

適切な除雪発動を目的とした降積雪量把握装置の開発

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○渡邊 了
 ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 正会員 石間 計夫

1. 背景と目的

積雪地で鉄道の安全安定輸送を確保するには、線路上における除雪作業が必要である。通常除雪作業は営業運転時間外（主に夜間・早朝時間）に行うが、発動の有無については民間や気象庁の気象情報データ等を参考にし、また保線社員の目による列車巡視で判断している。しかし、これらのデータは、特に山岳部を含む線区において実際の降雪量との乖離が大きい。さらに、夜間時間帯においては列車巡視による目視確認が困難であることから、発動の判断に苦慮しているのが現状である。このため筆者らは約2年間にわたり、「現場第一線の技術開発」による共同研究において適切な除雪発動を目的とした降積雪量把握装置の検討、並びに試作機の構築、豪雪線区での実証実験を行った。本稿では、その内容について報告する。

2. 開発条件

降積雪量把握装置は、山岳部を含む線区において、一定時間毎に線路付近の積雪量と温湿度を測定、及び映像を撮影してサーバーに蓄積し、遠隔地からPCや携帯電話をサーバーに接続することにより、データ閲覧を可能にすることを開発条件とした。さらに、積雪量が一定値以上に達した場合は、注意を促す電子メール（以下、降雪量監視メール）の自動配信機能も備えることとした。各データの取得目的を表1に整理する。

表1 取得するデータ種類、及び取得目的

項目	取得目的
降積雪量	線路付近の積雪量計測 降雪量監視メール配信のための基礎データ
温湿度	雨や曇・雪の推定、雪質の推定
映像	現地の状況把握

3. 降積雪量測定手法の検討

降積雪量測定手法は、線路付近の積雪量を非接触かつ列車の運行を妨げないで測定する必要がある。また、除雪車や列車の通過に伴って線路付近に落とされた、雪塊の影響を排除しなければならない。

これらを条件として本開発では、LEDを用いた距

離画像センサと赤外線を用いたレーザースキャナの2種類を比較検討した。以下、各センサの概要と検討結果を記載する。

(1) 距離画像センサ

距離画像センサは、LEDを用いた光波測距技術により、一定範囲に含まれる物体の映像と距離情報を面的に測定することができる。（図1参照）本件では、この特徴が、先に説明した雪塊など局所的な積雪の影響を排除した測定に効果があると推測し、降積雪量を測定する直上（6m付近）に装置を取り付けて積雪量の測定を試みた。



図1 LED距離画像センサ

(○→：距離画像センサの拡大写真)

(2) レーザースキャナ

レーザースキャナは、赤外線レーザー光を用いた測距技術と内蔵モーターによるレーザー照射位置の回転により270°範囲（測距範囲：18m以内）の距離情報を測定することができる。（図2参照）本件では、測距可能な距離が長いことや、装置の取り付け方により線路付近の積雪横断が取得できると推測し、降積雪量を測定する側方（高さ5m付近）に装置を取り付けて積雪量の測定を試みた。

キーワード 鉄道, 雪, 除雪, レーザー, LED, Webカメラ

連絡先 〒990-0039 山形市香澄町一丁目1番17号 東日本旅客鉄道(株) 山形保線技術センター TEL023-635-3645

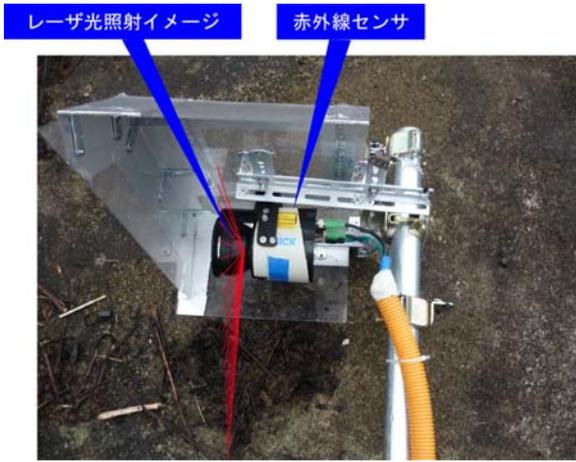


図2 赤外線レーザースキャナ

(3) 検討結果

先に示した2種類の測定手法を比較した結果を表2に示す。レーザースキャナは、線路側方から高い精度で積雪量測定が可能であり、線路横断方向に連続的に測定した値を平均化することにより、雪塊などの局所的な積雪の影響も少なくすることが可能である。

表2 降積雪量測定手法の比較結果

比較項目	測定手法 LED 距離画像センサ	赤外線 レーザースキャナ
①線路付近の測定可否	△ (線路直上設置は困難)	○ (線路側方からの測定可)
②測定精度	△ (最大誤差:23cm)	○ (誤差:1cm以下)
③雪塊の影響除去	○ (雪塊の影響除去可)	○ (雪塊の影響減少可)
④装置の大きさ	○ 224×314×220(mm)	○ 152×105×73(mm)
評価	△	○

4. 実証実験

(1) 概要

本実験は降積雪量把握装置をJR東日本管内有数の豪雪地帯である奥羽本線峠駅付近に設置した。図3は、

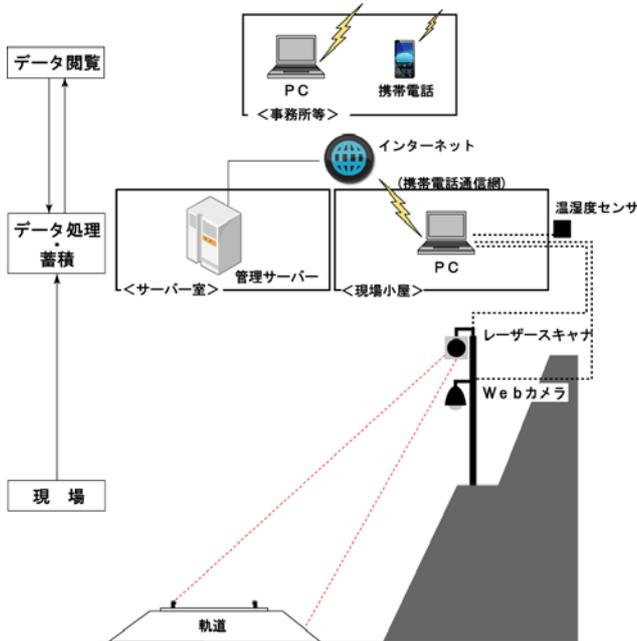


図3 降積雪量把握装置構成図

各装置の構成図、及び図左はデータの流れを示している。期間は、冬期における約3ヶ月間とした。

(2) 実験結果

本実験の結果、約3ヶ月間にわたり、各装置の連続測定、並びに遠隔地からのデータ閲覧が可能であった。図4は、2010/1/1(12:00)~1/3(12:00)に測定された積雪と同日時の気象庁(米沢観測所)の積雪を比較したグラフである。図4の“①”“②”に示した積雪量の低下は除雪作業によるものであり、降積雪量把握装置が線路付近の積雪量を正しく測定していることが分かる。また、温湿度センサによる測定値からは、天気予報の雨・雪等の判別に用いられる「雨雪判別表」を基に、雪質や降雪の有無を推定することができた。Webカメラは、サーバーを通じて、カメラの画角(パン・チルト・ズーム)調整を可能とし、線路付近の詳細な状況確認を可能とした。

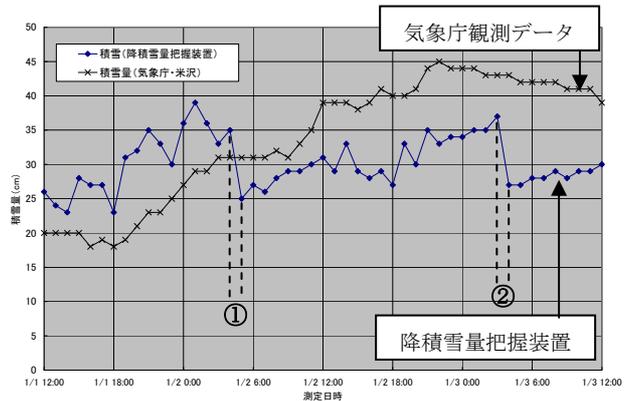


図4 降積雪量測定結果(2010/1/1~2010/1/3)

5. まとめ

降積雪量把握装置は、適切な除雪発動の支援を目的として開発を行い、約2年間にわたる実験によりその機能が実証された。これにより、気象データや列車巡視による情報での除雪発動から、定量的な現場の測定データやWebカメラを通したリアルタイムな目視確認による除雪発動となり、飛躍的にその効果が期待できる。

一方、除雪された雪の蓄積に伴い、レーザー光の一部が抵触して積雪量が誤測定される課題も判明した。このため、線路とレーザースキャナ設置高の俯角については、再考が必要である。

今後は、測定精度の向上や上下線(2線路)の積雪を同時に測定するための手法検討をすすめ、さらなる効率化と鉄道の安全安定輸送の確保を目指して取り組んでいく所存である。