

# 水面を走る車

## (チョロQの限界に挑戦)

北海道札幌啓成高等学校 理数科 (2022 年入学) 5 班

齊藤 凛 五十嵐 鷲 高井 優羽 近間 菜々恵

We were intrigued by a YouTube video of a "car running on the surface of the water," and began research on "cars running on the surface of the water. The idea was to use a Choro-Q instead of a car to recreate the video. The two-wheel drive Choro-Q was converted to four-wheel drive or six-wheel drive, and a snowboard-shaped board was attached to make it more reproducible. After repeated experiments, we succeeded in getting the Choro-Q to fly above the surface of the water. Further experimentation revealed that the initial speed of the Choro-Q is proportional to the distance the Choro-Q travels on the water surface. (文字数 917、単語数 175)

### 1. はじめに

私たちは YouTube に上がっていた「水面を走る車」の動画を見た。その動画に興味を持ち、どのような条件で水面を走ることが出来るのか、そして何よりも「水面を走る車」を再現したいと考え研究を始めた。研究を進めるにあたって実際の車を使用することは私たちには不可能なので、代わりにチョロ Q を使用して研究を進めていった。

### 2. チョロ Q の仕組み

チョロ Q (図 1) とは、主にゼンマイで駆動するミニカーの 1 種である。車を下に押し付けながら後ろ向きに引っ張ると、車体の真ん中にある大きな歯車型の車輪の中にあるゼンマイにエネルギーが蓄えられ、手を離すとゼンマイが元に戻ろうとする力で前に走る。ゼンマイのエネルギーで駆動するのは後輪のみで、前輪は回転するが、駆動していない。



図 1 改造前のチョロ Q (後輪駆動)

### 3. 実験

#### 3-1 実験アプローチ

チョロ Q が水上を走るためにダイラタンシーのように水に小麦粉を混ぜた物を使うことも考えたがまずは水を使って実験を行うことにした。そこでチョロ Q 本体に着目し、同一環境条件下においてどのようなチョロ Q が最も水上を長く

走ることができるのかを明らかにしようとした。後輪駆動のチョロ Q では前輪から水面に沈んでしまった。そこで初速度が足りないことが原因だと考えチョロ Q を改造することにした。

チョロ Q の駆動部分だけを取り出し 2 つ連結させ 4 輪駆動にした物(図 2, 図 3)と駆動部分を 3 つ連結させて 6 輪駆動にした物を作成した。(図 4, 図 5)

また、先行研究で見た YouTube の動画に板がついているものがあったため 4 輪駆動、6 輪駆動それぞれに先端が反ったスノーボード状の板(4 輪駆動の場合は 8 cm, 6 輪駆動の場合は 10 cm)を駆動部分の先端から 2.5cm の長さになるように取り付けしたものも作成した。(図 2, 図 4)いたの先端は水の抵抗を少なくするため先端を少し反らせている。



図 2 改造後のチョロ Q (四輪駆動, 板なし)



図 3 改造後のチョロ Q (四輪駆動, 板あり (8cm))



図 4 改造後のチョコ Q (六輪駆動,板なし)



図 5 改造後のチョコ Q (六輪駆動,板あり (10cm))

### 3-2 実験方法

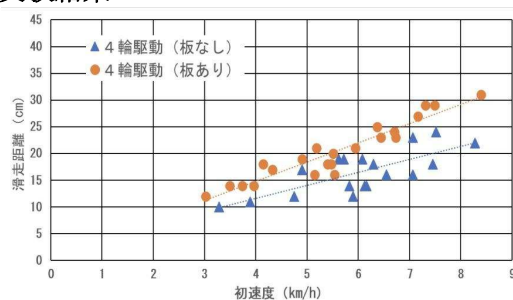


図 6 実験に使用した水槽

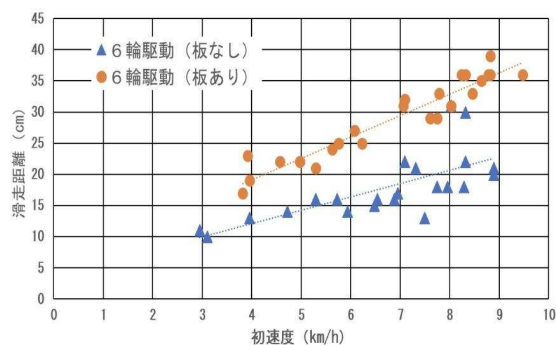
水槽(縦 50cm、横 35cm、深さ 10cm)(図 6)に水を満し、水面と同じ高さの滑走路を用意しチョコ Q を引き、走らせる。助走距離はチョコ Q のスタート地点から水面までの距離とする。水面に入る直前の速度を初速度とし、スピード測定器(kenis)で測定する。初速度は助走距離を変化させることで変化した。

水槽の側面に 100cm の定規を付け、真横から 40 cm 程度の距離でスマホを使って動画を撮影し、動画上で前輪が完全に水に沈むまでの距離を観測した。

### 4.実験結果



グラフ 1 四輪駆動結果



グラフ 2 六輪駆動結果

グラフ 1 は四輪駆動の板あり板なしの初速と滑走距離を表しておりグラフ 2 は六輪駆動の板あり板なしの初速と滑走距離を表している。このぐらふより 4 輪駆動と 6 輪駆動どちらも初速と水面を進んだ距離が直線的に変化していると言える。また、6 輪駆動の方が滑走距離が長い、板ありの方が滑走距離が長い、直線が原点を通らないことがわかった。

滑走距離の最大は、板付きの 6 輪駆動が  
8.9km/h(2.5m/s)  
の初速度を持った時の 39cm である。

### 5.考察

初速と進んだ距離が直線的に変化する理由について次のように考察した。まず、水の抵抗力の大きさが速さによらず一定な場合、運動方程式を立てると

$$ma = -f$$

となる  $a$  は加速度、 $f$  は水の抵抗力である。

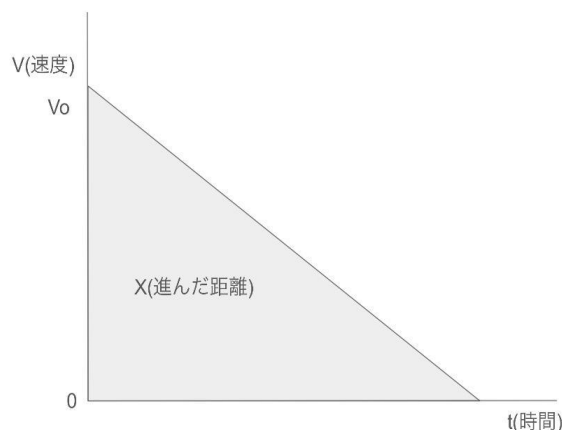


図 7 水の抵抗力が速さによらず一定な場合

図 7 より、進んだ距離  $X$  は  $V_0^2$  に比例する。これは  $V_0$  の一次関数ではないためこの仮説は間違いだと考えられる。

つぎに、水の抵抗力の大きさが速さの大きさに比例する場合、運動方程式を立てると

$ma = -kv$   
 $a = dv/dt$  であるため  
 $m \times dv/dt = -kv$   
 となり計算して行くと  
 $v = V_0 e^{-(k/m) \times t}$

<https://youtu.be/Uba84Q6qwKM> (最終閲覧日  
 2024 年 6 月 17 日)

$1X = (m/k) \times V_0$  となる。

この計算は微分方程式であり習っていない範囲の計算だったため数学科の先生に協力をお願いした。

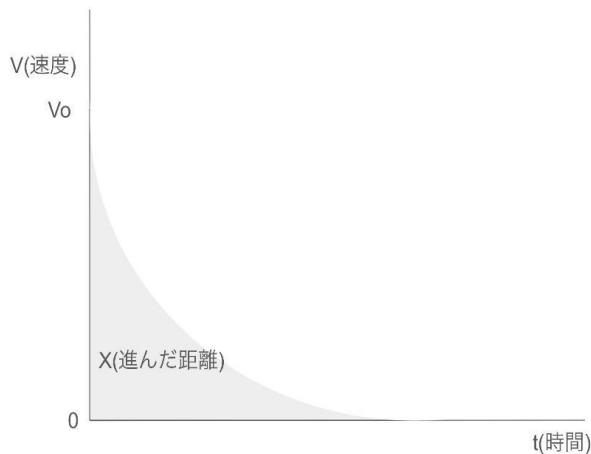


図 8 水の抵抗が速さによる場合

図 8 より初速と進んだ距離が比例したためこの考察が最適だと考えた。また、初速に比例しているがグラフが原点を通らないことについてはチョロ Q が水面でも加速を続けており測定値よりも初速が大きいのではないかと考えられる。その検証は今後の課題である。

## 6.まとめ

チョロ Q を 4 輪駆動、6 輪駆動に改造し、板を取り付けたものを用いて水面を走らせる実験を行った。時間と初速度の関係をグラフに示したところ滑走距離と初速度が直線的に変化することがわかった。また、6 輪駆動に板を取り付けたものが 1 番水面を進んだ距離が長かった。

## 7.今後の展望

水面に入ってからタイヤの駆動力の影響を調べたいと考えている。

## 8.謝辞

担当の中道先生、協力してくださった阿閉先生、中間発表会でアドバイスをくださった先生方、本当にありがとうございました。

## 9.参考文献

- (1) 「HYDROPLANING IN ICELAND COMPILATION」