

IV-21

吹雪による視程障害と運転者の視点に関する研究

北海道大学工学部 正員 萩原 亨
開発局開発土木研 正員 石本 敬志
同上 正員 小長井 宣生

1. はじめに

吹雪時を運転しているドライバーの視点挙動と視程を連続的に測定し、視程が視点に与える影響を検討した。視点の測定には、トーク・アイと呼ばれるアイカメラを用いた。視程の測定には、北海道開発土木研究所が開発した車載型視程計を用いた。この装置は、運転者から見える吹雪による視程の変動が、吹雪自体の変動に道路構造や先行車等の影響が加わったものであることを背景に開発されたものである。視点と視程のデータを同期し、ドライバーの視点挙動に与える視程距離の影響を分析した結果について報告する。

2. 視点の測定方法

2.1 眼球運動の測定

運転者の眼球運動は、トーク・アイにより測定した。運転者の視界、及び装着感が改良されたことにより、かなり危険な場面においても通常に近い感覚で運転できる。トーク・アイは2つの部分に分けられる。1つは被験者に装着し、主に視線の動きを検出し伝送する部分であり、もう1つは視線の動きのデータを分析処理し記録する部分である。眼球運動検出センサは、図1に示す透明なゴーグル上に取り付けられている。

2.2 視点の3次元解析

図2に示す手法により、測定結果から視点の3次元位置を求めた。眼球の動きと頭部の動きを合成した視点の方向と、道路空間とが交差する点を3次元視点位置としている。次に、計算された3次元視点位置をリアルタイムに表示し、車載カメラの映像に合成している。このとき、ドライバーの見ている地点と視点が表示位置を一致させることができる。この手法により、視点と道路空間の関係を数値データと映像の両者において明確に定義できるようにする。

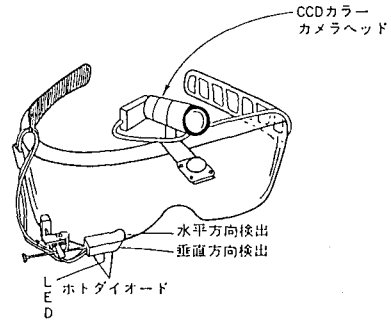


図1 トーク・アイ眼球運動検出部

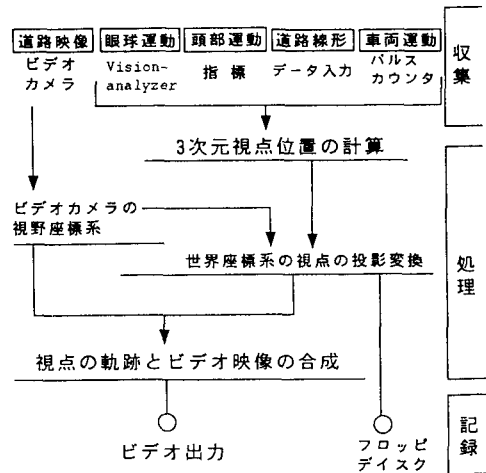


図2 視点解析システム

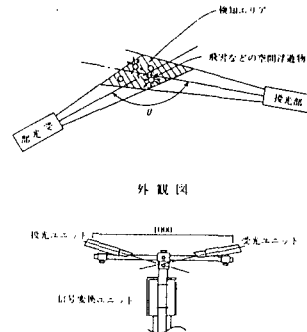


図3 車載型視程計の外観と原理

A Study on Driver's Eye Points under Low Visibility Conditions caused by Blowing Snow
By Totu HAGIWARA, Keishi ISHIMOTO and Norio KONAGAI

3. 車載型視程計

3. 1 車載型視程計の概要

吹雪による視程障害時の交通の安全確保を図るために、ドライバーから見た視程障害の実態や危険箇所などを明らかにする目的で、北海道開発局開発土木研究所・防災雪氷研究室において前方散乱方式の車載型視程計が開発されている。この視程計は一对の投受光器からなり、一方から近赤外光を雪、霧に投射して、散乱反射させた光を投受光器で集光し、その散乱光量を視程に換算させるものである。

3. 2 車載型視程計の動作原理

前方散乱方式の車載型視程計は、一对の投受光器からなっている。投光器から一定光度を有する振幅変調された平行光線を測定対象空間に投射する。光線のとおる大気中に雪・霧などの微小浮遊物があると、光線は吸収・散乱を受けた光のうちの前方散乱光を受光器にて受光し、光電変換した後その入射光に比例した直流電圧を選別増幅し、信号出力を得る。微小浮遊物濃度と散乱光量とは相関関係にあるので、入射光量を測定することにより微小浮遊物濃度を知ることができる。図3は、その外観と原理図である。図4に従来の透過率視程計と反射型視程計の測定結果と車載型視程計の測定結果を比較したものを示す。

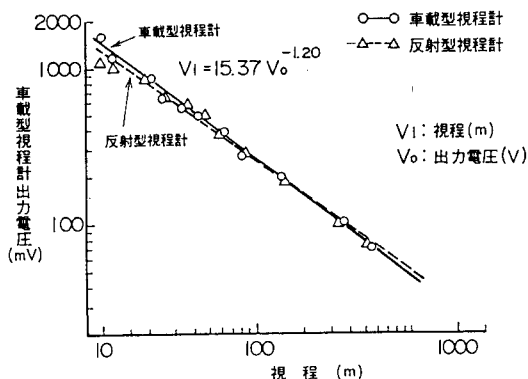


図4 車載型視程計と従来の視程計の比較

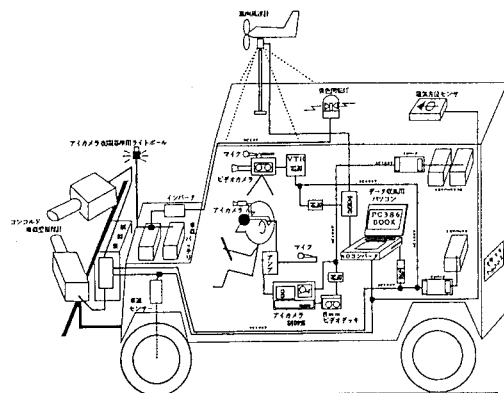


図5 移動観測車の概要

4. 実車による調査実験

本調査は試験的なものであり、被験者は1名のみで実施した。図5に移動観測車の概要を示す。走行区間は、札幌インターから旭川鷹栖インター間とした。実験は1992年1月から3月の間に、6回実施した。厳しい視程条件となったのは、2月19日に実施した実験であった。

5. 調査結果

5. 1 映像による吹雪時の視点の評価

車載カメラの映像に視点を合成した映像を作成した。画面には視点の軌跡と表示すると同時に、視程距離を簡易的に表示した。映像化している走行条件は、視程距離が100m以下の場合から1000m以上の場合までを昼夜別に網羅している。また、大型車の巻き上げによる視程距離の激変時のものも含まれている。

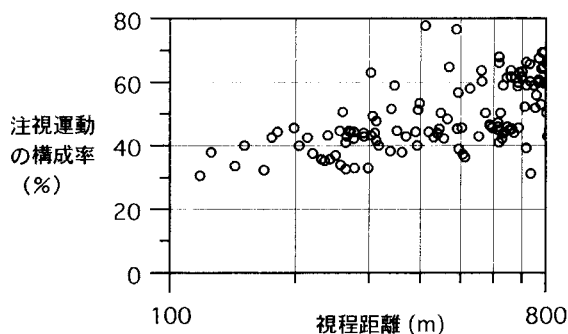


図6 注視運動と視程距離

5.2 眼球運動と視程距離

眼球運動は運動の大きさにより大まかに注視運動、随従運動、跳躍運動の3つに大別される。注視運動は、最も細かい眼球運動であり、 5deg/sec 以下の眼球運動として定義される。文字を読み取るようなときに多く現れ、情報を入手するために大切な動きである。随従運動は、振り子のような指標を追いかけるときによく現れる運動である。眼球運動の速度は 5deg/sec から 30deg/sec の範囲として定義される。跳躍運動は、注視している視対象を移動するときに見られる動きで、情報を得る眼球運動ではない。最も速い運動で、 30deg/sec より大きいものとして定義される。

図6から図8は縦軸に3つの眼球運動の構成率をとったものである。構成率は10秒間における眼球運動に占める割合として求めた。図9は10秒間の平均注視時間を縦軸にとったものである。縦軸の単位は0.1秒である。

これらの図から視程距離が短くなると、注視が減少し、跳躍が増加する傾向が読み取れる。平均注視時間も視程距離が長いときに示す値の範囲は広い。一方、視程距離が短くなるにつれて、長い注視時間を示すケースは減少していた。

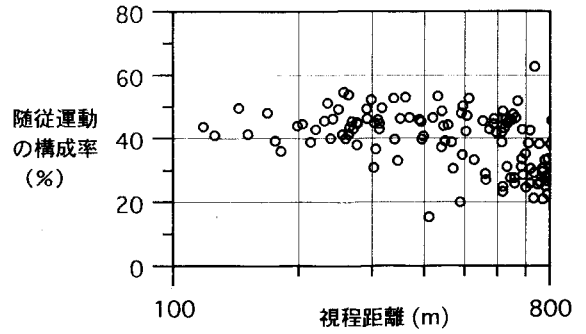


図7 随従運動と視程距離

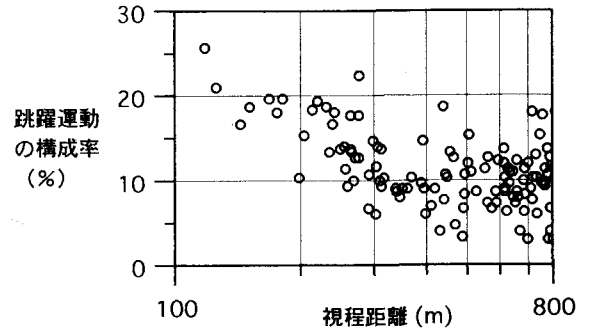


図8 跳躍運動と視程距離

5.3 視点位置と視程距離

3次元視点位置は、道路空間により限界が決められている。車両の重心を原点とする座標系を基準として、車両の進行方向の視点位置は0mから100mまで、左右方向の視点位置は左側が4.5m、右側が-7.5mまでとなっている。図10は進行方向の視点平均値と視程距離の関係である。図11は100mを越える視点の構成率と視程距離の関係である。図12は横方向の視点平均値と視程距離の関係である。

これらの図から視程距離が短くなると、視点の位置は近くの左側になるケースが多くなることがわかる。100m以上を見る回数も、減少していく。視程距離が長いときのデータ分布は広いが、短くなってくるとその範囲は狭まっていた。

5.4 先行車の巻き上げによる視点の変動

図13に、大型車の巻き上げによる視点の動きの変化と視程距離の変化の関係をまとめた。視程距離・進行方向の視点位置・左右方向の視点位置・上下方向の視点位置

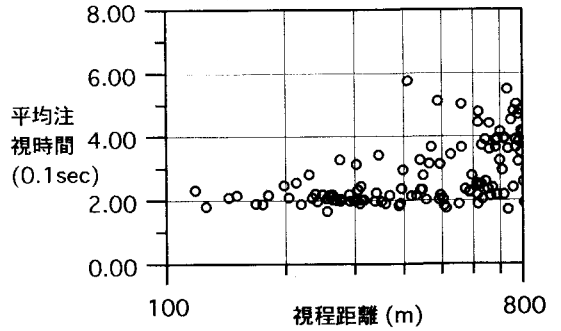


図9 平均注視時間と視程距離

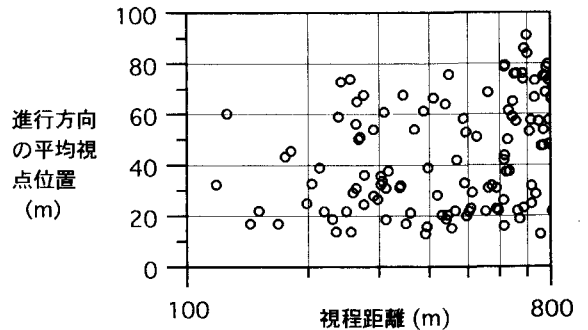


図10 進行方向の平均視点位置と視程距離

置・眼球運動の角速度・注視時間を縦軸として、横軸は秒単位の時間経過になっている。大型車に追い越される前の任意の時刻を0秒として、そこからの経過時刻と各指標の変動を関係を読みとることができる。

視程距離の図から、約35秒地点において大型車に追い越されることが読みとれる。追い越される前には、見通しが非常によいが、追い越された直後には視程距離が50m以下になっている。追い越された車両に追従することをしなかったので、10数秒後には視程距離が500m以上の状況に回復していることがわかる。

このときの視点の動きをまとめる。視点の位置は、追い越されてからほぼ40秒間、通常とは異なる数値を示している。また、眼球運動の角速度は追い越される前後に小さくなり、視程距離が回復してきたときに大きくなっていることが分かる。注視時間は長くなったり短くなったりする変動が非常に激しくなっていることが分かる。

6. まとめ

車載型視程計とドライバーの視点を同時に測定し、視程が視点に与える影響を測定し解析した。視程距離が短くなると車両に近い左側の見える範囲を短い時間であちこち探索する挙動を被験者は示していた。また、巻き上げによる影響は視程距離が回復してから視点の動きにはしばらく継続することを視程距離の測定と視点の測定を同時に実施することから初めて見出した。

ただし、被験者が1名であること、データ化可能なケースが少なかったことなどの課題はある。しかし、屋外での実験には限度があろう。運転者の視覚挙動に関して、運転シミュレータ等の室内実験施設の利用を考えていく必要がある。

なお、本研究は開発土木研究所と北大工学部の共同研究として平成3年度に実施されたものである。さらに、道路公団札幌建設局の関係各位にはデータ収集において多大なご協力をいただいた。この場を借りて厚くお礼申し上げます。

〔参考文献〕1) 福沢義文、竹内政夫：車載型視程計の開発について、開発土木研究所月報、No. 464, 1992.1
2) 萩原：運転車の視点に関する研究、北海道大学工学部学位論文、1992.3

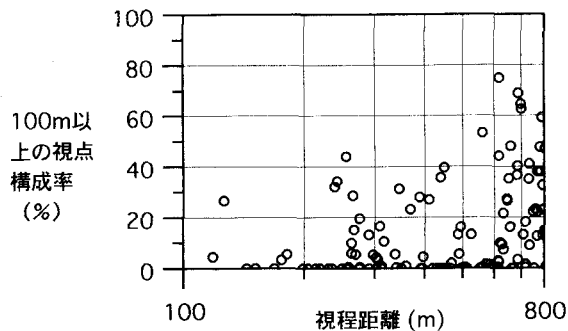


図1.1 100m以上の視点位置構成率と視程距離

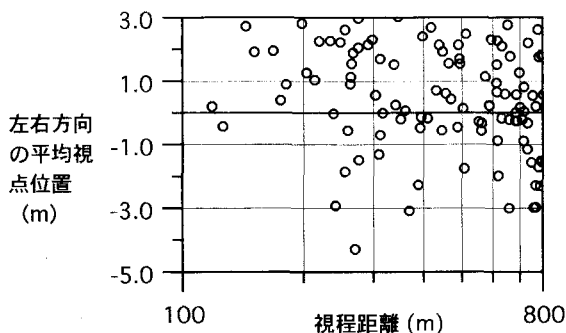


図1.2 左右方向の平均視点位置と視程距離

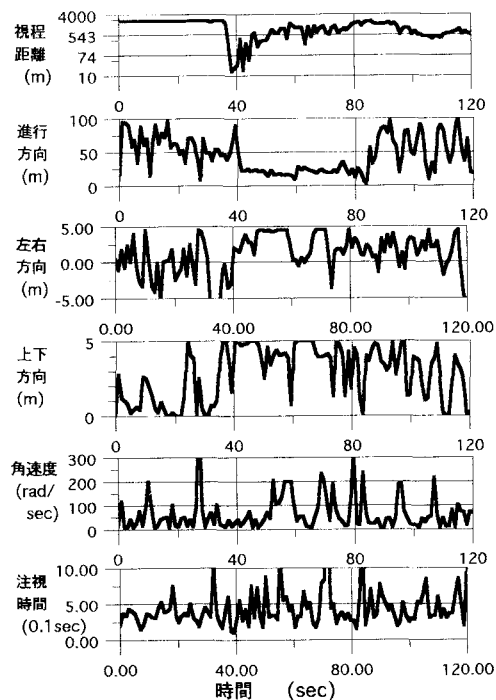


図1.3 大型車の巻き上げによる視程と視点の変化