

Task 8

模擬探究ポスターコンテスト

— 模擬探究の最終目標 —

最終課題

各班、探究が終了したら、それまでの経緯を与えられた台紙にポスターの形にしてまとめ、担任に提出せよ。ただし以下の条件を守ること。

条 件

- ポスターは班で1枚作製。
- ポスター台紙は与えられた用紙を使う
- すべて手書き（グラフもタイトルもなんもかんも）
- 台紙に手書きのものを貼り付けてもよい。

〆切

- 〆切は8月末に設定。（後日連絡）
締め切りまでに提出されない場合は、審査の対象にならない。

審 査

ポスターは9月に審査し、優秀研究ポスターには次の賞を与える。

- 1学年最優秀模擬研究ポスター賞
（ライオン OR シマウマ・ボンボン船・月・テゲバいづれかの研究課題ストラップを班のメンバー全員に進呈）
- クラス別優秀賞
- 分野別優秀賞

優秀ポスターはロビーのSSHブースに展示。

研究ポスターの全体図 (3年先輩の例)

【Name】クラス・名前

学年・組と班員全員の名前を書く。

【Title】題名

研究の中身をたったの一行で表したものを「えっ？」と人を引き付けてほしい。

【Abstract】概要・要旨

研究の概要を導入から結論まで簡潔にまとめたもの。「えっ？そんな結論になったの、発表を聞こう」と思わせるものにする。

【Introduction】導入

【Background】背景

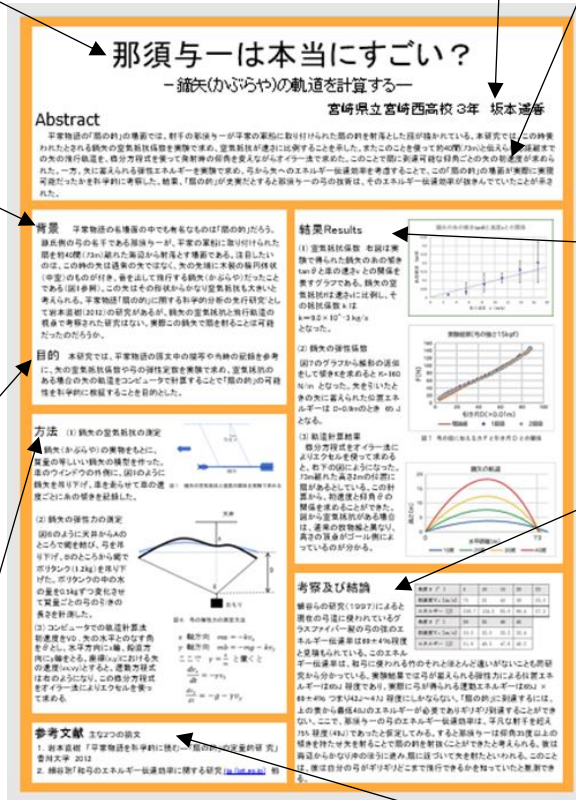
研究の内容を全く知らない人に、まず研究の背景となる基礎知識を述べ、先行研究ではどのようなことが分かっているのか、またそれはどのような意味を持っているのかを分かりやすく述べる。

【Purpose】目的

これまでの研究のどの部分に疑問を持ち、何を明らかにしようとしたのか(仮説)を述べる。同時にこの研究の意義や独自性についても触れる。

【Methods】方法

目的に到達するために自分が考えた方法を述べる。なぜその方法が適しているのか、実験の特長、観測、実験・調査の手順などについても述べる。



【Results】結果

実験や調査の結果を、分かりやすいグラフにして、ポスターを見ている人に伝える。

【Discussion】考察

実験や調査の結果と自分が立てた予想(仮説)との違いを論理的に述べる。また、その違いがどこから生まれたかなどの検討を書き込む。

【Conclusion】結論

【Perspective】今後の展望等を付け加えることも多い。

【References】引用・参考文献

引用や参考文献の書き方にはルールがある。配られる資料を参考にしよう。

【IMR&D】論文の構造

論文は、Introduction から始まって Discussion まで頭文字をつないで IMR&D (イムラッド) という構造になっている。本校のポスターセッションではこの論文の構造を守ることがルールとなっている。

どうやってポスターに？

でもどうやってポスターにすればいいのか、何を書けばいいのか分かりませんよね。しかし、探究活動の研究の流れは、一般の研究者たちの研究の流れと全く同じです。そして、その研究論文やポスターの構成は、みな一緒なのです。安心してください。

研究論文や研究ポスターの全体の構成は、
背景 → 目的 → 実験・調査 → 結果

→ 考察・結論 + 謝辞 + 参考文献

の流れになっています。P37にも書かれていますね。数研テキスト P72-73にも書かれています。(教科書の例では、「要旨(アブストラクト)」と「参考文献」は省略されています。)

この背景→目的→実験・調査→結果→考察・結論の流れは、どんな研究分野においても骨格は同じです。この流れ(ストーリー)は英語の頭文字をとってIMR&D(イムラッド)と呼ばれています。

右の「論文の基本構成 IMR&D」を読んでください。これをポスターの形にしていくわけです。

研究成果を伝える3つの方法

模擬探究の結果が得られたら、その成果を伝える必要があります。成果の伝え方には、大きく3つの方法があります。

方法 1 ポスターの形にしてポスターセッションで発表する。

ポスターセッションとは？

自分のポスターブースに集まってきた人を相手に、模造紙大のポスターを使いながら探究の経緯を伝えます。参加者から質問に答えたりと相互の交流により自分の研究が人にどう受け止められるか実感が得られるので、広く普及している方法です。

方法 2 論文としてまとめ、印刷物やネットで閲覧可能な形で公開したり関係のコンクールに出品する。

方法 3 パワーポイントやグーグルスライドにまとめ、スライドで拡大して多くの参加者の前で発表する。

論文の基本構成 IMR&D

Introduction (導入)

「背景」今回発表する研究分野ではこれまで〇〇のようなことが分かっていて、特に最近の研究では△△のようなことが言われている(山田盛男, 2018)。

「目的」そこで△△のようなことの中に■■■といった要因が潜んでいるのではと仮説を立て、それを実験的に明らかにすることを目的とした。

Method (方法)

実験の方法としては、〇〇を使って△△のように装置を組み立て、□□を観測することで◎◎との比較をすることにした。これによって■■■の要因の有無を調べられるのではないかと考えた。

Results (結果)

実験結果として、次のようなグラフ1~3が得られた。(誤差がある場合はそれが分かるようにする)

※ このM(方法)とR(結果)は研究によっては繰り返される場合もある。

例 この実験結果を受けて、▼▼の可能性が考えられ、その検証として方法2を考えた。

方法2と結果2を書く。

&

Discussion & Conclusion (考察と結論)

グラフから■■■の要因の存在が明確になったが、(からは■■■の要因の有無は明確にすることはできなかったが)〇〇の場合、△△の可能性もあり今後□□のアプローチで研究を継続する必要がある。

References (参考文献)

山田盛男(2018).「△△の研究」.〇〇出版

ポスターコンテスト

与えられた台紙を使ってポスターを書くルール

タイトルは必ず書きます。サブタイトルは、必要なら書いて下さい。

アブストラクト（要旨）は研究の全体を背景から結果までまとめたものです。これは2行程度でまとめてください。

熱気球の浮力と形体の研究
—水滴型気球の浮力変化を探る—

Abstract
近年の熱気球の競技の複雑化に伴い、熱気球の形状はより細く長くなり…となっている。この実験では…ということが分かった。これは、今後の熱気球の基…変化をもたらすものと考えられる。
宮崎西高1年10組 35 山村 12 阿部 5 浅野 20 銚子 38 吉田

Background (背景)
最新の気球の研究では「浮力と形状は顕著な関係があり、これまでの球体に近い形と、最新の競技用の気球では浮力の差が20%程度の違いを生み出している」(山内 2020)ということが言われている。近年の熱気球の競技の複雑化に伴い、熱気球の形状はより細く長くなっている。

Purpose (目的)
これまで一般に割れている設計方法の中で大きく欠けている支点は、パーナーの操縦性の問題である。…となっている。このパーナーの操縦性の問題と形状との関係を実験で突き止め、より総合的な気球の形態と操縦性の問題を明らかにすることを目的とした。

Results (結果)
結果は分かり易い
グラフにして表しましょう。

Discussion & Conclusion (考察と結論)
もちろん考察と結論は探究活動の最重要部分です。

Reference(参考文献)
参考文献の書き方はテキストで学んだとおりに書きます。引用も同じです。

名前は班の全員の
名前と出席番号

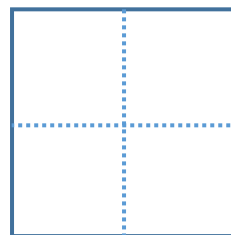
各班には2枚のポスター台紙が渡されます。(実験のケースの中に入っています。)1枚は下書き用です。手書きですので、鉛筆で下書きした後、サインペンのようなもので清書するのが適していると思います。また、色鉛筆や絵の具など工夫してベストポスターを目指してください。

手書きの文字の大きさ

模擬探究で与えられるポスターはすべて「手書き」というのがコンテストの基準になっています。

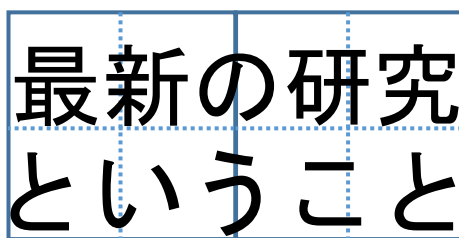
今回、君たちに手書きで書いてもらうポスターの大きさは、54cm×38cm の大きさになっています。この台紙には、右のような字の大きさの基準となるマス目が全体に書かれています。

文字の大きさは、このマス目を基準にしましょう。右におよその大きさを示しましたので参考にしてください。この基準に沿って書くと、P40 のようなポスターになり、全体のバランスが取れます。

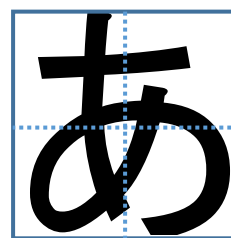


配布したポスター台紙にはこのようなマス目がつながって描かれてある。

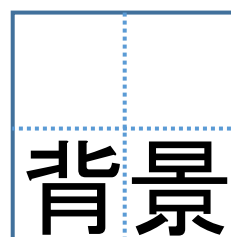
文字の大きさ



説明文は、上のように4マスに5文字分を書くような大きさにします。



タイトルは4つ分のマス目を使って描きます。



副題や名前、背景や目的などは一つ分のマス目いっぱいを使って描きます。

先輩のポスターを参考に！

流れが分かっても、具体的にどんな表現で書いていけばいいのでしょうか。実際に先輩に教えてもらうことにしましょう。登場してもらうのは、坂本遥香先輩（46期生）です。彼女の研究「那須与一は本当にすごい？」は、九州生徒理科研究発表大会で宮崎代表になりました。このポスターを例に、どのように書いていけばいいか理解していきましょう。

P41～P46 に示しましたので参考にしてください。

タイトル（主題）と アブストラクト（要旨） の書き方

【タイトルと副題】自分の研究内容を一言で表し、これまでに分かっていないことが見つかったという分かりやすい表現を考える。タイトルで人の興味をつかみ、副題でその内容を示すことが多い。

那須与一は本当にすごい？

— 鎧矢(かぶらや)の軌道を計算する —

宮崎県立宮崎西高校 3年 坂本遥香

Abstract

平家物語の「扇の的」の場面では、射手の那須与一が平家の軍船に取り付けられた扇の的を射落とした話が描かれている。本研究では、この時使われたとされる鎧矢の空気抵抗係数を実験で求め、空気抵抗が速さに比例することを示した。またこのことを使って約40間(73m)と伝えられる距離までの矢の飛行軌道を、微分方程式を使って発射時の仰角を変えながらオイラー法で求めた。このことで扇に到達可能な仰角ごとの矢の初速度が求められた。一方、矢に蓄えられる弾性エネルギーを実験で求め、弓から矢へのエネルギー伝達効率を考慮することで、この「扇の的」の場面が実際に実現可能だったかを科学的に考察した。結果、「扇の的」が史実だとすると那須与一の弓の技術は、そのエネルギー伝達効率が抜きんでいたことが示された。

【Abstract アブストラクト（要旨）】研究全体を背景から目的、方法、結果、考察までを大きくまとめたもの。まず「要旨」を読んでもらい面白い研究だと思ったら、ひとは真剣にポスターを読んでくれることになる。

那須与一は本当にすごい？
— 鎧矢(かぶらや)の軌道を計算する —

宮崎県立宮崎西高校 3年 坂本遥香

Abstract

平家物語の「扇の的」の場面では、射手の那須与一が平家の軍船に取り付けられた扇の的を射落とした話が描かれている。本研究では、この時使われたとされる鎧矢の空気抵抗係数を実験で求め、空気抵抗が速さに比例することを示した。またこのことを使って約40間(73m)と伝えられる距離までの矢の飛行軌道を、微分方程式を使って発射時の仰角を変えながらオイラー法で求めた。このことで扇に到達可能な仰角ごとの矢の初速度が求められた。一方、矢に蓄えられる弾性エネルギーを実験で求め、弓から矢へのエネルギー伝達効率を考慮することで、この「扇の的」の場面が実際に実現可能だったかを科学的に考察した。結果、「扇の的」が史実だとすると那須与一の弓の技術は、そのエネルギー伝達効率が抜きんでいたことが示された。

目的 本研究では、平家物語の原文中の描写や当時の絵巻を参考に、矢の空気抵抗係数や弓の弾性係数を実験で求め、空気抵抗のある鎧矢の飛行軌道をコンピュータで計算することで「扇の的」の可能性があるかを科学的に検証することを目的とした。

方法 (1) 物理的空気抵抗係数の測定
鎧矢(かぶらや)の実際の空気抵抗係数を測定するために、質量の異なる鎧矢の軌道を作成した。質量が異なる鎧矢を同時に発射し、空気抵抗係数を測定した。結果、空気抵抗係数は質量にほぼ比例する傾向が確認された。

(2) 弾性の弾性力の測定
弓の弾性を測定するために、弓の矢を引く際の力と矢の引き出しの長さとの関係を測定した。結果、弓の弾性はほぼ線形な関係にあることが確認された。

(3) コンピュータによる軌道計算
弾性係数と空気抵抗係数を測定した結果を基に、コンピュータ上で鎧矢の飛行軌道を計算した。オイラー法を用いて、発射時の仰角を変えながら、鎧矢の飛行軌道を計算した。結果、扇に到達可能な仰角ごとの矢の初速度が求められた。

結果と考察
実験の結果、空気抵抗係数は質量にほぼ比例する傾向が確認された。また、弓の弾性はほぼ線形な関係にあることが確認された。コンピュータによる軌道計算の結果、扇に到達可能な仰角ごとの矢の初速度が求められた。また、弓から矢へのエネルギー伝達効率を考慮することで、この「扇の的」の場面が実際に実現可能だったことが示された。

結論
本研究の結果、鎧矢の空気抵抗係数は質量にほぼ比例する傾向が確認された。また、弓の弾性はほぼ線形な関係にあることが確認された。コンピュータによる軌道計算の結果、扇に到達可能な仰角ごとの矢の初速度が求められた。また、弓から矢へのエネルギー伝達効率を考慮することで、この「扇の的」の場面が実際に実現可能だったことが示された。結果、「扇の的」が史実だとすると那須与一の弓の技術は、そのエネルギー伝達効率が抜きんでいたことが示された。

参考文献
1. 平家物語「扇の的」の場面について
2. 物理学「空気抵抗」に関する研究

「背景」と「目的」の書き方

背景 平家物語の名場面の中でも有名なものは「扇の的」だろう。源氏側の弓の名手である那須与一が、平家の軍船に取り付けられた扇を約40間(73m)離れた海辺から射落とす場面である。注目したいのは、この時の矢は通常の矢ではなく、矢の先端に木製の楕円体状(中空)のものが付き、音を出して飛行する鎗矢(かぶらや)だったことである(図1参照)。この矢はその形状からかなり空気抵抗も大きいと考えられる。平家物語「扇の的」に関する科学的分析の先行研究として岩本直樹(2012)の研究があるが、鎗矢の空気抵抗と飛行軌道の視点で考察された研究はない。実際この鎗矢で扇を射ることは可能だったのだろうか。

目的 本研究では、平家物語の原文中の描写や当時の記録を参考に、矢の空気抵抗係数や弓の弾性定数を実験で求め、空気抵抗のある場合の矢の軌道をコンピュータで計算することで「扇の的」の可能性を科学的に検証することを目的とした。

【背景と目的】導入部分はこの2つに分けられます。背景では、これまでに分かっていることを先人の論文等を紹介しながら示しますが、疑問点も必ず存在します。その疑問を解こうというのが「探究活動」です。その新しい問題の予想される答が「仮説」と言われるものです。坂本先輩は、「本当に矢は的まで飛んだのか」という疑問を科学的な根拠を持って確認しようとした。

那須与一は本当にすごい？

—鎗矢(かぶらや)の軌道を計算する—

宮崎県立宮崎西高校 3年 坂本遥香

Abstract

平家物語の「扇の的」の場面では、源氏の軍船に取り付けられた扇の的を約40間(73m)離れた海辺から射落とす場面である。注目したいのは、この時の矢は通常の矢ではなく、矢の先端に木製の楕円体状(中空)のものが付き、音を出して飛行する鎗矢(かぶらや)だったことである(図1参照)。この矢はその形状からかなり空気抵抗も大きいと考えられる。平家物語「扇の的」に関する科学的分析の先行研究として岩本直樹(2012)の研究があるが、鎗矢の空気抵抗と飛行軌道の視点で考察された研究はない。実際この鎗矢で扇を射ることは可能だったのだろうか。

背景

平家物語の名場面の中でも有名なものは「扇の的」だろう。源氏側の弓の名手である那須与一が、平家の軍船に取り付けられた扇を約40間(73m)離れた海辺から射落とす場面である。注目したいのは、この時の矢は通常の矢ではなく、矢の先端に木製の楕円体状(中空)のものが付き、音を出して飛行する鎗矢(かぶらや)だったことである(図1参照)。この矢はその形状からかなり空気抵抗も大きいと考えられる。平家物語「扇の的」に関する科学的分析の先行研究として岩本直樹(2012)の研究があるが、鎗矢の空気抵抗と飛行軌道の視点で考察された研究はない。実際この鎗矢で扇を射ることは可能だったのだろうか。

目的

本研究では、平家物語の原文中の描写や当時の記録を参考に、矢の空気抵抗係数や弓の弾性定数を実験で求め、空気抵抗のある場合の矢の軌道をコンピュータで計算することで「扇の的」の可能性を科学的に検証することを目的とした。

結果

結果と考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

考察

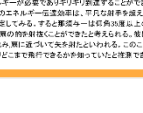
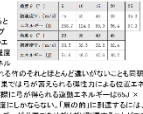
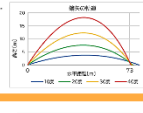
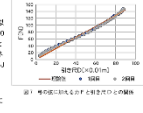
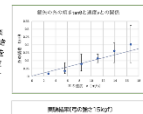
考察

方法

① 鎗矢の空気抵抗係数の測定
 鎗矢(かぶらや)の実験を元に、質量の軽い楕円体の空気抵抗係数を測定し、その形状の類似性から、鎗矢の空気抵抗係数を推定した。
 ② 鎗矢の弾性力の測定
 弓の弾性力と矢の伸びの関係を測定し、弓の弾性定数を求めた。
 ③ コンピュータでの軌道計算
 空気抵抗係数と弓の弾性定数を測定した結果を元に、コンピュータで鎗矢の軌道を計算した。

参考文献

1. 岩本直樹「平家物語の科学的分析—「扇の的」の科学的検証—」
 2. 那須与一「平家物語の科学的分析—「扇の的」の科学的検証—」



「方法」の書き方

方法 (1) 箭矢の空気抵抗の測定

箭矢(かぶらや)の実物をもとに、質量の等しい箭矢の模型を作った。車のウインドウの外側に、図1のように箭矢を吊り下げ、車を走らせて車の速度ごとに糸の傾きを記録した。

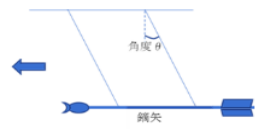


図1 箭矢の空気抵抗と速度の関係を実験で求める

(2) 箭矢の弾性力の測定

図6のように天井からAのところを結び、弓を吊り下げ、Bのところから縄でポリタンク(1.2kg)を吊り下げた。ポリタンクの中の水の量を0.5kgずつ変化させて質量ごとの弓の引きの長さを計測した。

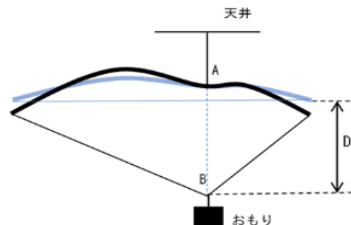


図6 弓の弾性力の測定方法

(3) コンピュータでの軌道計算

初速度をV0、矢の水平とのなす角をθとし、水平方向にx軸、鉛直方向にy軸をとる。座標(x,y)における矢の速度(vx,vy)とすると、運動方程式は右のようになり、この微分方程式をオイラー法によりエクセルを使って求める。

x 軸方向 $ma = -kv_x$
 y 軸方向 $mb = -mg - kv_y$
 ここで $\gamma = \frac{k}{m}$ と置くと

$$\frac{dv_x}{dt} = -\gamma v_x$$

$$\frac{dv_y}{dt} = -g - \gamma v_y$$

【方法】坂本先輩は、まず貴重な箭矢を傷つけないように、箭矢の模型を作ることから探究活動をスタートさせました。自宅の車の外に矢をぶら下げ、その傾きから矢の速度と空気抵抗の関係を既知引き出そうとしました。また、和弓の弾性力と伸びの関係を、大がかりな実験で明らかにしていきました。最後に、空気抵抗のある矢の軌道を、コンピュータを使ってシミュレーションすることに成功したのです。

那須与一は本当にすごい？

—箭矢(かぶらや)の軌道を計算する—

宮崎県立宮崎西高校 3年 坂本遥香

Abstract

平家物語の源氏の源氏の中で最も有名なものは「源の将軍」だ。源氏将軍の名手である源頼朝が、源氏の軍に射りつけられた矢を射落した(20)の逸話が有名で、源氏将軍である。本論文では、この逸話をとらえて、箭矢の空気抵抗係数を求め、空気抵抗が矢に及ぼす影響を算出した。また、このことを変えて約40mの高さから落とされる距離までの矢の飛行軌道を、数分方程式を使って数分間の経路を算出する。このことで、矢の軌道と射角との関係が明らかになり、矢の軌道が計算される。矢の軌道が計算され、矢の軌道が計算される。矢の軌道が計算される。

背景

平家物語の源氏の中で最も有名なものは「源の将軍」だ。源氏将軍の名手である源頼朝が、源氏の軍に射りつけられた矢を射落した(20)の逸話が有名で、源氏将軍である。本論文では、この逸話をとらえて、箭矢の空気抵抗係数を求め、空気抵抗が矢に及ぼす影響を算出した。また、このことを変えて約40mの高さから落とされる距離までの矢の飛行軌道を、数分方程式を使って数分間の経路を算出する。このことで、矢の軌道と射角との関係が明らかになり、矢の軌道が計算される。矢の軌道が計算される。矢の軌道が計算される。

目的

本論文では、平家物語の源氏の中で最も有名なものは「源の将軍」だ。源氏将軍の名手である源頼朝が、源氏の軍に射りつけられた矢を射落した(20)の逸話が有名で、源氏将軍である。本論文では、この逸話をとらえて、箭矢の空気抵抗係数を求め、空気抵抗が矢に及ぼす影響を算出した。また、このことを変えて約40mの高さから落とされる距離までの矢の飛行軌道を、数分方程式を使って数分間の経路を算出する。このことで、矢の軌道と射角との関係が明らかになり、矢の軌道が計算される。矢の軌道が計算される。矢の軌道が計算される。

方法 (1) 箭矢の空気抵抗の測定

箭矢(かぶらや)の実物をもとに、質量の等しい箭矢の模型を作った。車のウインドウの外側に、図1のように箭矢を吊り下げ、車を走らせて車の速度ごとに糸の傾きを記録した。

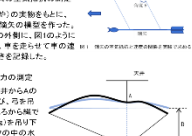


図1 箭矢の空気抵抗と速度の関係を実験で求める

(2) 箭矢の弾性力の測定

図6のように天井からAのところを結び、弓を吊り下げ、Bのところから縄でポリタンク(1.2kg)を吊り下げた。ポリタンクの中の水の量を0.5kgずつ変化させて質量ごとの弓の引きの長さを計測した。

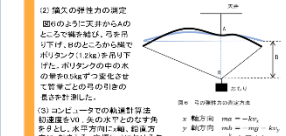


図6 弓の弾性力の測定方法

(3) コンピュータでの軌道計算

初速度をV0、矢の水平とのなす角をθとし、水平方向にx軸、鉛直方向にy軸をとる。座標(x,y)における矢の速度(vx,vy)とすると、運動方程式は右のようになり、この微分方程式をオイラー法によりエクセルを使って求める。

x 軸方向 $ma = -kv_x$
 y 軸方向 $mb = -mg - kv_y$
 ここで $\gamma = \frac{k}{m}$ と置くと

$$\frac{dv_x}{dt} = -\gamma v_x$$

$$\frac{dv_y}{dt} = -g - \gamma v_y$$

結果 Results

(1) 空気抵抗係数 右図は実験で得られた矢の軌道の関係と、その関係を表すグラフである。矢の空気抵抗係数は約1.5kg/sと算出された。

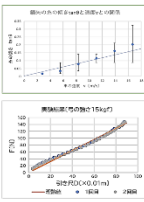


図1 矢の空気抵抗係数と変位の関係

(2) 箭矢の弾性力 図のグラフは射角の近似値と結果を求めるとk=160 N/m と算出された。矢の軌道は約1.5kg/sと算出された。



図2 変位ごとの空気抵抗係数の関係

(3) 軌道計算結果 初速度をV0、矢の水平とのなす角をθとし、水平方向にx軸、鉛直方向にy軸をとる。座標(x,y)における矢の速度(vx,vy)とすると、運動方程式は右のようになり、この微分方程式をオイラー法によりエクセルを使って求める。

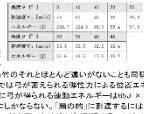


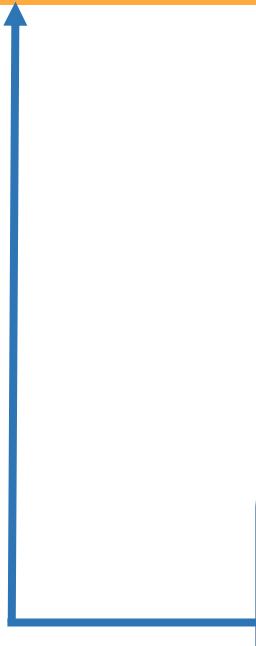
図3 射角ごとの矢の軌道

考察及び結論

本論文では、平家物語の源氏の中で最も有名なものは「源の将軍」だ。源氏将軍の名手である源頼朝が、源氏の軍に射りつけられた矢を射落した(20)の逸話が有名で、源氏将軍である。本論文では、この逸話をとらえて、箭矢の空気抵抗係数を求め、空気抵抗が矢に及ぼす影響を算出した。また、このことを変えて約40mの高さから落とされる距離までの矢の飛行軌道を、数分方程式を使って数分間の経路を算出する。このことで、矢の軌道と射角との関係が明らかになり、矢の軌道が計算される。矢の軌道が計算される。矢の軌道が計算される。

参考文献

1. 坂本遥香 (2017)
 2. 新井 和博 (2017) 矢の軌道に関する研究 (p.180) 他

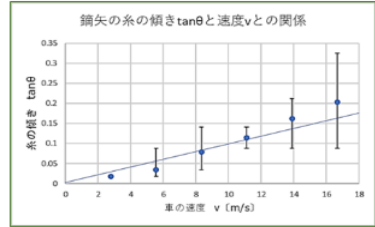


「結果」の書き方

【結果】結果にはわかりやすいグラフが3つ示されています。縦軸と横軸の物理量が何なのか、単位は何かしかり書いてあり、正確な実験をしたことがうかがえます。ダメな探究活動は、必ずグラフの縦軸と横軸が何なのか全く書いていないものが数多くあります。そんな研究は、まず審査で一発不合格になります。

結果Results

(1) 空気抵抗係数 右図は実験で得られた矢の傾き $\tan \theta$ と車の速さ v との関係を表すグラフである。矢の空気抵抗 f は速さ v に比例し、その抵抗係数 k は $k=9.0 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$ となった。



(2) 矢の弾性係数

図7のグラフから線形の近似をして傾き K を求めると $K=160 \text{ N/m}$ となった。矢を引いたときの矢に蓄えられた位置エネルギーは $D=0.9\text{m}$ のとき 65 J となる。

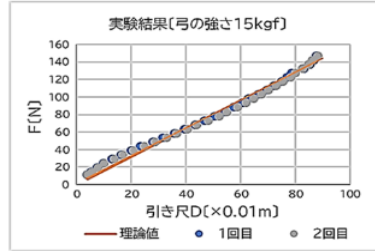
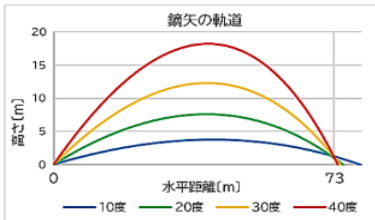


図7 弓の弦に加える力Fと引きR Dとの関係

(3) 軌道計算結果

微分方程式をオイラー法によりエクセルを使って求めると、右下の図ようになった。73m離れた高さ2mの位置に扇があるとしている。この計算から、初速度と仰角 θ の関係を求めることができた。図から空気抵抗がある場合は、通常の放物線と異なり、高さの頂点がゴール側によっているのが分かる。



那須与一は本当にすごい？
— 矢(かぶらや)の軌道を計算する —
宮崎県立宮崎西高校 3年 坂本遥香

Abstract
平家物語の「鷹の巻」の巻末では、前手の那須与一が平家の軍師に射り付けた鷹の羽を射落した話が語られている。本研究では、この時空をわたる最大の空飛ぶ物体である、空飛ぶ鷹が矢に与える影響について検討することを示した。また、このとき空を飛ぶ400(73m)離れた距離までの距離までの矢の軌道を計算し、矢の初速と仰角と鷹の羽の重力との関係を探る。一方、矢に蓄えられる弾性エネルギーを実験で求め、そこから矢の弾性係数を求めることにより、弓の弾性係数を求めることができた。また、弓の弾性係数を求めることにより、弓の弾性係数を求めることができた。

背景
平家物語の巻末の中でも有名なものは「鷹の巻」の巻末に記述されている。平家物語の巻末に記述されているのは、前手の那須与一が平家の軍師に射り付けた鷹の羽を射落した話が語られている。本研究では、この時空をわたる最大の空飛ぶ物体である、空飛ぶ鷹が矢に与える影響について検討することを示した。また、このとき空を飛ぶ400(73m)離れた距離までの距離までの矢の軌道を計算し、矢の初速と仰角と鷹の羽の重力との関係を探る。一方、矢に蓄えられる弾性エネルギーを実験で求め、そこから矢の弾性係数を求めることにより、弓の弾性係数を求めることができた。

目的
本研究では、平家物語の巻末中の描写や当時の歴史を参考に、この時空をわたる最大の空飛ぶ物体である、空飛ぶ鷹が矢に与える影響を探る。また、弓の弾性係数を求めることにより、弓の弾性係数を求めることができた。

方法
(1) 矢の空気抵抗係数の測定
矢(かぶらや)の実験をもとに、簡単な実験装置を用いて、矢の空気抵抗係数を測定した。矢の空気抵抗係数を測定するために、矢の空気抵抗係数を測定するために、矢の空気抵抗係数を測定した。

結果Results
(1) 空気抵抗係数 右図は実験で得られた矢の傾き $\tan \theta$ と車の速さ v との関係を表すグラフである。矢の空気抵抗 f は速さ v に比例し、その抵抗係数 k は $k=9.0 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$ となった。
(2) 矢の弾性係数 図7のグラフから線形の近似をして傾き K を求めると $K=160 \text{ N/m}$ となった。矢を引いたときの矢に蓄えられた位置エネルギーは $D=0.9\text{m}$ のとき 65 J となる。
(3) 軌道計算結果 微分方程式をオイラー法によりエクセルを使って求めると、右下の図ようになった。73m離れた高さ2mの位置に扇があるとしている。この計算から、初速度と仰角 θ の関係を求めることができた。図から空気抵抗がある場合は、通常の放物線と異なり、高さの頂点がゴール側によっているのが分かる。

考察及び結論
本研究では、平家物語の巻末中の描写や当時の歴史を参考に、この時空をわたる最大の空飛ぶ物体である、空飛ぶ鷹が矢に与える影響を探る。また、弓の弾性係数を求めることにより、弓の弾性係数を求めることができた。



「考察」「結論」の書き方

【考察と結論】坂本先輩の研究は意外な結果となりました。筑波大学の細谷先生らのグループは、和弓のエネルギー伝達率の研究しており、その論文を先輩は検討しました。ところが、そのデータで行くと、那須与一の弓は、扇的まで届かないという結論になったのです。悩んだ先輩はメンターの先生に相談しました。話し合中で、先行研究のエネルギー伝達効率は統計上のばらつき（偏差値）を持っており、那須与一の弓の技術は、その統計的な幅のちょっと上をいっている名人だった可能性が、逆に出てきたのです。つまり、先輩の研究で逆に那須与一の弓のすごさを証明したことになったわけです。一発逆転の成果でした。

考察及び結論

細谷らの研究(1997)によると現在の弓道に使われているグラスファイバー製の弓の弦のエネルギー伝達率は69±4%程度と見積もられている。このエネルギー伝達率は、和弓に使われる竹のそれとほとんど違いがないことも同研究から分かっている。実験結果では弓が蓄えられる弾性力による位置エネルギーは65J程度であり、実際に弓が得られる運動エネルギーは65J×69±4%つまり42J~47J程度にしかならない。「扇的」に到達するには、上の表から最低48Jのエネルギーが必要でありギリギリ到達することができない。ここで、那須与一の弓のエネルギー伝達効率は、平凡な射手を越え75%程度(49J)であったと仮定してみる。すると那須与一は仰角35度以上の傾きを持たせ矢を射ることで扇的を射抜くことができたと考えられる。彼は海辺からかなり沖のほうに進み、扇に近づいて矢を射たといわれる。このことは、彼は自分の弓がギリギリどこまで飛行できるかを知っていたと推測できる。

角度θ [°]	5	10	15	20	25
初速度V₀ [m/s]	75	52	43	38	35.3
エネルギー [J]	258.7	124.3	85.0	66.4	57.3
角度θ [°]	30	35	40	45	
初速度V₀ [m/s]	33.5	32.5	32.2	32.4	
エネルギー [J]	51.6	48.5	47.6	48.2	

那須与一は本当にすごい？ 一箭矢(かぶらや)の軌道を計算する

宮崎県立宮崎西高校 3年 坂本遥香

Abstract
平家物語の「扇的」の場面では、射手の那須与一が平家の軍船に取り付けられた扇的を射抜いた話が描かれている。本研究では、この時射られた矢の軌道を計算し、矢の初速度や弾性力による位置エネルギーを算出する。また、この結果を現在の弓道に使われているグラスファイバー製の弓の弦のエネルギー伝達率と比較し、和弓のエネルギー伝達率を推定する。結果として、和弓のエネルギー伝達率は69±4%程度と推定された。

背景 平家物語の「扇的」の場面では、射手の那須与一が平家の軍船に取り付けられた扇的を射抜いた話が描かれている。本研究では、この時射られた矢の軌道を計算し、矢の初速度や弾性力による位置エネルギーを算出する。また、この結果を現在の弓道に使われているグラスファイバー製の弓の弦のエネルギー伝達率と比較し、和弓のエネルギー伝達率を推定する。結果として、和弓のエネルギー伝達率は69±4%程度と推定された。

目的 本研究では、平家物語の原文中の描写や当時の記録を参考に、矢の初速度や弾性力による位置エネルギーを算出することによって、矢の軌道を計算し、和弓のエネルギー伝達率を推定することを目的とした。

方法 (1) 矢の弾性力の算出
細谷先生らの論文を参考に、弓の弾性力と矢の位置エネルギーの関係式を導出した。また、弓の弾性力と矢の位置エネルギーの関係式を導出した。また、弓の弾性力と矢の位置エネルギーの関係式を導出した。

結果 (1) 矢の弾性力
弓の弾性力と矢の位置エネルギーの関係式を導出した。また、弓の弾性力と矢の位置エネルギーの関係式を導出した。また、弓の弾性力と矢の位置エネルギーの関係式を導出した。

考察及び結論
細谷らの研究(1997)によると現在の弓道に使われているグラスファイバー製の弓の弦のエネルギー伝達率は69±4%程度と推定されている。このエネルギー伝達率は、和弓に使われる竹のそれとほとんど違いがないことも同研究から分かっている。実験結果では弓が蓄えられる弾性力による位置エネルギーは65J程度であり、実際に弓が得られる運動エネルギーは65J×69±4%つまり42J~47J程度にしかならない。「扇的」に到達するには、上の表から最低48Jのエネルギーが必要でありギリギリ到達することができない。ここで、那須与一の弓のエネルギー伝達効率は、平凡な射手を越え75%程度(49J)であったと仮定してみる。すると那須与一は仰角35度以上の傾きを持たせ矢を射ることで扇的を射抜くことができたと考えられる。彼は海辺からかなり沖のほうに進み、扇に近づいて矢を射たといわれる。このことは、彼は自分の弓がギリギリどこまで飛行できるかを知っていたと推測できる。

考察及び結論

細谷らの研究(1997)によると現在の弓道に使われているグラスファイバー製の弓の弦のエネルギー伝達率は69±4%程度と推定されている。このエネルギー伝達率は、和弓に使われる竹のそれとほとんど違いがないことも同研究から分かっている。実験結果では弓が蓄えられる弾性力による位置エネルギーは65J程度であり、実際に弓が得られる運動エネルギーは65J×69±4%つまり42J~47J程度にしかならない。「扇的」に到達するには、上の表から最低48Jのエネルギーが必要でありギリギリ到達することができない。ここで、那須与一の弓のエネルギー伝達効率は、平凡な射手を越え75%程度(49J)であったと仮定してみる。すると那須与一は仰角35度以上の傾きを持たせ矢を射ることで扇的を射抜くことができたと考えられる。彼は海辺からかなり沖のほうに進み、扇に近づいて矢を射たといわれる。このことは、彼は自分の弓がギリギリどこまで飛行できるかを知っていたと推測できる。

「参考文献」の書き方

参考文献 主な2つの論文

1. 岩本直樹「平家物語を科学的に読む—「扇的」の定量的研究」香川大学 2012
2. 細谷聡「和弓のエネルギー伝達効率に関する研究」[jst \(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp) 他

【参考文献】坂本先輩の参考文献は、実際にはこのポスターに書けないほどありました。ポスターには主な2つをのせただけになりました。実際の参考文献は以下のようなものです。ここでは参考文献の書き方を見てください。ルールがあるのです。

【引用の形式の違い】

参考文献の書き方に間違いがありますね。

岩本直樹(2012).「平家物語を科学的に…」.香川大学

としなければなりません。

1. 岩本直樹(2012).「平家物語を科学的に読む—「扇的」の定量的研究」香川大学
2. 市古貞次(1994).「平家物語」(新編日本古典文学全集 4)小学館
3. 浜島書店編集部改訂増補版(2019). 国語便覧「常用国語」株式会社浜島書店
4. 日本武道学会(2020). 武道学研究 「弓道 の発射時 における弓の反動力について」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/budo1968/13/2/13_20/pdf 2020年1月11日閲覧
5. 細谷聡 他(1997).「和弓の弦の素材の違いが発射現象に及ぼす影響」日本機械学会, 64, 623.
6. 岩本直樹(2021). 平家物語を科学的に読む—「扇的」の定量的研究 <https://kaken.nii.ac.jp/ja/file/KAKENHI-PROJECT-23650514/23650514seika.pdf> 2021年5月30日閲覧
6. 細谷聡(2021).「和弓のエネルギー伝達効率に関する研究—矢の重さ・把の高さの影響について—」[jst \(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp) 2021年6月18日閲覧
7. 和弓 - Wikipedia
和級における動力学的解析(非線形復元ばね特性と動的挙動) [jst \(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp) 2021年6月25日閲覧
8. 細谷聡(2018). 「和弓のエネルギー伝達効率に関する研究」[jst \(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp)
9. 和弓における弓間の運動エネルギー算出の試み https://www.jstage.jst.go.jp/article/budo1968/25/Supplement/25_16/pdf/-char/ja 2021年7月9日閲覧

那須与一は本当にすごい?
— 緋矢(かぶら)の軌道を計算する —

Abstract 宮崎県立宮崎西高校 3年 坂本蓮香

背景 平家物語の「扇的」の量化的研究では、射撃の軌道と一矢の軌道とを比較する研究がなされてきた。本研究では、この研究をさらに発展させるために、射撃の軌道と一矢の軌道とを比較する研究をさらに発展させる。射撃の軌道と一矢の軌道とを比較する研究をさらに発展させる。射撃の軌道と一矢の軌道とを比較する研究をさらに発展させる。

目的 本研究では、平家物語の量化的研究の発展の一環として、射撃の軌道と一矢の軌道とを比較する研究をさらに発展させる。射撃の軌道と一矢の軌道とを比較する研究をさらに発展させる。射撃の軌道と一矢の軌道とを比較する研究をさらに発展させる。

方法 (1) 射撃の軌道の計算 (2) 一矢の軌道の計算 (3) 射撃の軌道と一矢の軌道の比較

結果 Results (1) 射撃の軌道 (2) 一矢の軌道 (3) 射撃の軌道と一矢の軌道の比較

考察及び結論 本研究の結果、射撃の軌道と一矢の軌道とを比較する研究は、射撃の軌道と一矢の軌道とを比較する研究をさらに発展させる。射撃の軌道と一矢の軌道とを比較する研究をさらに発展させる。射撃の軌道と一矢の軌道とを比較する研究をさらに発展させる。

参考文献 主な2つの論文

1. 岩本直樹「平家物語を科学的に読む—「扇的」の定量的研究」香川大学 2012
2. 細谷聡「和弓のエネルギー伝達効率に関する研究」[jst \(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp) 他

研究成果を伝える3つの方法

模擬探究の結果が得られたら、その成果を伝える必要があります。成果の伝え方には、大きく3つの方法があります。

方法 1 ポスターの形にしてポスターセッションで発表する。

ポスターセッションとは？

自分のポスターブースに集まってきた人を相手に、模造紙大のポスターを使いながら探究の経緯を伝えます。参加者から質問が出たらそれに答えたりと相互の交流により自分の研究が人にどう受け止められるか、実感が得られるので、広く普及している方法です。

方法 2 論文としてまとめ、印刷物やネットで閲覧可能な形で公開したり、関係のコンクールに出品する。

方法 3 パワーポイントやグーグルスライドにまとめ、スライドで拡大して多くの参加者の前で発表する。