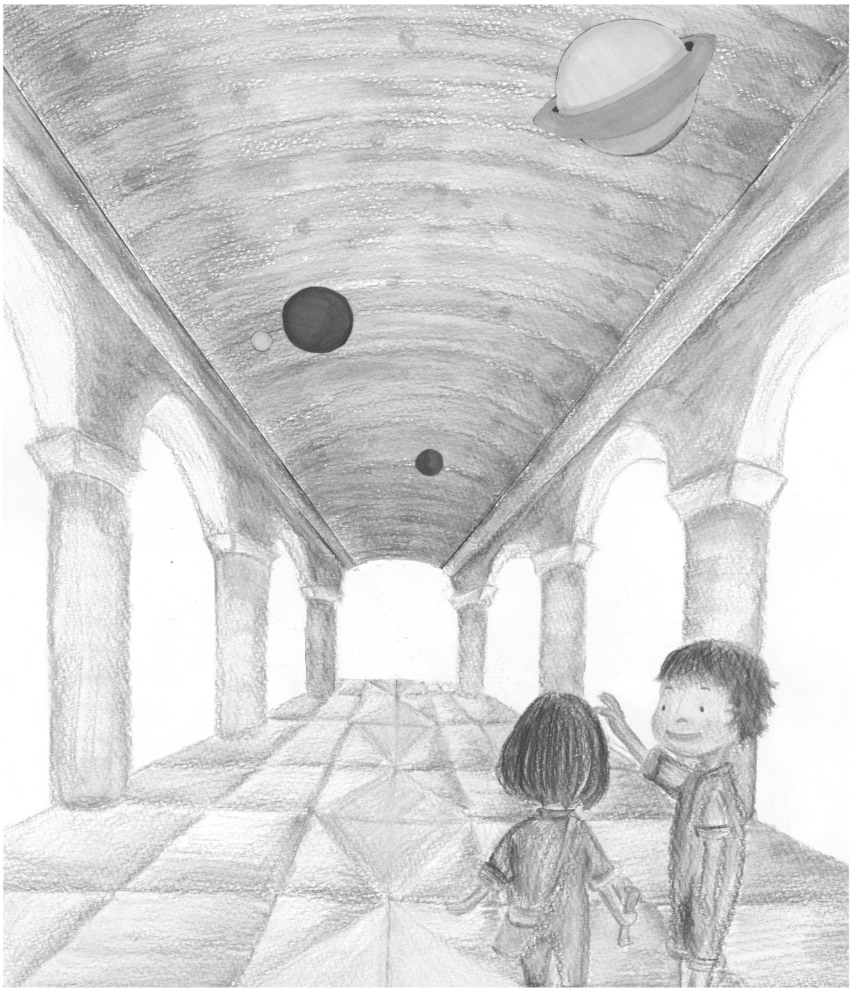
2012

日本数学コンクールのまとめ

第23回　日 本 数 学 コ ン ク ー ル
第16回　日本ジュニア数学コンクール

－平成24年８月11日実施－

第13回　日本数学コンクール論文賞



日本数学コンクール委員会

名 古 屋 大 学

目　　　次

１．はじめに

自然に学ぶ

日本数学コンクール実行委員会委員長　國　枝　秀　世
（名古屋大学副総長）

科学の進歩は目覚ましく、人類の可能性を大きく広げて来ました。その進歩の基礎となる学問において、「発見」と言うことばがしばしば使われます。これは実は、人類がその存在に初めて気がついただけで、自然はその真理、仕組みをずっとずっと前から用意し、人類がその存在に気がつくのを待っていたのだと思います。名古屋大学の ES 総合館２階にある 2008 ノーベル賞展示室の最初のパネルにも「自然に学ぶ」と大きく書かれています。私たちは常に自然に対して謙虚でなければならないと思います。

自然科学のなかでも数学は主に頭の中で思考を重ねることで真理に近づくのだと思います。しかし、その営みはすべての学問の礎となっていると思います。群論を考えた人々は、それが素粒子物理学の基礎的概念の理解に不可欠になるとは思ってもいなかったと思います。現代社会では、数学が現実社会に強く結びついて使われていることはご存知のとおりです。本数学コンクールで活躍、表彰された皆さんがその後、数学の専門家になった方もありますが、多くの方が、異なる道を歩まれているとも聞いています。そのことを少し淋しく思うこともありますが、その才能が実は様々な分野で活かされていることを考えると、前向きに評価できると思います。皆さんも聞いたことがあるラプラスと言う数学者が居ました。世界で最初にブラックホールの存在を考えたのは彼です。1796 年のことです。星の表面の脱出速度が光速を越える様な、重く小さな星では、表面から光も何も出られなくなるに違いない、と述べています。数学的には 1916 年にシュバルツシルトによってブラックホールが解明されました。今回入賞された方々も、数学を楽しみながら、数学で鍛えた力で、自然の様々な分野の謎解きに挑み続けて欲しいと思います。

このコンクールを見ていて、もう一つ思うことは、数学の問題に挑むには、基礎知識がなくとも、純粋な論理の展開が、年齢に関係なく進められることに感銘を受けました。このコンクールがこうした若い才能を育てる手助けとして、今後もますます発展して行けることを祈っています。

2. 日本数学コンクール開催の趣旨

開催の趣旨

今日世界は 21 世紀を迎えいろいろな意味で大きな転機に立っています。産業技術の高度化や高度情報化の技術革新は急速な進展を見せていますが，反面，人口爆発，エネルギー問題，環境汚染等人類がかって経験したことのない複雑多岐にわたる課題に直面しています。このような問題を解決し，将来にわたって人類社会の発達と繁栄を享受していくためにも，総合的，学際的な学術研究の振興が必要です。このことは，必然的に汎科学性を有する数学の一層の飛躍とそれによる新しい科学の発展が求められており，それを支える優れた数学的思考力を持ち，探求心と創造性豊かな人材の育成が急務となっています。

このような情勢にかんがみ，新しい科学と技術の開拓を担う夢とロマンを秘めた青少年の発掘，伸長を図っていくため，中・高校生を対象に，平成 2 年度から「日本数学コンクール」を，同 9 年度からは「日本ジュニア数学コンクール」を，更に同 12 年度からは「論文賞」を開催してきました。私ども委員会は今後とも数学コンクールを実施し，もって世界の学術研究進展の基礎形成に寄与していくものです。

特　　色

◎自由にゆったり考える

一題に絞っての回答も可能です。参考書やノート等の持ち込みも自由です。途中，試験会場で昼食や飲み物などを自由に取ることができます。

◎楽しい数学の発見

学校における数学の教育課程，教科書にとらわれず，数学の本質に根ざした考えていて楽しい問題を提供します。数理実験も積極的に採り入れます。

◎多彩な才能の評価

優秀な能力をもった生徒，ユニークな発想をもった生徒等様々な参加者の才能を多面的に評価します。特定の一題に集中して素晴らしい発想を出した生徒も顕彰します。

◎優れた人材の育成

日本数学コンクール参加者の数学的な能力，資質を一層高めるために，表彰式の後，中・高校生を対象に数学の公開講座「数理ウェーブ」を開催しています。

なお，「数理ウェーブ」は一般の方々の参加も認めており，多数の参加があります。

３．講評と解説

（１）２０１２年日本数学コンクール問題の狙いと全体講評

日本数学コンクール実行委員会委員長　宇澤　　達
（名古屋大学多元数理科学研究科教授）

ジュニア第１問

完全ラテン方陣について出題しました。ラテン方陣と命名したのは天才数学者オイラー(1707-1783)であることからもわかるように、この問題はまさに「古くて新しい」問題です。現在でも統計学（実験計画法)、代数での群の概念の拡張、情報理論などさまざまな分野で活躍しています。状況を的確に把握して数学的に表現する力を見る問題です。「不可能」であることを証明できるのも、定義がはっきりした数学という分野だからこそ、と言えます。

シニア第１問

カーナビの問題は最適化を問う問題です。この問題の特徴としては、隣接する交差点のみを見て進んで行くと最適ではない解にたどり着く可能性があるという点です。目先の利益を追って行くと最終的には損をすることもあることを示唆している教訓的な問題です。

第２問（共通問題)

ここでは、ゲーム理論にあらわれるナッシュ均衡とよばれる概念を題材にしました。非協力的なゲームで「みんな満足する解があるか？」という問に、「みんなが満足する」ということに一つの数学的定義を与えたものです。ナッシュはこの先駆的な仕事によりノーベル経済学賞を受賞しました。ナッシュ自身は「一番つまらない業績で一番有名になってしまった」と嘆いたそうですが、他の分野から見た数学の役割はこのように新しい定義を与えるところにあるという好例だと思います。

ジュニア第３問

「最大の三角形」、直観的（図形的）には明らかなことをどのようにして証明するか、数学が好きな生徒さんにとってはこたえられない問題だと思います。

シニア第３問

「ビット列通信」の問題です。問題文中にも説明されているように、ノイズがある環境で通信の精度を保証するためにどのような工夫をしたらよいか、ということを問われています。情報理論はアメリカの数学者・電気工学者のクロード・シャノンが創始した分野で現在ではさまざまなところで応用されています。

第４問（共通問題）

「五輪の絡み」は「絡み目理論」とよばれる数学の一分野の問題です。一般に考えると道具立てなど大変で、現在もさまざまな不変量が数理物理、作用素環論などさまざまな分野と関連しながら研究されている分野です。ここでは、三つの輪からなるボロミアンリンクを題材に、お互いの位置関係を指定することによって五つの輪からなる一般ボロミアンリンクが存在するか、という問題を小問の１として問いました。両方とも不可能なのですが、絡み具合の可能性がさまざまありますのでグラフの問題に持ち込んで解決しています。「三すくみ」が必ずでてくるあたりは、経済学の分野でのアローの不可能性定理を彷彿とさせます。小問の２はリンクとしてボロミアンリンクの一般化ができるかどうかを問う問題です。実際に編み物の経験から構成した解答があるなど、絡み目理論の出自に思いをいたす問題でした。

以上すべての問題について、参加者の皆さん、よく頑張ってくださったと思います。

（２）日本数学コンクール問題第１問の解説

日本数学コンクール実行委員会委員　安本　雅洋（名古屋大学情報科学研究科教授）
矢野　秀樹（愛知県立東海商業高等学校教諭）
村田　英康（愛知県立高蔵寺高等学校教諭）
小島　洋平（愛知県立幸田高等学校教諭）

問題１．「カーナビでドライブ」

昔はドライブするときに地図を見て、道順を考えました。今ではカーナビが最適な道順を教えてくれます。しかし、いったいどうやって道順を決めているのでしょうか？ちょっと抽象化して考えてみましょう。

（１）下の表はＡ 地点からＢ 地点まで行く道順のモデルです。地図にならって、上 が北、下が南、右が東、左が西としましょう。Ａ の東のＴ字路を抜けるのに３分、南のＴ字路を抜けるのに５分かかると読み取ってください。東西南北には進めても、斜めに進む事はできないことにしましょう。さて、Ａ 地点からＢ 地点まで行くとき、時間が一番短くなるのは、どんな道順でしょうか。

```
A － 3 － 5 － 9
|    |    |    |
5 － 6 － 7 － 3
|    |    |    |
2 － 1 － 4 － 2
|    |    |    |
3 － 5 － 2 － B
```

（２）次の表ではどうでしょうか。

```
A － 3 － 5 － 9 － 7 － 1 － 3 － 2 － 6 － 2
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
5 － 6 － 7 － 3 － 1 － 2 － 5 － 1 － 2 － 1
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
2 － 1 － 4 － 2 － 4 － 4 － 8 － 3 － 3 － 6
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
3 － 5 － 2 － 3 － 6 － 9 － 4 － 8 － 3 － 2
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
1 － 4 － 6 － 5 － 7 － 6 － 5 － 4 － 1 － 7
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
3 － 8 － 3 － 8 － 4 － 6 － 7 － 9 － 8 － 6
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
9 － 5 － 7 － 5 － 9 － 9 － 6 － 1 － 8 － 7
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
4 － 7 － 4 － 6 － 7 － 9 － 2 － 2 － 6 － 4
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
6 － 1 － 8 － 5 － 7 － 3 － 1 － 8 － 5 － 4
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
5 － 3 － 6 － 9 － 8 － 4 － 3 － 3 － 2 － B
```

【解説と講評】

（1）

```
A - 3 - 5 - 9
|   |   |   |
5 - 6 - 7 - 3
|   |   |   |
2 - 1 - 4 - 2
|   |   |   |
3 - 5 - 2 - B
```

（2）

```
A - 3 - 5 - 9 - 7 - 1 - 3 - 2 - 6 - 2
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
5 - 6 - 7 - 3 - 1 - 2 - 5 - 1 - 2 - 1
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
2 - 1 - 4 - 2 - 4 - 4 - 8 - 3 - 3 - 6
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
3 - 5 - 2 - 3 - 6 - 9 - 4 - 8 - 3 - 2
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
1 - 4 - 6 - 5 - 7 - 6 - 5 - 4 - 1 - 7
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
3 - 8 - 3 - 8 - 4 - 6 - 7 - 9 - 8 - 6
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
9 - 5 - 7 - 5 - 9 - 9 - 6 - 1 - 8 - 7
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
4 - 7 - 4 - 6 - 7 - 9 - 2 - 2 - 6 - 4
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
6 - 1 - 8 - 5 - 7 - 3 - 1 - 8 - 5 - 4
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
5 - 3 - 6 - 9 - 8 - 4 - 3 - 3 - 2 - B
```

解の求め方

まずＡから出発し、東または南方向に行き所要時間を青字で書きます。

```
A  -3 3 - 5 - 9 - 7 -
|     |   |   |   |
5
5  -  6 - 7 - 3 - 1 -
|     |   |   |   |
2  -  1 - 4 - 2 - 4 -
|     |   |   |   |
3  -  5 - 2 - 3 - 6 -
|     |   |   |   |
```

青数字の最小(今の場合３)から進める方向(今の場合南と東)に進み所要時間の合計を青数字で書き通過した交差点の青数字(今の場合３)を赤数字に書き換えます。

```
A  -3 3 -8 5 - 9 - 7 -
|     |    |   |   |
5    9
5  -  6 -  7 - 3 - 1 -
|     |    |   |   |
2  -  1 -  4 - 2 - 4 -
|     |    |   |   |
3  -  5 -  2 - 3 - 6 -
|     |    |   |   |
```

青数字の最小(今の場合５)から進める方向(今の場合南)に進み所要時間の合計を青数字で書き通過した交差点の青数字(今の場合５)を赤数字に書き換えます。既に数字がある交差点へは進みません。

```
A  -3 3 -8 5 - 9 - 7 -
|     |    |   |   |
5    9
5  -  6 -  7 - 3 - 1 -
|     |    |   |   |
7
2  -  1 -  4 - 2 - 4 -
|     |    |   |   |
3  -  5 -  2 - 3 - 6 -
|     |    |   |   |
```

同じ操作を繰り返すと、

A	3 3	8 5	9	7
5 5	9 6	7	3	1
7 2	8 1	4	2	4
10 3	5	2	3	6

さらに、B 地点に到達するまで続けると

A	3 3	8 5	17 9	24 7	1 21	24 3	26 2	32 6	2 31
5 5	9 6	15 7	3 17	18 1	20 2	25 5	26 1	28 2	29 1
7 2	8 1	12 4	14 2	18 4	22 4	30 8	29 3	31 3	35 6
10 3	13 5	14 2	17 3	23 6	31 9	34 4	37 8	34 3	36 2
11 1	15 4	20 6	22 5	29 7	35 6	39 5	4 39	35 1	42 7
14 3	22 8	23 3	30 8	33 4	39 6	46 46 7	48 9	43 8	48 6
23 9	27 5	30 7	35 35 5	42 9	48 9	52 6	49 1	51 8	55 7
27 4	34 34 7	34 4	40 6	47 7	56 9	2 53	51 2	57 6	59 4
33 6	34 1	42 8	45 5	52 7	55 3	54 1	59 8	62 5	63 4
38 5	37 3	43 6	52 9	60 8	59 4	57 3	60 3	62 2	B

最後に B 地点から最小の赤数字を辿ると正解図が得られます。赤数字はその交差点を通過するまでの最短時間を表していますから６２分が最短時間であることがわかります。

この問題の正解者は全部で 20 名いました。その中で正しい説明(6 1 分以下の経路がないことがわかるような説明)がしてあったのは、山本悠時君、原悠真君の 2 名でした。

その他の正解者は、古澤和輝君、田中宏樹君、河路塁生君、米沢諒太君、村上和也君、平松彩人君、松井佑樹君、井上寛晶君、長谷川潤君、大竹美保さん、早川毅哉君、北村将樹君、前田健人君、大槻隼也君、森祐貴君、佐々木都人君、神谷健康君、中岡雄太君です。

（3）日本ジュニア数学コンクール問題第１問の解説

日本数学コンクール実行委員会委員　大沢　健夫（名古屋大学多元数理科学研究科教授）
高原　文規（愛知県立瑞陵高等学校教諭）
丹羽　一雄（愛知淑徳高等学校教諭）

問題１．「完全ラテン方陣」

正方形を縦横n個ずつの枡（ます）に区切り、n種類の文字（たとえばアルファベットや数字）をすべての枡の中に一個ずつ書き入れ、縦横どの列にも同じ文字が重複して現れないようにしたものを、（n次の）ラテン方陣といいます。

（1）3次のラテン方陣は何通りあるでしょう。ただし使う文字はA、B、Cとして数えてください。

（2）ラテン方陣は、対角線の枡に同じ文字が重複して現れないとき、対角ラテン方陣と呼ばれます。4次の対角ラテン方陣を一つ見つけてください。

（3）一つのn次ラテン方陣で平面を敷きつめ、そこから縦横n枡ずつの正方形の表をどう切り取っても対角ラテン方陣になっているとき、そのラテン方陣は[**完全ラテン方陣**]であるといいます。

i) 次の表を完成させて完全ラテン方陣にしてください。

A	B	C	D	E
D	E	A	B	C

ii)4次の完全ラテン方陣は存在するでしょうか。

【解説と講評】

人間どうしが取り交わす言葉の綾の世界に文学という芸術があるように、無機的な数と図形の織りなす世界にも、個性豊かな対象と魅力的な物語があふれています。それらの特徴は、のびのびとした自由性と広々とした普遍性にあり、この意味で数学は文学などと同様、私たちの心の窓にともしびを灯してくれる一つの文化です。魔方陣という特殊な性質をもつ数表は、古くから知られていながら今日でも謎の多い対象ですが、その研究から発した数学はオイラーによるラテン方陣の研究をへて、デザイン理論という現代数学の分野につながっています。

(1) 3 次ラテン方陣

まず、3 つの文字 A,,B,,C が 1 行目に 1 つずつ入りますが,その順を A,B,C に固定します.

A	B	C

2 行目の A の下には,B または C が入りますが、例えば B が入ったとき, 2 行目の B の下に A を入れると, 2 行目の C の下にはまた C しか入らなくなるので,ラテン方陣になりません.

A	B	C
B	A	

したがって, 2 行目の C の下に A を入れます.

A	B	C
B		A

ここまで入ると, 2 行目の B の下, 3 行目は自動的に決まります.

A	B	C
B	C	A
C	A	B

2 行目の A の下に C が入ったときも同様に考えると,ただ 1 つの答しかありません.

A	B	C
C	A	B
B	C	A

以上より, 1 行目を A,B,C に固定した場合, 2 行目の A の下に入る文字は 2 通りで,その文字まで決めると,ラテン方陣はただ 1 通りに決まるので, 2 通り.
1 行目の文字の並べ方が, $3\times2\times1=6$ (通り) あるので,全部で $2\times6=12$ (通り) になります.

(2) 4 次の対角ラテン方陣

まず、4 つの文字 A,B,C,D が 1 行目に 1 つずつ入りますが,その順を A,B,C,D に固定します.

A	B	C	D
＊	＊		
＊		＊	
＊			＊

＊印は A を置けないところで, 2 行目は C, D の下にしか置けません.
今, C の下に置いてみましょう.

A	B	C	D
＊	＊	A	
＊	＊	＊	
＊		＊	＊

3 行目, 4 行目に A が置ける場所は決まってしまいます.
そこに入れて,もう一方の対角線の一番上にある D について考えます.

A	B	C	D
		A	＊
	＊		A
＊	A		＊

4 行目に D が入る場所が決まってしまいますから, 3 行目, 2 行目に D が入る場所も決まります.

A	B	C	D
	D	A	
D			A
	A	D	

残りの各行 2 ヶ所に B, C を入れますが, 3 行目が決まってしまいますから, 4 行目が対角ラテン方陣になるように入れればできあがりです.

A	B	C	D
C	D	A	B
D	C	B	A
B	A	D	C

この問題では何通りになるかを聞いていませんが,(1) と同様に計算すれば,わかるはずです.

完全ラテン方陣

i) 5 次の場合

この問題では, 上 2 行が決まっていましたから,ただ 1 通りに決まりました.

A	B	C	D	E
D	E	A	B	C
＊	＊	＊	＊	
＊		＊	＊	＊
＊		＊		＊

＊印は (2) と同様に A を置けないところです.
3 行目, 4 行目にはそれぞれ 1 ヶ所しか置けませんので,5 行目も決まります.
そこに入れて, B について考えます.

A	B	C	D	E
D	E	A	B	C
	＊	＊	＊	A
＊	A		＊	＊
＊	＊	＊	A	

すでに各行, 1 ヶ所ずつしか入る場所がありません.
C,D,E についても各行に 1 ヶ所ずつ入る場所があり,下のようになります.

A	B	C	D	E
D	E	A	B	C
B	C	D	E	A
E	A	B	C	D
C	D	E	A	B

実はこの問題に取り組んだ人の多くは, 5 次の完全ラテン方陣までは完成していました.
今回は次の問題をきちんと説明して結論づけたかを重視しました.

iI) 4 次の完全ラテン方陣

(2) からやってきたように, \$A\$ の場所を考えていきましょう.
1 行目を左上とすると図のようになります.

A			
＊	＊		＊

*		*	
*	*		*

2 行目, 4 行目は 1 ヶ所しかはいる場所がありません.
しかし, そこは縦に並んでいますから,両方に A を入れることはできません.
つまりこの段階で,「4 次の完全ラテン方陣は存在しない.」ということができます.
多くの人は,「2 行目に入れると 3 行目に入る場所がない.」という言い方で表現してくれましたが,もちろんそれも正しい説明です.
また, 藤岡祐紀君は次のような説明を書いてくれました.

	*		
*	*	*	
	*		

どこでも良いのですが,例えば図の＊印をつけた十字形の部分は,完全ラテン方陣の場合同じ文字が入ってはいけません.
5 ヶ所ある＊印のマスに 4 文字を入れなければならないので,どこか 2 ヶ所には同じ文字が入ります.
つまり,「4 次の完全ラテン方陣は存在しない.」という説明でした.
この説明だと, 3 次も 2 次も完全ラテン方陣は存在しない,
つまり,完全ラテン方陣は 5 次以上のものしか存在しないということをいう事ができます. 藤岡君はさらに考察を進め、偶数次の完全ラテン方陣は存在せず、５次以上の奇数次完全ラテン方陣は存在することを論証していました。杉本悠太郎君は６次から８次までの検証を行っていました。伊佐碩恭君は「モンモールの問題」との関連に言及していました。

正解者が多数のため、まず藤岡君のように特色のある解答を選び出し、最終的には文章表現の正確さで優劣をつけました。

（４）日本数学コンクール・日本ジュニア数学コンクール共通問題 第２問の解説

日本数学コンクール実行委員会委員　花薗　　誠（名古屋大学経済学研究科准教授）
樋口　英次（愛知県立瑞陵高等学校教諭）
渡辺　喜長（愛知県立旭丘高等学校教諭）
山内真澄美（愛知県立日進西高等学校教諭）
服部　展之（愛知県立旭丘高等学校教諭）
高田　宗樹（福井大学大学院工学研究科准教授）

問題２．平均当てゲーム

0 から 10 までの整数が一つずつ書かれたカードを一セット、各プレーヤーに与えます。各プレーヤーはカードを一枚選び、プレーヤー全員で一斉に場に提示すると、場では提示されたカードに書かれた数の平均値が表示されます。ここで、平均値以下の最も大きい数を提示したプレーヤーを勝者としますが、該当者が複数なら公平なくじで当たりを引いた一人だけとします。勝者は自らの提示した数字×一万円の賞金を獲得します。たとえば、四人がこのゲームに参加するとします。場に提示されたカードの組み合わせが小さい順に(1,3,3,7) なら、平均値は 14÷4 ＝ 3.5 なので 3.5 以下で最も大きい 3 のカードを提示した二人のうち、公平なくじで当たりを引いた者が三万円を獲得します。各プレーヤーは、獲得賞金の期待値(賞金×確率) が大きくなるようカードを選ぶとします。

さて、組み合わせの「安定点」を次のように定義します。

安定点：カードが場に提示された後、仮に平均値が表示される前に一人だけカードを変更する機会を与えられるとしても、自分の獲得賞金の期待値を大きくするようにカードを変更できるプレーヤーがいない。

上の例で考えた(1,3,3,7) という組み合わせは安定点になりません。というのも、7 のカードを提示したプレーヤーに変更機会が与えられた場合、カードを 2 に変更すると平均値が 9÷4 = 2.25 になるので勝者になり、賞金二万円を得られるからです。

(1) プレーヤーが三人のとき、カードの組み合わせ(0, 1, 1) は安定点でないことを示してください。
(2) プレーヤーが二人のときの安定点をすべて求めてください。
(3) プレーヤーが三人以上のときの安定点をすべて求めてください。

解説と講評

(1) 与えられた組み合わせの平均値は 2/3 なので、0のカードを提示したプレーヤーが勝者になりますが、賞金は0円となります。このプレーヤーに変更機会が与えられ、1に変更すると、プレーヤー全員が同じカードを出しているので 1/3 の確率で勝者となり一万円を獲得します。したがって(0,1,1)は安定点になりません。

(2)**答：** $(0,0),(1,1),(2,2)$.

1. $(a,b), a \neq b$ が安定点にならないことを示します。一般性を失わず $a<b$ としましょう。この時平均値は $(a+b)/2$ で
$$a < \frac{a+b}{2} < b$$
ですから、a のカードを提示したプレーヤーが勝者で a 万円獲得します。

   - $a>0$: b のカードを提示して負けるプレーヤーが変更機会を与えられ、カードを a に変更すると、確率 $1/2$ で勝者になり獲得賞金の期待値が $a/2>0$ となります。したがってカードの組み合わせは安定点ではありません。
   - $a=0$: 0 のカードを提示したプレーヤーは勝者ですが獲得賞金が0円です。このプレーヤーが1に変更すると、$b>1$ なら確実、$b=1$ なら確率 $1/2$ で勝者になり、賞金一万円を獲得します。したがって安定点ではありません。

2. $(a,a), a \geq 3$ は安定点にならないことを示します。この組み合わせではどちらのプレーヤーも確率 $1/2$ で勝者になり、a 万円獲得しますから獲得賞金の期待値は $a/2$ 万円です。どちらかのプレーヤーについて変更機会が与えられると、カードを $a-1$ に変更すれば確実に勝者になり $a-1$ 万円獲得します。しかし $a \geq 3$ の下では
$$(a-1)-\frac{a}{2}=\frac{a}{2}-1 \geq \frac{3}{2}-1=\frac{1}{2}$$
ですから、変更することにより獲得賞金の期待値が大きくなることがわかります。したがって安定点ではありません。

3. $(a,a), a=0,1,2$ が安定点となることを示します。
いずれの場合でも、カードの変更機会が与えられたプレーヤーが初めに提示した数 a より大きいカード b に変更すると、平均は $(a+b)/2<b$ となり勝者になることはありません。
   a. $(0,0)$: カードを変更する場合は0より大きい数を提示するしかないので、期待値を大きくすることはできません（期待値はもともと0です）。

b. (1,1): カードを0に変更すると確実に勝者になりますが、獲得賞金は0円となり損をします。

c. (2,2): カードを0に変更すると確実に勝者になりますが、獲得賞金は0円となり損をします。カードを1に変更した場合も確実に勝者になり一万円獲得します。しかし変更しない場合、確率1/2で勝者になり二万円獲得するので賞金の期待値は一万円です。よって1に変更することにより獲得賞金の期待値を大きくすることはできません。

以上から上記の組み合わせはすべて安定点であることがわかります。

【別解】

カードの組み合わせが安定点となるために、次の条件が満たされることに着目します。
「各々の提示しているカードは、相手の提示するカードに対して、すでに最適で変更の必要がない。」

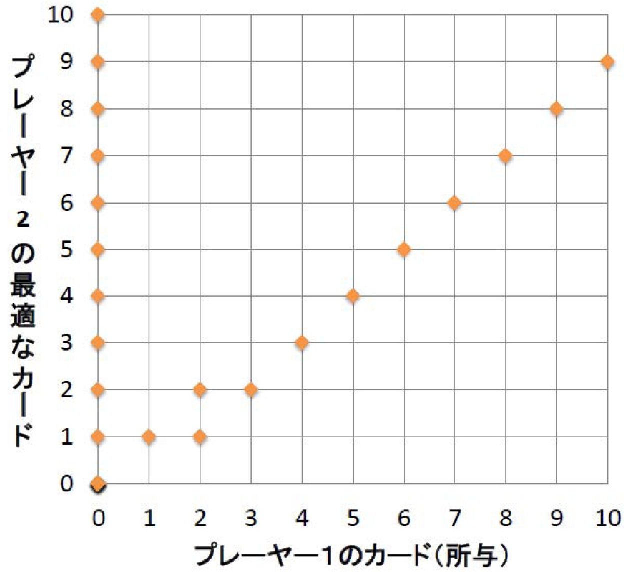
この条件から安定点を導くため、相手の提示するカードがひとつ与えられたとき、自分にとってどのカードが最適になるかを考えてみましょう。

- 相手が0の場合。自分のカードが1以上では負け、0なら勝っても賞金が0なので、**すべてのカードが最適**[1]。
- 相手が1の場合。0か1でしか勝てるが、0で勝っても賞金はないので**1が最適**。
- 相手が2の場合。1または2を出すと期待獲得賞金額が1、それ以上では負けるので**1または2が最適**。
- 相手が3以上の場合。相手と同じか小さい数を提示すれば勝てるが、その中で最も賞金額が大きくなるのは、**一つ少ない数字**。

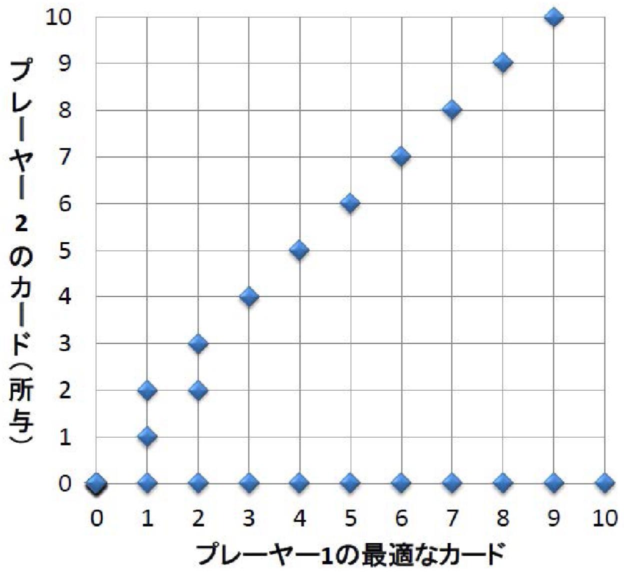
この関係をグラフであらわすと以下のようになります。

初めに、プレーヤー1のカードを0から10までの中から一つ決めた時に、プレーヤー2の最適なカードがどこになるかを表してみます。

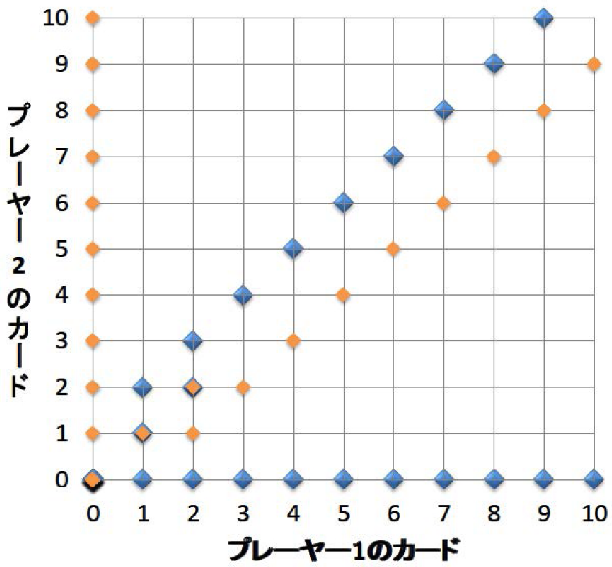
[1]どのカードを出しても期待賞金額が0なので、他のカードよりもより高い賞金額を与えるという意味での「最適」はありません。しかし、ここでの最適の定義は「相手のカードを所与のものとして、0から10のカードを出して獲得賞金を最大にするもの」なので、どれを出しても賞金が変わらないときはすべて最適、となります。



同様にして、プレーヤー2のカードを所与としてプレーヤー1の最適なカードをグラフに描いてみます。所与と考える変数の軸が今度は縦軸になっている点に注意してください。



安定点では、**互いに**相手のカードを所与として自分のカードが最適になっていることになります。したがって、二つのグラフを重ね合わせてその交わる点を見つければ安定点の条件を満たします。そこで上で描いた二つのグラフを重ね合わせてみると $(0,0),(1,1),(2,2)$ のみが安定点であることが分かります。



(3)　$n \geq 3$: : $(1,1,\ldots,1)$, および $(a_1, a_2, .., a_n)$, ただし $a_k \leq a_{k+1}$, $a_1 + a_2 + \cdots + a_n < n-1$.

一般性を失わず、カードの組み合わせを $(a_1, a_2, .., a_n), a_k \leq a_{k+1}$ と書くことにします。また、カードの組み合わせが与えられたときに、カードに書かれた数の総和を表す記号として $A(a_1, a_2, .., a_n)$ を用いることにします。

ケースA: $A(a_1, a_2, .., a_n) \geq n+1$; **安定点なし**

1. $a_1 = \cdots = a_n = a$ (すべて同じ数のカードが提示されている場合)。このとき $a \geq 2$ でなければ条件 $A(a_1, a_2, .., a_n) \geq n+1$ を満たさないことに注意しましょう。さて、ここで誰か一人がカードを変更し一つ小さい数のカードに変えると、そのプレーヤーは平均以下の最も大きい数を提示しているので単独で勝者になり、$a-1$ 万円確実に獲得します。これは変更する前の獲得賞金の期待値 a/n 万円を必ず超えます。というのは $n \geq 3, a \geq 2$ より
$$\begin{aligned} a-1-a/n &\geq a-1-a/3 \\ &= 2a/3-1 \\ &\geq 4/3-1>0 \end{aligned}$$
となるからです。
2. $a_1 < a_n$ (異なる数のカードが提示されている場合)。この条件の下では、カードの変更機会を与えられることにより賞金が得られるプレーヤーがいることを示します。

a. 最も小さいカードa_1を提示しているプレーヤーが敗者である場合。最小の数は平均未満なので$A(a_1,a_2,..,a_n)/n > a_1$. このプレーヤーに変更機会が与えられたとしましょう。カードの数をa_1からk増やすと平均値はk/nずつ増えるので、ある実数があって

$$\frac{A(a_1,a_2,..,a_n)+k}{n} = a_1 + k.$$

最大の数a_nは平均を超えるので$A(a_1,a_2,..,a_n)/n < a_n$. したがって$a_1 + k < a_n$. ここで$\bar{k}$を$k$以下の最大の整数とすると、変更機会を与えられたプレーヤーが$a_1 + \bar{k}$に変更すると勝者またはその候補者となり、賞金を獲得できることになります。

b. 最も小さいカードa_1を提示しているプレーヤーが勝者である場合。
$A(a_1,a_2,..,a_n) \geq n+1$より平均値は1を超えていることに注意します。

- $a_1 = 0$の場合。このとき、平均値は1を超えているのに0を提示しているプレーヤーが勝者であることから、1を提示しているプレーヤーはいません。したがってa_1を提示しているプレーヤーが1に変更しても勝者であり続け、賞金を確実に獲得できます。
- $a_1 \geq 1$の場合。a_1を超える数を提示している敗者のプレーヤーがa_1に変更するとします。このとき平均は下がってもa_1を下回ることはないので、変更後もa_1を提示するものが勝者の候補者になります。したがって、そのような変更により初めの敗者が賞金を獲得できることになります。

ケースB: $A(a_1,a_2,..,a_n) = n$; **安定点** $(1,1,...,1)$

1. $a_1 = 0$. このとき$a_1 = 0$のカードを出しているプレーヤーが1に変更するとしましょう。平均値は2未満であるので変更後は勝者の候補になり、賞金を獲得できることになります。
2. $a_1 = 1$. このときすべてのプレーヤーは$a_i = 1$を提示していなければなりません。誰かに変更機会が与えられたとき、カードの数を大きくしても敗者になるだけです。また0のカードに変更し、勝者になっても賞金を得られません。従って$(1,1,...,1)$は安定点です。

ケースC: $A(a_1,a_2,..,a_n) = n-1$; **安定点なし**

平均がプレーヤーの数未満であるので、最小の数$a_1 = 0$でなければなりません。そこで0を提示しているプレーヤーが1に変更すると、平均値が1になるので勝者の候補になり賞金を獲得できます。

ケースD: $A(a_1,a_2,..,a_n) \leq n-2$; **すべて安定点**

変更前は0を提示しているプレーヤーが勝者の候補です。ここでカードを変更して賞金を獲得するためには、平均値を1以上になるようにし、かつ自らの提示する数が平均値以

下の最大値とならなければなりません。さて、平均値を1にするためには、変更するとき数を$n-A(a_1,a_2,..,a_n)\geq 2$以上増やす必要があります。しかしその結果、変更した数は必ず平均値1を超えてしまいます(初めに0を提示しているプレーヤーについても変更後は2以上になります)。平均値をそれ以上にするにはさらにn以上増やさなければならず、そのような変更によって勝者になることはできません。したがってカードを変更して賞金を獲得できる可能性はなく、このような組み合わせはすべて安定点になります。

コメント

1. 答案について

全問正解かそれに近かったのは原悠真君（明治学園高，1年）、野々山将寛君（明和高，3年）、青木謙典君（愛教大付属岡崎中，2年）でした。原君の答えは、ほぼ全てのケースにおける論証に成功していました。野々山君はケースBとケースDにおける論証に成功し、積極的に、n≥3における具体例も挙げて検証を行うことができました。ジュニアでは全ての場合分けを行うことは難しかったようですが、青木君はケースBとケースDにおける論証をほぼ完全に行うことができました。また、一部の問題で残念ながら不正解がありましたが、村上聡悟君（筑波大付属駒場中，2年)、江尻悠一郎君（東海中，3年)、岡本姫奈君（雲雀丘学園中，2年)、岩橋壱征君（智弁学園中，3年)、七井香樹君（古佐田丘中，3年)、山本悠時君（東海高，1年)、近藤彪生君（岡崎中，1年)、小島隆志君（阿久比高，2年)、西村直人君（時習館高，2年）の論述は、筋立ててしっかりと書かれていました。

2.「0のカード」の意味

0を提示して勝者になっても何ももらえないので、提示する意味がないようにみえます。ただ、0のカードを含む安定点では二人以上が0を提示し、一人が1以上に変更しても自らが勝者になることができないようになっていて、いわばお互いをけん制する「つぶし合い」の状態とみることができます。

ゲームを次のように修正すると0を提示する意味がありますが、安定点の構造も変化します:0を提示して勝者になった場合のみ、賞金を100円追加。この場合3人以上100人以下で安定点は $(0,0,\cdots,0)$ と $(1,1,\cdots,1)$ 、プレーヤーが100人を超えると $(0,0,\cdots,0)$ のみになると思います。

3. 安定点を考える意義

安定点は次のような性質を持っています:提示されるカードの組み合わせが、ある安定点に対応していると予想されると、各プレーヤーは自らもその安定点に対応するカードを初めから提示することが最適になる。したがって、ある特定の安定点の出現が全てのプレーヤーによって予想されるならば、プレーヤーの最適な選択によってその予想が実現可能で、その意味でプレーヤーの選択の組み合わせが「安定的」あるいは「自己実現的」と

いうことができます。

　ここで定義された安定点はゲーム理論における（純戦略）ナッシュ均衡点のことで、数学者John Nash（1994年ノーベル経済学賞受賞）によって定式化され、経済学を初め多くの社会的な行動を分析する分野で活用されています。ゲーム理論における重要な視点は、各プレーヤーの選択が、他のプレーヤーにとってのベストな選択に影響を与えるという点で、「戦略的な相互連関」と呼ばれています。戦略的な相互連関の下、ナッシュ均衡でないような状態は安定的でなく、長続きしません。したがって安定的に観察される社会的現象は少なくともナッシュ均衡の部分集合と考えることに一定の妥当性があり、それを根拠にゲーム理論を用いた社会科学的な分析がなされています。

（５）日本数学コンクール問題第３問の解説

日本数学コンクール実行委員会委員　林　　正人（名古屋大学多元数理科学研究科教授）
野村　昌人（愛知県立一宮興道高等学校教諭）
渡辺　武志（名古屋大学教育学部附属高等学校教諭）

問題３．「ビット列通信」

電波などのアナログ信号は減衰などのため，遠隔地に正確に送ることは困難です．一方，1か0かのビットとして情報を表すデジタル信号は相対的に減衰の影響を受けにくいという特徴があります．しかし，デジタル信号の場合，大量のビット列のなかのひとつが反転してしまっただけで，そのビット列の意味が全く変わってしまう危険性があります．情報通信の専門家達は，このようなビット反転を訂正するために，様々な工夫をしてきました．まず最初に，1 ビットのメッセージ Xを誤りが起きうる通信路を用いて伝送することを考えましょう．この場合，X をそのまま送ると，途中でビットが反転するならば，誤った情報が伝えられ，元の情報を修復することは不可能です．しかし，1 ビットのメッセージ X に対して冗長度を持たせて送ると，少しの誤りなら受信側で訂正が可能となります．具体的には，1 ビットのメッセージを送るために，表 1 に従って，3 ビットのビット列に変換します．そのため，仮に 3 ビットのうち，1 ビットでビット反転が起きても，受信側で訂正が可能です．例えば，伝送したビット列が　(0, 0, 0) の場合，最初の 1 ビット目でのみビット反転が起きたとすると，受信側で受信するビット列は (1, 0, 0) となります．この場合，元のビット列が (0, 0, 0) であるか (1, 1, 1) であるかのどちらであるか推測することになります．(0, 0, 0) の方が (1, 0, 0) に近いため (0, 0, 0) と推測します．すなわち，受信者が受け取ったビット列に対して，伝送されうるビット列 の中で最も近いビット列が送信側で伝送されたと推測するのです．この方法は，2 つのビット列の間で異なるビットの数を距離として考え，その距離を最小にするビット列に復号するため最小距離復号とよびます．他のどのビットでビット反転が起きても，ビット反転の起きる箇所が 1 箇所である限り，この方法で訂正が可能です．もちろん，(1, 1, 1) を伝送した場合も，ビット反転の起きる箇所が 1 箇所である限り訂正が可能です．ちなみにこの場合，(0, 0, 0) と (1, 1, 1) の距離は 3 となります．

1 ビット		3 ビット列
0	→	(0, 0, 0)
1	→	(1, 1, 1)

表 1: 1 ビットから 3 ビットへの変換表

X	Y	$X \oplus Y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

表 2: ⊕ 演算

2ビット		5ビット列
(0, 0)	→	(0, 0, 0, 0, 0)
(1, 0)	→	(1, 1, 1, 0, 0)
(0, 1)	→	(0, 0, 1, 1, 1)
(1, 1)	→	(1, 1, 0, 1, 1)

表 3: 2ビットから5ビットへの変換表

(1)2 ビットの情報を 5 ビットのビット列を表 3 に従って変換して伝送することを考えます．最小距離復号を用いた場合，(0, 0, 1, 0, 1) を受け取ったとき，どの2ビット列が伝送されたと推測しますか．

(2) はじめに，表 2に従って，ビットについて ⊕ 演算を定義します． たとえば，表より $1 \oplus 1 = 0$ です．次に，この ⊕ 演算を用いて，2つのビット列 $(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$，$(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5)$ について，$(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) \oplus (Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5)$ を $(X_1 \oplus Y_1, X_2 \oplus Y_2, X_3 \oplus Y_3, X_4 \oplus Y_4, X_5 \oplus Y_5)$ で定義します．このとき，表 3 の集合はビット列の ⊕ 演算に関して閉じている，つまり表 3 にあるどの二つの5ビット列の⊕演算もまた，表3にあらわれていることを示してください．

(3) 3 つのビット列 $(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$，$(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5)$，$(Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5)$ について考えます．$(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$ と $(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5)$ の距離は，$(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) \oplus (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5)$ と $(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5) \oplus (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5)$の距離と等しいことを示してください．

(4) 表 3 で与えた変換を用いるとき，5 ビットのうちどの 1 ビットでビット反転が起きても，正 しく復号できることを示してください．

(5) (4) の条件を満たす 2 ビットから 5 ビットへの変換で，符号語が (0, 0, 0, 0, 0) を含むものはビットの順序を適切に入れ替えると表 3 で与えたものに一致することを示してください．

(6) 3 ビットのビット列を 6 ビットのビット列に変換して，1 ビットの反転が起きても訂正が可 能となる変換を与えてください．ただし，(2) で与えたビット列の ⊕ 演算と同様の 6 ビットからなるビット列についても与えることとし，この問題の答えとして与えるビット列の集合は⊕演算に関して閉じているものとします．

【解説と講評】

(1) $(0,0,1,0,1)$ に最も近い符号語は $(0,0,1,1,1)$ である．従って，$(0,1)$ に復号化される．

(2) $(0,0,0,0,0)\oplus(1,1,1,0,0)=(1,1,1,0,0)$, $(0,0,0,0,0)\oplus(0,0,1,1,1)=(0,0,1,1,1)$, $(0,0,0,0,0)\oplus(1,1,0,1,1)=(1,1,0,1,1)$, $(1,1,1,0,0)\oplus(0,0,1,1,1)=(1,1,0,1,1)$, $(1,1,1,0,0)\oplus(1,1,0,1,1)=(0,0,1,1,1)$, $(0,0,1,1,1)\oplus(1,1,0,1,1)=(1,1,1,0,0)$,

(3) X_i と Y_i が一致することと，$X_i\oplus Z_i$ と $Y_i\oplus Z_i$ が一致することとは同値である．従って，(X_1,X_2,X_3,X_4,X_5) と (Y_1,Y_2,Y_3,Y_4,Y_5) において異なるビット数と $(X_1,X_2,X_3,X_4,X_5)\oplus(Z_1,Z_2,Z_3,Z_4,Z_5)$ と $(Y_1,Y_2,Y_3,Y_4,Y_5)\oplus(Z_1,Z_2,Z_3,Z_4,Z_5)$ において異なるビット数の距離は等しい．

(4) $(0,0,0,0,0)$ に注目すると，$(0,0,0,0,0)$ 以外の符号においてビットが 1 となるものの数は 3 または 4 である．従って，$(0,0,0,0,0)$ と他の符号語との距離は少なくとも 3 離れている．一方，$(0,0,0,0,0)$ 以外の任意の 2 つの符号語も距離は少なくとも 3 離れていることが以下のように示せる．例えば，$(1,1,1,0,0)$ と $(1,1,0,1,1)$ の距離は $(1,1,1,0,0)\oplus(1,1,1,0,0)=(0,0,0,0,0)$ と $(1,1,0,1,1)\oplus(1,1,1,0,0)=(0,0,1,1,1)$ の距離に等しい．従って，$(0,0,0,0,0)$ と他の符号語との距離に帰着できる．

(5) 条件を満たす符号語を考える．$(0,0,0,0,0)$ 以外の符号語の 1 の数は 3,4,5 のどれかである．

$(0,0,0,0,0)$ 以外の符号語で 1 の数が 4 つ以上含むものは 2 つ以上存在しない．なぜなら， 1 の数が 4 つ以上含むビット列の距離は高々2 であるからである．

従って，符号語の中には 1 を 3 つ含むビット列は少なくとも 2 つ存在する．1 を 3 つ含むビット列を 1 つ選び，その順序を変えると，そのビット列は $(0,0,1,1,1)$ となる．もう 1 つの 1 を 3 つ含むビット列は $(0,0,1,1,1)$ から距離 3 離れているため，$(0,0,1,1,1)$ と同じところに 0 は無い．従って，ビットの順番を適切に選ぶと，$(1,1,1,0,0)$ となる．

次に，$(0,0,1,1,1)$, $(1,1,1,0,0)$ の 2 つのビット列から距離 3 以上離れたビット列となるためには，真ん中のビット以外がこれら 2 つのビット列で異なるため，真ん中のビットが 0 でなければならない．(a) 次に最初の 2 ビットが 0 と 1 が 1 づつである場合，この条件から，後ろの 2 ビットも 1 が 1 づつとなる．(b) 最初の 2 ビットが 2 つとも 0 の場合，この条件から，後ろの 2 ビットも 2 つとも 0 となる．(c) 最初の 2 ビットが 2 つとも 1 の場合，この条件から，後ろの 2 ビットも 2 つとも 1 となる．最後に，$(0,0,0,0,0)$ からの距離が 3 以上であることから，(c) の場合に限られる．すなわち，$(1,1,0,1,1)$ の場合しか上記の条件を満たさない．

(6) この場合，ビット列の $\oplus$ 演算に関して閉じている．そのため，$(0,0,0,0,0,0)$ から他の符号語までの距離が全て 3 以上であることを確かめるだけで十分である．

以下，1 例を挙げる．$(0,0,0,0,0,0)$,
$(1,0,0,1,1,0)$, $(0,1,0,1,0,1)$, $(0,0,1,0,1,1)$,
$(1,1,0,0,1,1)$, $(1,0,1,1,0,1)$, $(0,1,1,1,1,0)$,

$(1,1,1,0,0,0)$.

以下に示すように，条件を満たす符号語は，ビットの順番を入れ替えると，上記のものに限られる．条件を満たす符号語の $(0,0,0,0,0,0)$ 以外のビット列の 1 の数は 3 以上である．

(a)1 の数が 5 のビット列は含まれない．1 の数が 5 のビット列を含むとする．ビットの順番を入れ替えるとそのビット列は $(1,1,1,1,1,0)$ となる．このビット列から距離が 3 離れたビット列で 1 の数が 3 以上のものは，ビットの順番を $(1,1,1,1,1,0)$ を変えない範囲で入れ替えると $(0,0,1,1,1,1)$ となる．$(0,0,1,1,1,1) \oplus (1,1,1,1,1,0) = (1,1,0,0,0,1)$．もう 1 つ $(0,0,1,1,1,1)$ から距離が 3 以上離れた 1 の数が 3 以上のビット列は $(0,0,1,1,1,1)$ または $(1,1,1,0,0,1)$ からの距離は 3 未満となってしまう．従って，この方法では構成できない．

ここで，ビット列 $(1,1,1,1,1,0)$ から距離が 4 離れたビット列で 1 の数が 3 以上のものを選び，ビットの順番を $(1,1,1,1,1,0)$ を変えない範囲で入れ替えると $(1,1,0,0,0,1)$ となる．従って，上記と同じ理由でこの方法では構成できない．また，ビット列 $(1,1,1,1,1,0)$ から距離が 5 以上離れたビット列で 1 の数が 3 以上のものは存在しない．

(b)1 の数が 6 のビット列は含まれない．1 の数が 6 のビット列 $(1,1,1,1,1,1)$ を含むとする．$(1,1,1,1,1,1)$ から距離が 3 以上離れたビット列で，1 の数が 3 以上のものは，1 の数が 3 のビット列に限られる．1 の数が 3 のビット列を 1 つ選び，ビットの順番を変更すると，$(1,1,1,0,0,0)$ となる．$(1,1,1,1,1,1) \oplus (1,1,1,0,0,0) = (0,0,0,1,1,1)$ も条件より符号語に含まれる．しかし，1 の数が 3 のビット列で $(1,1,1,0,0,0)$, $(0,0,0,1,1,1)$ からの距離が 3 以上のものは存在しない．従って，この方法では構成できない．

(c) 上記の議論から，条件を満たす符号語の $(0,0,0,0,0,0)$ 以外のビット列の 1 の数は 3 または 4 に限られる．この事実は，条件を満たす符号語に含まれるビット列間の距離が 3 又は 4 に限られることを意味する．

(d) この符号語に含まれる 1 の数が 4 つのビット列は高々3 つである．その 1 つをビットの順番を入れ替えて $(1,1,0,0,1,1)$ とする．もう 1 つをビットの順番を入れ替えると $(1,0,1,1,0,1)$ になる．$(1,1,0,0,1,1) \oplus (1,0,1,1,0,1) = (0,1,1,1,1,0)$ となる．

(e) 上記の議論より，条件を満たす符号語は必ず 1 の数が 3 つのビット列を含む．1 の数が 3 つのビット列同士の距離は 3 又は 4 であることが条件であるが，その距離が 3 になることはない．従って，条件を満たす符号語に含まれる 1 の数が 3 つのビット列同士の距離は 4 である．互いに距離が 4 になる 1 の数が 3 つのビット列は高々4 つで，ビットの順番を入れ替えると以下の 4 つに限られる．$(1,0,0,1,1,0)$, $(0,1,0,1,0,1)$, $(0,0,1,0,1,1)$, $(1,1,1,0,0,0)$.

(f) 上記の議論より，条件を満たす符号語は必ず 1 の数が 3 つのビット列を 4 つ含み，1 の数が 4 つのビット列を 3 つ含む．この場合，ビットの順番を入れ替えると (e) で示した 4 つのビット列を必ず含む．その場合，それぞれの和を考えることにより，1 の数が 4 つのビット列 $(1,1,0,0,1,1)$, $(1,0,1,1,0,1)$, $(0,1,1,1,1,0)$ を含む．従って，ビットの順序を入れ替えると，条件を満たす符号語は最初に与えたものに限られる．

(6) 日本ジュニア数学コンクール第3問の解説

日本数学コンクール実行委員会委員　伊師　英之（名古屋大学多元数理科学研究科准教授）
伊藤　慎吾（愛知県立明和高等学校教諭）
児玉　靖宏（愛知県立一宮商業高等学校教諭）

問題３．「最大の三角形」

(1) 長方形に含まれる三角形の面積は、常に長方形の面積の 1/2 以下であることを証明してください。

(2) 正五角形に含まれる三角形の中で、面積が最大になるのはどのようなものでしょうか。

【解説と講評】

(1) 直観的には、長方形の頂点のうちの三つを結んだ直角三角形が最も面積の大きいものであることが予想されます。結果的にその予想は正しいのですが（「証明その2」参照)、そのことを論理的にきちんと証明されることが求められています。以後、三角形 ABC が長方形 $XYZW$ に含まれているとしましょう（レイアウトの関係上、全ての図はこの解説の終わりにあります)。

(証明その1)　(ア) 三角形のある一辺が長方形の辺 XY と平行になる場合、(イ) 三角形のどの一辺も長方形の辺 XY と平行でない場合、の二つに場合分けして考える。

(ア) の場合、(必要なら記号を入れ替えて) 三角形 ABC の辺 AC が、XW と平行であるとする (図1参照)。このとき AC の長さは XW の長さ以下である。一方、頂点 B から直線 AC 上に降ろした垂線の足を B' とすると、垂線 BB' の長さは XY の長さ以下である。よって

$$\text{三角形 } ABC \text{ の面積} = \frac{1}{2}AC \cdot BB' \leq \frac{1}{2}XW \cdot XY = \frac{1}{2}(\text{長方形 } XYZW \text{ の面積}).$$

(イ) の場合、(必要なら記号を入れ替えて)A を通り XW に平行な直線 ℓ_A が辺 BC と交わるとする (図2参照)。直線 ℓ_A と BC との交点を D とすると、AD の長さは XW の長さ以下である。一方、点 B, C から直線 ℓ_A 上に降ろした垂線の足をそれぞれ B', C' とすると、垂線 BB' の長さと CC' の長さの和は XY 以下である。よって

$$\begin{aligned}
&\text{三角形 } ABC \text{ の面積} = \text{三角形 } ABD \text{ の面積} + \text{三角形 } ACD \text{ の面積}\\
&= \frac{1}{2}AD \cdot BB' + \frac{1}{2}AD \cdot CC'\\
&= \frac{1}{2}AD \cdot (BB' + CC') \leq \frac{1}{2}XW \cdot XY = \frac{1}{2}(\text{長方形 } XYZW \text{ の面積}).
\end{aligned}$$

したがって (ア)、(イ) いずれの場合でも

$$\text{三角形 } ABC \text{ の面積} \leq \frac{1}{2}(\text{長方形 } XYZW \text{ の面積})$$

が成り立つ。(証明終)

この証明のポイントは補助線として ℓ_A を引くことです ((ア) は ℓ_A と直線 AC が一致し、$C = C' = D$ となる場合と解釈できます)。鮮やかな議論ですが、(2) で考える正五角形のような他の図形には適用できません。以下に述べる別証明は「その1」ほど簡明ではありませんが、一般化しやすいという利点があります。

(証明その 2)　頂点 A が長方形の周上にない場合、辺 AC を A の方向に延長して長方形と交わる交点を A_1 とすると、A_1BC は三角形 ABC を含む。同様の議論を頂点 B, C についても行うと、任意の三角形 ABC に対し、全ての頂点が長方形の周上にある三角形 $A_1B_1C_1$ で ABC を含むものがとれることがわかる (図 3 参照)。点 A_1 が長方形 $XYZW$ の頂点ではないとき、例えば辺 XY 上にあるとき、三角形 XB_1C_1 と YB_1C_1 の面積のどちらかは $A_1B_1C_1$ の面積以上である。実際、点 A_1, X, Y から直線 B_1C_1 に降ろした垂線の足をそれぞれ A_1', X', Y' とすると、$YY' < A_1A_1' < XX'$ または $XX' < A_1A_1' < YY'$ または $YY' = A_1A_1' = XX'$ のいずれかが成り立つ。底辺 B_1C_1 は共通だから $Y_1Y_1' < XX'$ のときは三角形 XB_1C_1 の面積が $A_1B_1C_1$ より大きくなり (図 4 参照)、$YY' = A_1A_1' = XX'$ のとき（B_1C_1 が XY と平行の場合）XB_1C_2 も YB_1C_1 も $A_1B_1C_1$ と面積は等しい。

同様の議論を B_1 および C_1 についても行うと、全ての頂点が長方形の頂点でもあるような直角三角形で $A_1B_1C_1$ よりも面積が大きいものがとれることがわかる。たとえば図 5 では

$$\begin{aligned}&\text{三角形 } A_1B_1C_1 \text{の面積} < \text{三角形 } XB_1C_1 \text{の面積}\\ &< \text{三角形 } XB_1W \text{ の面積} = \text{直角三角形 } XZW \text{ の面積}\end{aligned}$$

となる。

一方そのような直角三角形の面積は長方形の面積の 1/2 だから、結局

$$\text{三角形 } ABC \text{ の面積} \leq \text{三角形 } A_1B_1C_1 \text{の面積} \leq \frac{1}{2}(\text{長方形 } XYZW \text{ の面積})$$

が示された。(証明終)

(2) 答は「正五角形の対角線を一辺とし, その対角線と平行な正五角形の辺の上にもう一つの頂点があるような三角形」です（図 7 の三角形 YB_1V ）。(1) の「証明その 2」の議論を一般化して、次のように証明します。

「証明その 2」と同様にして、正五角形に含まれる任意の三角形 ABC に対し、正五角形の周上に頂点を持つ三角形 $A_1B_1C_1$ で ABC を含むものをとることができる (図 6 参照)。さらに正五角形の頂点を結んでできる三角形で $A_1B_1C_1$ 以上の面積を持つ

ものがとれる。例えば図7の場合、

$$
\begin{aligned}
&\text{三角形}\, A_1B_1C_1 \text{の面積} < \text{三角形}\, YB_1C_1 \text{の面積}\\
&< \text{三角形}\, YB_1V \text{の面積} = \text{三角形}\, YZV \text{の面積}
\end{aligned}
$$

である。このように正五角形の頂点を結んでできる三角形には、三角形 YZV のように 2 本の対角線を等辺に持つ二等辺三角形と、三角形 XYV のように 1 本の対角線を底辺に持つ二等辺三角形の二種類があり、前者の面積の方が後者より大きい。実際、図8 において

$$
\text{三角形}\, XYV \text{の面積} = \text{三角形}\, X'YV \text{の面積} < \text{三角形}\, YZV \text{の面積}.
$$

以上のことから、正五角形に含まれる任意の三角形の面積は YZV の面積以下であることがわかる。一方 YZV の面積と等しい三角形は、YB_1V のように正五角形の対角線を一辺とし, その対角線と平行な正五角形の辺の上にもう一つの頂点があるような三角形であり（それ以外の三角形は面積が小さくなることが証明できるが省略する)、したがって、これが求める面積最大の三角形である。

(2) の答は直観的に予想できるものですが、論理的にきちんと説明した解答は多くありませんでした。岩切慎太朗君（灘中学校３年）は (1), (2) とも簡潔で、ほぼ完全な解答を与えていました。伊佐碩恭君（開成中学校２年）の解答は丁寧に議論を展開し、しかも正 n 角形に対する問題についても考察していました。杉本悠太郎君（筑波大学付属駒場中学校３年）は正しいアイディアを提示していました。細井一成君（灘中学校３年）は (1) を「その1」の議論で証明し, (2) もほぼ正しく解けていました。村上聡梧君（筑波大学付属駒場中学校２年)、打田圭吾君（鈴鹿中学校３年)、瀬尾功君（筑波大学付属駒場中学校２年）の解答にも評価すべき議論が見られました。

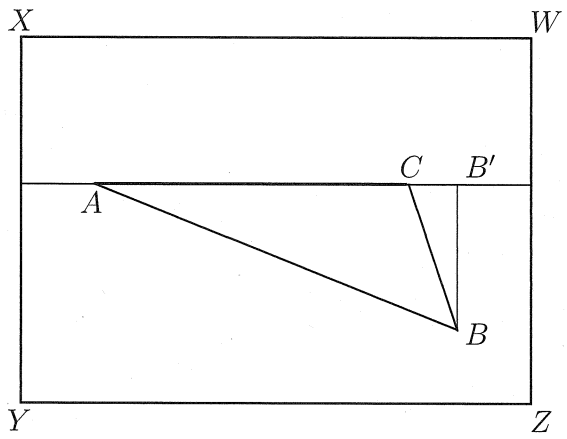


図 1: AC と XW が平行

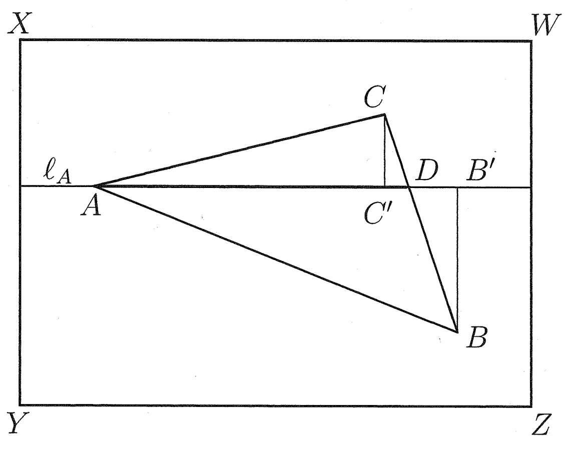


図 2: ℓ_A は BC と交わる

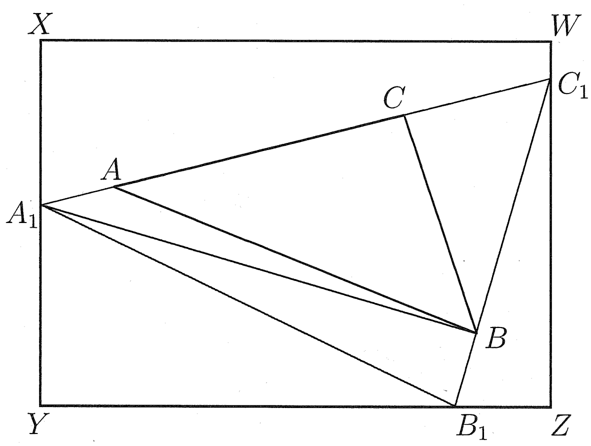


図 3: 周上に頂点がある三角形 $A_1B_1C_1$

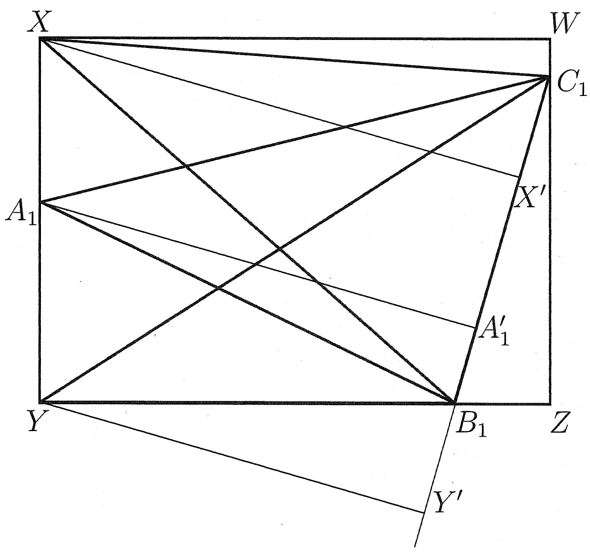


図 4: 三角形 $A_1B_1C_1$ と XB_1C_1, YB_1C_1

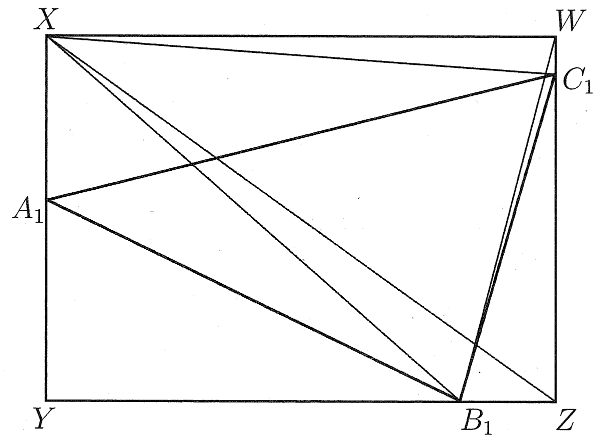


図 5: $A_1B_1C_1$ より面積の大きい三角形

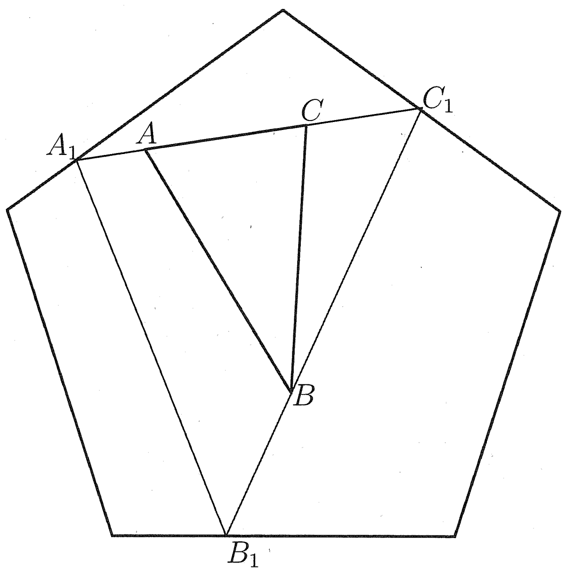


図 6: 三角形 ABC と $A_1B_1C_1$

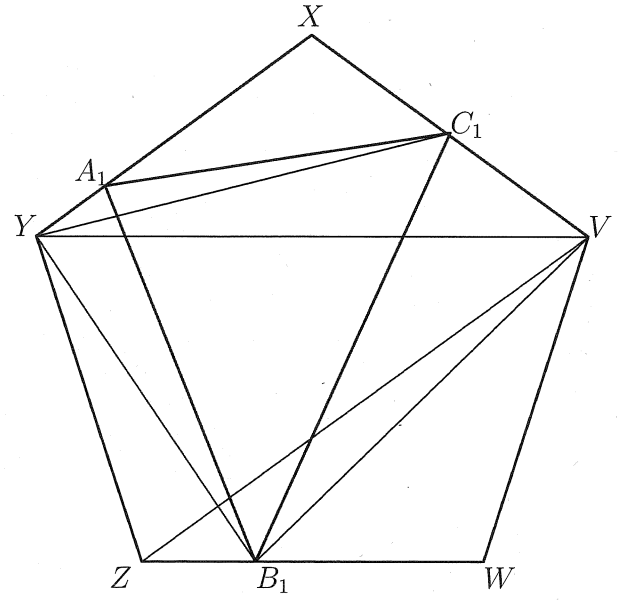


図 7: 三角形 $A_1B_1C_1$ より大きい三角形

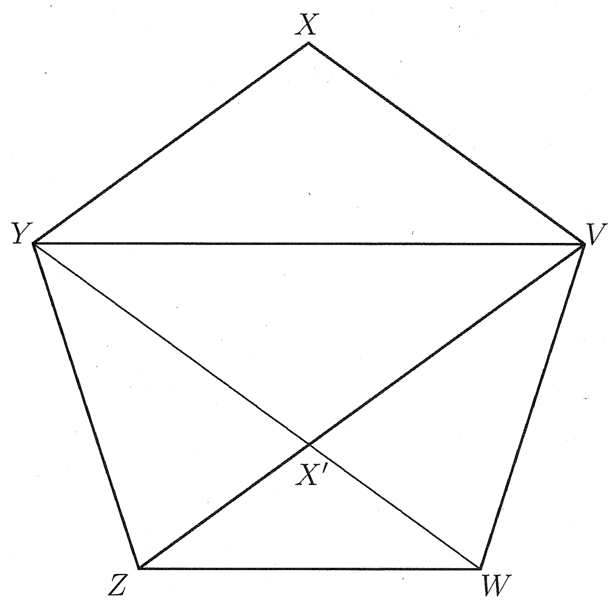


図 8: 正五角形の頂点を結んでできる三角形

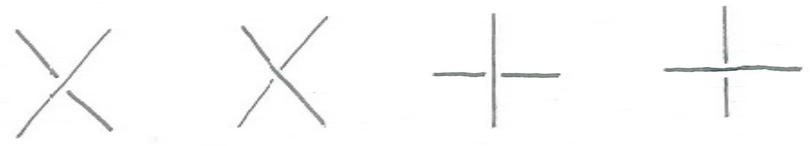
（７）日本数学コンクール・日本ジュニア数学コンクール共通問題第４問の解説

日本数学コンクール実行委員会委員　大沢　健夫（名古屋大学多元数理科学研究科教授）
宇澤　　達（名古屋大学多元数理科学研究科教授）

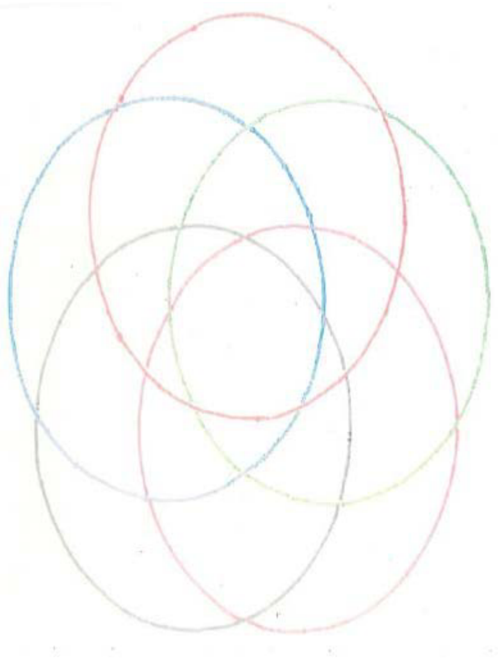
問題４．「五輪の絡み」

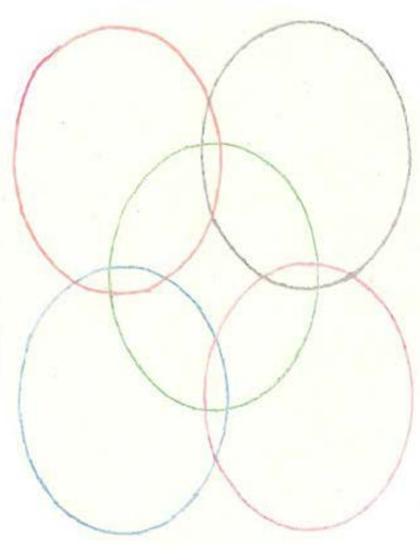
平面上に描かれた５つの円に沿ってひもで輪を作り、二つの円が交わるところでは片方のひもを他方の下にもぐり込ませて絡ませ、全体としては一つの輪もはずせないようにし、しかもどの一本を切っても全ての輪がバラバラになるようにしたいと思います。

（1）次の二つの場合について、このような絡ませ方ができるかどうか調べてください。できた場合は交点でのひもの上下関係を



のようにして解答用紙に示し、さらに実際に作ったひもを提出してください。できない場合はなぜできないと思うか、その理由を書いてください。
（ひもは封筒に入れて提出、封筒表面に氏名・整理番号を記入のこと）



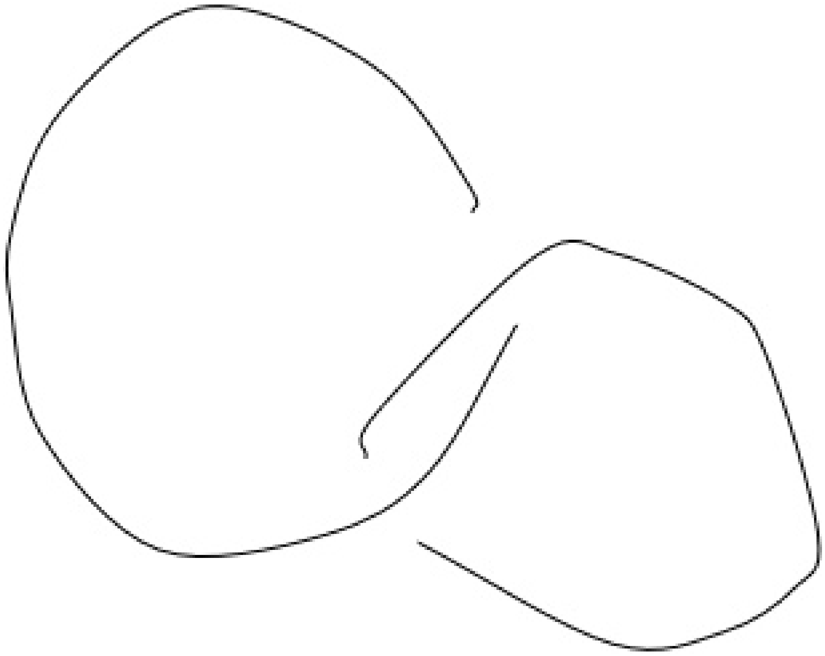


（2）他の場合についてもできるだけ調べてください。ただし円の個数は５つに限定します。

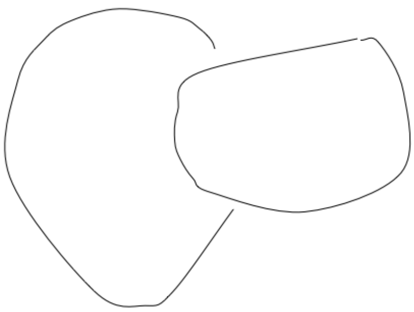
【解説と講評】

（1）ここで扱われている問題は、現在の数学では絡み目の理論と呼ばれる分野に属する問題である。結び目、絡み目が数学的対象として研究されるようになったのは比較的最近のことで、ガウスによる「絡み数」の定義、またテイトによる交叉数が１０までの結び目の分類表候補（１８８５年）の発表に始まるとされています。この問題では、両方の図から題意を満たす絡み目を作る事は不可能であることが次のようにしてわかります。

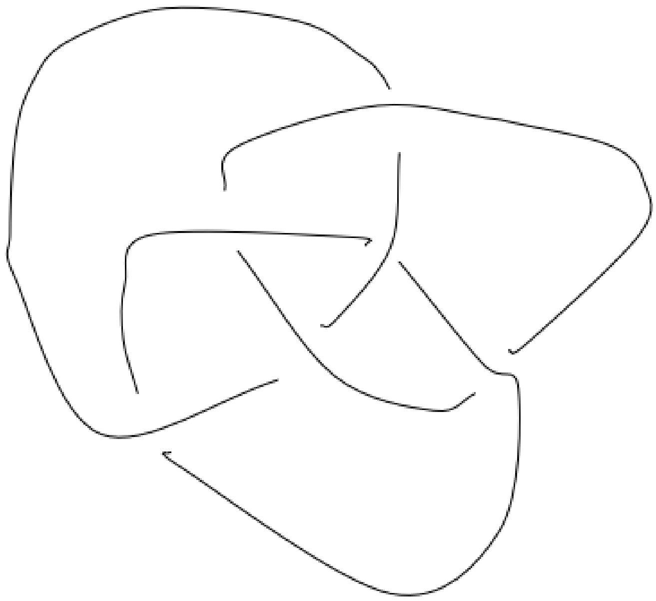
　二つの輪では、次の形に限ることがすぐわかります。



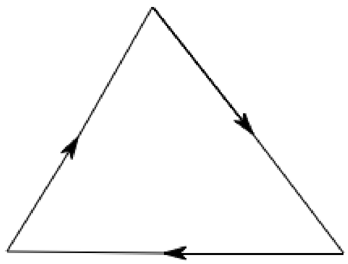
三つ輪があるときには、上の様な形を含む事はできないので、次のタイプのからみ方の組み合わせになります。



三つ組み合せると、次の Borromean ring と呼ばれる絡み目を得る。

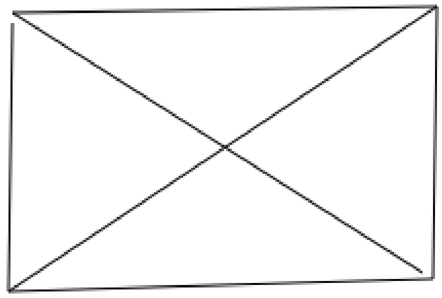


これだけの準備をして、五輪の問題を考える。三つの輪の時の考察より、二つの輪に注目したとき、一つの輪は完全にもう一つの輪の上にあるか、下にあるかどちらかになる。そこで、次のような有向グラフを考える事にする。頂点は各々の輪に対応しており、二つの輪が図の上で交わるときに辺をかき、その辺の矢印は下にある輪の方を向いていると（仮に）決めよう。例えば三つの輪の場合には次のように「三すくみ」の関係になる。

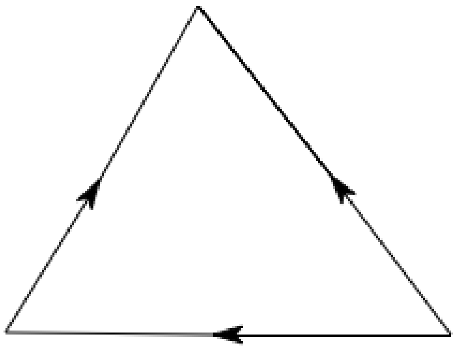


このときどちらの配置をとっても、どの輪よりも下にある輪もしくは上にある輪が存在することをしめす。

　右側の配置をグラフで表すと、次の様になる。

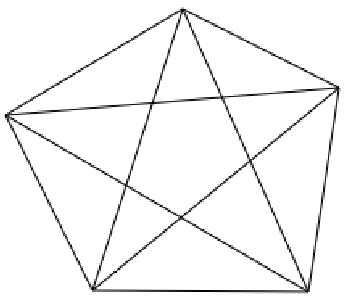


真ん中の頂点に注目すると、中に入る辺の数と外にでる辺の数は2+2または3+1、1+3 となる。三すくみの関係ができている場合には、三つの輪でほどけないものが部分絡み目となるので、その三つ以外の輪を切ったときほどけないことになる。従って、矢印の向きは常に次のようになることがわかる。

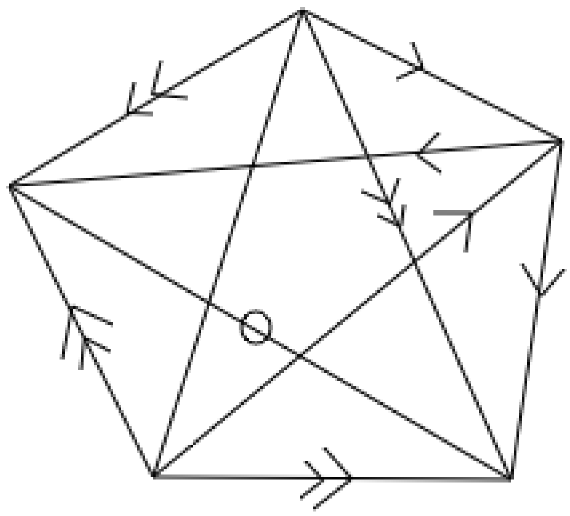


2+2 の場合には、四つの辺の向きが一意的に定まり、外れる輪が存在することがわかる。また 3+1 の場合は出て行く辺の行き先の頂点を考えれば、そこに至る辺はすべて矢印がその頂点を向いている事がわかるので、やはりはずれる輪が存在することがわかる。

右側の場合には少し工夫が必要である。まずグラフで表示すれば、次のようになる。

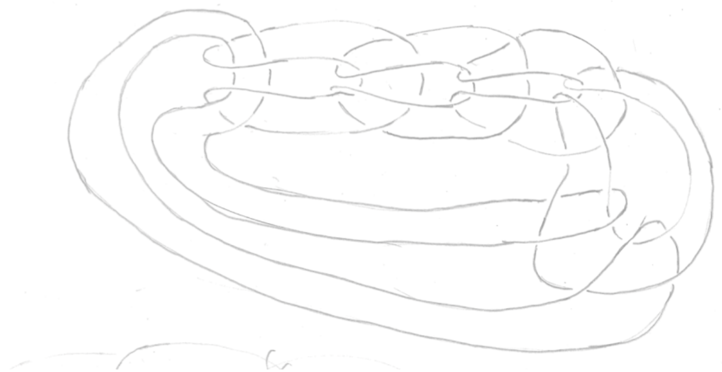


そこで、各頂点 v に対して、出る(deru)辺の数を d(v)、入る(hairu)辺の数を h(v) としよう。このとき、Σd(v) = Σh(v)=辺の数　となる。頂点 v に対して、d(v)=0 または h(v)=0 となったとすると、その頂点に対応する輪は外れるので d(v), h(v) = 1, 2, 3 のいずれかの値となる。頂点の数が５、辺の数は１０なので、Σd(v) =10 の可能な解を調べると、2+2+2+2+2 =10, 1+2+2+2+3, 1+1+2+3+3 の三通りとなる。どの場合にせよ、d(v)=h(v)=2 となる頂点が存在する。入る辺と出る辺がつくる三角形は三すくみの関係にならないようにすると、もう一つの辺の向きが一意的に定まる。2x2=4 の辺の向きが一通り定まることになり、最初の向きを>次に定まる向きを>>で表せば、次の○をつけた辺は向きをどちらにとっても端の頂点が外れてしまうことがわかる。



この問題については、完全な解答に到達した人はいませんでしたが、グラフを作成するための条件（二つの輪はどちらかが上になっていること）、そして三すくみの関係がでてはいけないことに気づいた方が数名いました。

（２）については、次の西脇（岡崎高校）の絵がきれいでしたので掲載します。



（８）日本数学コンクール・日本ジュニア数学コンクール論文賞の解説

テーマ１

100 年に 1 回の割合で起こる危機と 1 万年に 100 回起こる危機とどちらの被害が大きいでしょうか?

解　説

日本数学コンクール実行委員会委員　鈴木　紀明（名城大学理工学部教授）

このテーマは問題設定が厳密でないために,どのように考えたらよいのか戸惑ったかもしれません.まずは,

(A)100 年に 1 回の割合で起こる

(B)1 万年に 100 回起こる

の違いを数学的にとらえることが必要です.応募のあった 42 組の解答は,認識の程度の差はありますが,すべて,1 万年で考えたとき

(A)1 万年に 100 図が定期的に起こる

(B)1 万年に 100 回が不定期(ランダム)に起こる

と解釈していました.この設定で,復興や予防についての適当な条件を課して,定期的に起こる方が被害対策が容易であるという結論にを出したり,あるいは,より数学的ですが,最初の 100 年に起こる期待値の計算をした解答が多くありました,銅賞を受賞した明治学園 SS 数学研究会の解答も上記の考えに沿っていますが,100 年を一世代や一人の寿命と考えて,数値計算を簡略化する工夫がなされていました.可児滉大さん(可児市立中部中)は,被害と防災についての考察を加えてていねにまとめていたことが評価されました.

初めにも書きましたが,今回の問題は設定が大雑把でとらえどころがなかつたかもしれません,出題した意図としては「自由に考えて数学の問題として定式化もらいたい」というものでした.上記の(A),(B)の違いの認識は重要と思いますが,それ以外のもっと違った見方もあるのではと感じています.例えば「1/100 と 100/10000 はもちろん等しいですが"100 回に 1 回の程度"と"10000 回に 100 回の程度"には差異がないのか?」また,少し数学の専門的になりますが「ボアソン分布の考え方(離散的な滅多に起こり得ない希少な事象の発生数の確率分布)」などを利用した解答も可能ではと考えていましたが,これらに触れた解答がなかったのは残念でした.この聞題に新たな知見から再度挑戦してもらえることを期待します.

テーマ２

球面Ｓ上の一点に対して、そこからもっとも遠いＳ上の点（最遠点)は一つあります。一点が北極なら最遠点は南極です。Ｓ上の２点に対しては、最遠点はいくつでしょう。３点以上だとどうでしょうか？

解　説

日本数学コンクール実行委員会委員　大沢　健夫（名古屋大学多元数理科学研究科教授）

この問題の核心は「最遠点」の定義です。距離という言葉には日常使う意味では幅があり、このような数学の問題を解く場合には距離の意味を正確に規定してから議論を始める必要があります。

２点間の距離は最短経路の長さでよいでしょう。問題は一点と複数の点との距離ですが、多くの応募者が２点間の距離の最小値を定義として採用していました。従って、最遠点とはこの最小値が最大になる点のことといえます。こう考えると、２点がちょうど球面上で北極と南極の位置にあるときには、赤道上のすべての点が最遠点になるわけで、したがって最遠点の個数は無限個ということになります。点の個数が増えると最遠点が無限個になるような点の配置は何通りもあります。そこで、最遠点が有限個の場合、たいていは一点だけなのですが、点の配置に対称性があったりすると複数の最遠点が生じ得ます。山本悠時君はオイラーの多面体公式を利用してそれを詳しく調べました。仲渡千宙君は３点の場合を全部調べ、４点以上の場合についても例を幾つか考察しました。菅原政行君、河本地弘君、阿部愛さんは、不十分なところが残ってはいましたが、いずれも力の入ったよい考察で、十分に賞に値すると思います。

テーマ３　自由課題

解　説

日本数学コンクール実行委員会委員長　宇澤　　達（名古屋大学多元数理科学研究科教授）

今年度は自由課題に１３件の応募があり、解説論文としては良い出来のものがありましたが、オリジナルな内容を含むものとしては、「コインと天秤」（岡崎高校、竹内孝、亀島祐貴、出戸貴也、稲吉隼、石川宗）、「すごい分数」（名古屋大学教育学部付属中学・高等学校、沖　泰裕、佐治凪帆、大前湧也、神田行宏、弟子丸貴也、宮田莉良）が銅賞になりました。「コインと天秤」はよく知られた問題の一般化を考察しているところが評価されました。符号理論、有限体との関連なども考察するとより面白い結果がでると思います。また「すごい分数」は昨年日本数学コンクールで出題された問題の一般化を考察している点が評価されました。

4. 受賞者一覧

第23回日本数学コンクール受賞者一覧

大　賞(1名)

OS-4	原　　悠 真	福岡	明治学園中学高校	高1	1，2，3

優秀賞(6名)

S-1	山 本　悠 時	愛知	東海高校	高1	1，2，3
S-11	岡 部　　航	東京	筑波大学附属駒場高校	高2	2，4
S-39	岩 金　カナン	愛知	岡崎北高校	高2	2，3，4
S-43	高 尾　昇 平	東京	筑波大学附属駒場高校	高2	3
S-68	山 内　康太郎	岐阜	恵那高校	高2	3
S-88	野々山　将 寛	愛知	明和高校	高3	2，3

優良賞(8名)

S-3	田 中　宏 樹	愛知	豊田西高校	高1	1，4
S-22	近 藤　彪 生	愛知	岡崎高校	高1	2，3，4
S-33	伊 東　義 章	愛知	一宮高校	高1	2，4
S-34	平 松　彩 人	愛知	一宮高校	高1	1，3，4
S-36	小 島　隆 志	愛知	阿久比高校	高2	2，4
S-81	前 田　健 人	愛知	明和高校	高2	1
S-85	大 槻　隼 也	愛知	明和高校	高2	1，3
S-101	西 村　直 人	愛知	時習館高校	高2	2，3

奨励賞(10名)

S-2	古 澤　和 輝	愛知	西春高校	高2	1，2
S-4	河 路　塁 生	愛知	東海高校	高2	1，2，3
S-7	植 田　智 之	愛知	高蔵寺高校	高3	3
S-37	田 中　健 嗣	愛知	岡崎北高校	高2	3
S-50	今 井　拓 哉	岐阜	恵那高校	高3	4
S-51	植 松　七 海	岐阜	恵那高校	高3	3
S-54	長谷川　　潤	岐阜	恵那高校	高3	1，2
S-87	脇 本　拓 歩	愛知	明和高校	高2	3
S-99	三 竹　智 也	愛知	時習館高校	高2	3
S-102	松 阪　龍 文	東京	筑波大学附属駒場高校	高1	3， 4

＊問題　1. カーナビでドライブ　2. 平均当てゲーム　3. ビット列通信　4. 五輪の絡み

表記は次の順にしてあります。参加番号、氏名、所在県名、所属校名、学年、表彰対象の問

第16回日本ジュニア数学コンクール受賞者一覧

大賞（1名）

J-1	伊 佐	碩 恭	東京	開成中学校	中2	1，3

優秀賞（3名）

J-2	青 木	謙 典	愛知	愛知教育大学附属岡崎中学校	中2	2
J-7	杉 本	悠太郎	東京	筑波大学附属駒場中学校	中3	1，3
OJ－5	岩 切	慎太朗	兵庫	灘中学校	中3	1，3

優良賞（7名）

J-3	村 上	聡 梧	東京	筑波大学付属駒場中学校	中2	2，3
J-4	江 尻	悠一郎	愛知	東海中学校	中3	1，2
J-12	藤 岡	佑 紀	東京	開成中学校	中3	1
J-16	河 地	利 彦	愛知	東海中学校	中3	1，4
OJ－4	岡 本	姫 奈	兵庫	雲雀丘学園中学校	中2	1，2，3
HJ-8	岩 橋	壱 征	奈良	智辯学園中学校	中3	1，2，3
HJ-9	七 井	香 樹	和歌山	古佐田丘中学校	中3	1，2

奨励賞（10名）

J-20	小 川	拓 実	岐阜	岐阜東中学校	中3	1
J-22	福 岡	直 也	東京	開成中学校	中1	1，3
J-23	埴 田	健 介	愛知	扶桑町立扶桑中学校	中3	1
J-25	打 田	圭 吾	三重	鈴鹿中学校	中3	3
J-31	王	瀬 奈	愛知	八王子中学校	中2	4
J-34	瀬 尾	功	東京	筑波大学附属駒場中学校	中2	3
J-36	森 吉	紘 己	東京	開成学園中学校	中2	1
OJ-1	細 井	一 成	兵庫	私立灘中学校	中3	3
HJ-6	中 村	悠 人	奈良	智辯学園中学校	中3	1，3
HJ-7	堀 木	勇 佑	奈良	智辯学園中学校	中3	1

＊問題　1. 完全ラテン方陣　2. 平均当てゲーム　3. 最大の三角形　4. 五輪の絡み

表記は次の順にしてあります。参加番号、氏名、所在県名、所属校名、学年、表彰対象の問題。

第13回日本数学コンクール論文賞受賞者一覧

金賞

山　本　　悠　時	愛知	東海高等学校	1年	テーマ２

銀賞

該当者なし

銅賞

SS数学研究会10名 米田　昌史（高３） 佐々木実咲（高１） 原　　悠真（高１） 長野　友香（中３） 毎床　和喜（中３） 岡田　昌樹（中２） 尾上　友紀（中２） 高樹　慶佑（中２） 永松　正幹（中２） 吉積　智也（中２）	福岡	明治学園中学高等学校	中・高 10名	テーマ１
竹　内　　孝 亀　島　祐　貴 出　戸　貴　也 稲　吉　　隼 石　川　　宗	愛知	岡崎高等学校	3年	テーマ３ コインと天秤
沖　　泰裕（高3） 佐治　凪帆（高1） 大前　湧也（中3） 神田　行宏（中3） 弟子丸貴也（中3） 宮田　莉良（中3）	愛知	名古屋大学教育学部附属中・高校	中・高 6名	テーマ3 すごい約分

表記は次の順にしてあります。参加番号、氏名、所在県名、所属校名、学年、表彰対象のテーマ。

第13回日本ジュニア数学コンクール論文賞受賞者一覧

金賞

仲 渡	千 宙	広島	広島大学附属東雲中学校	２年	テーマ２

銀賞

菅 原	政 行	広島	広島大学附属東雲中学校	２年	テーマ２
河 本	地 弘	広島	広島大学附属東雲中学校	２年	テーマ２

銅賞

可 児	滉 大	岐阜	可児市立中部中学校	３年	テーマ１
阿 部	愛	広島	広島大学附属東雲中学校	２年	テーマ２

表記は次の順にしてあります。参加番号、氏名、所在県名、所属校名、学年、表彰対象のテーマ。

5. 日本数学コンクール参加状況

(1)シニア

応募数　121

会場	地域	学校所在地	性別	高校生							
				1年		2年		3年		計	
名古屋大学	中部	愛知	男	17	17	28	29	4	5	49	51
			女	0		1		1		2	
		岐阜	男	13	14	9	14	8	11	30	39
			女	1		5		3		9	
		三重	男	0	0	2	2	1	1	3	3
			女	0		0		0		0	
	関東	東京	男	1	1	2	2	1	1	4	4
			女	0		0		0		0	
	小計		**男**	**31**	**32**	**41**	**47**	**14**	**18**	**86**	**97**
			女	**1**		**6**		**4**		**11**	
津	中部	三重	男	0	2	0	0	1	1	1	3
			女	2		0		0		2	
	小計		**男**	**0**	**2**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**3**
			女	**2**		**0**		**0**		**2**	
大手前高校	近畿	大阪	男	5	6	3	3	1	1	9	10
			女	1		0		0		1	
	九州	福岡	男	1	1	0	0	1	1	2	2
			女	0		0		0		0	
	小計		**男**	**6**	**7**	**3**	**3**	**2**	**2**	**11**	**12**
			女	**1**		**0**		**0**		**1**	
橋本市	近畿	和歌山	男	1	1	2	5	1	1	4	7
			女	0		3		0		3	
		奈良	男	0	1	1	1	0	0	1	2
			女	1		0		0		1	
	小計		**男**	**1**	**2**	**3**	**6**	**1**	**1**	**5**	**9**
			女	**1**		**3**		**0**		**4**	
合計			**男**	**38**	**43**	**47**	**56**	**18**	**22**	**103**	**121**
			女	**5**		**9**		**4**		**18**	

第23回日本数学コンクール参加校一覧

学校所在都道府県	学校名
愛知県	阿久比高校
	一宮高校
	高蔵寺高校
	瑞陵高校
	東海高校
	時習館高校
	明和高校
	杜若高校
	横須賀高校
	岡崎北高校
	岡崎高校
	小坂井高校
	西春高校
	東海高校
	豊川高校
	豊田西高校
岐阜県	恵那高校
	多治見北高校

学校所在都道府県	学校名
岐阜県	岐山高校
	美濃加茂高校
三重県	伊勢高校
	宇治山田高校
	鈴鹿高校
	津高校
	松阪高校
東京都	都立田柄高校
	筑波大学附属駒場高校
大阪府	大手前高校
	近畿大学附属高校
	四條畷高校
奈良県	智辯学園高校
和歌山県	伊都高校
	橋本高校
	笠田高校
福岡県	明治学園中学高校

(2)ジュニア　　　　応募数　65

会場	地域	学校所在地	性別		中学生						計	
				6年	1年		2年		3年			
名古屋大学	中部	愛知	男	0	1	1	4	7	10	10	15	18
			女	0	0		3		0		3	
		岐阜	男	0	0	0	0	0	3	3	3	3
			女	0	0		0		0		0	
		三重	男	0	0	0	0	0	2	2	2	2
			女	0	0		0		0		0	
	関東	東京	男	0	2	2	5	5	2	2	9	9
			女	0	0		0		0		0	
		神奈川	男	0	1	1	1	1	0	0	2	2
			女	0	0		0		0		0	
	小計		男	0	4	4	10	13	17	17	31	34
			女	0	0		3		0		3	
津高校	中部	三重	男	0	1	2	2	2	3	3	6	7
			女	0	1		0		0		1	
	小計		男	0	1	2	2	2	3	3	6	7
			女	0	1		0		0		1	
大手前高校	近畿	大阪	男	0	1	1	0	0	1	1	2	2
			女	0	0		0		0		0	
		兵庫	男	0	0	0	0	1	2	2	2	3
			女	0	0		1		0		1	
	小計		男	0	1	1	0	1	3	3	4	5
			女	0	0		1		0		1	
橋本市	近畿	和歌山	男	2	0	1	2	2	4	8	8	13
			女	0	1		0		4		5	
		奈良	男	0	1	1	0	0	3	3	4	4
			女	0	0		0		0		0	
		大阪	男	0	0	0	0	0	1	1	1	1
			女	0	0		0		0		0	
	中部	愛知	男	0	1	1	0	0	0	0	1	1
			女	0	0		0		0		0	
	小計		男	2	2	3	2	2	8	12	14	19
			女	0	1		0		4		5	
合計			男	2	8	10	14	18	31	35	55	65
			女	0	2		4		4		10	

第16回日本ジュニア数学コンクール参加校一覧

学校所在都道府県	市町村	学校名
愛知県	稲沢市	平和中学校
	岡崎市	愛知教育大学附属岡崎中
	蒲郡市	海陽中等教育学校
	新城市	千郷中学校
	知多市	知多中学校
	豊橋市	豊城中学校
	名古屋市	丸の内中学校
		志段味中学校
		守山西中学校
		東海中学校
		八王子中学校
	丹羽郡	扶桑中学校
岐阜県	岐阜市	岐阜東中学校
		長良中学校
	下呂市	小坂中学校
三重県	鈴鹿市	鈴鹿中学校
	津市	橋南中学校
		芸濃中学校
		三重大学教育学部附属中
		私立高田中学校

学校所在都道府県	市町村	学校名
神奈川県	鎌倉市	栄光学園中学校
	横浜市	私立聖光学院中学校
大阪府	大阪市	咲くやこの花中学校
	吹田市	金蘭千里中学校
	高石市	清風南海学園
東京都	荒川区	開成中学校
	新宿区	海城中学校
	世田谷区	駒場東邦中学校
		筑波大学附属駒場中
奈良県	五条市	智辯学園中学校
兵庫県	神戸市	灘中学校
	宝塚市	雲雀丘学園中学校
和歌山県	伊都郡	笠田中学校
		妙寺中学校
	橋本市	紀見東中学校
		橋本小学校
		古佐田丘中学校
		三石小学校
		初芝橋本中学校

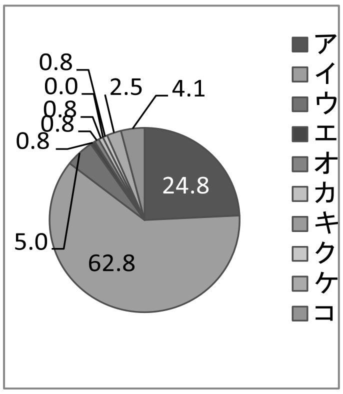
６．参加者アンケート調査結果

第23回日本数学コンクール

アンケート総数　121

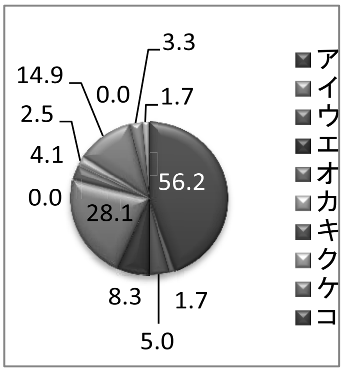
1．今回のコンクールの開催については，どのようにして知りましたか。

ア	学校の掲示を見て	30 人	（ 24.8 %）
イ	先生から	76 人	（ 62.8 %）
ウ	友人から	6 人	（ 5.0 %）
エ	両親から	1 人	（ 0.8 %）
オ	兄弟姉妹から	1 人	（ 0.8 %）
カ	新聞で	1 人	（ 0.8 %）
キ	ラジオ・テレビで	0 人	（ 0.0 %）
ク	雑誌で	1 人	（ 0.8 %）
ケ	日本数学コンクールのホームページから	3 人	（ 2.5 %）
コ	その他	5 人	（ 4.1 %）
	○ 案内が届いた	2 人	（ 1.7 %）
	○ 部活	1 人	（ 0.8 %）
	○ 昨年度も受験したから	1 人	（ 0.8 %）
	○ 先輩から	1 人	（ 0.8 %）



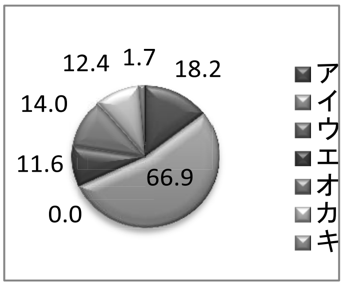
2．今回のコンクールを受けようと思ったきっかけは何ですか。

ア	数学が好きだから	68 人	（ 56.2 %）
イ	数学が好きになりたいと思ったから	2 人	（ 1.7 %）
ウ	数学が苦手だから	6 人	（ 5.0 %）
エ	以前参加して有意義だったから	10 人	（ 8.3 %）
オ	先生に勧められたから	34 人	（ 28.1 %）
カ	両親に勧められたから	0 人	（ 0.0 %）
キ	友人に誘われたから	5 人	（ 4.1 %）
ク	名古屋大学のキャンパスに関心があったから	3 人	（ 2.5 %）
ケ	何となく興味があったから	18 人	（ 14.9 %）
コ	参考書持参が自由だから	0 人	（ 0.0 %）
サ	コンクールの雰囲気を味わいたいから	4 人	（ 3.3 %）
シ	その他	2 人	（ 1.7 %）
	○ 例年のことであるから	1 人	（ 0.8 %）
	○ 部活	1 人	（ 0.8 %）



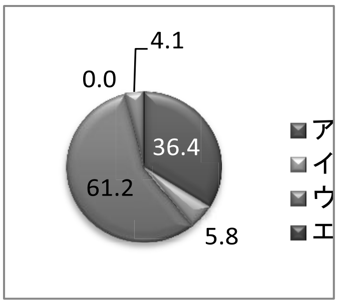
3．今回のコンクールの問題については，どのように感じましたか。

ア	問題が難しいと思った	22 人	（ 18.2 %）
イ	問題は難しいけれど楽しかった	81 人	（ 66.9 %）
ウ	問題が難しいと思わなかった	0 人	（ 0.0 %）
エ	学校での問題とは、かなり内容が違うと思った	14 人	（ 11.6 %）
オ	数学の学問的広さを感じた	17 人	（ 14.0 %）
カ	問題文の意味が分かりにくい	15 人	（ 12.4 %）
キ	その他	2 人	（ 1.7 %）
	○ 組紐の問題に懐かしさを感じた	1 人	（ 0.8 %）
	○ 自分のごい力のなさを感じた	1 人	（ 0.8 %）



4．今回のコンクールに参加して，今後のことをどう思いますか。

ア	勉強の励みになると思う	44 人	（ 36.4 %）
イ	今後の進路を考える参考になると思った	7 人	（ 5.8 %）
ウ	数学に対するイメージがこれまでより広くなった	74 人	（ 61.2 %）
エ	数学に対するイメージがこれまでより悪くなった	0 人	（ 0.0 %）
オ	その他	5 人	（ 4.1 %）
	○ 未知の数学への好奇心が高まった。	1 人	（ 0.8 %）
	○ もっと数学を深く考えていきたいと思う。	1 人	（ 0.8 %）
	○ 数学に対する興味・関心の向上につながると思った	1 人	（ 0.8 %）
	○ 変わらない	1 人	（ 0.8 %）
	○ 詳細不明	1 人	（ 0.8 %）



5. 数学以外の分野でも同じようなコンクールがあったらよいと思いますか。

1位 物理	25 人	（ 20.7 %）
2位 化学	20 人	（ 16.5 %）
3位 生物	7 人	（ 5.8 %）
4位 国語	2 人	（ 1.7 %）
4位 日本史	2 人	（ 1.7 %）

＊ その他（各1名ずつ）
暗号、医学、英語、近現代史、現代社会、古典、情報、体育、地学、天文学、美術、倫理

6. 今までで何か数学に関する本で特に興味を持って読んだものがあったら書いてください。

１０名 数学ガール
７名 博士の愛した数式
５名 数の悪魔
３名 大学への数学、フェルマーの最終定理
２名 インド式数学、数学オリンピック、チャート式数学、ニュートン、四色問題、論理サバイバル
１名 １００年の難問はなぜ解けたのか、５分でたのしむ数学５０話、インド式秒算術、オイラーの賜物、面白くて眠れなくなる数学、科学を志す人のための基礎数学、確率・統計の基礎、確率論をめぐって、数の論理、語りかける高校数学、学校では学ばない図形の難しさ、感動する数学、今日から使える微積分、群環、現代数学への道、算数・数学が楽しくなる１２夜、算数オリンピック、指数・対数のはなし、数学パズル辞典、数学入門、数理科学のレッスン、線型代数入門、超々難問数理パズル、とんでもなく役に立つ数学、日本の大数学者、初めて読む数学の歴史、無限の不思議、よく分かる微分積分、世にも美味しい数学、論理パラドクス

7. 名古屋大学では数学についての公開形式のセミナーを，「数理ウェーブ」という名で開催しています。講演者は主に名古屋大学の教員と院生で，話題は数学コンクールの問題に関連したものから素粒子論まで様々です。数理ウェーブの開催日は10月～1月と3月～6月の第４土曜日で,場所は名古屋大学理1号館509講義室，題目や要旨はインターネットで公開しています。（名大のホームページにリンクしています。）今年度開催された講演のテーマは次のとおりです。

開催日	４月２８日(土)	「分数の循環小数展開について」、「数の分解と関数の分解」
	５月２６日(土)	「量子暗号とその模擬実験」
	６月２３日(土)	「ルーペ魔方陣について」、「関数をつなげる話」

A 数理ウェーブが行われていることを知っていますか。

①知っている	32 人	（ 26.4 %）
②知らない	84 人	（ 69.4 %）

B これから数理ウェーブに参加する希望はありますか。

①ある	25 人	（ 20.7 %）
②ない	23 人	（ 19.0 %）
③わからない	67 人	（ 55.4 %）

C これから数理ウェーブで行ってほしいテーマがあったら書いてください。
〇 DNA
〇 n進法とその可能性
〇 インターネットのアクセスを数学と関連づけたテーマ
〇 宇宙のこと
〇 確率
〇 方垜
〇 虚数
〇 群論
〇 原子力発電
〇 サイコロについて
〇 数列
〇 スキーム理論
〇 図形
〇 鳩ノ巣原理
〇 道順
〇 無限
〇 ユークリッドの次元論

８．その他，感想があれば何でも結構ですから書いてください。

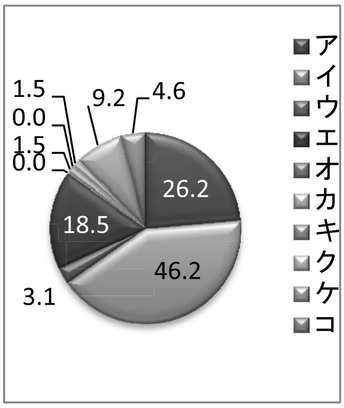
- 長丁場だったが意義ある時間が過ごせました。
- 問題文が理解しにくい所が多々ありました。
- 今回初めて参加して自分の知らなかった問題ばかりで思うように出来なかった。よく分からない問題があった。全て解けなかったのが残念。問題を解く前は、みんなが数学の話をしていてびっくりした。
- どの問題も難しいものばかりだったけど、普段の授業では登場しない色々な種類の問題があり、その分、色々な考え方をすることが出来たのでよかったです。
- 学校の数学は覚えなさいというものが多いが、問題に知識が必用なものが少なく解いていてとても面白かった。
- 説明力、発想力が問われていて自分の得意な面を存分に発揮できたので楽しかった。飯を食べる暇を惜しんでしまい腹ペコです・・・
- すごく難しかったが有意義な時間を過ごせた。
- まだ一年生なので、分からない問題も多くてすごく難しかったけど、学校の授業でやっているのとはまた違った数学の問題に取り組むことが出来て、さらに数学への関心が高まりました。また、この数学コンクールに参加したいと思います。
- 今日は、今までに解いたことのないような難しくて面白い問題が解けて楽しかったです。
- 難しい問題でしたが、いつもとは違った形をしていて、とても楽しかったです。
- 難しい問題の方が解けたときに楽しいだろうと思いました。なので、解けるようにしたいです。考え方が自由である問題は、とても楽しいと思います。来年もこれたら来たいです。
- 初めて数学コンクールに参加して楽しかった。
- 普段授業で習っていることとはかなり違って数学の学問的広さを深く感じました。是非、来年も参加したいと思います。
- 学校で習うような問題ではないので楽しかった。また、テストや試験と違って時間が長く自由な感じで、落ち着いて解くことができたと思う。とてもいい機会だったと思う。
- 五輪の問題は、なかなか興味深かったです。
- まとまった時間、数学に没頭できて楽しかった。説明の声があんまり聞き取れなかった。
- 問題文がわかりにくい。
- とても難しかったけれど楽しかったです。図形問題をもっとやりたいなと思いました。
- これほど長時間、考え続けていることはあまりないので、よい勉強になりました。
- 数学で習ったことをまんべんなく生かせる良い体験だったと思う。
- 飲み物が出るのはうれしい。
- とても有意義な時間を過ごせました。ありがとうございました。
- 自由でいい。
- 楽しかった。またやりたい。
- 今回の問題は、とても難しくて、とても解けるものではないと思いました。
- 今回の問題は問題文の理解に難しい問いが少なかった点を評価したい。
- 楽しかったです。ありがとうございました。
- とても楽しかったです。答え見つけたうれしさとか。
- 楽しい。とにかく面白い。
- 非常に楽しい時間を過ごすことが出来ました。ありがとうございました。
- 意味の分からない問題が多すぎ、解けないことによる敗北感すら沸かなかった。数学は厳しい世界だということを痛いほど感じた。
- 問題文で少し理解が出来なかったところがあった。ただ、普段とは違った数学の一面が見れて楽しかった。他校の生徒とより積極的にディスカッションが出来るようなイベントも実施してほしい。
- もっと時間があるといいです。
- 3ビット→6ビット変換を考えるのが一番熱中出来たかなと思います。あと、ひもの問題はあきらめました。
- 楽しい時間を過ごせました。ありがとうございました。
- 問題がとても楽しかったぁ。
- 楽しかった。
- 今回の問題は以前と比べて問題文の読み取りが難しかったように思います。”数学”が少なかったように思います。もう少し「数学に関する新たな発見」を含むような問題が解きたかったと思います。数学だからこそ楽しみが味わえる問題が解きたかったです。
- 数学の大きな可能性を知ることが出来た。
- 昨年はジュニアで参加をしたのですが、どちらも変わらず発想が必用だなと思いました。なかなかいい案がうかばず難しかったですが、楽しかったです。
- 思っていたより面白かったです。次回もできたら参加したいです。いろんなことに興味を持ってみようと思えました。
- 6時間弱という非常に長い時間でのコンクールは、とても新鮮でした。また、こういう機会にめぐりあうことがいいなと思いました。
- バリむずかしかった。
- 難しかったです。
- 難しくてしんどかった。
- 解けそうで解けない問題ばかりだった。
- すっごい難しいけど、解けたときの喜びがあるから数学がもっと好きになります！！。パズル系が増えるともっと嬉しいです。
- 今回で数学コンクールが2回目で去年より多くの問題に挑戦しました。去年はまぐれで表彰されました。でも、今回は去年に比べて、とても難しく、よい体験が出来ました。こんな機会はあまりないので、とても良い体験ができたと心から思います。数学がこんなに広い世界だとあらためて実感できて、これからも頑張ろうと思いました。関係者の皆さん今日は、本当にありがとうございました。
- 自分が問題の解けなさにびっくりした。
- 数学コンクールは難しかったけれども、とても考える時間が多くて楽しかったです。また参加してみたいと思いました。ありがとうございました。

第16回日本ジュニア数学コンクール

アンケート総数　65

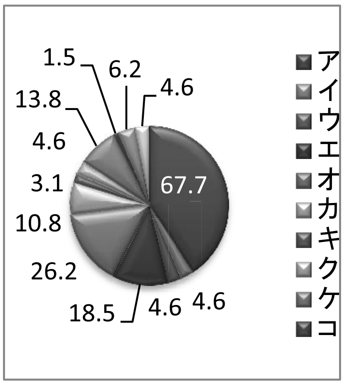
1．今回のコンクールの開催については，どのようにして知りましたか。

ア	学校の掲示を見て	17 人	(26.2 %)
イ	先生から	30 人	(46.2 %)
ウ	友人から	2 人	(3.1 %)
エ	両親から	12 人	(18.5 %)
オ	兄弟姉妹から	0 人	(0.0 %)
カ	新聞で	1 人	(1.5 %)
キ	ラジオ･テレビで	0 人	(0.0 %)
ク	雑誌で	1 人	(1.5 %)
ケ	日本数学コンクールのホームページから	6 人	(9.2 %)
コ	その他	3 人	(4.6 %)
	○ 大学からの案内	1 人	(1.5 %)
	○ 部活の会報	1 人	(1.5 %)
	○ 毎年受講	1 人	(1.5 %)



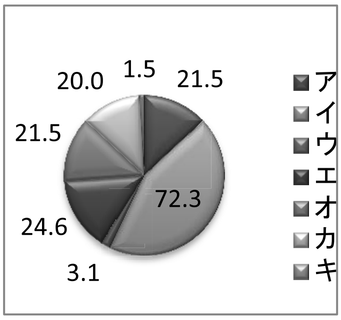
2．今回のコンクールを受けようと思ったきっかけは何ですか。

ア	数学が好きだから	44 人	(67.7 %)
イ	数学が好きになりたいと思ったから	3 人	(4.6 %)
ウ	数学が苦手だから	3 人	(4.6 %)
エ	以前参加して有意義だったから	12 人	(18.5 %)
オ	先生に勧められたから	17 人	(26.2 %)
カ	両親に勧められたから	7 人	(10.8 %)
キ	友人に誘われたから	2 人	(3.1 %)
ク	名古屋大学のキャンパスに関心があったから	3 人	(4.6 %)
ケ	何となく興味があったから	9 人	(13.8 %)
コ	参考書持参が自由だから	1 人	(1.5 %)
サ	コンクールの雰囲気を味わいたいから	4 人	(6.2 %)
シ	その他	3 人	(4.6 %)
	○ 過去に参加して	1 人	(1.5 %)
	○ 名大に興味を持った	1 人	(1.5 %)
	○ 力試し	1 人	(1.5 %)



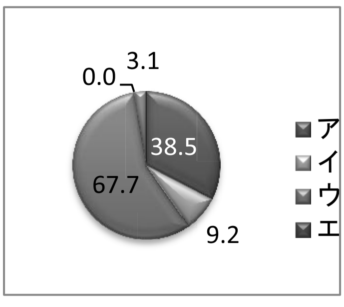
3．今回のコンクールの問題については，どのように感じましたか。

ア	問題が難しいと思った	14 人	(21.5 %)
イ	問題は難しいけれど楽しかった	47 人	(72.3 %)
ウ	問題が難しいと思わなかった	2 人	(3.1 %)
エ	学校での問題とは、かなり内容が違うと思った	16 人	(24.6 %)
オ	数学の学問的広さを感じた	14 人	(21.5 %)
カ	問題文の意味が分かりにくい	13 人	(20.0 %)
キ	その他	1 人	(1.5 %)
	○ 時間がほしい	1 人	



4．今回のコンクールに参加して，今後のことをどう思いますか。

ア	勉強の励みになると思う	25 人	(38.5 %)
イ	今後の進路を考える参考になると思った	6 人	(9.2 %)
ウ	数学に対するイメージがこれまでより広くなった	44 人	(67.7 %)
エ	数学に対するイメージがこれまでより悪くなった	0 人	(0.0 %)
オ	その他	2 人	(3.1 %)
	○ 数学を活かせる時があるのかなと思った	1 人	(1.5 %)
	○ 自分の算数の力がわかると思う	1 人	(1.5 %)



5. 数学以外の分野でも同じようなコンクールがあったらよいと思いますか。

1位 化学	8 人	(12.3 %)
1位 物理	8 人	(12.3 %)
3位 生物	3 人	(4.6 %)
3位 歴史	3 人	(4.6 %)
5位 宇宙	2 人	(3.1 %)
5位 英語	2 人	(3.1 %)
5位 科学	2 人	(3.1 %)
5位 地理	2 人	(3.1 %)
5位 理科	2 人	(3.1 %)

＊ その他（各1名ずつ）
技術、工作、国語、作文、美術

6. 今までで何か数学に関する本で特に興味を持って読んだものがあったら書いてください。

４名 数の悪魔、数学ガール
２名 博士の愛した数式
１名 イアン･スチュアートの数学の秘密の本棚、生き抜くための数学入門、
面白くて眠れなくなる数学、解析概論、数のモンスター、キュートな数学問題集、
くもんの証明問題、算数おもしろ大辞典、算数事典、ジョン･F･ナッシュの人生、
数学の歴史、数学入門、数学の世界、数学物語、正多面体について、
たかが算数されど算数、ドラえもん学習シリーズ、ニュートン、フェルマーの最終定理、
フィボナッチ数列に関する本、マスマス、ユークリッド原論、雪月花の数学、
四次元の世界、寄り道の多い数学、らくらく算数ブック、論理パズル

7. 名古屋大学では数学についての公開形式のセミナーを，「数理ウェーブ」という名で開催しています。講演者は主に名古屋大学の教員と院生で，話題は数学コンクールの問題に関連したものから素粒子論まで様々です。数理ウェーブの開催日は10月～1月と3月～6月の第4土曜日で,場所は名古屋大学理1号館509講義室，題目や要旨はインターネットで公開しています。（名大のホームページにリンクしています。）今年度開催された講演のテーマは次のとおりです。

開催日	4月28日(土)	「分数の循環小数展開について」､「数の分解と関数の分解」
	5月26日(土)	「量子暗号とその模擬実験」
	6月23日(土)	「ルーペ魔方陣について」､「関数をつなげる話」

A 数理ウェーブが行われていることを知っていますか。

①知っている	23 人	(35.4 %)
②知らない	40 人	(61.5 %)

B これから数理ウェーブに参加する希望はありますか。

①ある	15 人	(23.1 %)
②ない	10 人	(15.4 %)
③わからない	38 人	(58.5 %)

C これから数理ウェーブで行ってほしいテーマがあったら書いてください。

○ 因数分解
○ エラトステネスのふるい
○ 円周率について
○ 円と正多面体
○ 幾何学
○ 高次方程式と関数
○ ゴールドバッハの予想の解明
○ 抽象代数
○ パスカルの三角形
○ パズルゲームについて
○ ファレイ数列
○ フィボナッチ数
○ 身近なゲームと数学がつながる議題
○ メビウスの輪

8．その他，感想があれば何でも結構ですから書いてください。

- 初めて参加したけど楽しく出来た。
- かなり楽しかった。
- 問題が4問あり、自分にも解ける問題があったのでよかった。
- ひもを使ったりして、手を動かすのが楽しく感じた。
- 素直に楽しかった。より数学が好きになった。自分の未熟さを痛感した。
- 初めてなので、緊張したけれど楽しく問題に取り組めました。来年もよろしくお願いします。
- 問3とかは、当たり前だと思ってやってきたことを説明するとなるとなかなか難しく数学の世界は広いと感じた。
- 学校では出ない難しい問題だと思いました。
- 東京でも行ってほしい。問題もとても面白いので、来年も行きたいです。
- 楽しかったです。答えがどっちに行くのかも分からない問題もあり戸惑いました。入賞していたら嬉しいです。
- ひもの毛糸が使っているうちに、くしゃくしゃになって解き（作り）づらくイライラした。
- 普段、解くのに何時間もかかるような問題を解いていないので、難しさを感じた。
- 学習指導要領との関係性が無いとはいっても、用語の説明はするべきなのでは（期待値という言葉がわからなかったです。）
- 3回目になって、ようやく深く考えられるようになりました。
- 自由な雰囲気が良いと思った。
- 面白かった。大阪会場が出来て驚いた。
- 問題が難しかったが、とても楽しかった。数学をもっと勉強したいと思った。来年も受けたいと思った。
- すごく楽しかった。
- とても楽しかった。問題数を増やして難しさを少し上げた方が面白くなると思った。
- 問題の種類がたくさんあって、解ける問題、ぜんぜんの問題もあって面白かった。
- 時間が長くて面白かった。
- 数学オモレー！！
- 3回目のコンクールですが毎年受けると決めているコンクールがあることが有意義だと思う。毎年適度に負荷がかかる良いレベルの問題を提供していることに感謝しています。
- 初めての参加で、今まで解いたことのない問題が出てきてビックリ！！しました。でも、答えを出したくなる問題もあったので来て良かったと思います。
- 前回の方が難しかった。数学大好きです。これからも参加したいです。でも計算が得意なので、また勝負とかしてもらいたいです。
- 学校では出来ないような問題もでき、楽しかったです。パズルのような問もあり、ずいぶんと久しぶりにこんな問題が出来て良かったと思いました。
- じっくり問題を解くことが出来て面白かった。
- 問題が難しく解く時間があまりなかったけど楽しく問題が解けた。
- 難しくて分からないことがあったけど、一生懸命がんばった。
- 数学が苦手な私が数学を解いて初めて楽しいと思えた。
- とても有意義な時間を過ごせました。これらの問題をこれからは、もっと深く理解し、楽しめるようにしていきたいです。
- 楽しかった。

日本数学コンクール実行委員会委員名簿

学内委員	大沢　健夫	（名古屋大学多元数理科学研究科　教授）
	宇澤　達	（名古屋大学多元数理科学研究科　教授）
	林　正人	（名古屋大学多元数理科学研究科　教授）
	伊師　英之	（名古屋大学多元数理科学研究科　准教授）
	安本　雅洋	（名古屋大学情報科学研究科　教授）
	畔上　秀幸	（名古屋大学情報科学研究科　教授）
	花薗　誠	（名古屋大学経済学研究科 准教授）
	野中　千穂	（名古屋大学基礎理論研究センター　助教）
	田地　宏一	（名古屋大学工学研究科　准教授）
	渡辺　武志	（名古屋大学教育学部附属高等学校　教諭）
学外委員	伊藤　正之	（名古屋大学名誉教授）
	鈴木　紀明	（名城大学理工学部　教授）
	竹内　英人	（名城大学教職センター　准教授）
	松川　和彦	（愛知江南短期大学　元工学部総務課長）
	高田　宗樹	（福井大学大学院工学研究科　准教授）
	丹羽　一雄	（愛知淑徳高等学校　教諭）
	服部　展之	（愛知県立旭丘高等学校　教諭）
	渡辺　喜長	（愛知県立旭丘高等学校　教諭）
	野村　昌人	（愛知県立一宮興道高等学校　教諭）
	児玉　靖宏	（愛知県立一宮商業高等学校　教諭）
	村田　英康	（愛知県立高蔵寺高等学校　教諭）
	小島　洋平	（愛知県立幸田高等学校　教諭）
	服部　保孝	（愛知県立松蔭高等学校　校長）
	青木　勝人	（愛知県立瑞陵高等学校　教諭）
	高原　文規	（愛知県立瑞陵高等学校　教諭）
	樋口　英次	（愛知県立瑞陵高等学校　教諭）
	矢野　秀樹	（愛知県立東海商業高等学校　教諭）
	山内　真澄美	（愛知県立日進西高等学校　教諭）
	伊藤　慎吾	（愛知県立明和高等学校　教諭）
	小島　彰二	（名古屋高等学校　教諭）
	小川　泰史	（岐阜県立多治見北高等学校　教諭）
	土岐　慎一	（岐阜県立多治見北高等学校　講師）
	奥田　真吾	（三重県立津高等学校　教諭）
	岩本　隆宏	（三重県立松阪高等学校　教頭）
	堀川　浩	（鈴鹿中学校・高等学校　教諭）
	田所　秀明	（元三重県立伊勢高等学校　教諭）
	深川　久	（大阪府立大手前高等学校　教諭）

日本数学コンクール委員会名簿

委員長	國 枝　秀 世	（名古屋大学副総長）
委　員	木 村　芳 文	（大学院多元数理科学研究科長）
	川　口　　潤	（大学院情報文化学部長）
	木 村　彰 吾	（大学院経済学研究科長）
	篠 原　久 典	（大学院理学研究科長）
	鈴 置　保 雄	（大学院工学研究科長）
	大　西　　昇	（大学院情報科学研究科長）
	竹 下　典 行	（名古屋大学理事・事務局長）
	横 山　正 樹	（名古屋大学研究協力部長）
	宇　澤　　達	（大学院多元数理科学研究科教授）
	大 沢　健 夫	（大学院多元数理科学研究科教授）

主　　催

名古屋大学
日本数学コンクール委員会
名古屋市千種区不老町

後　　援

愛知県教育委員会	岐阜県教育委員会
三重県教育委員会	大阪府教育委員会
名古屋市教育委員会	大阪市教育委員会
和歌山県橋本市教育委員会	愛知県高等学校数学教育研究会
岐阜県高等学校数学研究会	三重県高等学校数学教育研究会
大阪高等学校数学教育研究会	中日新聞社
TV愛知株式会社	東海テレビ放送株式会社

■■■ 編集後記 ■■■

数コンは今回で２３回目となりました。もうすぐ四半世紀に届こうとする長い歴史をもつ数コンですが、節目となる第２０回くらいから運営システムの見直しが始まり、現在も変革は続いています。一つの課題は、誰かに過度の負担を負わせることなく機能するような仕組みの構築です。

出題者の個性が反映された問題が数コンの特性のひとつですし、教育とは本質的に個人に依存するものなのですが、一方で人に依らずに回していける部分を切り分けて効率化することが必要です。今年も新しい仕組みをいくつか導入しましたが、まだまだ過渡期です。今後も「生徒に面白い問題を出す」という役目を果たしていくためには、我々自身が解決するべき、挑戦していくべき問題がたくさんあります。

（I 生記）