

アドバンス制御研究室 遠隔移動体制御班

タイヤの変形を考慮した旋回運動車両モデル

研究目標

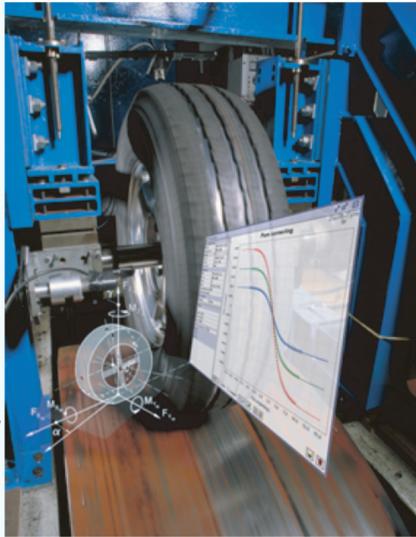
現代社会において、自動車は必要不可欠な移動手段となっており、高い安全性を持つ自動車を開発することが求められている。自動車の運動制御系は、外乱や予想外の外部入力の影響を低減し、ドライバーの意図どおりに、かつ安全に車を運転できるようにする手助けをする機構である。設計した運動制御系の性能を実車両を用いて検証するには多大なコストと時間がかかるため、自動車の運動を忠実に再現する車両モデルを用いて検証することが望まれる。しかし、このようなモデルは一般的に高次元で複雑な構造を有しているため、直接運動制御系に適用することは困難である。逆に低次元な簡略化されたモデルは、車両モデルの車両運動再現性に問題が生じる可能性があるため、制御系設計に適用するには不十分である。このことから、車両運動の特徴を十分に再現し、かつ次元が低い車両モデルが必要となる。

タイヤは走行中、一様ではない弾性変形を生じ、地面との間で摩擦を発生させることで車両全体を動かす。よって、車両運動の特徴の十分な再現を考えると、タイヤの変形は考慮しなければならない要素となる。しかし、タイヤの変形を正確に表現するためには状態変数が多数必要になり車両モデルが高次元化してしまう。逆に、タイヤの変形を全く考慮しないモデルは車両運動を十分に再現できるとはいえず、制御系設計には不十分である。

そこで本研究では、タイヤの変形を考慮した並進運動車両モデルを、直接運動制御系に適用することが可能な低次元で構築することを目指す。

タイヤのモデル化

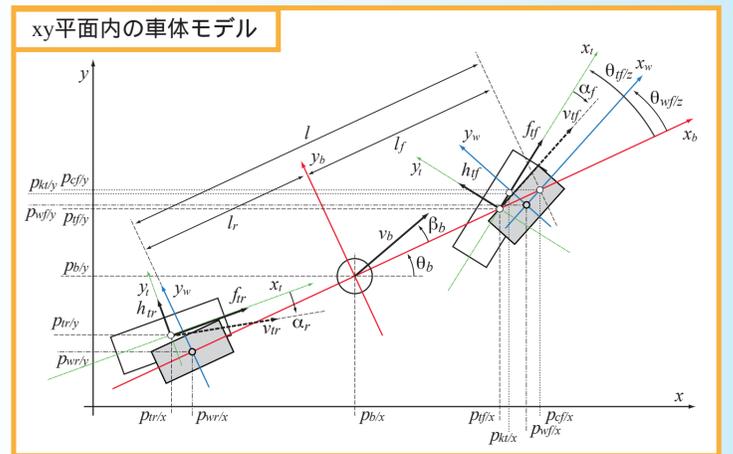
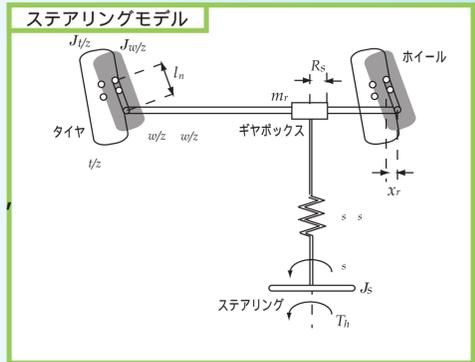
実際のタイヤの変形を表現するために、下図のように、2つの剛体円(タイヤとホイール)による車輪モデルを構成する。並進方向の変形を、タイヤ・ホイール間にバネとダンパを繋ぐことで表現し、回転方向のねじれをやわらかいシャフトを繋ぐことで表現する。



車両モデル

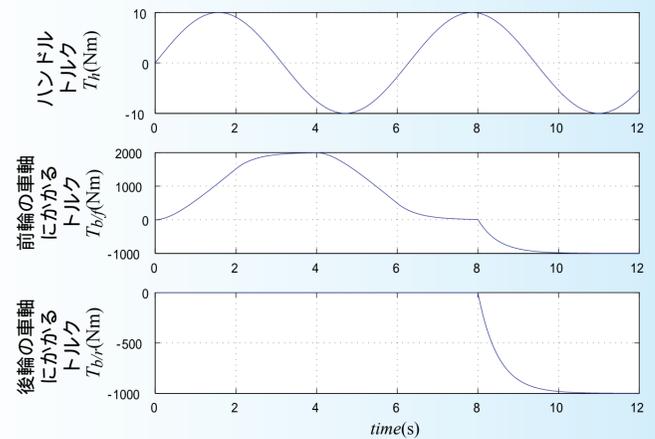
車両の左右両輪が同一の運動をすると仮定した等価二輪モデルを用いる。

また、ステアリングモデルとしてラックアンドピニオン形式ステアリングを用いる。これはステアリングシャフトと車軸をピニオンギアとラックギアによってつなぎステアリングの回転運動を並進運動に変換させることで車輪を左右に動かすものである。

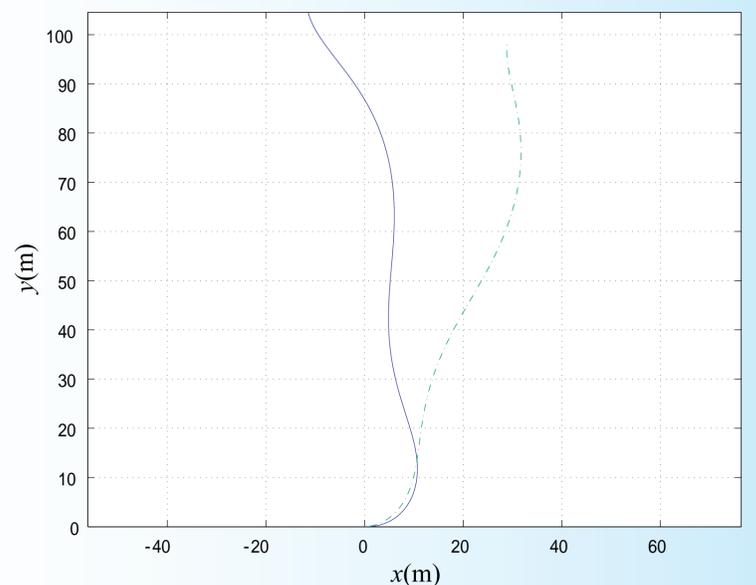


シミュレーション結果

車両モデルを用いてステアリング、ホイールに入力トルクを加えたときの停止状態からの走行についてシミュレーションを行う。入力トルクは下図のようになる。ステアリングに加えるトルクは、ステアリングを反時計回りに回す方向を正とする。



車体重心の軌跡を下図に示す。図中の実線は本研究の車両モデルを示し、点線はタイヤの変形を考慮せず、ホイールとタイヤを一つにまとめたときの車両モデルを示す。



車両重心の軌跡

