
中心・周辺視野の脳部位の同定と 交通安全への適用

1. 背景と目的

運転者（歩行者）の周辺視野に現れる歩行者（車両）に対する認知判断は、安全な交通に不可欠である。中心視野、周辺視野それぞれに対する認知特性に関する研究は、交通事故の減少のための急務であると言える。

本プロジェクトの目標は、人間の認知・行動特性において重要な役割を果たしている視覚の特性を調査・解明し、交通安全の実現に向けた提言を行うことである。

1-1. 研究の視点

本プロジェクトにおいては、高齢者・交差点・夜間の3つの要因に注目した。

高齢者=交通事故死者数における高齢者の割合は、増加の一途をたどっている。
交差点=道路形状別死亡事件数では、交差点を含む道路横断時の事故が約半数。
夜間=時間帯別死亡事件数は、黄昏時から夜間での事故が最も多い。

また、これら3つの事故要因が複合的に存在した場合は、事故発生の確率がさらに高くなるであろう。

3つの事故要因と人間の視機能との関連を調べるにあたり、周辺視野の重要性に着目した。例えば、運転者（歩行者）が周辺の片隅に現れた歩行者（車両）への適切な認知判断を行うことができれば、より一層の交通安全を実現することが可能であろう。

人間の周辺視野特性は、これまで認知心理学的に研究が進められてきたが、十分に解明されているとは言えない。また脳内の周辺視野情報の処理過程に関する知見も皆無に近い。そこで本プロジェクトでは、認知心理学的実験として、動的視野の測定とそれに対する加齢効果の検証を行い、神経科学的実験とし

て、機能的磁気共鳴画像法を用いて広周辺視野の脳表象の定量的評価を行った。また、広視野特性と交通安全についての調査検討も行った。

2. 研究内容

2-1. 広視野生理特性のfMRI実験

MRI（高磁場）環境で広視野刺激呈示装置を製作し、fMRI実験による中心・周辺視野の機能的差異の検証を行った。

まず中心から周辺にわたる広視野についてのレチノトピック・マッピング（視覚脳機能マッピング）⁽¹⁾を行い、それを定量的に評価した。MRI装置の空間的制限から視野角60度程度までしか検討されてこなかったが、実験にあたって広視野視覚提示装置を新たに開発し、視野角120度のマッピングを可能とした。その結

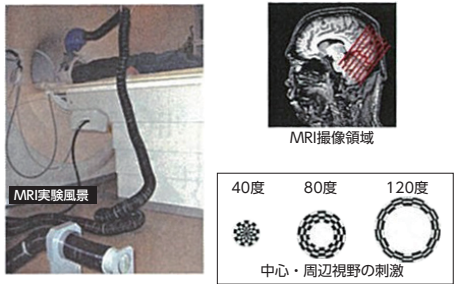


図1 広視野の脳内表現撮像法とその装置

果、周辺視野を処理する脳部位が後頭葉の周辺に拡散することが確認された。広視野視覚刺激を与えたため、先行研究に示されているよりも広範囲であることも判明した。

定量的評価の結果から、周辺視野になるほど脳内での情報処理面積が減少することが確認された。さらに、中心視野と周辺視野の時間周波数応答特性を計測し、①偏心角20度（中心視野）：時間周波数4Hzの刺激に脳の反応が最大、②偏心角40度：時間周波数4～8Hzの刺激に脳の反応が最大、③偏心角60度（周辺視野）：本計測では各周波数の刺激に対する反応の差が小さいという結果が得られた。

(1) レチノトビ：対象物からの光情報は、カメラと同様な原理により、網膜上に投影されそこで光受容体によって神経活動という電気信号に変換される。この際に網膜の空間的情報は、視覚神経系で保存されており、例えば、網膜の中心部分の情報は脳内視覚野の後ろの部分で処理され、周辺部分になるほど視覚野の前方部分が処理を担当する。このように網膜の空間的位置情報が脳内で再現されていることをレチノトビと呼ぶ。

2-2. 広視野特性の認知心理学実験

従来手動だった動体視野計測装置を自動化し、明るさと色に対する動体視野の依存性を定量的に計測した。また、若年者と高齢者の動体視野特性の差異についても計測・解析を行った。さらに、計測装置の光源部分を改造し、色・明るさに対する動体視野の依存性を定量的に計測し、その加齢効果も検討した。

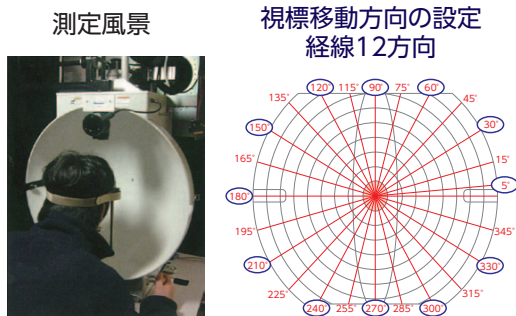


図2 動体視野の実験装置製作と計測

動体視野は、人間が動くものを認知できる視野範囲であり、交通時に特に重要な視能力である。測定のために、ゴールドマン視野計を改善し、柔軟かつ正確な測定が可能なものとした。また、被験者が動体視野を過小評価してしまう問題があり、特に視標速度の速い条件や反応の遅い高齢者では深刻となるが、本実験では、別条件により被験者の反応時間を測定することで、補正を行った。

実験は、20歳代（20～23歳）5名、高年齢者（50～64歳）9名、前期高齢者（65～74歳）4名と後期高齢者（75～80歳）4名を被験者として行った。被験者は、スクリーン中央を注視しており、周辺部分からある一定速度で移動してくる視標に気がついた時点で、ボタンを押して反応を示してもらった。

その結果、全体的な傾向として、若年層は高齢者に比べて比較的広い動体視野を持っていることが判明した。速度依存性は、この速度範囲では、若年者と高齢者共に僅かな減少傾向が見られた。加齢効果は顕著で、後期高齢者の視野は20歳代の約半分に減少していた。一方で、加齢により一律に動体視野領域が減少するのではなく、個々の能力低下には大きな個人差が確認された。

2-3. 広視野特性と交通安全についての調査検討

以上の研究成果を交通安全に応用することを検討し、道路標識設置基準の再検討と高齢者の交通安全教育法を提言している。

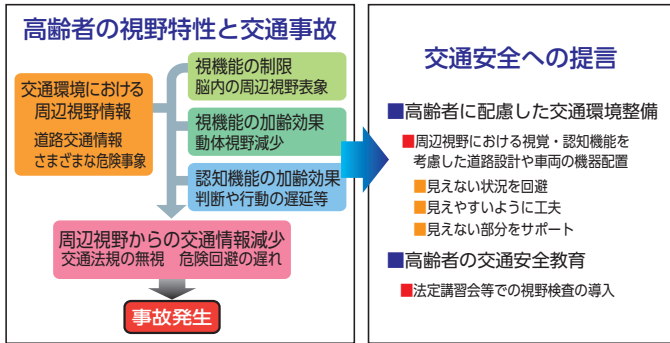


図3 高齢者の視野特性と交通事故の関係を踏まえた交通安全への提言

3. 結語

人間の中心・周辺視野特性を検証することで、周辺視野の機能がどのような状況で制限されるのかを明らかにすることができた。動体視野には顕著な加齢効果が見られ、特に後期高齢者には、周辺視野で動く対象物の認知が極端に難しくなっていることが確認された。

またレチノトピック・マッピングでは、周辺視野の情報処理面積が中心視野に比べて狭くなることが明らかとなった。さらに、時間周波数刺激に対する脳内活動は①偏心角20度（中心視野）：時間周波数4Hzの刺激に脳の反応が最大，②偏心角40度：時間周波数4～8Hzの刺激に脳の反応が最大，③偏心角60度（周辺視野）：本計測では各周波数の刺激に対する反応の差が小さいという結果が得られた。

4. 今後の展望

人間は道路上で移動（運転を含む）する際に、環境情報を知覚して適切な判断を下しながら行動する。安全な行動を実現するためには認知、判断と行動の3つの情報処理過程を全て正しく実行されることが要求される。交通事故を減少させるためには、人間の認知、判断と行動を司る脳について研究しなければならない。本プロジェクトでは、交差点と事故数が多い高齢者の特徴に注目して、広視野の脳内特性と動体視野の加齢効果を検討し、交通安全についての提言を行った。今後も、交通事故を減少させるためには、認知、判断と行動の脳内メカニズムの基礎研究が重視されるべきだろう。