



Photography by Masayuki Takaoka

みうら・としあき

1973年、名古屋工業大学工学部卒業。78年、大阪大学大学院文学研究科博士課程（心理学専攻）修了。95年より同大学人間科学部教授。専門は行動場面での視覚的注意の心理学。人間の注意・認知の働き方や技能というテーマを実験的な行動場面で実験的に研究している。著書に『行動と視覚的注意』（風間書房）、共著に『知覚・認知・感情』（プレイン出版）など。



カーナビゲーションは、その利便性や快適性を強調する。しかしその導入にあたっては、安全性にも十分な配慮が求められるなければならない。

その際は、認知・注意特性の基礎的知見を参照することが必要だろう。人間の認知特性の観点から、カーナビゲーションの使用にはどのような問題があるのか、大阪大学の三浦利章教授に話を伺った。

自動車と視覚情報処理

大阪大学人間科学部教授 **三浦利章**

取材・文＝斎藤哲也

有効視野とは何か

日本の交通事故のうち、約六〇パーセントは交差点内、または交差点付近で発生しています。交差点では運転者の注意は高まるはずなのに、結果としては発見の遅れや見落としが生じてしまうのは、どうしてでしょうか。この問題を考えるにあたって、まず眼球運動と有効視野の問題を簡単に解説しておきます。

私たちの視覚情報のなかで、視力検査で測定する視力に近い解像度で見られる部分は、注視点の周りのおよそ二度程度でしかありません。この解像度の高い部分で見えることを中心視（central vision）といいます。中心視から一〇度ずれると、視力は中心視の二〇パーセントにも低下する。だからこそ眼球運動が必要になります。

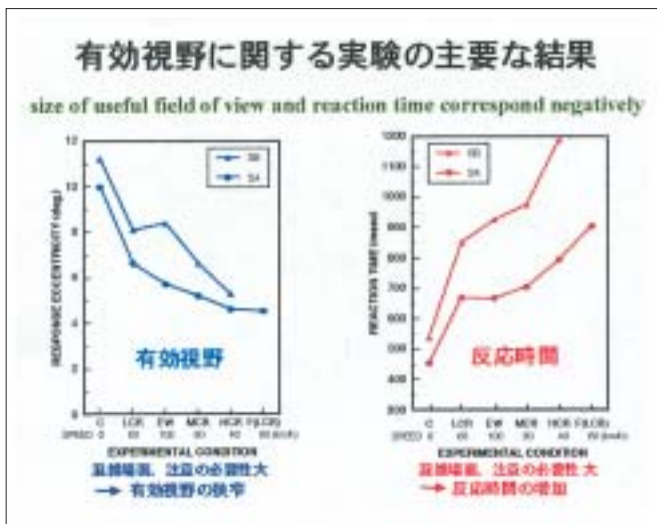
しかし対象の認知に寄与しているのは、中心視だけではありません。中心視と同時に認知できる範囲、注視点のまわりで比較的是っきりと意識される範囲があり、これを有効視野（useful field of view）といいます。有効視野の広さは、注視箇所の周りの存在や出現物にいかにか早く気づけるかという認知・検出効率、そして注視点の移動効率や安全性に大きく関連しているのです。

有効視野には深さと広さのトレードオフが成立している

複雑な運転場面であればあるほど、すばやく注視点を移動させていることは、経験的にもわかりだと思えますし、実証もされています。しかし、

図1:さまざまな場面での
周辺視パフォーマンス

有効視野の広さ(各瞬間、各注視点の周りで明確に明確に意識される範囲)と検出反応時間(気づく速さ)。周辺視パフォーマンスは混雑度の増大にともなって低下する。速度とは直接関係しない。
(注) C=統制、LCR=低混雑道路、EW=高速道路、MCR=中程度混雑道路、HCR=高混雑道路、F(LCR)=疲労(低混雑道路)



もし有効視野が広がれば、頻繁に注視点を動かす必要はないはずです。そこで次のような仮説を立てました。すなわち、複雑な場面では有効視野が狭くなっているのではないか、そのために対象の発見が遅れてしまうのではないか、という仮説です。

このことを調べるために、次のような実験を実施しました。被験者にアイカメラを装着し、混雑度と走行速度が異なる五種類の道路を走行

してもらおう。そこで眼球運動を調べるわけですが、同時にフロントガラスの内側に一五個の豆電球をつけておき、その一つを無作為に点灯させるようにしておきます。被験者は、豆電球がついたら、音声で反応します。この実験からわかることは次の二点です。

一つは、標的に注視点がどのくらい近づいた時に反応できるのか、という有効視野の広さ(半徑)。もう一つは、出現した標的にどのくらいのスピードで気づけるのかという検出反応時間です。この二つをあわせて周辺視パフォーマンスと呼ぶことにしましょう。結果は図1の通りですが、運転場面が複雑になればなるほど、有効視野は狭くなり、検出反応時間は長くなっていることがわかりました。さらに、有効視野の広さは、走行場面の複雑さによって決まるのであって、走行速度とは直接関係しないことも実証されました。

この結果は次のように解釈できます。通常、有効視野で用いることのできる注意資源量はほぼ一定です。さて、有効視野には、広さと深さの二面性がありますが、この二つは両立しません。混雑した道路では、注意が深くなることで有効視野が狭くならざるを得ないし、逆に混雑していない場面では、深く見る必要がありませんから、有効視野が広くなる。つまり有効視野には、深さと広さのあいだにトレードオフの関係が成立しているということになります。混雑した道路で周辺視パフォーマンスが低下するのは、その場面に積極的に深く対処していることの現れではありますが、その分、有効視野が狭まり、結果として見落としや発見の遅れの可能性が出てしまうわけです。



図2: 実験方法の概要

被験者とともに路面と固視点は移動してトンネルシミュレータのなかに入っていく。先行車への追従走行を模擬している。各標的(T)は、固視点の遠近いずれの位置にも出現する。被験者は、標的が固視点の遠近いずれに出現したかの相対判断をおこなう。

遠くを見たほうがお得——
注意のラバー・バンドモデル

いまお話ししたことは、視覚的注意の二次元での働き方でした。しかし運転時においては、奥行きや遠近方向での注意の働き方が大きな重要性をもちます。にもかかわらず、これまではそうした三次元での有効認知範囲を検討した研究は皆無でした。たとえばドライバーが、先行車に注意して運転するのはよくあることです。このとき、先行車より遠方に出現する情報と、先行車の手前に出現す

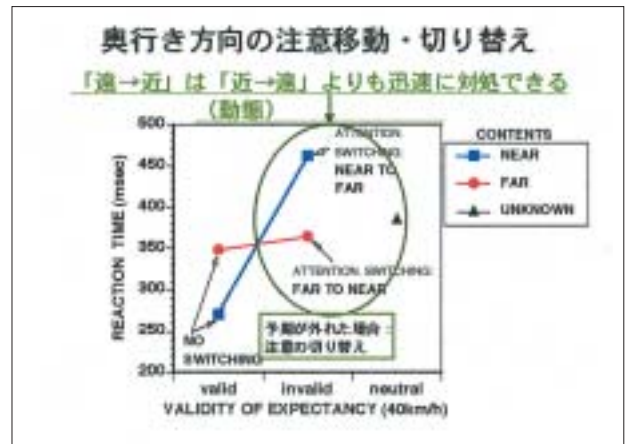


図3: 視覚的注意の遠近移動特性
注意の切り換えは、「遠→近」の方が「近→遠」の切り換えよりも効率よくおこなわれる。この結果は、移動時のもの。静止条件ではこの傾向は弱くなる。

る情報とは、その気づき方にとの様な違いがあるでしょうか。

これを明らかにするために、次のような実験をおこないました。まず長さ一三メートルのトンネル・シミュレータを設置し、このなかを被験者は一定の速度で移動します（静止状態も含む）。その際、被験者の正面には、固視点を提示して、移動中にはこの点に注意を集中させます。これは、運転中の先行車に注意を向けているのと同じ状態です。そのうえで、被験者には固視点对して、手前、同位置、向こう側に標的を示し、標的が固視点より遠いか、近いか、同距離かをできるだけ早く選択反応キーで応答してもらいます。（図2参照）

同時に被験者には、あらかじめ標的の予測情報を知らせておきます。標的が固視点の手前に出るか、向こう側に出るか、あるいは不明かを知らせておくわけですが、一〇〇パーセントのうちの五〇パーセントは正しい予測情報、四〇パーセントは誤った予測情報、一〇パーセントは不明と設定して、予期が正しい場合と外れた場合の注意の切り換えの速さを調べるわけです。

これでどのようなことがわかったか。図3は、時速四〇km条件の結果ですが、遠方から近いほうへ向ける注意の切り換え時間は、予期が正しい場合と外れた場合とはあまり差がないのに比べて、近いほうから遠方に注意を切り換える場合は、大幅な時間差がついていることがわかります。この結果は、時速が八〇km時でも変わりません（静止状態では、有意な差はありませんでした）。

このことを一般的に言い換えれば、注意の切り換えは、遠くを見ようとして急に近くを見なければならぬ場合（遠→近）のほうが、近くを見ようとして急に遠くを見なければならぬ場合（近→遠）の切り換えよりも速やかにおこなわれる、ということになります。この新しい知見を、私たちは『注意のラバー・バンドモデル（rubber band metaphor of attention）』と呼んでおります。

この「注意のラバー・バンドモデル」の知見からは、次のようなことを示唆することができそうです。一つは、運転時にはより遠くに注意を向けたほうがよいということであり、もう一つは、近くに注意を向けることの損失の大きいです。車内での脇見運転やナビゲーションのディスプレイに注意を向けること、向けさせることは、避けたほうがいい

というのが、この実験が示唆することです。

見る前から注意の劣化は始まっている

ここまでに紹介した視覚的注意の研究は、主として空間的な内容です。

では、視覚的注意の時間的な特性にはどのような問題があるか。これを実際のナビゲーションの使用に即した実験によって調べてみました。

実験の方法は次の通りです。被験者は、二枚の立体スライドを提示されます（写真1）。このスライドは、運転席から撮影した交通環境の写真です。このとき、二枚目のスライドは一枚目のスライドと比べて、危険な変化が生じているかどうかを選択反応によって答えてもらいます。

この実験を、ナビゲーションの注視前後とナビゲーションを使用しない場合とで比較すること、ナビゲーション使用がどの程度視覚的注意に影響を及ぼすかという時間的特性がわかるはずですよ。

図5は、中程度に複雑なディスプレイ（図4）を用いた場合の結果ですが、グラフに示されているように、ナビゲーション使用時のほうが誤答率が高く、正答時の反応時間も長い。さらに、図6からは、ナビゲーション使用による注意の劣化は、使用前から使用後五秒程度にわたることが示されています。

つまり、ナビゲーションはその注視時だけではなく、注視以前（見ようとする前）にも負の影響を与え、注視後にも負の残存効果を与えることが確認されました。



写真1:被験者に示される2枚のスライド例

中程度の複雑さの表示の例



読み取り課題: 現在位置と交差点名を同定する。

図4: 中程度の複雑なディスプレイ

反応時間と誤答率 : 中程度の複雑さのディスプレイ・3次元表示

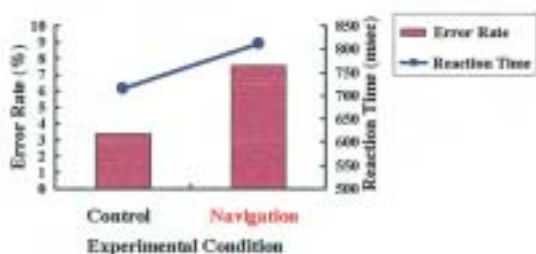


図5: ナビゲーションの非使用時 (control条件) と使用時 (navigation条件) の危険事態の発見反応時間と誤答率

反応時間の時間的推移 : 中程度の複雑さのディスプレイ・3次元表示

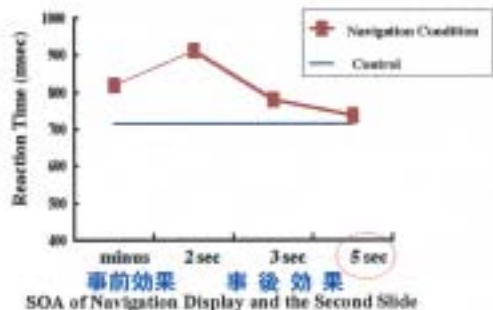


図6: ナビゲーション使用前後に現れる前方注意の劣化
事前効果はナビを見ようとしている状態、
事後効果はナビ注視後の状態で、いずれも視線は前方を向いている。

人間の特性に配慮した 技術開発の必要性

これまで紹介してきた実験から明らかになったことを、カーナビゲーションの使用、ITSへの示唆という点からまとめてみましょう。

第一に、混雑した場面では有効視野が狭くなるため、対象の検出時間が長くなることが明らかになりました。これは注意の深さと広さにトレードオフの関係があるためですが、こうした状況を念頭におけば、ナビゲーションが認知的負荷を与えるものであってはならないはずです。

第二に、「注意のラバー・バンド特性」が示すのは、「遠くから近く」よりも「近くから遠く」のほうが、注意の切り換えに時間を要するということです。このことは、車内のディスプレイから

遠方に目を向けることが、認知に大きな損失を与える可能性があることを示唆しています。

第三に、ナビゲーション使用は、注視中のみならず、使用前から使用後にわたって、対象の認知に負の影響を与えることが示されました。視線を前方に向けた使用前にも、負の事前効果があるということは、ヘッドアップ・ディスプレイ使用の問題にも関わってきます。

自動車の情報化は、その利便性、快適性ばかりでなく、安全性への配慮も求められなければなりません。ところが技術が先行するあまり、人間の特性に配慮が行き届かない状況が生まれています。ITSシステムの開発、導入にあたっては、人間の認知・注意特性に関する基礎的研究を蓄積し、カーナビゲーションで提示するのに本当に必要な情報は何かを考えてゆかねばなりません。