

# 紙飛行機を用いた探究的な数学的思考力の育成

札幌龍谷学園高等学校

鈴木真生

## 1.はじめに

生徒達の多くが数学の学習に苦手意識を感じている現状、意欲的に学習に向かうことができるような工夫が求められている。更に、私の授業では教室での講義形式がほとんどであり、生徒達の持つ創造力は生かされていない。なので、生徒たちが意欲的に学習に向かい、生徒たちが持つ創造力を生かせる授業のデザインを思い描いていた。今回は、誰も1度は工夫をして遊んだことがあるであろう、紙飛行機を用いて課題解決を目的とした探究的な授業をデザインし、実践を行った。

## 2.1.授業概要

### 「長時間飛ぶ紙飛行機を制作しよう」

上記のテーマで体育館2時間、教室2時間の授業をデザインした(図1)。

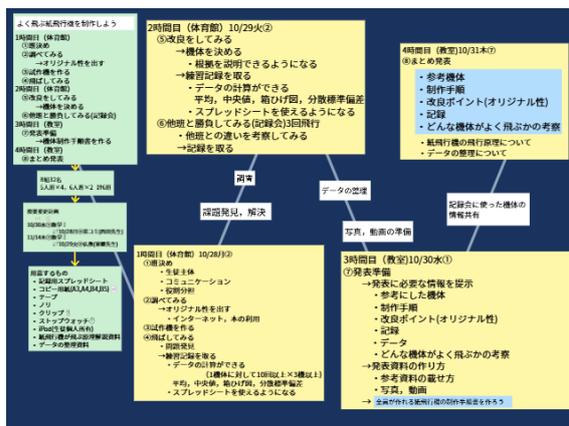


図1 授業案

生徒達には4~6人班になってもらった。さらに、全体の流れを以下の5段階に分け、生

徒達には3つの課題を課した。

- ① グループを決めよう
- ② 試作機を作って飛ばしてみよう
- ③ 機体を決めて記録会に挑もう
- ④ 紙飛行機の制作手順書をつくろう
- ⑤ 班の機体について発表しよう

課題1…長時間飛ぶ紙飛行機の制作

課題2…紙飛行機の制作手順書の作成

課題3…制作機体についての発表

## 2.2 レギュレーション

今回の授業を行うにあたって、レギュレーションの設定を行った(図2)。

Figure 2 is a regulation card for the paper airplane competition. It includes a QR code for access to the spreadsheet. The rules are: 1. Reference model (must be used, no modifications), record once per model. 2. Record 5 times per model (use iPad timer). 3. Record from a distance of at least 3 meters. 4. Record the best 3 models. 5. Record the number of the top 2 models. 6. Record the best model for each class. 7. Record the best model for each class. 8. Record the best model for each class. 9. Record the best model for each class. 10. Record the best model for each class.

図2 レギュレーション

この授業の目的は生徒たちが意欲的に参加し、個人の持つ数学的思考力などの能力を育むことにある。その為、失敗例や飛行記録をすべて残すことを指示している。

体育館での活動では、調査→実験→評価→改良→調査の問題解決のサイクルが発生するよう、生徒たちへの声掛けが求められる。

### 2.3 生徒達へ課した課題

生徒達に貸した課題では、それぞれに対して育みたい能力を設定していた(表1)。

表 1 育みたい能力

課題1	課題2	課題3
長時間飛ぶ紙飛行機 の制作	紙飛行機 の制作手順書 の作成	制作機体 についての発 表
主体性, コミュニケーション能 力, 創造力, 課題解決能 力	論理的思考 力, 表現力	プレゼンテ ーション能 力, 表現力, 主体性, 対応力

また、この活動の中で失敗を恐れずに挑戦をする姿勢、経験、課題解決の姿勢を重要視して欲しいという思いもある。

### 2.4 体育館での実践

実際の体育館での授業では、生徒の活発な活動が見られた。iPadを活用し制作する姿や本を利用、教員に聞きに行く姿も見られた(画像1~3)。更に、「長時間飛ぶ紙飛行機」のために高いところから飛ばす事や、クリップや紙を利用し重さを調節するなどの工夫を生徒たちが自ら考え挑戦する姿が見られた(画像4)。

記録会での結果を提出させ(図3)、生徒全員に共有をした。他班と比較することで、別のアイデアに触れることができ、自由時間には個人で創意工夫を凝らした機体を飛ばし、記録を伸ばしている者もいた。



画像 1



画像 2



画像 3



画像 4

<p>記録会に挑んだ機体 1班</p> <p>記録 1班</p> <p>1回目 4.24s</p> <p>2回目 3.86s</p> <p>3回目 3.28s</p>	<p>記録会に挑んだ機体 2班</p> <p>記録 2班</p> <p>1回目 1.35s</p> <p>2回目 1.65s</p> <p>3回目 1.29s</p>	<p>記録会に挑んだ機体 3班</p> <p>記録 3班</p> <p>1回目 2.44s</p> <p>2回目 2.54s</p> <p>3回目 2.95s</p>
<p>記録会に挑んだ機体 4班</p> <p>記録 4班</p> <p>1回目 4.48s</p> <p>2回目 3.66s</p> <p>3回目 3.23s</p>	<p>記録会に挑んだ機体 5班</p> <p>記録 5班</p> <p>1回目 3.79s</p> <p>2回目 2.19s</p> <p>3回目 3.01s</p>	<p>記録会に挑んだ機体 6班</p> <p>記録 6班</p> <p>1回目 2.86s</p> <p>2回目 2.35s</p> <p>3回目 1.95s</p>

図 3 記録会結果

### 2.5 制作手順書の作成

生徒個人への課題として、班で作成した機体の制作手順書の作成を指示した(図4)。

記録会に挑んだ機体の制作手順書を作ろう 個人の作業

誰が見ても、誰が読んでも記録会に挑んだ紙飛行機を作れるように写真や文字を効果的に使おう

解説動画は禁止!

- ポイントは「誰が見ても分かるように」指示語(あれ・それ・これ)は限りなく少なく!
- 利用した物、手順を細かく説明すると伝わりやすい。
- Canva, Pages, ロイノートなど、どのツールを利用してもよい。
- ただしデータでの提出になるので自分が使えるツールにすること。

Canva, ロイノート, Google Docs

ロイノートで作る場合、1枚にまとめるのではなくカードを繋げても良い!

提出日時 皆さんの力作、お待ちしております!

**11月4日(月)22:00**

図 4 課題2

動画の使用を禁止し、「誰が見ても分かるように」という指示のみ行い、生徒個人の獨創性に任せた。インターネットの制作手順をそのまま引用したと見える手順書(図5)を提出した生徒がいた一方で、自分で1から折り、注意点などを細かに解説している手順書(図6,7)も見られた。

このような、文字や図を用いて人に説明する能力は、多くの場面で生かされるように思う。また、図6,7を制作した生徒はこれ以降の学習で丁寧に説明するために、手順を残す事を心がけるようになったと感じている。

### 制作手順書

- ① 半分に折り線をつける
- ② 左上の角を折り下げて三角を作る



- ③ 左下の角を折り上げて三角を作る



- ④ 左側の角を点線に沿って三角に折る



- ⑤ 点線に沿って半分に折る



- ⑥ 点線のように下部分を少し残して折り下げる
- ⑦ 裏側も同じように折り下げる



- ⑧ 翼部分を点線に沿って起こす



- ⑨ 完成



図 5

記録会に挑んだ機体の制作手順

1. 紙を半分に折る
2. 紙を縦に、1枚目の裏側に、2枚目のように折る
3. 1枚目の裏の片側に、2枚目のように折る
4. 1枚目の裏の片側に、2枚目のように折る
5. 1枚目の裏の片側に、2枚目のように折る
6. 1枚目の裏の片側に、2枚目のように折る

図 6

7. 1枚目の裏の片側に、2枚目のように折る
8. 7の3枚目の裏の片側に、下の写真のように折る
9. 1枚目の裏の片側に、2枚目のように折る

10. 最後は赤い部分折る! 完成!

図 7

## 2.6 制作機体についての発表

班への課題として制作機体についての発表を行った(図8)。

**班での活動をまとめて発表しよう!**

- 参考にした機体について
  - 参考元
- 試作機について
  - どんな工夫をしたか
  - 改良ポイント(オリジナル性)
  - どんな変化があったか
- 練習データ
  - スプレッドシート 紙の記録をまとめる
- 記録会に挑んだ機体について
  - どんな工夫をしたか(どうして?)
  - 改良ポイント(オリジナル性)
  - どうして選んだか 何の理由で選んだか
- 記録会記録
  - どんな機体がよく飛ぶかの考察

**班の作業**

写真や動画を利用しましょう  
工夫点の理由、選んだ理由はとても大切です!

- 全員が1回は発言すること
- 発表時間は5分とする

**オーディエンスは**  
発表者の話をしっかり聞くこと。  
発表終了次には拍手👏  
感想や意見、質問をプリントに書き込む!  
箇条書きでよし👍

**発表日時**  
10月31日(木) 7時間目

図8 課題3

発表については、動画を多く利用し、工夫する前後の違いを見せる班や多くの記録から論理的に組み立てていく班が見られた。また、5分という制限時間を話せるように原稿を用意してきている班もあった。

その中で驚かされたものは、練習の中で得た記録から最大値と平均値を調べ、機体を選んだ根拠としてきた班(図9)と航空工学の飛行原理に関わる専門的な視点を考察で上げた班(画像5, 図10,11)だ。

試作機の記録		条件制御の方法で試作	
試作機1	試作機2	試作機3	
1.93s	1.39s	1.94s	
3.23s	1.16s	1.06s	
3.23s	2.26s	1.81s	
1.96s	2.04s	1.72s	
2.03s	1.56s	1.86s	
Max3.23s	Max2.26s	Max1.94	
Avg2.48s	Avg1.68	Avg1.68	
		大 小	

図9 数学的な視点をを用いた例



画像5

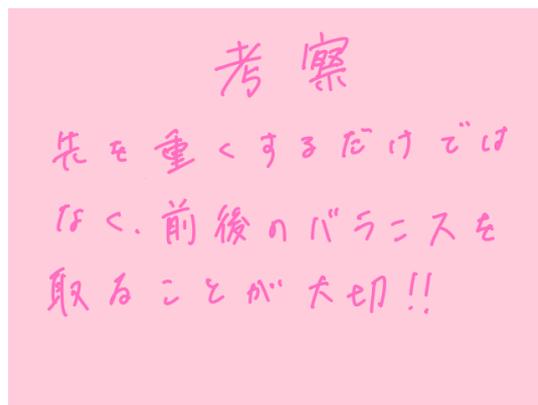


図10 専門的な視点をを用いた例1

## 試作機について

- **どんな工夫をしたか**
  - 1 空気抵抗を増やすために、紙を厚くしようと思い、厚紙を使用した。
  - 2 空気抵抗をふやしつつ、対空時間を長くするために、大きく薄い紙を使用した。
- **改良ポイントと、その結果**
  - 1 羽の下にある紙の持ち手の部分の後ろにクリップをつけた。  
→空気抵抗が減って、すぐに下に落ちてしまった。
  - 2 持ち手の部分の手前にクリップをつけた。  
→前に進んだか、軌道が真っ直ぐで上に上がらないので、すぐに落ちてしまった。
  - 3 羽の上の先の方に左右でクリップを1個ずつつけた。  
→遠くに進んでしばらくして落ちた。飛距離がる。

図11 専門的な視点をを用いた例1

特別な指示はしていないにも関わらず、データを整理し最良の機体を選ぶ根拠とした班は記録会の結果が振るわなくとも、私が意図していた数学的な視点を課題解決に活かす姿勢を行っていた。

更に、専門的な視点を考察で上げた班については、多くの実験を通して得た考察である。そのため、数学にとどまらず理科やそれ

以外の探究的な活動で活かせる能力を育むことができているように思う。

## 2.7 生徒の振り返り

4 時間の活動を終え、生徒に授業の振り返りを自由記述で実施した。以下に感想や反省を一部記載する。

- もっと色々試してみるべきだった
- 紙飛行機を初めて作った
- 色々試してみるのは楽しかった
- 発表練習をしておけば良かった
- 自分の意見を言えたら思った
- 積極的に意見を出せた
- 自分たちで改良するのが楽しかった
- 今まで考えたことがなかったので、いろいろ作って試してみるのが面白かった

全体的に楽しかった、面白かったという意見が多く見られた。その中でも、こうしていればよかったなどの反省が見られたことは大きな成果と言えるのではないだろうか。また、生徒たちに求めていた、失敗を恐れずに挑戦をする姿勢、経験、課題解決の姿勢を育むことができたように思う。

さらに、【「こんなことをやってみたい！」や「これってどうして…？」があれば教えてください。】という問いに対して以下のような意見があった。

- 次は長距離飛ぶ紙飛行機を今回みたいな感じでやってみたい
- ホンモノの人工衛星作りたい
- 鳥人間コンテストみたいなやつやってみたい
- 飛行機は重いのに飛ぶのはなぜか

このように、紙飛行機や航空宇宙工学を足掛かりとした意見が見られ、生徒たちの興

味関心を惹くトピックを提供できたことが大変うれしく思う。

## 3.終わりに

多くの生徒に意欲的に学習に向かってほしいという思いからデザインした授業であったが、生徒たちは私が想定していたものよりも多くの学びや個人の持つ素晴らしい能力を見せてもらったように思う。この授業以降、「次は何をやるのか」「こんな授業をしてほしい」「授業のここを変えてほしい」といった意見交換も活発になっている。生徒達に合う、生徒たちの授業作りを求められているという学びにもなっている。

今回は紙飛行機という入り口であったが、他にも現実世界の事柄から数学を深める授業をデザインできるのではないかと考えている。今後は他教科との連携を深め、主体的・探究的活動を行っていきたいと考えている。