

安定して走行できる自転車構造の研究

兵庫県立加古川東高等学校 理数科課題研究4班

動機と目的

自転車死亡事故の高齢者の割合が高い
近年の高齢化に伴い、対策は急務



自転車の走行安定性を高めることで事故を減らせるのでは？

先行研究を調査したが安定走行に関するメカニズムは完全には
解明されていない→その解明を目指す

仮説

文献調査の結果、自転車の安定性には①重心の位置、②タイヤのサイズ、③キャスト角・トレイルの3つが重要であり、私たちはこの3つの要因それぞれではなく、組み合わせによって安定性を最大化できると考えた。

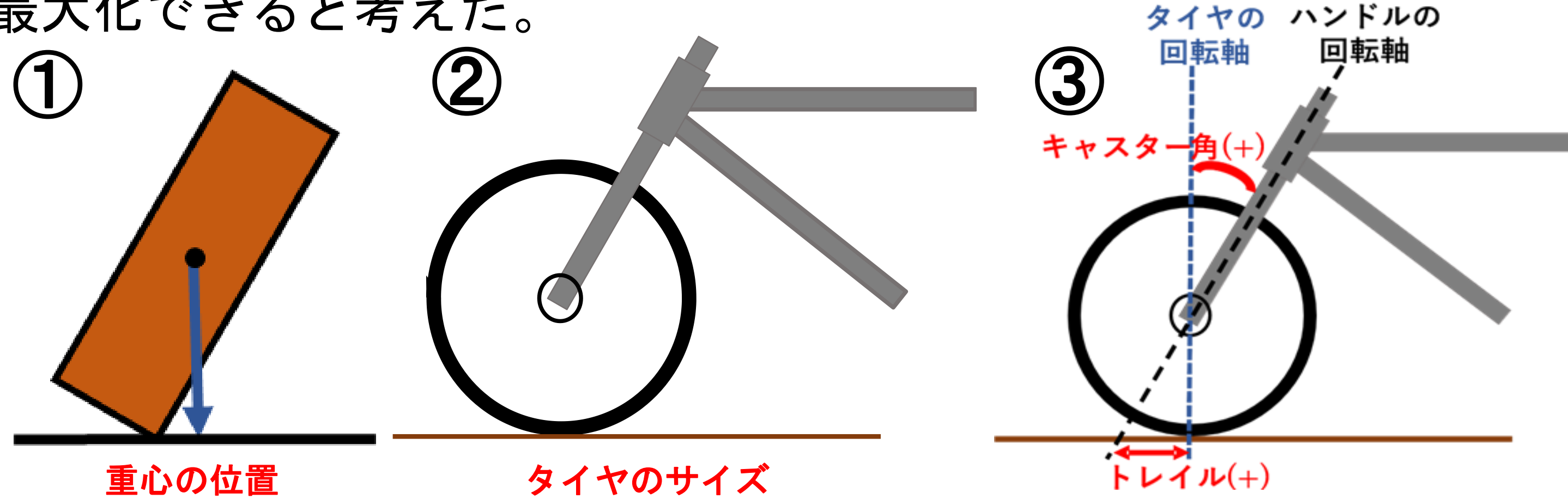


図1 3つの条件

<既知事実>

- ・重心→低いほうが安定
- ・タイヤ→幅が太いほうが安定
- ・キャスト角、トレイル→+の方向に大きいほうが安定

まとめ

人が乗らない場合は自転車の重心は下・前のほうが安定する

人が乗る場合は重心は下・後ろのほうが適していると考えられる

予備実験

①目的：測定方法の確立

方法：斜面で円盤を転がして初速度を一定にし、下りきってから計測

<測定方法>

- ・走行時間...ストップウォッチで測定
- ・直進距離...メジャーで測定
- ・走行距離...録画からタイヤの回転数を求めて計算

<結果・考察>

斜面をうまく転がらない場合があった
→レールを改良する必要がある



図4 斜面

②目的：実験に使用する自転車模型を作製する

走行テストをして実験に使用できることを確かめる

結果：試作品3号は走行に成功したため実験に使用する



図5 試作品3号
フレーム：ポリエステル樹脂（3Dプリンタ）
タイヤ：木材（レーザー加工機）

評価方法

- ・小型の自転車模型を作製し条件①②③を変えて走行させ、「直進安定性」と「倒れにくさ」を調べる
- ・直進安定性は(直進距離)² / (基準線を越えた面積) を比較
- ・倒れにくさは走行距離、走行時間を比較

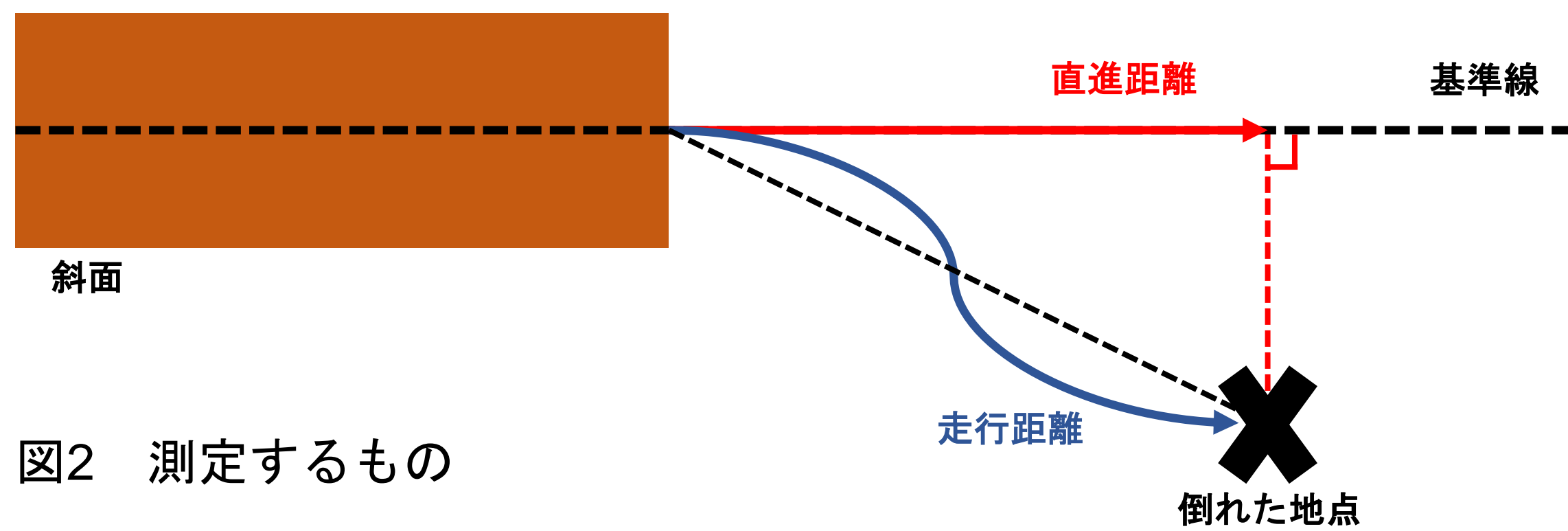


図2 測定するもの

※直進安定性の値を評価基準とする

※走行距離がタイヤ1.5周（約786 mm）以下のものは不十分な条件のものとして省く

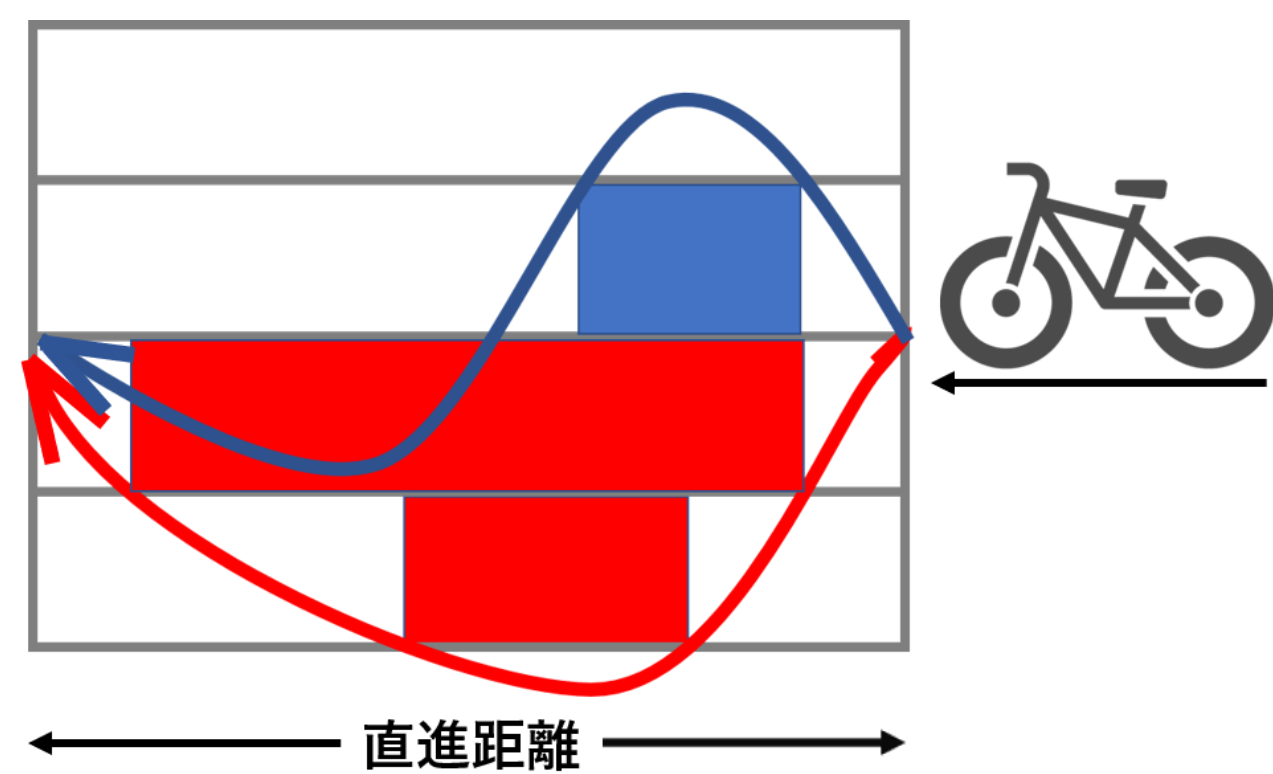


図3 評価例

実験

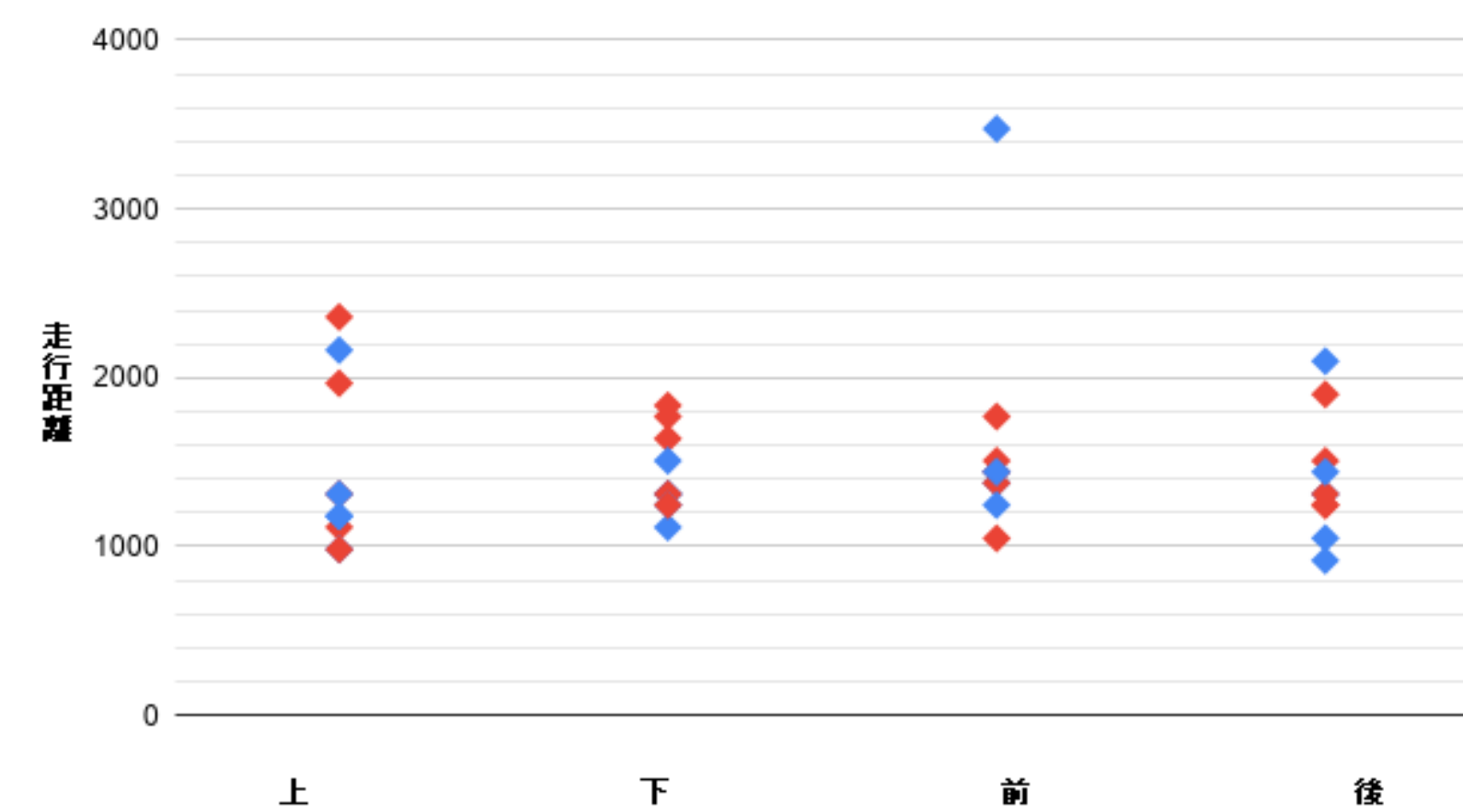
目的 自転車の重心の位置の違いによる安定性の変化を調べる

方法

- ・自転車模型に30gの粘土を重りとしてつけ自転車走行させる
- ・重りの位置を変えることで重心の位置を上・下・前・後に変える
- ※重心の位置は2箇所から糸で吊るした際の糸の延長線の交点
- ・基準線は10cm間隔で設ける

結果（一部）

重心ごとの走行距離



重心が下・前にあるとき走行距離のばらつきが小さく、上・後ろにあるときばらつきが大きかった

考察

人が乗る場合、重心が前にあるとハンドル操作がしづらいため適さないと考えられる
重心が上にある時、ぶれが小さい角度でも倒れやすくなると考えられる

今後の展望

- ・実施した実験結果の解析
- ・別の条件（タイヤの大きさ/キャスト角・トレイルの正負）での実験の実施
- ・3条件の変更を組み合わせる実験を実施

参考文献

- 令和元年における交通死亡事故の発生状況等について：警察庁交通局 https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/jiko/R1shibou_bunseki.pdf (2020)
- 高齢者の人口：総務省統計局 <https://www.stat.go.jp/data/topics/topi1131.html> (2018)
- E. Carvallo, Theorie du mouvement du monocycle et de la bicyclette. (Gauthier-Villars, Paris, France, 1899). (Submitted in 1897 for the Prix Fourneyron, awarded shared second place in 1898.)
- 自転車の運動解析と走行実験：車輪径の影響(機械力学,計測,自動制御)
- 中川 智皓, 竹原 昭一郎, 須田 義大 (2009)
- ハンドル制御による電動自転車の走行安定化に関する一考察：三木 宏, 村上 俊之；電気学会論文誌D (産業応用部門誌) . 125 巻 (2005) 8 号, p 779~p 785
- A Bicycle Can Be Self-Stable Without Gyroscopic or Caster Effects J. D. G. Kooijman, J. P. Meijaard et al. ; Science, 332, 6027,339 (2011)