

ハイパワー LED を活用した新たな視線誘導対策

池田 和也

北海道の最北端宗谷地域では、冬期の吹雪・地吹雪により道路利用に際して視程障害が頻発し、地域の安全・安心な交通行動を支える上で、大きな課題となっている。

そこで、近年技術開発が盛んであるハイパワー LED を活用し、より簡易かつ有効な視線誘導対策施設を検討した。

この施設は、既設の固定式支線誘導柱を活用することで、新たな支柱設置が不要であるほか、高所から直下の路面を照射するという性質上、冬期の降積雪による機能障害から解放されている。

本稿では、この新たな視線誘導対策の概要を紹介し、その機能・効果の検証結果を報告する。

キーワード：吹雪，地吹雪，視程障害，視線誘導施設，ハイパワー LED

1. 調査研究目的

北海道の最北に位置する宗谷地域は、東西及び北の三方向を海に囲まれ、宗谷丘陵に代表されるように低い山が多い。冬期は、特に日本海側では対馬海流の影響もあり -10°C 以下になることが少なく比較的温暖であるが、風が強いことが特徴である。そのため、道路における地吹雪の発生頻度が高く、視程障害が課題となっている。また、これに伴い、正面衝突等の事故の危険にさらされている。

これらの問題を解消するために、国土交通省 北海道開発局 稚内開発建設部（以下 稚内開発建設部）管内の国道では、防雪柵・防雪林の設置のほか、内部に駐車可能なスノーシェルター（パーキングシェルター）の整備、及びデリニューター等の視線誘導施設の設置に取り組んできた。

さらに、稚内開発建設部では、路線現況と地域の道路利用者のニーズを踏まえ、より安全な走行環境を確保の観点から、冬期の視線誘導対策の重要性に着目して新たな視線誘導対策に関する調査を実施し、平成20年度には現道への試験施工と試行的運用を実施した。また、新たな視線誘導施設のより効果的な運用に向け、道路構造（交差点、車道幅員の変化箇所、カーブ等）に応じた施設設置・点灯方法のあり方などについても検討を行ってきた。

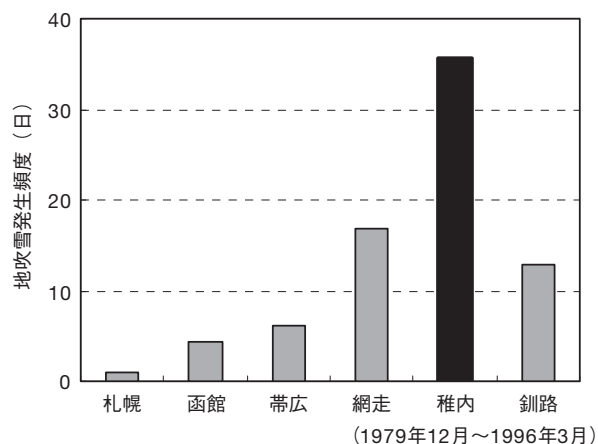
本稿は、この新たな視線誘導施設に関する取り組みについて、「ハイパワー LED を用いた視線誘導施設」

を対象とし、これまでの試行的運用、評価の状況について報告するものである。

2. 冬期視線誘導対策の必要性

当該地域の地吹雪の発生頻度は北海道の中でもとりわけ高い（図—1）。この地吹雪により路外逸脱・追突・正面衝突の危険が増すほか、後続車から追突される懸念から「停まりたくても停まれない」状況下での走行を強いられ、利用者に負担を与えている（写真—1）。

稚内開発建設部では、管内の最も主要な路線である一般国道40号を対象としたワークショップを開催し、地域の道路利用者也交えて路線の問題点を把握した（写真—2）。



図—1 地吹雪の発生頻度¹⁾



写真一 吹雪時の状況 (一般国道 40 号)



写真二 ワークショップ開催状況

ここでは、地域住民からも、最も重要な課題として、「視程障害の緩和による冬期の道路の機能確保・安全性向上」が求められた。

3. ハイパワー LED を用いた新しい冬期視線誘導施設

(1) 検討経緯

稚内開発建設部では、厳しい視程障害の発生状況を踏まえ、さらなる走行環境の改善に向け、新しい視線誘導対策の導入に向け調査を行っている。

そのひとつとして、これまでにレーンライティングシステム (LLS) を仮設し、現道での運用を試行した。

LLS は、北海道外にて交差点の路面表示の代替等の適用実績があるが、管内における冬期視線誘導対策としての適用に際しては、積雪による埋没等が課題となった。

この点の解決を図る施設として、「ハイパワー LED を用いた視線誘導施設」の導入に向けた検討を進めている。

(2) ハイパワー LED を用いた視線誘導施設の概要

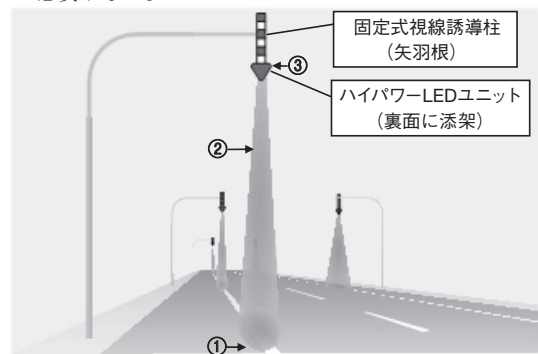
(a) 機能・性能

本施設は、既設の固定式視線誘導柱 (矢羽根) にハイパワー LED を用いた発光ユニットを添架し、下方 (路面) を照射するものである。

この施設の特長を図一 2 に示す。

<ハイパワーLED を用いた視線誘導施設の特長>

- ① 矢羽根設置から下方の路面を照射することで、路外逸脱を防ぐ。
- ② 下方を照射する際に生成される柱状の光による、上下方向に広がりのある視線誘導の可能性がある。
- ③ 矢羽根に添架するため、専用支柱を新規に設置する必要がない。



図一 2 ハイパワー LED を用いた視線誘導施設のイメージ

(b) 既存施設との比較・優位性

過年度に検討を行った LLS 及び、上方から路面を照射する道路照明との機能・性能の比較を表一 1 に示す。

表一 1 他の自発光施設との相対比較

	視認性	工事規模
道路照明	○	△(支柱新設を要す)
LLS	△(積雪時)	△(埋設を要す)
ハイパワー LED	○	○(既設支柱に添架)

ハイパワー LED を用いた視線誘導施設は、特に以下の点で優位性を持つと考えられる。

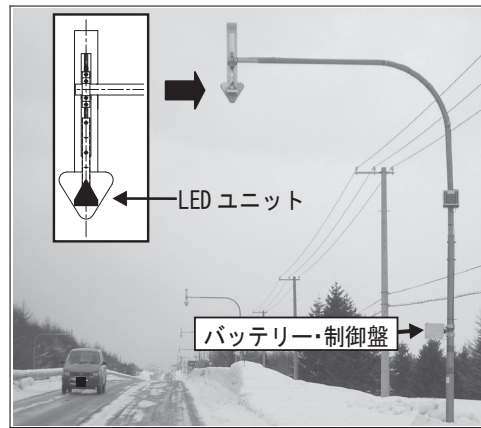
- ① 路面状況によらず路側位置を照射できること
- ② 既存の矢羽根への添架が可能であることから、支柱の新設が不要であり工事規模が小さいこと

(c) 機器の諸元と設置方法

ハイパワー LED ユニットの諸元を表一 2 に示す。過年度に比べ LED の性能 (光度) が向上している。また本装置の設置方法を図一 3 に示す。なお、既設の矢羽根への添架に際しては構造計算を行い、安全性を確認した。

表一 2 ハイパワーLEDユニットの諸元

灯具形状	矢羽根への添架が可能なサイズ		
灯色	・アンバー（橙） ・ピュアグリーン（緑）		
光度 (cd/1球)	灯色	各年度のスペック (光度が年々向上)	
		H20年度	H21年度
	アンバー	500	600
	ピュアグリーン	800	1,700
LED球数	Φ20のLEDを1基当たり16球配置		
照射面形状	円形		



写真一3 現道設置状況 (一般国道40号豊富町)

多くのドライバーに新たな施設を体験・利用いただくため、現道に試験施工を行い、試行的運用を実施した。

(2) 試験施工・運用の状況

現道で点灯状況を確認した状況を写真一4,5に示す。晴天/荒天時ともに、路面が照射されていることを確認した。さらに、荒天時は、空中の雪粒に照射光が反射することにより、柱状の光が生成されている(写真一4)。

なお、除雪により路側に生成された壁状の雪(雪壁)が存在する区間では、雪壁が照らされることにより、雪壁がない区間に比べ、視認性が向上する(写真一5)。

また、参考として既存の道路照明と新しい視線誘導施設の電気使用料金について比較した例を表一3に示す。

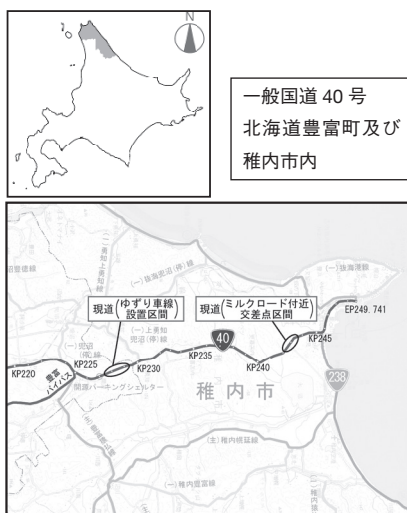


写真一4 現道での点灯状況 (降雪時の柱状の光の形成)

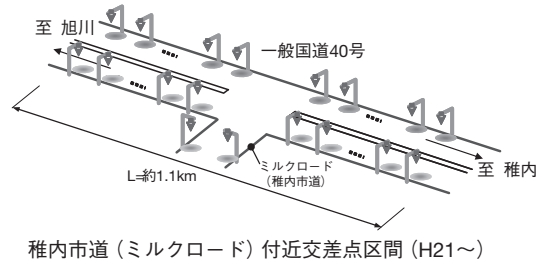
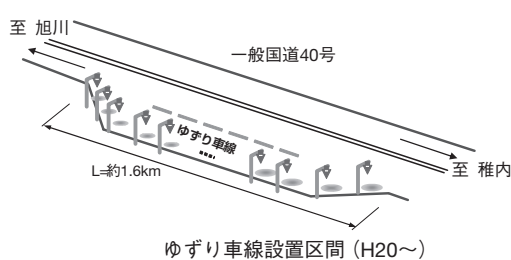
4. 新しい冬期視線誘導施設の試験施工・運用

(1) 試験施工・運用の概要

本施設については、平成20年度以降、一般国道40号現道にて運用実験を行っている。概要は以下の通り。



図一4 試行設置箇所 (一般国道40号豊富町・稚内市)



図一5 現道における新しい視線誘導施設の設置概要



写真一五 現道での点灯状況 (路面・路側雪壁への照射)

表一三 1基当りの日額の電気使用料金

種類	電気料金(円/基/日)
新しい視線誘導施設	約4円※
参考:道路照明(高圧ナトリウムランプ)	約48円※※

※ H21.12～H22.3の平均

※※ LED 道路照明の現地試験実施に関する資料 (平成22年 北海道開発局) を基に算出

5. アイマークレコーダによる効果計測

(1) 概要

ハイパワーLEDを用いた視線誘導施設の効果を把握するために、アイマークレコーダを用いて、新たな視線誘導施設の設置/非設置の各区間のデータを取得し、ドライバーの注視行動を比較した。

被験者：当該区間の走行経験を有しない北海道在住者とし、積雪期(3月)・無雪期(11月)とも各4人(性別及び年齢階層で分類)とした。

走行区間：評価対象施設の設置・非設置の別で行うこととし、設置区間近傍から類似の道路状況を有していると判断した区間を、新たな視線誘導施設の非設置区間の比較対象として選定した。

(2) 評価に際しての仮説

視程障害時に車道外側線位置をより正確に認識できれば、路外逸脱等の事故防止に繋がると考えられる。

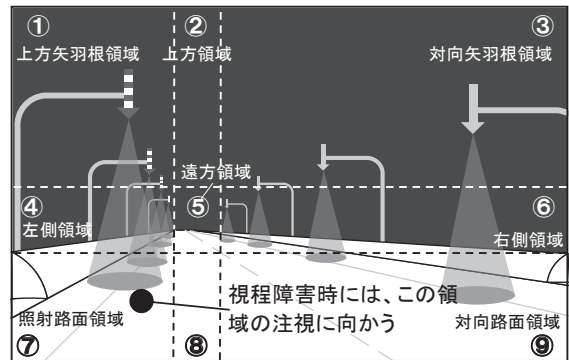
そのため、非設置区間では、視程障害時の目標物が従来の固定式視線誘導柱(矢羽根)になると考えられるのに対して、設置区間では照射路面があることで、それが走行する際の目標になると考えられる。

そこで、以下のように仮説を立てた。

〈評価に際しての仮説〉

- ・新たな視線誘導施設の設置区間では、非設置区間に比べ、車道外側線位置認識のため照射路面付近

を注視する傾向に変化する。すなわち、設置区間では図一六の「⑦照射路面領域」を注視する傾向になる。



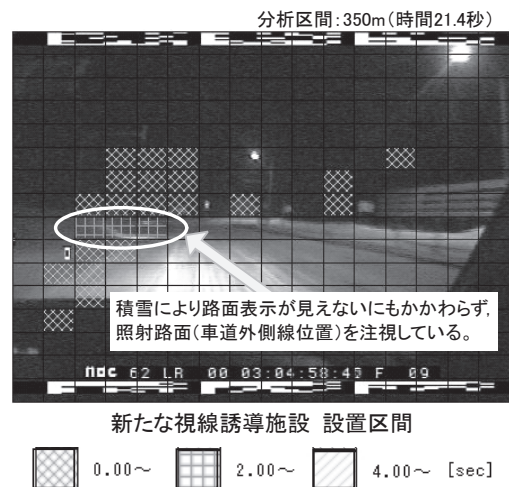
図一六 注視領域の仮説

(3) 結果

(a) 領域別停留点時間分布の解析例

領域別停留点時間分布の解析例を図一七に示す。

図一七のように、新たな視線誘導施設を設置した区間では、降雪時(視程障害時)に、車道外側線位置の認識のため、照射路面付近(自車近傍かつ路面高さ付近)を注視するという仮説に従った傾向がみられた。



図一七 領域別停留点時間分布の解析例

(b) 聞き取り調査

実験後には、被験者に対し意識としての運転行動の特性、及び新たな視線誘導施設に対する所感を得た。このうち、従来の固定式視線誘導柱との比較に関する事項を示す。

〈従来の固定式視線誘導柱との比較について〉

- ・従来の固定式視線誘導柱と、新たな視線誘導施設の走りやすさからみた比較では、多くの被験者が、新たな視線誘導施設の優位を挙げた。
- ・その主な理由として「光を辿っていくと安心感がある」、「固定式視線誘導柱は視認できない場合が

表-4 検証・評価事項と結果

検証事項		評価
視認性	・路面上の照射性能	・アンバー／ピュアグリーンの各色ともに、路面照射による視線誘導が評価された。 ・雪壁への照射により、道路端位置の認識が容易になる。 ・凸線形の場合、遠方の路面上の照射光の確認が困難な可能性がある。
	・光柱の生成による視認性の向上効果	・降雪時には、晴天時には確認できなかった光の柱が確認され、降雪時においても視線誘導機能が期待できる。
照射面形状	・円形照射面の設定の妥当性	・「現状の円形が良い」という意見のほか、「路肩を光の線で示す方法はどうか？」との意見があり、円形以外の照射面についても、ヒアリングや現道での確認が困難である代替案に関するヴァーチャルリアリティを用いた検討を行った結果、円形が望ましいと考えた。
	・車道外側線位置を含めた照射範囲の妥当性	・車道外側線を示すべきであるのに対して、照射範囲が広く、中央分離帯付近まで照射されている場合があり、照射範囲を絞ったタイプを検討すべき。
運用(灯具LED色、点灯方法等)	・LED色の妥当性	・アンバーも十分視認できる性能があるが、ピュアグリーンが特に高評価。
	・点灯方法	・常灯運用、雨天夜間の運用、矢羽根との共同運用を行うことが望ましい。 ・昼間運用、季節・天候での設置間隔の変更は行わないことが望ましい。 ・固定式視線誘導柱の設置間隔に準拠する。 ・ゆずり車線始点部・終点部での設置間隔短縮も可能とする。
その他(コスト等)		・運用コスト(電気料金)は、1基あたり約4円/日。 ・これまでに、故障・破損による修理交換は無し。

あり、照射路面・光の柱が見えれば、こちらのほうが良い」、「上方の目標より、下方(路面高さ)の目標のほうが良い」等が挙げられる。

以上の調査結果により、下記のことになった。

- ・路面表示等が確認できない路面・気象状況下でも、新たな視線誘導施設により、車道外側線位置を注視している。
- ・一方、走行時に車道外側線位置を確認できる目標を路面上に置き、路面高さにて道路の線形を確認できる状況が望ましい。
- ・上記より、視程障害時など前方の状況確認が困難な状況においても、路面上の車道外側線位置を確認できる。

以上により、より安全・安心な走行環境(路外逸脱の防止等)への寄与が期待できる。

6. その他の評価・検証結果のまとめ

新たな視線誘導施設については、アイマークレコーダを用いた評価のほかに、これまでの試行的運用において、施設の視認性、照射面の形状のほか、灯色や設置・点灯方法等の運用方針等について、地域住民へのヒアリングなどにより検討を行ってきた。それらの結果を表-4に示す。

7. おわりに

宗谷地域独自の取り組みとして、稚内開発建設部に

おいては、新しい視線誘導施設の導入検討を進めてきた。

この施設は、現道での試行的運用を通じ、概ね好評を得ており、検証結果からも視線誘導対策施設としての効果があるものと考えられる。しかし中央分離帯付近まで照射されている場合が見られ、LEDユニットの光度や照射範囲など、車道外側線を適切に示す対策としての新たな視線誘導施設の検討は今後も必要であり調査検討を進める。

最後に、試行設置した施設をご視察いただき貴重なご意見を頂いた北海道大学大学院萩原亨教授、首都大学東京清水哲夫教授、北見工業大学高橋清教授、社団法人北海道開発技術センター金田安弘部長の各氏、ならびに、駐車場における既設電柱への機器仮設にご理解とご協力を頂いた北海道電力(株)様、市道への施設設置にご理解とご協力を頂いた稚内市様に謝意を表します。

JICMA

《参考文献》

- 1) 国土交通省北海道開発局、「道路吹雪対策マニュアル」、2003年

【筆者紹介】
池田 和也(いけだ かずや)
国土交通省
北海道開発局 稚内開発建設部 道路計画課
道路計画専門官