



名古屋大学・日本大学・神奈川工科大学 合同シンポジウム

次世代道路交通の安全性向上を目指した路面摩擦特性把握

2025年11月24日



日本大学生産工学部自動車工学リサーチセンター
一般社団法人先進路面摩擦データベース研究組合

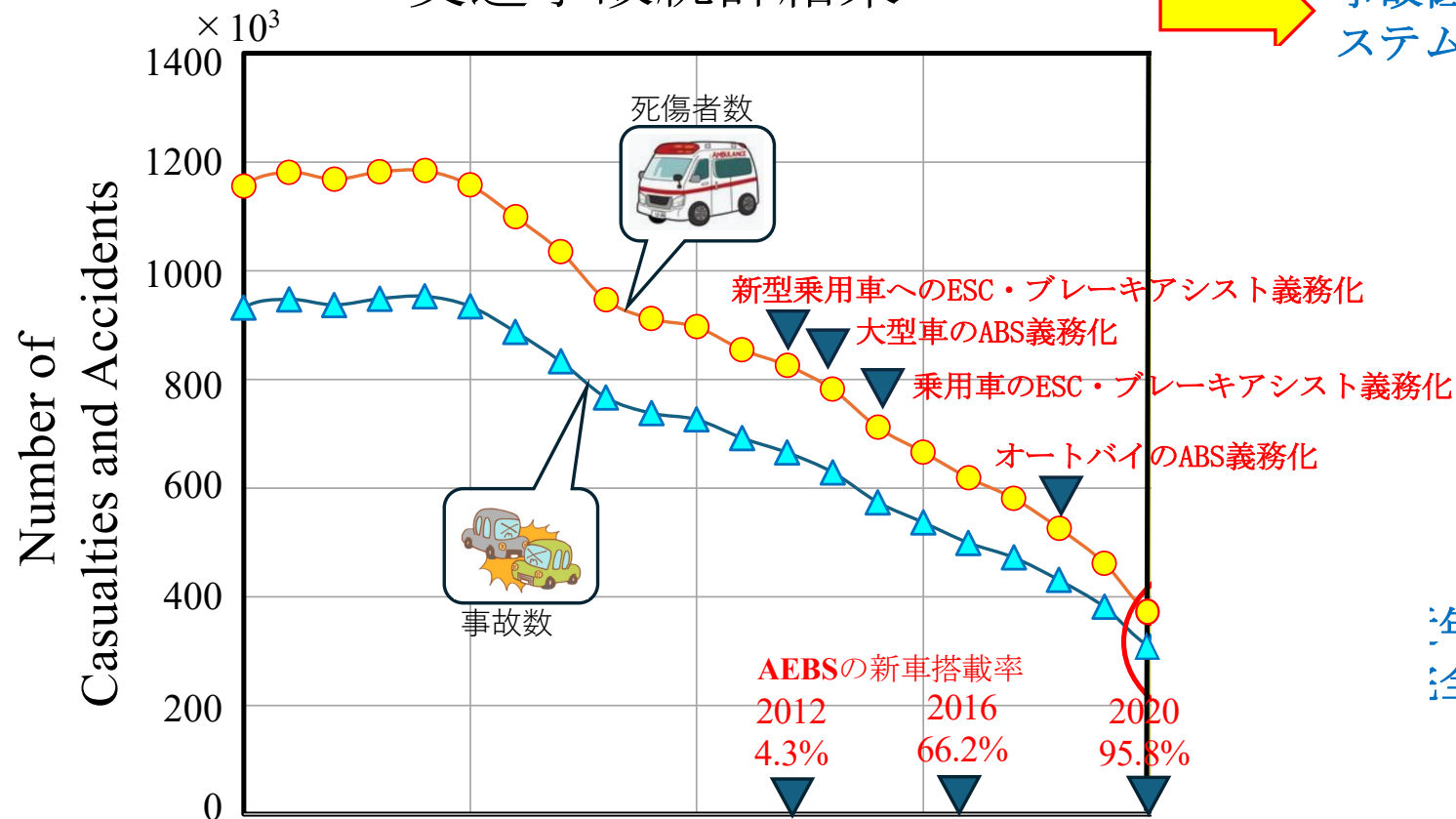
景山一郎

本日の内容

1. 研究の動機と目的
2. タイヤ計測方法と問題点
3. 新たな路面特性計測手法
4. 新たな装置を用いた摩擦特性測定結果
5. まとめと今後の目標

1. 研究の動機と目的

交通事故統計結果



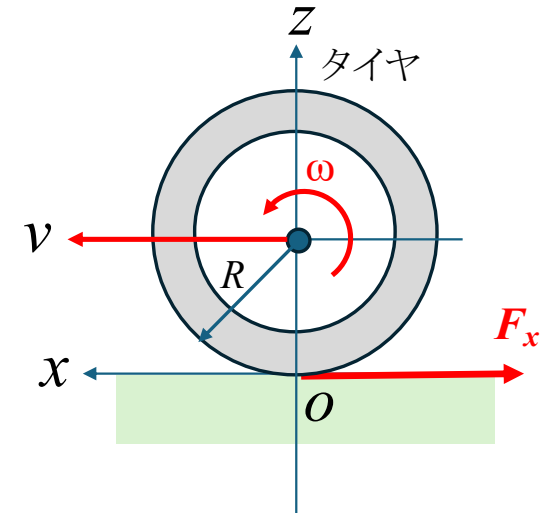
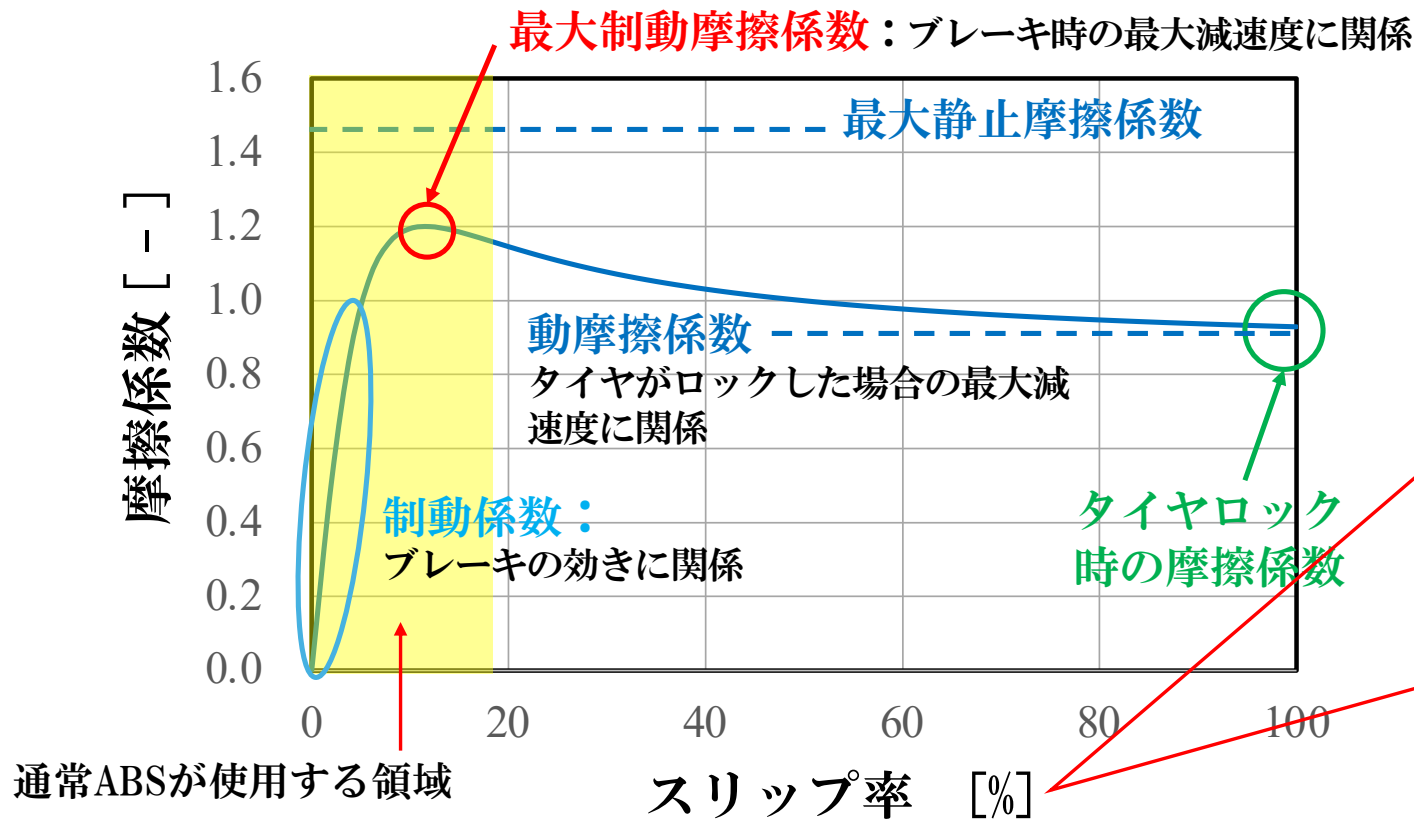
事故低減効果の高い支援システム導入が期待される！

毎年この減少傾向が
完全に収束している！

これらの減少効果は多方面からの対策によるものと考えられるが
車両側では **ADAS**の普及, 特に近年では **AEBS**の普及が大きいものと考えられる₂

1. 研究の動機と目的

車両制動性能の理解のために
タイヤの制動特性（ μ -s特性）を知る必要がある。



制動時スリップ率定義

$$s = \frac{v - \omega R}{v} \times 100$$

1. 研究の動機と目的

- JAFの統計によると、首都高速における雨天の事故は晴天時の**5倍**となることが報告されている。
- この主要因は雨天時の車両の**スリップ**である。
- NEXCO 東の調査によると、北海道の高速道路における冬季事故は夏季に対し**1.8倍**多い。

これらの問題は主に路面摩擦特性変動に関係していると考えられる。

一般車両が走行する可能性のある路面



$\mu: 0.9 \sim 1.2$



$\mu: 0.7 \sim 1.0$



$\mu: 0.4 \sim 0.6$



$\mu: 0.1 \sim 0.2$

1. 研究の動機と目的

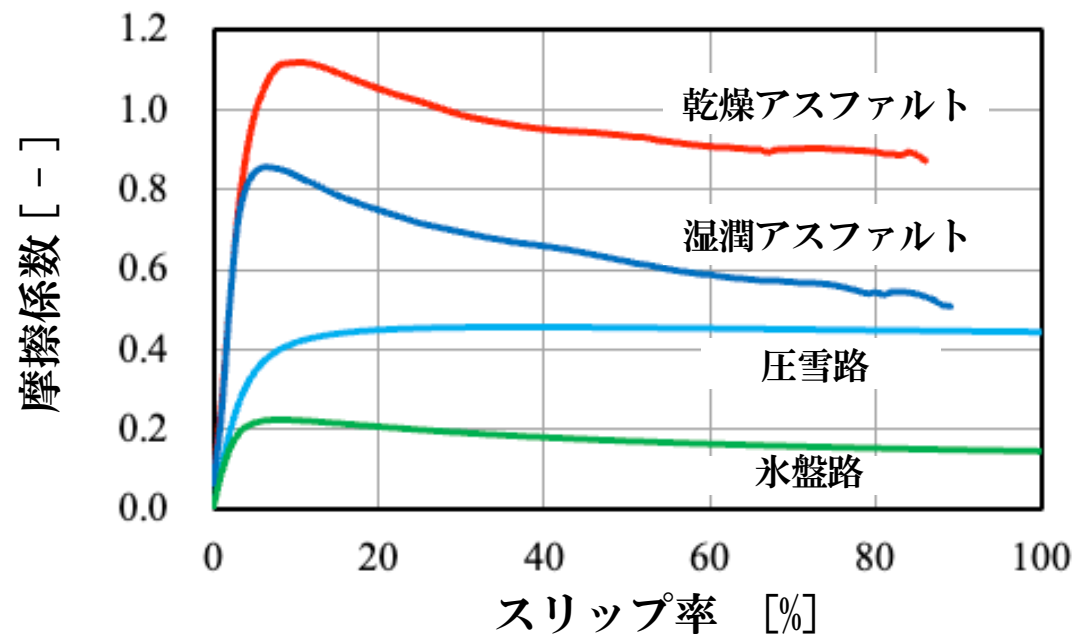
○ JAFの統計によると、首都高速における雨天の事故は晴天時の5倍と

○ この主

○ NEXCO
故は夏

これらの問題

道路環境変化による μ -s特性の違い（文献より）

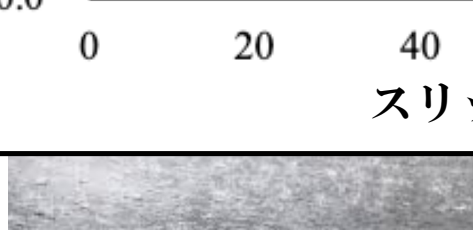


における冬季事

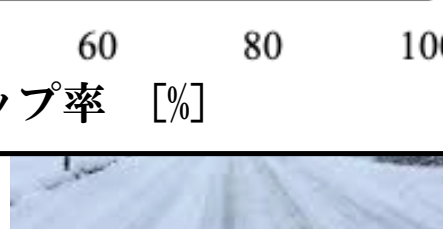
と考えられる。



$\mu: 0.9 \sim 1.2$



$\mu: 0.7 \sim 1.0$



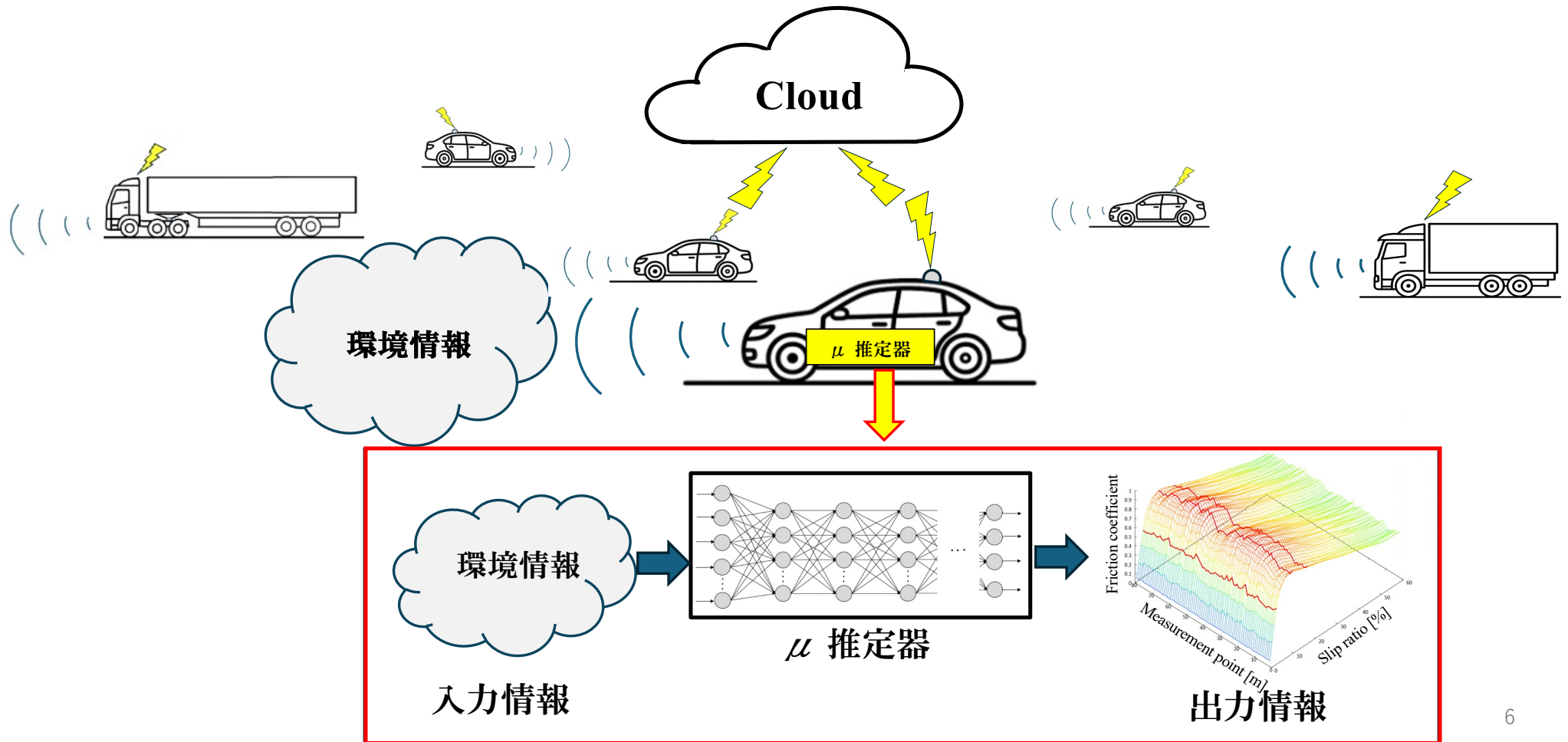
$\mu: 0.4 \sim 0.6$



$\mu: 0.1 \sim 0.2$

1. 研究の動機と目的

安全性のために将来的には路面摩擦情報提供システムへと発展させる必要がある。



2. タイヤ計測方法と問題点

摩擦特性の計測方法

FHA*で示された路面摩擦計測方法は4種類 *:[Federal Highway Administration](#) (米国連邦高速道路局)

1. スライド方式 ①

2. 縦方向摩擦係数 (LFC) 測定 { 固定滑り摩擦試験機 ②
ロックホイールスキッドテスト ($LWST$) ③

3. 高速横方向力係数 (SFC) 測定 ④

4. 減速計ベースの測定システム (加速度計を用いた車両減速度計測方法:主に事故解析用)



① British Pendulum Tester



② Grip Tester



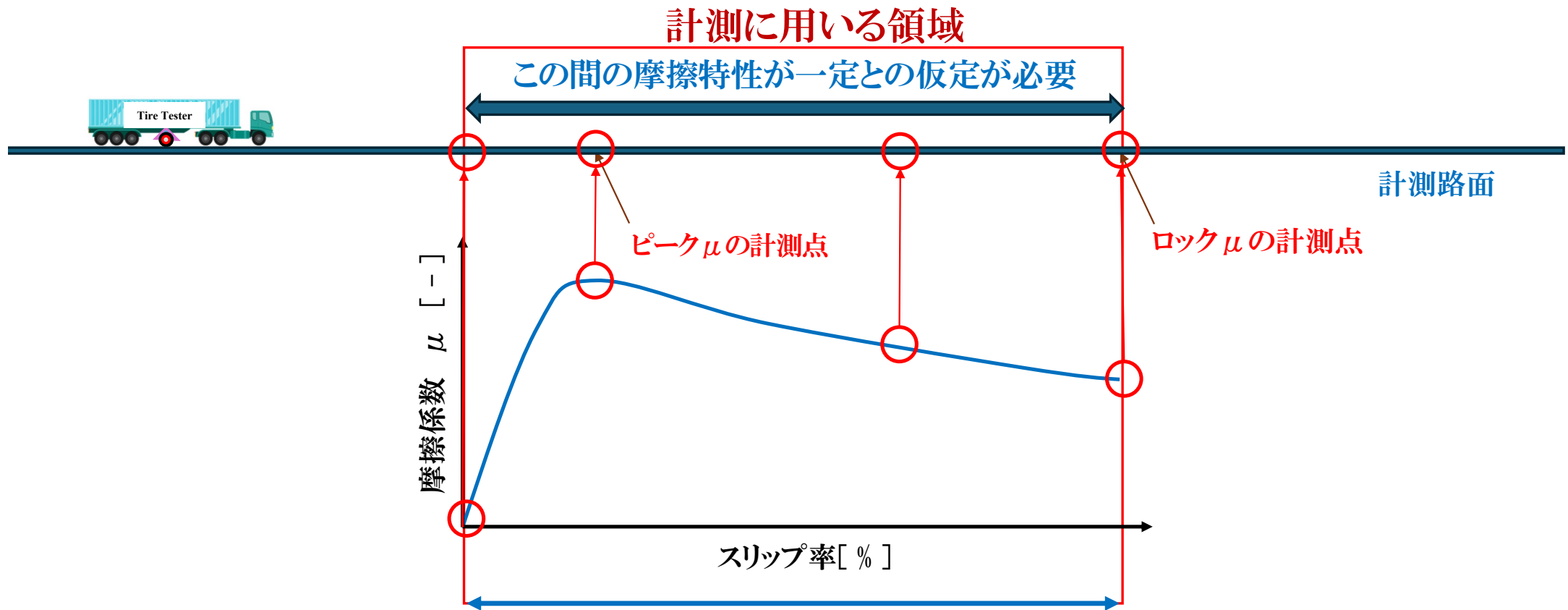
③ 100% Slip LWST



④ Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine ((SCRIM)

2. タイヤ計測方法と問題点

これまでの μ -s特性計測の問題点1

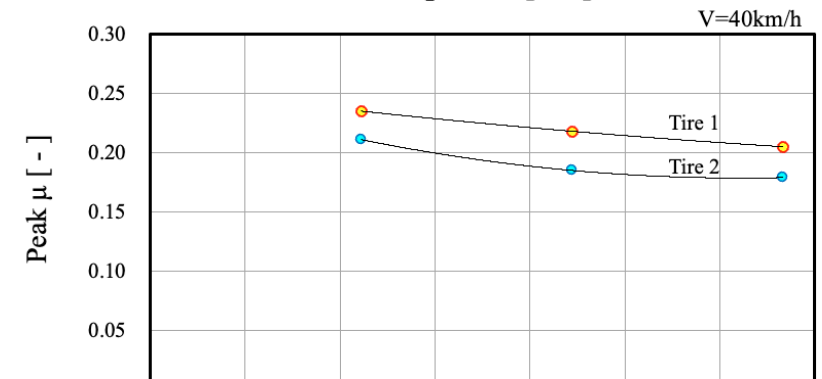
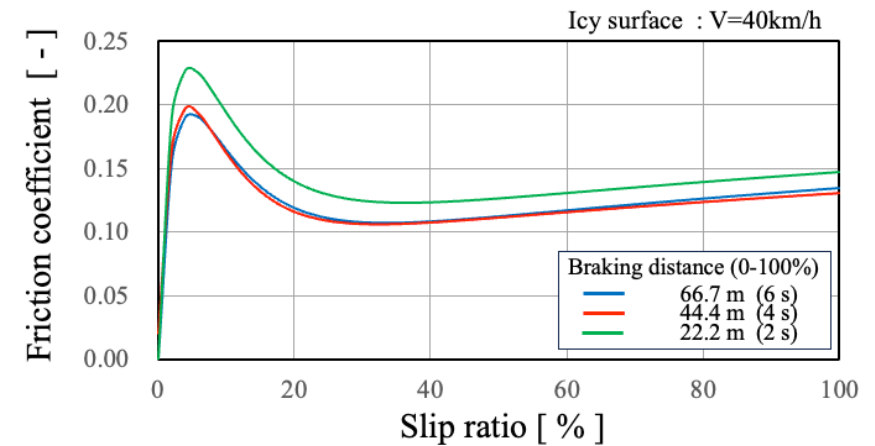
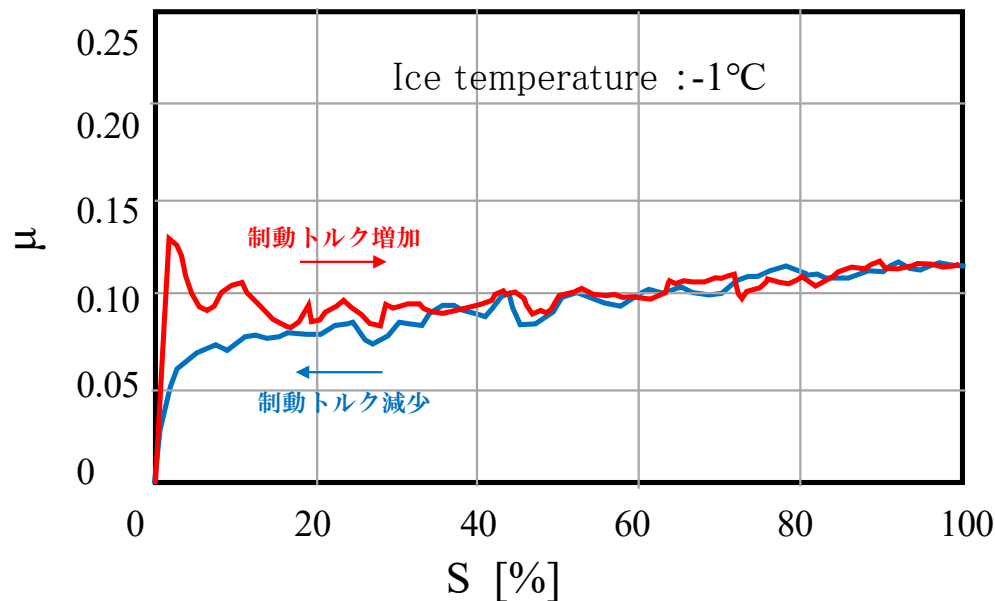


計測では40mph程度で走行するため計測範囲が35～70m程度を要する

2. タイヤ計測方法と問題点

これまでの μ -s特性計測の問題点2

測定中のブレーキトルクスweepによる影響
(特に μ が低い領域で発生)



路面の μ -s特性を連的に計測するには新たな計測手法が必要となる。

3. 新たな路面特性計測手法

路面各部の μ -s特性を連続的に計測する

- 3点の μ と s のデータセットをピーク μ 付近に設定する。
- μ -s 特性を簡易化MFで同定する。

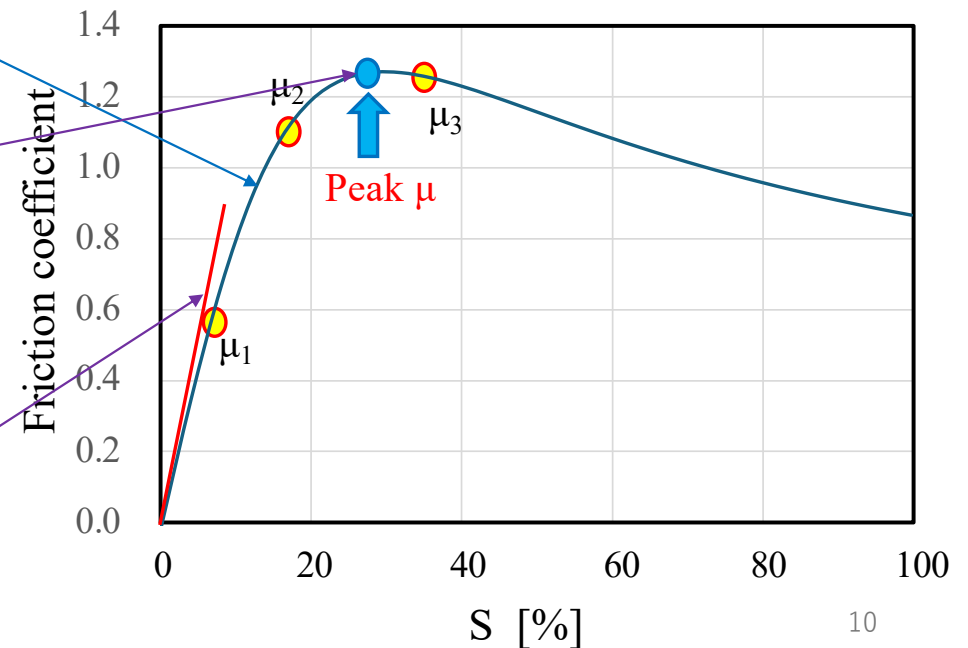
$$\mu = a \sin \left\{ b \tan^{-1} (c \cdot s) \right\}$$

- ピーク μ はMFを微分して得られる。

$$\frac{d\mu}{ds} = 0$$

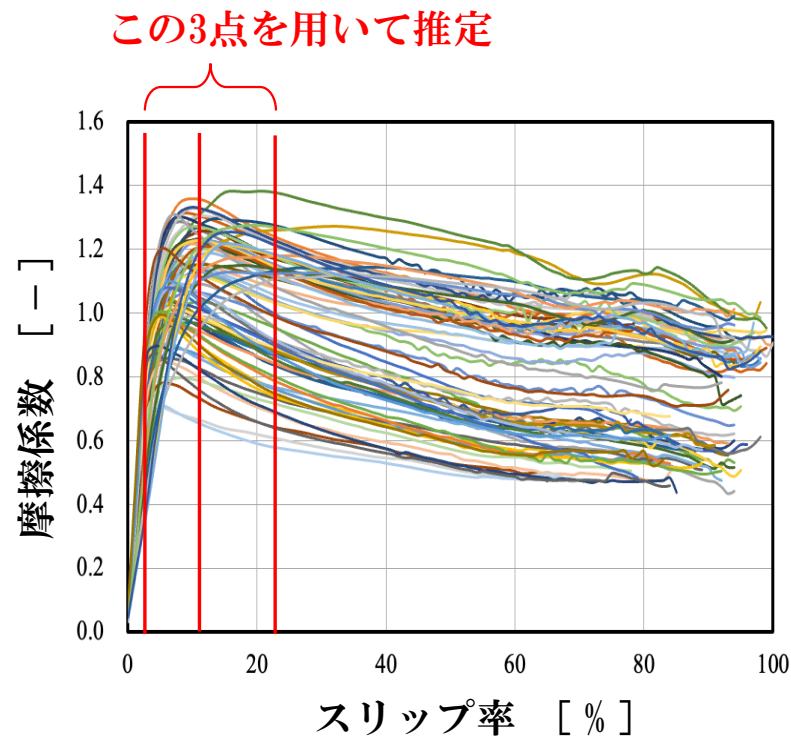
- 制動係数はMFを微分して得られる。

$$\left. \frac{d\mu}{ds} \right|_{s=0} = a \cdot b \cdot c$$

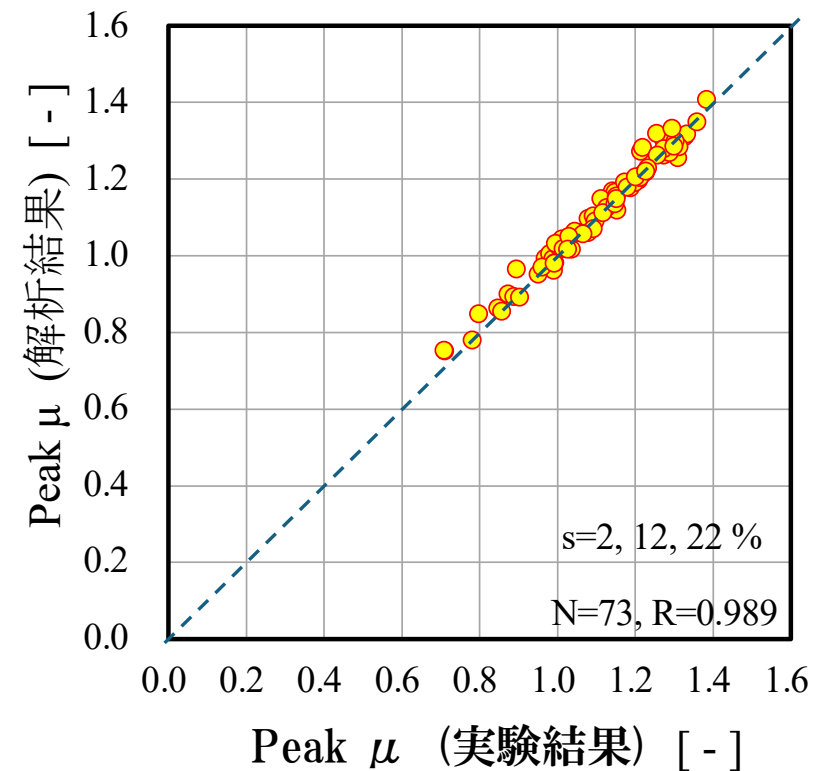


3. 新たな路面特性計測手法

3点を用いた μ -s特性推定について



種々の路面やタイヤの計測結果
(μ -s特性)



実験結果と解析結果の比較
(ピーク μ)

4. 新たな装置を用いた摩擦特性測定結果

構築した路面摩擦計測車両



計測装置全景



チェーンによる制動付加



散水装置(湿潤用)



タイヤ温度計



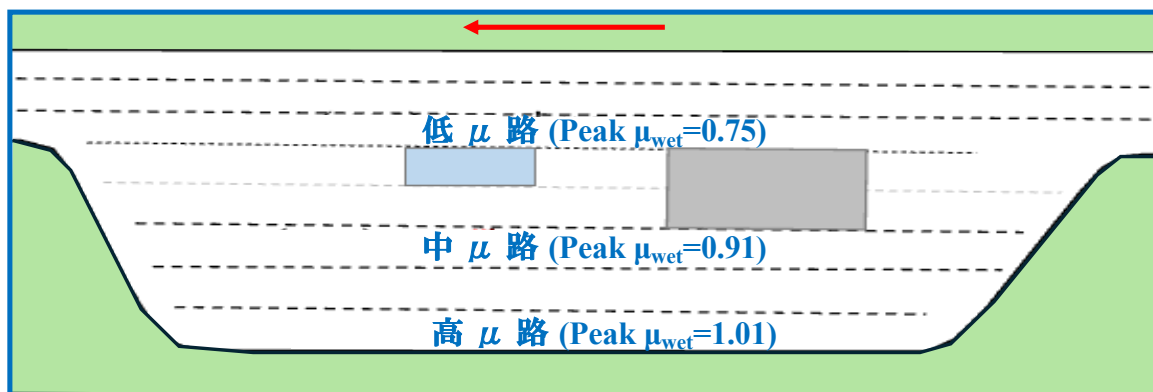
ロードセルおよび
タイヤ回転パルス計

4. 新たな装置を用いた摩擦特性測定結果

計測に使用した試験路



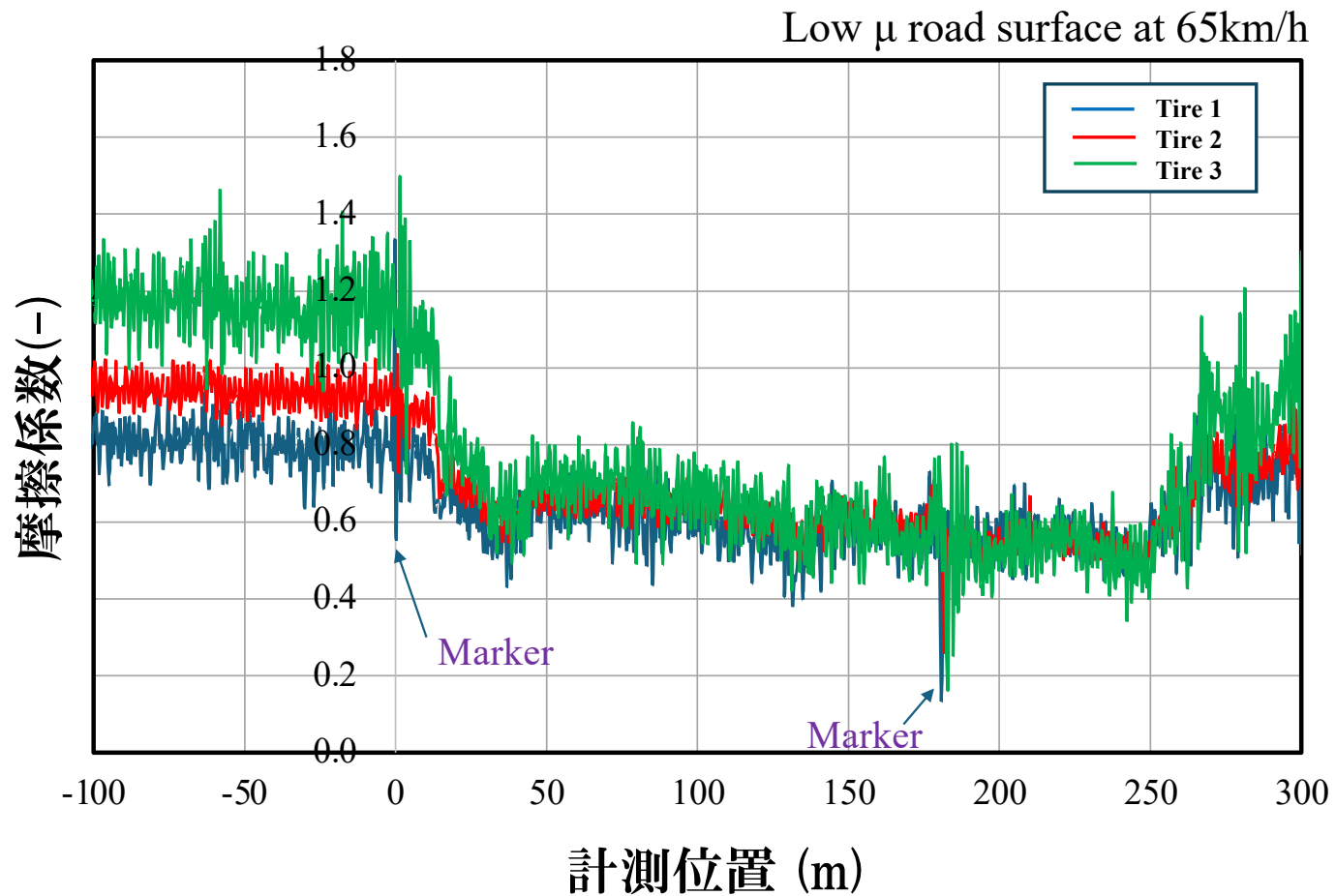
試験路の全景 (by Google Map)



計測に使用したコース

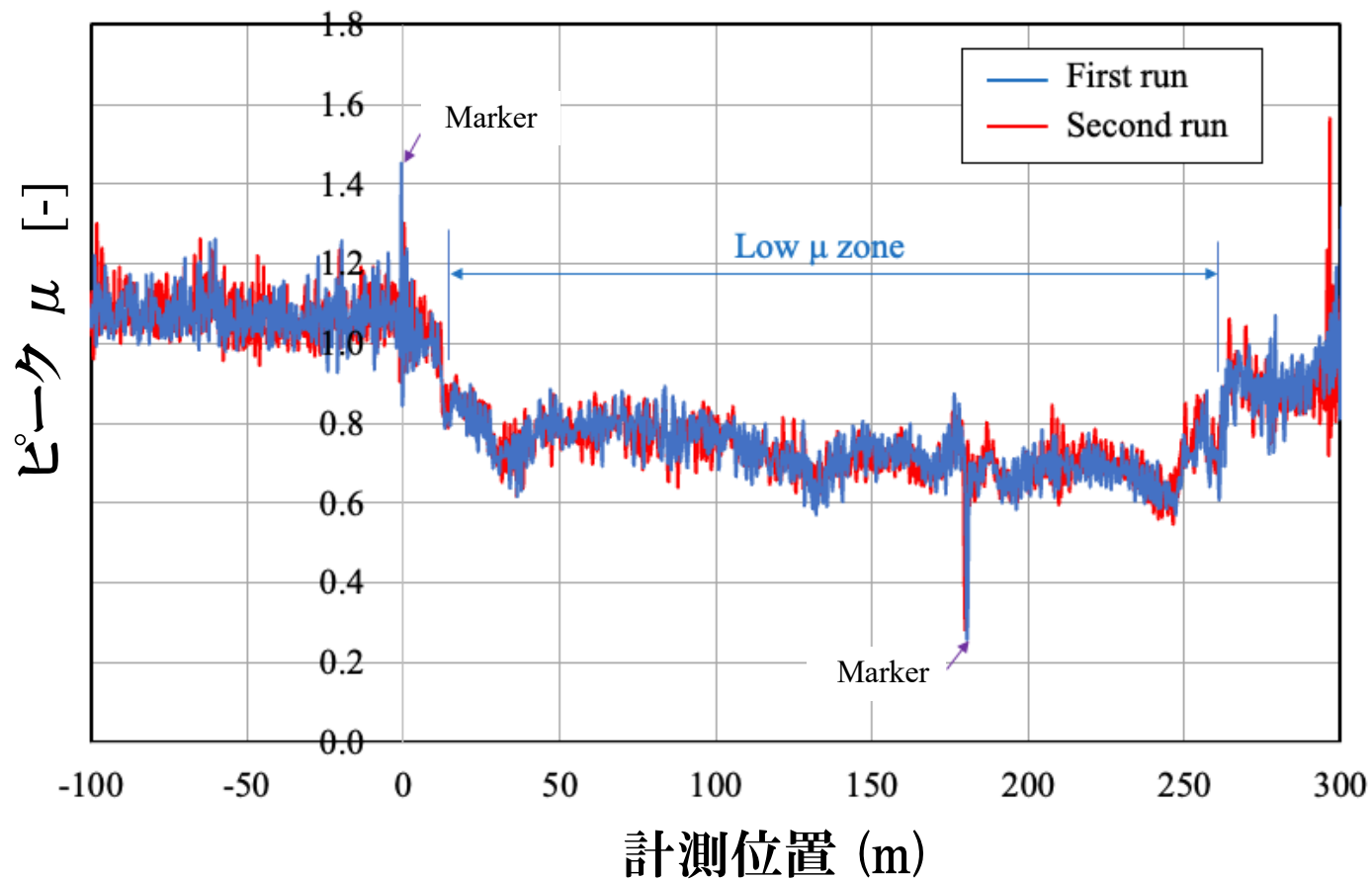
4. 新たな装置を用いた摩擦特性測定結果

各計測タイヤで測定された路面摩擦変動



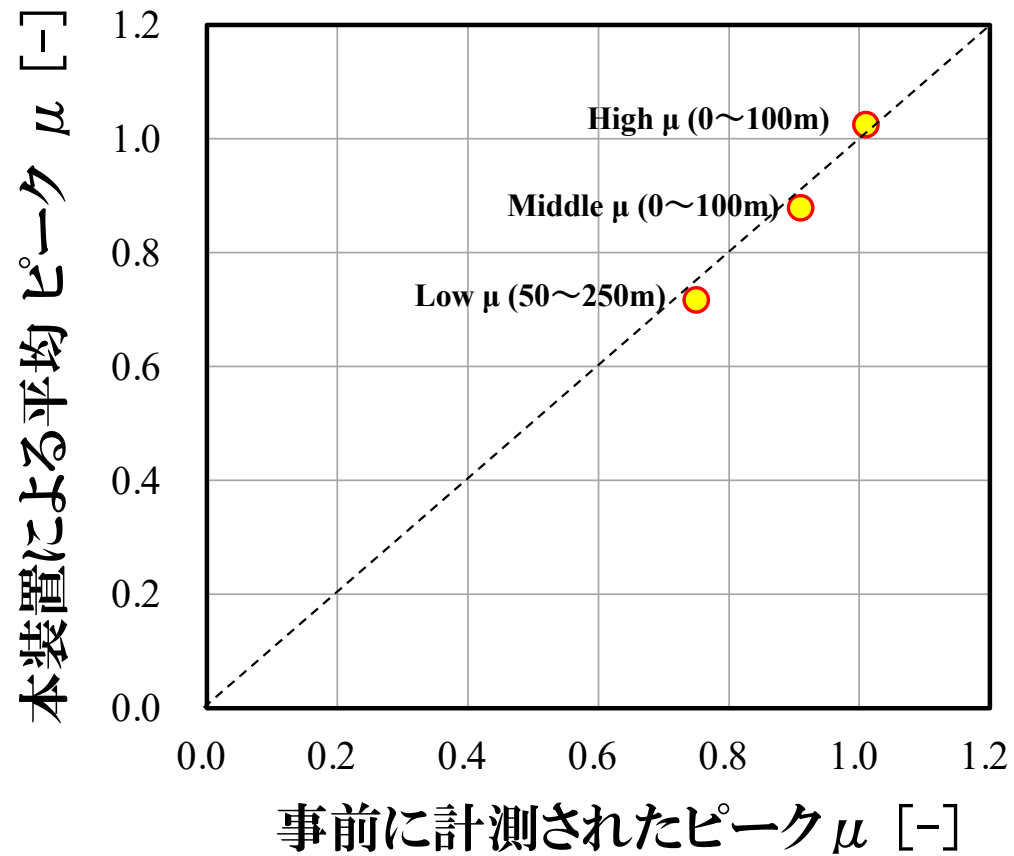
4. 新たな装置を用いた摩擦特性測定結果

同定されたピーク μ の再現性



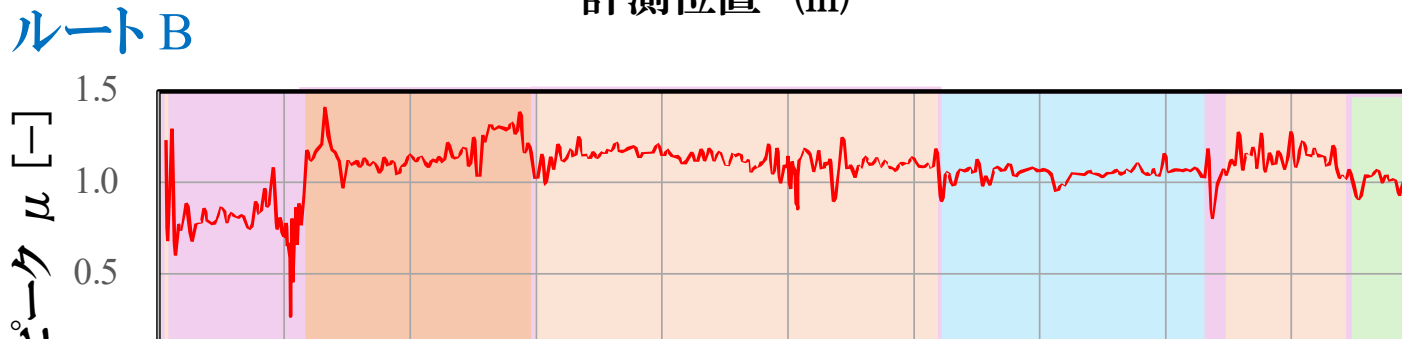
4. 新たな装置を用いた摩擦特性測定結果

計測されたピーク μ の信頼性（湿潤状態 65km/h）



4. 新たな装置を用いた摩擦特性測定結果

一般路におけるピーク μ 計測結果



同様な舗装状況であっても、ピーク μ は大きく変動することがわかる。
道路交通安全のために、路面摩擦データベースの構築が重要となる。

4. 新たな装置を用いた摩擦特性測定結果

冬季雪国における路面摩擦状況



デンソーテストコース
(網走センター・北海道)



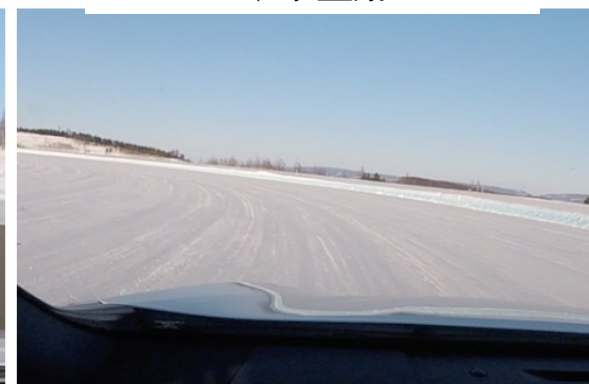
a) 圧雪路



b) 氷盤路



c) ロードヒーティングしたアスファルト路

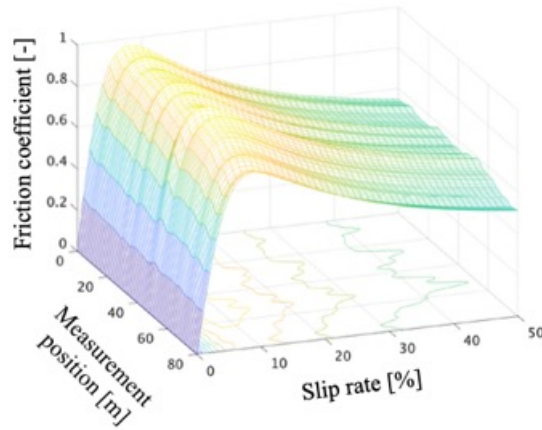


d) 圧雪路のスキッドパッド

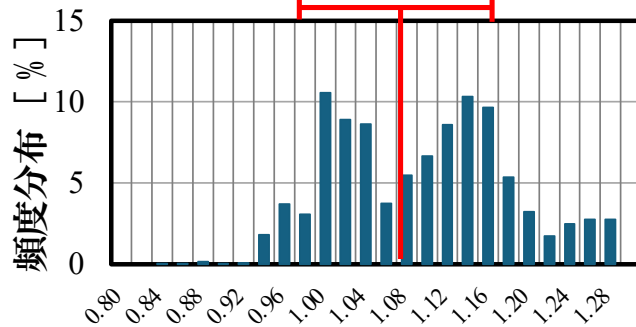
4. 新たな装置を用いた摩擦特性測定結果

雪氷路における連続 μ -s特性計測結果

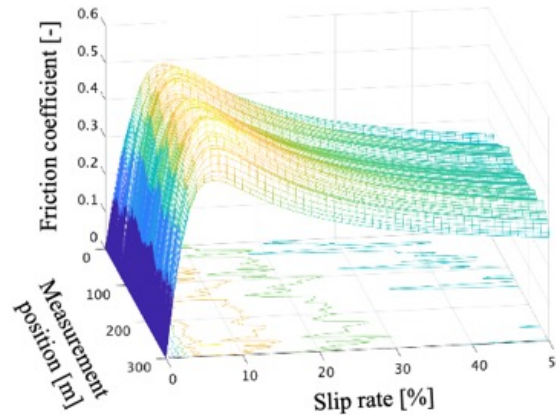
a) ロードヒーティングアスファルト路



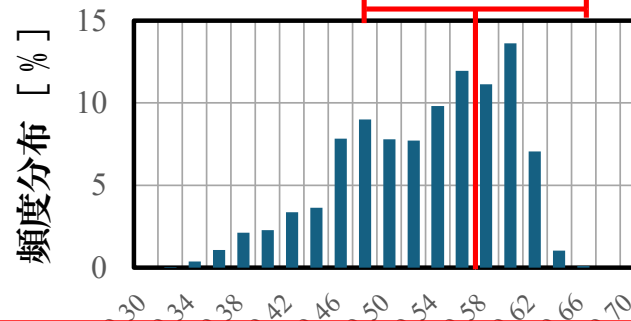
$$\bar{\mu} = 1.086, \sigma = 0.0866$$



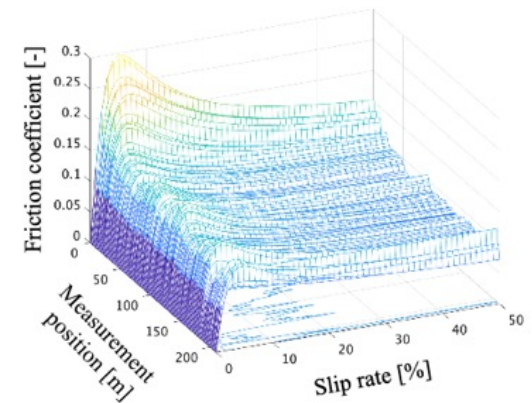
b) 圧雪路



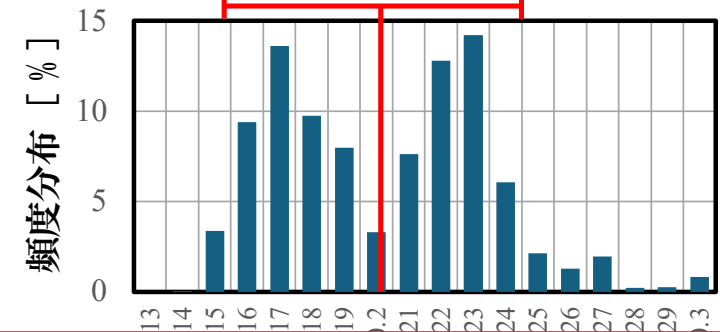
$$\bar{\mu} = 0.518, \sigma = 0.0670$$



c) 氷盤路



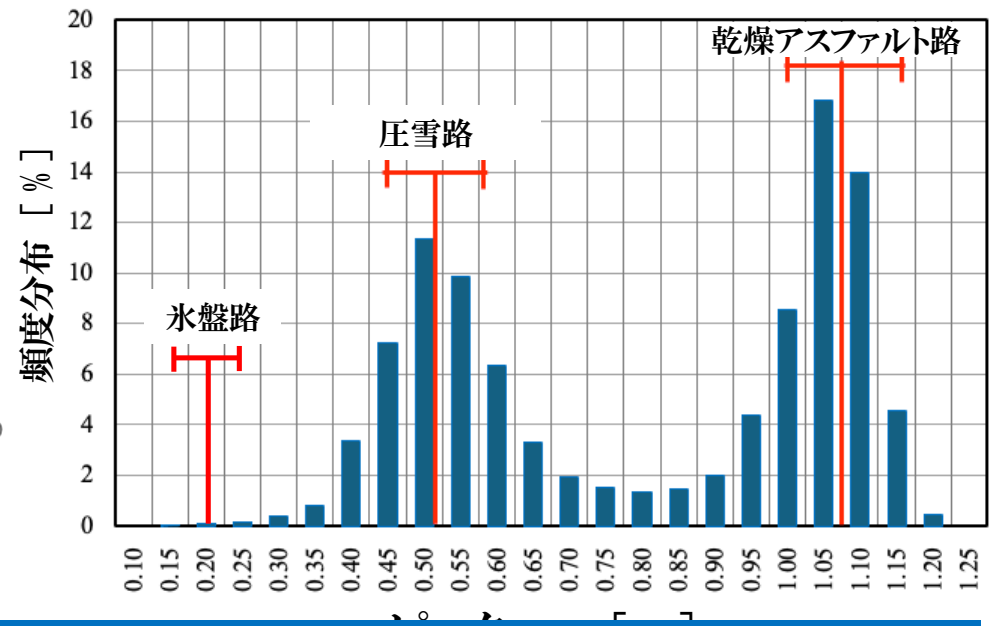
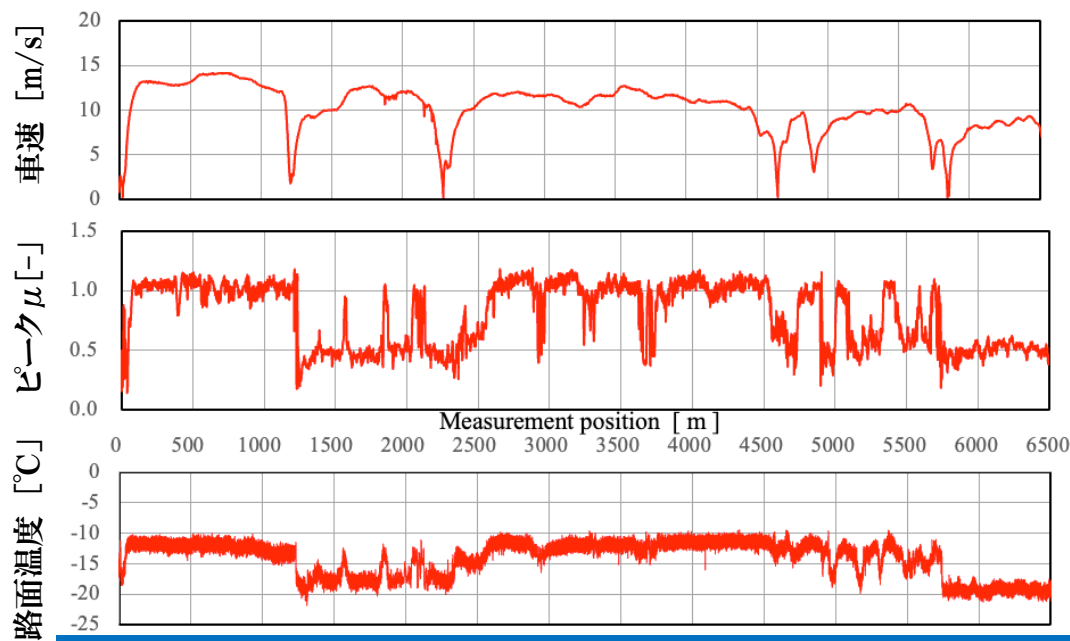
$$\bar{\mu} = 0.204, \sigma = 0.0415$$



テストコース上の良く整備された路面であっても、ピーク μ は大きく変化している・・・ましてや一般道では・・・¹⁹

4. 新たな装置を用いた摩擦特性測定結果

北海道の降雪路(公道)における計測結果



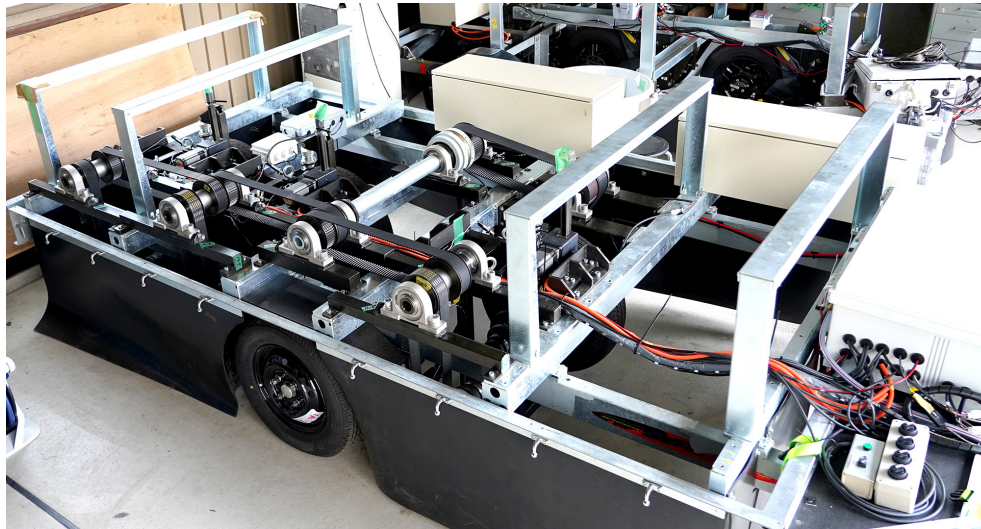
アスファルト舗装に部分的圧雪状態になった路面での連続計測結果から、摩擦係数（ピーク μ ）が大きく変動していることがわかる。
次世代の道路交通（特にADやADAS搭載車）の安全性の面から、前方路面摩擦推定システムの構築が非常に重要であることがわかる。

5. まとめと今後の目標

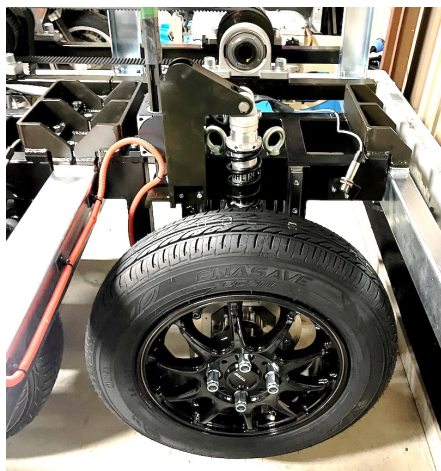
1. これまでのタイヤ摩擦計測装置では計測できなかった連続 μ -s特性の計測装置を構築した。
2. いくつかの路面の連続摩擦特性計測結果を示した。
3. 種々の路面における μ -s特性計測を行い路面摩擦データベース構築を行う。
4. 現在計測精度および実験効率向上に向けた新しい路面摩擦計測開発を行っている。
5. 前方路面摩擦推定システム構築にむけて、環境情報と路面摩擦の関係について検討を行っている。

5. まとめと今後の目標

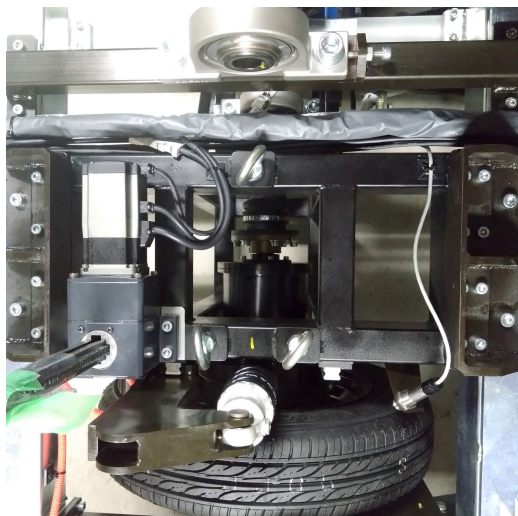
計測精度・計測効率向上に向けた新計測装置



1. 6分力ロードセルを用い、タイヤ取り付け方法の変更
2. シャフト駆動方式による制動トルク付加
3. 荷重変動抑制と計測効率向上のため荷重制御装置の導入
4. 制動トルク付加と自由転動計測のために各タイヤにクラッチ導入
5. スリップ比の精度向上のためタイヤパルス数増加(100ppr)



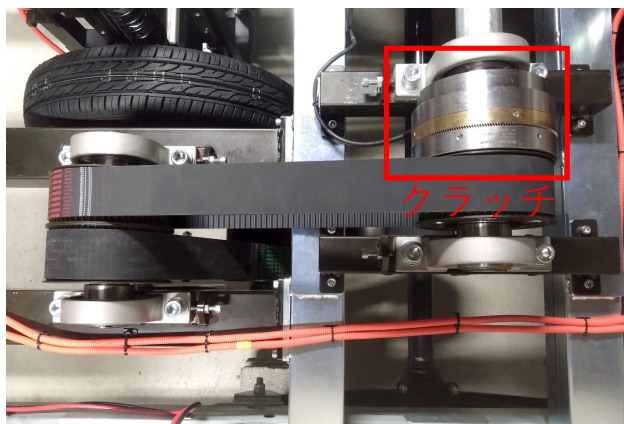
タイヤ取り付け方法



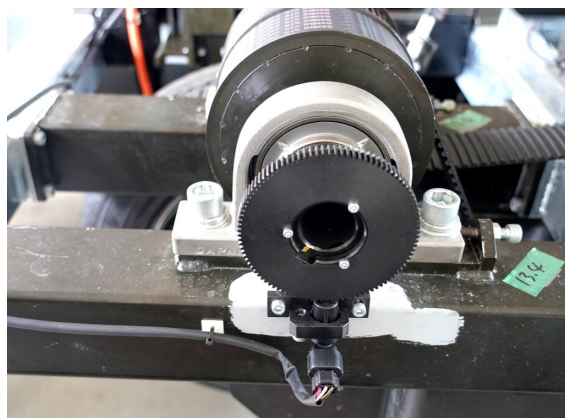
荷重制御システム



6分力ロードセル



駆動用タイミングベルトとクラッチ



タイヤパルス計



タイヤ温度計

ご清聴ありがとうございました!

