

視程障害移動観測車の開発とその活用について

防災雪氷研究室

1. はじめに

積雪寒冷地の冬期道路は、吹雪等による視程障害や滑りやすい雪氷路面等のため、非常に厳しい運転環境となっている。視程障害時の事故は、後続車からの発見が遅れやすく、多重衝突事故に発展する事例も少なくない。また、多重衝突事故は長時間にわたり道路交通に障害を生じさせ、社会生活に与える影響も非常に大きい。このため、防雪林や防雪柵等各種の対策が行なわれてきているが、対策の実施にあたっては事前に現地の状況十分に把握することが必要であり、また、施工後の有効性の評価も重要である。しかし、対策を要する区間全体の気象状況を同時に観測することは、膨大な観測機材や人員、費用を要することから、実現が困難となっている。そこで、当研究室ではこうした問題に対処するため、各種の観測機器を搭載し、走行中に道路気象を観測できる視程障害移動観測車を開発し、各種実験観測に使用している。以下には視程障害移動観測車の概要と、活用事例について概説する。

2. 視程障害移動観測車の概要

上記に示したように、視程障害移動観測車は走行中に、以下に示すような道路気象を観測できるように開発したものである（平成7年度当時）。

- 1) 視程（乗用車のドライバーの視点に相当する約1.2 mの高さに設置した視程計により観測）
- 2) 風向・風速
- 3) 気温
- 4) ドライバーの視点挙動（アイカメラにより観測）

降雪や吹雪による視程障害時の道路では、視認できる目標物が乏しくなるため、前走車両のテールランプを目標に短い車間距離で追従走行する状況が多く見られる。こうした状況下においては、前走車両の減速や停止に対する適切な回避動作を行なう余裕が非常に少なく、事故の発生にはドライバーの運転挙動が大きく関与するものと考えられる。

冬期道路条件下における運転操作上の問題や、防雪施設の有無による運転挙動の変化について調査するため、平成9年度には視程障害移動観測車に以下の観測

機材を追加した。

- 5) ハンドル蛇角計
- 6) アクセル踏量計
- 7) ブレーキ踏力計
- 8) 水平2軸加速度計（前後方向、左右方向の瞬間的な車両の挙動を測定）
- 9) 簡易式路面摩擦係数測定器（フルロック・ブレーキ時の加速度からすべり摩擦係数を推定）

現在の視程障害移動観測車の搭載機器の概要を図-1に示す。



図-1 視程障害移動観測車概要図

3. 各種観測機器の概要

視程障害移動観測車に搭載する観測機器の内、観測車専用開発された「車載型視程計」と「土木分野では比較的なじみの薄いアイカメラ」について簡単に解説する。

1) 車載型視程計

この視程計(図-2)は、高規格幹線道路の視程障害を高速走行により移動観測する目的で開発された（平成3年度）もので、側方散乱方式と呼ばれる。本器は、一対の投光器と受光器から成り、投光器から1kHzで振幅変調された矩形波の平行光線を照射し、大気中の雪や霧によって吸収・散乱を受けた光を受光器で受け、入射光量から視程値を得るものである。な

お、太陽光の直流成分や、道路照明の低周波成分については、受光器の前置増幅器により1kHz成分のみを取り出すことで除去し、外乱光の影響を小さく抑えている。霧、雪の何れの観測においても同一特性で測定することが必要であるため、建設省土木研究所（当時）の人工霧発生装置内と、当研究所石狩吹雪実験場にて特性試験を行ない、投光器と受光器のなす角度を霧、雪とも特性が良好となるよう、約130度に設定した。

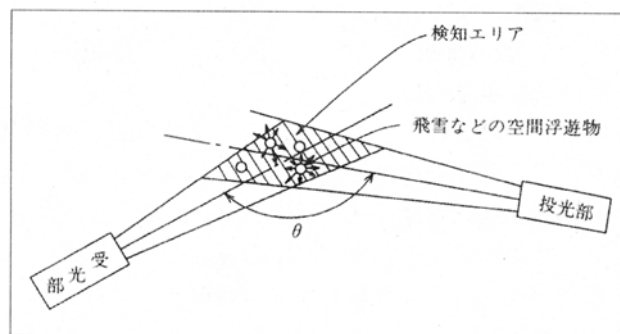


図-2 側方散乱型視程計

2) アイカメラ

アイカメラ（図-3）は人間の視点の動きを調査する機械で、被験者の目（両眼）に赤外線を当て、反射した光から注目点を調べるものがある。照射した赤外線の内、瞳孔に当たったものだけが反射されることを利用して、視線の動きを観測する。観測車では、吹雪地吹雪による視程障害時にドライバーが何を目標に運転しているか、また、視線誘導施設等の設置によってドライバーの視点の動きが改善するか等についての調査に使用する。

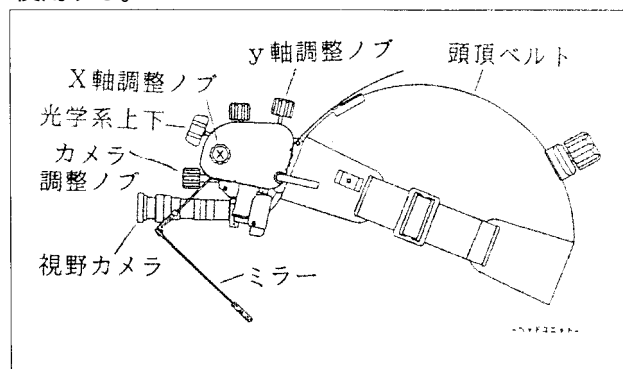


図-3 アイカメラ概略図

4. 視程障害移動観測車による観測事例

1) 視線誘導標の発光輝度による視線誘導効果の変化

この実験は、自発光式視線誘導標の発光輝度の違いによる視線誘導効果の変化をアイカメラにより調べたもので、平成8年1月～3月に行なったものである。自発光式視線誘導標の発光輝度は、萩原らの研究に

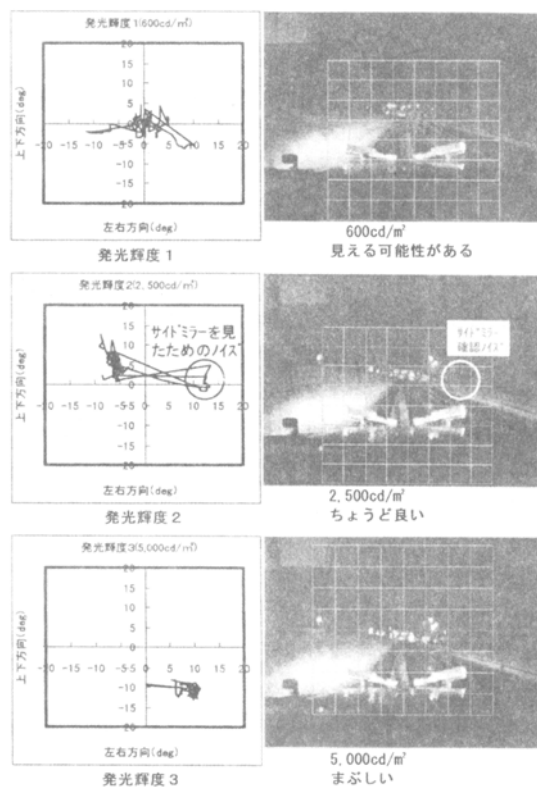


図-4 発光輝度と視点挙動

よる視認性評価式に基づき、以下の3段階とした。

輝度：発光輝度 600cd/m²

（萩原らの視認性評価：見える可能性がある）

輝度：発光輝度 2,500cd/m²

（萩原らの視認性評価：ちょうど良い）

輝度：発光輝度 5,000cd/m²

（萩原らの視認性評価：まぶしい）

輝度の場合、視点が比較的近くの路面上を移動しており、視線誘導が効果的に行なわれていない状態と考えられる。一方、輝度の場合では、視点が左前方の遠方の光（街灯や自発光式視線誘導標）に向いており、ドライバーが道路線形を容易に確認できていることがわかる。また、輝度の場合には、視点が右側下方に集中しており、自発光式視線誘導標の方向を避けている状況と考えられる。

この実験の結果、自発光式視線誘導標の発光輝度に応じて、ドライバーの視線挙動が変化することが確認され、発光輝度が低い場合には効果的に視線が誘導されないこと、輝度が高い場合には自発光式視線誘導標を直視でないことがわかった。ドライバーの視線挙動を安定させるため、照度や視程等の環境条件に応じた発光輝度制御を行なうことが重要と考えられる。

2) 防雪林による視程障害緩和効果の観測例

この観測は、防雪林の整備による効果を調べるため平成 8 年度冬期に移動気象観測を行なった時のものである。雄信内防雪林（一般国道 40 号）における観測結果を図 - 5 に示す。観測当時の雄信内防雪林は、農道、等の取付道路により一部断続的な部分もあるが、総延長は 5,815m となっている。観測の結果、防雪林が無い場合、視程が 100m 以下、風速が 10m/s 程度の気象条件において、防雪林整備区間では、視程はおよそ 200m 程度、風速は 5m/s 以下と、大幅に道路気象が改善している状況がわかる。

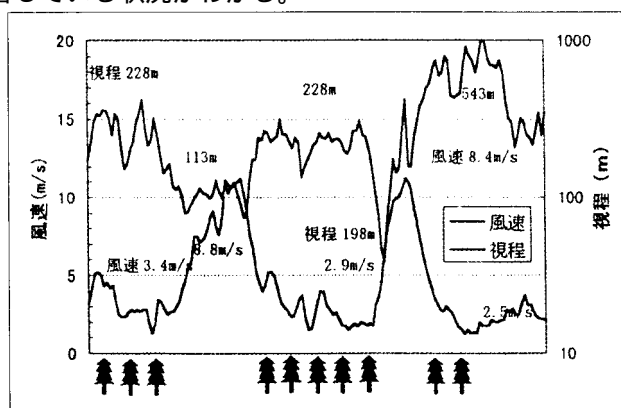


図 - 5 防雪林による道路気象改善効果

3) 視程障害時における運転挙動の調査事例

吹雪対策を検討するにあたっては、吹雪時のドライバーの運転挙動を把握することが重要である。

このため、札幌市近郊の一般国道 275 号江別市角山にて、平成 11～12 年度の 2 冬期にわたり吹雪時の被験者運転挙動実験を行なった。この実験では運転挙動、車両挙動、気象状況の観測を同時に行なった。

単路部における視程と速度の関係について調べた結果(図 - 6)、視程の低下に伴って、速度が低下していた。また、視程の低下とともにアクセル踏量の変動

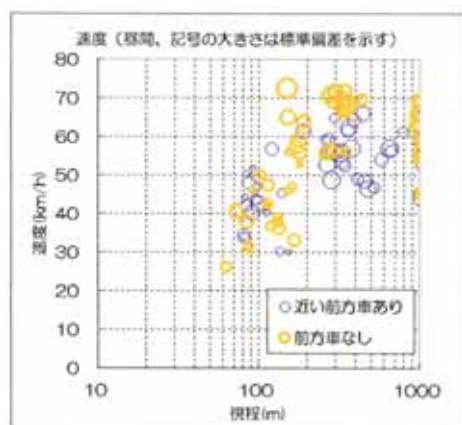


図 - 6 視程と速度の関係

や、ハンドル操作のふらつきも顕著に見られる等、視程の低下が運転挙動を不安定にすることがわかった。

4) 寒冷地 AHS による危険警告の効果の観測

寒冷地 AHS（走行支援道路システム）は、ITS 技術による積雪寒冷地を想定した直前の危険警告システムである。

この実験は、危険警告が運転挙動にどのような影響を与えるかを把握するため、危険警告の有無による障害物出現時の運転挙動の違いを被験者実験により調べたものである（写真 - 1）。

実験の結果、事前の危険警告によって、大部分の被験者の回避行動開始位置がより手前側となり、障害物直近での急ブレーキや急ハンドルが見られなくなることがわかった。また、事前の危険警告により、障害物回避時の速度低下の個人差が縮小する（図 - 7）こともわかった。



写真 - 1 実験状況

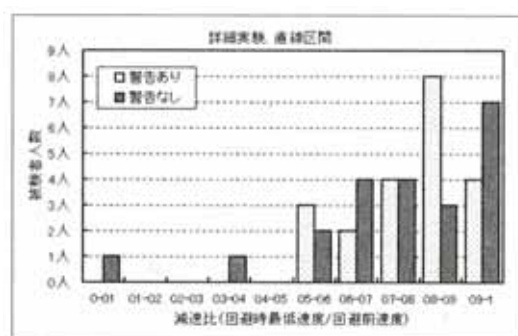


図 - 7 危険警告の有無と回避時の速度低下率

5. おわりに

以上、視程障害移動観測車の概要と、これまでの活用事例について記した。本機は効果的な観測システムとして、今後の研究にも大いに活用していく考えであり、これに合わせた機能向上を図っていききたい。また、紙面の都合から本稿で十分に紹介できなかった部分も

少なくない。以下に参考文献として示すので、興味がおありの方は併せてご覧いただきたい。(文責:金子学)

参 考 文 献

- 1) 福澤義文、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、平成4年1月号
- 2) 福澤義文、石本敬志、千葉隆広：視程障害移動観測車の開発とドライバーの視点挙動観測、土木学会第50回年次学術講演会、平成7年9月
- 3) 福澤義文、加治屋安彦、金子学ほか：道路防雪林の整

備効果について、寒地技術シンポジウム、平成9年11月

- 4) 福澤義文、加治屋安彦、今津降二：吹雪時の効果的な視線誘導システムと供用道路における検証実験、第23回日本道路会議、平成11年10月
- 5) 加治屋安彦、福澤義文、金子学ほか：冬期道路とヒューマン・ファクターに関する研究、寒地技術シンポジウム、平成11年10月.
- 6) 松澤勝、金子学、加治屋安彦ほか：寒冷地 AHS のユーザ受容性に関する基礎検討(その2)、寒地技術シンポジウム、平成12年11月.