

車両床下外観自動検査システムを開発しました

公益財団法人鉄道総合技術研究所は、通過する鉄道車両の床下部を撮影して外観上の異常の有無を診断する車両床下外観自動検査システムを開発しました。

【システムによる効果・特徴】

- 車両外観撮影装置を用いて屋外で撮影した画像から、車両床下機器の異常を診断誤検知1%未満の精度で診断できます。
- 車両外観撮影装置は、ラインスキャンカメラ、高輝度ライン照明、レーザードップラー速度計、車両検知センサー等で構成されており（図1）、屋外で昼夜晴雨を問わず、通過する車両の床下部の高精細な画像を撮影、保存できます。
- 診断アルゴリズムにはAIを活用し、検査箇所への日差しや雨濡れなどの外乱に強い学習手法を開発して用いました。
- 診断処理や検査結果の管理に必要な車両番号は、撮影された車体の表記から認識するため、車両番号を認識するためのRFタグなどの搭載が不要です。

【開発の背景】

鉄道車両の安全運行に欠かせない車両の検査の一つ

に、車両を分解せずに行う「列車検査（仕業検査）」があります。列車検査では、検査員が車両の近くまでおもむいて各機器の状態を目視で確認しています。これを約10日の周期で全車両に対して実施する必要があるため人手を要します。そこで、省力化、省人化を目的として、検査箇所の多い床下部を対象として、外観検査（目視で確認）を自動化する技術の開発に取り組みました。

【本システムの概要】

車両基地の入り口に車両外観撮影装置（図2）を設置することにより、車両が基地に入る際に床下部の側面を撮影します。本システムでは、レーザードップラー速度計で車両の走行速度を計測しながらラインスキャンカメラで撮影することにより（図1）、連続した画像が得られます（図3）。

撮影した画像から認識した車両番号にもとづき、車両ごとに用意されたテンプレート画像や車両形式ご

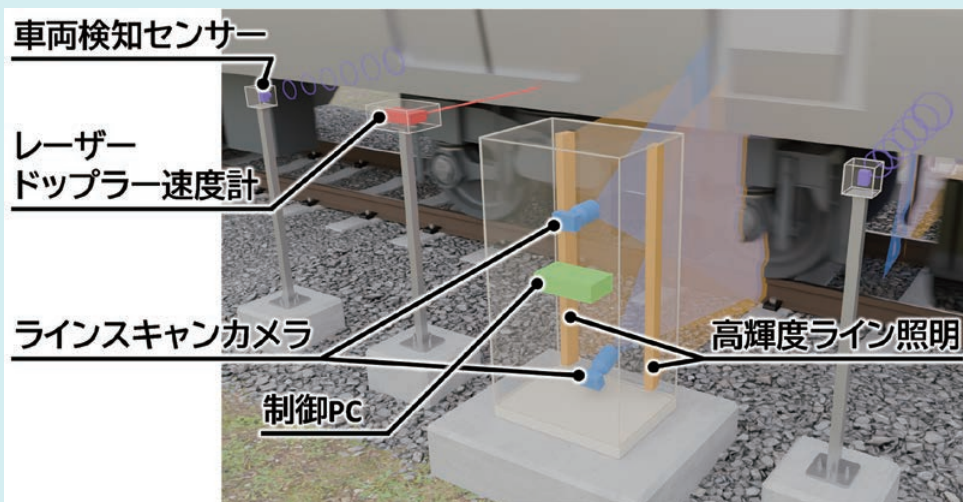


図1 車両外観撮影装置の設置イメージ



図2 車両外観撮影装置



図3 本システムで撮影した画像の例

とのAI学習モデルを用いたアルゴリズムで外観状態を診断します。診断では、検査箇所への日差しや雨濡れによる外観変化の影響を抑えつつ、正常状態の多数の画像を学習したAIと、正常な状態の画像との差分を評価するアルゴリズムの組み合わせにより、検査箇所ごとに異常度を算出し、しきい値と比較することで正常か異常かを判定します(図4)。

車両基地内を走行する車両を1年9か月間撮影して検証した結果、15種類の模擬異常(表1)に対して、見逃し(異常を正常と判定)0%かつ誤検知(正常を異

常と判定)1%未満の精度で診断できることを確認しました。これにより、列車検査における床下目視箇所の約7割を本システムによる自動検査に置き換えることが期待されます。

【本システムの適用】

本システムを構成する撮影技術を採用した車両外観撮影装置が九州旅客鉄道株式会社殿に導入される予定です。

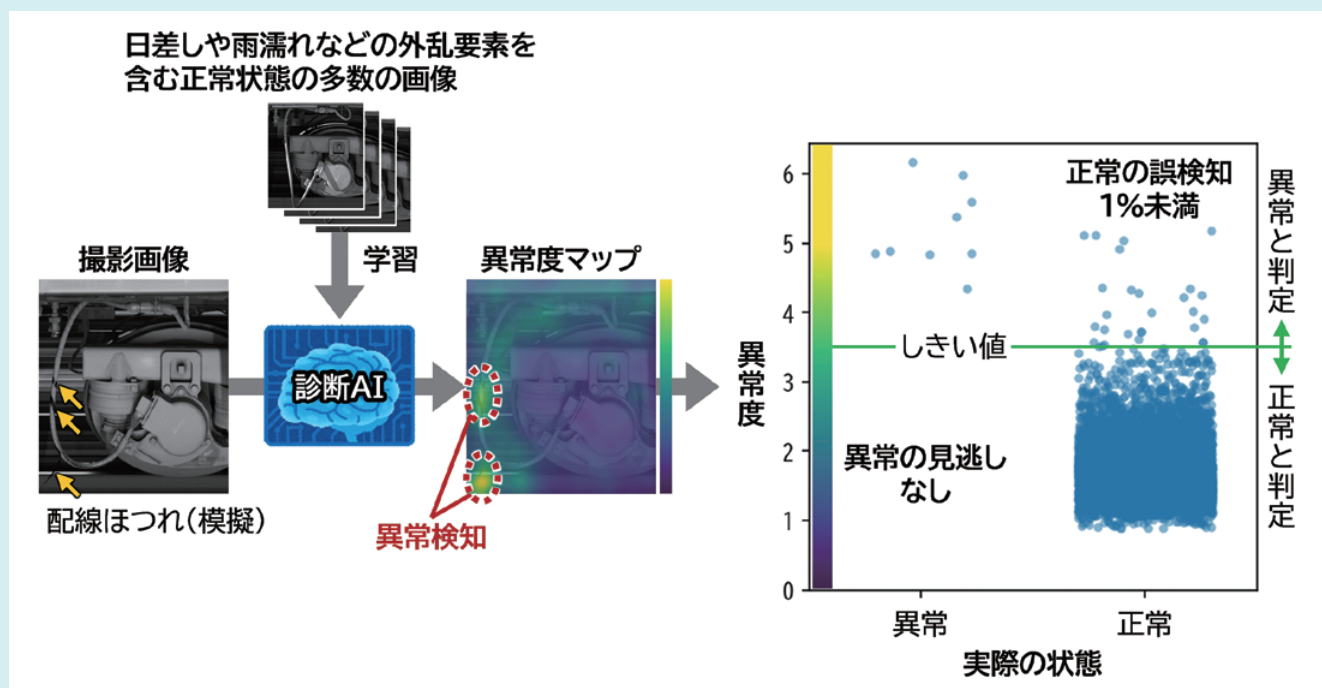


図4 診断アルゴリズムと検証結果(配線ほつれの診断)

表1 検知できた模擬異常

部品外れ	配線ほつれ・外れ, ボルト・ナット落失, 針金切れ, 調整棒外れ, 制輪子落失
変形・損傷	排障器曲がり
操作部反位	機器箱蓋鎖錠開き, エアコック反位・半開
異物	枝, ビニール袋, ハンマー
その他	ダンパー油漏れ

光ファイバーセンシング技術を用いて 地震の影響を即時に判断する手法を開発しました

公益財団法人鉄道総合技術研究所は、地震後、復旧までに要する時間の大幅な短縮を目的として、光ファイバーセンシング技術を用いて鉄道への地震の影響（列車の停止範囲や設備の点検範囲）を即時に判断する手法を開発しました。

【開発した手法の効果・特徴】

- 震源推定と地震後の運転再開判断に適用：光ファイバーセンシング技術の高密度な振動の観測データを用いて即時かつ高精度に震源位置を推定できます（図1）。そのため、
 - ・従来よりも、地震発生時に列車を停止させる範囲を限定できます。
 - ・従来よりも、運転再開の判断に必要な設備点検の範囲を大幅に絞り込めます。

結果として、地震後のダウンタイムを大幅に短縮で

きます。

- 既存設備を活用した高密度な観測網：既存の鉄道沿線の通信用光ファイバーケーブルを用いるため、大規模な設備投資が必要ありません。
- 様々な振動を観測：通常は地震計でしか捉えることのできない小さな地震でもP波とS波を明瞭に観測できます（図2）。また、列車の走行振動も明瞭に観測できており、地震以外の振動のモニタリングにも活用できます。

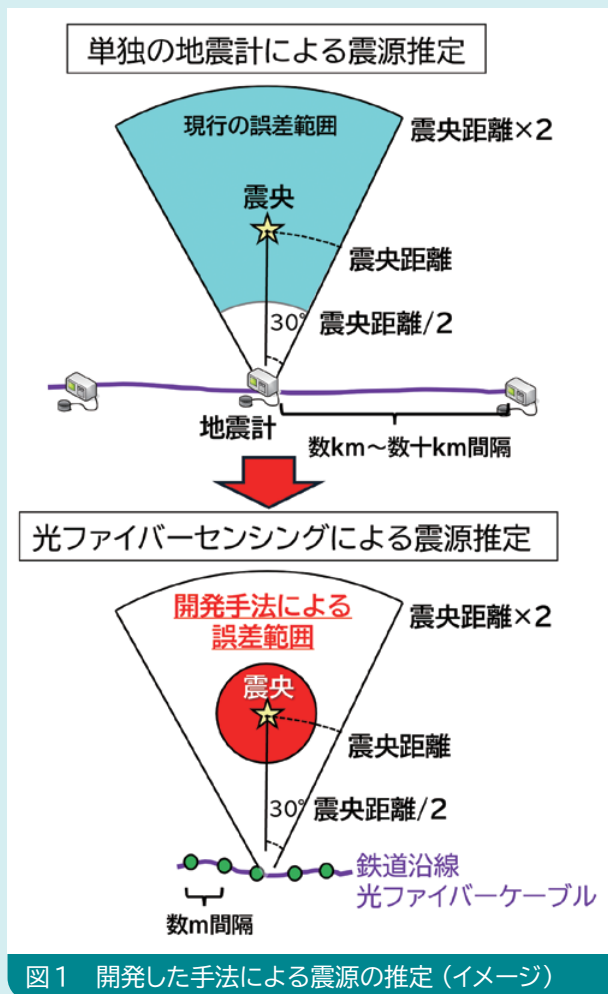


図1 開発した手法による震源の推定（イメージ）

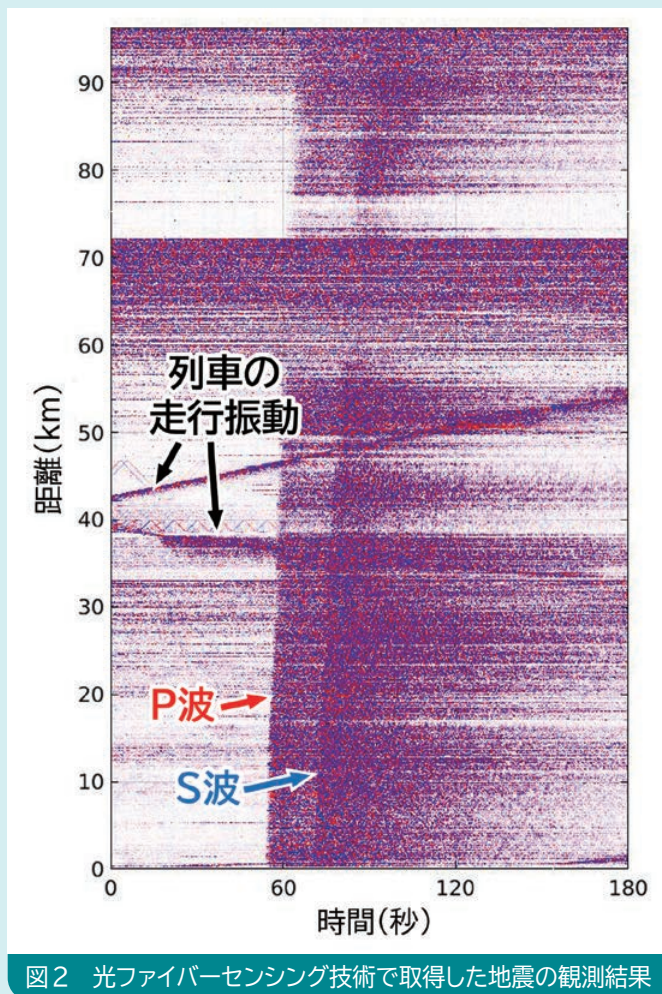


図2 光ファイバーセンシング技術で取得した地震の観測結果

【開発の背景】

- 現在の鉄道地震防災システムは、沿線に数km～数十kmと広い間隔で設置された地震計の揺れのデータによって震源位置を即時に推定し、地震による影響を判断しています。
 - ・ 震源位置の推定情報は早期地震警報として地震時の列車停止判断に活用されます。
 - ・ 地震計で計測された揺れの大きさは運転再開判断に活用されます。
- 震源推定の精度向上や沿線の揺れの高密度な観測により、鉄道地震防災システムのさらなる高度化が期待されます。

そこで、鉄道沿線の通信用光ファイバーケーブルを活用した光ファイバーセンシング技術の適用を検討しました。

【光ファイバーセンシング技術の概要】

- 光ファイバーセンシング技術は、光ファイバーケーブルに光を入射し、光ファイバー内のガラス不均質

部（散乱体）で反射された散乱光を観測する技術です（図3）。

- 地震波等の外的な振動が光ファイバーに加わると、光ファイバーに伸び縮み（ひずみ）が発生し、散乱光にズレが生じます。このズレの程度から揺れを検知できます。
- 鉄道沿線に敷設されている通信用光ファイバーケーブルにこの技術を適用した場合、約100kmにわたる区間にあたかも地震計を数m間隔で設置したのと同じように、沿線の振動を連続的に取得できます。

【今後の展開】

鉄道地震防災システムへの光ファイバーセンシング技術の適用と実用化に向け、鉄道事業者と連携し、開発した手法を高度化するとともに、本手法を搭載したプロトタイプシステムの開発を進めます。

本研究の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施しました。

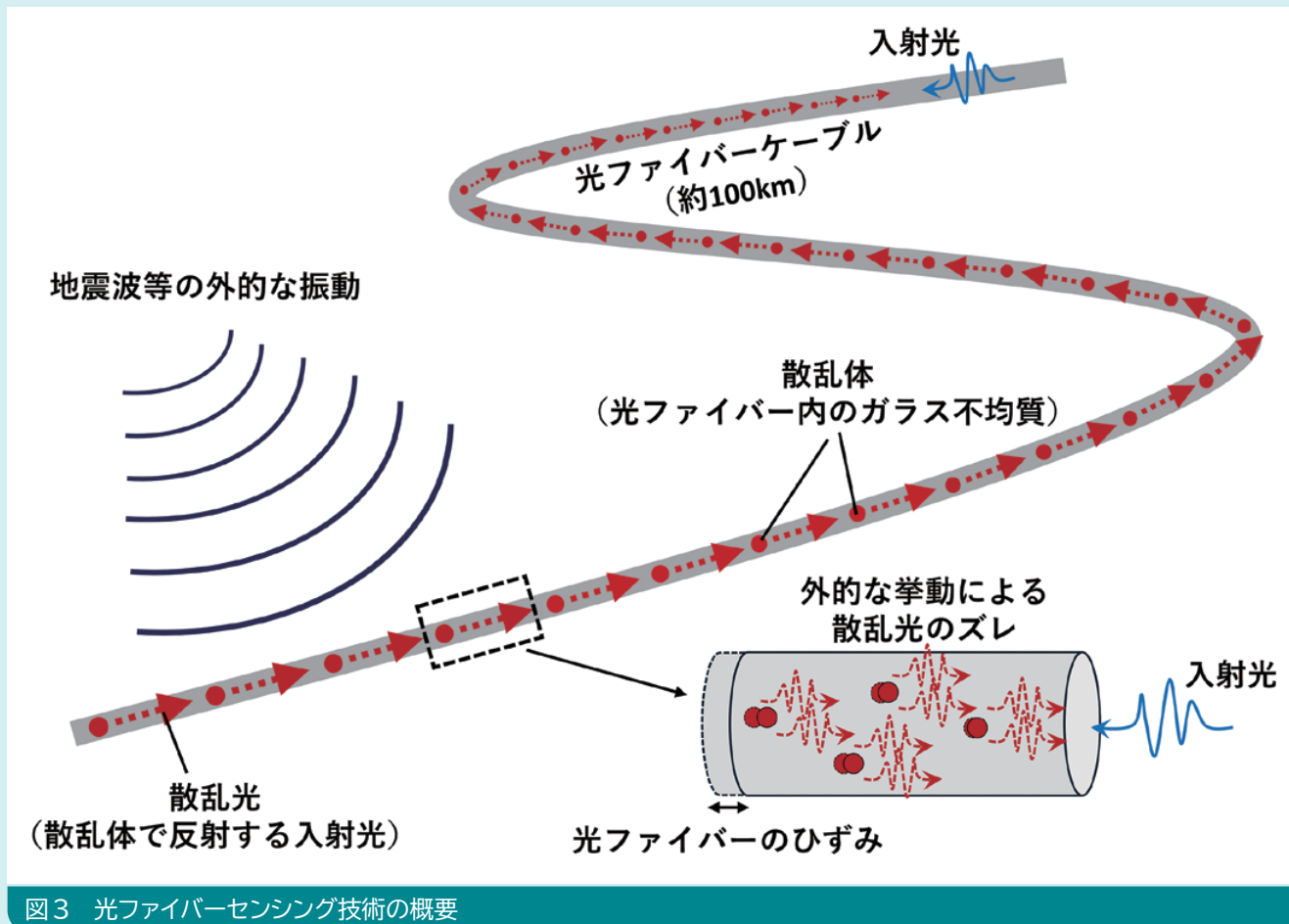


図3 光ファイバーセンシング技術の概要