

IV-11 運転者の視覚探索パターンについて

北海道大学工学部 正員 萩原 亨
同 学生員 米田 義弘
同 正員 加来 照俊

1. はじめに

運転者の視覚情報処理システムの解明は、道路環境の整備・運転者の教育・自動車の構造等へのフィードバックにより、より安全な道路交通の確立に寄与するものと思われる。このため、1970年前後から測定技術の発達に伴い運転者の視覚に関する研究が盛んに行われるようになってきている。

本報告は、運転者の注視点測定装置を用いて運転者の注視する対象物と地点を特定する解析を行った結果である。運転者が見ている対象物が何であるかはこれまで極めて興味ある課題であったが、これを明らかに示した例は少ない。3次元空間において正確に視点を求めるためには、両眼視差の測定から行う必要があると考えられるが、ここでは以下に述べる簡易な方法を用いた。

注視地点を測定し、その対象物または地点を出力するまでの簡単なフローを図1に示す。運転者と指標平面の位置関係を測定し、指標平面上の注視点と運転者の眼を結ぶ直線を拡大することから注視対象物または地点を求めた。このため、運転者の頭部の動き、道路構造、自動車の構造、等のデータが注視点のデータの他に必要になる。

この手法によって求めた視点は、視線の方向を拡大し対象物と交差する点であって、その視線上の異なる点の可能性がある。しかし、運転時の注視行動において道路空間からそれほどかけ離れた対象物を長時間注視する場合は少ない、また同じ道路空間内であっても注視する対象物が直線上に重複する場合は少ないと思える。

一方、道路全体を3次元空間内に表現するシステムを開発し、運転者の視点を3次元空間に表示した。運転者の視点の動きと車両の動きをこのシステム内に取り込み、観測者は運転者の視点の動きを空間内のあらゆる点から観察することが可能である。

以下において具体的な解析の手順及び結果について記述する。

2. 運転者の注視点の測定

注視点測定装置は、近年開発された強力なデータ処理機能を持つ眼球運動測定装置である[vision analyzer]を、運転者の注視点の測定に応用したものである。このシステムが開発された結果、注視点測定上の最大のネックとされていた十分な量の信頼性あるデータの獲得が大変容易になった。

2.1 初期設定について

眼球運動による注視点の軌跡を測定する際

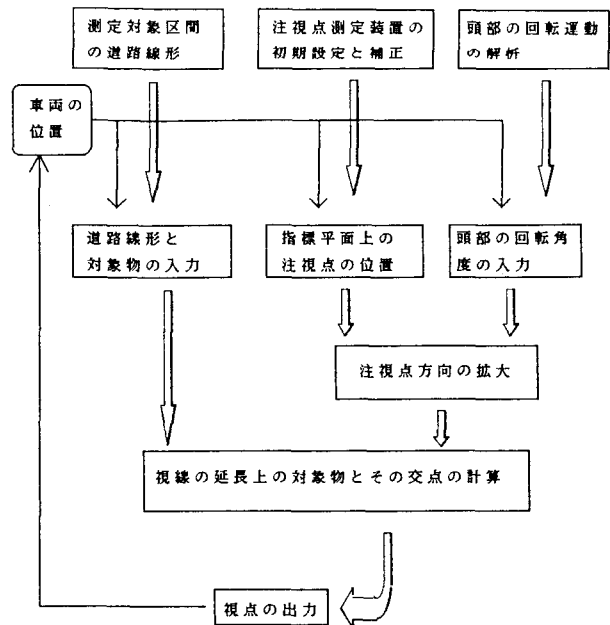


図1 運転者の視点の特定

の最も重要なポイントは、被験者への装着と初期設定である。これにより測定結果の精度と信頼度が決定すると言っても過言ではない。[vision analyzer]の初期設定は、任意の平面に投影される被験者の視覚による注視点を計算機内の座標（モニター画面上の点）に変換する係数を決定するために必要である。

具体的には、被験者の正面に4点の指標を設定し、それらを被験者に注視してもらい、注視点の測定結果と計算内の注視マークを一致させることによりなされる。この設定を手早く正確に行うにはある程度熟練を要する。注視点がこれらの4点により囲まれる範囲外に位置した場合、算出された座標値に含まれる誤差は大きくなる。

2. 2被験者の視界

乗用車の運転席における被験者の視界を図4に示す。図3の指標を運転者から30cm前方に設定することにより、注視点の検出可能角度は水平方向、鉛直方向とも $\pm 14.9^\circ$ とした。右フェンダーミラーの位置は 15° 前後、左フェンダーミラーの位置は 35° 前後である。このため運転者が左側のフェンダーミラーを注視する際は頭部の運動が必要となる。また、前方下側の視界は 10.3° で、路面上の運転者前方6.3mまでは死角となる。

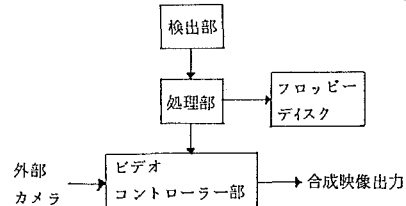
3. 視点の特定に必要な入力データ

運転者の視点の特定を行うためには注視点の測定の他に、運転者の頭部の動き、試験車の位置、道路線形のデータがリアルタイムで必要である。また、視点は3次元空間におけるものであり、3次元において視点、道路、車両を表示する必要がある。

3. 1 運転者の頭部の運動

運転者の頭部は、走行時において主にY軸回りの回転とZ軸回りの回転を行う。（図5参照）乗用車運転時において通常その値は 10deg 以下と推測される。運転者の頭部の動きを測定する方法は、（1）ポテンシオメータによるZ軸回りの回転の測定、（2）ポジションセンサーによる測定、（3）頭部に取り付けた超小型カメラの映像からの測定等が考えられる。ここでは、最も簡単な（3）の方法により運転者の頭部の動きを測定した。

【注視点測定装置の構成】



【眼球運動検出部】

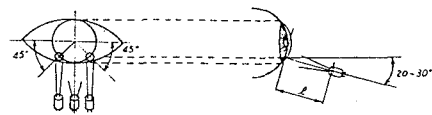


図2 注視点の測定システム

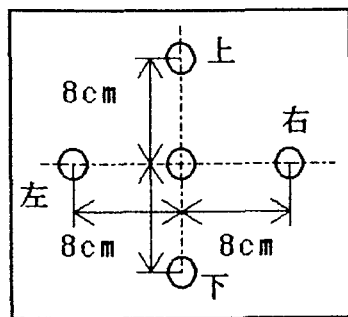


図3 初期設定の指標

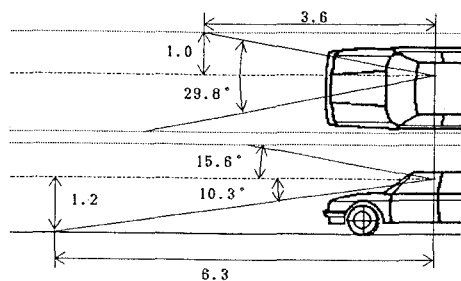


図4 運転者の視野範囲（乗用車）

試験車の前方に指標を2点設定し、その指標の動きを運転者の頭部に付けた超小型カメラ（軽量）により撮影する。映像を再生し、初期設定状態と必要な区間の指標の座標値を映像から読み取り、頭部の回転角（Y軸回り、Z軸回り）を1sec単位で求める。従って、運転者の視線の方向は、注視点の方向に頭部の回転角を加えた値となる。

3.2 道路構造

本報告における解析対象区間（15区間）を図6に示す。札幌自動車道の小樽方向への一部（約1.5km）である。道路線形のシステムへの入力は、平面線形のみを行った。区間の番号は、解析結果の図8-10の左上隅の数字に対応する。

運転者が注視する対象物として、ルームミラー、左右のフェンダーミラー、路面、及び道路に仮定した左限・右限と上限の壁である。図7に具体的に示す。図8-10に示す図中における運転者の視点の示す数字は、視覚対象物を意味する。なお、一視点の注視時間は0.1secである。

なお、試験車の縦断方向の位置（走行距離）は、速度センサーの測定結果から求められる。横断方向の位置は、一定とした。

3.3 車両の位置

車両の走行位置は、注視点の測定と同時に測定されている速度センサのデータを用いて計算される。なお、この区間における試験車の速度は75-80km/hであり、ほぼ一定であった。

車両のハンドル角と加速度を測定することにより、横断方向の位置を求めることは可能であるが、本報告では行わなかった。横断方向の位置を測定することにより、追越し時・車線変更時の運転者の視点を解析が可能となる。

3.4 3次元による道路空間の表示

3次元空間内に、道路線形・試験車を配置し、運転者の視点位置を求めた。視点の位置の傾向を容易に把握するため、観察者の視点を空間内において自由に移動することを実現した。図7に3つの観察者の視点から見た道路を示す。

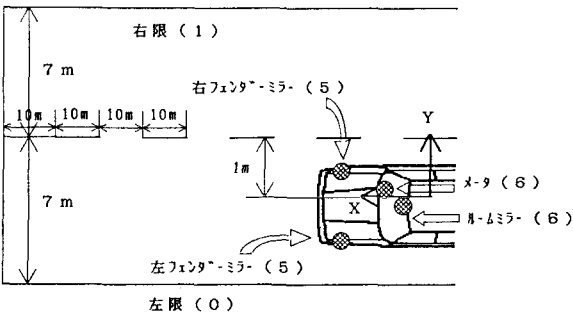
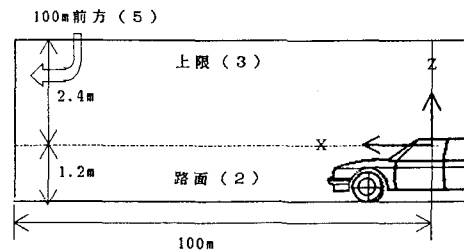


図5 視点位置を求めるための道路空間

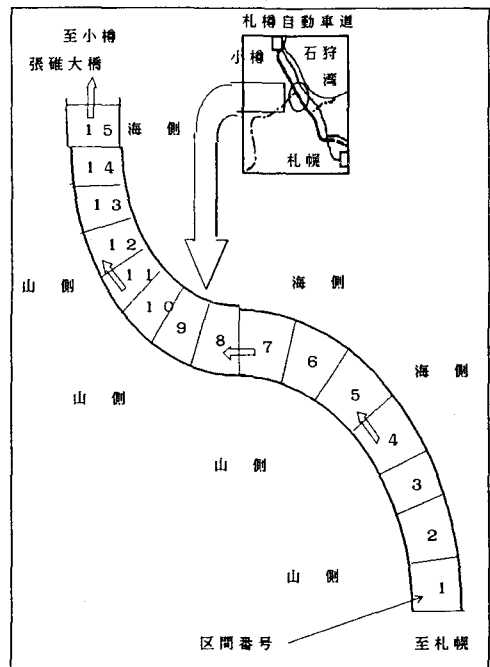


図6 視点の特定を行った道路区間

4. 測定結果

図1のフローに従って運転者の視点を解析した結果を示す。0.1sec間隔で視点の位置の計算を行った。測定区間は前述のとおりであり、5sec間の視点(50個)の位置を一つの図にまとめて表示した。道路線形の図は、5sec毎の車両の走行地点から見える前方100m区間を示している。

以下に示す図は視点を5secまとめて表示しているが、パソコンのCRT上においてはリアルタイムに車両が進行すると同時に運転者の視点の軌跡を表示することが可能となっている。更に、運転席からの映像をスーパーインポーズし、実際の走行場面に視点の軌跡の画面を重ね合わせて見ることもできる。

4.1 観察点A(図8)

観察点Aは、走行車両の真上10mから運転者の視点を透視した場合の図である。100m区間全体を図に示しているため、手前の試験車は極めて小さく表示されている。中央の線は10mごとの破線となっており、視点の距離をラフに読み取れる。運転者の視点のみを表示しており、視点の軌跡は表示していない。

図中左上の番号NO.1からNO.7までが左カーブであり、NO.8からNO.14までが右カーブである。路線の見通し距離は右カーブと左カーブでは異なるが、以下のことがわかる。

- (a) 全体として、この被験者は前方 20-30m付近を注視する傾向が強い。予想より近い地点を注視していると思われるが、その理由として試験走行時において前後にほとんど他の車両が見られず、運転者の必要な情報として主に前方の線形に集中した等の理由が考えられる。
- (b) 左カーブを進入する区間NO.2、右カーブに進入する区間NO.8においては、カーブ区間に比べて比較的遠い地点を注視している。カーブ進入区間では前方のカーブに関する情報を探るために遠くを注視し、カーブ区間では先に得た情報を修正しながら車両を安定して走行させるために左カーブなら左のラインを右カーブなら右のラインを注視したものと思える。

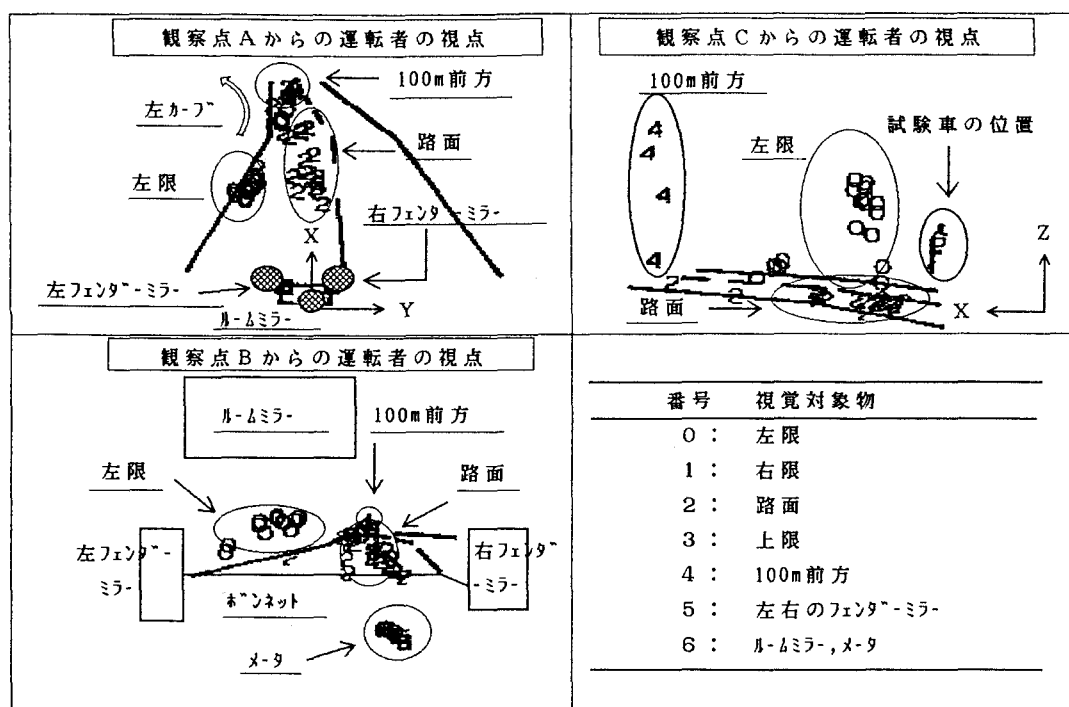


図7 観察者から見た運転者の視点と道路(区間2)

図 8

観察点A（車両の
真上）から見た運転
者の視点

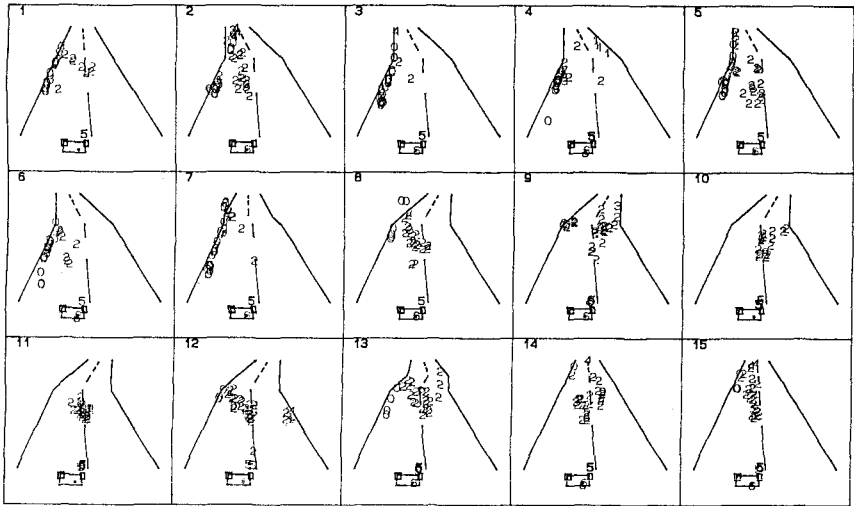


図 9

観察点B（車内）
から見た運転者の視
点

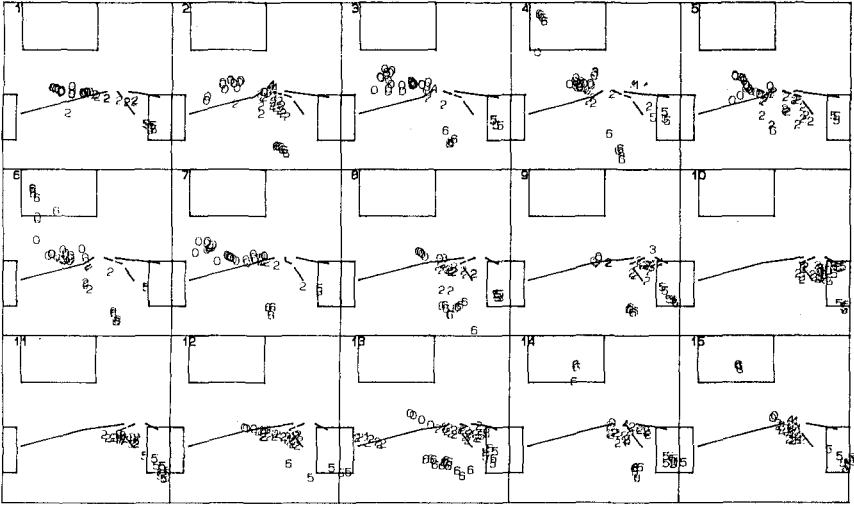
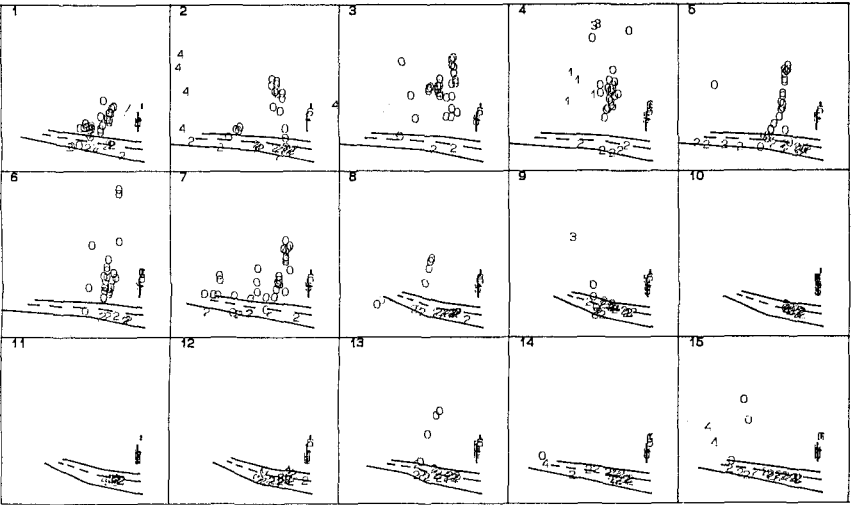


図 2 7

観察点C（横方向
）から見た運転者の
視点



4. 2 観察点B (図9)

観察点Bは、車両内の運転者の1m後ろからの視点である。中央上がルームミラーであり、左右の四角い枠はフェンダーミラーの一部である。この観察点からわかる視点のパタンの特徴について以下にまとめる。

- (a) 両サイドのフェンダーミラーから下に位置する中央の一群の視点は、メーター類を被験者が見ていることを示している。しばしば、速度の確認をしていることが分かる。
- (b) この観測点からは、運転者のミラーの使い方がよくわかる。被験者は、ルームミラーは3区間、右のフェンダーミラーはほぼ毎区間使っている。一方、左のフェンダーミラーはどの区間においても注視していないことが分かる。高速道路において右側は追越しがあるため後続車の確認が必要となり、右フェンダーミラーとルームミラーの使用頻度が高まったと思える。
- (c) 視点の位置がほぼ100m前方の水平線からわずかに下(図において)に集中する傾向がみられる。更に、左右に視点を動かす場合でも上下はほぼ水平線からわずかに下に位置していることが分かる。

4. 3 観察点C (図10)

観察点Cは、車両の左20mから運転者の視点を観測しプロットした図である。視点と道路の縦断方向との関係を明らかにするための観察点である。

- (a) 運転者の眼の位置より高い地点を見るケースは、ルームミラーを除いてこの区間内において少なかった。市街地の走行においては、信号をかなり注視するため、上方向を見る場合が多いのとは対称的である。位置の高い標識等がほとんど区間内にないため注視する必要がなかったためであろう。
- (b) カーブにおける視点のパタンに関しては前述したが、この角度の図からも視点のパタンが明らかに読み取れる。区間N0.2,8において比較的前方に視点が移動する傾向がわかる。また、他の二つの図からわからなかった特徴として、左カーブにおいては高い位置(眼と同等の高さ)を注視する傾向が高いのに対して、右カーブでは路面上のラインを見ている確立が高い。この理由として、左カーブにおける左側の法面や、カーブ中間の橋の欄干の存在が影響しているからであろう。

5. まとめ

注視点の方向を拡張し、対象物体との交点を視点とする簡易な方法を用いて運転者の視点を特定する解析を行った。図1のフローから求められた視点は、十分説得力のある対象物または地点を指したと思える。

ただ、運転者の頭部の運動の入力を試験後に手作業で行う点、微妙な初期設定の調整等の難点がある。頭部の運動のデータ化が試験と同時に可能となれば、より正確に運転者の視点を解析することができるようになる。

今後の課題として、測定可能となった運転者の注視行動及び視点を評価する手法を明らかにすることが上げられる。評価手法の確立によって応用範囲が更に広がるものと期待される。

なお末筆ながら、本報告の実験に協力をいただいた日本道路公団札幌建設局、北海道警察交通部の関係各位に感謝の意を表する次第です。

【参考文献】

1. 加来ら、「ビジョンアライズによる運転者の視線追跡」、1985テレビジョン学会報告
2. 村田、「交通安全施設に対する注視行動」、交通工学vol.8.6
3. 中島源雄、「交通安全の研究」、九州大学出版会
4. Kathryn T.Spoehr, Visual Information Processing
5. H.Rockwell, HUMAN FACTORS, 1970, 12(1), P81-87