

情報の与え方と安全性に 関する調査研究

報 告 書

平成6年3月



財団法人 国際交通安全学会

International Association of Traffic and Safety Sciences

*本研究の一部は平成5年度住友海上福祉財団の助成によって
行われました。

研 究 組 織

プロジェクトリーダー	三 浦 利 章 (大阪大学人間科学部助教授)
メンバー	矢 野 雅 文 (東北大学電気通信研究所教授) 高 橋 誠 (財労働科学研究所労働生理・心理研究部室長) 菅 野 理樹夫 (千葉大学教養部教務補佐)
事務局	尾 崎 憲 一 (財国際交通安全学会研究調査部) 今 泉 浩 子 (財国際交通安全学会研究調査部)
協力者	畑 田 豊 彦 (東京工芸大学工学部教授) 東 山 篤 規 (大阪府立大学総合科学部助教授) 篠 原 一 光 (大阪大学人間科学部教務職員) 神 田 幸 治 (大阪大学人間科学研究科後期課程) 三 浦 佳 世 (大阪樟蔭女子短期大学助教授)

目 次

Abstract	1
はじめに.....	3
第1章 研究の背景と目的.....	3
第1節 背景.....	3
1. 自動車の情報化.....	3
2. 運転者の有効視野.....	3
第2節 目的.....	5
第3節 研究の経緯と流れ.....	6
第2章 観察者動態での縮減実験：遠近注意の働き方.....	8
第1節 概要.....	8
第2節 仮説.....	8
第3節 実験方法.....	8
1. 装置と標的の提示.....	8
2. 実験条件.....	12
3. 手 順.....	13
4. 被験者.....	13
第4節 結果と考察.....	13
1. 注視位置に対する標的の相対位置効果.....	14
2. 移動条件の効果.....	15
3. 移動条件と標的の相対出現位置の関係.....	15
4. 手掛かり（予備情報）の妥当性の効果.....	15
5. 手掛かり（予備情報）の妥当性と移動条件の関係.....	17
6. 補足：実験設定の妥当性.....	20
第3章 結論および示唆.....	22
1. 結 論.....	22
2. 示 唆.....	22
3. 今後の研究課題.....	22
謝 辞.....	23
参考文献.....	23

PRESENTATION OF VISUAL INFORMATION FOR DRIVERS AND THE SAFETY

ABSTRACT

Toshiaki Miura (Osaka University), Masafumi Yano (Tohoku University),
Makoto Takahashi (Institute of Labor Sciences), Rikio Sugano (Chiba University)

Recently information systematization of vehicles and traffic networks are rapidly developing. Several kinds of visual and auditory aids for drivers have already began to be used. In spite of these affairs, few research examined those safety. In the preceding study by the same authors (IATSS Project Report No. H406), examined the safety by two kinds of questionnaire to common drivers and researchers. There, safety of visual aids was focused on. So, in the present study, shift of visual attention in depth (different distance) was examined in observer moving condition. No previous research like this was performed in spite of the importance.

Shift of attention in depth was examined using a tunnel simulator. The simulator was 1/50 scaled with 13m length and subjects can move like real driving in various speed. Task of subjects were relative distance judgment of targets (LED): farther, nearer or same in comparison with a fixation point. The reaction time was measured.

A fixation point was presented at an apparent distance of 60m (real sight distance of 2.4m) from subjects. Targets were presented on central sight line, at five apparent distance of 5m to 115m (real sight distance of 0.2m to 4.6m). These distances were counterbalanced based both on apparent distance and real diopter. Brightness of targets of all distances was the same.

Two kinds of condition were adopted. One was moving condition of subjects; apparent speed of 40km/h, 80km/h and stationary. The other was expectancy as to appearance location relative to fixation point: valid, invalid and neutral.

The results clearly showed that reaction time of nearer targets are shorter than that of farther targets in all conditions. This supports viewer centered representation of three dimensional space. Concerning direction of shift (switching) of attention, reaction time of shift of attention from far location to near location is shorter than the reverse. This is called "*rubber band metaphor of attention*" (asymmetrical viewer centered mode of attentional shift). The difference is largest in high speed condition, and almost no

difference is found in stationary condition. These results are reasonable for drivers' safety and ecologically valid. Further underlying mechanism and applicable suggestions are discussed from a viewpoint of safety. One of the suggestions is that visual displays such as visual navigation display in vehicles are not suitable for drivers from a viewpoint of safety. This is because poorer performance was found in switching of attention from near location to far location.

はじめに

近年自動車の情報化に伴い、様々な警報ディスプレイやナビゲーションなどの支援ディスプレイが車内に設置されようとしている。また、電光掲示板にも種々の情報が提供されるようになってきている。しかし運転者の第一のタスクは前方の注視である。ゆえに、近くと遠くの前方での注意の切り換えが迅速、円滑に行なわれなければ安全の確保に支障を来す。当研究は車内と前方、前方の遠近での注意の移動機構を明らかにしようとするものである。

この問題に関する研究は、その重要性にもかかわらず皆無に等しい。このため、当研究では新しい実験手法を適用した。車内と前方、前方の遠近での注意の移動機構を明らかにすることから、車内での情報提示方法の示唆を与え、かつ注意の移動方法に関する運転者教育に資する点に当研究の意義がある。

第1章 研究の背景と目的

第1節 背景

当研究の背景には二側面がある。その一つは応用的・具体的な自動車の情報化に関するものであり、今一つは視覚的注意の理論的な有効視野に関するものである。

1. 自動車の情報化

最近の急速な自動車の情報化に関連して、昨年度の国際交通安全学会H406プロジェクト（自動車の情報化と安全性）では運転者に与えられる様々な情報を整理、検討した。そのうえで、一般運転者および交通安全に関わる研究者に対して支援情報についての質問紙調査を行い、安全性、快適性、利便性の三側面から検討した（図1参照）。その結果、視覚的に与えられる支援情報の安全性をいかに評価すべきかという点が、実験的にさらに検討すべき問題として抽出された。この問題には、運転者の視覚的な注意はどのような特性をもつかが明らかにされてはじめて答えられる。それでは、運転者の視覚的注意特性についてどのような点が明らかにされているのだろうか。

2. 運転者の有効視野

自動車の運転時に必要とされる情報の約90%は視覚情報であるといわれている（Hartman, 1970）。視覚情報の獲得に重要となる視野は左右で約200°に開けている（図2）。その中で、ある注視点の周りで認知に寄与する範囲を有効視野という。ある対象・箇所を見ながら同時に明瞭に認知できる範囲、

例えば先行車を見ると同時に認知可能な範囲である。心的状態によって4°から20°位に変化する。これは、運転時に重要な意味を持つ。図3のように、有効視野が広いと必要情報を効率よく素早く認知できるが、有効視野が狭いと認知が遅れたり見落としが生じる。混雑場面やより深く注意を払わなければならない状況では有効視野が狭くなるのが明らかにされている (e.g., Miura, 1986 ; Miura, 1992; 三浦, 1992)。これは安全確保上に重要な意味を持つ。

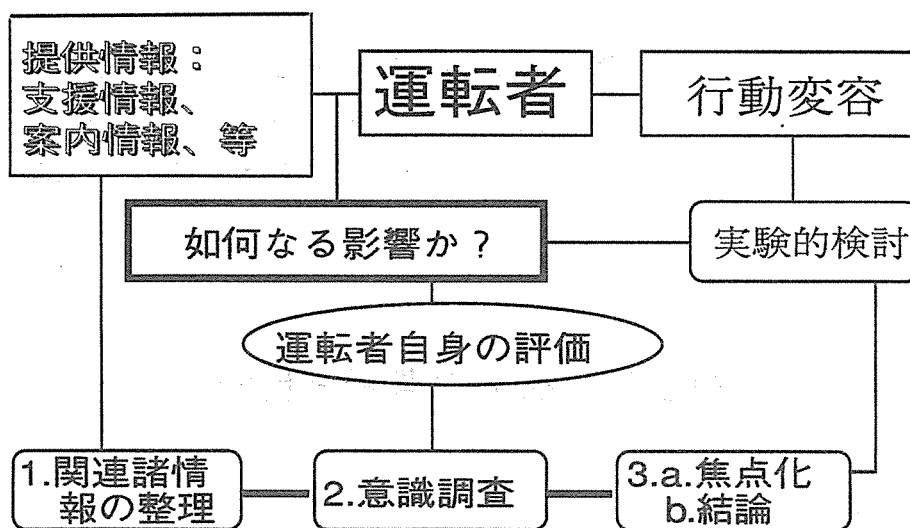
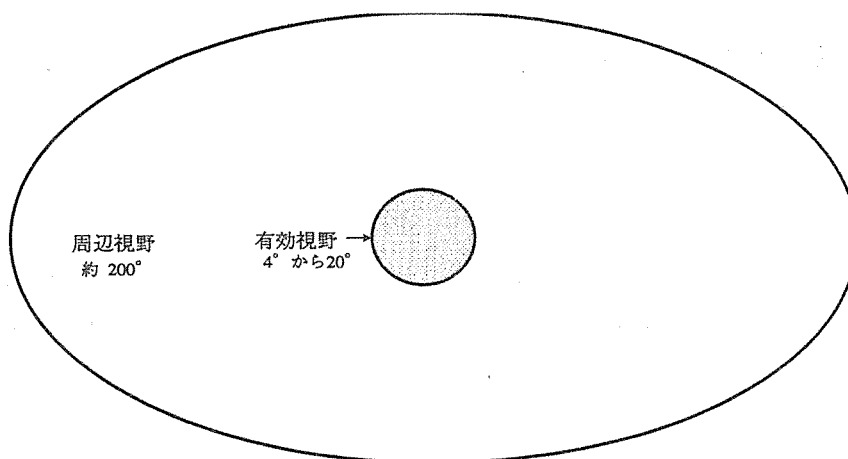


図1 問題抽出と焦点化の経緯：

視覚的支援情報の評価問題から視覚的注意の実験的検討へ



人間の周辺視野は横方向で180°~210°の広がりをもつが、解像度の高い中心視は約2°に過ぎず、この範囲は網膜構造に規定されている。他方、有効視野（中心視の周りで同時に認知できる範囲）は、約4°~20°の範囲であるが、これは心理的な要因によって変化する。

図2 中心視、有効視野、周辺視野に関する模式図

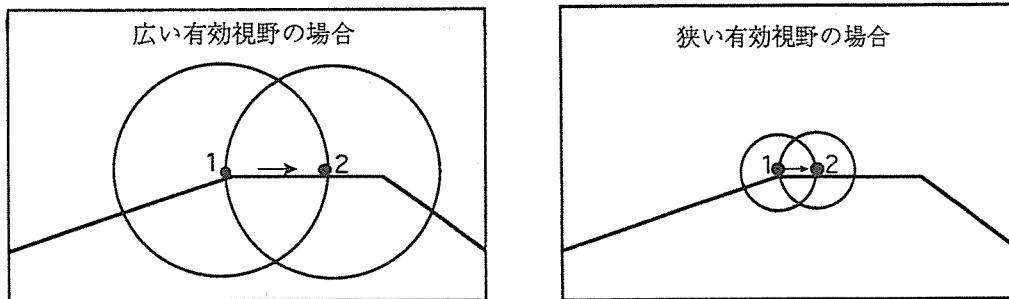


図3 心的負荷による有効視野の変化 (Miura, 1986等)

ところで、上で明らかにされているのは視覚的注意の上下左右方向での働き方であり、奥行き・遠近方向での注意の働き方は明らかにされていない。この点が合わせて明らかにされると、はじめて運転者に支援情報をいかに与えるべきかという問題に資することができる。ところが、このような重要性にもかかわらず、奥行き方向での注意の働き方や有効認知範囲を検討した研究は皆無に近い。実験室内での観察者静止状態での Downing & Pinkers (1985)、Gawryszewski, et al. (1987)、Andersen (1990) の研究があるに留まる。

以上の背景に基づいて、当研究の目的は以下のように設定した。

第2節 目的

当研究の目的は、注意の遠近移動機構と3次元有効視野の解明である。すなわち、遠近距離の異なる重要対象の発見・認知の基礎過程を明らかにすることである。例えば、先行車に注意していてその手前や向こうに出現する必要情報にドライバーはいかに気づき得るのかという問題である(図4)。ひいては、遠近での注意、予期はいかに行なうべきか、標識、予告案内標識、室内ディスプレイはいかに設置すべきかという問題に関係することになる。

日常的で簡単な問題のように感じられるかも知れないが、実はそうではない。例えば、20m先の対象に注意を向けていたとしよう。この場合、同じ方向・視線上で注意距離から15m近い5m先の対象に注意を向けるのと、15m遠い35m先の対象に注意を向けるのに違いはあるのだろうか。この問題は運転者への支援情報の与え方に関係するとともに、より広く応用心理学研究や実験心理学研究に新しい知見を与えるものでもある。

様々な状況での、様々な距離と方向の注視対象：
 先行車、歩行者、標識、室内ディスプレイ、バックミラー等
 これらにいかにか適切に注意が向けられていくのか。

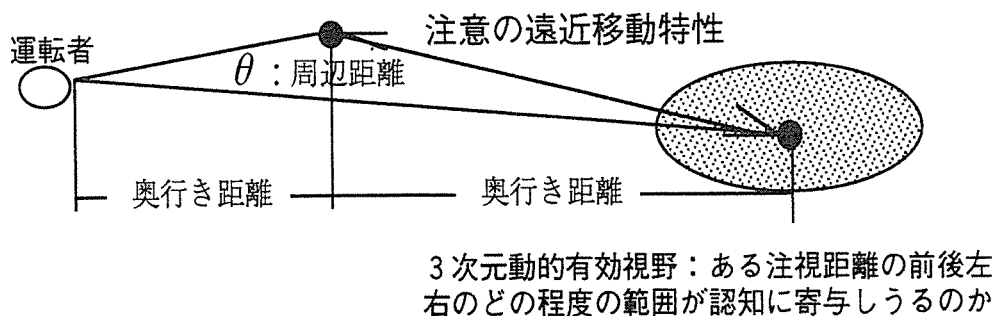


図4 注意の遠近移動と3次元有効視野の模式図

第3節 研究の経緯と流れ

先述の背景と目的に基づいて、以下のような研究活動を行なった。

遠近方向の注意に関する先行研究は皆無に等しいが、奥行き注意を研究組上へのせるには、奥行き知覚と奥行き刺激提示に関する基礎事項を改めて確認、検討しておかなければならない。このための研究会を開催するとともに、奥行きディスプレイの調査を行なった。

その研究会は1993年8月に行なわれ、参加者は当プロジェクト・メンバーと、東京工芸大学工学部の畑田豊彦教授、大阪府立大学総合科学部の東山篤規助教授、大阪樟蔭女子短期大学の三浦佳世助教授であった。参加者の話題提供内容は次の通りであった。

高橋 誠；眼球の調節、レンズ系に関する基礎事項と諸問題について

畑田豊彦；奥行き知覚と刺激提示方法に関する基礎事項と諸問題について

東山篤規；距離判断、空間論、測定法に関する基礎事項と諸問題について

矢野雅文；空間認識の脳内機構に関する基礎事項と諸問題について

三浦佳世；絵画遠近法と奥行き知覚に関する基礎事項と諸問題について

菅野理樹夫；速度知覚と測定法に関する基礎事項と諸問題について

三浦利章；視覚的注意に関する基礎事項と諸問題について

なお、知覚の概念と注意の概念の相違について一言述べておく。知覚とは、単に見ることや印象形成に関係し、観察者の主観的判断から内観的に扱われることが多い。他方、注意とは、能動的に予期、探索、集中、選択することに関係し、反応時間や正答率といった客観的なパフォーマンスで測定され

るものである。その中でも、遠近への注意の働かせ方、働き方は重要な問題であるが、ほとんど未解明である。この一つの原因は実験の実施が難しいためである。

また、立体画像の提示方法については、東京工芸大学の畑田研究室、NHK放送技術研究所の長田昌次郎研究員、松下電器照明研究所、松下電子中央研究所、電通プロックス大阪支社、株式会社GIT、株式会社BIT、株式会社グランプリでの見学、聴取を行うとともに指導を受けた。

奥行き知覚と奥行き刺激提示・ディスプレイについての研究、調査に続いて、遠近注意に関する基礎的知見を得るため、縮減統制条件の下で、観察者動態での相対距離判断実験を実施した。

第2章 観察者動態での縮減実験：遠近注意の働き方

第1節 概要

観察者が移動している状態での遠近への注意の働き方を検討するために、トンネル・シミュレーターを利用して被験者の正面のほぼ同一視線上に標的を提示する。移動中の被験者には固視点を提示し、この点に注意を集中させる。追従走行で先行車を注視している状態を想像すればよい。標的は固視点の手前、同じ位置、あるいは向こう側に提示される。被験者の課題は相対距離判断課題である。すなわち、被験者は標的が固視点より遠いか、近いか、同距離であるかをできるだけ早く判断して選択反応キーで応答しなければならない。この時の反応時間を測定、検討する。先行車以外の重要対象への処置判断を模したものである。標的の発見の仕方を観察者の移動条件と静止条件で比較検討する。

第2節 仮説

自らの安全確保という注意の生態学的妥当性 (ecological validity)、空間表象の観察者中心性 (viewer centered representation of three dimensional space: Downing & Pinker, 1985) という観点からすると、

- a. 固視点と標的の距離差、強度が等しくても、反応時間は主体に近い手前の標的へは短く、向こう側の標的へは長くなるであろう (このことを空間の観察者中心表象 (viewer centered representation) という)。この反応時間の遠近差は観察者移動事態では静止事態に比べて、より大きくなるであろう。
- b. これはさらに注意の遠近への切り換え方にも現われよう。すなわち、注意を遠くから近くに切り換える場合には、近くから遠くへ切り換える場合よりも効率よく行なうことができるのである。そして、最も関心をもたれるのであるが、この注意の切り換えの遠近方向での差は、観察者移動事態では静止事態に比べてより大きく現われるであろう。

以上の2点が注意の生態学的観点から導き得る仮説である。

第3節 実験方法

1. 装置と標的の提示

長さ約13mで縮尺1/25のトンネル・シミュレーターを用いる(写真1)。被験者の移動台には接眼レンズが取り付けられており像はさらに1/2に縮小され、走行風景は1/50の見えの縮尺となっているもの

である。この中を被験者は走行椅子に座って移動していく(写真2)。静止条件では移動しない。

固視点は被験者より1.2m、像として2.40m、実景感で60mの位置に提示する(写真3)。被験者にはここに注意を集中するように教示する。

標的は正面ほぼ視線上の5箇所に出現する(写真4)。これは直径5mmの赤色LEDである。静止、移動いずれの条件でも、被験者の位置より、実際の像の位置が、0.2m、1.62m、2.40m、3.16m、4.62m、実景感として、5m、40.5m、60m、79m、115.4mの位置に提示する(図5、図6)。図5に示すように、静止条件ではT3は固視点と同一距離に提示される。固視点と標的の距離はT1とT5、T2とT4が等距離で対応し、diopter換算による眼球のレンズ調節の必要量ではT2とT5が対応している。標的の輝度は約7.5cd/m²から6.3cd/m²である。トンネル内は蛍光灯と白熱球で照明されており、壁面輝度は230cd/m²である。

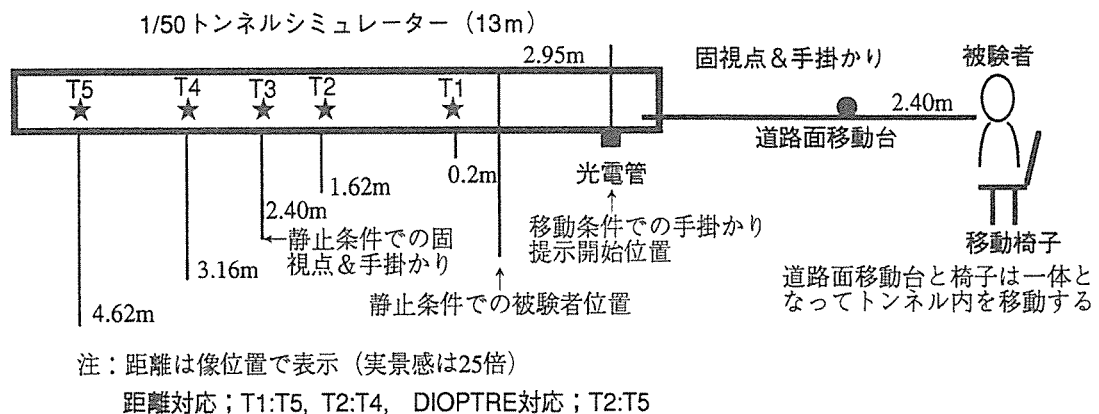


図5 標的、固視点の設定方法

移動条件の場合の固視点、被験者と標的の位置関係の設定は、トンネル手前に設置した光電管を道路面移動台が通過した瞬間から、図6の所定距離に対応する時間(1.85秒から13.5秒)後に提示して行なった(図5)。故に、移動条件の場合には図5中のT1からT5のいずれが被験者から近い標的、遠い標的になるかは固定されていない。

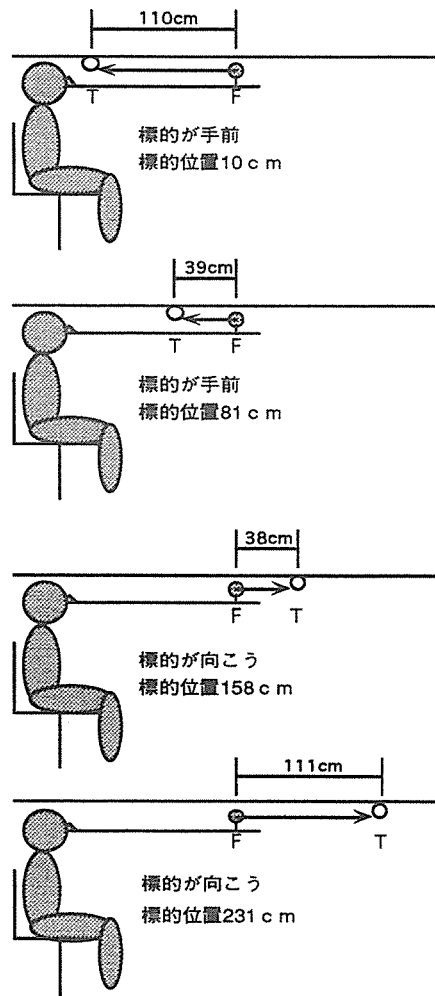


図6 固視点と標的の位置関係

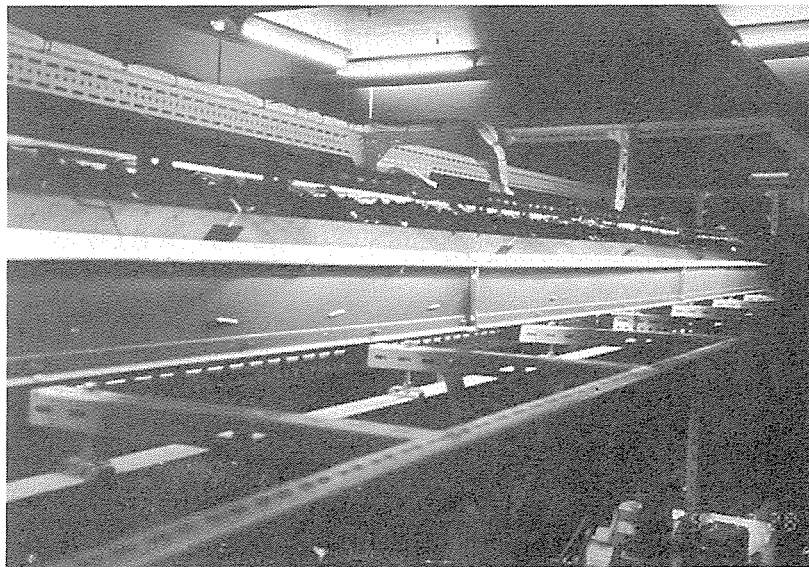


写真1 実験装置と風景：トンネル外観

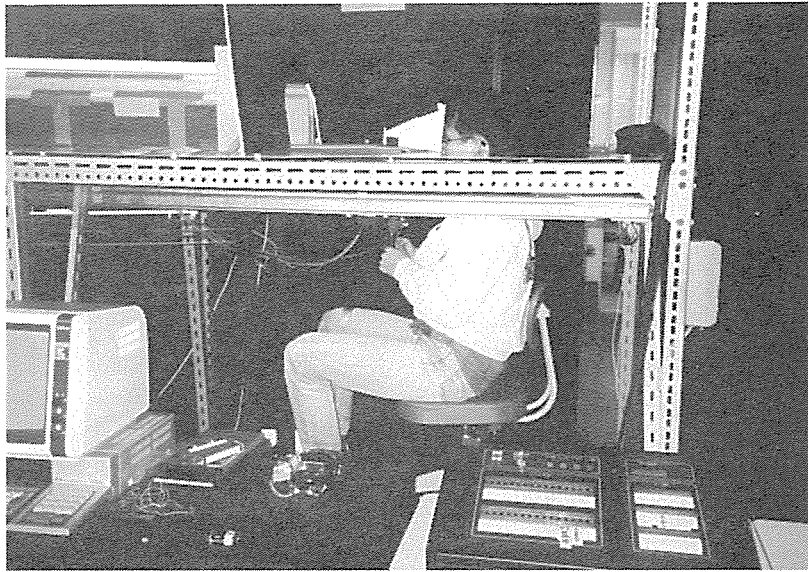


写真2 実験装置と風景：出発前の被験者

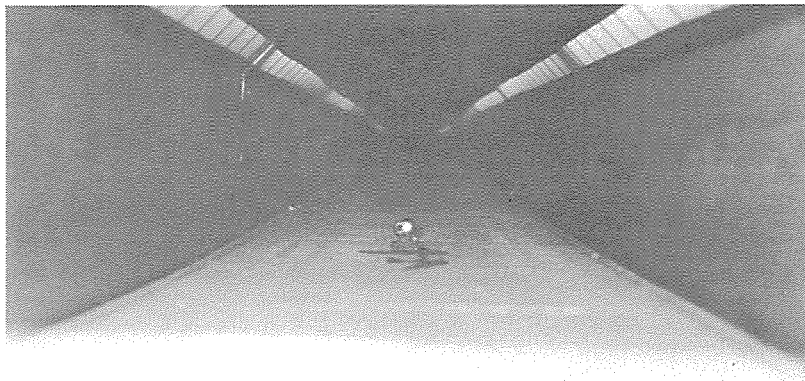


写真3 実験装置と風景：固視点および手掛かり

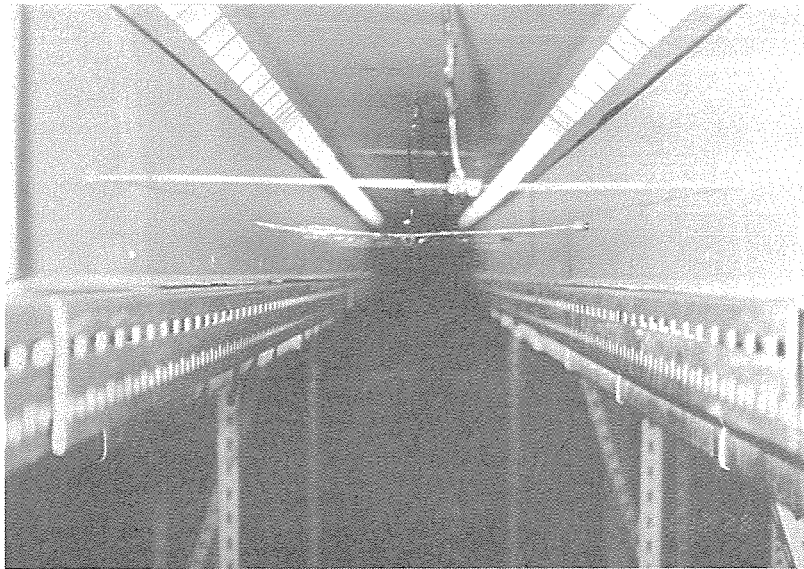


写真4 実験装置と風景：標的LED

2. 実験条件

2-1. 被験者の移動条件

1/50縮尺で風景の流れの感じが前進40km/hと80km/hの二つの移動条件（実速度は1/50）、および静止条件の3条件である。これらの移動条件の順序は被験者で無作為化した。

2-2. 手掛かり（予備情報）条件

被験者の構え・予期が正しい場合と誤っていた場合の注意の移動効率を検討するために、手掛かり条件を設定した。各試行毎に、標的の出現位置が固視点より近くか遠くかのいずれになるかを半分の試行で予め知らせる。残り半分の試行では手掛かりは与えない。予備情報の全てが正しいと、被験者は判断を行なうことなく反応する可能性がある。故に手掛かりを与える場合の80%では正しい手掛かり（これをvalid cueと呼ぶ）が与えられるが、残り20%では偽の手掛かり（これをinvalid cueと呼ぶ）とした。故に、全試行の中での予備情報の正しさは、正（valid）手掛かりが40%、誤（invalid）手掛かりが10%、手掛かりなし（これをneutralと呼ぶ）が50%となる。

手掛かりの指示は固視点の色を変えて行なった。近いという手掛かりは青、遠いという手掛かりは赤で、手掛かりなしは青と赤の同時提示で示した。標的は手掛かりの提示終了と同時に出現する。

したがって、移動実験での諸条件をまとめると表1のようになる。

表1 移動実験での、移動条件、手掛かり条件、および被験者からの標的出現距離、固視点と標的間の距離（表には物理的距離で示した。これは実景感で5mから115.4mとなる。）

注意方向 移動速度	近		遠		同位置
	10cm (-110cm)	81cm (-39cm)	158cm (+38cm)	231cm (+111cm)	120cm (±0cm)
40km/h	valid (40%)				neutral (50%)
80km/h	invalid (10%)				green (25%)
静止	neutral (50%)				red (25%)

3. 手順

実験は3種の移動条件別に実施した（各被験者は3条件とも行なう）。反応は先述のように三者択一反応である。3つの反応ボタンは、手前、向こう、同距離の判断に対応して被験者の右から順に並び、手前と向こうの反応ボタンは右手のグリップ、同距離の反応ボタンは左手のグリップの真上であり、それぞれに親指で反応させた。反応後には反応時間と正誤を毎回、口頭でフィードバックを与えた。これは被験者を動機づけるためである。

移動条件での1試行の流れは、出発、移動開始 → 固視点かつ手掛かり提示（提示時間は変動）
→ 標的出現 → 反応（遠近同距離判断：3つのボタンでの選択反応） → フィードバック（反応時間と正誤） → 出発点に戻る、となる。

4. 被験者

被験者は男子大学1年生4名（アイスホッケー部員）で、試行数は1条件に約200試行である。はじめの部分の約50試行は予備訓練試行とし、後半の150試行を解析データに充てた。1名につき計約5時間を要する。2日に分け、適宜の休憩を挿入して実験を実施した。

実験の制御とデータの収集は、マイクロ・コンピューター（Macintosh Classic）、および実験用タイマーボード（Science Link：計測技研）で行なった。

第4節 結果と考察

以下の解析には、正反応データのみを対象とし誤反応データを含めない。正答率は、40km/h条件、80km/h条件、静止条件で各々81.8%、85.5%、89.5%、全体で85.6%であった。また、反応時間が100msec以下のものは尚早反応、1000msec以上のものは注意がそれていた等の要因が考えられるので、これらも含めていない。

1. 注視位置に対する標的の相対位置効果

図7に標的が固視点の手前（近く）に出現したか、向こう（遠く）に出現したか、あるいは同距離に出現したかによる反応時間を示す。全条件を込みにしたものである。図のように、固視点より近い標的への反応時間は約312msecで、遠いものへの反応時間370msecよりも早い。なお、同距離判断の反応時間は390msecで、この判断の難しさが示されている。

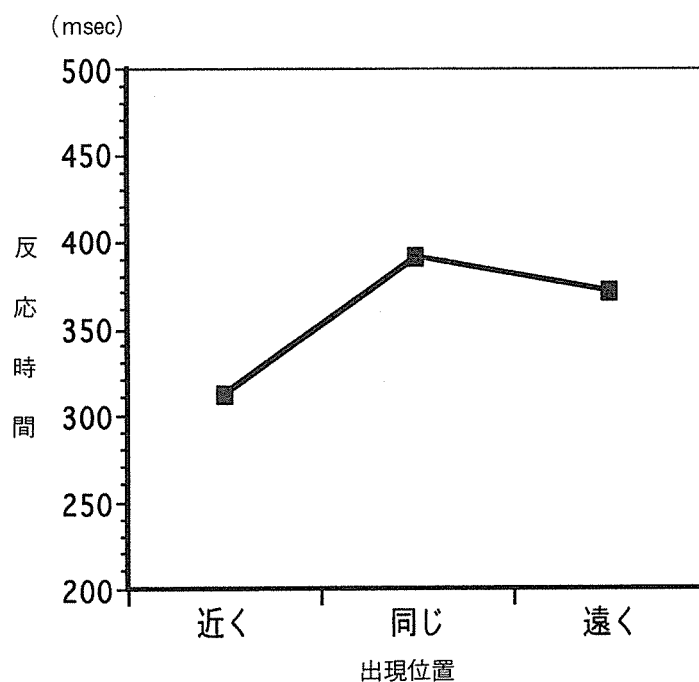


図7 注視位置に対する標的の相対位置効果

分散分析の結果、標的出現位置の主効果は $F(2, 902) = 52.45$, $P < 0.0001$ であり、Scheffeの下位検定の結果、「近く」と「同じ」、「近く」と「遠く」の間には5%水準での有意差が示され、「同じ」と「遠く」の間には有意差は示されなかった。

ここで注目したいのは、反応時間の遠近差、非対称性である。固視点からの距離が等しく、標的強度もほぼ等しい（後の6.補足の表2参照）。それにも関わらず、固視点すなわち注意距離よりも近い対象にはより早く反応できる。このことは、先の仮説aの前半「空間の観察者中心表象」を支持するものである。

それでは、仮説aの後半「反応時間の非対称性は静止条件に比べて移動条件ではより大きくなる」についてはどうだろう。移動条件の全体的効果を検討した後に見てみよう。

2. 移動条件の効果

図8-1と図8-2に移動条件の効果を示す。これらの図からは移動条件の顕著な効果は見られない。しかし、次に手掛かり（予備情報）の妥当性からさらに見ると示唆されるところが多いのである。

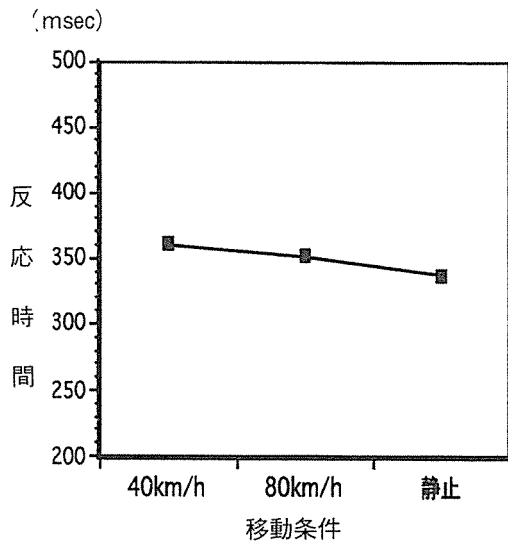


図8-1 移動条件の効果

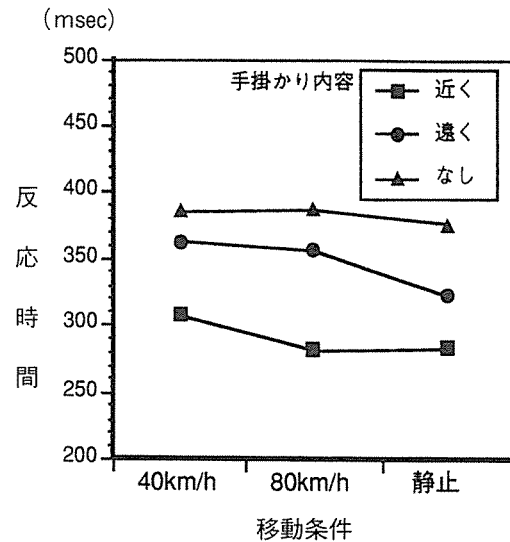


図8-2 移動条件と手がかり内容の効果

図8-2に該当するデータでの分散分析の結果、移動条件の主効果は $F(2, 1771) = 7.50$, $P < 0.0006$ 、手がかり内容の主効果は $F(2, 1771) = 60.76$, $P < 0.0001$ であり、移動条件と手がかり内容の交互作用は $F(4, 1771) = 3.39$, $P < 0.009$ の有意効果であった。

3. 移動条件と標的の相対出現位置の関係

図9に移動条件と標的の相対位置（固視点と標的の相対位置）の関係を示す。図のように反応時間の遠近差は、静止（固定）条件で最も小さく、次に40km/h条件、そして80km/hで最も大きいことが示されている。速度の主効果は $F(2, 2) = 7.256$ で $P < 0.01$ の有意である。先の仮説aの後半「反応時間の非対称性は静止条件に比べて移動条件ではより大きくなる」が支持されたことになる。すなわち、固定条件では遠い標的への反応時間と近い標的への反応時間の差は約20msecに過ぎないが、40km/h条件では約60msec、80km/h条件では約90msecも増加している。速度の上昇に伴って近い対象に対しては遠い対象に対してよりも相対的に早く気づくという、生態学的妥当性にかなった奥行き注意機構が含まれている。

4. 手掛かり（予備情報）の妥当性の効果

図10に手掛かりの妥当性の効果を示す。手掛かりが正しい場合（valid cue）には反応時間は283msecで最も短く、ついで手掛かりのない場合（neutral）に382msec、そして間違っ

合 (invalid) に411msecと反応時間は最も長くなる。ちなみに横方向での同様のPosner, et al.(1978)の実験結果では、valid条件で235msec、neutral条件で 265msec、invalid条件で305msec という値が報告されている。奥行き方向での当実験でのvalid条件とinvalid条件での差は約130msecにも達している。他方、横方向でのPosner, et al.(1978)の実験では、この差は約70msecに過ぎない。奥行き方向では予期の正誤がより大きな影響を与えるのである。この点についてさらに検討する。すなわち、さらに問題とすべきことは、手掛かりのない場合あるいは特別に予期をしていない場合と、正しい手掛かりのある場合 (予期通りの場合)、および誤った手掛かりのある場合 (予期に反した場合) の相違である。次にこの点を検討しよう。

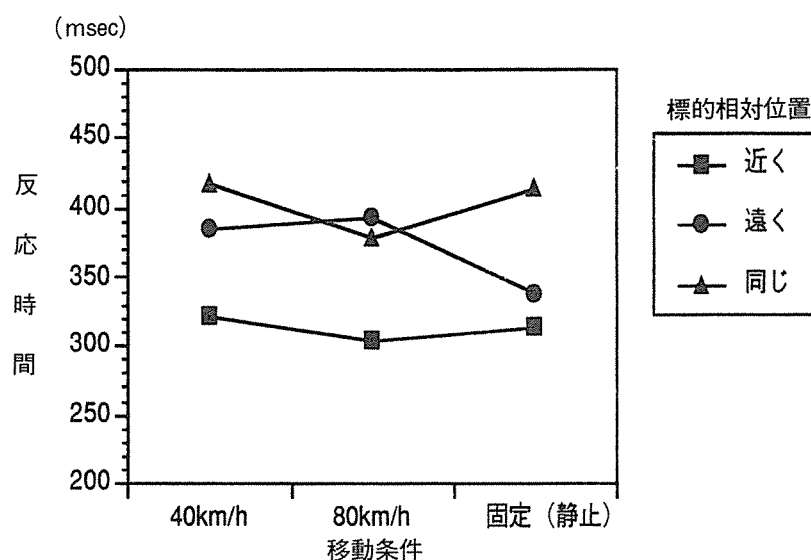


図9 移動条件と標的の相対位置の効果

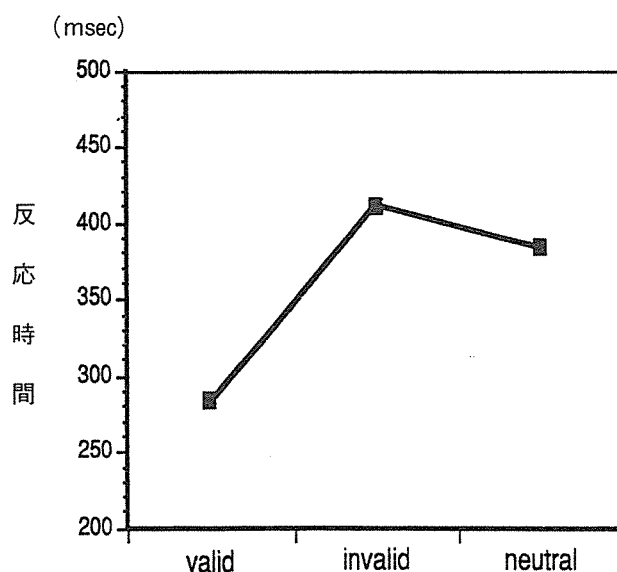


図10 手掛かり (予備情報、予期) の妥当性の効果

注: valid: 正しい場合、invalid: 誤っている場合、neutral: 手掛かりのない場合

なお、分散分析の結果、予備情報の妥当性の効果は $F(3, 1776) = 82.3$, $P < 0.0001$ で有意であった^{注1}。Scheffeの下位検定の結果valid条件とinvalid条件の間、valid条件とneutral条件の間で5%水準の有意差が示され、neutral条件とinvalid条件との間には有意差は示されなかった。

5. 手掛かり（予備情報）の妥当性と移動条件の関係

5-1. COST, BENEFITと速度の関係

ここでいう cost とは、誤った予備情報が与えられた場合（予期に反した場合）に、特別な予備情報が与えられていない場合（特別の予期をしていない場合）に比べて反応がどれだけ遅れるかである。すなわち、 $\text{cost} = \text{invalid} - \text{neutral}$ ：誤った予備情報による反応時間の増分（損失）である。

他方ここでいう benefit とは、正しい予備情報が与えられた場合（予期通りの場合）に特別な予備情報が与えられていない場合（特別の予期をしていない場合）に比べて反応がどれだけ速くなるかである。すなわち、 $\text{benefit} = \text{neutral} - \text{valid}$ ：正しい予備情報による反応時間の減少（利得）である。これらが移動条件によってどのように変化するかを見てみよう。

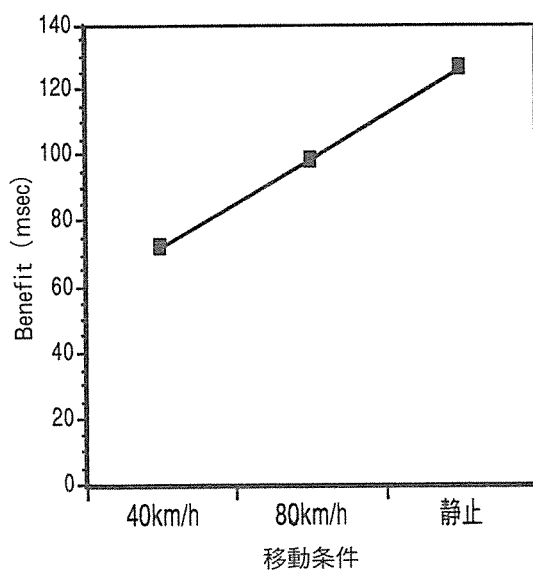


図11 移動条件とBENEFITの関係

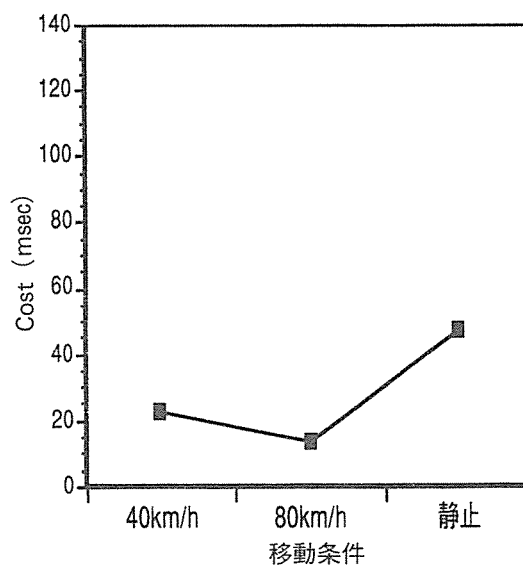


図12 移動条件とCOSTの関係

図11に benefit と移動条件の関係を、図12に cost と移動条件の関係を示す。

a) 高速条件と低速条件の比較：高速条件ではbenefitが大きく、costは小さい

双方の図から低速条件と高速条件を比較すると、低速条件に比べると高速条件ではbenefitが大き

^{注1} ここでの自由度3は、相対判断同距離を含めているからである。相対判断同距離を除外しても同様の検定結果が得られる。

く、costが少ないことが示されている。すなわち、正しい予備情報、予期が高速条件ではより大きな効果をもち、誤った予備情報、予期でも低速条件より高速条件では迅速に修正・対処が可能である。この点は、高速移動事態では自らの安全を確保するために妥当性をもった遠近注意機構が含まれていることを示す。

b) 移動条件と静止条件の比較：静止条件ではbenefitが大きい、costも大きい

他方、静止条件と移動条件を比較すると、静止条件ではbenefitが最も大きい、costも最も大きいことが示されている。静止状態では予期どおりの事態には迅速に対処できるが、予期に反した事態に対しては移動状態の方が迅速に対処できるのである。

なお、これらの結果を覚醒水準の移動条件差から説明することは難しい。覚醒水準が最も低いと考えられる静止条件でbenefitが最も大きいからである。

また、benefitが静止条件に比べて移動条件で少ないことは、被験者が移動することによる何らかの機能低下を示唆するのかもしれない。(これは単なる視機能の低下を反映するものではなからう。当実験での被験者の課題は単純検出の距離相対判断であり、視力が問題となるものではないからである。)有効視野の研究結果 (Miura, 1986等)と同様に、人間が自動車で移動することの基本的負荷を示すのかもしれない。

分散分析の結果、benefitにおける移動条件の効果は $F(2, 571) = 15.08$, $P < 0.0001$ の有意であった。他方、costにおける移動条件の効果は $F(2, 132) = 0.68$ で有意ではなかった。

5-2. 注意の移動・切り換え（「遠→近」と「近→遠」の注意の切り換え、修正）効率と移動条件の関係：MODE OF ATTENTIONAL SHIFT

手掛かり内容と手掛かりの妥当性の関係を、図13、図14、図15に各々40km/h条件、80km/h条件、静止条件で示す。ここではinvalid条件すなわち手掛かりの正しくない場合、予期に反して標的が出現した場合に注目しよう。待ち構えていた状態からの注意の切り換え、修正の行なわれ方を検討することになる。

invalid条件での「手掛かり近く」は、近くへ待ち構えていた状態から遠くへの注意の切り換えを、「手掛かり遠く」はその逆で、遠くへ待ち構えていた状態から近くへの注意の切り換えを意味する。図13、図14に示されているように、移動条件では「遠→近」の注意移動の方が「近→遠」の注意移動よりも速やかに行なわれる。

他方、静止条件ではこの差がわずかである。静止条件と移動の2条件を比較すると、移動条件では「遠→近」の注意移動の方が「近→遠」の注意移動に比べて、より速やかに行なわれる。移動条件では静止条件よりも、自分の近傍への注意の移動の方が効率がよりよいのである。

これは、安全を確保するための生態学的妥当性、そして注意の遠近切り換え様式の観察者中心性を示す新しい知見である。これを *RUBBER BAND METAPHOR OF ATTENTION*

(asymmetrical viewer centered mode of attentional shift) と呼ぼう。すなわち、注意の移動距離が等しくとも、注意を遠くから近くへ引き戻すことには抵抗が少なく迅速に行なわれるが、近くから遠くへの移動には抵抗が強く効率が悪くなるという、注意の移動方向による非対象性が注意の遠近移動機構に含まれているのである。当結果は、これまでに報告されていない新しい結果であるとともに、当初の仮説b「注意の切り換えの異方性が移動状態で大きく出ること」を確証したものである。

なお、validとinvalidに注目した分散分析の結果、80km/h条件では手掛かり妥当性の効果は $F(1, 231) = 30.88$, $P < 0.0001$ の有意、手掛かり内容（遠近）の効果は $F(1, 231) = 0.33$ で有意ではなかった。また、これらの交互作用は、 $F(1, 231) = 32.40$, $P < 0.0001$ で高度に有意であった。交互作用が注目される。また40km/h条件では、手掛かり妥当性の効果は $F(1, 233) = 27.09$, $P < 0.0001$ の有意、手掛かり内容（遠近）の効果は $F(1, 233) = 0.25$ で有意ではなかった。また、これらの交互作用は、 $F(1, 233) = 19.29$, $P < 0.0001$ で高度に有意であった。ここでも交互作用が注目される。

他方、静止条件の場合には、条件では手掛かり妥当性の効果は $F(1, 233) = 73.14$, $P < 0.0001$ の有意、手掛かり内容（遠近）の効果は有意ではなかった。また、これらの交互作用は、 $F(1, 233) = 9.78$, $P < 0.002$ で有意であったが移動条件ほどの高度の有意性は示されなかった。

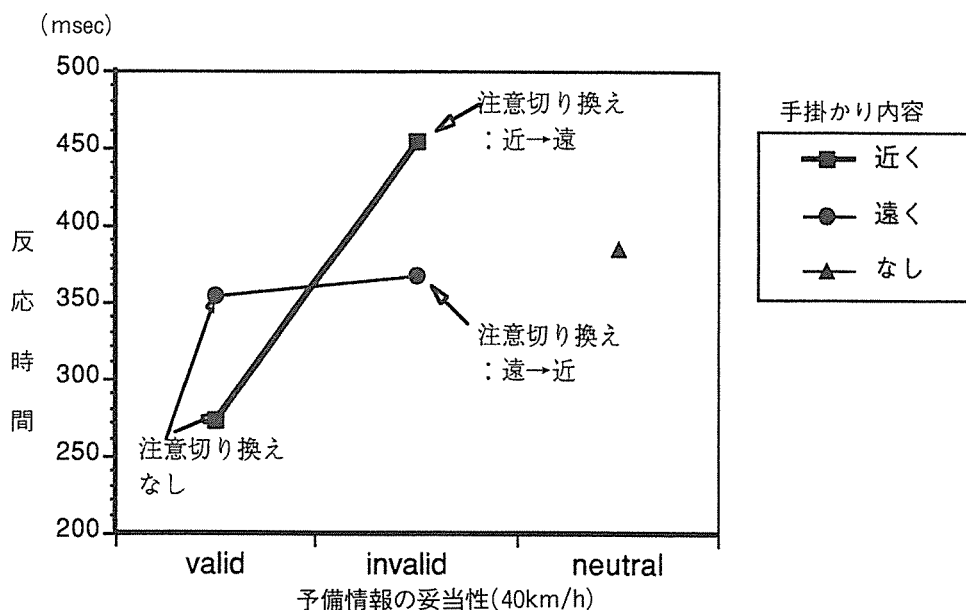


図13 予備情報の内容とその妥当性の関係 (40km/h移動条件)

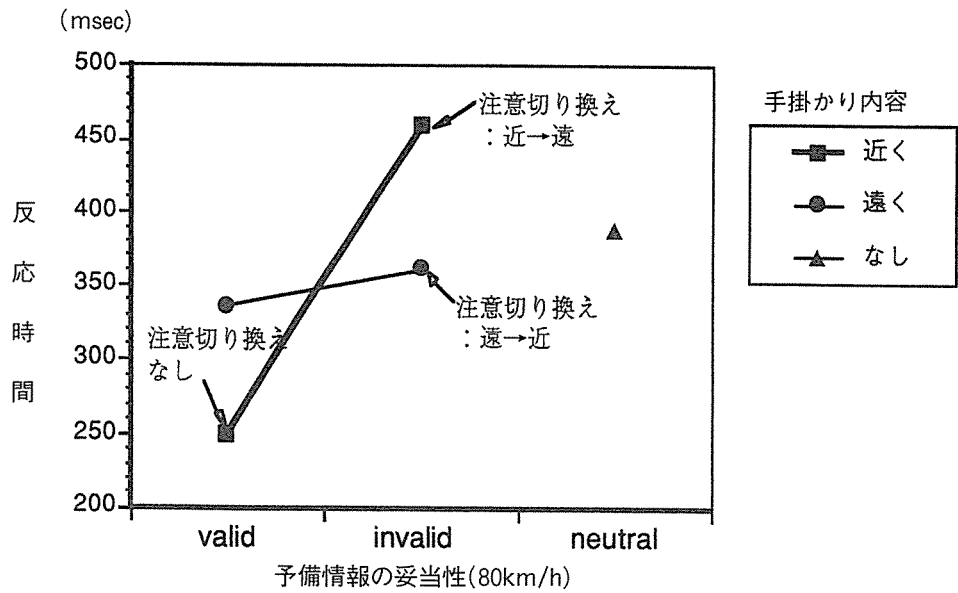


図14 予備情報の内容とその妥当性の関係 (80km/h移動条件)

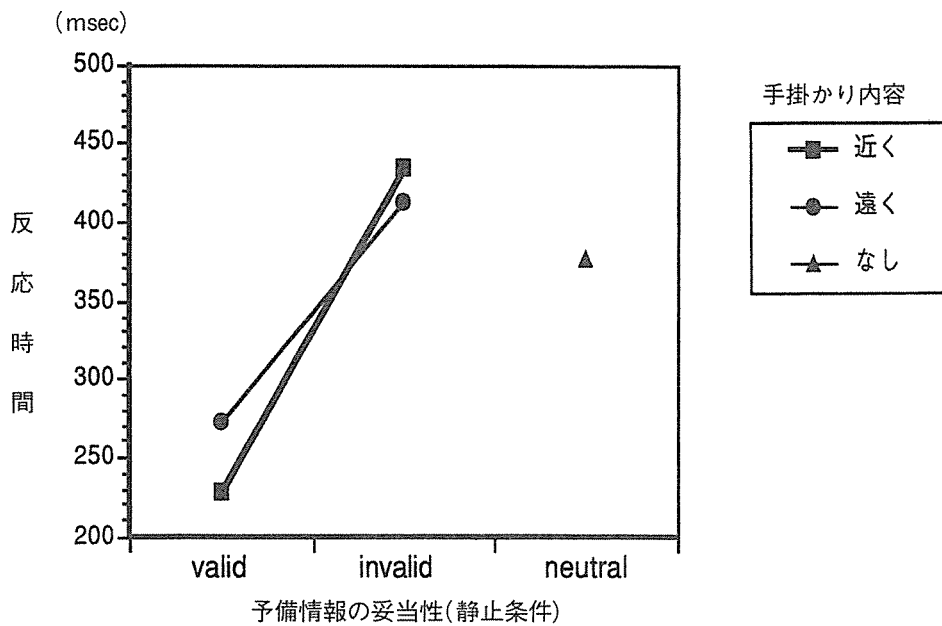


図15 予備情報の内容とその妥当性の関係 (静止条件)

6. 補足：実験設定の妥当性

表2は5つの標的LEDの輝度と各々への反応時間を示したものである。輝度にはややばらつきがあるが、反応時間はほぼ等しい。

図16は標的LED別に手掛かりの妥当性の効果を示したものである。5つのどの標的に対しても、予備情報の効果が示されている。

表2 標的の輝度と反応時間

標的番号	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
輝度 (cd/m ²)	7.45	6.50	6.64	6.39	6.29
反応時間 (msec)	322	361	394	361	351

図17は被験者別に標的の出現相対位置の効果を示したものである。どの被験者でも、標的の遠近相対位置効果が示されている。

これらは、当実験の設定が標的や被験者に偏らずに妥当であることを示すものである。

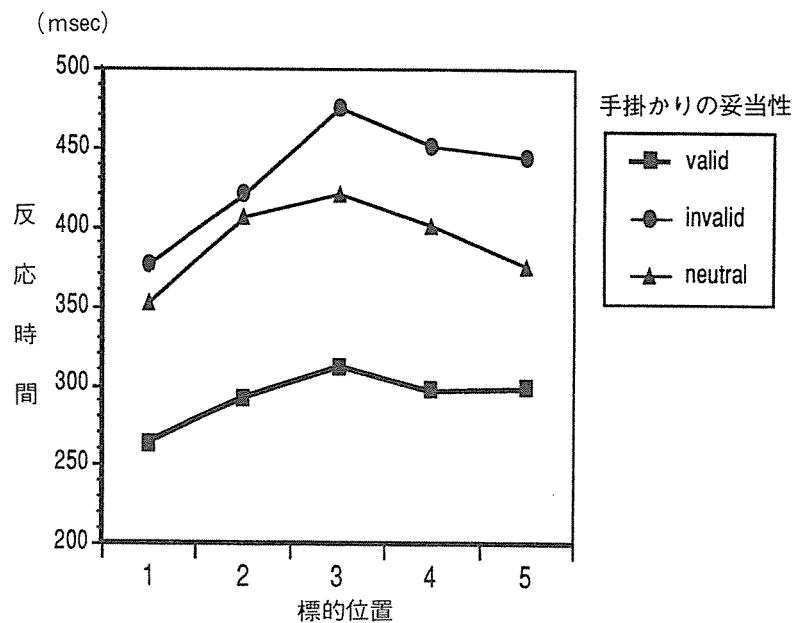


図16 標的別の予備情報の妥当効果

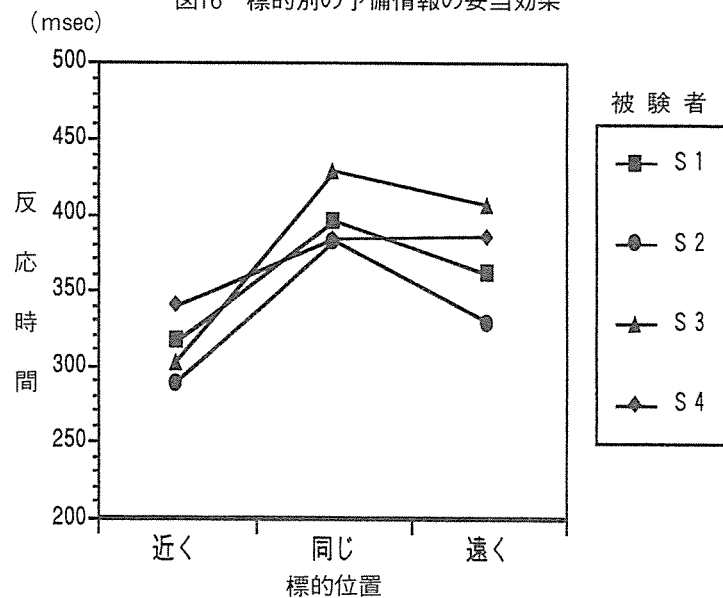


図17 被験者別の相対位置効果

第3章 結論および示唆

自動車の情報化に関連して、人間の注意の遠近移動機構を明らかにするための新しい実験手法を開発、適用した。得られた主な結果は以下の通りである。

1. 結論

- (1) 注意距離より近い対象には遠い対象より注意は早く働く (図7)。この遠近差は静止条件で小さく、高速条件で最も大きい (図9)。仮説 a 「移動事態での観察者中心表象」が検証された。
- (2) 予備情報・予期は、奥行き・遠近注意事態で横方向注意事態よりも顕著な効果を示す (図10)。これは低速走行よりも高速走行で、さらに顕著となる (図11、図12)。横方向注意と比較しての奥行き注意機構の特性、さらには移動事態との交互作用機構がさらに追及すべき課題の一つに挙げられる。
- (3) 移動事態での注意の切り換えは、「遠→近」の方が「近→遠」の切り換えよりも効率よく行なわれる (図13、図14、図15)。このことを注意移動の“RUBBER BAND METAPHOR”と呼んだ。この特性は、静止状態よりも走行状態で大きくなる。当初の仮説bが検証された。これは新しい知見であるとともに、今後さらに追及すべき興味深い問題である。

これらは、人間の遠近注意移動機構の生態学的妥当性、空間表象の観察者中心性を示す新しい知見である。注意の奥行き特性、移動事態の持つ意味の二つの観点から、これらの概念を精緻化していきたい。

以上に示された知見から次の事項を示唆することができる。

2. 示唆

- (1) より遠くに注意を向けることが得策である：近くには注意をもどしやすいからである [結論1)、(3)]。しかし、どの程度の距離に注意を向けるのが望ましいかは未解明である。また、その距離は状況依存であろう。ここに示された結果は相対的な性質のものである。
- (2) 逆に、近くに注意を向けることによる損失は相対的に大きい：遠くへ注意をつき延ばすことには注意の機構上の抵抗があるからである [結論3)]。車内への脇見、ナビゲーション等の車内ディスプレイで近くに注意を向けること、向けさせることは避けるべきである。その他の諸問題に関係するかも知れない。

3. 今後の研究課題

- (1) どの程度の遠近距離範囲を問題とすべきかは、最終目的の奥行き有効視野の大きさ、実際の運

転場面での注意距離の解明とともに今後の一つの課題である。現在取り組んでいる。

- (2) 本研究の実験は実験室内で実施し、刺激の背景は一面均質に近いものである。これは、実験条件の統制、制御を行ないノイズの少ないデータを得るためである。しかし、所期の目的を達成するためには実際の運転場面に近い場面で遠近注意を検討しなければならない。このために、リアルな立体・奥行き感を得られる実際の風景の立体スライドでの実験、および実走行時の注意距離と距離判断の精度に関する知見を得るための走行実験が考えられる。

謝 辞：当研究の一部は平成5年度住友海上福祉財団の助成によって行なわれた。実験施設と実施に多大のご配慮と援助を頂いた松下電器照明研究所の武内徹二、坂本正悦、山中泰彦の各氏、NHK放送技術研究所の長田昌次郎氏、電通プロックスの大庭通徳氏、大阪大学人間科学部平成3年度卒業生の福田哲士君に厚く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- Andersen, G.J. 1990 Focused attention in three-dimensional space, *Perception & Psychophysics*, 47, 112-120.
- Downing, C., & Pinker, S. 1985 The spatial structure of visual attention. In M. Posner, & O. Martin (Eds.) *Attention and Performance XI*, 171-187. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gawryszewski, L., Riggio, L., Rizzolatti, G., & Umiltà, C. 1987 Movements of attention in the three dimensions and the meaning of "neutral" cues. *Neuropsychologia*, 25, 19-29.
- Hartman, E. 1970 Driver vision requirements. Society of Automotive Engineers, Technical Paper Series, 700392, 629-630. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- (財)国際交通安全学会、1993 自動車の情報化と安全性(平成4年度研究調査報告書)
- Miura, T. 1986 Coping with situational demands: A study of eye movements and peripheral vision. In A. G. Gale, et al. (Eds.) *Vision in Vehicles*, 205-216, Elsevier Science Publishers, B.V.
- Miura, T. 1992 Visual search in intersections: An underlying mechanism. *IATSS Research*, 16-1, 42-49.
- 三浦利章, 1993 日常場面での視覚的認知. 箱田裕司(編) *認知科学のフロンティア*, 100-142, サイエンス社.
- Posner, M., Nissen, M.J., Ogden, W.C. 1978 Attended and nonattended processing modes: The role of set for spatial location. In H.L.Pick & Saltzman (Eds.) *Modes of perceiving and processing information*, 137-157.

非売品

情報の与え方と安全性に関する調査研究

発行日 平成6年3月

発行所 財団法人 国際交通安全学会

東京都中央区八重洲 2-6-20 〒104

電話/ 03(3273)7884 FAX/ 03(3272)7054

許可なく転載を禁じます。



(財) 国際交通安全学会

International Association of Traffic and Safety Sciences

