

自動車と平行二輪車のモード変換の課題

- ・ 自転車と並行二輪車車両の**特徴を融合**したものである。
- ・ 走行状況に応じてモードを切り替え、**使い分けられる**。

主な特徴

- －ピッチ運動とロール運動が**連成**する。
- －自転車と並行二輪車の**特徴の融合**。

公道での使用
中距離・中速度



混雑空間での使用
近距離・低速度



走行中にモード変換可能な車両
提案と課題

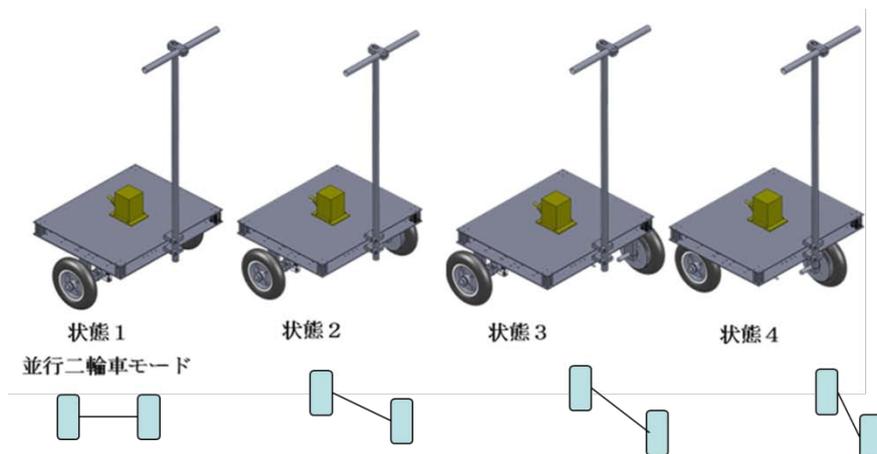
PMVから降りずに走行中に
動的に車輪の位置を変換する。



課題

安定に走れるかどうか

新方式パーソナルモビリティビークル



PMVの安定化制御

$$\tau_u = k_p \theta + k_d \dot{\theta}$$

旋回時の安定化制御

$$\begin{cases} \tau_{uR} = (k_p \theta + k_d \dot{\theta}) + k_h \theta_h \\ \tau_{uL} = (k_p \theta + k_d \dot{\theta}) - k_h \theta_h \end{cases}$$

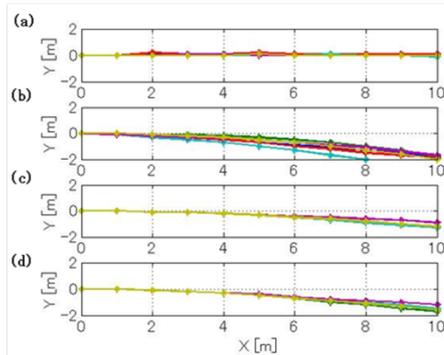
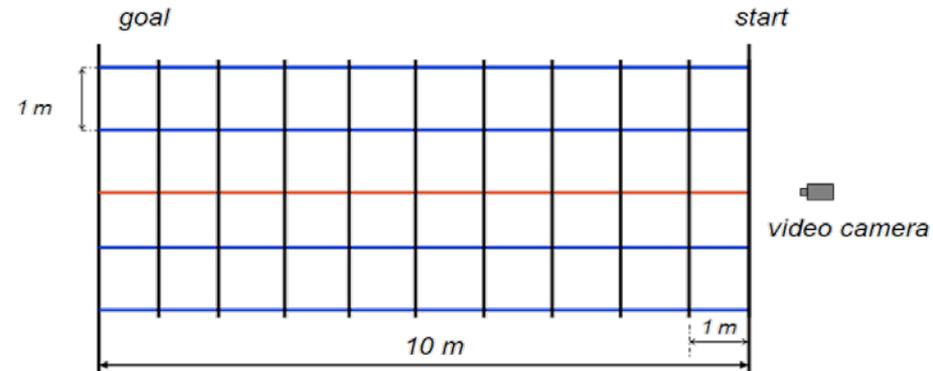
ロールまたはピッチ，一方のみの制御することにより車体の姿勢安定化可能

車体のサイズ [mm]	460×560×62
車体からハンドルまでの高さ [mm]	1000
ハンドル幅 [mm]	560
車輪の直径 [mm]	450
モーターの最大出力 [W]	600
車体重量(バッテリー含む) [kg]	25
トレッド [mm]	600
ホイールベース(可変) [mm]	0 ~ 308

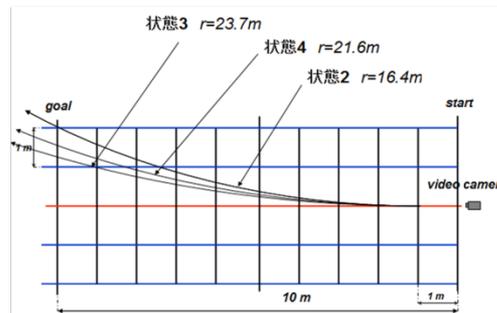
非同一軸上を有するPMVの走行実験

実験条件

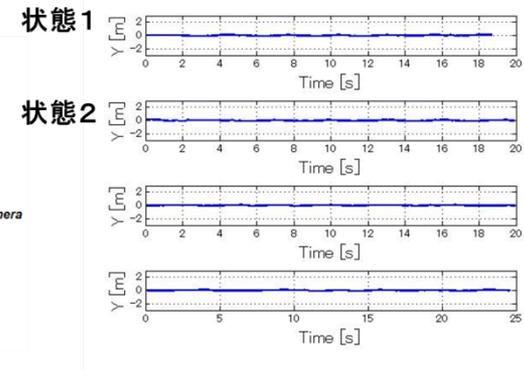
- 被験者4名(男性3名、女性1名)
- PMVを状態①ー状態④に変換し、各状態において一定速度で走行するように指示した。
- この実験では車両の直進性検討のためステアリング機能をオフにした



走行軌跡の一例(各条件6回走行)



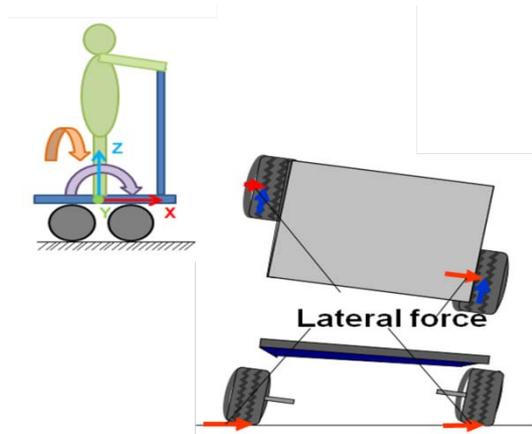
各状態の巡回半径



各状態のモータゲイン比を調整した結果

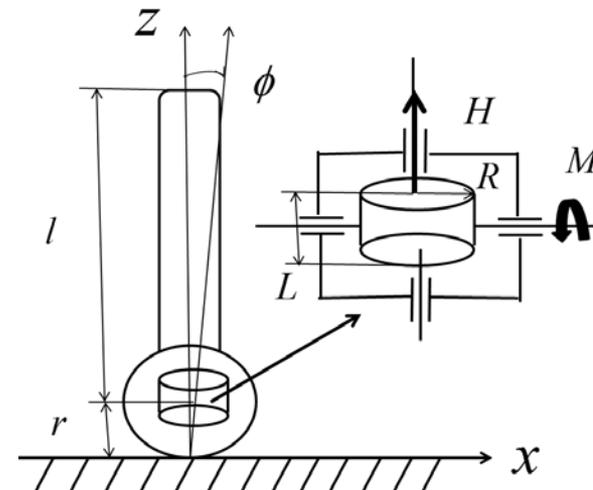
ジャイロモーメントによる姿勢制御の検定

- 非同一軸上の車輪を有する車両は自転車と並行二輪車の中間の状態を有する。
- その結果、非同一軸上の車輪を有する車両には、ロール運動とピッチ運動が連成する運動が生じる
- そのため、ロール方向またはピッチ方向、いずれの方向を一方のみ制御すれば、車体の姿勢を安定化することができる。
- フライホイールのジャイロモーメントによりロール方向を安定化する制御方式を採用すれば、車両を安定化することが可能だと考えられる。



1. 車両の姿勢安定化に駆動モータを使用しない、フライホイールのジャイロモーメントにより姿勢安定化手法を検討する。
2. これにより、従来の車両を人間が傾けることで走行を行う操作法とは全く異なる、傾けないで走行可能となる。

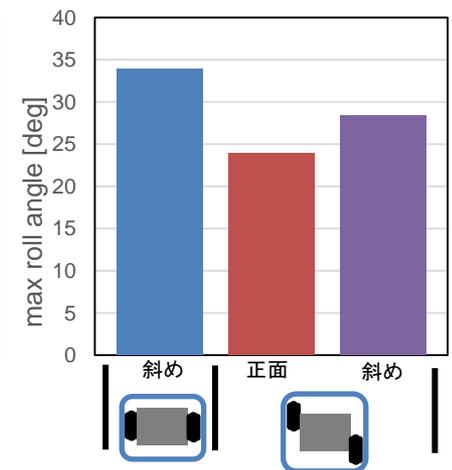
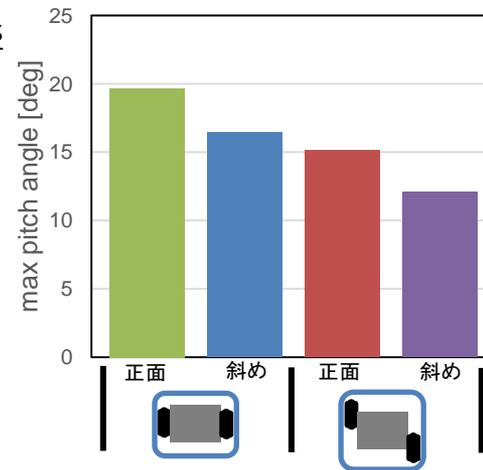
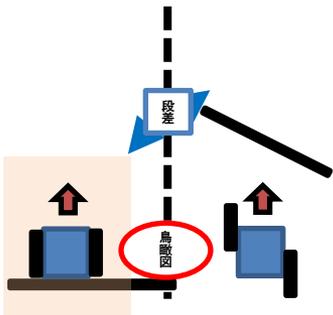
FW搭載平行2輪車モデル



非同一軸上を有するPMVの段差通過実験

外乱の影響の検証のため、
段差を下りることで試作車両にどのくらいの影響
が出ているかを比較

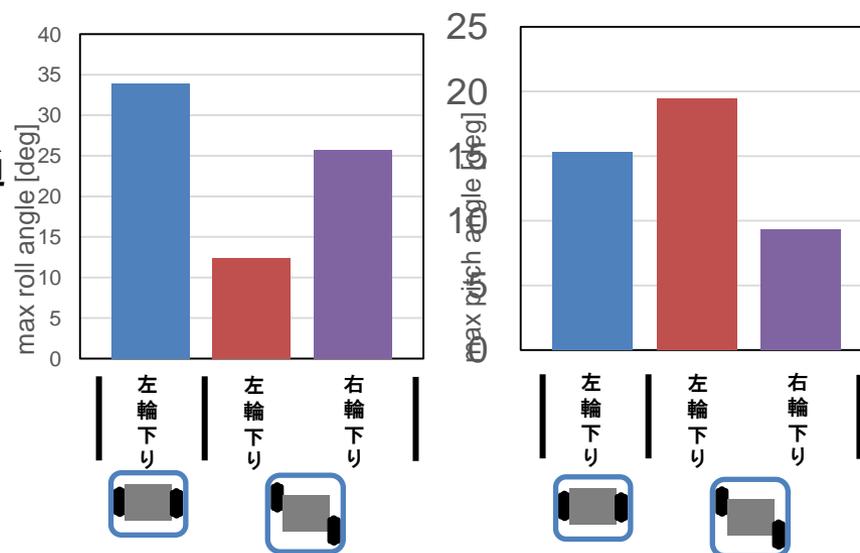
入射角を0度(正面)と27度(非同一軸状態で車輪が同時に下りる)
車輪の配置を平行, 非同一軸 と条件を変えて最大の傾斜角を測定



最大ピッチ角・最大ロール角いずれにおいても
非同一軸車両の方が従来の平行二輪の結果よりも小さく
なった
→ピッチ・ロールの両方向に適度な剛性を持っているため

非同一軸上を有するPMVの片輪段差通過実験

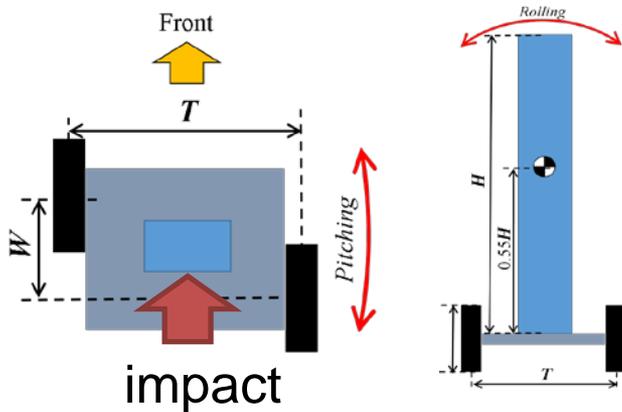
- タイヤ同士をつなぐ直線方向の外乱の検証のため、片輪のみを段差から下ろす実験を実施
- 平行二輪車は左輪を上げた状態から段差を通過非同一軸二輪車は左右の違いを見るため、両輪について実施



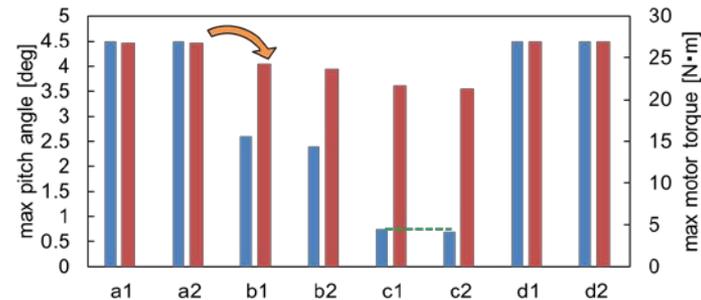
- 最大ロール角において非同一軸車両の結果が小さくなった
→通過時の衝撃をピッチ方向にも分散しているため
- 最大ピッチ角においては小さい場合と大きい場合のどちらも存在
→タイヤの上下動だけでなく、傾斜への影響が強いため
→右輪と左輪では段差乗り越え時の乗員のロール方向(横方向)の重心位置の違いが影響していると考えられる

マルチボディダイナミクスによるシミュレーション (ピッチ方向の応答)

- 乗員の重心に対して、
ピッチ方向(後ろから前)に
150 Nの外力を0.5s加え、応答を見る



- 各条件ごとの応答においてどこまで傾いたか(最大ピッチ傾斜角),
どれだけのモーターによるトルクが必要か(最大モータートルク)について検証

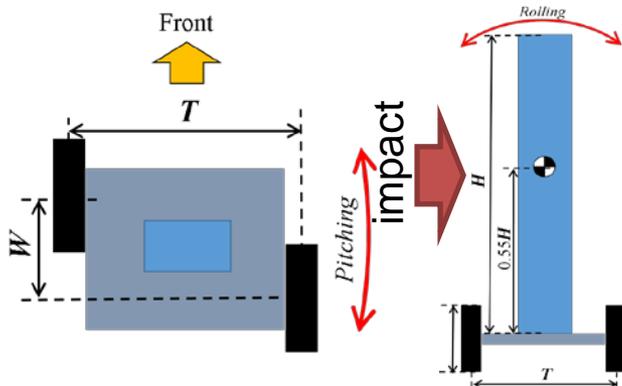


	■ max pitch angle ■ max motor torque							
	a1	a2	b1	b2	c1	c2	d1	d2
Wheelbase	0 m (parallel)	0 m (parallel)	0.4 m	0.4 m	1.0 m	1.0 m	0.1 m	0.1 m
Initial velocity	0 m/s	2 m/s	0 m/s	2 m/s	0 m/s	2 m/s	0 m/s	2 m/s

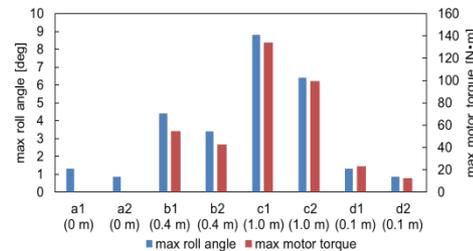
- 車輪を非同軸とすることで従来の平行二輪以上の効率でピッチ制御が可能であることが分かった
→ピッチ方向のモーメントを斜めの傾斜方向と車輪方向に分散できるため
- W が大きくなるほど傾斜は小さくなる
→ピッチ方向の剛性が上がるため

マルチボディダイナミクスによるシミュレーション (ロール方向の応答)

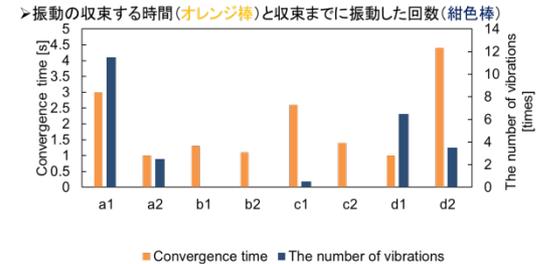
- 乗員の重心に対して、ロール方向(左から右)に150 Nの外力を0.5s加え、応答を見る



・各条件ごとの応答においてどこまで傾いたか(最大ロール傾斜角)、
どれだけのモーターによるトルクが必要か(最大モータートルク)について検証



・振動応答
ロール応答についてはピッチ応答の制御ゲインをそのまま用いているため、
応答における振動についても検証



	a1	a2	b1	b2	c1	c2	d1	d2
Wheelbase	0 m (parallel)	0 m (parallel)	0.4 m	0.4 m	1.0 m	1.0 m	0.1 m	0.1 m
Initial velocity	0 m/s	2 m/s	0 m/s	2 m/s	0 m/s	2 m/s	0 m/s	2 m/s

- 従来の平行二輪の場合、制御はできず振動的な応答となった
→タイヤ特性がそのまま結果に影響してしまうため

- W = 0.4 mにおいてピッチ方向とほぼ同様の応答となることが分かったが、
Wが小さい(0.1 m)とタイヤ特性が出てしまい、大きい(1.0 m)と制御に
必要なトルクそのものが大きくなってしまった
→モータートルクによる制御はあくまで傾斜のピッチ方向に影響し、Wが小さいと傾斜そのものが小さく、
Wが大きいと傾斜のピッチ成分が小さくなるため