

地下鉄トンネル検査における熟練検査員と新規検査員の行動パターン分析

東京地下鉄 (株)	正会員	○小西 真治
東京地下鉄 (株)	正会員	石川 幸宏
東京地下鉄 (株)	非会員	榎谷 祐輝
東京地下鉄 (株)	正会員	田中 大介
北海道大学	非会員	前田 圭介
北海道大学	非会員	小川 貴弘
北海道大学	非会員	長谷山 美紀

1. はじめに

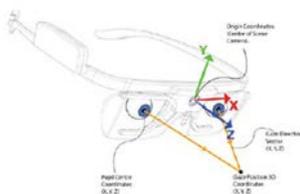
東京地下鉄株式会社（以下「東京メトロ」という。）では、土木構造物の維持管理である検査を、「鉄道構造物等維持管理標準」¹⁾等に基づき、目視や打音で実施している。（写真－1）しかし、労働人口の減少が予測されており、人材の確保が課題となっている。また、検査員の持つ経験や知識により熟練検査員と経験の浅い検査員（以下「新規検査員」という。）では、新規変状（新たに発生した記録すべき変状）の発見や検査行動に差が生じている課題もある。検査員の個人差を極力無くし検査の精度を保つためには、新規検査員の教育が重要である。しかし育成には多くの時間を要するとともに、現場での経験に大きく影響される事が課題であった。課題解決策の一つとして、熟練検査員の行動を可視化し新規検査員の教育に利用するため、センサーで取得したデータを活用した熟練検査員と新規検査員の行動パターンの違いを分析したので報告する。



写真－1 トンネル検査状況

2. センサの種類

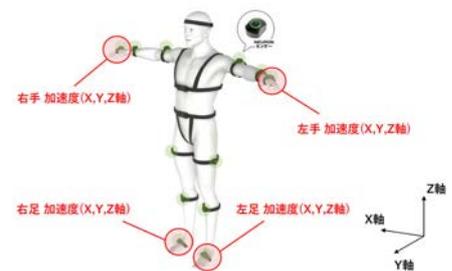
行動パターンの収集には視線の注視領域や顔の動き、点検者視点の映像を取る視線センサの他、人の動きを取るモーションセンサなど8つのセンサを用いて行動データの収集を行った（図－1，2）。また点検中の様子をビデオカメラとICレコーダーで記録した。センサデータについては文献2) 3) を参照。



図－1 視線センサ Tobii Pro Glasses 2.

図は、Tobii Pro Glasses 2の開発者ガイドより抜粋

(<https://www.tobii.com/ja/product-listing/tobii-pro-glasses-2-api/>)



図－2 モーションセンサ Perception Neuron Pro.

図は、Perception Neuron Pro Catalog

(https://www.aiuto-jp.co.jp/support/file_89.php) を一部改変

3. データ収集状況

データの収集には現場経験5年以上の検査員2名と現場経験3か月の検査員1名の3名を被験者として設

キーワード 地下鉄, トンネル, 維持管理, 点検行動, センサー

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄株式会社 工務部土木課 TEL03-3837-7230

定した。データ収集場所は、東京メトロの営業線であるトンネルとし、通常行っているトンネル検査と同じ条件とした。被験者に、視線センサ、モーションセンサ等を取付け(写真-2)、選定した場所で一人一人検査を実施し、その行動パターンを記録した(写真-3)。この時、特に注意した事項として、バイアスが掛からないよう、他の被験者の実験の様子は見せないこととした。また、被験者は実験後すぐに、点検時の映像(ビデオカメラ)と検査記録(検査用タブレット)を確認し「何を見ていたのか」、「なぜ打音をしたのか」など、点検行動に対する点検者の意図を記録した。



写真-2 センサ取付状況

4. 分析結果

トンネルの点検では目視点検と打音点検が多くの割合を占めることから、取得した点検行動データの視線行動と人の動きを用いた分析を実施した。分析の結果、熟練検査員と新規検査員では視線の注視領域や同一箇所での打音点検範囲に大きな違いがあることが分かった。(図-2) また、新規検査員は過去変状の記録に影響を受けやすく新規変状の発見精度も低い傾向にあることや、熟練検査員同士でも点検行動の差がみられた。この差が経験による暗黙知である可能性があると考えられる。

5. まとめ

今回、視線センサとモーションセンサを用いて分析を実施した。分析の結果、熟練検査員と新規検査員の点検行動はセンサを用いて判別が可能であることが分かった。今後、熟練検査員の経験による行動データを拡充するため、多くの熟練検査員の行動データの取得を行っていく。また、点検行動データをAIに学習させることで、検査員の点検行動の判別や視線センサの映像から変状領域を提示するAIを構築し検査員の教育への利用していく予定である。

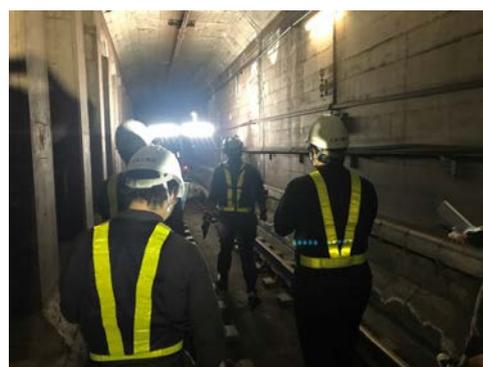


写真-3 点検時の状況

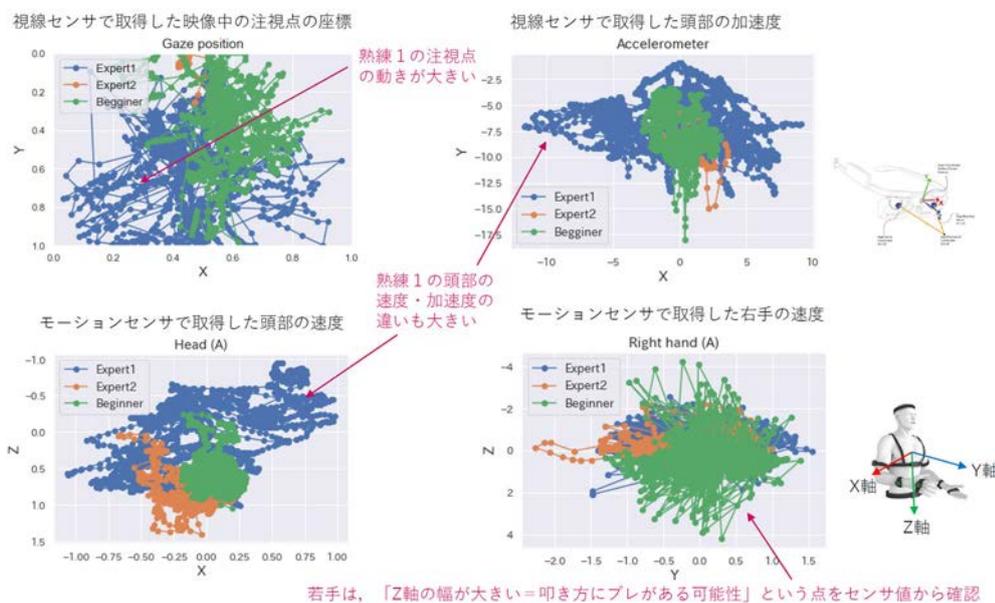


図-2 視線センサ・モーションセンサによる取得データ例

参考文献

- 1) 鉄道総研：鉄道構造物等維持管理標準（トンネル），丸善，2007。
- 2) 九島哲哉，前田圭介，小川貴弘，長谷山美紀：地下鉄トンネル点検時の生体信号に基づいた熟練および若手技術者の分類に関する検討，映像情報メディア学会技術報告，vol.44，no.6，pp.101-105，2020。
- 3) 赤松祐亮，前田圭介，小川貴弘，長谷山美紀：地下鉄トンネル点検時の技術者から取得される視線およびモーションデータに基づく熟練度の推定に関する検討，映像情報メディア学会技術報告，vol.45，no.4，pp.7-12，2021。