GPCC 報告 (2011 年)

Games and Puzzles Competitions on Computers

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

藤波順久*　　酒井香代子†

1　2011 年の課題

2011 年の GPCC では、以下の 4 個の課題を取り上げた。

ついたて碁 (Phantom Go)　囲碁と似ているが、以下のような違いがある。

- 9 × 9 の盤を使い、コミは 7.5 目
- 相手の手は見えない
- 禁手かどうか (禁手の場合は指し直す)、取った石の数、取られた石の座標を、審判に教えてもらえる
- どのような理由で禁手かは教えてもらえない

コリドール (Quoridor)　2 人で行うボードゲームである (4 人で行うルールもある)。9 × 9 の盤の自分側の辺の中央に自分の駒を置いて始め、先にゴール (相手側の辺のどこか) に着いたほうが勝ちである。2 人で交互に、駒を 1 マス進めるか、長さ 2 の壁をマスの境界に置く。壁はそれぞれが 10 枚ずつ持っている。

- 自分の駒が相手の駒と隣接しているときは、飛び越すことができる。ただし、相手の駒の後ろが壁か盤外の場合は、相手の駒の横に移動できる。
- 壁を置くときは、盤からはみ出したり、他の壁と重なったり、交わったりしてはいけない。
- ゴールにどうしても着けないように壁を置いてはいけない。

日本での実物の入手は簡単ではないが、ARiAdoNE[1] というフリーソフトがある (ルール説明も含まれている) ので、遊んでみることができる。

昨年のコンピュータオリンピアード (ICGA トーナメント) に参加した人によると、壁を置くことにより最短経路が大きく変化するゲームであり、まだ人間のほうが強いということである。

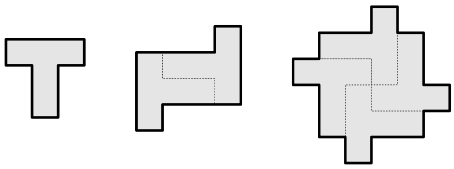
*株式会社ソニー・コンピュータエンタテインメント、GPCC chair
†GPCC co-chair
[1] http://www.vector.co.jp/soft/winnt/game/se476678.html

数独のヒント最少問題　数独はペンシルパズルの一つで、9×9の正方形に並んだマスに1から9までの数字を入れて、各行、各列、各3×3のブロックに、各数字が1回ずつ現れるようにするものである。「数独」はニコリの登録商標なので、「ナンバープレース（ナンプレ）」と呼ばれることも多い。

数独には試行錯誤が不要という暗黙のルールがあるが、試行錯誤とは何かは議論の元となるため、ここでは解が一つだけであればよいとしておく。

- 最初にヒントとして配置する数字の数は、現在知られている問題では17個以上である。16個では問題を作れないと予想されており、それを示そうという試みは以前からあるが、そろそろ可能なのではないか。
- 数独には、16×16のマス(4×4のブロックに分かれている)に1から16までの数字を入れるものもある。その場合に必要なヒント数の予想はまだないようである。手始めとして、なるべくヒントの少ない問題を作ってみよう。

最小公倍図形　GPCCで2005年に取り上げた問題と同じである。当時は解がもっと小さい問題しか計算できなかった。

> 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)

2　2011年の進展

ついたて碁、**コリドール**については、特に進展はなかった。

数独のヒント最少問題では、16×16でヒントの少ない数独の作成について、数回にわたり白川俊博さんから解答をいただいた。3節で紹介する。

最小公倍図形については、小谷善行さんから、60単位の解がないことを9000秒で計算したという報告をいただいているが、既知の解(600単位)より小さい解の報告はまだない。

3　数独のヒント最少問題の解答

16×16でヒントの少ない数独の作成については、白川俊博さんから2月にヒント61個と60個、3月に59、58、57個、4月に56個の数独が報告された。

図1に示すのが、3月に報告された、ヒント57個の数独である。以下の手筋で解ける範囲で探索を行ったとのことである。

				1											
	4	5								6			7	8	
	7	8					9					10		4	
				11		2					3				
								7	8						
11			1												12
2			3						9			11			
					8		5	13	4					9	
				14		12		3		2	6	1			11
	12	10			4		7								
										15	1				3
	5	4					8				11				
				15					5						
			11	2					10						6
			6												
								8	7				5	13	

図 1: 16 × 16 でヒント 57 個の数独

- Intersection
- Hidden Triple まで
- Naked Pair まで

その後探索に使う手筋に、Naked/Hidden の 2〜8 と、1 段の仮置きを加えたそうである。4 月に報告された、ヒント 56 個の数独を図 2 に示す。この数独では、仮置きは必要ない。

ここで、数独の手筋について、簡単に説明しておく。まず、数独のルールから直接わかる手筋として、以下がある。

ブロックで見る (Hidden Single (box) 一つのブロックに注目して、ある数字が一つのマスにしか入れられないとき、そのマスにその数字を入れる。

列で見る (Hidden Single (row/column)) 一つの列 (縦または横) に注目して、ある数字が一つのマスにしか入れられないとき、そのマスにその数字を入れる。

マスに注目 (Naked Single) あるマスに注目して、一つの数字しか入れられないとき、そのマスにその数字を入れる。

これらは数字を入れる手筋であり、基本的なので、使った手筋として明記しないこともある。

これ以降で説明するのは、あるマスに入る可能性のある数字 (候補数字) を消していく手筋である。候補数字が消えることにより、基本的な手筋が使えるようになって、数字を入れることができるようになる。あるいは、別の手筋が使えるようになって、別の候補数字を消すことができる。

Intersection 一つのブロックに注目して、ある数字が入る可能性のあるマスが特定の列 (縦または横) に限られるとき、そのブロックの外のその列のマスには、その数字を入れられない (候補数字を消すことができる)。Pointing とも呼ばれる。

		5		4	3					2					
4		3			5					10					9
											6	7			8
	15				11				12		9	6			
	6		9					7	13		8	12			
				14											
2				5	4								11		
						1		11	4	5			3		
						8				3			4		
	9		6	13		7	12								
	7					6									
11					10								5	3	
						12					13				
			13			9	8	12	16		7				
													2		

図 2: 16 × 16 でヒント 56 個の数独

逆に、一つの列に注目し、ある数字が入る可能性のあるマスが特定のブロック中に限られるとき、その列に含まれないそのブロックのマスには、その数字を入れられない (候補数字を消すことができる)。Claiming とも呼ばれる。

Hidden Pair　一つのブロックに注目して、二つの数字について考える。どちらの数字も、そのブロック中の同じ二つのマスにしか入れられないとする。すると、その二つのマスには、別の数字を入れられない (候補数字を消すことができる)。

ブロックの代わりに列に注目してもよい。

Hidden Triple　Hidden Pair と似ているが、三つの数字と三つのマスに関するものである。

Naked Pair　一つのブロックに注目して、その中の二つのマスについて考える。どちらのマスも、同じ二つの数字しか入れられないとする。すると、そのブロック中の別のマスには、その二つの数字を入れられない (候補数字を消すことができる)。

ブロックの代わりに列に注目してもよい。

Naked Triple　Naked Pair と似ているが、三つのマスと三つの数字に関するものである。

Hidden Set / Naked Set　Hidden Triple や Naked Triple は、さらに多くの数字とマスに拡張することができる。予約、n 国同盟などとも呼ばれる。ただし、N × N の数独では、n マス版の Hidden Set は、N-n マス版の Naked Set になるという関係があるので、16 × 16 の数独では 8 マス版まで考えれば十分である。

白川俊博さんが使った「Naked/Hidden の 2〜8」とはつまり、考えられる Hidden Set と Naked Set を全部使ったということである。