われるが，四輪車運転時には走行速度は注視時間に対して影響を示さなかった。他方，二輪車運転時には走行速度が速くなると注視時間が短縮する傾向が示されている（ある例では，同一の被験者の 30km/h 走行で平均注視時間は 299msec，60km/h 走行では 187msec）。

Cohen（1976，1980）は先に述べたように，道路中央に障害物があり，道路端の狭い所を通過する場合には，そこを速く通りぬけた被験者の平均注視時間は 340msec，ゆっくり通りぬけた被験者の平均注視時間は550msec，という値を報告している（走行速度は示されていない）。ここで興味あることは，はやく通過した者も，ゆっくり通過した者も，通過中の注視回数は，ほぼ等しかったということである。他方，住宅地区の直線道走行では，平均注視時間は走行速度によって異なるということは示さなかった。

したがって三浦（1979），Cohen（1976，1980）の結果を合せると，視覚的作業負荷および運転操作負荷が大きい場合には走行速度が速くなると注視時間が短くなるということが言えるのではないかと考えられる。他方，基本的負荷が大きくない場合には走行速度の上昇に伴なう負荷は，心的余裕量を減少することで補ない，走行速度の効果は平均注視時間には現われないと考えてもよかろう。

他方 McDowell & Rockwell（1978）はカーブも含まれている道路を時速 64kmと 96kmで走行させた結果，平均注視時間は 64km/h の場合に 390msec，96km/h 走行時には，460msec，という値を示し，この差は有意であった。彼らはこの結果を高速走行になるとより注意深く，詳しく見るようになるためであると述べている。

同様の結果を伊南，他（1976）は国鉄の列車運転時の注視時間分布より報告している。図8のAは時速 75～105km で停車せず連続走行する場合の注視時間分布である。他方，図8のBは時速 50～60km で駅の停車が含まれる場合である。情報摂取と操作の密度が高まり運転手の余裕の少なくなると考えられる高速運転時に平均注視時間がより長くなり，分布の幅も広くなっている。伊南，他は高速走行ではより遠方に注意を集中する割合がふえるため平均注視時間が長くなると説明している。ここでは，全体に注視時間が今まで見てきたものに比

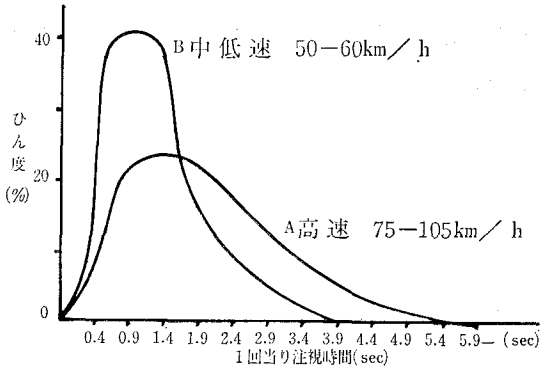


Figure 8 Distribution of gazing duration in operating a train.

図8　動力車運転時の注視時間分布（伊南，他，1976）

べて相当に長くなっている。(図8より見ると，列車運転時には最頻値は中低速走行時に900 msec付近，高速走行時に1400msec 付近になっている。) これは，自動車運転時には他の車や歩行者，自転車等が存在し自分に関係する可能性のある外部環境がより複雑であり，走行軌跡を自分で決定しなければならないという差，すなわち情報処理量の差を示すものと思われる。このことは，四輪車運転時と二輪車運転時での注視時間の差と同次元上で考えられよう。

このように McDowell & Rockwell (1978)，伊南，他 (1976) は，三浦 (1979)，Cohen (1976, 1980) と一部逆の結果を示している。三浦が四輪車で，Cohen が住宅街走行時に走行速度の注視時間への効果を見い出さなかったのは，彼等の場合には走行速度が McDowell 等の場合に比べて遅かったことによるのではないかと思われる。すなわち，さ程複雑でない場面で走行速度が注意集中度又は緊張度に対して効果を示すのは相当な速度以上においてではないかと思われる。さらに，走行速度の効果は視距離との関係で考える必要がある。

一般に，走行速度が速くなれば視距離は長くなると言われている(注2)。視距離が長くなれば一定範囲内に小さな対象がより多く含まれる，すなわち，空間的な情報密度が高くなる。この場合にはより細かく見なければならなくなるから，Mackworth (1976) が実験室内探索課題で示したように注視時間は長くなることが推定される。他方，三浦 (1979) の二輪車走行の場合，Cohen (1976, 1980) の複雑な狭いところを通過する場合には，かなり近くを走行位置モニターのために見なければならないと考えられる。この場合には走行速度が早くなれば視覚情報の時間当り入力率が高くなり，それを補うためにより短かい注視時間で処理し

なければならなくなるということが考えられる。ここには視覚検査作業で Ohtani (1971) が示したように検査対象の空間的密度が一定に保たれ，その送り速度が速くなる程，平均注視時間が短くなるという場面に近くなる側面が含まれてくるのであろう。

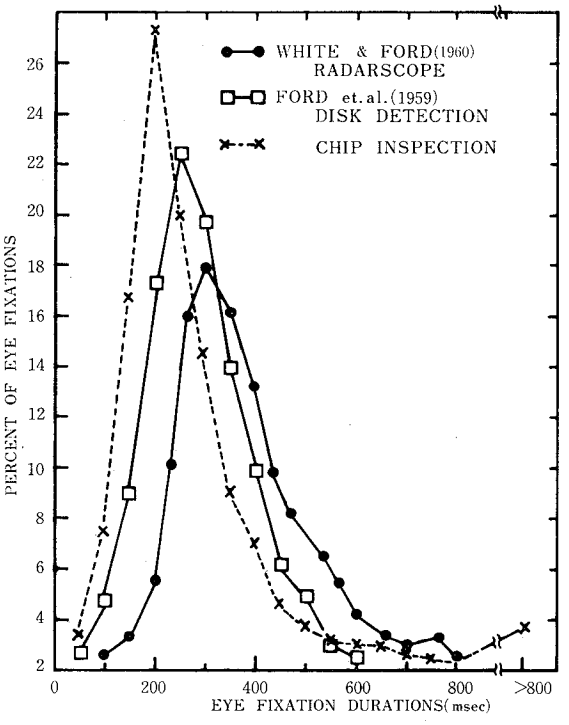
以上のように，走行速度と注視時間の関係は，場面の複雑さ，視距離，基本的余裕による補償作用，速度と緊張間の関係より一義的に定められるものではないようである。

3. 熟練，その他の主体的要因

一般に技能が形成されると，注視時間が短くなると同時に，有効視野が広くなり，より効果的な探索，確認がなされるといわれている (Senders, 1976)。Mourant and Rockwell (1972) は，初心者（訓練段階の第1，第2，第3段階）と熟練者を同じ一般道を時速102 km で走行させた時の眼球運動を比較している。彼等は 400msec 以上の停留を示した後さらに連続的運動を示す注視点の移動を追跡運動として飛越運動と区別した。その結果，熟練者では追跡運動は全く見られず飛越運動のみを示したのに対し，初心者では平均 1000msec の追跡運動が含まれていた。又，この追跡運動の頻度は訓練段階を経るに従って減少することも示されている。ここでは初心者の視距離と追跡運動による注視対象が問題となる。彼らの結果によると初心者では熟練者に比べて視距離が短かく，追跡運動で注視する対象の多くは中央線と右側（我国では左側）のエッジマーカーであった。すなわち初心者では走行位置モニターを周辺視で行なえず中心視でより長い注視時間を用いて行ない，結果として前方の情報を獲得する余裕が少なくなるものと考えられる。

他方，Cohen (1980) はカーブおよび流入道のある狭路通過時の眼球運動を，様々な運転経験年数などの特性をもつ被験者7名について調べている。カーブのある狭路を用いたのは，常に前方および側方の情報を獲得しなければならないよう負荷をかけて個人特性がより現れやすくするためである。その結果，平均注視時間は 340～420msec の間であったが，これは経験，年齢とは無相関であることが示された。運転経験年数による差が見られたのは，カーブ走行時（ある意味での負荷の大きい場面）に経験者ほどより遠くを小さな眼球運動で見たということである。平均注視時間に有意に示された要因は場依存性であった。すなわち場依存傾向の大きい者ほど (Oltman, 1968のロッド・フレームテストによる)，平均注視時間が長くなった。この点は Shinar, et al. (1978) との一致を示している。また，注意負荷検査 (Brickenkamp, 1962の d2 検査)，ストループ検査での成績の良い者程，平均注視時間が短かいということが示された。これらのことは注意切換え能力のすぐれた者ほど運転時での平均注視時間が短く，より効率のよい情報獲得が行なえることを示すのでないかと Cohen は述べている。

運転場面以外での実際場面での技能あるいは経験の効果は比較的明確に示されている。



Figue 9　Distributions of fixation durations for different tasks (Gould, 1976)
図9　検査作業及び検出作業時の注視時間分布（熟練効果）

Gould (1976) は集積回路チップの検査工のうち技能が最高と判定された5名の者の検査時の注視時間分布を報告している。図9に示されるように，その最頻値は 200msec であり，他のもっと簡単なタスク (Ford et al.; 1959 のレーダー面の自由探索，White and Ford; 1960 のレーダー看視シミュレーション）でのふつうの被験者の最頻値 (270～300msec) に比べると相当に短いことを示している。同様の結果は Boynton, et al. (1958; in Haber and Hershenson, 1973) も示している。Gould の被験者はターゲットがありそうな部分をうまく注視し，そうでない部分を無視するというが，そうしたストラテジーは単に経験の長さによるのか，または専門的な知識を身につけたことによるのかという問題を提起している。同様に，Snyder (1973) はジェット機のシミュレーターにおける着陸場面での手掛り探索時の結果を報告している。彼等は仲間からうまいと評定され，かつ手掛り発見率の高い者とそうでない者の注視時間分布を比較している。ここでも手掛り発見率の高い者程，注視時間の中央値が短いことが示されてた（発見率の高い者で中央値が 288msec，中位の者で 344msec，低い者で 368msec)。

ここに述べた視覚タスクはいずれも実際の運転時に比べると検出すべき対象が予め分かっ

ていることが多いこと，またその背景がかなり単純であるという状況上の相違，および常にターゲット検出のために相当の注意を払っていなければならないという相違があろうが，いずれにしても熟練者程，注視時間分布が左寄り即ち短い方に偏るということが示されている。

訓練又は技能以外の注視時間への効果をみてみると，Kaluger and Smith (1970) は普通の睡眠をとった場合の長時間運転時（9時間）と24時間の断眠後の長時間運転時の眼球運動を記録した。その結果，断眠を行った場合は，平均注視位置がより近くの右側（日本での左側）になること，また普通の睡眠をとった場合の運転時には追跡運動は全眼球運動中1～2％を占めていたが断眠後には2.5～5％へと増加し，追跡運動時間も平均値が550msecから900msecへと増加することが示されている。追跡運動による注視対象については，普通の睡眠をとった場合には右側の風景が追跡視されることが全くなかったのに対し断眠後には右側風景の追跡視の割合が大きく増えている。このことを彼等は，断眠を行わない場合に周辺視で見られているものが断眠を行なった場合には中心視で見られることが多くなる――すなわち知覚的狭窄 (perceptual narrowing) が生じているのではないかと示唆している。彼等の示した視距離の短縮と追跡運動時間の増加については先に述べた Mourant and Rockwell (1972) が示した初心者の場合との類以性が示唆される。

飲酒運転中の眼球運動については，Moskowitz, Ziedman, and Sharma (1976) がシミュレーターを用いて実験を行なっている。彼等は血中アルコール濃度 (BAC) が0.0％（疑似アルコールを飲ませた場合：すなわちプラセボ），0.075％，0.15％の場合について調べた。その結果，平均注視時間はプラセボの場合には 370msec であったが，血中アルコール濃度が0.075％の場合には 420msec，0.15％の場合には 480msec となりプラセボの場合に比べて飲酒時には平均注視時間が有意に長くなることが示された。それと同時に，飲酒時には飛越運動回数が減少し，逆に追跡運動の回数が増加した。追跡運動による注視時間はプラセボの場合には 1230msec であったが，血中アルコール濃度が0.075％，0.15％の場合にはそれぞれ 1480msec，1360msec と有意に長くなっている。このように，彼等は飲酒運転時には情報処理速度が遅くなり視覚探索の効率が悪くなることを示唆している。なお，彼等はマリハナを被験者に飲ませた場合にはここに示したような視覚探索の低下を見い出してはいない。

以上のように，運転時においては未熟練者は，熟練者であれば周辺視でモニターしている近くのレーンマークなどを，中心視による追跡運動で走行位置のモニターをしていることが示された。また断眠，アルコール摂取を行なうこと，熟練者であっても視距離が短くなり近距離対象を追跡運動で注視する割合が多くなりいわゆる知覚的狭窄が生じることが示唆されている。他方，視覚検査作業，ジェット機シミュレーターによる前方探索といったようなターゲットがある程度予め知られており，しかもその背景が比較的単純な場面での情報摂取に

おいては，熟練者ほど，より短い注視時間でかつより広い有効視野で効率よく情報を探索することが示唆されている。ただし運転場面において，走行位置モニター以外のより重要と思われる前方情報の摂取における未熟練者と熟練者の差は明白には示されていないようである。

Ⅲ　有効視野についての関連知見

1.　運転時走行位置モニターのための周辺視機能

これまでに運転時での周辺視機能の低下の問題を熟練の程度，車種の相違，断眠，アルコール摂取の項で触れてきたが，それをより直接的に扱ったのは Gordon (1966) と Bhise and Rockwell (1971; in Cohen, 1976) である。Gordon (1966) は実走行中の被験者の目の前に筒状の装置を取り付けて視野を4°および9¾°に制限し，その場合にどこを見ているかということを頭部に取り付けたテレビカメラで調べた。その結果，道路側方のレーンマークやセンターラインは視野制限しない場合には注視されることはほとんどないのに対し，視野制限を行なうとそれらが頻繁に注視されることを見い出した。すなわち，運転中には中心視で前方情報を獲得すると同時に，周辺視でレーンマークやセンターラインを検出して走行位置 (lateral position) をモニターしているということが視野制限法から示された。

他方，Bhise and Rockwell (1971) は被験者に隣の同方向車線の少し先を走行している車（ターゲット車）を注視させながら，被験者の車と同じ車線を走行している先行車を時速約100km で追従させた。走行車とターゲット車の視角での隔りは 25° であったが，この場合には先行車の追従は無理なくできた。彼等の第2実験では先行車の速度および先行車とターゲット車の張る角度を随時変化させた。すると被験者はしばしば自分の走行車線前方に視線を向けるということが生じた。すなわち，ここに述べたようなかたちで縦方向，横方向の位置情報の変化が生じると周辺視だけでは不十分であることが示された。第三実験では後続車を運転しながら横の車線のターゲット車を注視している被験者が検出すべきシグナルを先行車に時々提示した。すると周辺視では先行車に提示されたシグナルは横車線のターゲット車を注視している限り検出されないことが示された。すなわち，運転時には定速での追従は周辺視で可能であるが，追従すべき，先行車の速度と位置が変化する場合やシグナルを検出しなければならない場合には，周辺視だけでは不十分であることが示された。

Gordon (1966) および Bhise and Rockwell (1971) の結果は主として自分の走行位置モニターのための周辺視の役割を示すものであるが，周辺視あるいは有効視野から得る情報は主体が注視点の移動を決定し，効率のよい情報の獲得を行なう上できわめて重要である。次に有効視野(注3)を規定する諸要因について検討する。

2. 有効視野の規定因

注視点の移動にはランダムな側面も含まれているが，有効視野あるいは周辺視野から獲得する情報は次に中心視をどこに向けてゆくかということを決定する上できわめて重要である。ところで，負荷（load）あるいはストレスがかかると視野狭窄（visual funneling, perceptual narrowing, tunnel vision, shrinkage of the functional visual field 等という語が用いられている）が生じると言われている（Easterbrook, 1959）。ストレスという概念の曖昧さもさることながらストレスを生じさせる可能性をもつ外的要因（stressor）と主体の受け取るストレス（stress）の区別が必要であるが（Hockey, 1979）ここではその問題には触れず，実験的に負荷を操作した結果についての諸知見を検討する。

2—1 有効視野に対する視覚刺激以外の諸要因

〔誘因の効果〕Bahrick, Fitts, and Rankin (1952) は中心視作業として連続トラッキング課題（Baxton 追跡装置）を与え，周辺視作業として視角で20°に位置する光点の検出作業を同時に課した。この時，中心視作業が単なる練習課題であると教示した場合と，中心作業成績が良い時には報酬を与えると教示した場合での周辺光検出率を比較した。その結果，中心視作業に報酬を与えると教示した場合には中心視作業のパーフォーマンスが良くなったのは言うまでもないが，それ以上に周辺光の検出率が大きく低下した。すなわち，中心視作業への誘因あるいは動機づけが周辺視機能を低下させるというわけである。〔高温ストレス〕Bursill (1958) は Bahrick 等 (1952) と同様の実験状況で室温を上げた場合に有効視野が狭くなることを示し，温度という環境的又は生理的要因が周辺視機能を左右することを示している。他方 Leibowitz, et al. (1972) は6時間の暑い作業室での単調作業後に周辺32°～72°の範囲に位置する周辺光点に対する反応時間を測定した。この時，被験者の心拍は毎分200回にまでも上り，体重も2.5～5%減少するという状態であったが，彼等の場合にはストレスによる周辺視機能の低下は示されず，高温によるストレスは被験者の動機づけで補償されるのではないかと報告している。

〔危険感および初心者の特性の効果〕Weltman and Egstrom (1966) は潜水の危険に伴うストレス下における周辺視機能への初心者の特性の効果を示している。彼等は中心視作業として被験者の真正面に提示したダイヤルの針の振れをモニターさせた。被験者は毎秒1回の針の振れを見て，そのうち定められた振幅よりも大きな針の振れには反応しなければならない。周辺視作業は中心から左に60°の位置にランダムに点灯する光点の検出である（提示間隔は25～65秒でランダムに変化する）。被験者は潜水の初心者で，これは安定群と不安定群の二群に分れた。実験条件として，潜水しない場合（実験室内），訓練用タンクでの潜水時，海中での潜水時の3つを設けた。中心視作業のパーフォーマンスについての結果は一義

的なものでなかったが，海中潜水時では安定群と不安定群とでは有意な差が見出されなかった。他方，周辺視作業のパーフォーマンスについては図10に示されるように，安定群では周辺光点の検出反応時間は条件が変化しても変わらず，さらにその値は中心視作業を与えず周辺視作業のみを行わせた場合と変わらなかった。他方，不安定群の場合には光点検出反応時間は実験室内での場合に最も短かくその値は安定群の場合と変らなかったが，訓練用タンク潜水時，海中での潜水時になるに従って反応時間は大きく増加した。すなわち，不安定群の初心者の場合には危険暴露に関係するストレスがかかると周辺視機能が著しく低下することが示唆された。さらに Weltman, Smith and Egstrom (1971) は実際には外気圧と等しいがものものしい圧力室内の場合とその外での場合に上と同様の方法で周辺視機能を測定した。この場合には心拍および不安スコア (Zuckerman and Lubin, 1965) をとっている。この時，圧力室内では周辺視機能が著しく低下し，心拍も不安得点も高いことが示された。

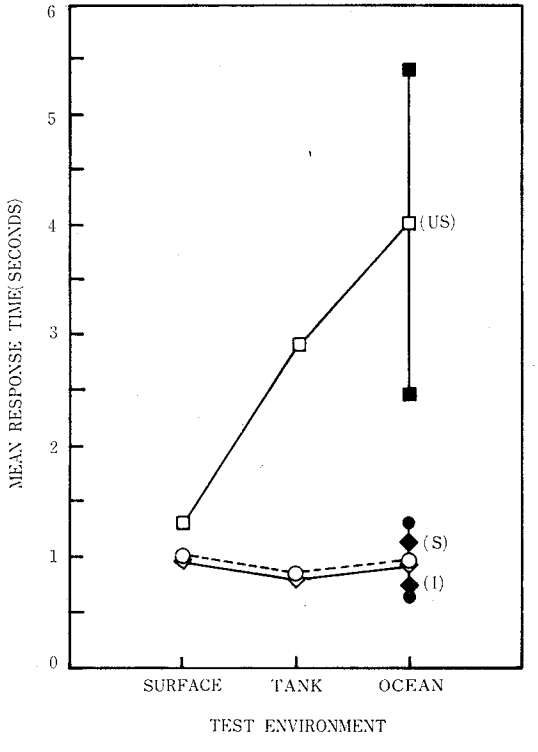


Figure 10 Mean Response Time to Peripheral Light for Group (I), Dual-Task Steady Group (S) and Dual-Task Unsteady Group (US), Showing Response Time Range in Ocean. (Weltman and Egstrom, 1966)

図10 潜水時危険ストレスの周辺視機能への効果（初心者の場合）（US：不安定群二重作業，S：安定群二重作業，I：周辺視タスクのみ）

〔アルコール摂取の効果〕Moskowitz & Sharma (1974) はアルコール摂取の周辺視機能への効果を検討した。中心視作業には単なる凝視の場合と，中心視の光点を点滅させ（毎秒0.4回と0.8回）それをカウントするという負荷をかける場合がある。周辺視タスクは12°～102°に配列された周辺光点の検出である。アルコール摂取はプラセボの場合と体重 1kg 当り0.414および0.828grの場合がある。その結果，中心視作業が単なる凝視の場合にはアルコール摂取によって周辺光の検出率が低下するということはなかったが，中心視作業に上記の負荷がかかった場合には周辺光検出率の低下することが示されている。すなわち，中心視にある程度の作業負荷がある場合にはアルコール摂取によって周辺視機能が低下することが示されている。

先に述べたように Kalugar and Smith (1969) は断眠時に運転者の知覚的狭窄の生じる可能性を指摘したが，Olsen (1970 : cited in Leibowitz, 1973) は疲労による知覚的狭窄を運転シミュレーターで調べている。そこでの中心視タスクはハンドルを操作して光点を追跡するものであり，周辺視タスクは20°～90°に配列された光点に反応することである。この時周辺視タスクの反応時間を測定している。被験者には休憩なしで，6.5時間～9.5時間の連続タスクを課した。その結果，時間の経過とともに中心視タスク，周辺視タスクの双方ともパーフォーマンスが低下したが，特に周辺視タスクのパーフォーマンス低下が著るしく，かつ大きく変動することが示された。ここでのシミュレータータスクはトラッキング作業であったが，前方情報を摂取している時の周辺視機能については測定の困難さにより未だ実験がなされていない。

2—2　中心視負荷等の効果

Leibowitz and Appelle (1969) は中心視作業の負荷を信号出現頻度によって操作した。すなわち，中心に常に点灯している光点の凝視，中心光点が時折ランダムな時間間隔をおいて消えるのをスイッチを押して点灯させ続ける場合（光点の消える頻度は1分間に15回と53回の2条件），の計3条件を設けた。周辺視作業は視角で 20°～90° の位置にランダムに提示される小光点の検出である。この時の検出閾値を従属変数として測定する。その結果は図11に示すように周辺になるに従って検出閾値は高くなる，すなわち感受性が低下することが示された。中心視での信号出現頻度の効果は，光点消失頻度が毎分15回の場合に閾値が最も高く，次いで消失頻度53回の場合に閾値が低く，定常光の場合に最も閾値が低いという型で示された。但し，この差は周辺80°を越える位置では消失した。（この点は80°付近以上の位置では単純図形の同異判断は頭部運動を伴わないと不可能であるという Sanders (1970) の結果と類似するであろう。）Leibowitz の示した結果は中心視信号出現頻度と周辺視機能との関係は一義的に定まるものではないことを示すと考えられる。これは定常光の場合を光点の

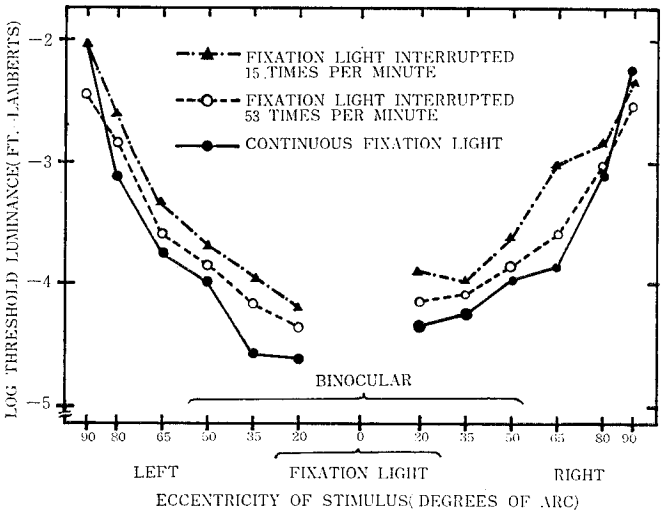


Figure 11 Log mean luminace thresholds as a function of stimulus eccentricity. For the control group, fixation was maintained on a steady light. For the experimental groups, the subjects were required to maintain illumination of the interrupted fixation light by pressing a button. (Leibowitz, and Appelle, 1969)

図11　中心視負荷（光点消失頻度）の周辺視機能への効果

消失という点からみると信号出現がゼロであると考えられるからである。すなわち信号出現頻度の最も高い場合（53回／分）には閾値が他条件の中間に位置しているのである。ただしこの点は中心視課題の難しさからすると，定常光の場合には被験者はただ光点を注視すればよいので最もやさしく作業負荷が小さい，他方毎分15回の信号が出現する場合には予測のし方，タイミングのとり方が毎分58回の信号出現に比べて難しく最も作業負荷が高いと考えると一義的な解釈が可能かもしれない。この問題はさらに注意と覚醒水準の問題とも関係しよう。また Abernethy and Leibowitz (1971) は Leibowitz and Appelle (1969) と全く同じ装置，方法で被験者にフィードバックを与えると，実験セッションの進行とともに周辺視感受性が有意に高くなることを示している。（1つのセッションの試行回数は不明，セッションは5つ設けている)。すなわち学習，訓練によって有効視野が広くなることが示唆されうる。但しこうしたことがより長期的な経過に伴ってより認知的水準で実証されるか否かが関心のもたれるところである。

Bartz (1976) の実験では中心視タスクは1秒間に1個の割合で提示される数字を読み上げることであるが，提示する数字を予め定められた2個，4個，8個のものにしてタスクの複雑さを変化させている。周辺視タスクは視角で40°～80°に配列された光点が点灯すればできるだけ早く反応することであり，この時の反応時間を従属変数としている。周辺光はラ

ンダムな位置にランダムな時間間隔（7～13秒間隔）で点灯されるが被験者には主タスクはあくまでも中心視タスクである旨を教示してある。その結果，周辺光への反応時間は中心視タスクの複雑さが大きい程短くなることが示された。すなわち中心視作業が複雑な程，彼の実験では周辺視機能が高くなったのである。すなわち一般に言われるような負荷に伴なう知覚的狭窄が示されなかった。この点を彼は覚醒水準の上昇によって解釈している。中心視作業が複雑になる程，被験者の覚醒水準が上昇しそれに伴なって周辺視機能が上昇すると説明している。したがって負荷と周辺視機能の関係は覚醒水準の効果を含めて，ヤーキスとドットソンが示したような逆U字型の関数としてとらえなければならないであろう。

さて，Leibowitz and Appelle (1969) は中心視作業負荷を刺激提示速度で，又 Bartz (1976) はタスクの複雑さで操作したように，作業負荷には少なくとも処理速度と処理の複雑さの2側面を考える必要があろう。このことは注視時間の項でも述べたとおりである。

周辺視機能の問題を直接に扱っているのではないが，Goldstein and Dorfman (1978) はこの点を検討している。彼等は速度ストレス（speed stress：反応が必要とされる時間当り信号数）と負荷ストレス（load stress：同時に考慮しなければならない個別の信号数）の2つを同時に操作した。被験者のタスクは，長方形の刺激提示窓の中を往復運動するポインターが窓の縁に衝突しないように，反応ボタンを押してポインターの移動方向を変えるというものである。この時，注目すべき窓の数を1個，2個，3個として負荷条件を変化する。又ポインターの移動速度を4水準（衝突する可能性が1分間に24回～72回）に変化して速度ストレスを操作する。この時ポインターが実際に衝突してから被験者が方向をかえようと反応するまでの遅れを測定する。その結果，速度，負荷いずれのストレスも高くなる程に反応遅れが大きくなることが示されたが，その間に交互作用が示されたことに注目しなければならない。すなわち，負荷ストレスが低い時には速度ストレスの効果は示されなかったが，負荷ストレスが高い時には速度ストレスの効果が示されたのである。このように負荷の効果出現の閾値といったものを考える必要があろう。特に，中心視刺激提示速度の効果については，注視時間のところで述べた走行速度の効果同様，問題は複雑であると思われる。

中心視作業そのものの処理あるいは認知の難しさの効果を調べたものに Ikeda and Takeuchi (1975) の実験がある。彼等は中心視タスクとして，アルファベット2文字の認識，アルファベット3文字，交通標識等の認識，漢字2文字，アルファベット2文字と3桁の数字の認識というように中心視での認知のしやすさの程度を変化した。中心刺激の周辺には背景ノイズとして均質な無意味図形がちらばめられており，その中に1つ星印が混ぜてある。この星印の位置は様々に変化するがこの星印を検出することが周辺視タスクである。中心刺激，周辺刺激はいずれも同時に 250msec 間だけ提示される。その結果を図12のように整理すると，有効視野は中心視刺激の認識の難しさが増すと，狭くなることが示された。またそこで

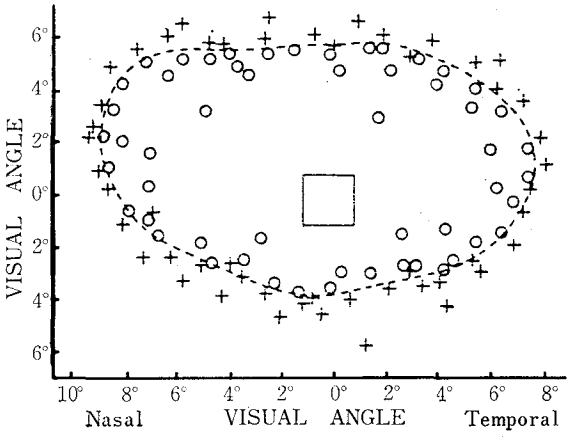


Figure 12 An outer limit of the functional visual field obtained for the condition L(0). A square at (0°,0°) indicates the fixation frame. Circles represent correct responses, and crosses represent incorrect responses. A dotted line was drawn between crosses and circles by visual inspection. Subjeet: K.S. (Ikeda and Takeuchi, 1975)

図12 池田・武内の有効視野測定例（中心視刺激認識難易度の周辺視機能への効果）

は，有効視野の大きさには個人差が著しいこと，及び学習効果のあることも示されている。（この問題は彼等の実験では 250msec の提示であるから瞬間視能力を合せて考えなければならないであろう。）

有効視野の大きさは刺激の空間的な情報密度，ターゲットを背景刺激との類似性，ターゲット存在の予測性によっても変化することが示されている。Mackworth (1965) は中心視に提示されたアルファベットと周辺視 (2°～10°) に提示されたアルファベットが同じであるか異なるかの照合タスクを被験者に行なわせた。その時，周辺刺激の横に無関係な文字を添えると正答率が大きく低下することが示された。すなわち有効視野は無関係な刺激（ノイズ）が背景に存在すると著しく低下する。また渡辺 (1978) は Mackworth (1965) と同じ手続で周辺刺激とノイズ刺激が類似している程，有効視野が狭くなることを示している。さらに Mackworth (1976) は○印の背景より□印を検出するという探索タスクで背景の○印の密度を変化させた場合，背景情報密度が高くなると有効視野が狭くなることを示している。さらに第2実験ではその時の眼球運動を測定することより，背景情報密度が高くなると注視時間が長くなることを示している。

また，Posner, Nissen and Ogden (1978) の実験では被験者のタスクは凝視点の左か右のいずれかに点灯する光点に反応することであった。この時彼等は左右いずれの場合にも反応しなければならないが，全試行のうち⅓の試行では，周辺光提示の1秒前にそれが左右い

ずれに出現するかの手掛りを与えた。但し，その手掛りは手掛りを与える全回数のうち80%では正しい位置を示し，残り20%では反対の位置を示すものにしている。なお，眼球運動が生じた場合のデータは除外している。この時の周辺光への反応時間は，位置手掛りが正しい場合に約 235msec，手掛りが与えられない場合に約 265msec 手掛りが正しくない場合には約 300msec であった。ここでは，周辺の同じ位置に刺激が提示されてもその位置に対する予測によって反応時間が変ることが示されている。すなわち，刺激出現位置への予期によって有効視野が拡くなることが示唆される。（同様の効果は正答率を測度として Bashinski and Bacharach (1980) が，また周辺文字同定の正答率において Eriksen and Hoffman (1973) が示している。）

Biederman 等 (1981) は，初めにターゲットの名前を被験者に知らせ，次に注視点を凝視させておいて実際の風景を示す線画を 150msec だけ提示し，その直後に指定する位置にターゲットがあったかなかったかを答えさせた。この時，ターゲットがその風景の文脈にあてはまる対象の場合に比べると，ターゲットが文脈にあてはまらない場合（例えば部屋の風景中のソファーの場合よりも同じ風景中の乗用車の場合）には，ターゲットが注視点からわずか 3〜4° 離れているだけでミス率が70%にもなることを示している。すなわち文脈にはまらず予測されない対象の場合には，そうでない場合に比べるとその検出範囲が狭くなることが示唆されている。

以上，有効視野を規定する諸要因として中心視刺激への誘因，注意の集中度，中心視刺激の認知の難易度，刺激全体の熟知性あるいは文脈性，背景刺激の空間的密度，類似性，中心視刺激の提示又は処理速度（これは賦活水準にかかわる）が指摘された。これらによって有効視野の範囲は左右される。さらに室温，危険・不安感に伴なうストレス，刺激提示速度，アルコール・疲労による賦活水準の低下，作業への動機づけ，熟練による技能，訓練による学習，周辺刺激位置への予期等によって規定されることが指摘された。勿論これら諸要因は現実の場面では複雑に関係し合っているはずのものである。以下では先に述べた注視時間の規定因とこれらを合わせて検討を試みる。

Ⅳ　まとめと問題

注視時間および有効視野はこれまでに述べたように，様々な場面での視覚的行動の適応性，効率を検討する上での一つの指標となるはずのものである。但し，それらに影響を持つ要因は多く複雑に相互依存している。それは技能，作業負荷，ストレス，ストラテジー等いずれ１つをとっても簡単には論じ得ない問題にかかわっているが，これまでに検討した注視時

間と有効視野についての実験的知見に限定して今後の研究のための一つのたたき台として整理を試みる。

1. 注視時間，有効視野にかかわる諸要因

これまでに見てきた諸要因を概観すると大きくは3つのカテゴリーに分類されるように思われる。

[1] その一つは基本的余裕とでも呼べるものである。これは視覚に非特殊性のものと思われる。ここには，Ⓐある作業，状況におけるそれぞれに特定の作業負荷あるいは課題要件といった状況性，課題性にかかわるもの　Ⓑ賦活水準，動機づけ，ストレス等の主体的状態による基本的余裕　Ⓒ熟練の差による基本的余裕の程度差が含まれよう。

Ⓐ作業，状況性にかかわるものとしては，注視時間の項で述べたものとしては，運転の車種差，走行場面の相違，シミュレーション場面と実走行場面の相違，また有効視野の項で述べたもので間接的にこれらにかかわりあうものとしては危険感に伴なうストレスが挙げられよう。但し，特に状況性の相違に関してはその場面に含まれる必要処理情報内容の特定可能性，視距離の問題を伴なって注視時間，有効視野を一義的に規定することは難しい。

Ⓑ主体的状態にかかわるものとしては，注視時間の項では，アルコールおよび断眠による賦活水準の低下，これに直接関連づけ得るものとして有効視野の項では疲労とアルコールの効果が挙げられた。アルコールおよび疲労の効果は狭い有効視野での長い注視を生じせしめるものとなることが示された。この他，有効視野については，中心視刺激の提示速度の効果をやはり賦活水準との関係で論じられよう。これは情報の時間的密度としてとらえてもよいものであるが，提示速度と有効視野の広さ関係は Yerkis-Dodson の法則のように逆U字型関数として考えるべきであろう。この関係は運転場面での走行速度（その一面は情報の時間密度としてとらえ得るはずのものである）と注視時間の長さ関係についてもあてはまるように思われる。が，いずれにしても情報の時間密度のもつ効果は簡単には論じ得ないものと思われる。またさらに有効視野には，中心視作業または中心視作業と周辺視作業双方への動機づけ，室温・危険・不安に伴なうストレスが効果をもつことが示された。

Ⓒ熟練，技能については運転場面では初心者程，走行位置モニターについて有効視野が狭く長い注視を行なうことが，又，検査作業，検出課題では熟練者程有効視野が広く短い注視を行うことが，示唆されている。

[2] 第2番目のものは，視覚的な刺激情報密度である。これは今述べた基本的余裕，後に述べる被験者のストラテジーと相互依存するものであるが，比較的に視覚的側面に特定できるものとして他のカテゴリーと分類される。これは，Ⓓ対象の内容性，Ⓔ空間的密度，Ⓕ時間的密度とさらに分類できよう。対象の内容性（これは被験者の注意集中ストラテジー，技

能と不即不離のものであるが）には対象による検出又は同定必要性の差，認知の難易度，対象の情報量又は不確定性，熟知性，文脈性が含まれる。情報の空間的密度には背景情報の密度と視距離の大小が含まれる。概して言えば，これら情報密度が高くなると長い注視時間と狭い有効視野が生じるようである（但し，熟知性，文脈性によって情報密度が軽減されると考えるならば）。情報の時間的密度には刺激提示速度と走行速度が含まれるが，この要因のもつ効果を一概に論じることは難しい。

[3] 第3番目のものはこれまで述べた作業負荷，ストレス，情報密度に主体がどのようにかかわって処理するかという情報の獲得実行，処理のストラテジーである。ここには本稿で述べた限りでは注視時間の長さに，Ⓒ注意の集中・分散方法あるいは探索的見方と吟味的見方の切り換え方がかかわってくる。またⒽ被験者のもつ個人特性としての注意切換え能力や場依存性も重要な要因となっている。概して，注意切り換えが頻繁に行なわれると注視時間が短くなると言える。但し，有効視野の測定方法の限界により，有効視野と注意切り換えストラテジーとの直接的関係はこれまで調べられていない（有効視野の測定事態そのものが注意切り換えにかかわるとも言える）。有効視野が広ければより効果的に次の注視点が決定されるであろうということが推定されるにとどまる。また，ここでいうストラテジーには図式，技能，感受性が関与しているはずであることは言うまでもない。

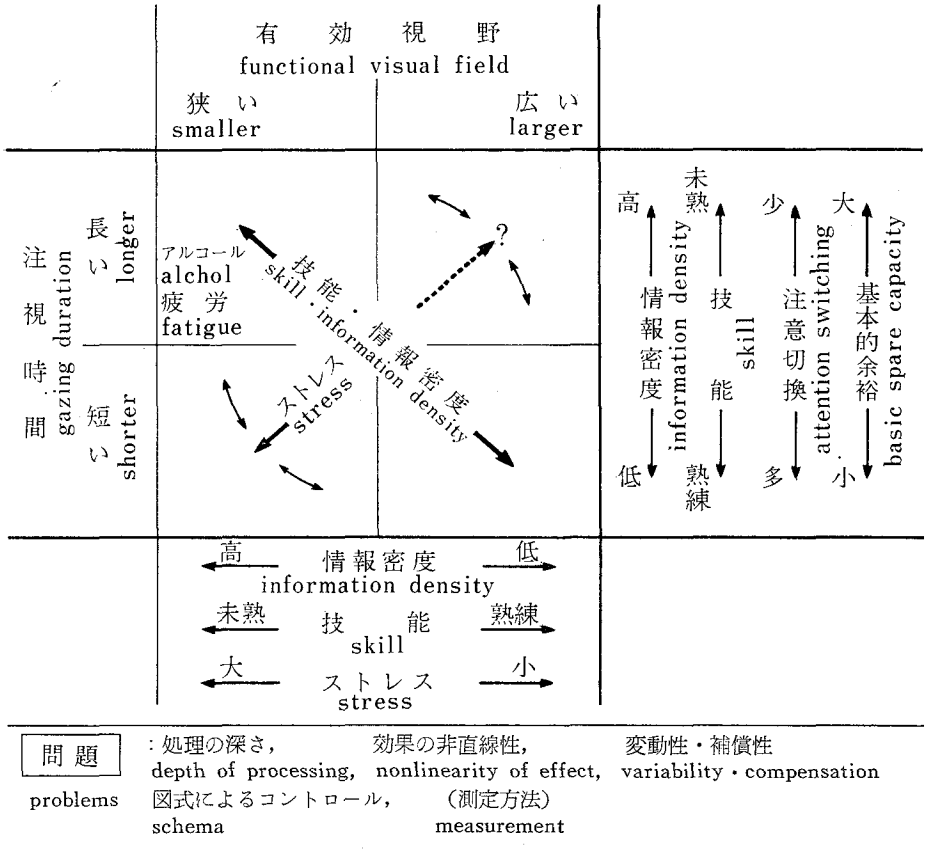
以上，注視時間および有効視野にかかわる諸要因を試みに3つのカテゴリーに分けたが，有効視野と注視時間の関係を直接に対応づけようとする研究は Mackworth (1976), Moskowitz, et al. (1974, 1976) 等を除いてはほとんど見られない。そこで次に，注視時間と有効視野の関係を本稿で述べたものに限って推定してみる。

2. 注視時間と有効視野の関係

視覚情報を獲得，処理してゆく時，注視時間も有効視野も伴に常に変動していると考えられるが，ある状況，ある課題での相対的な注視時間の長さと有効視野の広さについての平均像を表1のように描けよう。表1のように，注視時間は比較的に平均値が長い場合と短い場合に，有効視野は比較的に狭い場合と広い場合の計4つのカテゴリーが考えられる。

これまで述べた諸知見で示されたように，概して述べれば注視時間の長さは状況やストレスによる基本的余裕が大きければ長く，小さければ短い，情報密度が高ければ長く，低ければ短い，未熟であれば長く，熟練していれば短い，注意切り換え能力が低ければ長く，高ければ短いという傾向が示唆された。有効視野の広さについては情報密度が高ければ狭く，低ければ広い，ストレスによる基本的余裕が大きければ狭く，小さければ広い，未熟であれば狭く，熟練していれば広いという傾向が示唆された。但し，ここでは諸要因が必ずしも直線的な効果を示すとは限らないこと，特に状況，場面の複雑さや，走行速度，刺激提示速度の

表1　推定される注視時間と有効視野の関係
Table 1　Inferred Relation Between Gazing Duralion and Functional Visual Field.



効果は明白に示されなかったり逆U字型の図形を示す場合のあることに留意しなければならない。

表1に示した4つのカテゴリーに該当する注視時間についての知見と有効視野についての知見のうち対応し得るものを割り当ててみる。1つは表1での矢印で示される狭い有効視野での長い注視と，広い有効視野での短い注視の間を規定する要因である。これには技能，訓練の程度がある（注視時間については，Gould, 1976; Boynton, Elworth & Palmer, 1958; in Haber & Hershenson, 1973; Mourant & Rockwell, 1972. 有効視野については，Weltman & Egstrom, 1966; Abernethy & Leibowitz, 1971; Ikeda & Takeuchi, 1975)。すなわち未熟者では狭い有効視野での長い注視を，熟練者では広い有効視野での短い注視を行う傾向がある。同じく情報の密度と注意の集中の行い方が考えられる。すなわち情報の空間密度が高い場合（注視時間，有効視野の両方について，Mackworth, 1976），対象の認識の必要性が高い，あるいは難しい場合（注視時間について，Shinar, et al., 1977; 村田，中

村, 1970; Loftus & Mackworth, 1978; Antes, 1974;Nodine, et al., 1978, 有効視野について, Bahrick, et al., 1952; Ikeda & Takeuchi, 1975) には狭い有効視野での長い注視時間が, またその逆の場合には広い有効視野での短い注視時間が生じる傾向がある。なお, アルコールおよび疲労の効果はより狭い有効視野で長い注視時間をもたらすことで示されるようである (注視時間について, Moskowitz, et al., 1976; Kaluger & Smith, 1970: 有効視野について, Moskowitz, et al., 1974; Olsen, 1970; in Leibowitz, 1973)。

また, ストレス (室温, 危険感, 不安感に伴うもの) のかかった場合には狭い有効視野での短い注視が出現するようである (注視時間について Whalen, et al., 1968; in Ceder, 1977; 三浦, 1979の二輪車運転時, 有効視野について Bursill, 1958; Weltman, et al., 1966, 1971)。他方, 広い有効視野で長い注視時間を生じる場合についてその双方を対応づける知見はないが, これは三浦, 1979の四輪車安定走行時に示唆されたように基本的余裕が十分にありしかも特に注意して見る必要のない場合に生じるのではないかと思われる。したがって, 表1の左下がりの対角線の一部はストレスによって規定されるものと考えてもよいかもしれない。

上記は先の1で挙げた諸要因と関係づけるべきであるが, さらに注意すべきことは, 上に述べた注視時間と有効視野についての実験状況が必ずしも十分に対応づけられるとは考えられない可能性, および各カテゴリーに明確に当てはめることの出来ない場合が様々にあること (特に, 場面, 時間情報密度の効果) である。様々な補償, 変動を伴なって各場面で適応的な視覚行動が行われているはずである。さらに重要なことは表1では処理の深さの問題を含めて検討しなければならないことである。認知した内容は単に注視時間と有効視野から推定できるものでないことはいうまでもない。さらに, 実際の場面では表に示した4つのカテゴリー間で常に変動しているはずである。

また, 方法的な問題も残されている。すでに指摘したように注視時間については視点の停留, 移動決定の基準の置き方が必ずしも明確でない可能性がある。また, 有効視野についてはその測定はほとんどすべてにおいて固視又は瞬間視という眼球運動の効果を排除した方法で行なわれている。また, 中心視作業と周辺視作業の間で脈絡の乏しい別々の作業を果すという一つの二重作業の形態をとっていることも問題であろう (Ogden, Lewine & Eisner, 1979; 谷口, 横溝, 遠藤, 1978)。有効視野というものは文脈のある課題の自由視の下で測定することから検討すべきものと考えられる。

さらにそのように考えると有効視野とは一体何なのかという問題も提起されよう。処理の深さの問題も含めて考えると少なくとも視角での広さから測れるものでないかもしれない。すなわち, 熟知性, 技能, 図式によるチャンク化の問題を含めて考えるべきであろう。さらに当面の事態についての図式の形成と変容にかかわる予測, 情報の保持について有効時間範

囲といったものも加えて考える必要があろう。

本稿では，注視時間と有効視野を中心として検討したが，そこには多くの要因が働いていることが示された。それら諸要因の整理を試みたが，必ずしも明確に関係づけ位置づけられるものでもない。また，上に述べたような様々な問題が含まれている。しかし，ここで述べた諸知見はやはりそれぞれの実験場面での視覚的行動についての事実として示唆的であると考える。これら諸要因は注視時間と有効視野といった範囲にとどまる問題ではない。Mackworth (1965), Bouma (1978) らが言ったように「眼球運動は人間の行動の複雑さそのものを反映している」というのも実感である。冒頭に示したように日常場面における視覚的行動を考えるためには，何らかの方法で個人の形成する図式，イメージとの関係でとらえるべきである（ささやかな試みとして，三浦，1980, 1981)。したがって，モデル的思考をのりこえた，よりグローバルで自然な接近方法 (E. Gibson, 1979) とここに示したような接近方法の両者およびその間をうめてゆく試みが今後重要であると思われる。

謝辞　本稿の執筆に当っては産業行動学研究室の教授，樋口伸吾先生，助教授，長山泰久先生から御多忙中，多大の助言と援助をいただきました。ここに深く感謝の意を表わさせていただきます。

〔注〕

1. 図6(b)のkはアーラン分布の母数で，村田らの言う凝視度というものを示す。彼等の説明によると凝視度とは注視点の停留中のちらつき (flick) の回数に1を加えた値であると考えられる。
2. 大蔵 (1969：村田，他，1970に引用) は案内標識への注視距離についてではあるが，高速道路走行時 (時速100km) で平均140m程度，都内幹線道路 (時速40～50km) で110m程度という視距離を報告している。Rockwell (1972: cited in Hills, 1980) は，経験ドライバーは時間にして少なくとも5～3.5秒先の地点を見ると述べている。故に，このことからも走行速度が早くなればより遠くを見ることになる。
3. 有効視野という用語は必ずしも定まっていない。functional visual fied (Senbers, 1970; Ikeda, & Takeuchi), useful field of view (Mackworth, 1965, 1976), useful visual field (Ikeda, & Saida, 1979), range of cue utilization (Easterbrook, 1959), conspicuity area (Engel, 1971) などの用語が用いられている。

参考文献

Abernethy III, C. N., & Leibowitz, H. W. The effect of feedbabk on luminance thresholds for peripherally presented stmuli. Perception & Psychophysics, 1971. 10. 172-174.

Antes, J. R., & Edwards, D. C. Information processing in the visual periphery. Bulletin of Psychonomic Society, 1973, 1(5B), 351-353.

Antes, J. R. The time course of picture viewing. Journal of Experimental Psychology, 1974, 103, 62-70.

Bahrick, H. P., Fitts, P. M., & Rankin, R. E. Effect of incentives upon reactions to peripheral stimuli. Journal of Experimental Psychology, 1952, 44, 400-406.

Bartz, A. E. Peripheral detection and central task complexity. Human Factors, 1976, 18(1), 63-70.

Bashinski, H. S., & Bacharach, V. R. Enhacement of perceptual sensitivity as the results of selectively attending to spatial locations. Percepton & Psychophysics, 1980, 28(3), 241-248.

Bellamy, L. J., & Courtney, A. J. Developmnt of a search task for the measurement of peripheral visual acuity. Ergonomics, 1981, 24(7), 497-509.

Biederman, I., Mezzanotte, R. J., Racinowitz, J. C., Francolini, C. M., & Plude, D. Detecting the unexpeccted in photointerprtation. Human Factors, 1981, 23(2), 153-164.

Bouma, H. Visual search and reading: Eye movement and functional visual field: A tutorial Review. Requin, J.(Ed.) Attetion and Performance, VII, Lawrence Erlbaum, 1978, 115-147.

Bursill, A. E. The restricion of peripheral vision during exposure to hot and humid conditions. Quartely Journal of Experimental Psychology, 1958, 10, 113-129.

Ceder, A. Drivers' eye movements as related to attention in simulated traffic flow conditions. Human Factors, 1977, 19(6), 571-581.

Cohen, A. S. Augenbewegungen des Autofahrers beim Vorbeifahrer an unvorhersehbaren Hindernissen und auffreier Strecke. Zeitschrift für Verkehrssicherheit 1976, 22, 2, 68-76.

Cohen, A. S. Development of a general model of car driver's eye movement sequences and effect of subject and environmental variables. Progress Report No. 1, Swiss Federel Institute of Techhology, Zurich, Department of Behavioral Science, Contract No. DAJA 37-80-C-0255.

Cohen, A. S. Car drivers' pattern of eye fixations on the road and in the laboratory. Perceptual and Motor Skills, 1981, 52, 512-522.

Duncan, J. Directing attention in the visual field. Perception & Psychophysics, 1981, 30(1), 90-93.

Easterbrook, J. A. The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. Psychological Review, 1959, 66, 183-201.

Engel, F. L. Visual conspicuity, visual search and fixation of the eye. Vision Research, 1977, 17, 95-108.

Finkelman, D. Science and psychology. American Journal of Psychology, 1978, 91, 179-199.

Gibson, E., & Rader, N. Attention: The perceiver as Performer. Hale, G. A., & Lewis, M. (Eds.) Attention and Cognitive Development, Plenum Press, 1979, 1-21.

Goldstein, I. L., Dorfman, I. E. Speed and load stress as determinants of performance in a time sharing task. Human Factors, 1978, 20(5), 603-609.

Gordon, D. A. Experimental isolation of the driver's visual input. Human Factors, 1966, 8, 129-137.

Gould, J. D. Looking at pictures. Monty, R. A. & Senders, J. W. (Eds.) Eye movement and psychological process. Laureuce Erlbaum, 1976, 307-321.

Haber, N. R., & Hershenson, M. The psychology of visual perception. Holt, Rinehart, 1973, 218.

Hester, M. Visual attention and sensitivity. Shaw, R., & Bransford, J. (Eds.) Perceiving, acting and knowing: Toward an ecological psychology, Lawrence Erlbaum, 1977, 135-170.

樋口伸吾　産業行動の研究方法について．大阪大学人間科学部紀要，1978，第4巻，209-237，および personal communication.

Hockey, R. Stress and the cognitive component of skilled performance. Hamilton, V., & Warburton, D. M. (Eds.) Human stress and cognition. John Wiley & Sons, 1979, 141-178.

Ikeda, M., & Takeuchi, T. Influence of foveal load on the functional visual field. Perce-

ption & Psychophysics, 1975, 18, 255-260.
伊南盛治，吉岡哲二，伊藤裕夫，山口正，工藤盈，山内一泰．動力車乗務員の注視行動(3)—運転情報の人間工学的研究，鉄道労働科学，1976，30，123-136.
Just, M. A., & Carpenter, P. A. Eye fixation and cognitive process. Cognitive Psychology, 1976,8(4), 441-480.
Kahneman, D. Attention and effort. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1973.
Kahneman, D., & Ben-Ishai, R. Relation of a test of attention and road accidents. Journal of Applied Psychogy, 1973, 58(1), 113-115.
Kaluger, N. A., & Smith, G. L. JR., Driver eye-movement patterns under conditions of prolonged driving and sleep deprivation. Highway Research Record, 1970, 336, 92-106.
狩野広之　不注意とミスのはなし。労働科学研究所，1972。
狩野広之　行動と環境，そして事象。(Ⅰ)対象の認知。労働科学，1977，53(1)，1-11.
小木和孝・斎藤良夫　注意の動揺と眼球運動。日本生理学雑誌，1969，31，466.
Kolers, P. A., & Smythe, W. E. Images, symbols, and skills. Canadian Journal of psychology, 1979, 33(3), 158-184.
Leibowitz, H. W., & Appelle. S. The effect of a central task on luminace thresholds for peripherally presented stimuli. Human Factors, 1969, 11, 387-392.
Leibowitz, H. W., Abernethy, C. N., Buskirk, E. R., Bar-Or, O., & Hennessy, R. T. The effect of heat stress on reaction time to centrally and peripherally presented stimuli. Human Factors, 1972, 14, 155-160.
Leibowitz, H. W. Detection of peripheral stimuli under psychological and physiological stress. Visual Search, National Academy of Sciences, 1973, 64-76.
Loftus, G. R., & Mackworth, N. H. Cognitive determinants of fixation location during picture viewing. Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance, 1978, 4, 565-572.
Mackworth, N. H. Visual noise causes tunnel vision. Psychonmic Science, 1965, 3, 67-68.
Mackworth, N. H. Stimulus density limits the useful field of view Monty, R. A., & Senders, J. W. (Eds.) Eye movement and psychological process, 1976, Laurence Erlbaum, 307-321.
McDowell, E. D., & Rockwell, T. H. An exploratory investigation of the stochastic nature of the driver's eye movements and their relationship to the roadway geometry. Laurence Erlbaum, 1978, 329-345.
Megaw, E. D., & Richardson, J. Target uncertainty and visual scanning strategies. Human Factors, 1979, 21(3), 303-315.
三浦利章　運転場面における視覚的行動—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。
三浦利章　ギャップ・アクセプタンス行動および知覚的要因についての予備的研究．大阪大学人間科学部紀要，1980，第6巻，35-77。
Miura, T. & Nagayama, Y. Visual behavior in driving (I): An eye movement study. Precedings of the 22nd International Congress of Psychology, 1980, 96, and slides presented.
三浦利章　技能の形成と保持—組立作業について　そのⅡ　技能の背景としてのイメージ．日本心理学会第45回大会発表論文集，1981，792。
森田敬信　運転行動における視覚情報摂取過程—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。
村田隆裕，中村良夫　自動車運転者の注視点。交通工学，1970，5(5)，3-12。
Moskowitz, H., & Sharma, S. Ettects of alcohol on peripheral vision as a function of attention. Human Factors, 1974, 16, 174-180.
Moskowitz, H., Ziedman, K., & Sharma, S. Visual search behavior while viewing driving scenes under the influence of alcohol and marihuana. Human Factors, 1976, 18(5) 417-432.
Mourant, R. R., Rockwell, T. H., & Rackoff, N. J. Drivers' eye movements and visual

workload. Highway Research Record, 1969, 292, 1-10.
Mourant, R. R., & Rockwell, T. H. Mapping eye-movement patterns to the visual scene in driving: an exploratory study. Human Factors, 1970, 12, 1, 81-87.
Mourant, R. R., & Rockwell, T. H. Strategies of visual search by novice and experienced drivers. Human Factors, 1972, 14, 4, 325-335.
長山泰久　交通事故の心理. 天野利武（編）心理学への招待，六月社，1966，407-450。
長山泰久　二輪車事故原因を考える(3)—事故事例からみた二輪車事故の特徴. 人と車，1978，6，20-23。
Neisser, U. Cognition and Reality. Freeman, 1976.
Nodine, C. F., Carmody, D. P., & Kundel, H. L. Searching for Nina. Senders, J. W., Fisher, D. F., & Monty, R. A. (Eds.) Eye movements and the higher psychological functions. Laurence Erlbaum, 1978, 241-258.
Ogden, G. D., Lewine, J. M. & Eisner, E. J., Measurement of workload by secondary tasks. Human Factors. 1979, 21(5), 529-548.
Ohtani, A. An analysis of eye movements during a visual task. Ergonomics, 1971, 14(1), 167-174.
Posner, M. I., Nissen, M. J., & Ogden, W. C. Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. H. L. Pick & E. J. Saltzman (Eds.) Modes of perceiving and processing information. Hillsdale, N. J: Erlbaum, 1978.
Sanders, A. F. Some aspects of the selective process in the functional visual field. Ergonomics, 1970, 13, 101-117.
Senders, J. W. Speculations and notations. Monty, R. A., & Senders, J. W. (Eds.) Eye movement and psychological process, Laurence Erlbaum, 1976, 355-365.
Senders, J. W., Kristofferson, A. B., Levisson, W. H., Dietrich, C. W., & Ward, J. L. The attentional demand of automobile driving. Highway Research Record 1967, 195, 15-33.
Shaw, R., & Bransford, J. Psychological approaches to the problem of knowledge. Shaw, R., & Bransford, J. (Eds.) Perceiving, acting, and knowing: Toward an ecological psychology, Lawrence Erlbaum, 1977, 1-42.
Shinar, D., McDowell, E. D., & Rockwell, T. H. Eye movements in curve negotiations. Human Factors, 1977, 19, 63-71.
Shinar, D., McDowell, E. D., Rackoff, N. J., & Rockwell, T. H. Field dependence and visual search behavior. Human Factors, 1978, 20, 553-559.
Snyder, H. L. Dynamic visual pattern. Visual Search, National Academy of Sciences, 1973, 51-63.
Snoeyenbos, M. H., & Putney, R. T. Psychology and Science. American Journal of Psychology, 1980, 93(4), 579-592.
鈴木忠義・中村良夫・村田隆裕・小笠原常資　運転者注視点の性質。高速道路と自動車，1966，Ⅸ，7，24-29。
谷口建二・横溝克己・遠藤敏夫　予測にともなう周辺視野の識別能力について　日本人間工学会第18回大会論文集，1978，187-188。
渡辺洋一　有効視野と Visual Noise. 日本心理学会第41回大会論文集，1977，158-159。
Weltman, G., & Egstrom, G. H. Perceptual narrowing in novice divers. Human Factors, 1966, 8, 499-506.
Weltman, G., Smith, J. E., & Egstrom, G. H. Perceptual narrowing during simulatad pressure-chamber exposure. Human Factors, 1971, 13, 99-107.

SOME NOTES ON VISUAL BEHAVIOR : PROBLEMS OF GAZING DURATION and FUNCTIONAL VISUAL FIELD

Toshiaki MIURA

It is important as well as very interesting to investigate and specify visual behavior in actual situations. However, as Neisser stated in the preface of his book (1976), there seems no paradigm or established method to explore the visual behavior, especially its schema. The importance of schema is well understood but the concept and method to specify it is yet vague.

In this article, it was attempted to examine some aspects of visual behavior, mainly from a viewpoint of gazing duration and functional visual field, which seem to be important for effective or adaptive visual information acquisition. The origin of this problem was induced from our preceding study of motorcyclists' eye movement pattern in comparison with automobile drivers' (Miura, 1979; Miura and Nagayama, 1980). The reduced problem in these studies was work load relating to size of functional visual field and length of gazing duration (see Figure 4). Here the relevant findings were reviewed for further research.

Three aspects, though they are dependent, overlapping and yet maybe dubious, were derived; basic work load or spare capacity, density of information and strategy of attention allocation. Basic work load or spare capacity may be categorized nonspecific to visual information. In this aspect, task demand or situational demand, arousal level, stress, motivation or incentive, and skill would be involved. Density of information is mainly specific to visual stimuli or visual recognition. In this, informativeness or uncertainty of objects, spatial and temporal density of information would be involved. Strategy of attention allocation is a matter of execution of information acquisition. In this, at least two factors should be considered, that is, focusing and switching of attention (examination and survey), and skill of individuals.

Though almost all researchers deal the problem of gazing duration and that of functional visual field independently, in this article it was attempted to relate with each other. Grasping them tentatively, length of gazing duration can be categorized into two levels, shorter and longer, and size of functional visual field also into two levels, smaller and larger. Thus, there seems to be four categories concerning the nature of eye fixiations (see Table 1), that is, longer gazings with larger functional visual field, those with smaller functional visual field, shorter gazing with larger functional visual field, and those with smaller one. As to the first and the fourth,

incentive, focusing of attention, informativeness of objects, spatial and temporal density of information, and familiarity and context of objects can paly role. And, fatigue and alcohol make gazings longer and functional visual field smaller As to the second and the third category of gazing, stress can play role, that is, with higher stress, gazings will become shorter and narrower, and with less stress, gazings would become longer and wider. Learning and skill can make gazings shorter and wider. Relationship between arousal level (including temporal density of information) and size of functional visual field seems to have an inverted U-shaped function. And when subjects have much spare capacity, several conditions such as task demand, individual difference seems not to be able to have effects on gazing. Above mentioned are a tentative schema.

Moreover, we should consider depth of processing in each category. And, there are methodological problems of analysis of eye movement (criterion of shift of fixation points) and those of measuring size of functional visual field (the problem of dual task method and lack of eye movement and context of stimuli). Therefore, in future research it is necessary to measure the size of functional visual field with free eye movement and real context. But there will remain the problem of change of the size of functional field of view (zoom lens metaphor) and of looking without seeing. Thus, both above mentioned approach and more global approach to visual behavior should be developed.