

# 状態モニタリングによる 交通システムの高安全度化



日本大学生産工学部機械工学科 教授  
鉄道工学リサーチセンター センター長  
網島 均



## 今日のキーワード

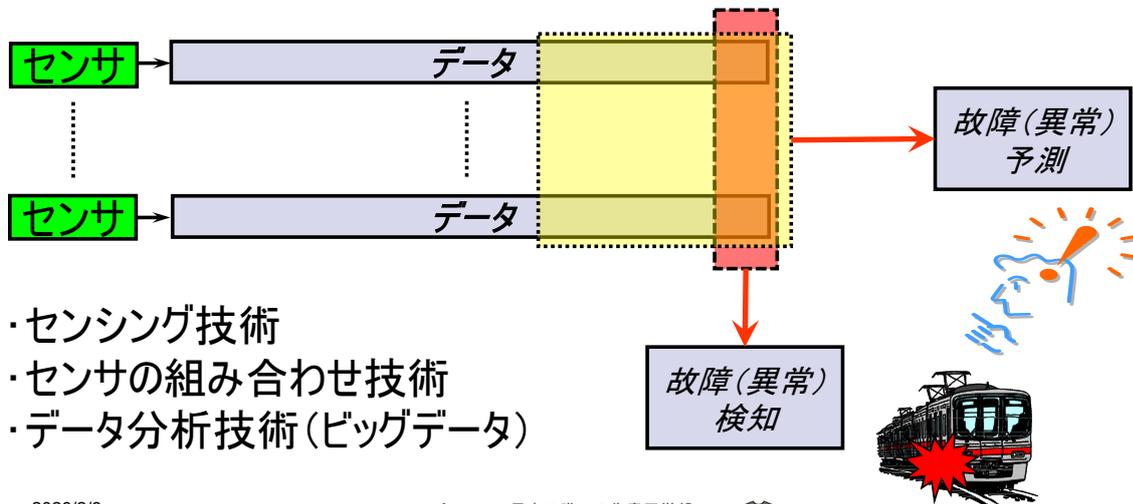
- 見える化
- ビッグデータ
  - 様々な形, 性格, 種類のデータ
  - データの量 (Volume)、種類 (Variety)、発生・更新頻度 (Velocity)
- IT, IoT技術
- データがあればなんでもわかる？



# 状態モニタリングによる診断と予測



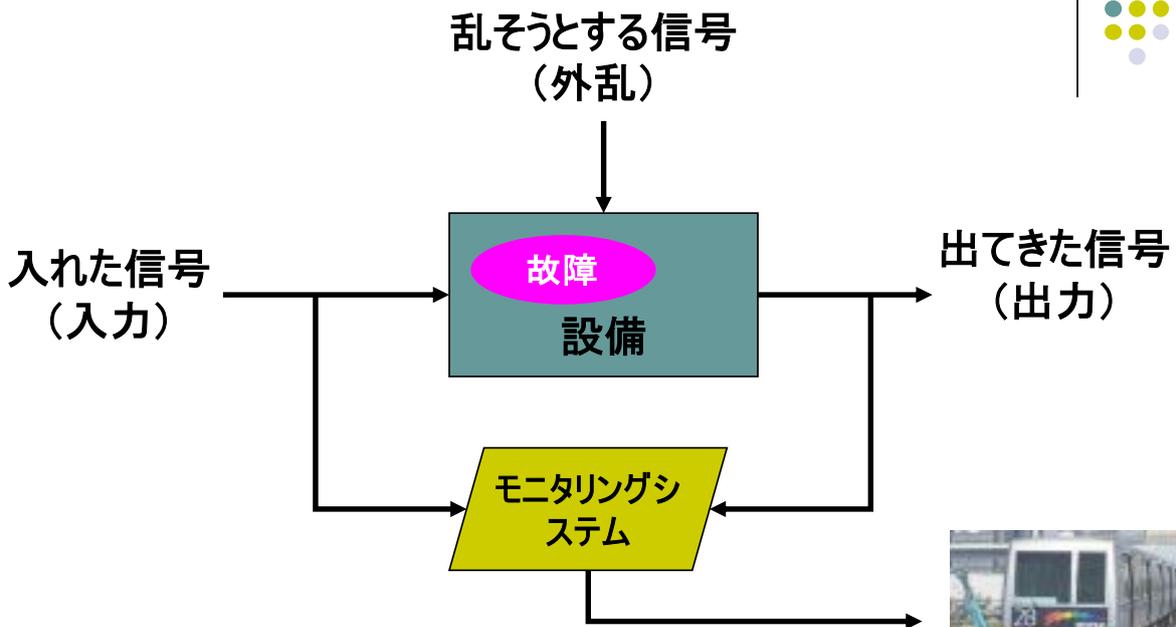
変化が小さい(静的) ← 過去 → 現在 → 未来  
 変化が大きい(動的)



- ・センシング技術
- ・センサの組み合わせ技術
- ・データ分析技術(ビッグデータ)

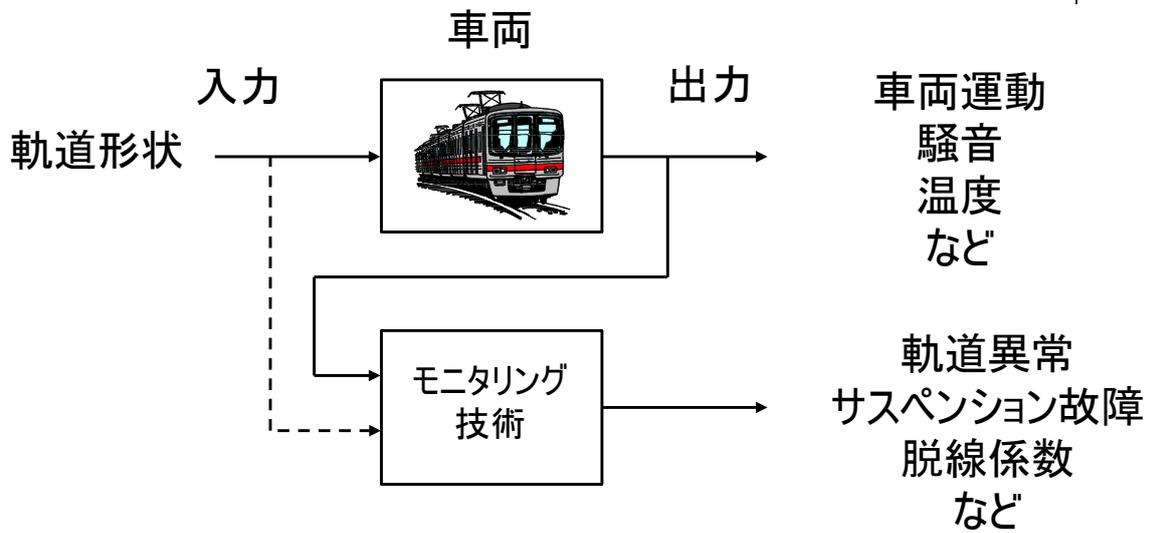
2020/2/8

# 状態モニタリングの構造

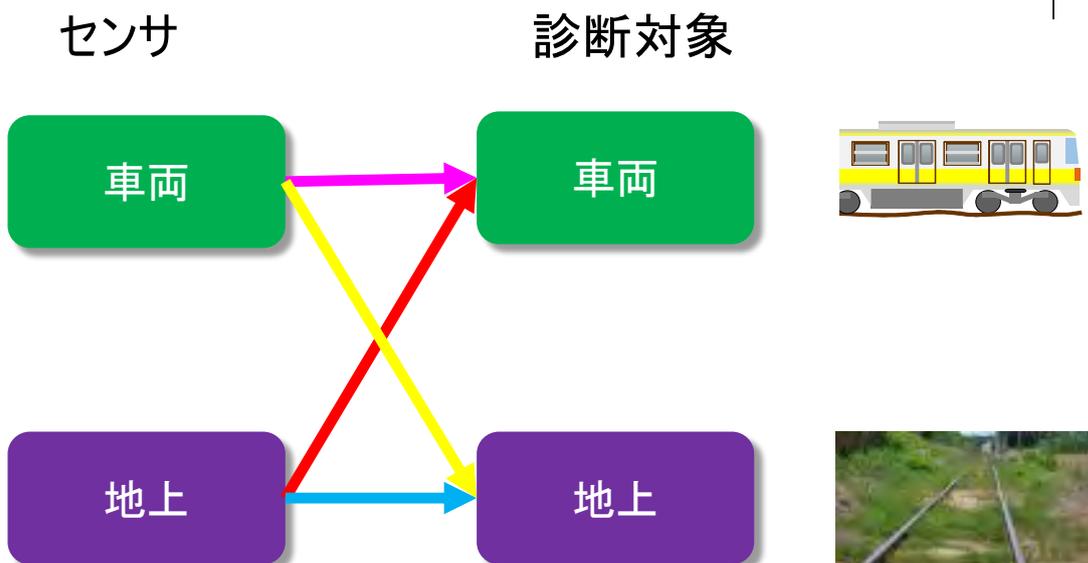


正常? 異常?

# 営業車両を用いた状態モニタリング



# 鉄道における状態モニタリング



# 電気・軌道総合試験車 (JR東海)



Car No. 1: 電気計測室



Car No. 4: 軌道計測室

編成 : 7 Cars  
 走行ルート : 東京 - 博多 (1,070 km)  
 計測対象 : 電気, 軌道  
 測定周期 : 10日ごと  
 最高速度 : 270 km/h  
 製造 : 2001

# 電気・軌道総合試験車 (JR東日本)



# 営業車両による軌道状態監視システム(JR東海)



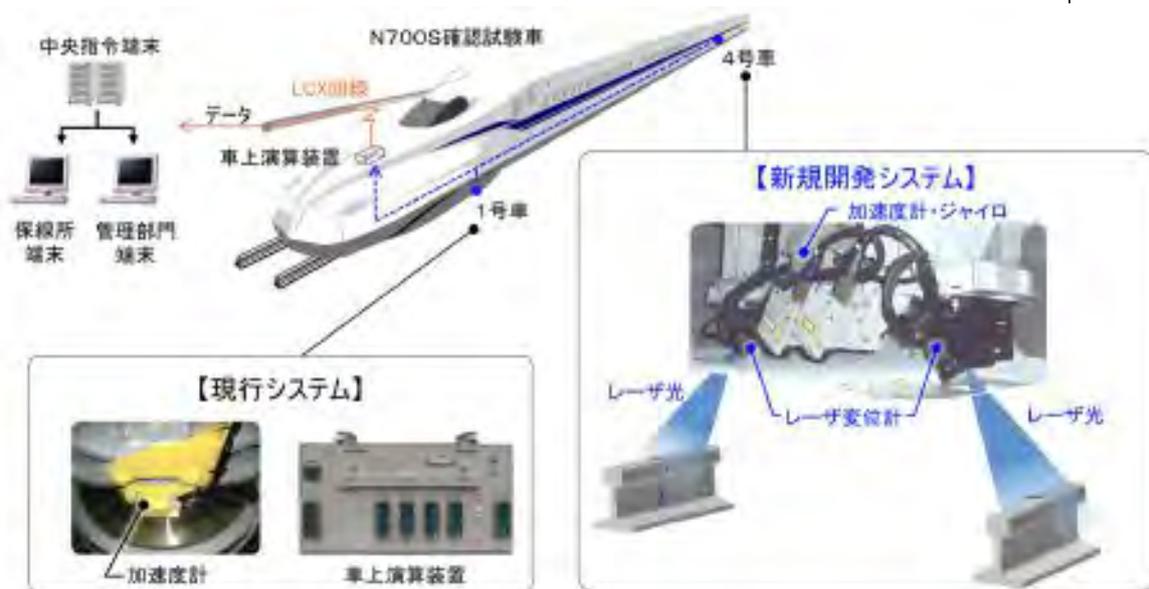
2018年5月30日 東海旅客鉄道株式会社  
東海道新幹線 次期軌道状態監視システムの開発について



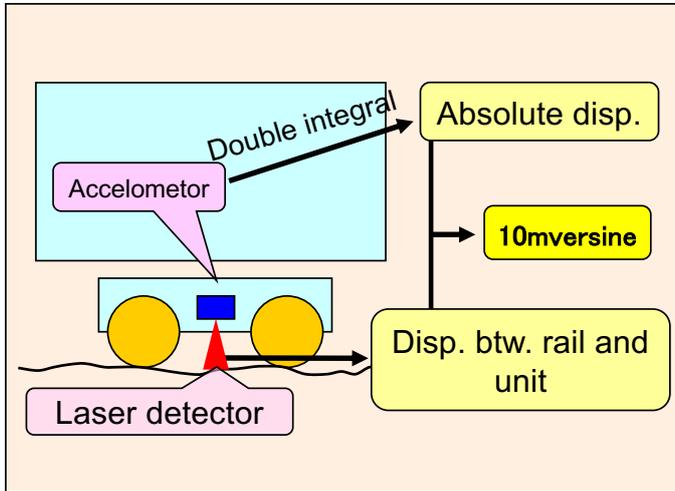
# 次期軌道状態監視システム(JR東海)



2018年5月30日 東海旅客鉄道株式会社  
東海道新幹線 次期軌道状態監視システムの開発について



# 営業車両による軌道のモニタリング (JR九州)



# 線路設備モニタリング装置 (JR東日本)



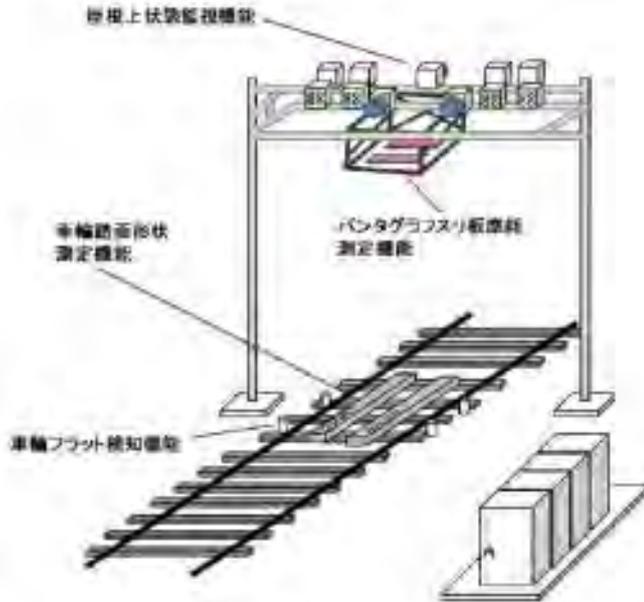
2018年7月3日 JR東日本ニュース



日本線路技術

# 車両状態監視装置 (JR西日本)

[https://www.westjr.co.jp/press/article/2017/10/page\\_11307.html](https://www.westjr.co.jp/press/article/2017/10/page_11307.html)



# 車両情報監視システム (東京メトロ)



2019年2月19日 三菱電機株式会社 プレスリリース

※1 TIMA : Train Information Monitoring and Analysis system



車両情報監視・分析システム (TIMA) の概要

東京メトロ丸ノ内線 2000系車両

# 脱線係数のモニタリング(東京メトロ)

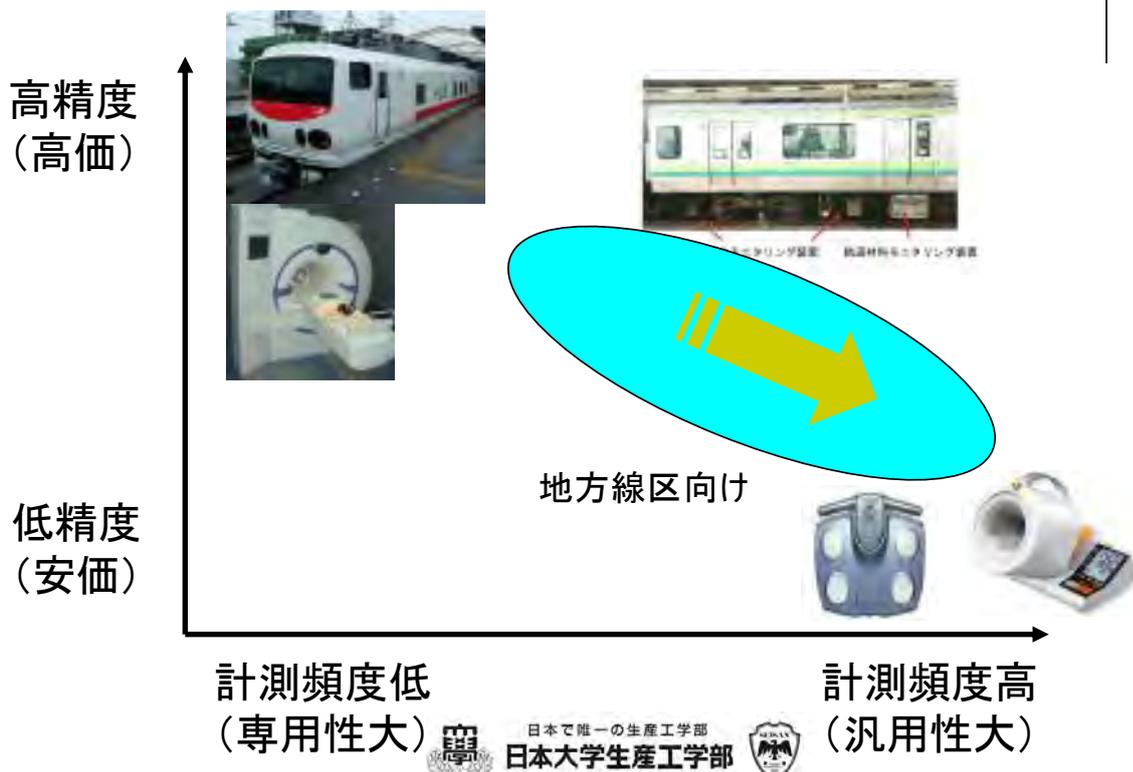
松本 陽, セミナー「交通・物流のダイナミクスの俯瞰 , 共通点と相違点の理解」資料, 日本機械学会 交通・物流部門

状態監視と良好な曲線通過の実現

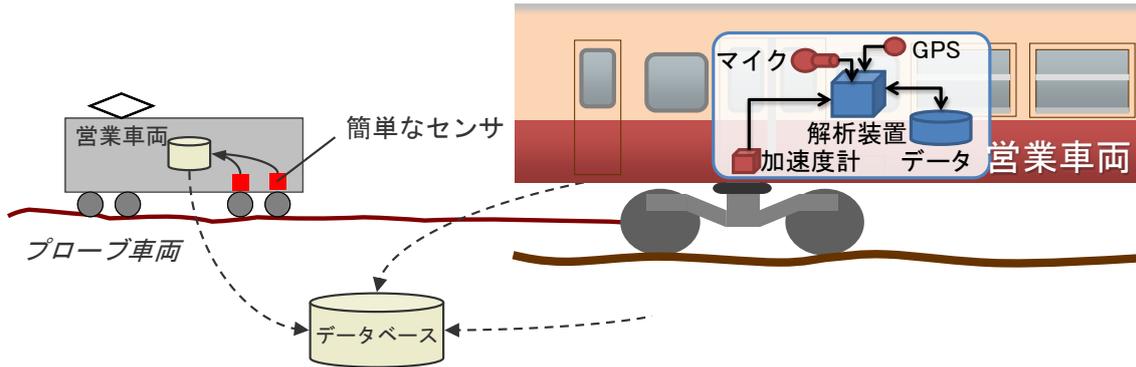
## 営業列車によるモニタリング (PQモニタリング台車)



# 地方鉄道への対応



# プローブ車両 (2004)

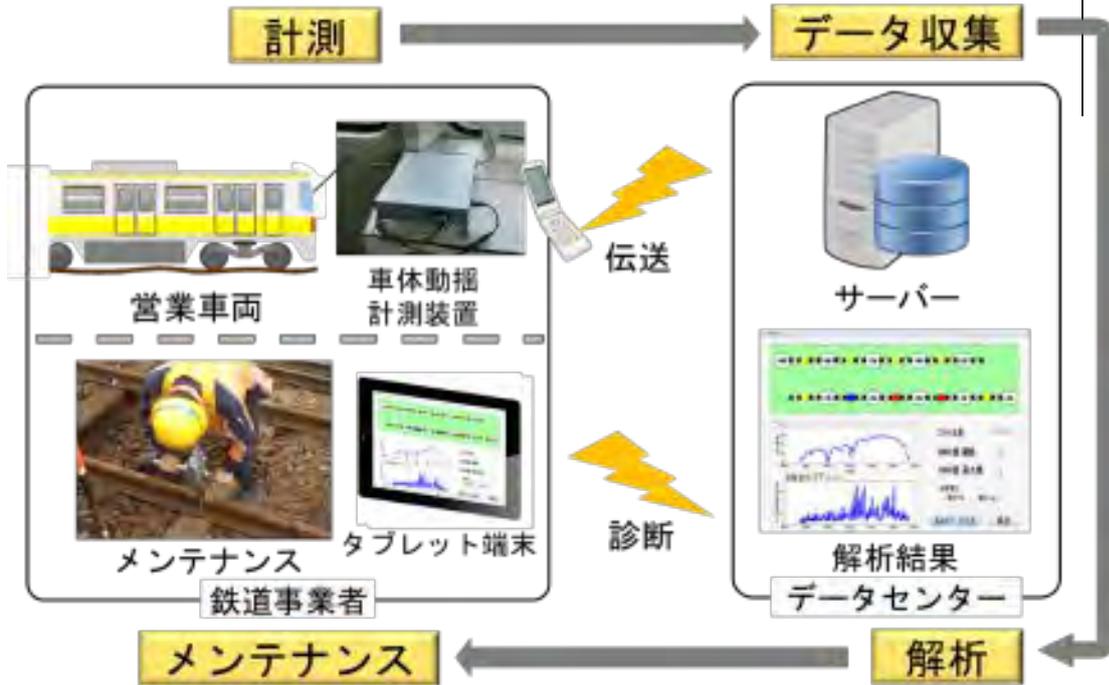


# 車両動揺計測装置

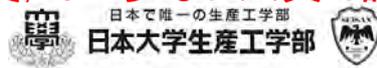


- 日大, 交通研, 京三製作所共同開発
- MEMSセンサ
- 無人計測
- バッテリー駆動で6時間の計測可能
- 車両電源供給により車両に常時設置可能
- 携帯電話によるデータ送信機能

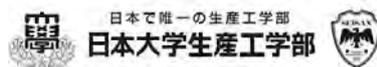
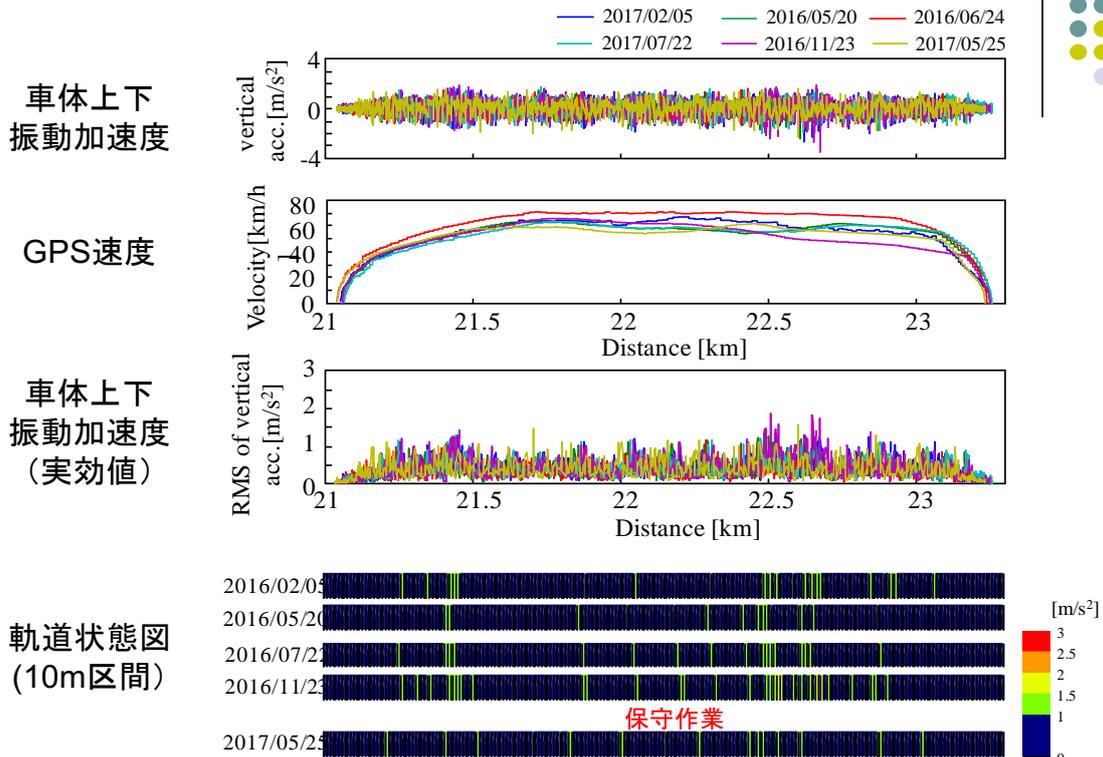
# 軌道状態診断システム



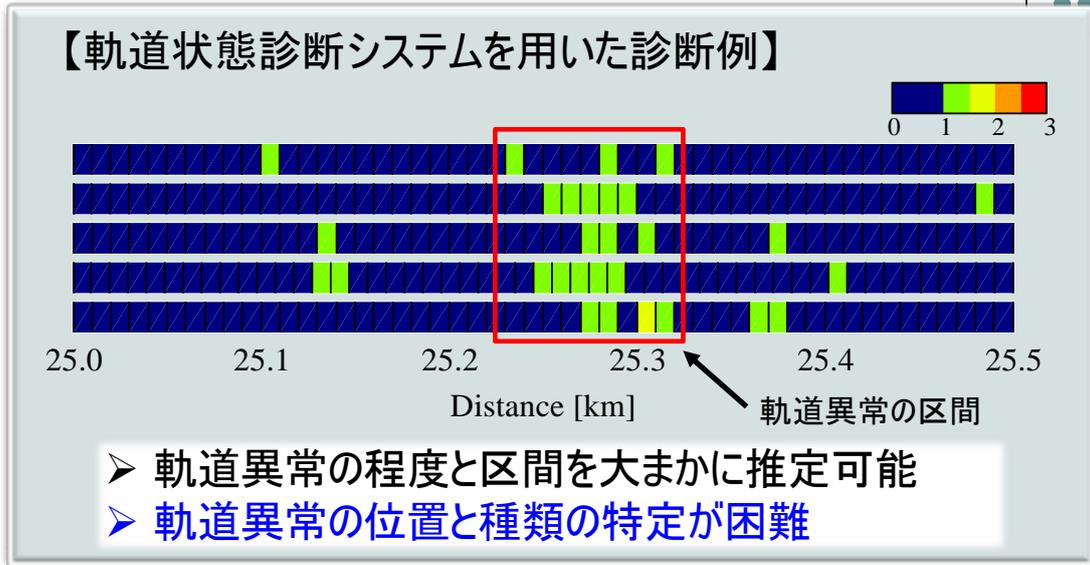
低コストで高頻度、かつ少ない人員で診断が可能



# 軌道の状態診断

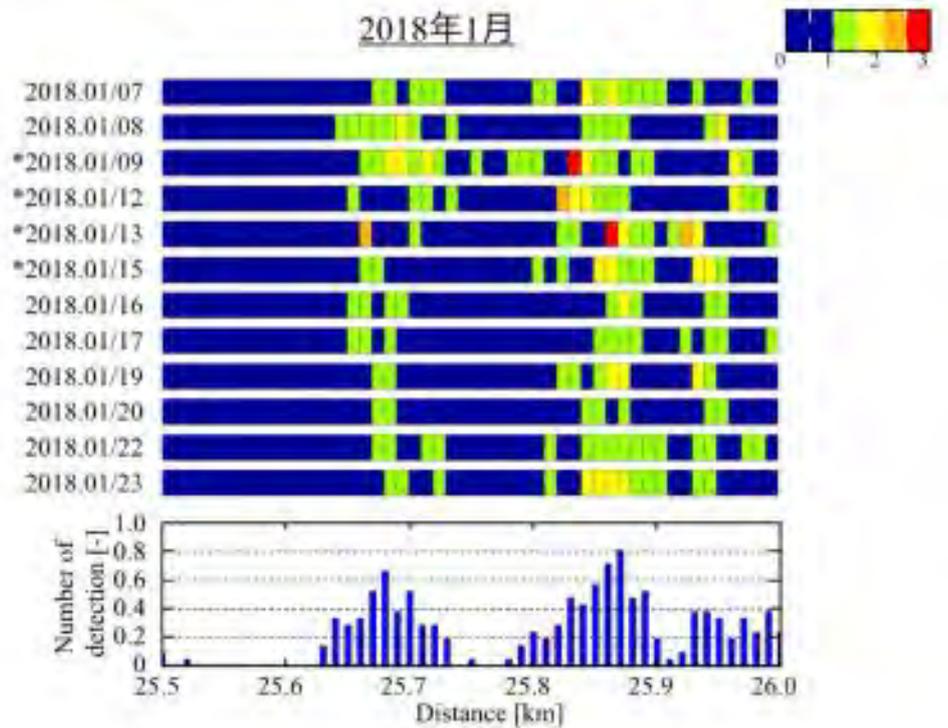


# 軌道状態図

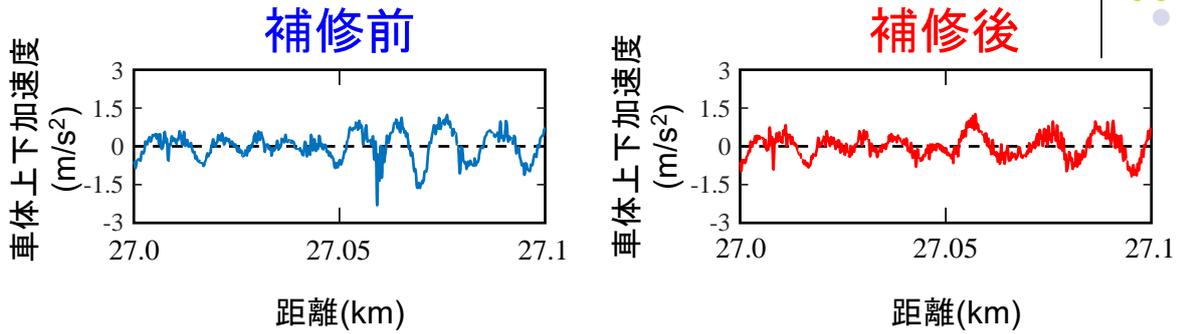


軌道異常の位置と種類の特定を行える手法の検討

# 軌道状態の見える化

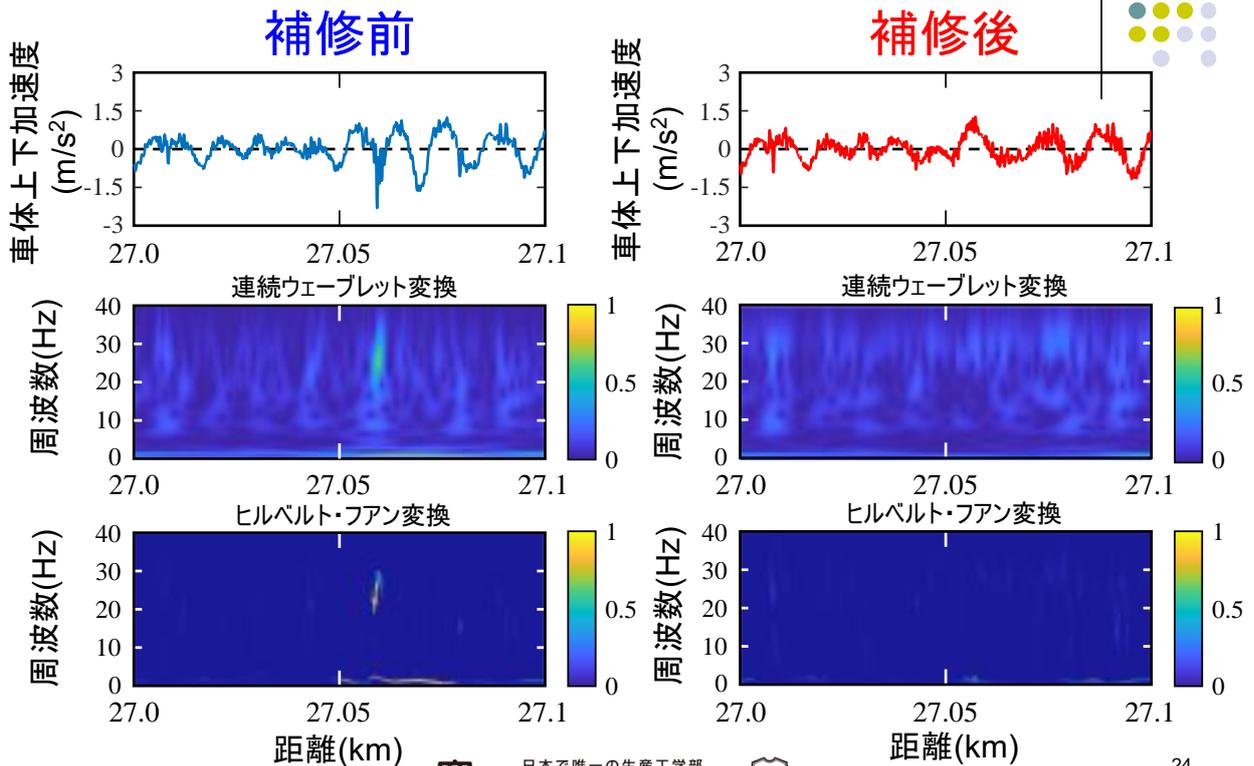


# 軌道補修の効果を見える化したい！

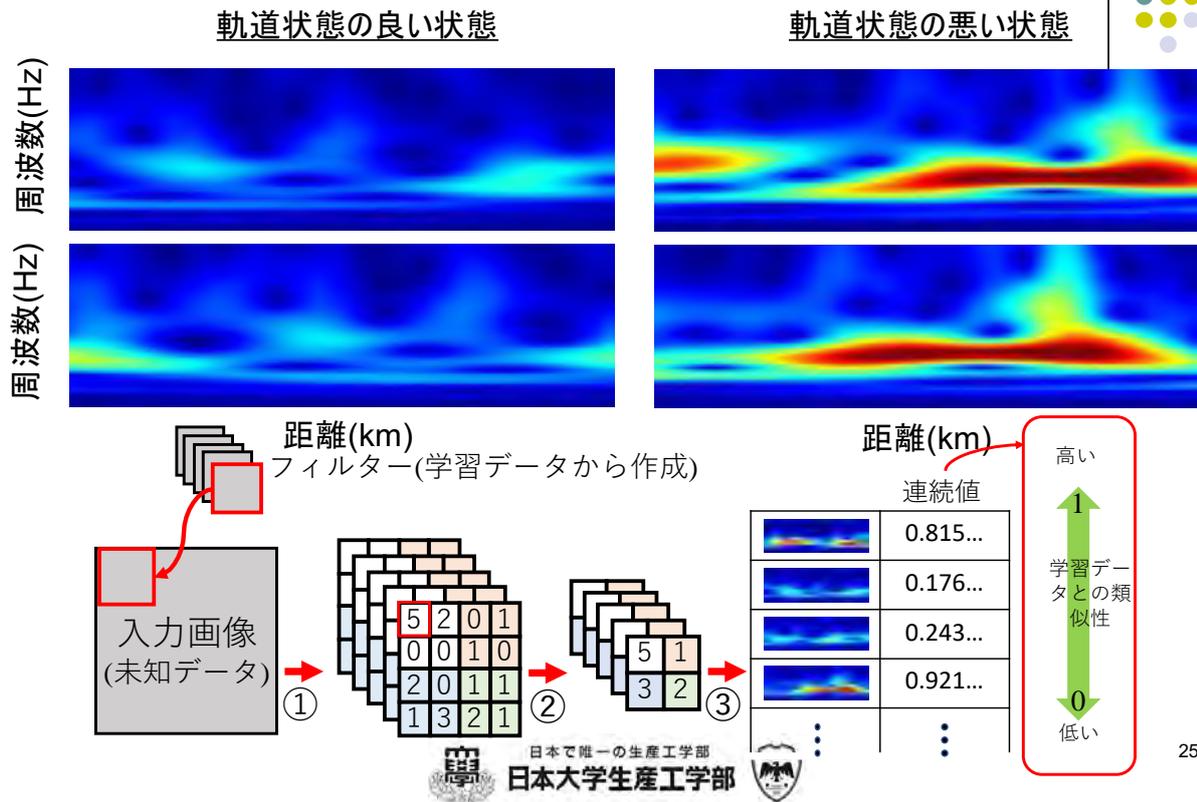


どのように見える化したらいいのでしょうか？

# 振動加速度を画像化



# 揺れを画像化, AIを使って分析



25

# シミュレーションによる脱線リスク分析



2020/2/8

26

# スマートフォンを用いた診断システム

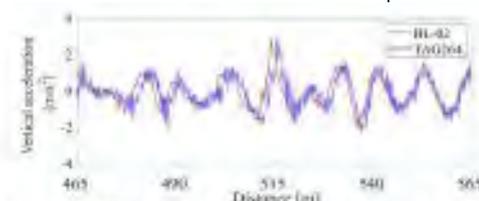
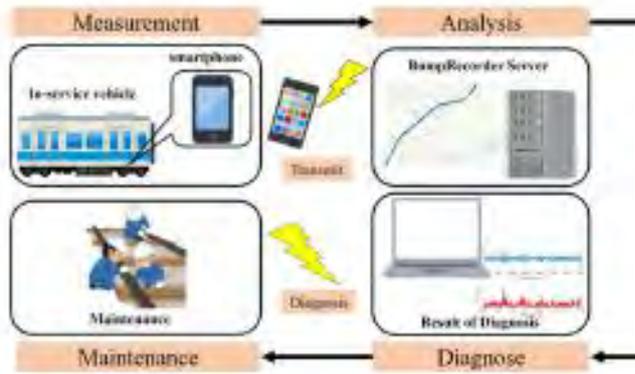


Fig.4 Vertical acceleration measured by BL-02 and TAG264

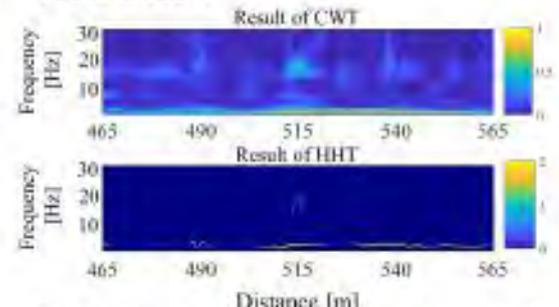


Fig.5 Time-frequency analysis at vertical acc. measured by BL-02



Fig.3 Measurement scene near the center pin

# IT技術を活用した高安全度化



鉄道工学リサーチ・センター  
(日本大学生産工学研究所)

・列車の位置、速度、動揺の情報をリアルタイムに取得できれば...

携帯電話回線



軌道状態の診断と予測



スマホアプリによる列車接近警報



鉄道事業者



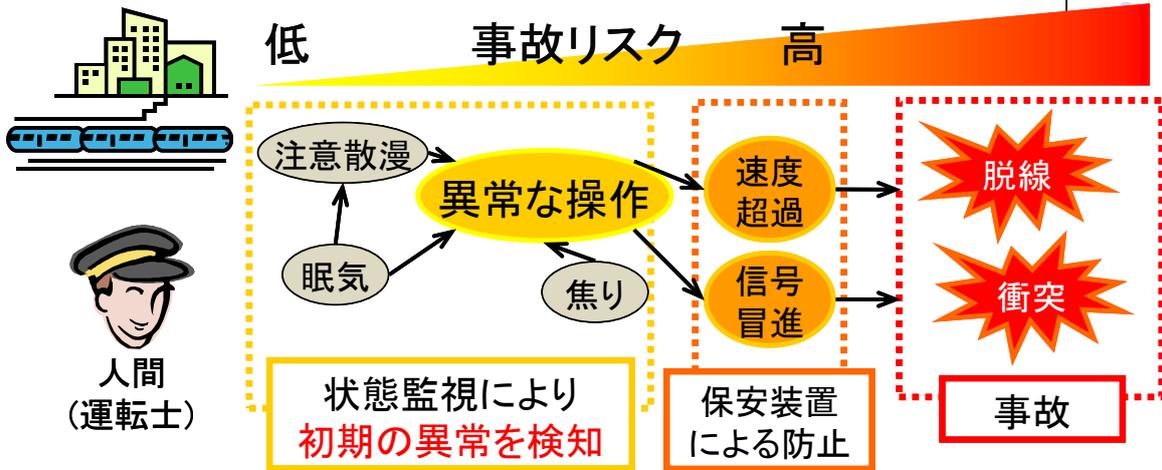
小型プローブ装置 (GPS, 加速度計, ジャイロ)



軌道保守

・データ分析センターで各地方路線のデータを一括管理  
・AIで分析, 事業者にフィードバック

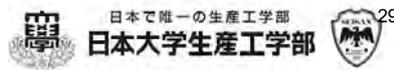
# 運転士のモニタリング技術の開発



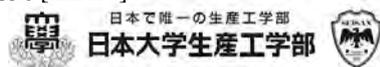
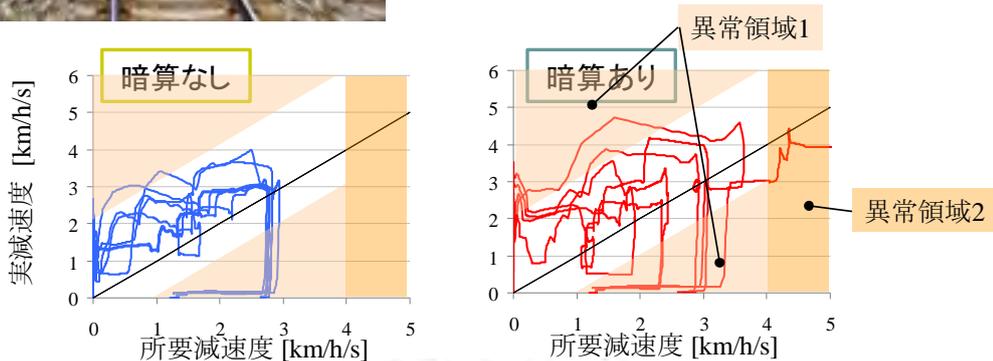
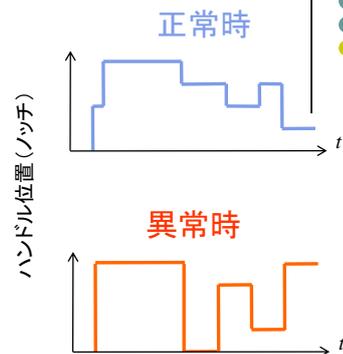
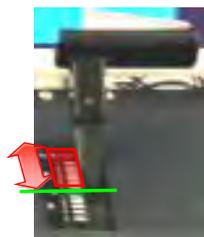
運転状況記録装置

機能: 速度超過、運転操作タイミング、姿勢状態のモニタリング用途: 事故時の記録, 日常のインシデント解析

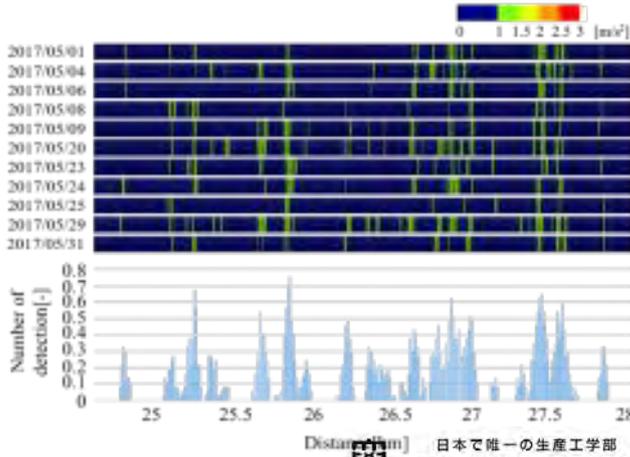
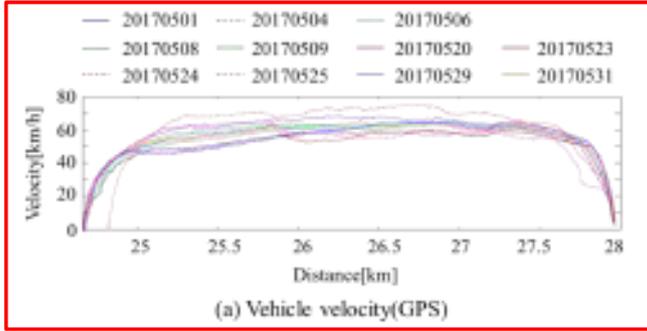
H20.7より一定要件に該当する路線の新車に搭載義務づけ



# 運転行動のモニタリング



# 運転行動のモニタリング



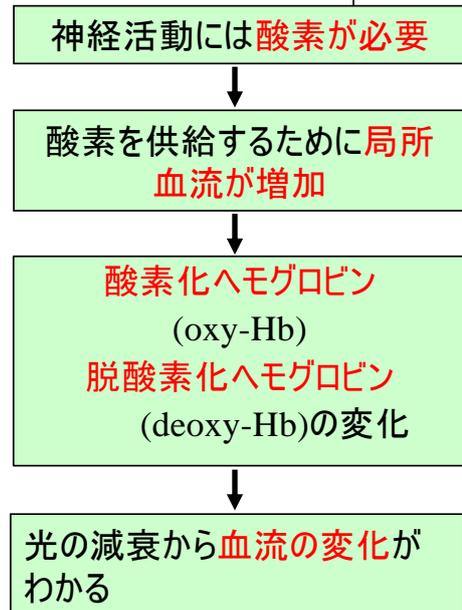
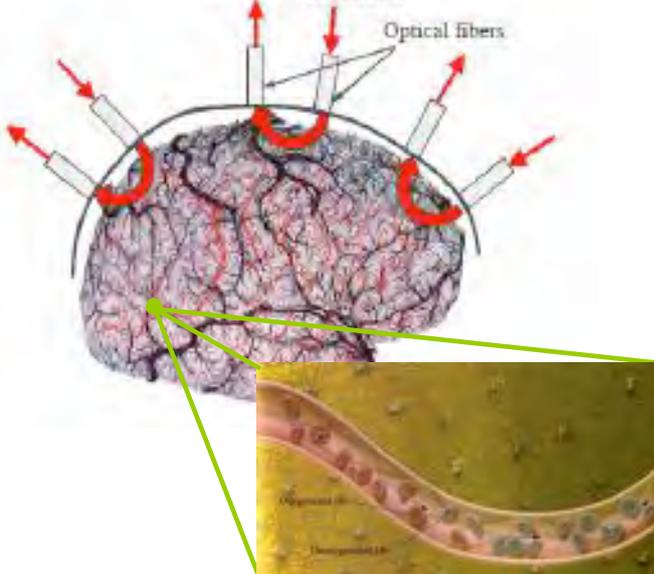
速度パターンから、  
運転の行動を分  
析、リスクを評価？



# 近赤外分光法(NIRS)

近赤外線(700nm – 800nm)

受光 送光



# 運転と前頭葉の脳活動



習熟によって前頭葉の脳活動はどのように変化するでしょうか？

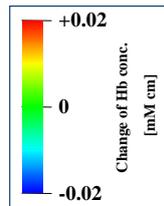


## 初心者 VS 熟練者

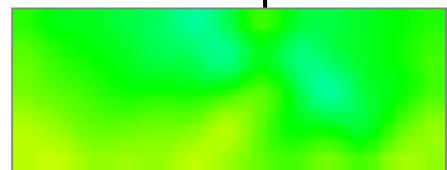
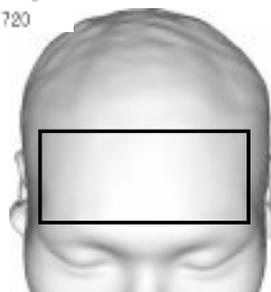
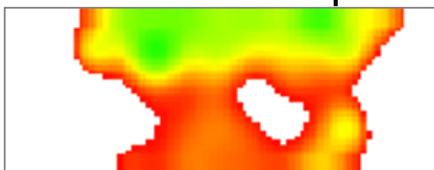
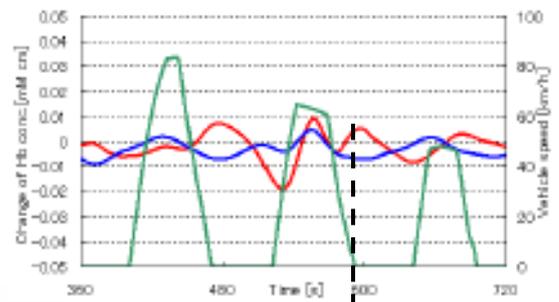
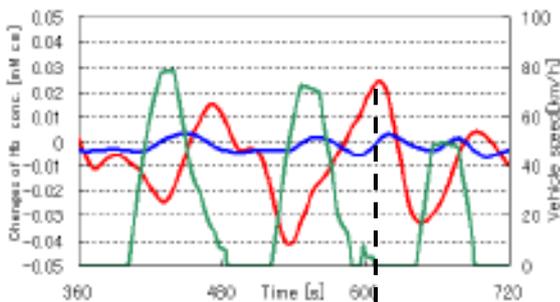


初心者

— oxy-Hb  
— deoxy-Hb  
— Train speed



熟練者



# 脳活動の変化

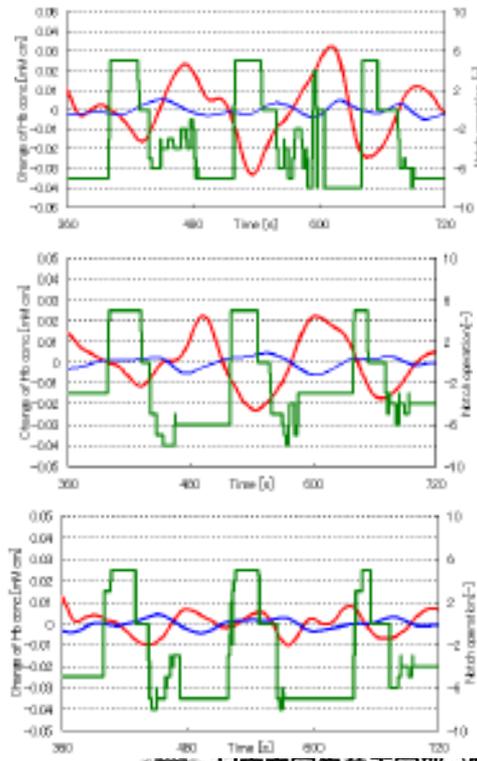
最初



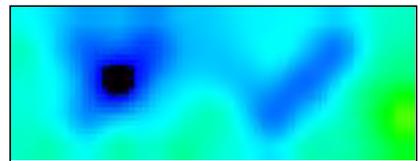
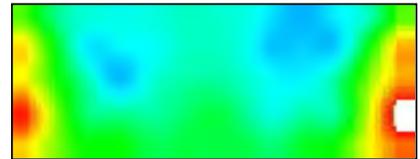
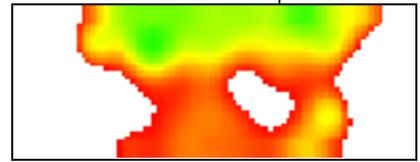
3か月後



6か月後



oxy-Hb  
deoxy-Hb  
Notch operation

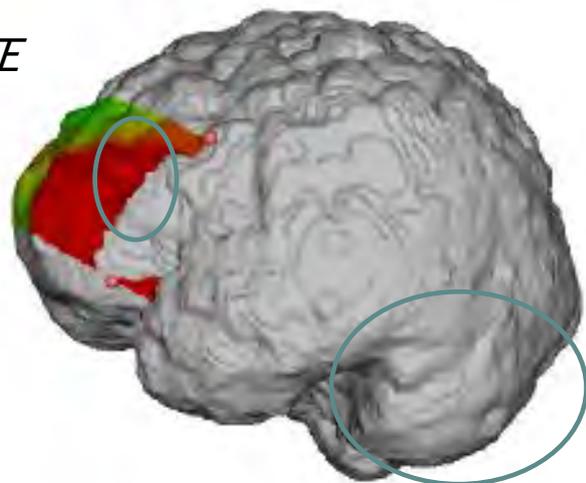
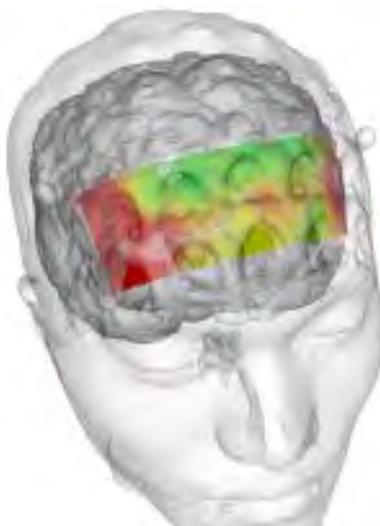


日本大子生産工字部

# 前頭葉の役割は？

前頭連合野背外側部

内部モデルの修正



小脳

内部モデルの獲得



# ウェアラブルNIRSの開発

日本大学, (株)デンソー(DENSO), (株)アステムの共同開発



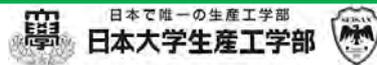
ウェアラブルNIRS (Hb131S)

重量: 約110g(電池の重さ含む)

チャンネル数: 4CH

完全ワイヤレス

oxy-Hb, deoxy-Hb, 酸素飽和度, 皮膚血流, 加速度



37

# 運転中の脳活動モニタリング

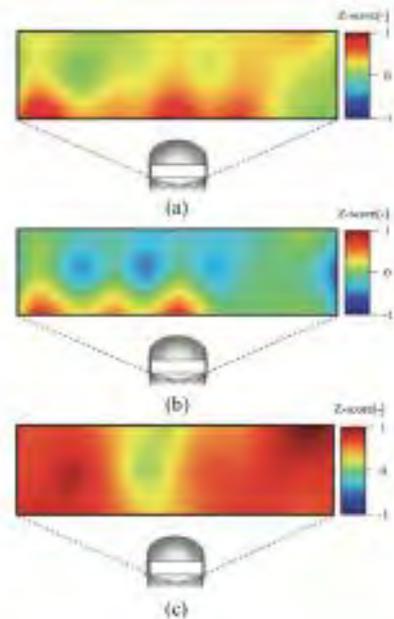
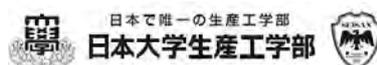


Figure 41. Activity of functional brain imaging (the bottom picture indicates the functional brain imaging during working operation). It shows that every portion of the professional drivers are activated (1)(2), (a) (b) (c) during an accelerating operation. (1) Steering, (2) lane-keeping operation.

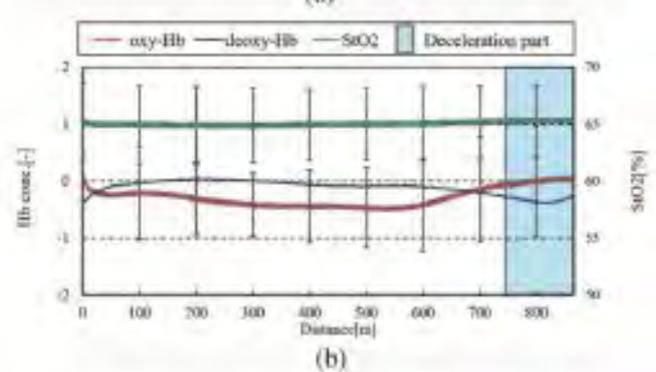
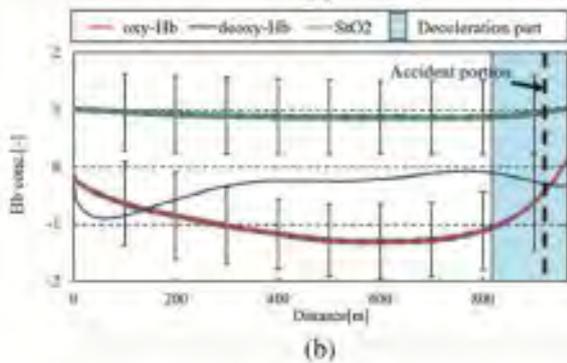
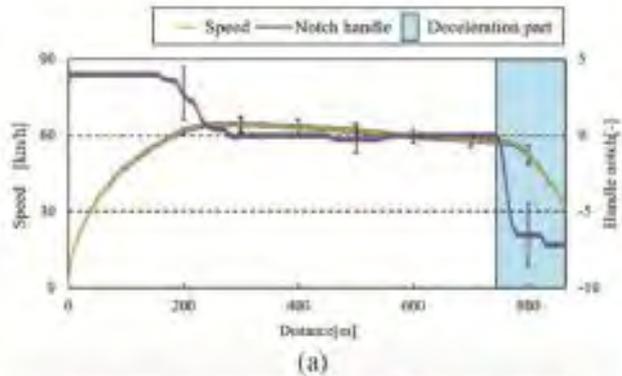
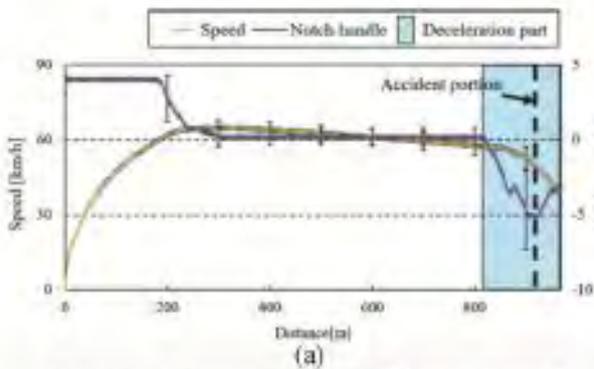


38

# 線路支障課題



# 予告あり, 予告なしでの差異

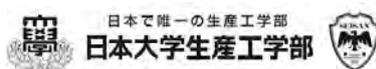




## リサーチ・センターのミッション



- 日本大学における**鉄道研究の活性化**（異分野の連携による鉄道技術研究・開発の実施）
- **鉄道関連技術相談・共同研究の窓口**（地方，地域（千葉，茨城など）の中小私鉄）
- 鉄道を核とした地域の**まちづくり**への貢献
- 国内の地方，中小私鉄およびアジア地域の大学における**鉄道技術教育**
- アジア地域の鉄道技術者および研究者の**連携のためのプログラム**実施



43

## 国際的な情報発信を！



# STECH2021

**November, 2021 Chiba, JAPAN**

Organized and Sponsored by

Jointly held with: Mass-Trans Innovation Japan 2021

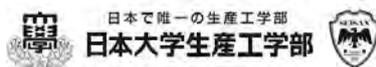
（鉄道技術展とのコラボ開催）



Makuhari Messe is one of the most prestigious convention complexes integrating the International Exhibition Hall, International Conference Hall, and Makuhari Event Hall, that spreads over 210,000 square meters of land. Conveniently located between the heart of Tokyo and Keisei International Airport, Makuhari Messe is an ideal site for a variety of international events, as there are many hotels to receive visitors in the neighboring area.



大会組織委員長：綱島均



44

## まとめ

- **状態モニタリング**で鉄道システムの健康チェック
- 「発見して、修理する」から「**予測して、予防する**」へ
- **常時モニタリング**で鉄道の安全性を向上
- **蓄積したデータを保全戦略に生かす**ための仕組みづくり
- 新技術と経験をうまく取り入れる必要. **経験情報の「見える化」**が重要.
- **潜在的なリスク**(時間軸の上流側)を検出する技術の開発が今後の課題
- **データがあればなんでもわかる！！！！**

