

## 動的な環境における視覚の特性

### ——車間距離の選定——

国際交通安全学会527プロジェクトチーム\*

環境—車—人関係を明らかにしようとする研究の一環として、走行中の動的な環境認知の問題をとり上げた。大型陸送車の高速道路上における接近・追従挙動が、昼夜間における環境認知の難易度に従って、相対的接近速度、接近のパターンにおいて異なることを明らかにした。このようなフィールドにおける人—車系の挙動を、視覚—運動的なトラッキング作業によってシミュレートする予備的な研究を行った。

### Characteristics of Visual Reaction to Dynamic Environment

#### — The Proper Distance Between Cars —

IATSS 527 PROJECT TEAM\*

As one of the studies to define the relations between environment, car, and man, we have studied dynamic environmental recognition on driving. We hereunder clarify that closing-up or overtaking behavior of large sized vehicles on expressways showed different patterns of closing-up or relative close-up speed according to the difficulties of environmental recognition of day and night. This is the pre-survey to simulate the behavior of the man-machine system with visual and kinetic tracking performance.

#### 1. まえがき

陸上の交通輸送手段の発展に伴って、車両の構造や道路施設などは、年を追って技術開発が進展し、利用者にはより安全で便利なものになってきている。しかしながら、このような新しい技術開発は、ややもすればそれを使用する人間のことを忘れがちであった。人間工学的な観点がなかったわけではないが必ずしも十分であったとはいえない。動的環境における視覚の問題は、さらに技術開発を進めるためにも、また運転者教育のためにも、まず解明さるべ

き基本的な問題である。

対象の認知は、日中の太陽光線の下で最も適確になされることは、日常の経験に照らしても明らかである。視認を適確に行うためには、適度な明るさで、かなり白色に近い均一な照明が必要である。事実、昼間の運転作業は夜間に比べてはるかに楽である。

ところで、実際に道路を走行する際には、移動の速度が非常に速いので、静止状態や歩行速度程度の動的な環境での視覚情報の収集処理とは異なった現象が生起していると考えなければならない。しかしながら、現在までのところ、事態は十分に解明されてはいない。

この研究は、われわれがこれまでに行った一連の<sup>1), 2)</sup>研究に立脚して、昼・夜間という明るさの異なる環境の下で、また、刻々に変化する動的な環境下に、運転者がいかに情報を獲得し、処理しているかを明らかにすることを意図しているものである。

具体的には、フィールドにおいて、走行中の車の挙動を観測し、そこで見出された現象を実験室的に解明するという手順を用いる。

この報告は、初年度（昭和55年度）に行ったパイロット・スタディとしての、観測と実験の結果に関

\*メンバーは以下のとおり。

中島源雄（執筆）(株)本田技術研究所次席研究員  
Motoo NAKAJIMA Executive Chief Engineer, Honda R  
& D. Co., Ltd.

末永一男 久留米大学名誉教授（生理学）  
Kazuo SUENAGA Professor Emeritus, Kurume  
University

鈴木昭弘 愛知医科大学教授（眠科学）  
Akihiro SUZUMURA Professor, Aichi Medical University  
船津孝行（執筆）九州大学教授（心理学）

Takayuki Funatsu Professor, Kyushu University  
松永勝也 九州大学助教授

Katsuya MATSUNAGA Associate Professor, Kyushu  
University

原稿受理 昭和56年6月22日

するものである。

## 2. 車両の挙動と視知覚

車両の挙動が視知覚と密接不可分の関係にあることは、改めて述べるまでもない。われわれはすでに車両の挙動を、車間距離という観点から分析する研究を行った。それらの研究結果に立脚して、運転者の視覚情報処理は、次のような基本的な構造をもつことを仮定した。

昼間走行時のように、十分な視覚情報が連続的な入力信号として入手できる場合には、出力は主としてフィードバック機構を通して修正され、いわゆる適応制御がなされる。しかし夜間の走行では、入力情報そのものが不十分で、フィードバックは連続的に行われたとしても、車の挙動は多分に予測的なものとならざるを得ない。このような場合には、必要に応じてサンプリングを行って、出力を修正しなければならない。そして、このようなサンプリングもまた、多分に予測的になされ、その後フィードバック機構を通して修正される。

このような仮説を検証するため、まず、昼夜間という視覚条件下における車の挙動を観測・記録した。その際、観測対象としては、1) 定速で走行する前方車両に対して、実験車両が一定の相対速度で接近し、ある車両距離を維持しながら追従する場合、2) 同様なパターンで接近し、追越して行く場合、という2つの挙動を選んだ。

このような場合に、運転者は、先行車への相対的な接近速度を絶えず確認しながら、自分の車の速度を調整しなければならない。高速の動的な環境の下では、その作業は、たとえベテランの運転者であっても、かなり難しい。車の挙動に何らかの変化が生じると考えられる。

ところで、われわれは経験を通じた学習によって、普通ではないような環境にも、ある程度順応することができる。熟知した道路を走行する場合には、その情報の収集の仕方は、未知の道路を走行する場合は明らかに異なっている。視線の移動の範囲は必要な最小限に押さえられている。われわれは、このことを別の文脈においてすでに明らかにした<sup>1)</sup>。

この観測に際しては、先行車両を中心とした情報収集活動に焦点を絞るために、定期的に一定の高速道路を走行しているプロのドライバーを被験者とすることにした。

このような条件の下での観測結果から、動的な環

境における車の挙動を決定している特徴が明らかにされるならば、その挙動を実験室において、さまざまな視覚条件の下にシミュレートすることが可能となるであろう。

## 3. 接近挙動の観測

### 3-1 装置

装置は走行状態を測定・記録する車載装置と、収集した情報を解析するための装置から成り立っている。

走行状態を記録するために、1台のTVカメラで実験車両の前方の状況を録画し、他の1台のTVカメラで、レーザー照射を利用した車間距離の測定データと、実験車両の速度を記録した。これらのデータは一括して、1台のVTRに同時記録した。使用したVTRの録画時間は6時間であるので、データの収集を有効に行うために、次のような条件を設定した。

実験車両の速度が70km/hを越える状態が3分間持続すると、装置は自動的に作動し、反対に40km/h以下の状態が3分間続くと自動的にストップする。装置の作動、停止は運転者には分からない。

記録されたデータの解析に際しては、前方の状況をモニター画面の上半分に再生した。そして、下半分には当該時点における車間距離と、実験車の速度を光信号に変換して表示した。この信号は、さらに受光素子を通して、制御盤上にデジタルに変換表示された。解析者はこれらの数値から、前後のそれぞれの車両の挙動と、それらの相対的な関係を判断した。さらに、制御盤と連動させたX-Yレコーダを使用して、経過時間と車間距離の変化を詳細に計測した。その際、レコーダの時間軸(X方向)の掃引は、タイミングパルスを用いた実時間で行った。

Fig. 1に、観測装置の主要部分を示す。Fig. 2には、これらの装置を実験車両に搭載した様子が示されている。使用した車両は完成車の陸送車で、前面左側に前景の録画カメラ、右側に車間距離を測定するためのレーザー照射装置が、また、データの記録、制御装置は運転室の後方に搭載されている。

Fig. 3は解析の状況を示したものである。試作した観測装置の構成はFig. 4に示されている。

また、運転者の自然な走行状態を観測するために、運行管理者が運行スケジュールに従って装置をセットした。



Fig. 1 装置  
Device



Fig. 2 外観  
Setting of device



Fig. 3 解析の状況  
Situation of analysis

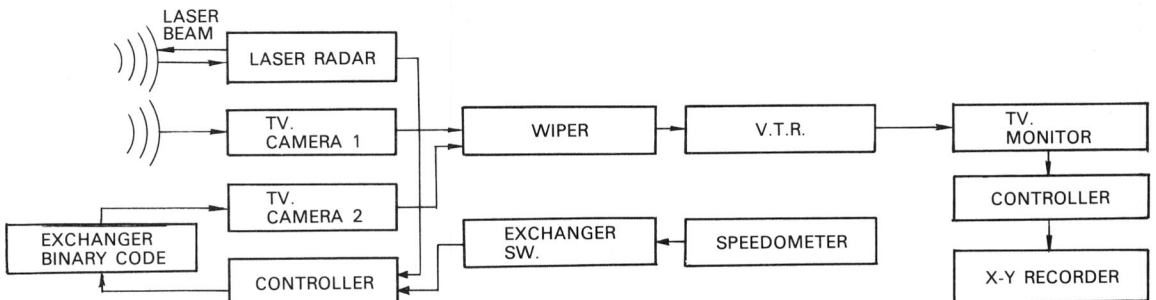


Fig. 4 測定と解析システムのブロック図  
The block diagram of the laser radar system  
used for the measurement and the analysis

### 3-2 結果

実験コースは、東名高速道の厚木～清水間の往復路である。このコースに慣熟した運転者が1500km以上走行した間の、昼夜間における接近、追従挙動を観測、記録した。

Fig. 5 は観測された一般的な挙動を示すものである。通常の追従走行では、車間距離は前方車両と追従車両それぞれの走行速度に応じて絶えず変化する。

この例の場合には、実験車はまず60m前方の車両を追従する状態から始まっている。しばらくの間はゆっくりと接近し続けるが、やがてそれ以上車間距離を縮めることをやめ、追越車線に移動する。追越した後に再び走行車線に戻って、今度は別の車を追従しはじめる。この場合にも、車間距離は安定してはいない。なお、細かい波型の変化は測定上のノイズである。

以下に、数例の特徴的な挙動を示した観測例を掲げておこう。

Fig. 6 は、80km/hの定速で走行中の実験車が、相対接近速度5.7km/hで先行車に接近しながら、車間距離を40mから14mに短縮した後、先行車両との車間距離を一定に保って追従した状況を示したものである。

Fig. 7 は、実験車が85km/hの定速を保ちながら、相対接近速度3.6km/hで先行車に接近し、車間距離を34mから14mまで短縮した後に、追従に移っている。この追従に移った直後の挙動はFig. 6の場合と異なっている。実験車は速度を落して約5m車間距離を離れた後、再びゆっくり接近して、もとの14mの車間距離に戻っている。

これらの2例はいずれも夜間の追従であるが、接近から追従に移る一連の挙動と、追従後の車間距離のとり方には注目すべき差異がある。実験車の速度は80～85km/hで、モニター画面によれば、先行車以

外の車は存在していない。そして、相対接近速度は前者で5.7km/h、後方で3.6km/hである。

いま手元のデータの中から、Fig. 7と同じような挙動を示したもののうちの2例だけを次に掲げておこう。

Fig. 8は、実験車が定速85km/h、相対接近速度3.3km/hで、車間距離70mから37mまで接近して追越

した例を示したものである。図に示されているように、この間に先行車の速度に合わせて、定間隔で追従するステップが2回にわたって生じている。そして、いったん37mから41mへと車間距離を増大した後、追越車線に移行している。定間隔で追従したそれぞれのステップの持続時間は約10秒である。

Fig. 9は、車間距離70mから15mまで接近する際

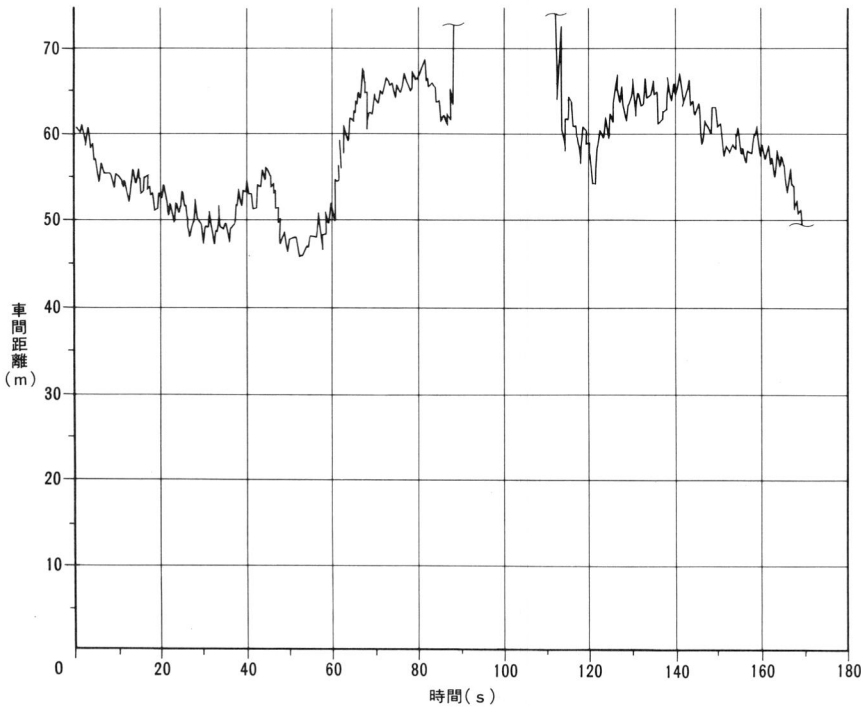


Fig. 5 一般的な追従挙動(昼間)  
Regular following behavior (daytime)

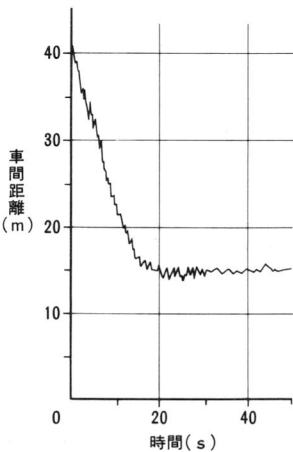


Fig. 6 典型的な追従挙動(夜間)その1  
Typical following behavior (nighttime) No.1

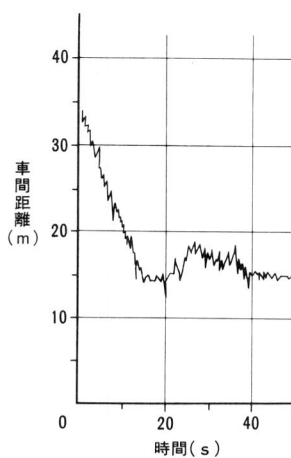


Fig. 7 典型的な追従挙動(夜間)その2  
Typical following behavior (nighttime) No.2

の挙動を示したものである。この場合には、最後の部分にステップ・パターンが出現している。また、最初から60秒経過した後は、定速82km/h、相対接近速度3.0km/hで、車間距離34mから15mまで接近している。

これらのデータは、いずれも一名の運転者から得られたものであるが、このような接近のパターンは、相対接近速度と関係しているようである。データは相対接近速度が3 km/hの附近で、このようなステップ・パターンが出現することを物語っている。

一般的にいて、夜間の接近行動における最も有効な距離手がかりは、先行車の尾灯間隔の変化である。相対的な接近速度が速い場合には、その指標も急激に変化し、その変化を容易に視認することができるが、逆の場合には困難である。

従って、相対接近速度が小さい場合には、何らかの方法でそれを確認することが必要となる。Fig. 10は、手元にある全データをこのような観点からプロットしたものである。

Fig.10から、夜間走行では、相対接近速度が6km/h、即ち、相対接近速度が追従車の速度の6～7%付近の場合と、3 km/h、3～4%付近という2グループ

が存在している。そして、この6～7%グループは、昼間走行データの分布と一致している。現時点においては、昼間走行のサンプル数が小さく、確定的なことはいえないが、昼間走行では豊富な距離手がかりが存在しているので、夜間に見られるようなステップ状の接近パターンは生じないと考えられる。

データが少なく、現在までのところでは多分に推測的な要因を含んではいるが、車の接近、追従、追越挙動には、昼間型と夜間型という2つのパターンが存在し、夜間であっても相対接近速度が大きい場合には、昼間と同様な接近挙動がなされるということは、ほぼ間違いないといえそうである。

#### 4. 追従挙動の実験的なシミュレーション

##### 4-1 トラッキング

これまでに述べたようなフィールドにおける追従挙動を、被験者の視覚-運動的なトラッキング動作によって、実験的にシミュレートすることはできないであろうか。

トラッキング動作については、これまですでに運転者の適性検査として、また、制御工学の観点から数多くの研究がなされている。使用されている受容

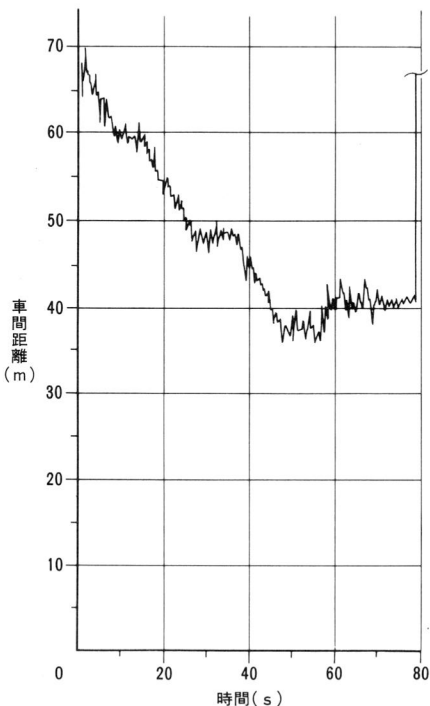


Fig. 8 典型的な追従挙動(夜間)その3  
Typical following behavior  
(nighttime) No.3

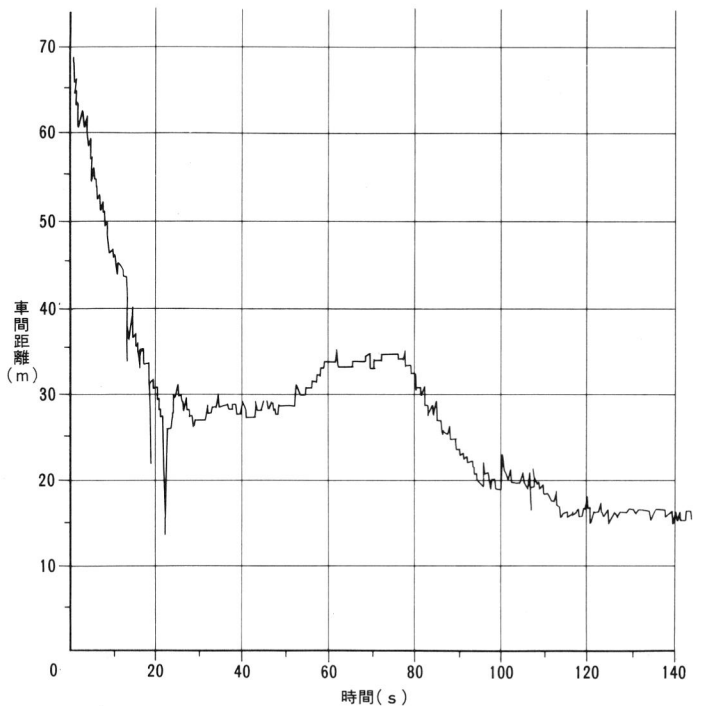


Fig. 9 典型的な追従挙動(夜間)その4  
Typical following behavior (nighttime) No.4

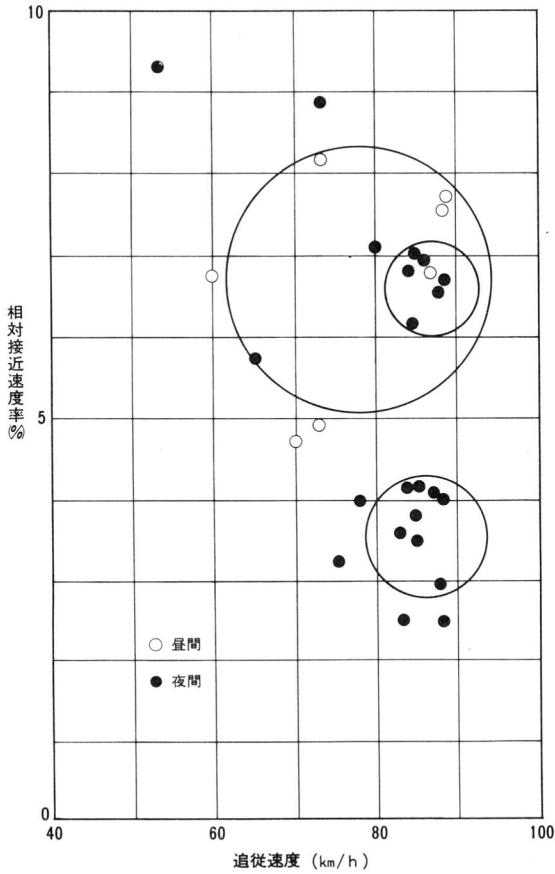


Fig. 10 追従速度に対する相対接近速度率の分布  
Distribution of relative closing rate against tracking speed

器と効果器の組合わせには様々な可能性があり、また実際に試みられている。しかしながら、1940年代後半から、最もよく使用されているのは、目一手という組合わせである。この組合わせはわれわれの目的にも適合している。

トラッキングには、Pursut TrackingとCompensatly Trackingの2種類がある。前者では表示部に目標値と制御量が両方とも別々に呈示されるが、後者では目標値と制御量の差だけしか呈示されない。いずれの場合にも、制御動作の結果についての知識によって、次の制御量が規制されるという負のフィードバックが含まれている。

例えば、Davis (1964) は《ケンブリッジコクピット実験》と呼ばれる一連の研究の中で、2 値的に左右に移動する線分の追従動作が、正常な被験者から不安神経症的な被験者へと顕著に破壊されることを明らかにしている (Fig. 11)。

しかしながら、正常な被験者の場合にも、刻々に変化する刺激をより正確に追従するためには、その刺激の将来の状況を予測して反応しなければならない。このように、トラッキングには当然のこととして、見越し要因 (Anticipation) が含まれているが、従来の研究者は、必ずしもこのことを詳細に研究しようとはしていない。例えば、反応時間を取扱った研究の場合には、刺激が呈示されるに先立った反応は尚早反応として、一種の誤反応だと考えられている。

見越し反応が運動パフォーマンスに不可欠な一

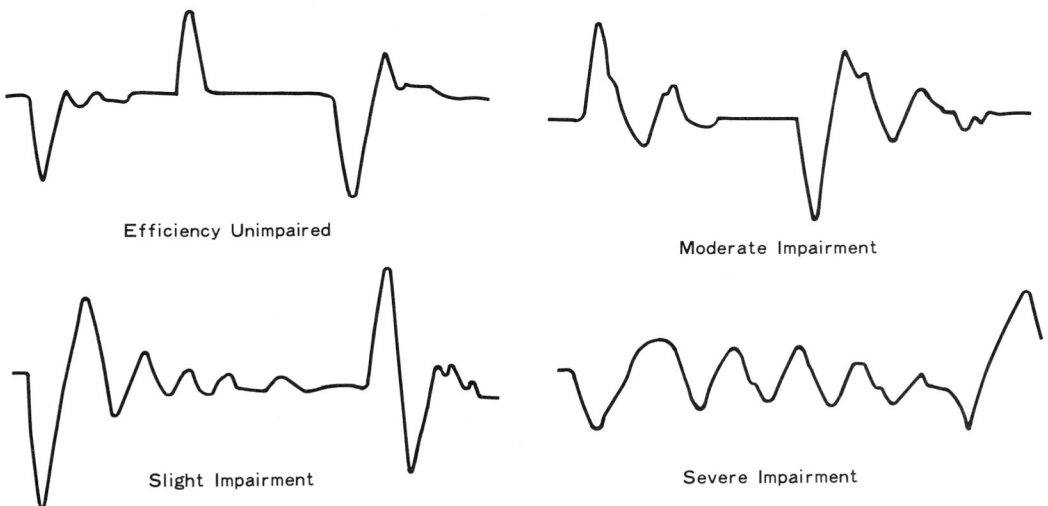


Fig.11 DAVISの実験  
The cambridge cockpit experiment  
D.Russel davis University of Cambridge U.K.

因であることを最初に指摘したのは Helson (1949) である。彼は、その変化を予測することができる刺激をトラッキングする際には、予測不可能な刺激を追従する場合に比べて、反応の遅れが少ないことを指摘した。Poulton (1950、'52a, b) は、このような見越し反応の役割を一層組織的に研究し、a) 効果器の見越し、b) 受容器の見越し、c) 知覚的な見越しに分けて記述している。

ところで、このような見越し反応は、さまざまな角度から操作的に定義されている。Adams & Chamber (1962) その他は、133msec 以内の見越し反応を便宜的な見越し (Beneficial Anticipation) とし、33 msec 以内のものを完全な見越し (Perfect) と定義している。

また、Perlmute et al (1969) は、コントロール被験者群で得た速い反応の平均値に、刺激間の時隔 (ISI) を加えたものを、条件付けに際しての基準的な遅れとし、これよりも遅れの少ない場合を見越し反応だと定義している。

神経生理学や制御工学の言葉でいえば、フィードフォワードという機構によって、一層うまく説明することができるこの現象は、1960年代を通じて多くの研究者によって取上げられている。

Fender (1964) は、眼球の制御機能を明らかにしようとして見越し反応について研究した。彼はステップ入力 (段階波入力) に対するトラッキングを用いて、反応時間を研究し、a) ステップ入力ランダムな条件よりも規則的に反復される場合に、見越し反応が多い、b) ランダムなステップ入力の場合にも、ある程度見越し反応が生起する、ことを明らかにしている。

すでに早く Bartlett (1950) は、ある系列における前後のステップや動きに影響が生じる限界を知るために、近い過去を再生する直後再生 (Immediate Recall) と、近い将来を見越し直前見越しの範囲を問題にしなければならないと考えた。この線に沿って、Poulton (1963、1964) は、先見 (Preview) と短期記憶、先見と後見 (Postview) などの問題を追求した。

同様に調枝 (1968) は、先見と短期記憶条件を組織的に変化させた次元のトラッキング動作を研究した。彼は、先見の幅×後見の幅を変化させることによって、タイミングにおける先見と短期記憶の最適範囲を求めようとしたのである。また坂手 (1968) は、刺激速度とマスキングの幅が見越し反応に及ぼ

す効果を分析している。

われわれは、ここで見越し反応の研究史を詳細に取上げる心算はない。いわゆる見越し反応は、経験を通じた学習によって生じるものであるので、規則的な刺激系列は見越しやすく、不規則に変化する刺激の場合には困難である。このようなトラッキングにおける見越し現象を、最近の神経系に関する研究 (例えば Pribram, 1971) において明らかにされた解剖学的事実、また、人間制御工学において強調されているフィード・フォワードという概念の枠組の中で検討することが、われわれの目標の一つである。そして、3節で明らかにしたようなフィールドにおける車の追従挙動と、実験室的なトラッキング動作の関係を検討し、最終的には車の追従挙動を実験室的にシミュレートすることを意図している。

#### 4-2 装置と手続

ブラウン管上を水平のターゲット線分が、サイン関数的に、ランダムに、または2値的に上下する。被験者は手元のバーを前後に傾けて、同じブラウン管上でコントロール線分を上下させて、ターゲットの動きを追従する。両線分の混同を防ぐために、ターゲット線分には1500Hzの波型が重ねられている。これらのターゲットとコントロールの動きをデータレコーダーに記録し、後にペンレコーダーで作図した。

Fig. 12、13に、装置の外観と実験状況が示されている。定着の1タクシー会社で、乗客を待って待機している64名の運転者に、ターゲットの3つの運動条件のそれぞれを、被験者ごとにランダムな順序で適用した。全条件を施行するために要した時間は、中間の休みを含めて、1名当たり約1時間であった。

#### 4-3 結果

Fig. 14、15、16は、それぞれの図の上部に示されて



Fig. 12 装置  
Device



Fig. 13 実験の状況  
Situation of experiment

いるターゲットの、サイン関数的な、ランダムな、または、2 値的な運動を追従した運転者のデータの一列を示すものである。各図の左側に示されている波型は、コントロール線分の動きをそのまま再現したものである。右側の幅の狭い波型は、ターゲットとコントロールの差を描いたものである。

これらの3つの図はいずれも、ランダムに運動するターゲットの追従曲線の振幅の小さい運転者、中間的な者、大きい者の順に上から下に配列されている。この差の波型の振幅が小さく、波型が安定しているほどトラッキングが正確になされていることに

なる。なお曲線の幅は、A/D変換値が150を越えた回数を0.2secごとに数え上げることによって測った。各運転者の順位が、3つの図において必ずしも一致していないことは、それぞれの条件で要請されている反応特性に個人差があることを示している。なおY<sub>1</sub>と注記した被験者は、3節で述べたフィールド視察の運転者である。

Fig. 17に、フィールドで夜間に段階的な接近挙動を示したY<sub>1</sub>のトラッキング曲線を拡大して示す。ランダム波と矩形波の追従曲線に段階的な経過が認められる。Fig. 18のAは、予備調査の大学生の被験者であるが、ここにも同様な傾向が存在している。このような追従の仕方は、基盤に存在しているある個人特性を反映している可能性がある。

現在はまだ予備調査の段階でしかないが、

1) 拡大したトラッキング曲線に、フィールドのデータと同じような段階的な経過を示すものがあった。しかし、両者の関係については、さらに詳細に検討してみることが必要である。

2) 64名の運転者を、ランダム波とコントロールの差を指標として、小さいものから大きいものの順に配列した順位と、タクシー会社に保存されている過去3年間の自責事故(軽重を問わない)との間に

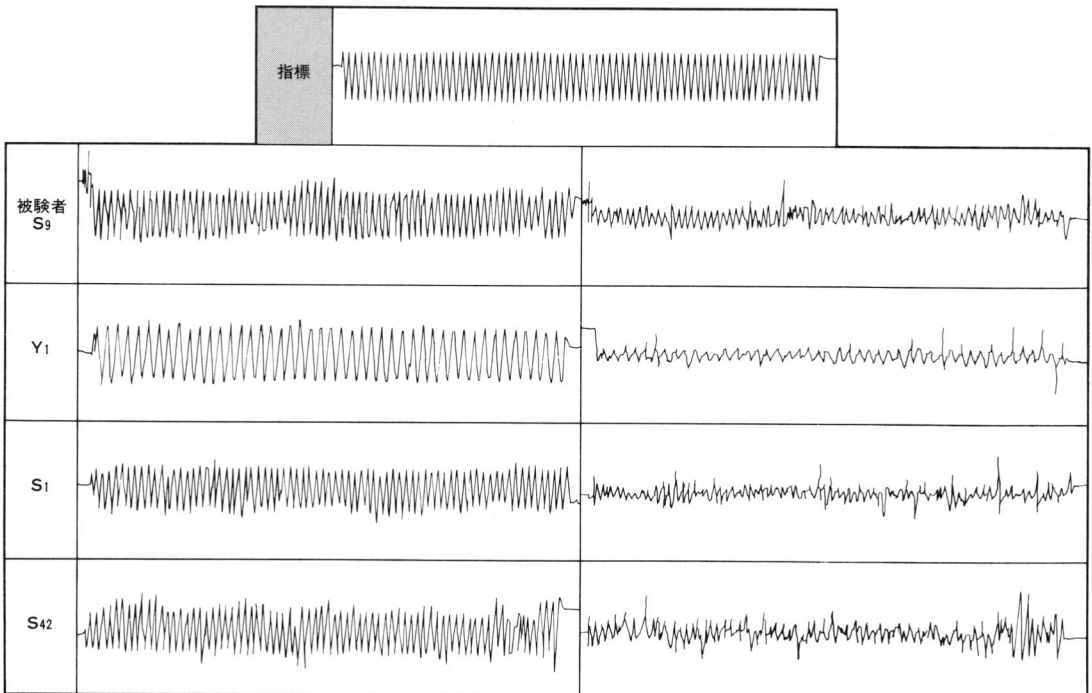


Fig.14 追従動作曲線(サイン波)  
Target, control and difference of two waves (sin wave)



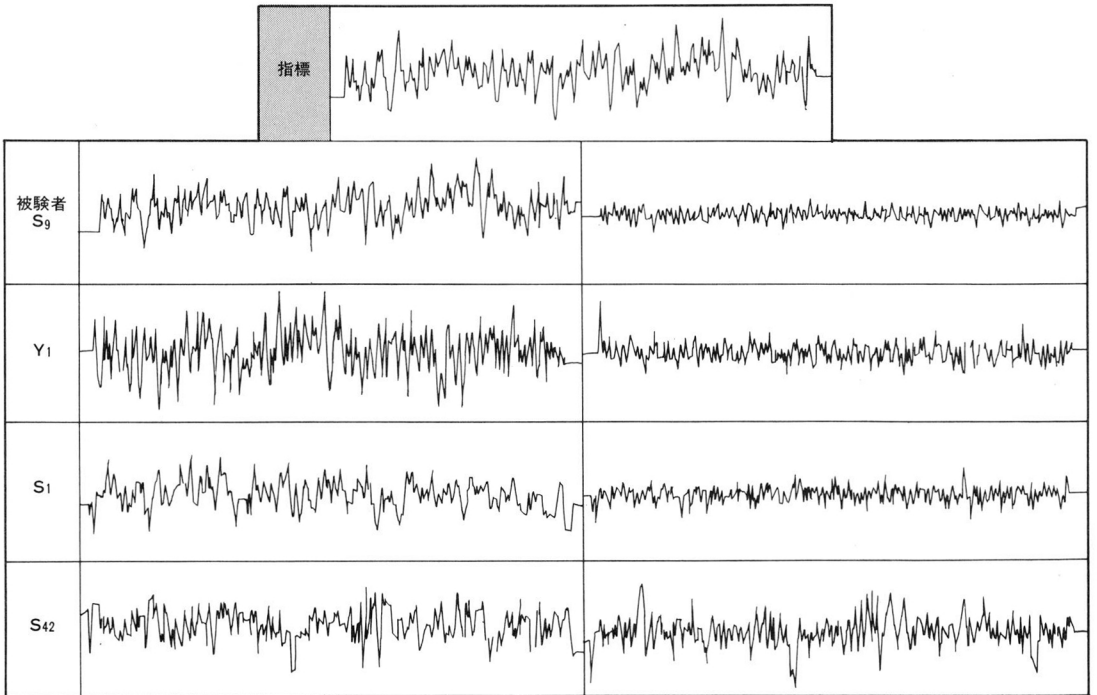


Fig.15 追従動作曲線(ランダム波)  
Target, control and difference of two waves (random wave)

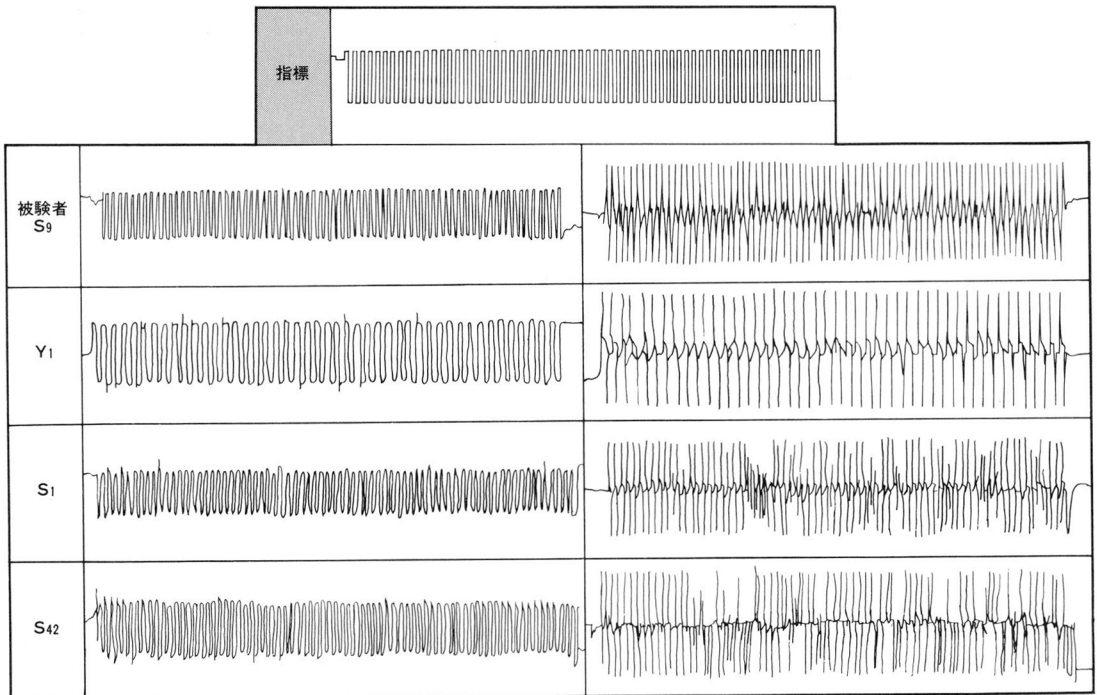


Fig.16 追従動作曲線(矩形波)  
Target, control and difference of two waves (rectangular wave)

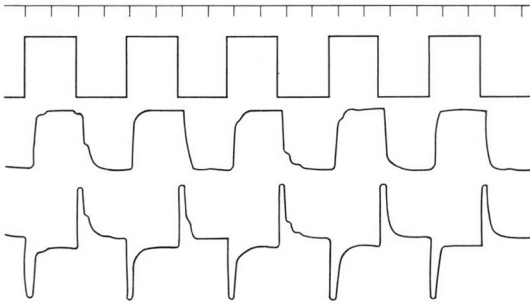


Fig.17 追従動作曲線(被験者Y<sub>1</sub>)  
Reguler tracking (Driver Y<sub>1</sub>)

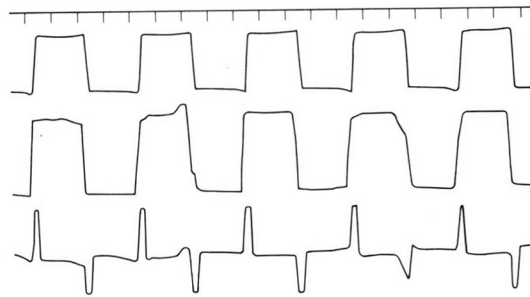


Fig.18 追従動作曲線(被験者A)  
Reguler tracking (Student A)

は、現在までのところ明確な関係を認めることはできなかった。

## 5. 考察

走行時の環境の認知作業には、歩行時のそれに比べてより大きな生理的、心理的な負荷が掛っていると考えられる。スピードが増すにつれて視界の深度は増すが、中心視野は狭くなり、また、環境条件に対しては一層機敏に対処しなければならない。

また、昼間に比べて夜間の走行では、著しく少ない情報量の下で環境を適確に認知しなければならない。

われわれは、輸送システムの第一次のサブシステムとして環境と人-車系を考え、人-車系の安全でスムーズな走行を保証するために、例えば、車間距離の実態、視認性を高め距離手がかりを与える尾灯の問題について一連の研究を行ってきた。

人間では、環境についての情報の90%以上のものが視覚に依存している。高速で移動する統合的な有機体にとっては、環境認知の問題はさらに重要である。それにもかかわらず、運転者の認知機能にさまざまな制約があり、負荷が大きいとすれば、機械系

による適切な補助手段によって、人-車系の環境認知性能を高めなければならない。

このような観点から、われわれは大型車のフィールドにおける接近挙動を観測し、相対接近速度に昼夜間の2つのパターンが存在すること。そして、夜間の接近挙動には、昼間のそれに類似するものと、夜間特有のものがあ、このことは視覚情報量の多少と関係していると考えた。そして、このことがまた、毎回の接近挙動の経過曲線のこう配や形をも規定している。昼間であれば、追従車は急こう配で直線的に接近し、一定の車間距離を維持しながら追尾するか、またはそのまま追越しをかける。夜間においては、このような昼間的な接近パターンを示すものと、相対接近速度が小さい場合の緩やかなこう配で段階的に接近するものがある。接近の途中で一時スピードを落とし、車間距離その他の情報を補充し、その上でまたスピードを上げて接近するのであろう。

このような接近挙動の特徴を、視覚-運動的なトラッキングを用いて、実験的にシミュレートすることの可能性について検討した。一部のデータには、フィールドで認められたような段階的な経過が存在したが、両者が同種のものであるか否かは、さらに検討を加えなければならない。というのは、昼夜間の接近挙動の差に個体差が関与していると考えられるからである。

今回の報告は、サンプル数が小さいことの外にも、制約をもっている。フィールドの観測では、1台の先行車を追従する後続車の挙動しか取り扱っていない。走行時には、さらに前方の車や、並行して走る他の車が存在し、それが後続車の接近挙動に影響していると考えられる。

また、実験車を先行させて、後から追従する車の接近挙動を観測するにすれば、速度その他さまざまな条件をコントロールすることができるであろう。

トラッキングの研究は、全く試行的な段階で、ランダムな、または、サイン関数的なターゲットの運動条件によって、フィードバック、フィードフォワード的な条件設定は行ったが、昼夜間といったフィールドの条件差まで組込んで検討するには至らなかった。

## 6. むすび

この研究は、フィールドにおける車の接近挙動を通して、人-車系の動的な環境認知の特性を明らか

にしようとしたものである。

現時点においては、データ、観測・実験条件などの点で予備的な段階のものではあるが、接近のスピード、接近の経過に昼夜間のパターンが存在し、それが環境認知の難易度と関係していること。視覚-運動的なトラッキング作業によって、それを実験室的にシミュレートすることの可能性があること、などが明らかになった。この方向に研究を深化させることが今後の課題である。

観測装置の試作に当って、御協力して頂いた名古屋電気工業株式会社研究所長の村岡建樹氏、および(株)ホンダ用品研究所取締役の近田隆愛氏に深く感謝するものである。

#### 参考文献

- 1) 中島源雄ほか：視覚反応における後部灯火器の検討，国際交通安全学会誌 VOL. 5，No.4，1979
- 2) 中島源雄ほか：視覚反応における後部灯火器の検討，国際交通安全学会誌 VOL. 6，増刊号，1980
- 3) Adames, J.A. & Chember, R.W. : Response to Simultaneous Stimulation of Two Sense Modalities, Experimental Psychology 63, p.p.198~206, 1962
- 4) Bartlett, F.C. : Programme for Experiments on Thinking, Quart. Journal of Experiment Psychology 2, p.p.145~152, 1950
- 5) Davis, D.R. : Psychological Mechanisms in Pilot Error, AVIATION PSYCHOLOGY, MOUTON & CO-THE HAGUE-PARIS, 1964
- 6) 調枝孝治：一次元トラッキングに於ける先見と短期記憶，横浜国立大学教育学部紀要第8輯，p.p.156~184, 1968
- 7) Fender, D.H. : Control Mechanisms of the Eye, Scientific American 87, p.p.1~12, 1964
- 8) Helson, H. : Design of Equipment and Optional Human Operation, American Journal of Psychology 62, p.p.473~497, 1949
- 9) Perlmute, L.C. et al. : Effect of Interstimulus Interval on Conditioning of Voluntary Instructed Responses, Journal of Experimental Psychology 79, p.p.403~405, 1969
- 10) Poulton, E.C. : Perceptual Anticipation and Reaction Time, Quart, Journal of Experimental Psychology 2, p.p.91~112, 1950
- 11) Poulton, E.C. : The Basis Perceptual Anticipation in Tracking, British Journal of Psychology 43, p.p.295~302, 1952a
- 12) Poulton, E.C. : Perceptual Anticipation in Tracking with Two-pointer and One-pointer Displays, British Journal Psychology 43, p.p.222~229, 1952b
- 13) Poulton, E.C. : Sequential Short-tern Memory Some Tracking Experiments, Ergonomics 6, p.p.117~132, 1963
- 14) Poulton, E.C. : Postivew and Preview in Tracking with Complex and Simple Inputs, Ergonomics 7, p.p.257~266, 1964
- 15) 坂手照憲：動刺激に於ける見越し反応の一研究，日本心理学会，第32回大会発表論文集491, 1968