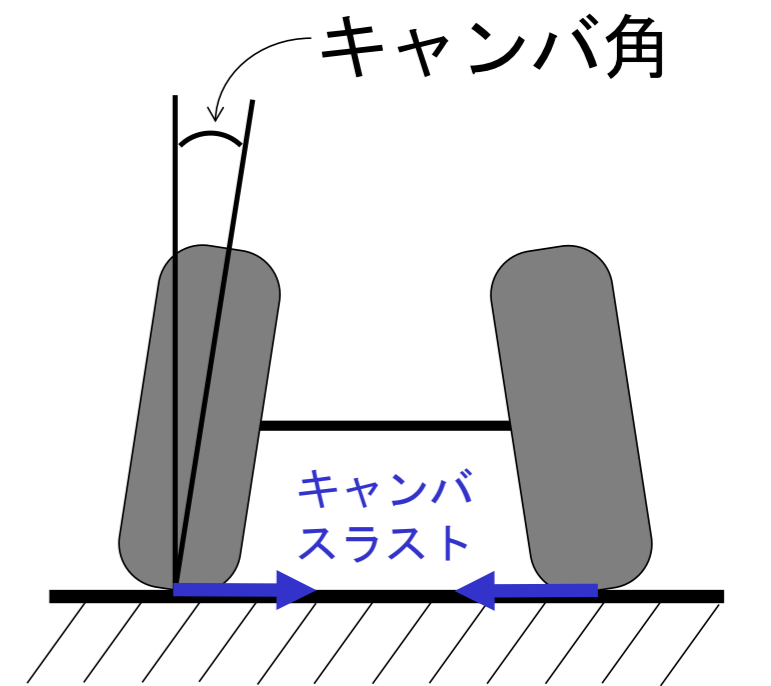


キャンバ制御に関する研究

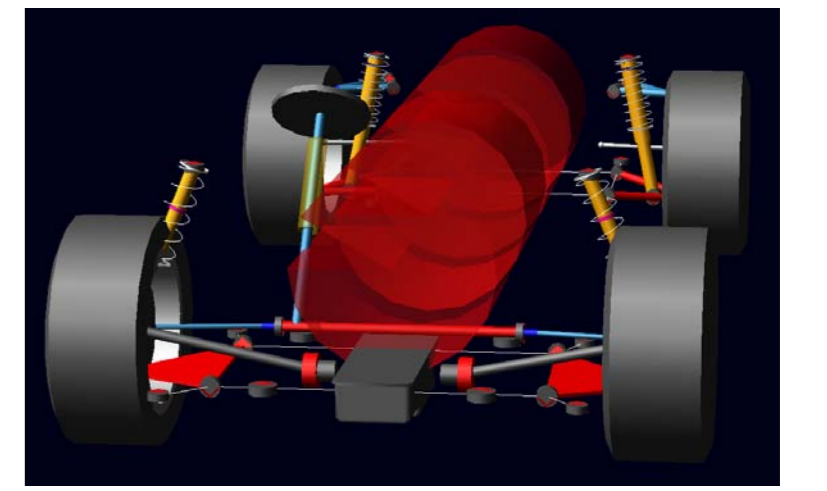
キャンバとは…

車両の前後から見た際、地面との垂直線とタイヤの中心線との角度を言い、キャンバを付加することで発生するキャンバスラストによる操安性と旋回性向上を目的に、市販車の多くが後輪に1度前後のネガティブキャンバが付けられている。



■キャンバ制御による操縦安定性向上に関する研究 (共同研究：エコスリサーチ)

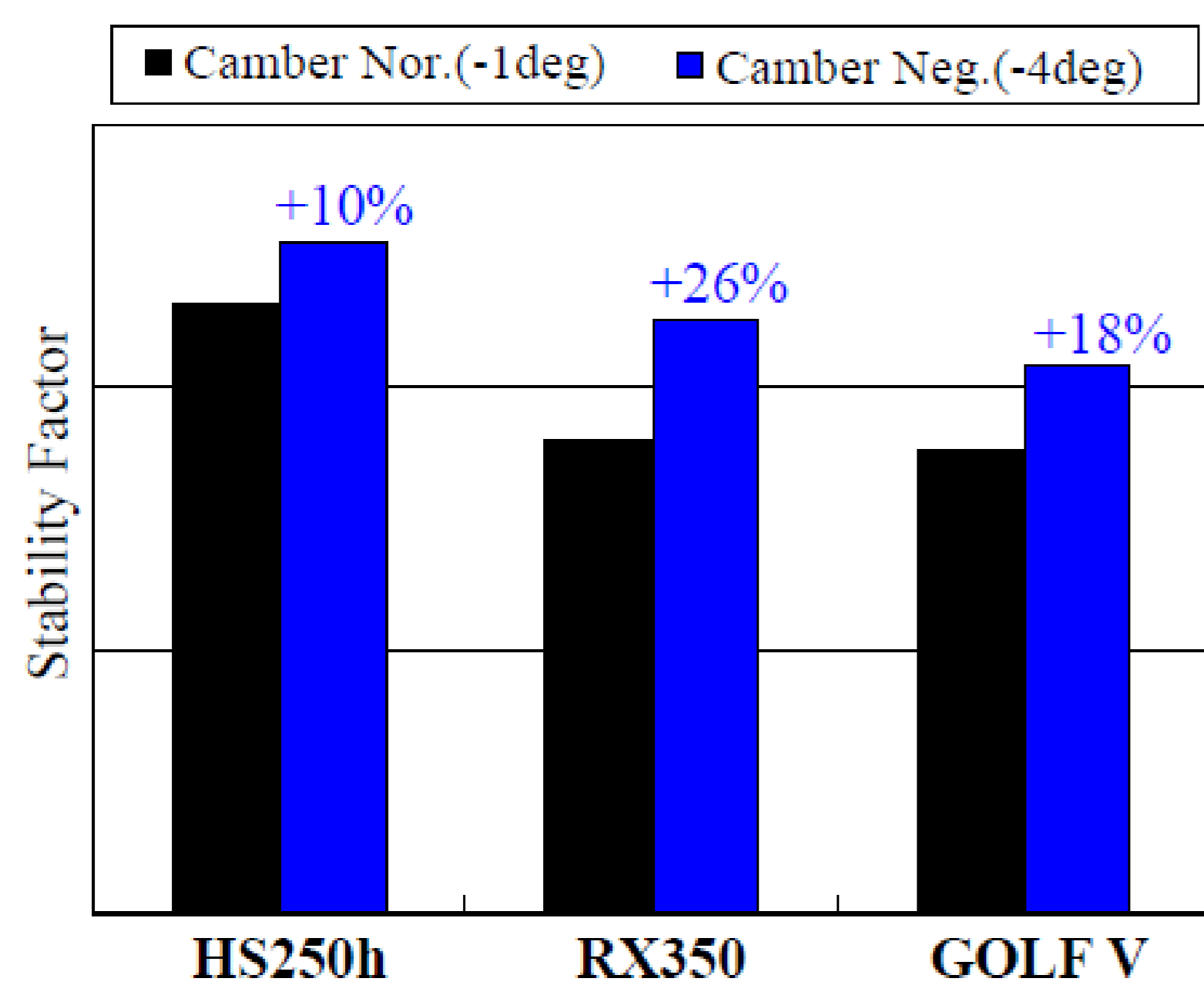
実車両における計測実験でのキャンバ効果は、ドライバの体感から主観的に良さが分かるが、計測データからではキャンバによるキャンバスラストが精度よく計測できないことから、その寄与度を実車両の諸元から車両モデルを構築し、モデルからキャンバ効果のある程度定量的に示す。



●実車実験によるキャンバ効果検証

Purpose	Method
◆ Steady-state stability	◆ Steady-state circular test ◆ According to ISO 4138
◆ Dynamic stability	◆ Pulse steer input test ◆ According to JASO Z110 ◆ Speed: 100km/h
◆ Actual vehicle motion	◆ Single lane change test ◆ Lane change interval: 2sec ◆ Speed: 80km/h
◆ Driver impression	◆ City, highway, test course free driving ◆ Speed: 0~120km/h

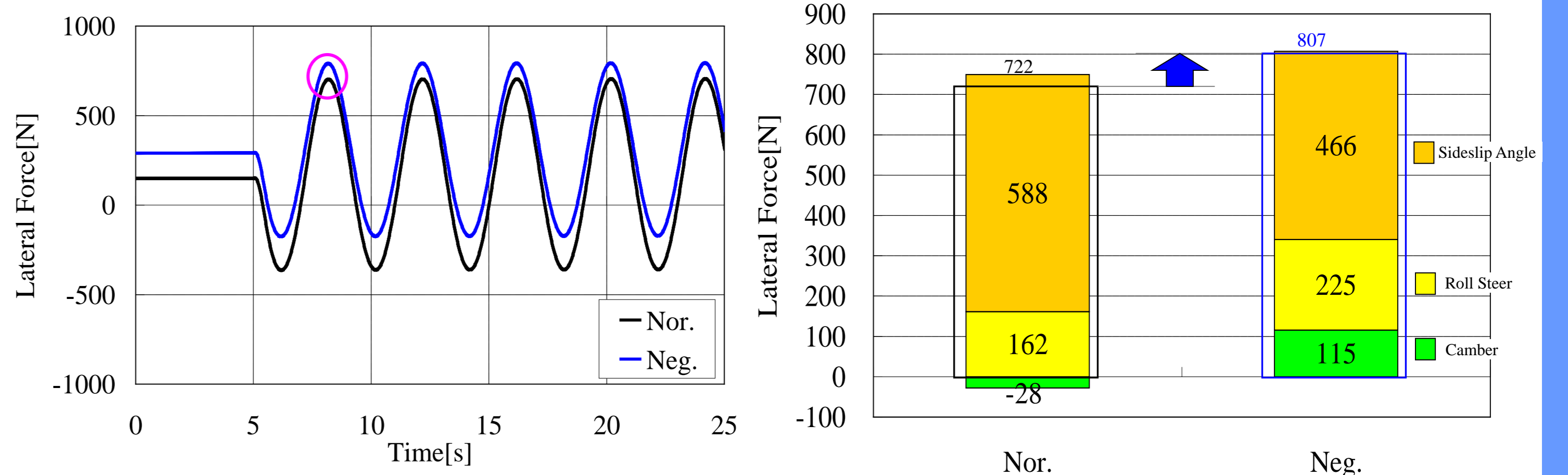
◆ Vehicles



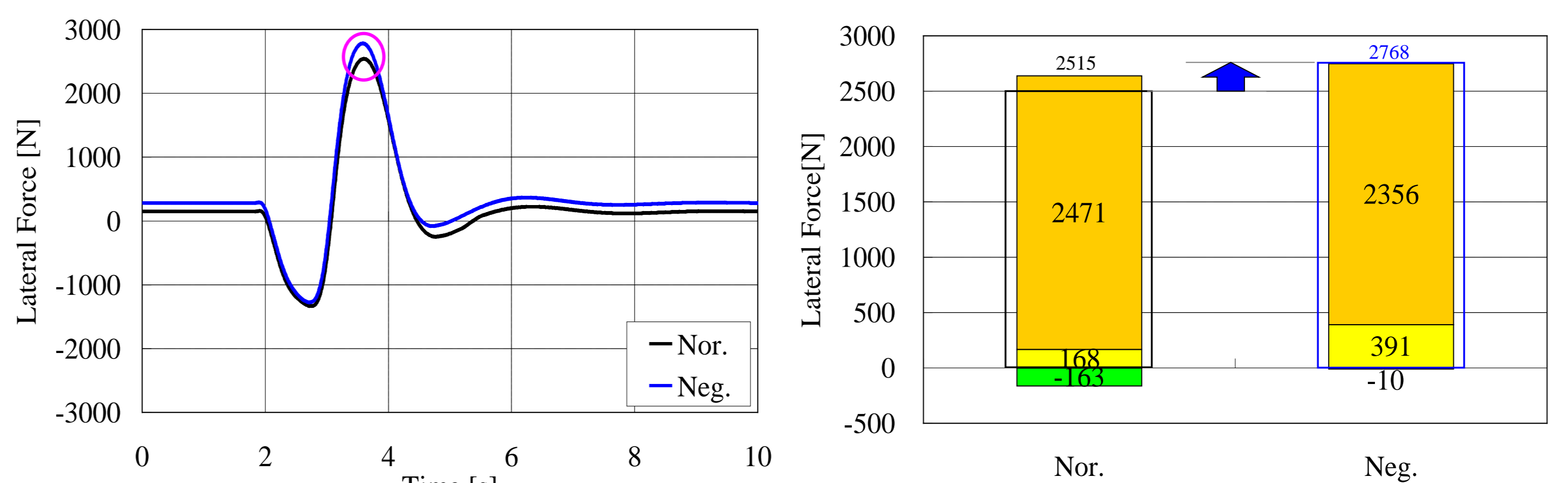
キャンバによる効果は実車実験からも明確

●シミュレーションモデルから寄与度を検証

◆ 時速80km, 操舵角±16度によるスラローム試験→低G領域での操縦安定性評価



◆ 時速80kmでの2sレーンチェンジ試験→高Gによる操縦安定性評価

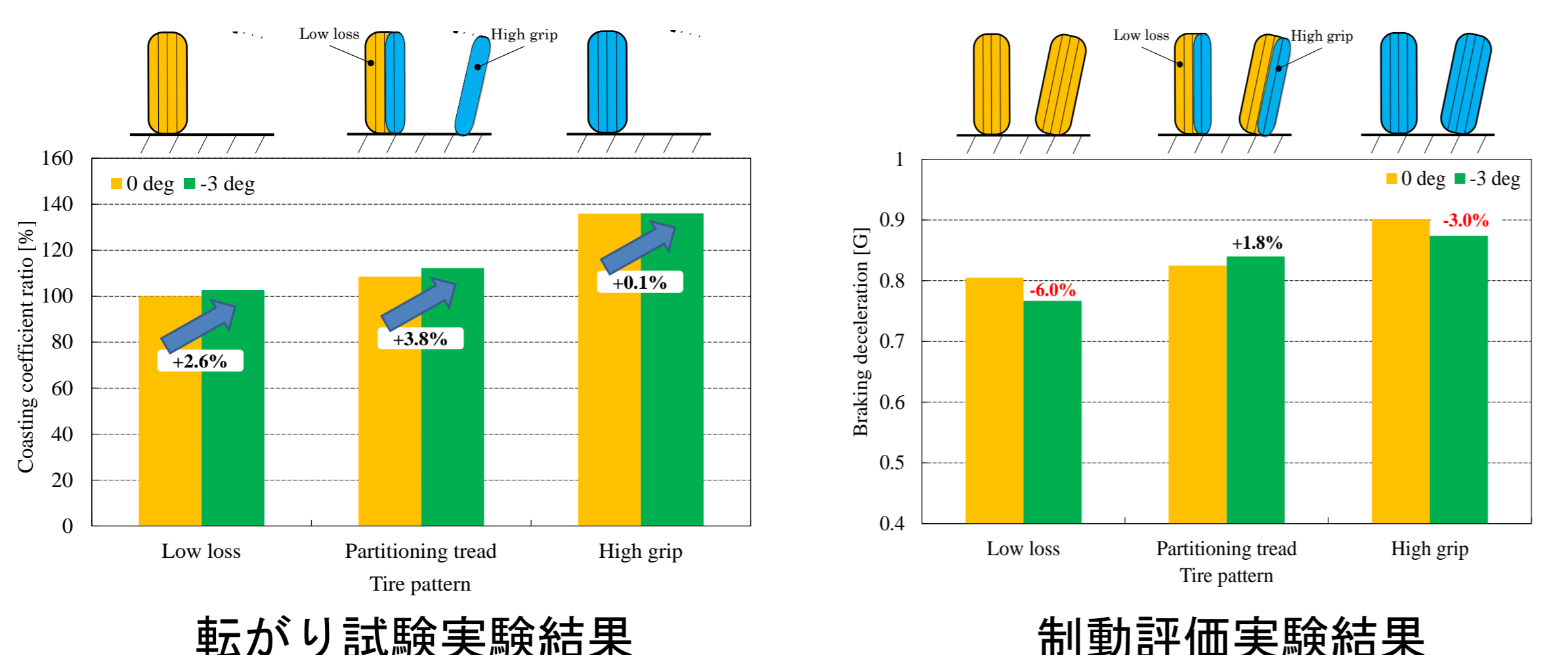


キャンバスラストとロールステアの増加図。低G領域ではキャンバスラストが効果最も高く、高Gではロールステアとなり、主にN付近の操縦安定性に関しては、キャンバスラストによる効果が高いことが定量的に示された。

■低燃費性能向上を目指した分割トレッド タイヤのキャンバ制御

(共同研究：ブリヂストン・エコスリサーチ)

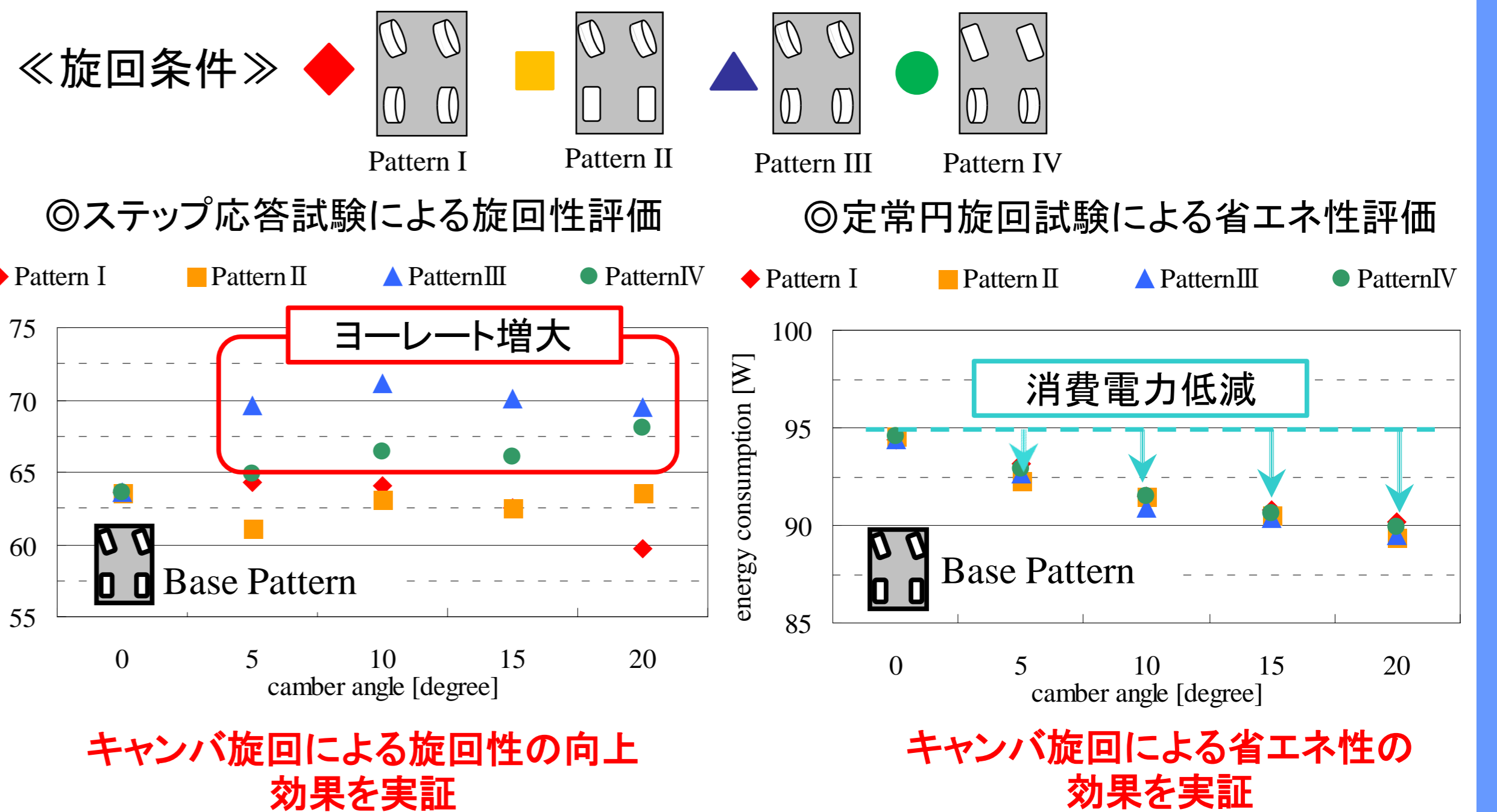
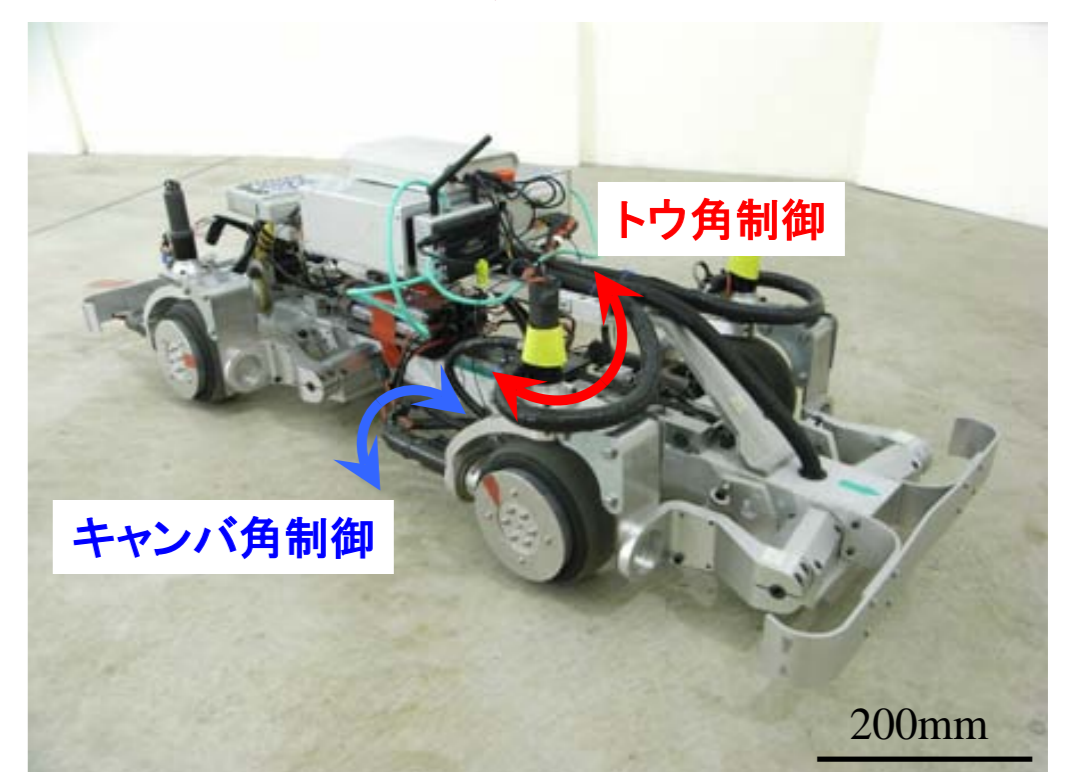
通常走行時は低燃費タイヤの省燃費性を活かし、制動時には高グリップタイヤの制動性を兼ね備えたタイヤをコンセプトに、分割トレッドタイヤを試作開発し、その有効性を検証。



低ロスと高グリップから成る分割トレッドタイヤとキャンバ制御により、低ロス側を用いることで低ロスタイヤと同等、高グリップ側を用いることで低ロスタイヤと高グリップタイヤの中間的な性能となることを示し、分割トレッドの使い分けの効果を示した。

■キャンバを用いた車両の運動特性に関する研究 (共同研究：エコスリサーチ)

車両の操安性と省エネ性の両立を実現できる旋回パターンについて模型車両を製作し、その効果を実証する。旋回性能については、ステップ応答試験により検証を行い、省エネ性の評価は、定常円旋回試験により行った。

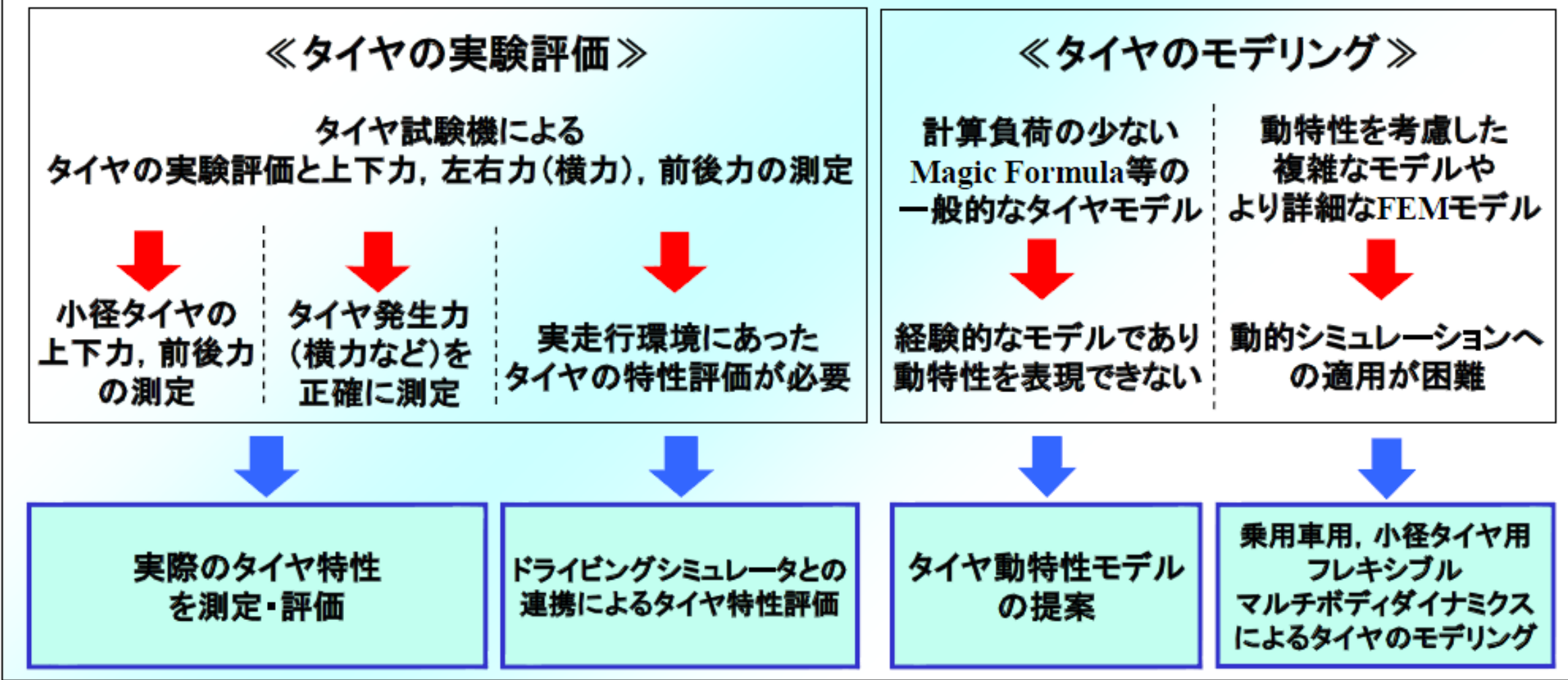


タイヤの動特性に関する研究

タイヤの動特性に関する研究

タイヤの特性は、自動車やPMV(パーソナルモビリティ・ビークル)の運動性能にとって重要な特性の一つである。

工学的に重要な多くの研究課題が存在する。



路面・タイヤ走行模擬試験装置

タイヤ試験機の特徴

- ① タイヤの走行状態を再現
- ② 押し付け力、ステアリング角度を動的に設定
- ③ コンピュータ外部信号で制御

＜試験機性能＞

- ドラム部
 - ドラム回転速度: 1~100km/h
 - タイミングベルト方式 減速比7:1
 - ドラム外径: 1090mm
 - ドラム幅: 300mm
 - 回転速度: 4.8~480rpm
 - 駆動モータ: 制動ユニット付き 30kWインバータモータ 制動抵抗器方式、制動力150%
- タイヤ押し付け部
 - 押し付け荷重: max6000N
 - 押し付けストローク: 150mm
 - 押し付け方式: サーボモータ ポールねじ式送り機構
- ステアリング動作
 - ステアリング力: max750Nm
 - 角度範囲: ±30°、精度0.1°

＜センサ＞

- タイヤ軸力センサ
- キスラ-3成分センサ2個
- ストロークセンサ
- コンタクトタイププラスティック ポテンシオメーター
- ステアリング ACサーボ0.4kw角度制御方式

＜出力＞

- 鉛直方向荷重 (タイヤ上下力) 0~6000Nに対し0~5VDC
- 前後方向荷重 (タイヤ押し付け力) ±6000Nに対し±5VDC
- 左右方向荷重 (ステア時の横荷重) ±6000Nに対し±5VDC
- ステアトルク (ステア時の回転力) ±1000Nmに対し±5VDC
- ドラム回転速度 0~800rpmに対し0~5VDC
- ステアリング角度 ±30° に対し±10VDC



タイヤ動特性モデルの提案

研究の目的

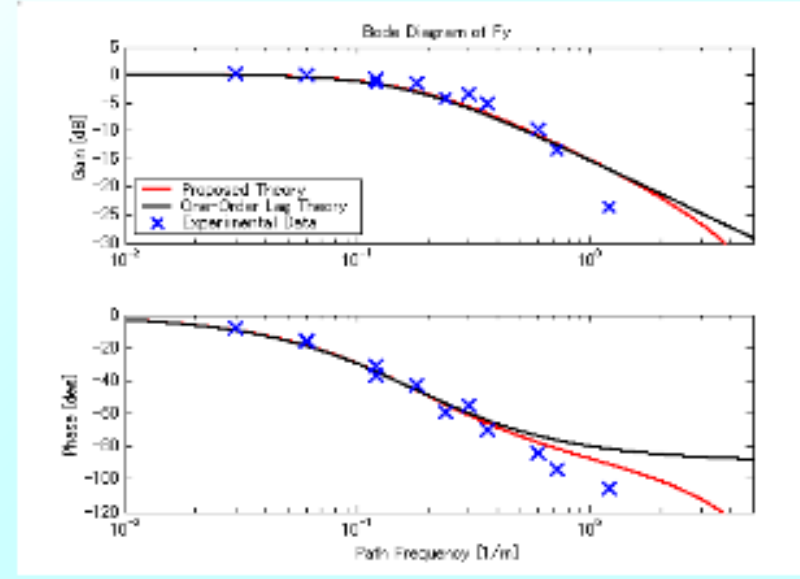
- 自動車用タイヤについて、物理的諸元を考慮した定常特性モデルを拡張して、動特性を表す理論を提案する。 → 車両運動計算にタイヤ特性が反映される。
- タイヤの動特性試験を行い、提案した理論の妥当性を評価する。
- 提案した理論を用いて、特性の異なるタイヤの動特性を解析する。

横力:

$$F_y(s) = \frac{C_y w \left(-2a + \frac{1-e^{-2az}}{s} \right) Y(s) + a \frac{1-e^{-2az}}{s} \Psi(s)}{1 + C_y w \left(\frac{2a^3}{3k_y} + \frac{2a}{G_{y1}} \right) + \frac{C_y w (1-e^{-2az})}{G_{y1} s}}$$

セルフライニングトルク:

$$M_z(s) = C_y w \left(\frac{a(1+e^{-2az})}{s} - \frac{1-e^{-2az}}{s^2} \right) Y(s) + \left(-\frac{2a^3}{3} + \frac{a^2(1+e^{-2az})}{s} - \frac{a(1-e^{-2az})}{s^2} \right) \Psi(s) + \frac{1}{G_{y1}} \left(\frac{a(1+e^{-2az})}{s} - \frac{1-e^{-2az}}{s^2} \right) F_y(s)$$



タイヤの周波数特性試験を実施し、導出したモデルが、一次遅れ理論より実際に近い周波数応答を示すことが可能であることを確認した。

提案した動特性モデル	精度	計算時間	物理的解析	動特性
Magic Formula	○	○	×	○
有限要素法	○	×	○	×
1次遅れモデル	△	○	△	△
ストリングモデル	△	△	△	○
提案したモデル	△	○	△	○

タイヤの物理量をパラメータとして動特性を表現できるモデル

共同研究: 株式会社ブリヂストン

タイヤ特性試験例

リム径の異なる2種類のタイヤに対して試験を行い、以下のようなタイヤの特性を示した。



試験条件

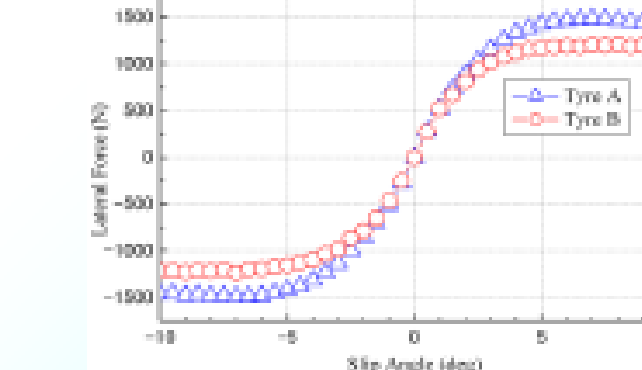
接地荷重 : 200kgf
ドラム回転速度 : 40km/h
タイヤ空気圧 : 200kPa

タイヤスペック

Type No.	A	B
Size	185/60R14	195/50R15
Diameter	578mm	577mm
Rim	14×5.5J	15×5.0J

(1) 定常特性試験

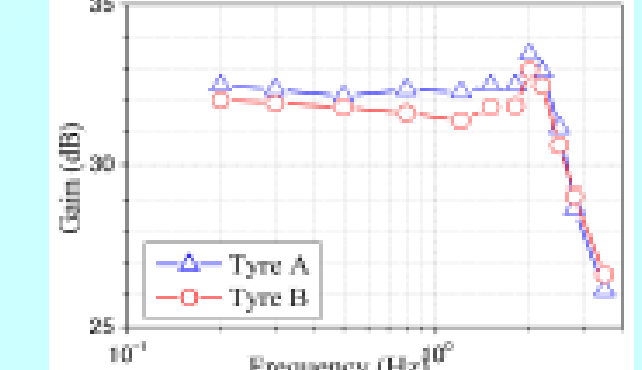
スリップ角を0.5°ずつ10~10°の範囲で与え、発生する横力を測定



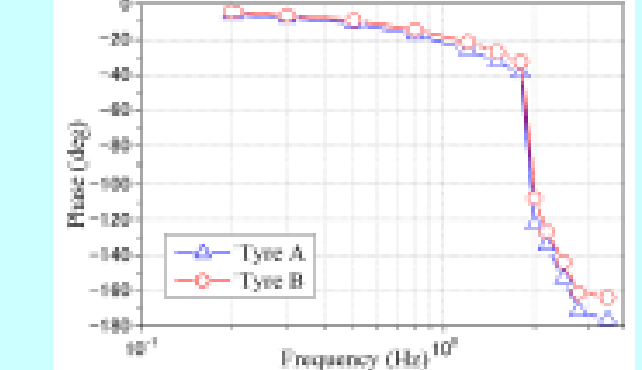
タイヤAの方が±3°以上の領域で大きい横力を発生している

(2) 動特性試験

振幅3°の正弦波の0.2~6.0Hzの範囲で与え、発生する横力を測定



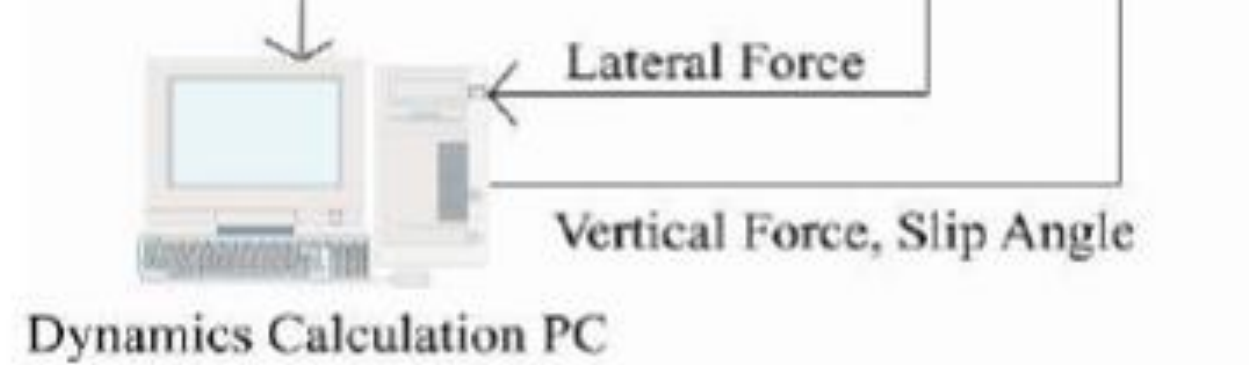
ゲインは定常試験と同様にタイヤAの方が大きい



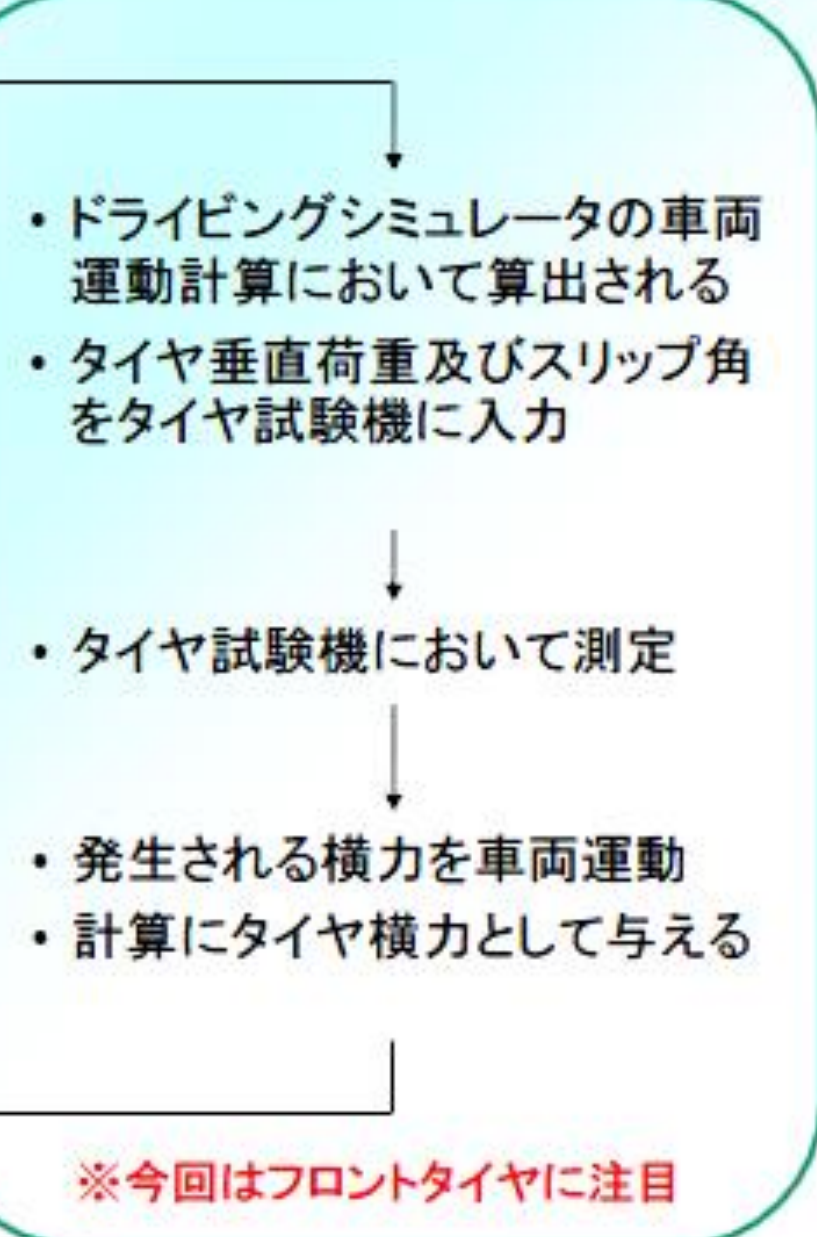
位相についてはタイヤBの方が遅れが少ない

実走行環境を模擬したタイヤ試験機

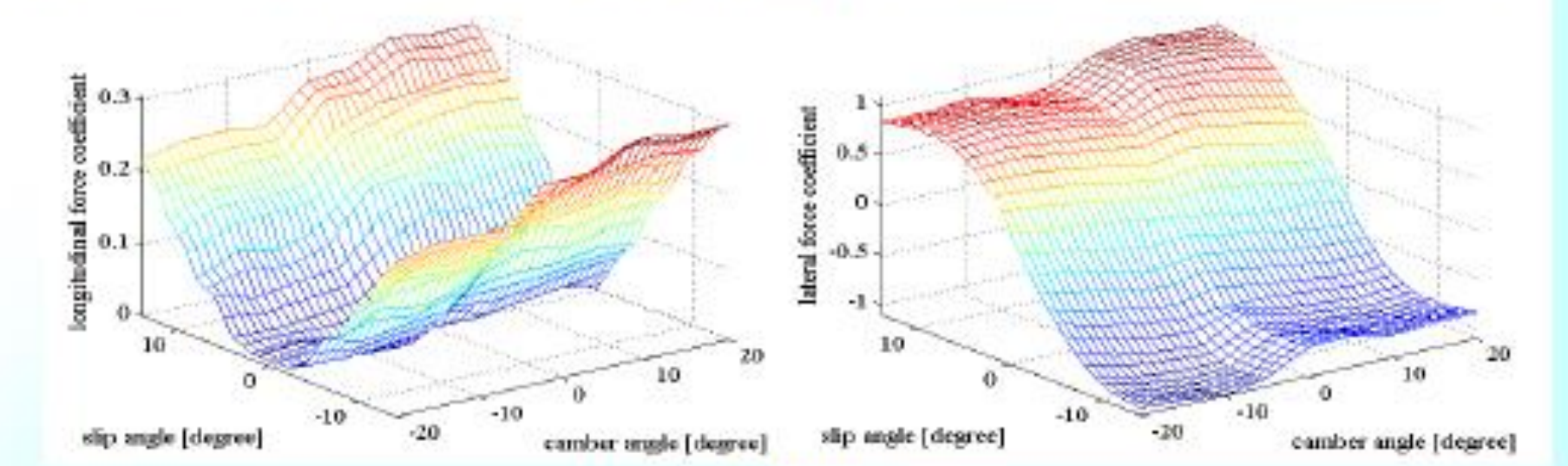
ドライビングシミュレータとタイヤ試験機の連動



システム図



タイヤ試験機によるキャンバ旋回効果の検討

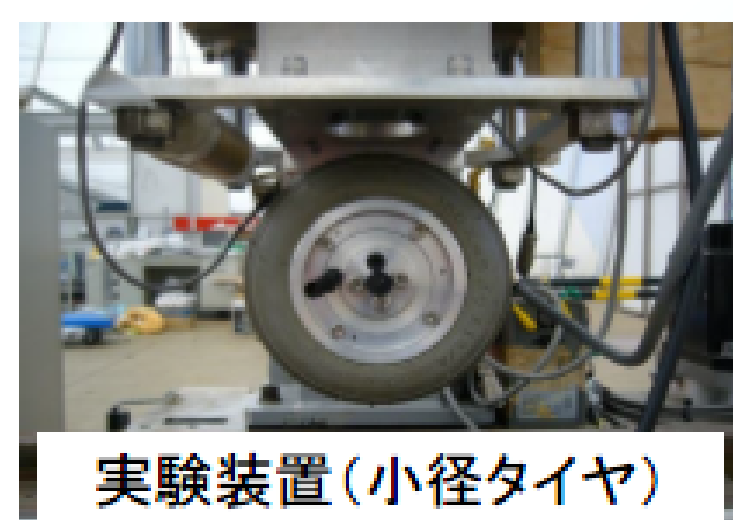


測定の結果
(前後力・左右力係数) = (前後力・左右力) / (垂直荷重)
を用いれば、タイヤカマをスリップ角とキャンバ角の2つのパラメータで表現可能

小径タイヤのモデリングと動特性に関する研究

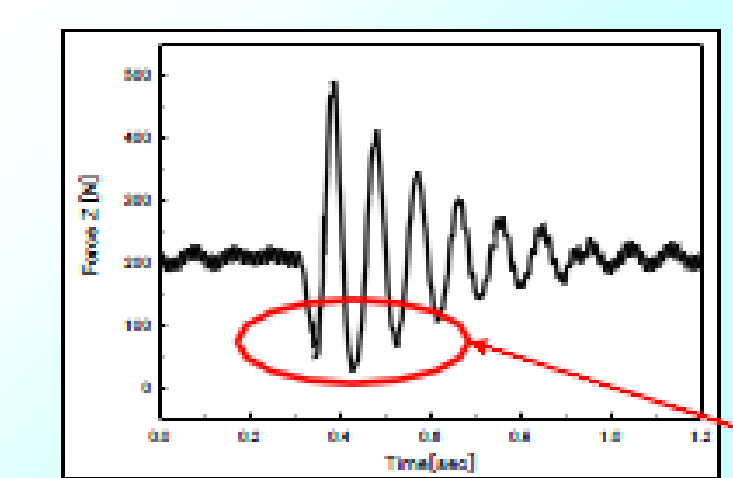
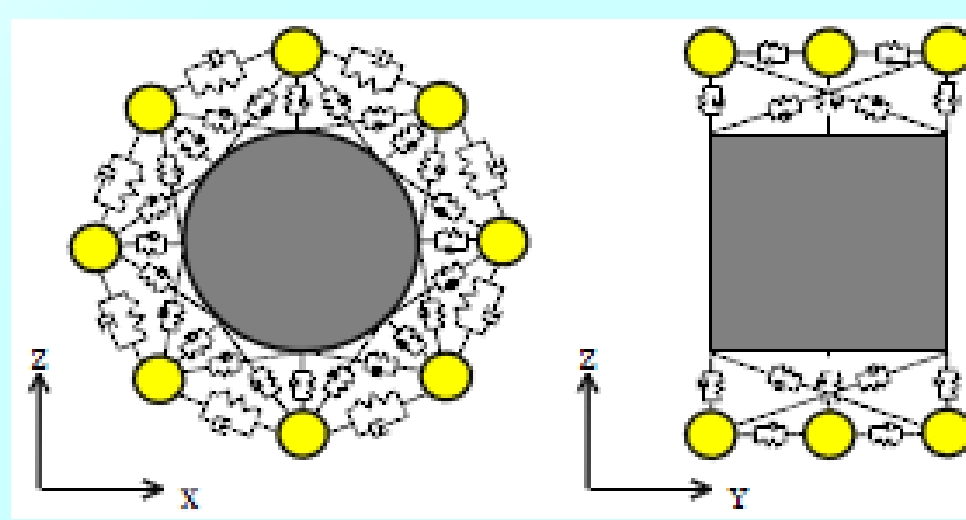
研究の目的

ベビーカーや車いすなどに用いられている小径タイヤは、段差環境における基礎的データが少ないため、段差環境における小径タイヤ基礎データ収集と運動解析に有効なタイヤモデルの提案する。

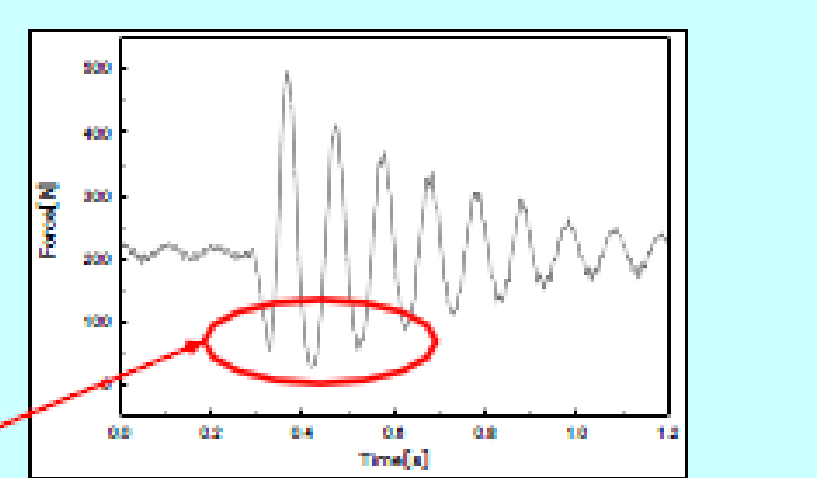


実験条件

上下力 (矩形段差高さ5mm, 速度0.9m/s)



両者が一致 → モデルの妥当性

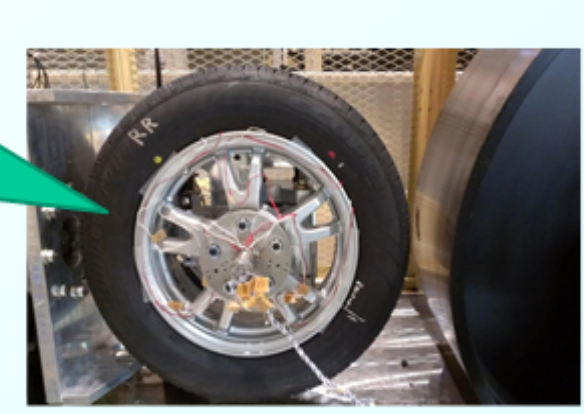
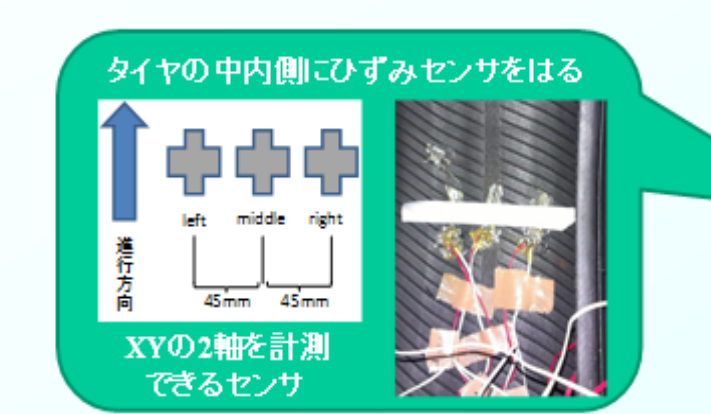
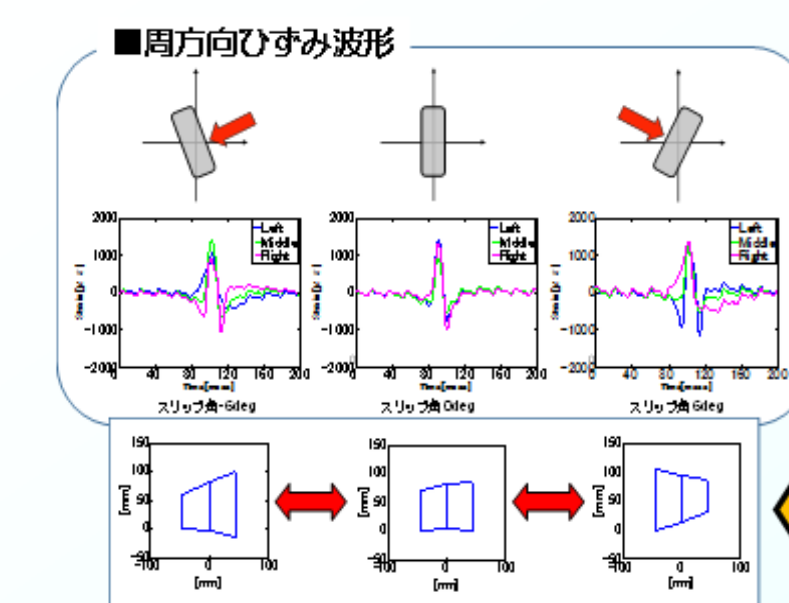


接地

タイヤひずみ計測による接触特性

車両制御用のセンサとしてタイヤ-路面間の接触状態を計測できるインテリジェントタイヤの開発

ひずみ計測を利用したタイヤ接触状態の推定法の考案

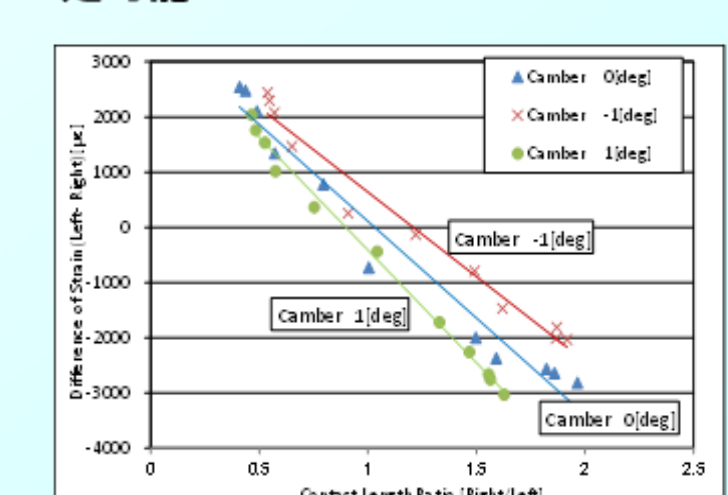
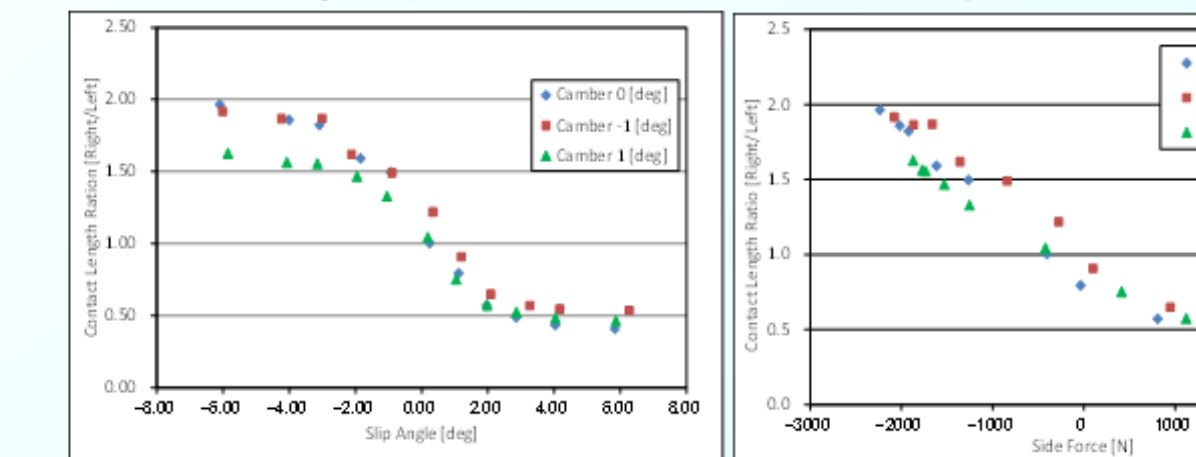


ひずみ量から接地面形状の推定

キャンバ角の推定

○周方向の接地長と横方向のひずみの左右差からスリップ角と横力が推定可能

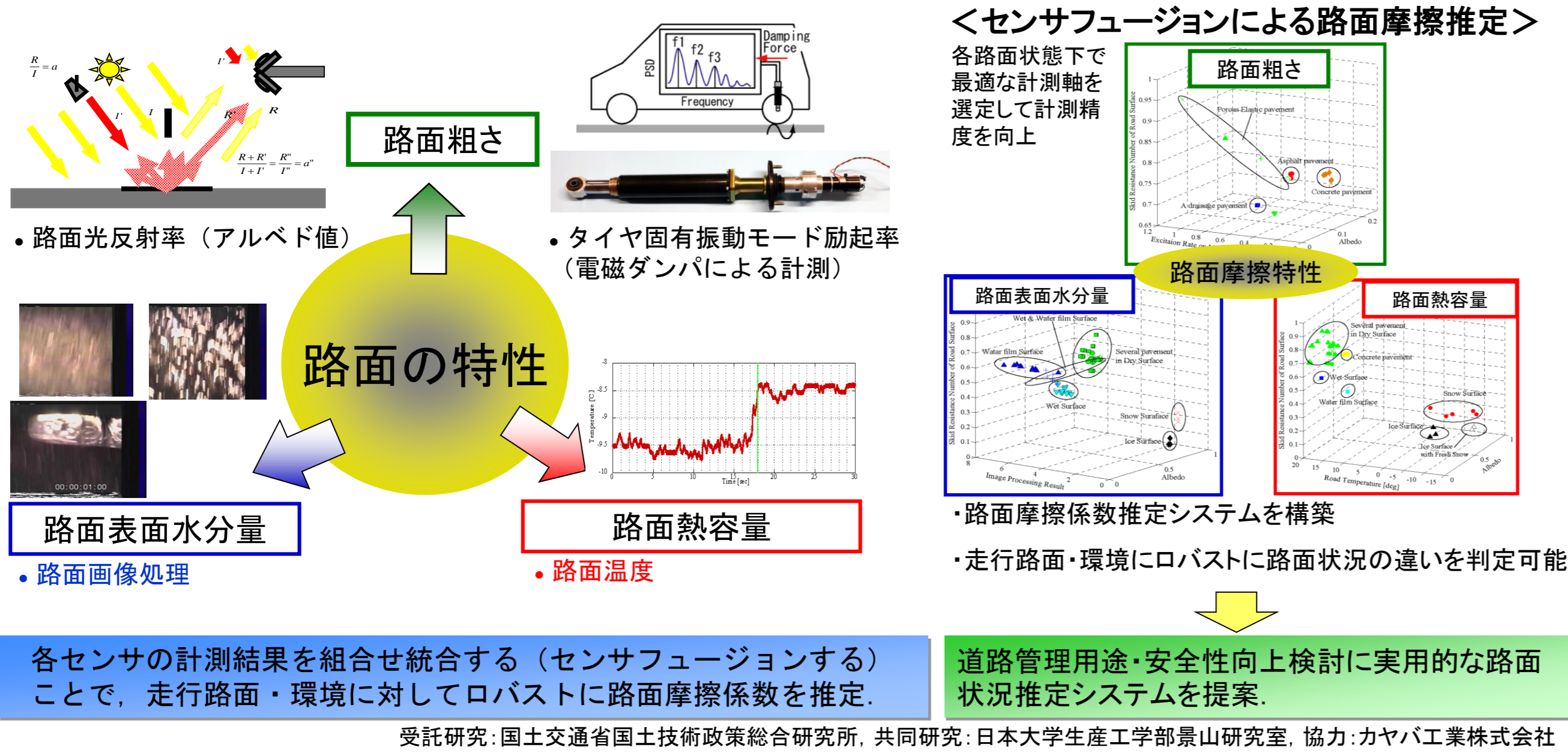
接地長(周方向)とスリップ角・横力の関係
○接地長の比からスリップ角、横力の推定が可能



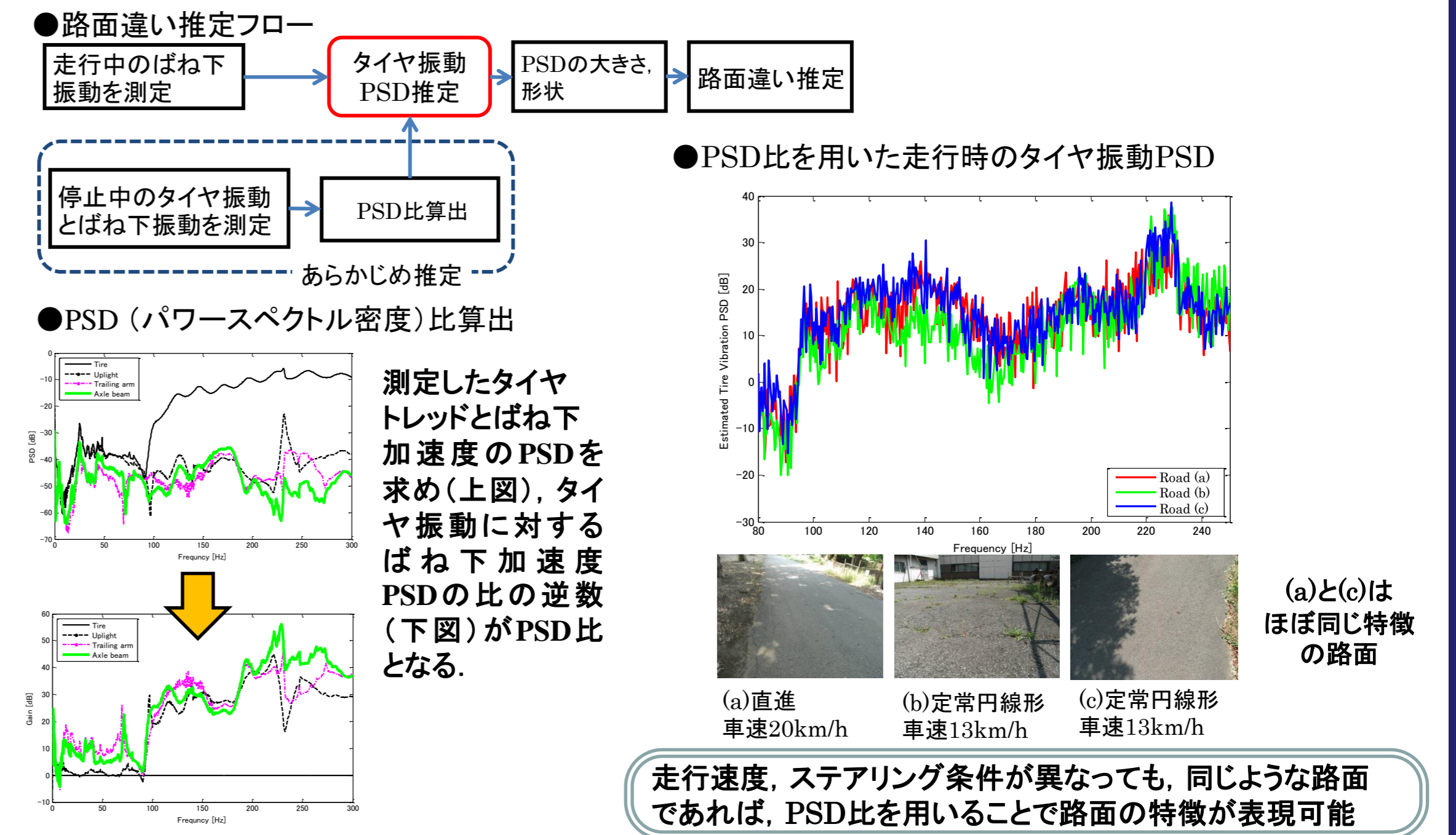
タイヤ・路面状態計測と推定

Tire - Road Surface Condition Measurement and Estimation

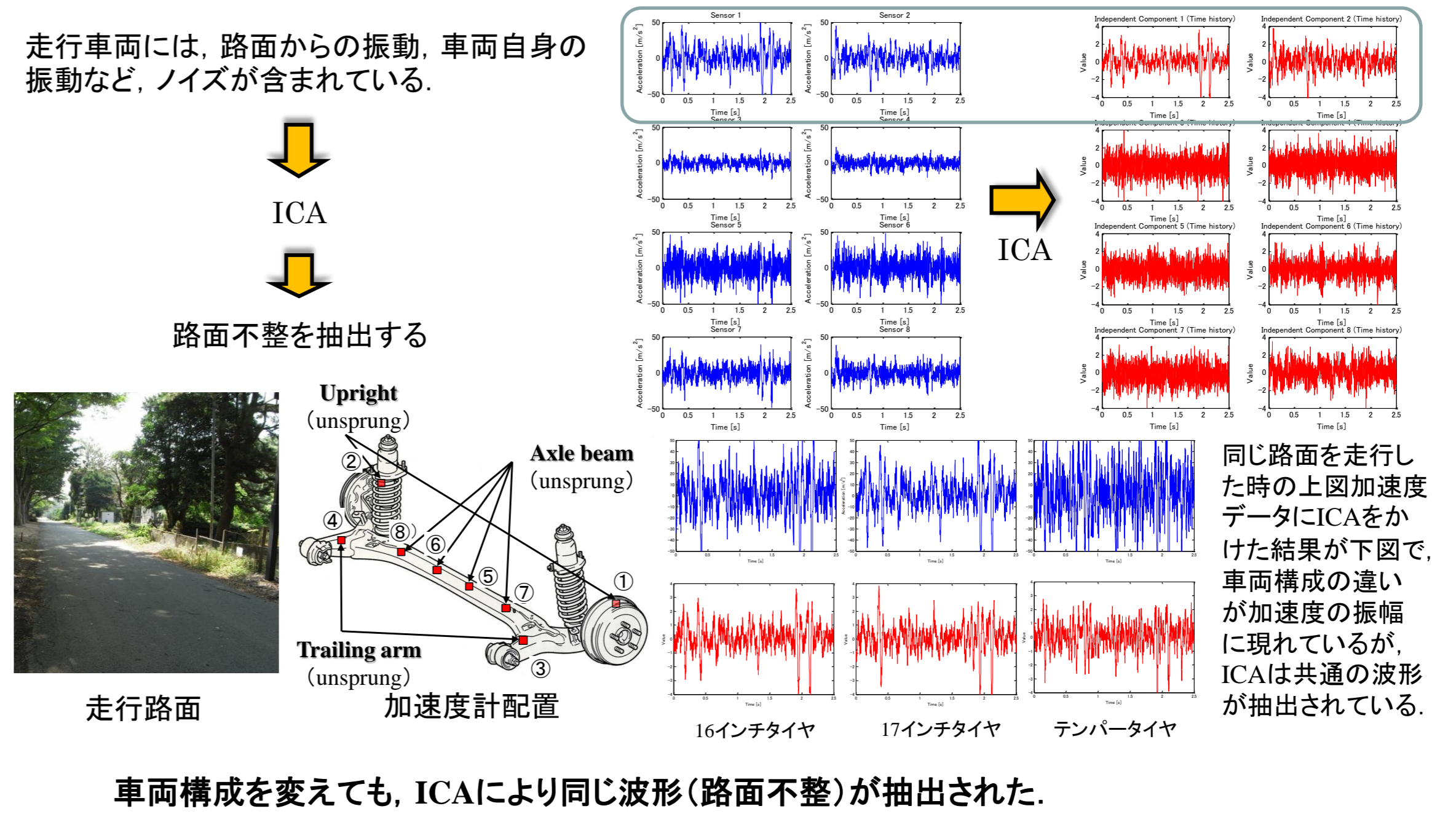
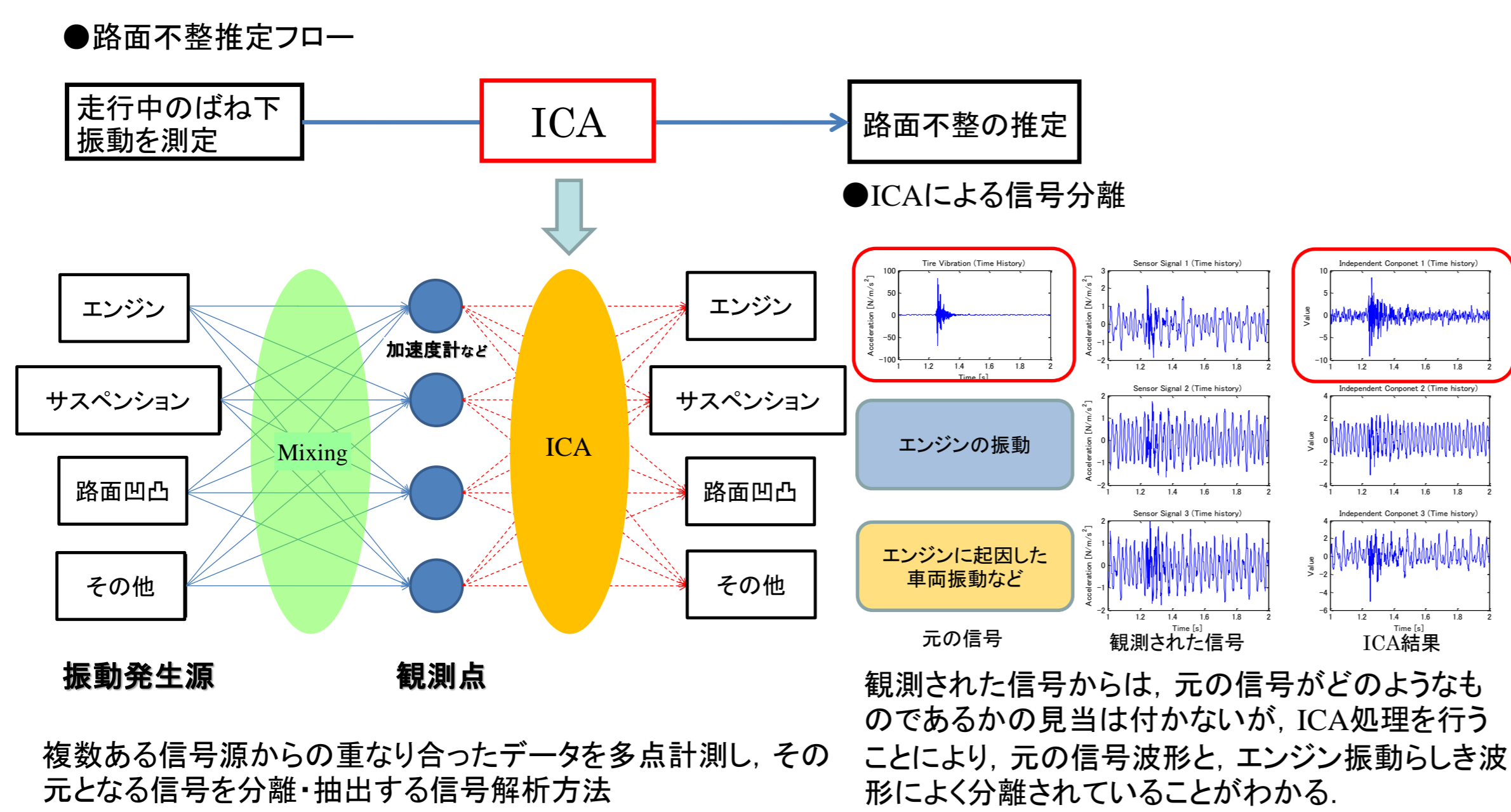
センサフュージョンによる推定



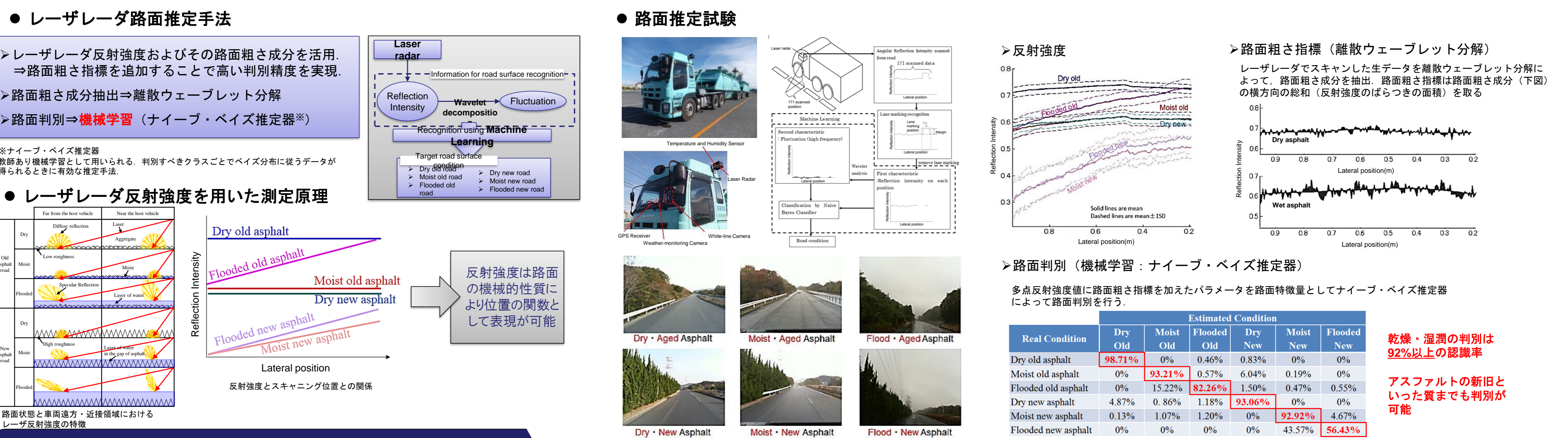
PSD(パワースペクトル密度)比を用いた路面違いの推定



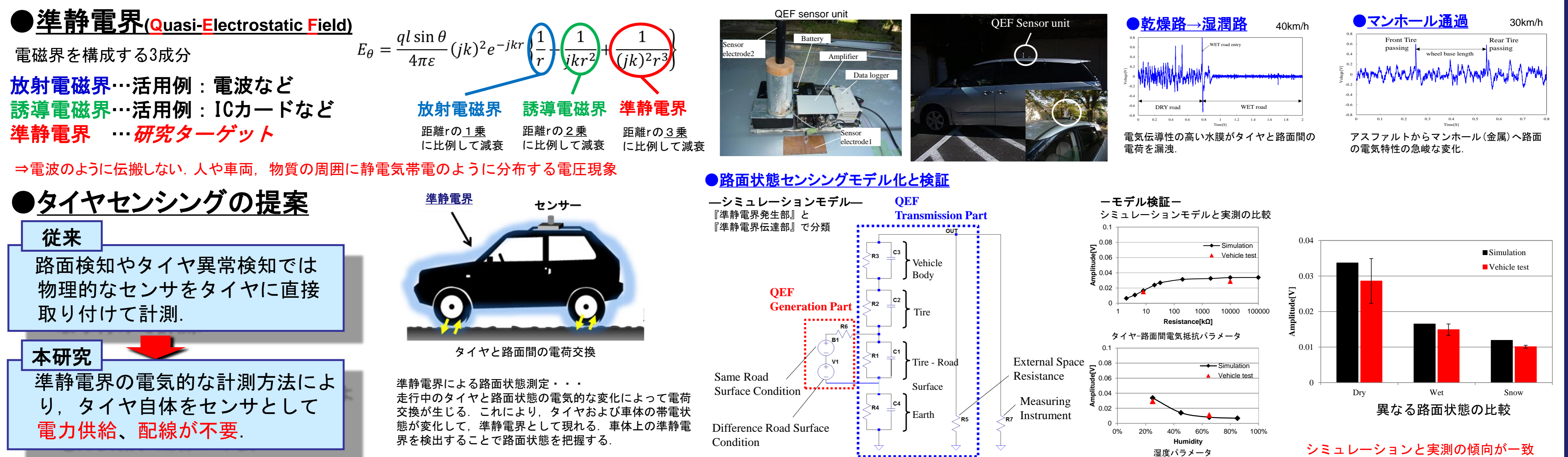
ICA(独立成分分析)を用いた路面不整の推定



レーザーダ路面反射強度を利用した路面推定



準静電界を用いた路面状態測定



路面・タイヤ走行模擬試験装置

タイヤ試験機の特徴

- **タイヤの走行状態を再現**
- **押し付け力、ステアリング角度を動的に設定**
- **コンピュータ外部信号で制御**



《センサ》

- ・ **タイヤ輪軸力センサー**
キスラー3成分センサ2個
- ・ **ストロークセンサー**
コンダクティブプラスチック
ポテンシオメーター
- ・ **ステアリング**
ACサーボ0.4kw角度制御方式

《出力》

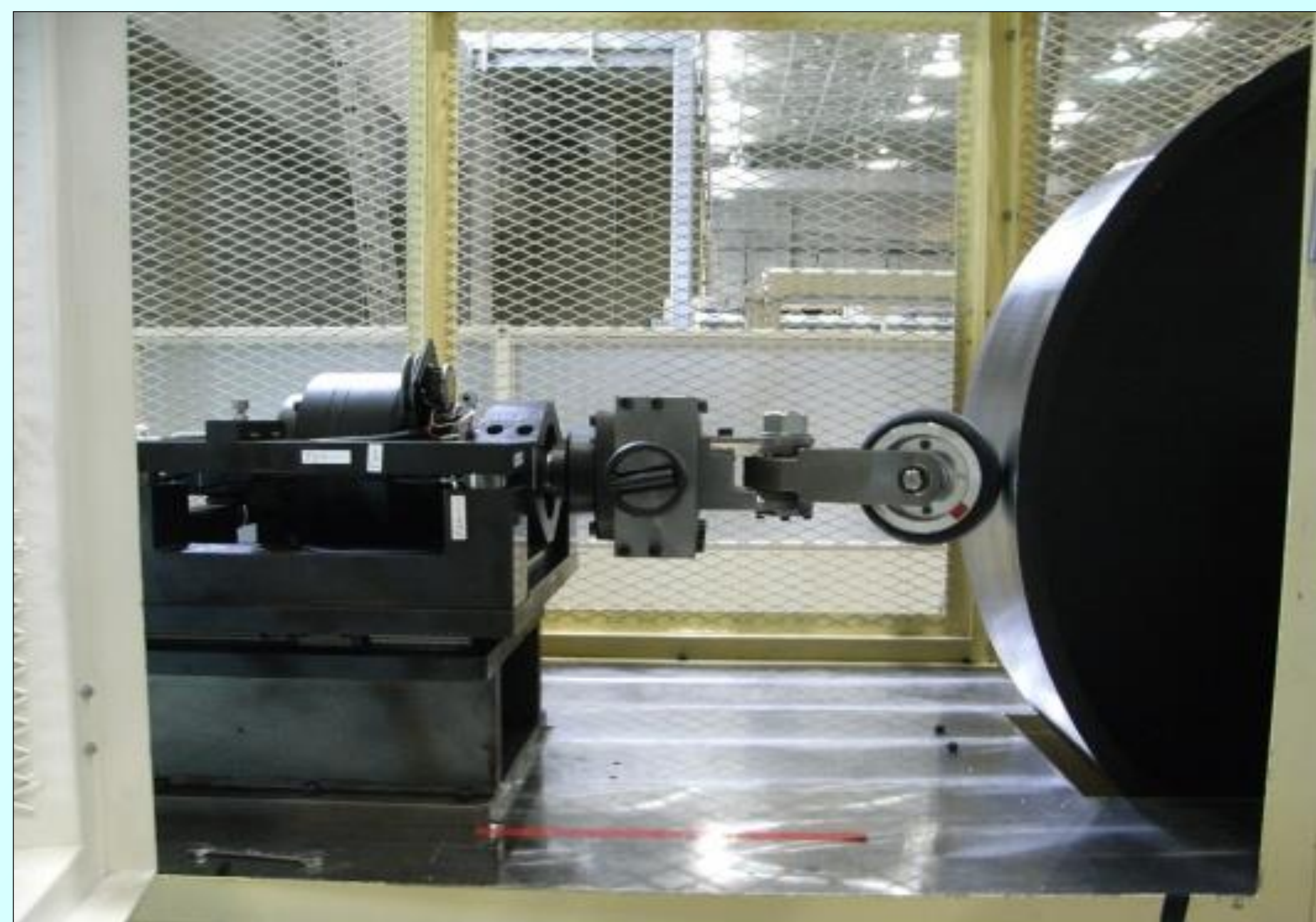
- 1.鉛直方向荷重（タイヤ上下力）
0～6000Nに対し0～5VDC
- 2.前後方向荷重（タイヤ押し付け力）
±6000Nに対し±5VDC
- 3.左右方向荷重（ステア時の横荷重）
±6000Nに対し±5VDC
- 4.ステアトルク（ステア時の回転力）
±1000Nmに対し±5VDC
- 5.ドラム回転速度
0～500rpmに対し0～5VDC
- 6.ステアリング角度
±30° に対し±10VDC

《試験機性能》

- 1.ドラム部
 - a)ドラム回転周速：1～100km/h
タイミングベルト方式 減速比7:1
 - b)ドラム外径：1090mm
ドラム幅：300mm
 - c)回転速度：4.8～480rpm
 - d)駆動モータ：制動ユニット付き
30kWインバータモータ
制動抵抗器方式、制動力150%
- 2.タイヤ押し付け部
 - a)押し付け荷重：max6000N
 - b)押し付けストローク：150mm
 - c)押し付け方式：サーボモータ
ボールねじ式送り機構
- 3.ステアリング動作
 - a)ステアリング力：max750Nm
 - b)角度範囲：±30° ,精度0.1°



《乗用車用タイヤ》



《小径タイヤ》