

# 水面におけるボールの転がりについて

野口双羅 橋本沙夢 山田華央

## 【概要】

洪水や水たまり等で車や自転車のスピードが落ちやすくなるようにタイヤには切込みが入っている。また、雪が多い地域では滑りにくくするためにチェーンをつける。このようにタイヤに凹凸をつけて滑りにくくしたり走りやすくしたりする。そこで、切込みによる凹凸にはどのくらい意味があるのか気になり、簡易的にタイヤの模型を作成し、斜面で転がし距離を測った。

まず、予備実験としてビリヤードの球を転がした。次に、トイレットペーパー状の発泡ポリスチレンに様々な溝の切り込みを入れて転がした。最後に各々の接地面積を比較した。

予備実験では水深を高くするにつれて進みにくくなった。トイレットペーパー状の発泡ポリエチレンに縦状や横状、ジグザグ状等の切込みを入れて、実験すると性能の良いタイヤの切り込みの形が得られると考えた。

Tires are notched so that the speed of cars and bicycles can easily slow down due to tread and puddles. Also, attach a chain to prevent slipping in areas with a lot of snow. In this way, the tires are made uneven to made them less slippery and easier to drive. Therefore, I was wondering how effective the unevenness caused by the cut was, so I made a simple model of the tire and measured the rolling distance on the slope.

First, as a preliminary experiment, I rolled a billiard ball. Next the foamed polyethylene in the form of toilet paper was rolled with notches of various shapes. Finally, the installation areas of each were compared.

In the preliminary experiment, it become difficult to proceed as the water depth increased. It was thought that a tire cut shape with good performance could be obtained by making vertical, horizontal, zigzag, etc. cuts in the foamed polyethylene of toilet paper and conducting experiments.

## 【研究動機・目的】

私たちは、洪水や水たまり等で車や自転車のスピードが落ちることと抵抗の関係性、また、タイヤの切込みにはどれくらい意味があるのか気になり、水面におけるボールやタイヤの転がりについて研究を進めてきました。タイヤを中心として実験を行っています。最終的には、ブレーキがかかりやすい性能が良いタイヤの溝の形を明らかにしようと考えた。

## 【研究の仮設】

溝が深いほど水を掻く力が大きくなるため進みやすく、接地面積が大きいほど摩擦が働く

## 【実験装置・観測機器】

### ・装置 1

堅樋の両端を発砲スチロールでとめ、片端にレールを取り付けたもの

### ・ビリヤードの球

直径 5 cm, 質量 143.4

### ・装置 2

装置 1 を改善した装置



図 1 装置 1



図 2 装置 1



図3 ビリヤードの球 図4 装置2

【実験方法・結果・考察】

実験方法

① ビリヤードの球をレール上に転がす。

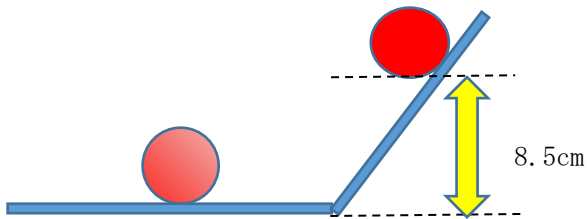


図5 実験の様子

② ビリヤードの球が移動した距離を測る。



図6 実験の様子

実験1

高さ 10 cm から円柱のポリスチレンを転がす。  
(質量が不十分のため乾電池を中心に入れた)



図7 転がすもの

直径 5.8cm 幅 3.8 cm 質量 70.6 g (電池含む)

	0	0.5	1	1.5	2	2.5
--	---	-----	---	-----	---	-----

水深 (cm)						
回数 (回)						
1	goal	38	25.8	16.3	15	12
2	goal	39.5	28.8	18	13	10
3	goal	38	28.5	15	15	11.5
4	goal	35.8	27.5	16.5	18	11.5
5	goal	39.3	23.2	16.5	15	10

図8 高さ 10cm から円柱のポリスチレンを転がし時の結果

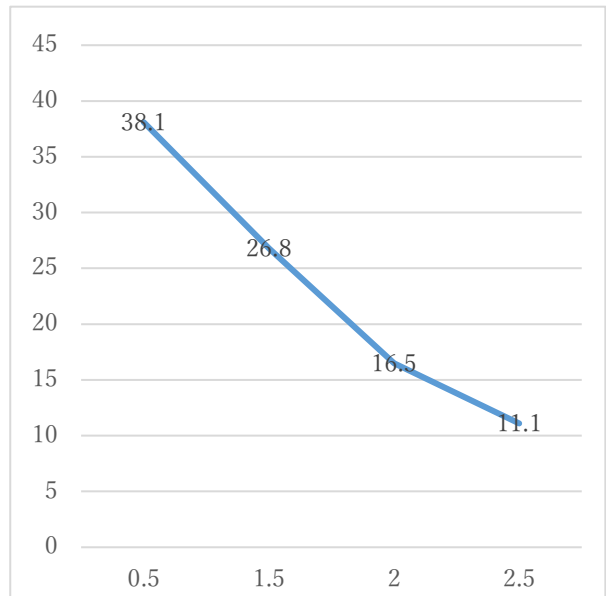


図9 高さ 10cm から円柱のポリスチレンを転がし時の結果

次に、転がすものに切り込みを入れて、実験1と同等に実験する。

実験2 1番掘りやすいラグ型で溝の深さを1つずつ変えた。



図10 切り込みの例

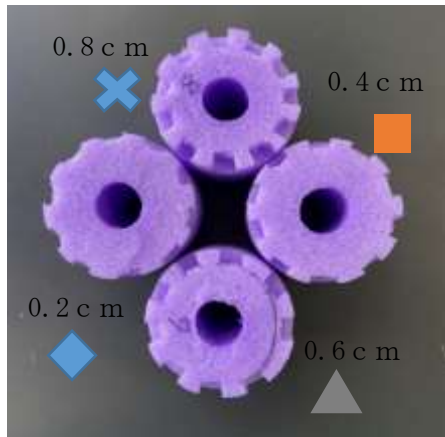


図 11 ラグ型の切り込みを入れた模型

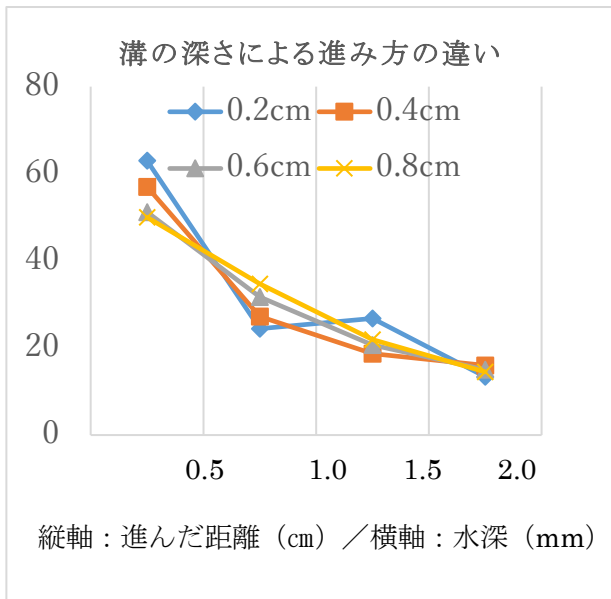


図 12 実験 2 の結果 (グラフ)

記号	水深 (cm)	0.5	1	1.5	2
◆	0.2	63	24.4	26.8	13.4
■	0.4	57	27.2	18.7	16
▲	0.6	51.2	31.7	20.7	15
×	0.8	50	34.7	21.9	14.5

図 13 実験 2 の結果 (表)

実験 3 溝の深さを 0.5 cm に統一して溝の形を変えた。

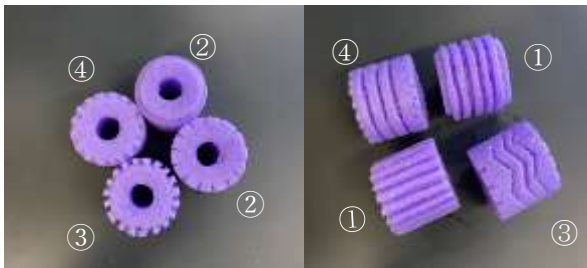


図 14 実験 3 で使用するモデル

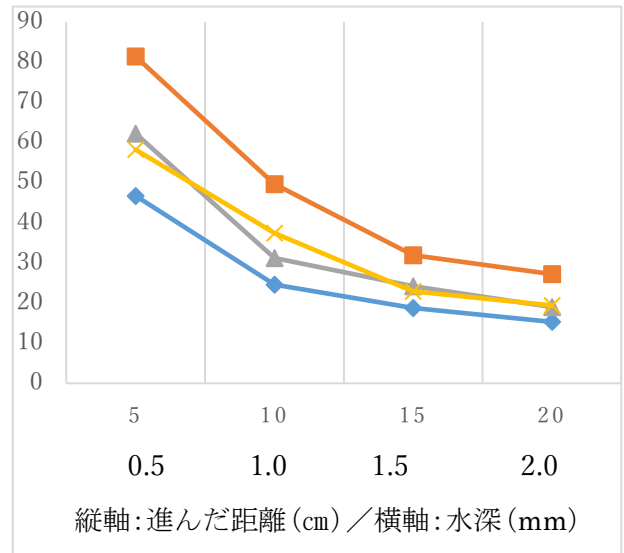


図 15 実験 3 の結果 (グラフ)

記号	水深 (cm)	0.5	1	1.5	2
◆	0.2	46.7	24.6	18.8	15.3
■	0.4	81.4	49.6	31.9	27.2
▲	0.6	62.2	31.2	24.2	19
×	0.8	58.2	37.4	22.9	19.4

図 16 実験 3 の結果 (表)

実験 4 墨を付けて表面積を調べた。

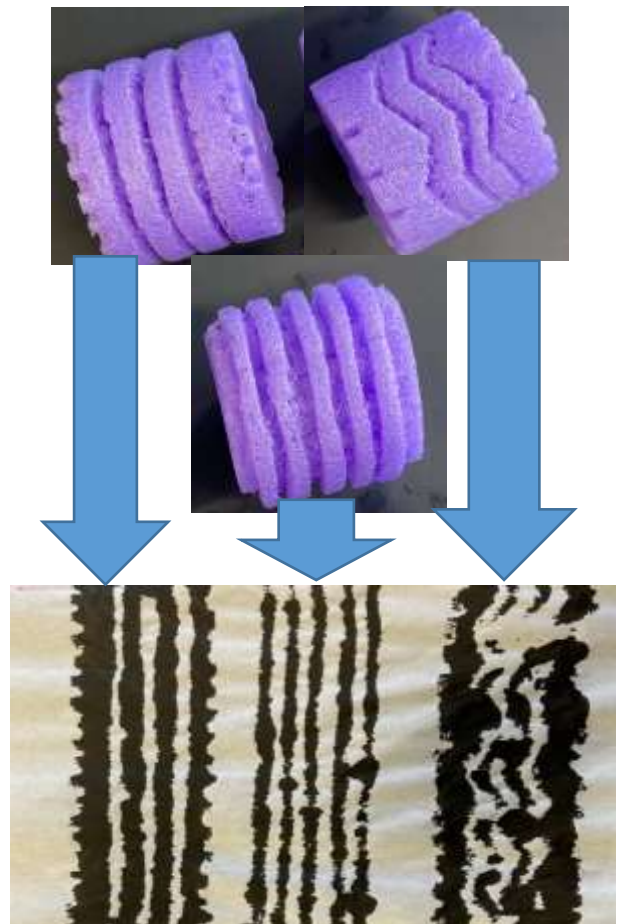


図 17 実験 4 の様子

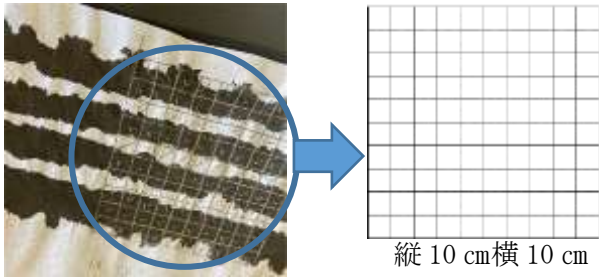
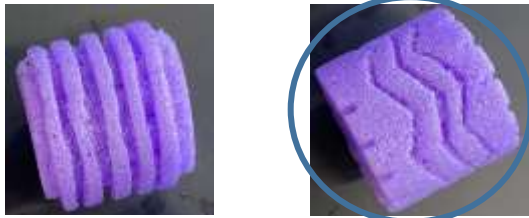


図 18 実験 4 の様子

度に働く③のジグザグな溝が最も適していると考ええる。

【今後の展望】

違う観点からも考えてより良い溝の形を考える。



46% (10.8 cm<sup>2</sup>/25.0 cm<sup>2</sup>)

66% (16.5 cm<sup>2</sup>/25.0)

64% (15.9 cm<sup>2</sup>/25.0 cm<sup>2</sup>)

図 19 実験 4 の結果

【参考文献】

吉川修, クルマでわかる物理学, オーム社

左巻健男, 物理の疑問, 技術評論社.

江沢洋, 物理なぜなぜ辞典.

水木新平, 自動車のしくみ, ナツメ社

青山元男, カラー図解でわかるクルマのメカニズム, サイエンス・アイ新書.

【考察】

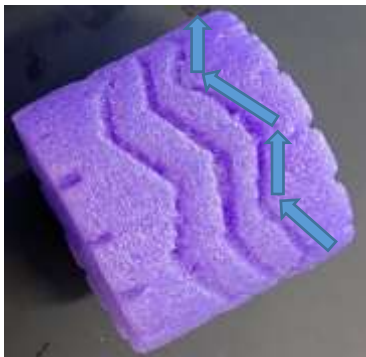


図 20 性能が一番良いと考える溝の形の模型

③が一番性能のいいタイヤの溝の形だと考える。ジグザグの溝は、横溝のグラフと位置が似ているため、止まりやすい。③は、ほかの3つのグラフに比べて、傾きが大きいため、序盤に効果が出やすいことが読み取れる。横溝のみのタイヤは止まりやすいが、進みにくくなる。ゆえに、縦溝の要素を用いて、進みやすくなるようにしようと考えた。さらに、最後の実験結果を通して、接地面積が一番大きく、摩擦力が適