

数学クラブ「ますまで」の思い出

旭川南高等学校 岡崎知之

私は上川高校に赴任した2009年から、旭川南高校に異動するまでの4年間、数学クラブ「ますまで」を運営してきました。当時は教科書に制限されない数学を展開したいという個人的な希望から設立した会でしたが、その後思いがけず上川高校における数学教育にも貢献することができました。

道内には理科系同好会や部活動は存在するものの、数学クラブは珍しいと聞きました。私は現在も旭川南高校で数学同好会「あるご」を運営していますが、ぜひ他校でも設立してほしいという期待を込めて、「ますまで」の4年間と「あるご」での現状をまとめてみました。

1. 設立の目的と将来像

「ますまで」を設立したきっかけは以下の3つです。

- (1) 社会や自然科学における数学の有用性を知ってもらう
- (2) 数学を系統的に学び、数学の世界を大局的視点で見られるようにする
- (3) 他者との意見交換や協力の方法を学び、ゼミが展開できるようにする

将来像としては、「自然科学分野において研究者の視点をもった生徒を育成する」ことができれば良いとは思っていましたが、数学が苦手な生徒が多い学校(九九ができない生徒が全体の10%)でしたので、あまりその点にはこだわらず、校内に数学好きを増やし、理系嫌いを減らすことが第1目標でした。

2. 活動概要

通常は週1回、顧問が提示した問題に生徒が意見を出し合い解決する、という形式でした。

学期間休業中は、「サマーますまで」「ウィンターますまで」と題し、半日×2日間の特講を組みました。

4年目には初の学校祭展示にも挑戦、その年の冬に行った「算額奉納キャンペーン」では、上川中学校にも協力していただきました。

3. メンバー

第1期(1~3年目) 1年生3名が入部、3年間立派に活動し、3人とも国公立理系(内、1名は数学科)に入学。

第2期(3~4年目) 第1期メンバーが3年生の時、2年生1名が入部。

翌年、1年生が3名入部し、何とか存続することができました。

本校の学力を考えると、当初とても4年続くとは予想できませんでした。

数学が「得意」ではなく、数学が「好き」な生徒は、我々が授業内で探しづらだけで、実は常にいるのだと、実感しました。

4. テーマ

課題として扱ったテーマは、目的別に大別して5つです。

(1) 高校の数学で扱わないもの

- 鳩ノ巣理論
- マクローリン展開
- 微分方程式
- セルオートマトン
- ライフゲーム
- ピックの定理
- 連分数展開
- 原始ピタゴラス数

(2) 高校数学を先取りしたもの

- 円周率の算出
- グラフの平行移動
- フィボナッチ数列
- 超能力カード
- インデックスカード
- 魔法陣
- 因数定理
- じゃんけんあいこの確率
- 軌跡 (grapesを利用)
- 無限級数
- 体積の最大化
- 拡大縮小 (コピー機を利用)
- 期待値

(3) ゲーム性(競う・協力する)があるもの

- ハノイの塔
- ギャンブルゲーム
- four's four (4つの4)
- エイト・クィーン
- 石取りゲーム

(4) 工作・自由研究

- プログラミング
- テンセグリティ
- タングラム
- ハノイの塔
- 最大降下曲線
- 算額絵馬

(5) その他

- DVD鑑賞(たけしのコマ大数学科など)
- 数検対策
- 数学オリンピック

* 資料として、「石取りゲーム」「超能力カード」「ハノイの塔」で使用したプリントを掲載しています。
私の発案ではないので、体験授業などでご遠慮なくご活用ください。

5. 成果

(部員にとって)

身近で広い数学の話題を取り扱うことにより、数学の汎用性や科学におけるツールとしての数学の力を
感じてもらえたと思います。また、部員同士が課題に協力して取り組むことによって、研究集団としてのプライド
を持つことができました。

特に1期生は大学入学後も順調に研究を続けているそうです。その点に最も成果を感じています。

(上川高校にとって)

「数学を研究する不思議集団(?)」が生まれたことで、教員や生徒からの注目度が非常に高かったです。
投擲のファールラインの引き方を考えたり(ちなみに 34.92°)、部員が活動内容について聞かれたり、知識を
披露するなど、数学活動の啓発に貢献しました。

(顧問にとって)

週1回の活動でしたが、ネタ探しはとても苦労しました。

問題は「高校生の視点」です。私個人が「面白い」と思ったことでも、難易度や基礎知識のレベルによって、生徒にはそうならなくなってしまう。そのため、書店通いやインターネットで広くネタ探しを続けました。(特にこの「数学のいずみ」からは多くのネタをいただきました。いつも感謝しております。)

しかし今振り返ってみると、私はこのクラブの運営により、現在話題になっている「言語活動の充実」「数学的活動」を自然に行っており、新学習指導要領に抵抗感なく対応できるようになりました。実際に、数学クラブの活動を授業として扱ったこともあります。

数学クラブは顧問にとって、教師としての力量を育ててくれたり、真の数学力とは何かを考えさせてくれたりと苦労した分見返りが大きい経験でした。

6. 問題点

主に2つあります。

- (1) 入部する生徒の平均学力や生徒間の学力差により、扱える題材が制限されること
- (2) 1度使ったネタは使えないので、丸3年分のネタが必要になること

しかしよく考えると、この2点はどの部活動でも生じる問題なのです。

顧問の指導力と先輩後輩のチームワークがこの問題を解決してくれると思います。

7. 感想

上川高校は生徒の学力が低く、当時は実験的な試みでしたが、顧問の個人的希望から始まったクラブは、部員をはじめ他の生徒、他の教員にも波及効果をもたらすこととなりました。

数学研究を「部活動」という形で行うことにより、顧問や生徒の情熱が、部外者にも伝わったのではないかと思います。

実際に上川高校では「学力等実態調査」において、「数学は社会に役に立つ」という質問に対する肯定的な回答が3年間で約20%増加するという結果につながりました。(「語り合う数学を目指して」(第80回発表)参照)

8. 今後の展望

これまでの経験をもとに、今年度赴任した旭川南高校でも数学同好会「あるご」を設立しました。メンバーは現在12名。なぜか圧倒的に文系が多く、座学より体験学習やモデル作成が気に入っているようです。7月には学校祭で体験展示を行い、150名の来場者に、数学の楽しさを伝えました。

現在は来年1月11・12日に旭川市科学館サイパルにて行われる「科学体験ひろば」に出展予定です。「あるご」の活動を通じ、南高校生の数楽を広めるとともに、道北の数学教育の発展に貢献していきたいと考えています。

9. 1期生(弘前大学理工学部数理科学科に進学)のコメント

『数学クラブますまで』では、大好きな数学を、より面白く、より興味深く、私に人生をかけて臨む題材と考えさせるまでに高めてくださった恩師との出会いが、何よりも大きいです。現在の大学に進めているのも、『ますまで』と『ますまで』を指導してくださった先生のおかげだと思います。

10. 研究資料説明

(1) 石取りゲームワークシート

石取りゲームとは、

「2人で1から順に交互に数字を読み上げていき、決められた数を言った方が負け。」
という単純なゲームです。しかし生徒の自発性がとても高く、手軽に実験ができる課題で、
同好会のチームワークを高めるには最適な課題です

今年度は旭川南高校の体験入学でも披露しました。資料はその際作成したワークシートです。

(2) 超能力カード

相手の考えた数がどのカードに入っているかによって、その数を当てられるカードです。
2進数を利用しています。足し算さえできれば、どなたでも超能力者気分になれるので、
生徒達も夢中になります。

資料は今年度「あるご」の学校祭展示で使用したものです。

(3) ハノイの塔

数列において効果的な教材です。高校数学ではお馴染みの教材ですが、数学同好会での展開の例として
掲載します。

(4) 算額絵馬

天地明察ブームにあやかり、昨年度「ますまで」で絵馬を作成し、私が実際に金王八幡宮に奉納する
というイベントを行いました。資料は数学同好会部長(CG作成含む) & ゲスト参加の息子の作品です。

11. その他 「失敗は糧なり」

私は数学教師になってから、数学で「思考しない」習慣がついている生徒をしばしば見かけます。

- 公式や定理の説明をすると、「いいから使い方教えて。」という生徒。
- 失敗が怖く、解答の説明を求めると「何となく。」と答える生徒。
- 答の数値が合っていれば途中過程が書いていなくても「点数ちょうだい」という生徒。

この生徒たちは特別なのではなく、社会一般の数学に対する見方の象徴なのだと思います。
常々数学そのものに対する見方を変えることこそ、私の役目だと考えていますが、まだまだ
技量不足なのか満足する形にはなっていません。

その点について、数学クラブは効果的な活動だと感じています。生徒が失敗を繰り返しながら、
ワイワイと高校生トークを楽しむ姿は、何とも言えず良いものです。授業とクラブをリンクさせながら、
より自然に数学的思考を刺激したいと思います。みなさんも作りませんか？

(2013. 11. 30 第87回数学実践研究会にて発表)

質問はコチラまで → zakky@hokkaido-c.ed.jp

(資料1)

平成25年度 旭川南高等学校 一日体験入学 体験授業

「石取りゲーム」必勝法

－ 石取りゲームのルール －

①2人で交互に、1、2、3、…の順で数を言う。

(ただし、一度に言える数字は3個まで)

②「16」を言ったほうが負け。 ⇒岡崎の優秀な助手「古畑任三郎」に説明してもらいます。

Try. 1

まずは、ゲームに慣れましょう。

○が数字だと思って、2人交互に○を消してください。最後に●を消した方が負けです。

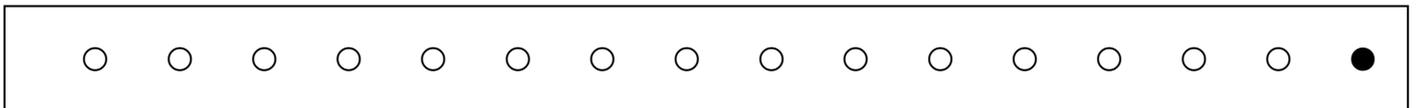
*先攻・後攻は各回じゃんけんで決めてください。

3回勝負の結果を下の()に記入してください。

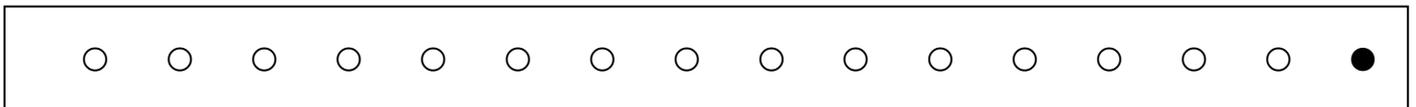
☆ () v s () の勝負

⇒ 勝利数 () v s () で () の勝ち!

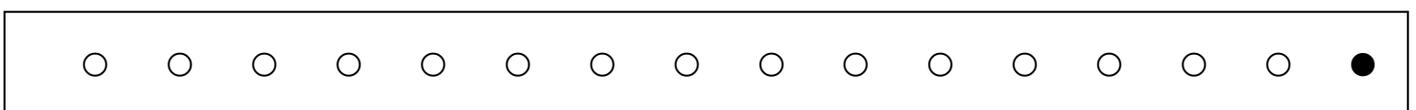
(1回目)



(2回目)



(3回目)

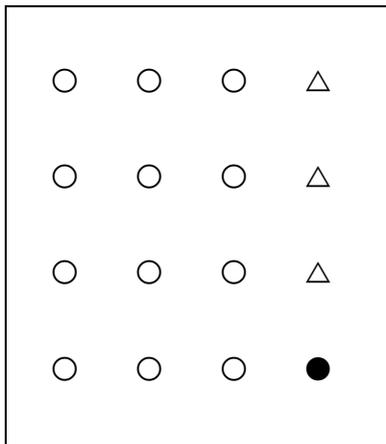


単純なゲームほど、負けると悔しいものです。必勝法が知りたくなりますね？

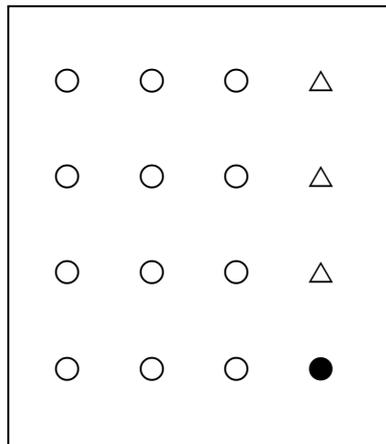
Try. 2

必勝法を見つけよう。

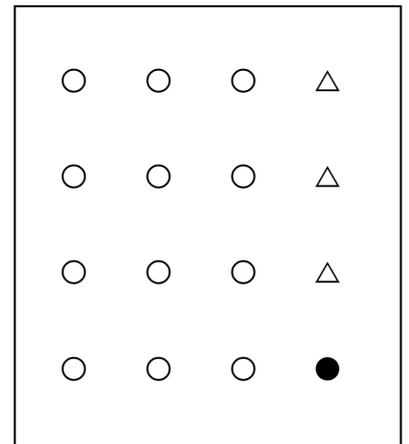
(1回目)



(2回目)



(3回目)



Try. 3

助手「古畑任三郎」に必勝法を教えてください。

Try. 4

古畑の必勝法を真似してみよう。(1人1回ずつ勝利を味わってください)

(まとめ)

プレイヤー2名の石の個数の和は、必ず4個にすることができます。

○○○○ ○○○○ ○○○○

この原理を利用すると、

最後の1個を除いた個数が4の倍数なら、先攻がどうしても後攻が勝ちです。

同じく4の倍数でないなら、余った個数を最初に取りれる先攻の勝ちです。

この必勝法は、自然数 n を使うと

石の総数が **$4n+1$** のとき、**後攻の勝ち**

それ以外 のとき、**先攻の勝ち** と表わせます。

石の個数が変わっても、この法則を知っていれば安心ですね。

(演習)

次のルールでは、先攻・後攻どちらが有利ですか？

(1) 石の総数が20個のとき

(2) 石の総数が100個、一度に取りれる石が最大10個のとき

(正解は裏面「数学通信」で!)

* 今回のDVD…古畑任三郎シリーズ1「笑うカンガルー」

(資料2)

| | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A | | | | | | D | | | | |
| | 17 | 19 | 29 | 1 | | | 30 | 26 | 9 | 8 |
| | 23 | 15 | 7 | 13 | | | 12 | 29 | 15 | 14 |
| | 31 | 3 | 21 | 5 | | | 11 | 24 | 27 | 25 |
| | 11 | 9 | 27 | 25 | | | 13 | 31 | 28 | 10 |
| B | | | | | | E | | | | |
| | 26 | 22 | 27 | 2 | | | 20 | 30 | 19 | 16 |
| | 6 | 18 | 7 | 15 | | | 25 | 17 | 22 | 26 |
| | 3 | 23 | 19 | 30 | | | 21 | 23 | 24 | 18 |
| | 14 | 10 | 31 | 11 | | | 28 | 27 | 31 | 29 |
| C | | | | | | | | | | |
| | 7 | 21 | 29 | 4 | | | | | | |
| | 20 | 15 | 5 | 14 | | | | | | |
| | 31 | 12 | 6 | 13 | | | | | | |
| | 30 | 23 | 22 | 28 | | | | | | |

ハノイの塔

インドのヴァラナシ(ベナレス)に、世界の中心を表すという巨大な寺院がある。そこには青銅の板の上に、長さ1キユビット、太さが蜂の体ほどの3本のダイヤモンドの針が立てられている。そのうちの1本に、神が64枚の純金の円盤を大きい円盤から順に重ねて置いた。これが「ブラフマーの塔」である。司祭たちはそこで、昼夜を通して円盤を別の柱に移し替えている。

そして、全ての円盤の移し替えが終わったときに、世界は崩壊し終焉を迎える。

(エドゥアール・アナトール・リュカ 1842-1891)

☆ Rules

1. 円盤は一度に一枚しか移動できない
2. 小さい円盤の上に大きい円盤は乗せられない。
3. すべての円盤を最初と違う棒に移し変えることができれば、ゲーム終了



◎ 課題

- ① 円盤の枚数に応じて、最小手数を調べよう。
- ② 最小手数の法則を見つけよう
- ③ 最小手数の公式を作ろう
- ④ 64枚の移動にかかる時間を求めよう。
- ⑤ 果たして世界は終焉を迎えるのか？

Mission①

3枚、4枚、5枚の最小手数を目指そう！

| | 1枚 | 2枚 | 3枚 | 4枚 | 5枚 |
|-----|----|----|----|----|----|
| 1回目 | 1 | 3 | | | |
| 2回目 | | | | | |
| 3回目 | | | | | |

Mission②

法則を見つけよう！

* ヒント…最小手数にある数を足すと、規則性が見えてくる！？

| | 1枚 | 2枚 | 3枚 | 4枚 | 5枚 |
|------|----|----|----|----|----|
| 最小手数 | 1 | 3 | | | |
| + | | | | | |

Mission③

最小手数の公式を求めよう！（=n 枚のときの最小手数を n の式で表す）

Mission④

64枚のおおよその移動時間は？（1秒/回とする。）

Mission⑤

宇宙の年齢は137億年。

この事実を利用して、人類は世界の終焉を迎えるのかを考えよ。

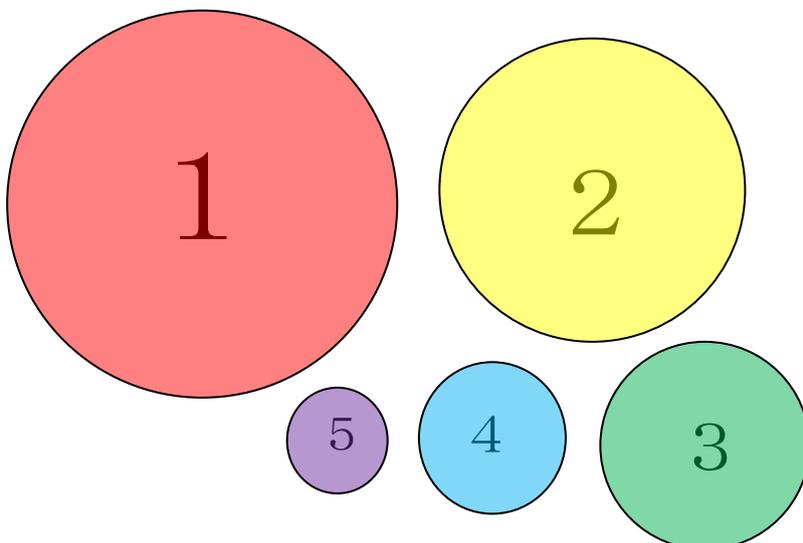
氏名 _____

*6月27日（木）17：00までに、4F中央階段「あるごポスト（仮）」に入れること。

6月28日（金）17：00に4B講義室でゼミを行います。

（兼部している人は、他の部を優先してください。）

—実験キット—



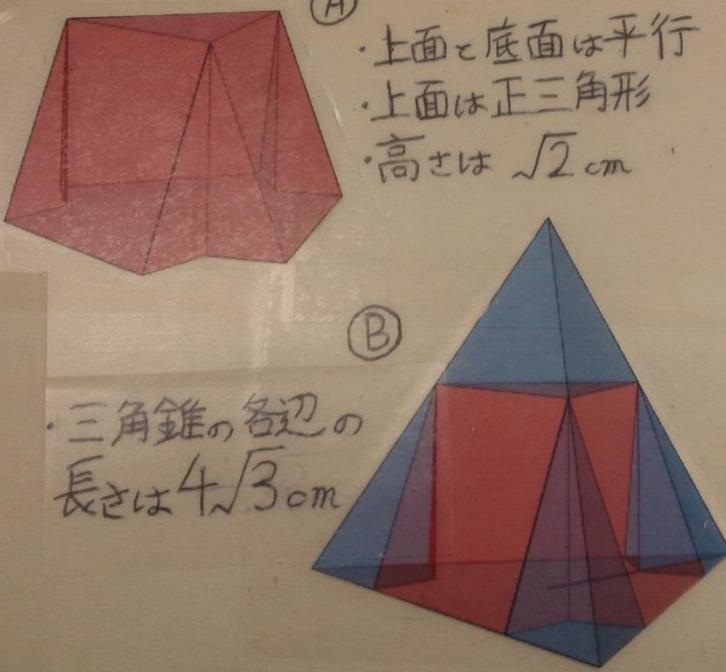
奉納

①の立体を②のように正三角錐にぴったりと埋めこんだとき、立体①の体積を求めよ。

①
・上面と底面は平行
・上面は正三角形
・高さは $\sqrt{2}$ cm

②

三角錐の各辺の長さは $4\sqrt{3}$ cm

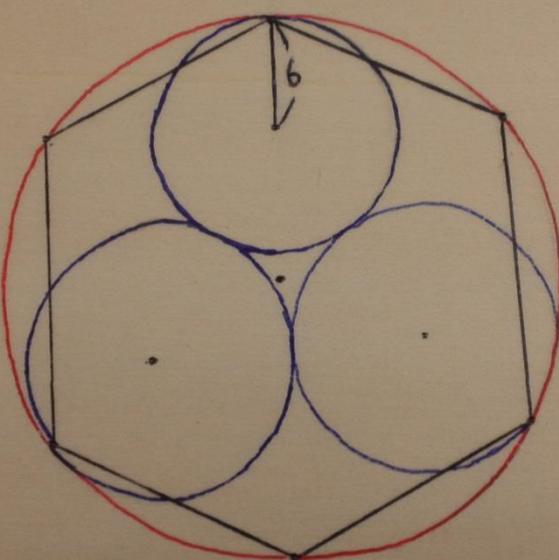


The image shows two hand-drawn diagrams on a piece of paper. Diagram A is a truncated square pyramid with a red top face and a red bottom face, and four red trapezoidal side faces. Diagram B is a large regular triangular pyramid with a blue top face and four red trapezoidal side faces, which are identical to the side faces of diagram A. The diagrams are drawn in perspective.

奉納

正六角形に対し外接する円(大円)の内部に半径6の三つの円(小円)が互いに接している。このとき、正六角形の面積を求めよ。

旭川市立愛宕小学校
岡崎 凜



The image shows a hand-drawn diagram on a piece of paper. It features a regular hexagon with a red circle inscribed within it, touching all six sides. Inside this red circle, there are three smaller blue circles, each touching two adjacent sides of the hexagon and the red circle. A vertical line segment with arrows at both ends is drawn from the top vertex of the hexagon to the top of the red circle, labeled with the number '6'.