

GPCC 報告 (2005 年)

Games and Puzzles Competitions on Computers

<http://hp.vector.co.jp/authors/VA003988/gpcc/gpcc.htm>

藤波順久*

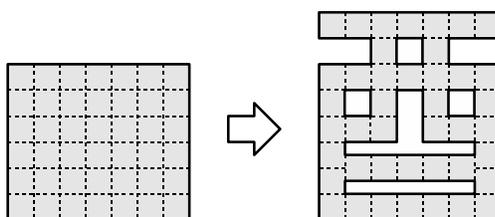
1 2005 年の課題

2005 年の GPCC では、以下の 6 個の課題を取り上げた。

50 手を超える詰め将棋問題を作成するプログラム 20 ~ 30 手までの詰め将棋の問題はコンピュータで作られたことがあるが、50 手以上のものはまだない。人間の作成した最長手数 of 詰め将棋は 1525 手詰である。

ARIMAA Arimaa(<http://arimaa.com>) は、2002 年に発表された新しいゲームで、チェスに似ているが人間に有利であると言われている。人間の Arimaa 王者に勝つコンピュータプログラムを書いて賞金 10000 ドルを得よう。

裁ちあわせパズルの全解探索 6×7 の長方形を点線に沿って 5 片に切り分けて並べかえ、右のような酉の字にしてください。片は裏返さないとしす (植松峰幸氏の年賀パズルより)。全解を求めてください。人手で 2 解知られています。



ペントミノパズルの解の分類 ペントミノ 12 種を 6×10 に箱詰めする問題の解は、対称性を排除して、2339 通りあります。

解のなかには 2 片を置きかえただけで別の解を作ることができるものがあります。それらを同じグループとみなしたとき、解はいくつかのグループに分けられます。グループは 2 片を置きかえるという関係による連結な集まりです。

それでは、何片までの置きかえを許した時に、2339 通りの解が全て一つのグループに属すようになるでしょうか。

*株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント

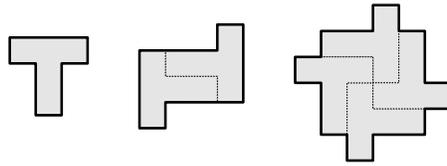
数独の数え上げ 3×3 ごとに区切られた 9×9 の柵目に、以下の制約を満たすよう $1 \sim 9$ の数字を配置する仕方が何通りあるか求めてください。

1. 同じ行に同じ数字は無い
2. 同じ列に同じ数字は無い
3. 同じ 3×3 ブロックに同じ数字は無い

以下の対称性: 全体の回転、反転、数字の置き換え、行の入れ替え、列の入れ替えはすべて考慮してください。つまり、対称なものは全て同じ配置とします。

最小公倍図形 図形 A がいくつかの図形 B でできているとき「図形 A は図形 B で割りきれれる」と定義します。ここで、図形としては単位正方形からなるもののみを考えています。

T ペントミノで割りきれれる図形の例:



T ペントミノと O テトロミノの両方で割りきれれるなるべく小さい図形を見つけてください。
(Robert Wainright 氏による問題)

なお、課題のもう少し詳しい説明は、GPCC の Web ページの
<http://hp.vector.co.jp/authors/VA003988/gpcc/gpcc05.htm>
に掲載されている。

2 2005 年の進展

「裁ちあわせパズルの全解探索」に関しては、GPCC としての進展はなかったが、原作者が本質的に同じ問題を 10 月 14 日の朝日新聞で出題し、読者から既知の 2 解に加えもう一つの解を得ている。

「最小公倍図形」に関しては、提案者である小谷善行氏が挑戦中であり、課題より小規模な問題に対する解を、パズル懇話会主催の匹見パズる会 (http://www.puzzme.com/hikimi_puzzle/) で報告している。次節は、その報告資料を元に、同氏の許可を得て編集したものである。

3 最小公倍図形について (小谷善行氏の結果)

解が平面上でいくらでも広がる可能性がある問題をコンピュータに解かせるのは、ちょっとした困難を感じるが、すなわち設計して一応動作させることができた。二つのポリオミノ (コマ 1 とコマ 2 ということにする) を二層に重ねるイメージでいく。アルゴリズムは次の通り:

1. 二つのコマの面積の最小公倍数のから出発し、その倍数の図形を作ることを目指す。
2. コマ 1 を平面上に一つ置く。
3. 置かれたパターンのなかで、左上のまだ二重に重なっていないマスを探す。

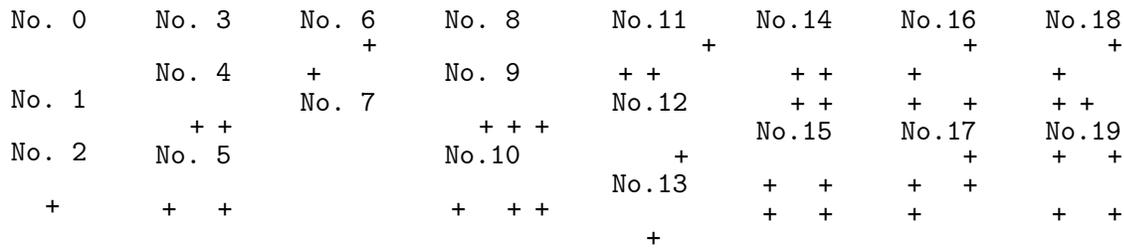


図 1: ポリオミノの番号

	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16	#17	#18	#19
No. 0	6	6	4	4	8	4	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20
No. 1		6	12	12	12	12	12	15	15	15	15	15	15	15	15	30	30	30	30-
No. 2			12	12	12	12	12	30	15	15	15	15	15	30	30	15	15	15	15
No. 3				8	8	8	8	20	20	20	20	20	20-	20-	20-	20	20-	20	40-
No. 4					8	8	8	20	20	20-	20	20	20	20	20	20-	20	20-	20-
No. 5						8	16	20-	20-	20	20-	20	20-	20-	20	20	20-	20-	20
No. 6							16	20	20	20	20	20-	20-	20	20-	20	20-	20	40-
No. 7								20	20	20-	20	20	40-	20	40-	20	40-	40-	40-
No. 8									10	10	10	10	25-	20	20	20-	25-	25-	30-
No. 9										10	20-	10	10	10	10	10	10	10	25-
No.10											10	10	10	10	10	10	10	10	10
No.11												10	10	10	10	10	10	10	25-
No.12													10	10	10	10	10	10	20
No.13														10	20-	20-	20-	10	30-
No.14															10	20-	20-	20-	25-
No.15																10	10	20-	20
No.16																	10	10	10
No.17																		20	25-
No.18																			25-

表 1: 解けた最小公倍図形の大きさ

4. そのマスが見つからないときには、解ができあがっている。
5. そのマスが見つかったら、それがコマ 1 ならそのマスにコマ 2 を重ねる。コマ 2 ならコマ 1 を重ねる。
6. 重ねるコマがない、等で不可能な場合は、あともどりする。
7. 3 から繰り返す。

これを用いて、ドミノからペントミノまで（図1のように番号を付けてある）のポリオミノ相互について最小公倍図形を計算させた。その結果を表1に示す。

表1の数字は最小公倍図形の面積である。数値の右にマイナスが着いているのは、その数値の面積について、プログラムが3000万ノードまで計算してまだ答が見つかっていないことを示す。その数値未満の面積については計算の結果、答がないことが確定している。一つのコマを配置することによってできる一つのパターンが一つのノードに対応する。

まだ小規模の問題しか解けない。課題の、OテトロミノとTペントミノ問題も解けていなくて、今のところ見込みがない。ただ今後いろいろ工夫してみるつもりである。

プログラムが解いたもののなかで、面白そうな物を図2と図3に示す。

problem No. 6 x No. 7 LCM(4, 4)= 4
 No.6
 +
 +
 No.7

***** solved *****
 21 + + + + + + +
 22 + + + + + + +
 23 + + + + + + +
 24 + + + + + + +
 25 + + + + + + +
 26 + + + + + + +
 27 + + + + + + +

ノード数79351, 解の数 2 以上

 problem No. 2 x No.11 LCM(3, 5)=15
 No.2

+
 No.11
 +

+ +
 ***** solved *****
 20 + + + + + + +
 21 + + + + + + +
 22 + + + + + + +
 23 + + + + + + +
 24 + + + + + + +
 25 + + + + + + +

ノード数51203, 解の数 2 以上

 problem No. 7 x No.11 LCM(4, 5)=20
 No.7

No.11
 +

+ +
 ***** solved *****
 21 + + + + + + +
 22 + + + + + + +
 23 + + + + + + +
 24 + + + + + + +
 25 + + + + + + +
 26 + + + + + + +
 27 + + + + + + +

ノード数2025303, 解の数 2 以上

 problem No. 1 x No.13 LCM(3, 5)=15
 No.1

No.13

+
 ***** solved *****
 21 + + + + + + +
 22 + + + + + + +
 23 + + + + + + +
 24 + + + + + + +
 25 + + + + + + +
 26 + + + + + + +

ノード数13483, 解の数 2 以上

problem No. 2 x No.14 LCM(3, 5)=15
 No.2

+
 No.14

+ +
 + +
 ***** solved *****
 20 + + + + + + +
 21 + + + + + + +
 22 + + + + + + +
 23 + + + + + + +
 24 + + + + + + +
 25 + + + + + + +
 26 + + + + + + +
 27 + + + + + + +

ノード数1424658, 解の数 2 以上

 problem No.13 x No.14 LCM(5, 5)= 5
 No.13

+
 No.14

+ +
 + +
 ***** solved *****
 21 + + + + + + +
 22 + + + + + + +
 23 + + + + + + +
 24 + + + + + + +
 25 + + + + + + +
 26 + + + + + + +

ノード数 1325, 解の数 2 以上

 problem No. 2 x No.15 LCM(3, 5)=15
 No.2

+
 No.15

+ +
 + +
 ***** solved *****
 21 + + + + + + +
 22 + + + + + + +
 23 + + + + + + +
 24 + + + + + + +
 25 + + + + + + +
 26 + + + + + + +
 27 + + + + + + +
 28 + + + + + + +

ノード数 30000097 までで 解の数 1

 problem No. 8 x No.15 LCM(5, 5)= 5
 No.8

No.15

+ +
 + +

図 2: 最小公倍図形の解答

```

***** solved *****
20 + + + + + + + +
21 + + + + + + +
22 + + + + + +
23 + + + + + +
24 + + + + + +
25 + + + + + +
26 + + + + +
27 + + + + + +
28 + + + + + +
ノード数7092025, 解の数 2 以上
-----
problem No. 1 x No.16 LCM( 3, 5)=15
No.1
No.16
+
+
+
***** solved *****
21 + + + + + + + +
22 + + + + + +
23 + + + + + +
24 + + + + + +
25 + + + + +
26 + + + + +
27 + + + + + +
ノード数26013, 解の数 2 以上
-----
problem No. 1 x No.17 LCM( 3, 5)=15
No.1
No.17
+
+
+
***** solved *****
21 + + + + + + + +
22 + + + + + +
23 + + + + + +
24 + + + + + +
25 + + + + +
26 + + + + +
27 + + + + + +
28 + + + + + +
ノード数15269189, 解の数 2 以上
-----
problem No. 7 x No.17 LCM( 4, 5)=20
No.7
No.17
+
+
+
***** solved *****
21 + + + + + + + +
22 + + + + + +
23 + + + + + +
24 + + + + + +
25 + + + + +
26 + + + + + +
27 + + + + + +
28 + + + + + +
ノード数259484, 解の数 2 以上

problem No.17 x No.18 LCM( 5, 5)= 5
No.17
+
+
+
No.18
+
+
+
***** solved *****
20 + + + + + + + +
21 + + + + + + +
22 + + + + + +
23 + + + + + +
24 + + + + + +
25 + + + + + +
26 + + + + + +
27 + + + + + +
28 + + + + + +
ノード数11310249, 解の数 2 以上
-----
problem No. 0 x No.19 LCM( 2, 5)=10
No.0
No.19
+
+
+
+
***** solved *****
20 + + + + + + + +
21 + + + + + + +
22 + + + + + +
23 + + + + + +
24 + + + + + +
25 + + + + + +
26 + + + + + +
27 + + + + + +
ノード数 2128, 解の数 2 以上
-----
problem No.15 x No.19 LCM( 5, 5)= 5
No.15
+
+
+
+
No.19
+
+
+
+
***** solved *****
1819202122232425
19 + + + + + + + +
20 + + + + + + +
21 + + + + + +
22 + + + + + +
23 + + + + + +
24 + + + + + +
25 + + + + + +
26 + + + + + +
ノード数165321, 解の数 2 以上

```

図 3: 最小公倍図形の解答 (続き)