

モデル化誤差を考慮した車両モデル

山内陽平(M2) 齊藤充行(助教) 谷口竜司(B4)

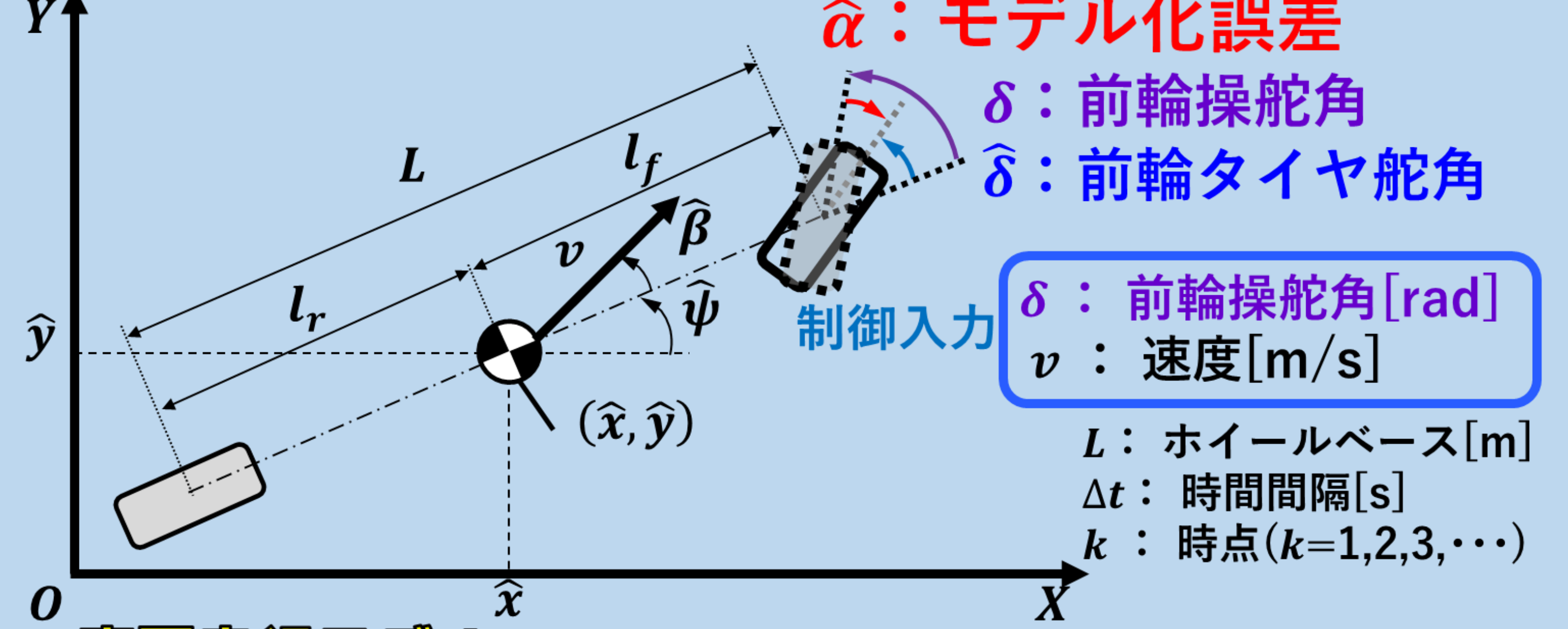
広島市立大学大学院 情報科学研究科 システム工学専攻 知的制御システム研究室

Keywords: 車両モデル、非線形特性、ニューラルネットワーク、モデル化誤差、モデルベース制御、自動運転

現在、自動車の自動運転に関する研究・開発・実験が多くの企業や大学等研究機関で盛んにおこなわれています。今後は、道路形状から求められる目標軌道に精度良く追従することができる、よりリアルタイムかつ高精度な自動運転システムが求められます。このような自動運転システムの実現には、走行中にリアルタイムに精度良く制御入力(ハンドル舵角・速度)を導出することが必要となります。ここで重要となるのは、車両を精度良くリアルタイムにモデリングする方法(適応同定法)です。リアルタイムに車両をモデリングする方法の1つにアッカーマン・ジオメトリを想定した車両モデルをベースとしたモデリング方法がありますが、ベースとして使用している車両モデルがシンプルなため、道路や走行状況の変動(道路状況・操舵・加減速・横滑り等)による様々な非線形特性に対応できず、**実際の車両と車両モデルにモデル化誤差が生じてしまう**という問題がありました。

そこで本研究室では、シンプルな車両モデルであるアッカーマン・ジオメトリを想定した車両モデルの問題となっていたモデル化誤差を前輪舵角のズレで表現し、このズレをニューラルネットワークを用いてオンライン推定することで、**道路や走行状況の変動に応じて車両モデルをリアルタイムかつ高精度にモデリング**する方法を研究しています。

提案する車両モデル



車両走行モデル

前輪タイヤ舵角: $\hat{\delta}[k-1] = \delta[k-1] + \hat{\alpha}[k-1]$ (1)

横すべり角: $\hat{\beta}[k-1] = \tan^{-1}\left(\frac{l_r}{l_f+l_r} \tan \delta[k-1]\right)$ (2)

X軸となす角: $\hat{\psi}[k-1] = \hat{\psi}[k-2] + \frac{v[k-2]\Delta t}{l_f+l_r} \sin \hat{\beta}[k-2]$ (3)

X座標: $\hat{x}[k] = x[k-1] + v[k-1]\Delta t \cdot \cos(\hat{\psi}[k-1] + \hat{\beta}[k-1])$. . . (4)

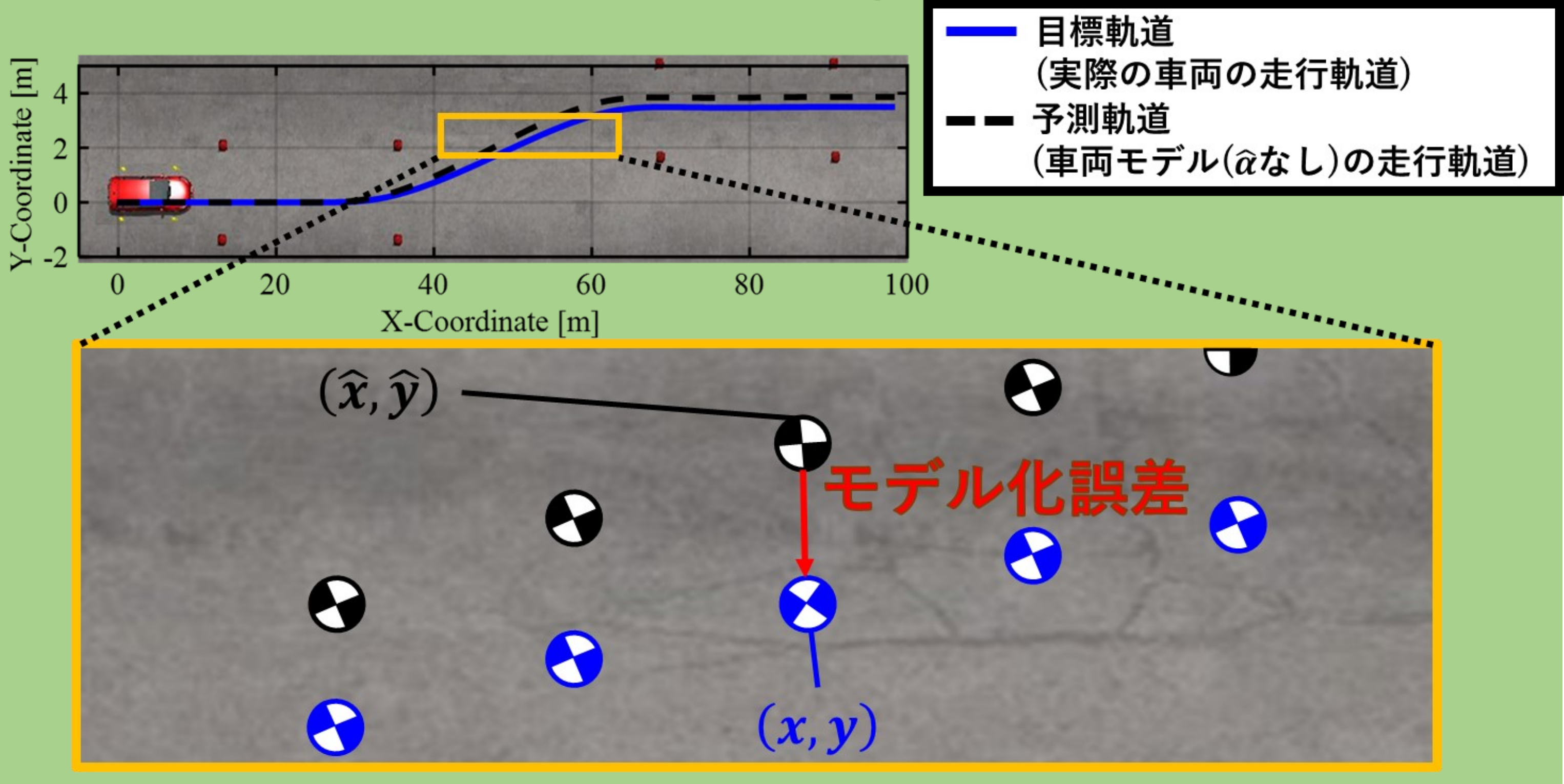
Y座標: $\hat{y}[k] = y[k-1] + v[k-1]\Delta t \cdot \sin(\hat{\psi}[k-1] + \hat{\beta}[k-1])$. . . (5)

モデル化誤差の推定

評価関数

$$I = \sum_{k'=k-W}^k [(x[k'] - \hat{x}[k'])^2 + (y[k'] - \hat{y}[k'])^2]$$

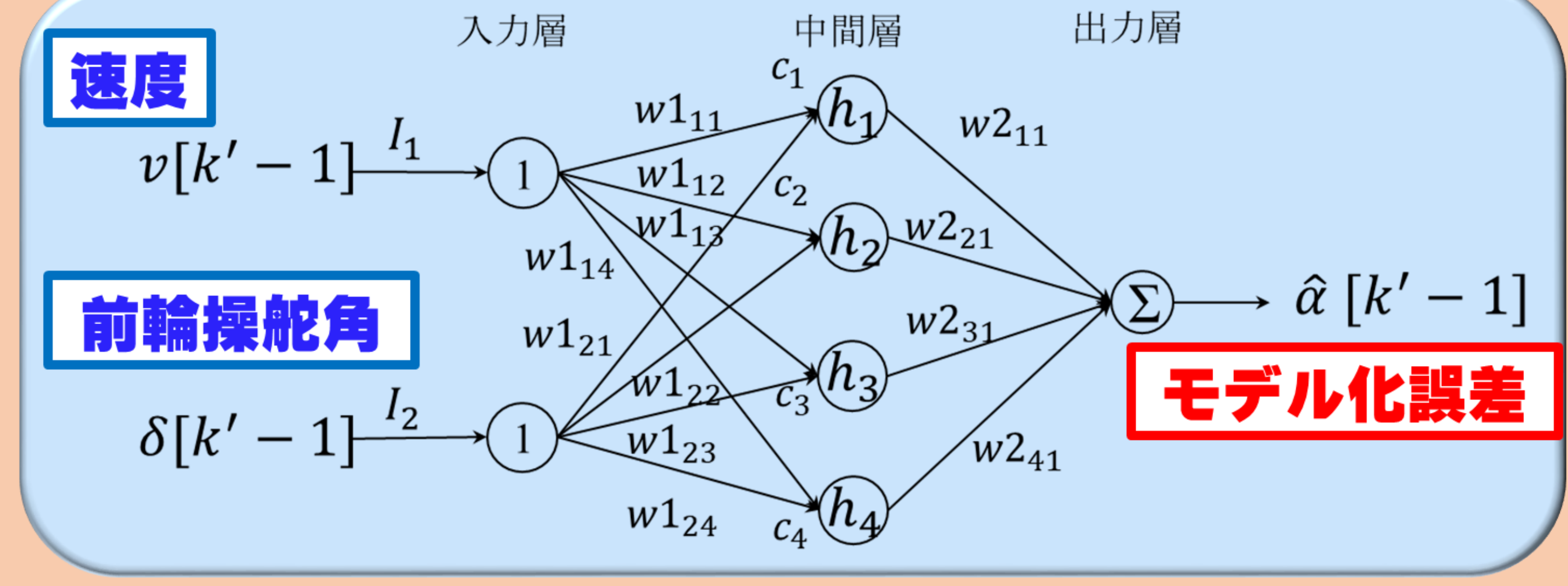
(x, y): 実際の車両の位置座標 ($\hat{x}, \hat{y}$): 車両モデルの位置座標



モデル化誤差の原因



Neural Network



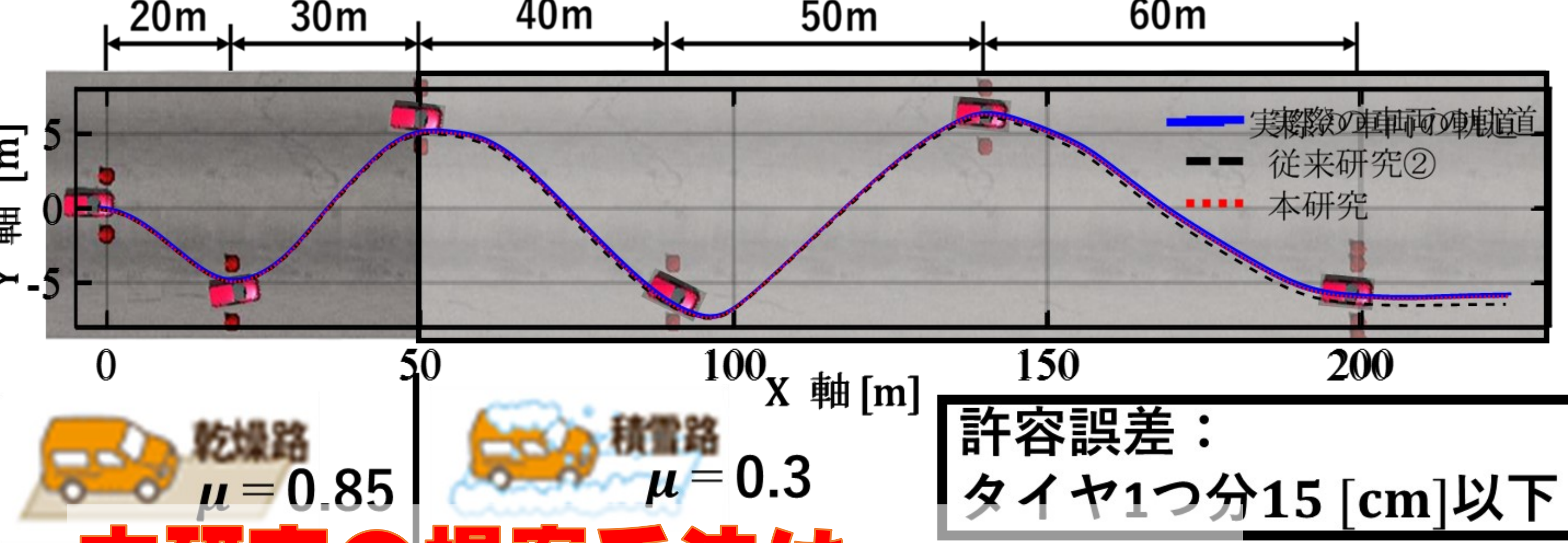
$$s_i[k'-1] = \sum_{j=1}^2 w1_{ji} [k'-1] \cdot I_j[k'-1] + c_i[k'-1]$$

$$h_i[k'-1] = \frac{1}{1 + \exp(-s_i[k'-1])}$$

$$\hat{\alpha}[k'-1] = \sum_{i=1}^4 w2_{i1} [k'-1] \cdot h_i[k'-1]$$

I : 入力
 O : 出力
 x : 中間層の入力値
 h : 中間層の出力値
 c : 閾値
 $w1, w2$: 重み係数

CarSimを用いた検証実験



本研究の提案手法は、積雪路でも位置誤差 2.5cm

