

2009年度は、5時間で10問を出題した。どのチームも1問以上を解き、すべての問題が1以上のチームに解かれた。また、すべての問題を解いたチームは無かった。これらの点から言えば、問題セット全体としての難易度設定は、おおむね適切であったと考えられる。

優勝チームはI以外の9問を解き、準優勝チームはE以外の9問を解いた。この2チームはいずれもペナルティを2回(40分)ずつ受けているので、単純に解答にかかった時間が勝敗を分けたと言える。

これらのチーム以外にEやIを解いたチームはなかった。すなわち、8問を解いた2チームはいずれもE, I以外を解いた。また、Fは8問以上を解いたチームによってのみ解かれ、Gは7問以上を解いたチームによってのみ解かれた。6問を解いた2チームは、いずれもE, F, G, I以外を解いた。このように、上位のチームによって解かれた問題には偏りがあった。難しい、もしくは取り組みにくい問題のバリエーションが少なかったのかも知れない。

一方で、約半数のチームが5問以上を解いたことから、例年に比べて、易しい問題が多かったと考えられる。

正解数ごとのチーム数および、問題ごとのsubmit数と正解チーム数は、次の表1、および表2に示す通りの結果となった。

表 1: 正解数ごとのチーム数

正解数	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
チーム数	0	2	2	4	2	7	5	4	6	3	0

表 2: 問題ごとの結果 (全 35 チーム)

問題	分野	submit 数	正解チーム数
A	組合せ	37	35
B	探索	43	30
C	シミュレーション	44	24
D	幾何	64	23
E	幾何	8	1
F	構文解析 + 連立方程式	19	4
G	幾何	9	8
H	探索	38	13
I	最適化	2	1
J	探索	18	17

以下に各問題についての講評を述べる。

#### 問題 A. Cubist Artwork

正面および側面の投影図が与えられたとき、そのような立体を作るのに必要な、単位立方体の最小個数を求める問題。何をすれば良いか分かるまでに少し頭を使うかもしれないが、単純なプログラムで解を得ることができる。

A 問題としては例年に比べて問題文が少し長いように思われる。最初の正解が submit されたのは競技開始後 10 分経過した時点であった。

簡単な問題であり、競技開始後 210 分までにすべてのチームが正解した。

#### 問題 B. Repeated Substitution with Sed

文字列を置換する規則と、初期文字列および目標文字列が与えられ、初期文字列から目標文字列を得るまでの最小の規則適用回数を求める問題。

置換規則によって必ず文字列が長くなることと、目標文字列の長さが 10 以下であることが条件となっており、探索空間が小さいことが分かる。

簡単な探索の問題であり、30 チームが正解した。

#### 問題 C. Swimming Jam

速さの異なる複数の泳者が、レーンの両端でのみ追い越しができるという条件で、プールの一つのレーンを泳ぐとき、すべての泳者が与えられた回数の往復を泳ぐのにかかる時間を求めるというシミュレーションの問題。泳者の大きさや、ターンおよび追い越しにかかる時間を無視してよいと、単純化されている。

複数の泳者がひとグループになって泳ぐ様子を表現する必要があるなど、少し複雑で、14 の submit が Wrong Answer となった。

#### 問題 D. Separate points

平面上に黒・白の点がそれぞれ複数個与えられたとき、一本の直線によって、黒点だけを含む半平面と白点だけを含む半平面に分割することができるか否かを判定する問題。

黒点の凸包と白点の凸包が共通部分を持つかを調べる方法や、黒点と白点を一つずつ選んで、それらを結ぶ直線を少しずつすることで条件を満たすか否かを調べる方法などが考えられる。

また、3 個以上の点が一直線上に並ぶ時にも、分割できる場合とできない場合がある。そのような例は Sample Input にも含まれているが、解法によっては注意が必要となる。

今回の問題セットの中では、最も不正解の数が多かった問題であるが、最終的には 6 割を超える 23 チームが解いた。

#### 問題 E. Origami Through hole

紙を指示どおりに折り畳んだとき、指定した点で重なっている紙の枚数を求める問題。幾何のシミュレーションだが、折り目によって連結している複数の紙面が同時に畳まれるため、折り目を記録するデータ構造などに工夫を要する。

今回の問題セットの中では最も難しい問題であったと思われる。3 チームから submit があつたが、正解したのは優勝チームのみであった。

### 問題 F. Chemist's Math

係数のない化学式が与えられたとき、両辺の原子数がつり合うような係数を求める問題。構文解析と係数を求める計算の 2 つが必要なため、コード量の多いプログラムが要求される。係数を求めるには、掃き出しをすればよいが、すべての係数が 0 であるような自明解を出力しないようにする工夫が必要である。

6 チームから submit があり、中には不正解を繰り返すチームもあった。

### 問題 G. Malfatti circles

与えられた三角形の内側に接する、互いに接する 3 つの円の半径を求める問題。もちろん幾何学的に解く(連立方程式を立ててニュートン法などで解を求める)方法も考えられるが、そのような解法で解いたチームはなかった。

一つの円の半径を暫定的に決めると、三角形に接するという条件から、半径の真の値が、より大きいか小さいかを知ることができる。したがって、簡単な幾何と二分探索によって解を求めることができる。

submit 数は少ないが、正答率は高い。結果として、比較的上位のチームのみが正解したが、幾何だからといって敬遠せずに挑戦してもらいたい問題であった。

### 問題 H. Twenty Doors

二者択一の質問によって、与えられた対象の集合を分類しようとするとき、その分類木の高さを求める問題。深さ優先の探索と枝刈りによって解を求めることができる。

枝刈りの方針としては、集合の大きさが  $N$  のとき、これを分類するには少なくとも  $\log_2 N$  回の質問が必要となることから、対象の集合を分割する質問を選ぶ際に、質問回数の暫定的な最小値を超える回数の質問を要するような大きさの集合を作らないように選ぶことなどが考えられる。

submit したものの正解に至らないチームが最も多かった問題であった。Time Limit Exceed となった submit は 2 つのみで、23 の submit は Wrong Answer であった。A, B (および C, D) などの簡単な問題の次に挑戦したチームが多い。

よく出題されるタイプの探索問題なので、下位チームが中上位を狙うためには、正確に解けるようになって欲しい問題である。

### 問題 I. Hobby on Rails

列車のおもちゃの線路を組み換えて、列車を走らせたときの状態が循環する周期の最長のものを求める問題。ある線路の配置について、周期がシミュレーションによって求まる。線路の配置は探索によって求めることができる。

2 チームが submit し、準優勝チームのみが正解した。

### 問題 J. Infected Land

ライフゲームの世界に「消毒車」を走らせるというストーリーで、生きているセルが無くなるまでの最短ステップ数を求める問題。探索と、ライフゲームの状態遷移の両方が必要となる。探索空間はそれほど大きくない。

正解率も高く、半数近いチームが正解した。