

数独における対戦プレイ形式の一考察

宮崎 光二*

A Study of Sudoku Game in a Fighting Style

Koji MIYAZAKI*

ABSTRACT

"Nanpure" is an abbreviation of "Number Placement" and is a simple puzzle game that can be enjoyed by people of all ages, from children to adults. "Number Placement" has the same meaning as Sudoku. The name Sudoku is more common worldwide. Sudoku is a puzzle game where players enter numbers 1 to 9 in 9 by 9 cells, which consist of 9 sets of 3 by 3 cells, in columns, rows, and 3 by 3 cells without overlapping any two of them. Sudoku is widely played by the general public, and many specialized magazines containing Sudoku problems have been published. Sudoku is suitable for killing time while riding a train or playing when you have a little free time, but in recent years you can easily play a wide variety of games using smartphones. I feel that the number of people who choose to play Sudoku among many games is decreasing. Fundamentally, Sudoku is a puzzle game that can be tackled by one person, and is different from games played by multiple people. However, considering the fun as a game, it is expected that there is a good possibility that it will become a more enjoyable puzzle game if multiple players are introduced. In this Paper, while keeping the basic rules of Sudoku, we devised and added new rules that can be played by multiple people, and developed a Sudoku application on the iPad.

キーワード：数独，ナンプレ，対戦ゲーム，Processing

Keywords: Sudoku, Number Place, Match Game, Processing

1. まえがき

「ナンプレ」は「ナンバープレース」の略称であり，シンプルで子供から大人まで幅広い年代の人が楽しめるパズルゲームである．基本ルールは単純であり，いくつかの条件を満たすように空欄に数値を配置していき，すべての空欄を埋めることができればゲームクリアとなる．ナンプレに関する研究は，問題の難易度を判定する手法に関する研究[1,2]や，解き方に関する研究[3,4]などがある．ナンプレは一般的にも広く遊ばれており，ナンプレの問題が掲載されている専門の

雑誌も多く発刊されている．その一方で，ゲームのルールがシンプルなために遊び方がマンネリ気味になっている感が否めない．ナンプレは電車などに乗車しているときの暇つぶしや，ちょっとした時間が空いた時などに遊ぶのに適しているが，近年はスマートフォン等を利用して，多種多様なゲームを簡単に遊ぶことができるようになり，数あるゲームの中からナンプレを選んで遊ぶという人の数は減少しているように感じる．そこで，ナンプレで遊ばない人でも楽しむことができ，元々遊んでいた人もさらに楽しめて，より多くの人にナンプレを楽しんでもらえるような工夫

が必要であると思われる。ナンプレに限らず、他のパズルゲームは基本的に1人で遊ぶものがほとんどである。しかし、現在はパズルゲームを遊ぶ環境が昔とは大きく変貌し、特にスマートフォンの普及やインターネット利用の拡大により、パズルゲームも複数人で遊べるものが増えてきている。むしろ、ネットワークを介して他者と遊ぶ主旨のゲームがメインになっている。複数人で遊べることは人間の行動要素が多くなることにより、ゲームの深みを増し、楽しさの向上につながり、大きなメリットである。基本的に、ナンプレは1人で取り組むパズルゲームであり、複数人でプレイする類のゲームとは異なる。しかし、ゲームとしてのおもしろさを考慮すると、複数人でのプレイ要素を導入すればよりたのしめるパズルゲームとなる可能性は十分にあると予想される。本研究では、ナンプレの基本的なルールは残しつつ、複数人で遊ぶことができる新たなルールを考案・追加して、iPadで動作するナンプレのアプリの開発を行う。

2. ナンプレについて

2. 1 ナンプレの起源

「ナンプレ」は「ナンバープレート(Number Place, Number Placement)」の略称であり、世界的には「数独(Sudoku)」の名称で親しまれている。現在のナンプレ(数独)の起源は18世紀のスイスの数学者レオンハルト・オイラーが名付けたラテン方陣である(図1)。

1	2	3	4
2	3	4	1
4	1	2	3
3	4	1	2

図1 ラテン方陣の一例

Fig.1 An example of Latin square.

ラテン方陣は $N \times N$ 個のマスのにおいて、各行と各列のすべての並びで $1 \sim N$ の数字を重ならずに配置するパズルである。ラテン方陣はさらに対角線上の並びも数字が重ならないようにするルールが追加されてパズル要素が強化され、現在のナンプレのルールにつながる内容になっていった。後にアメリカの建築家ハワード・ガンスが 3×3 のボックスといくつかのルールを追加し、ペンシルパズルにしたものが現在の数独の原型であるとされている[5]。さらに、対角線の要素を

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

図2 ナンプレの問題例

Fig.2 Example of Number Place.

なくし、 $N=9$ の81個のマスの構成される盤面において 3×3 のマスを1ブロックとして各ブロックに $1 \sim 9$ の数字を配置するルールを追加することで、現在の「ナンプレ」の形式になった。図2はDell Magazine社が発行している「Dell Pencil Puzzles and Word Games」の1985年5月号に掲載されたナンプレの問題である。

2. 2 解き方のルール

ナンプレは9行9列の81個のマスのあらかじめいくつかのマスの数字が記入されており、それ以外の空欄に $1 \sim 9$ の数字を当てはめて全てのマスを埋めれば完成となる。しかし数字を当てはめるには条件があり、以下の3個の条件を同時に満たす必要がある。

- 条件1. 同じ行の9個のマスの $1 \sim 9$ の数字が重複することなく1個ずつ配置される
- 条件2. 同じ列の9個のマスの $1 \sim 9$ の数字が重複することなく1個ずつ配置される
- 条件3. 3×3 の9個のマスを1ブロックとして、その中に $1 \sim 9$ の数字が重複することなく配置される

図3は数値配置の例で、条件1は水色のマスのところであり、条件2は緑色のマスのところである。また、黄色のマスは条件3のところであり、すべてのマスにおいて条件1~3を同時に満たす数字の配置がナンプレの正解(以下、完全解答とする)となる。ナンプレの問題は、完全解答から空欄のマスを作ることで作成できる。空欄の個数が多いほど問題の難易度が上がることは自明であり、新聞などで出題されている一般的なナンプレの問題は25個程度のマスが数字で埋められている。また、アイルランドの数学者McGuire氏によると、 $9 \times 9 = 81$ 個のマスの少なくとも17個が数

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

図 3 数字配置の条件

Fig.3 Rule of number placement.

字で埋められていないと正解を導き出すことができないことが確認されている。ナンプレの問題の難易度は、空欄の個数の増減によって調整することになり、完全解答の数字の配置には依存しない。

3. 問題の作成方法

ナンプレの問題は、9×9のマスのマスに前述の条件 1～3を満たすように数字をすべて配置している状態から、ランダムな位置のマスの数字を削除して空欄を設けて作成する。空欄の個数の増減で問題の難易度を調整することになり、空欄の個数が少ないと難易度は低くなり、空欄の個数が多いと難易度は高くなる。ナンプレの問題は、完全解答が一つあれば、それを基にして多くの問題を作成することが可能であることが知られている。図 4 は完全解答の一例を Excel で作成したものであり、9 個のマス（セル）ごとに色付けしてわかりやすくしている。また、A10:I10 の値は各列の合計値であり、J1:J9 の値は各行の合計値である。各行と各列はすべて 1～9 の数字が入っているの、1～9 の合計値である 45 となっている。また、D11:F13 の 9 個のセルは、その色と同じ 9 個のセルからなるブロックの合計値である。各ブロックの合計値もすべて 45 となっている。このように各行、各列、各ブロックで合計 27 個ある合計値がすべて 45 となっているとき（これを「45 の条件」と呼ぶことにする）、前述 2.2 の条件 1～条件 3 を満たすことになる。ここで、図 4 の完全解答からナンプレの問題を作成することを考える。以下の(1)～(3)の入れ替えを行っても、「45 の条件」が満たされることは明らかである。

(1)1～3 行、4～6 行、7～9 行の各 3 行内で、ある 2 つの行を入れ替える

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1	4	7	2	5	8	3	6	9	45
2	2	5	8	3	6	9	4	7	1	45
3	3	6	9	4	7	1	5	8	2	45
4	4	7	1	5	8	2	6	9	3	45
5	5	8	2	6	9	3	7	1	4	45
6	6	9	3	7	1	4	8	2	5	45
7	7	1	4	8	2	5	9	3	6	45
8	8	2	5	9	3	6	1	4	7	45
9	9	3	6	1	4	7	2	5	8	45
10	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
11				45	45	45				
12				45	45	45				各ブロックの合計
13				45	45	45				

図 4 完全解答の例

Fig.4 A complete answer.

(2) A～C 列、D～F 列、G～I 列の各 3 列内で、ある 2 つの列を入れ替える

(3)同じ色単位で、3 行ごとまたは 3 列ごとで交換する

これら(1), (2), (3)の操作を何回行っても「45 の条件」は崩れることはないの、このしくみを利用してナンプレの問題を簡単に作成することが可能となる。(1)～(3)および入れ替えの対象となる行、列などはランダムで指定することで、一つの完全解答を基に多くの異なるナンプレの問題を作成することが可能である。

4. 対戦型ナンプレ

4. 1 対戦ルール

通常、ナンプレは 1 人で遊ぶが、それを対戦形式にして 2 人で遊ぶように簡単な対戦ルールを設定し、そのアプリを作成する。対戦ルールは以下のとおりである。

ルール 1：先攻・後攻を決めて、交互に数字を埋めていく

ルール 2：埋めた数字の値をそのプレイヤーの得点とする

ルール 3：埋められるマスが無くなればゲーム終了

これらのルールは基本的な内容のみであるが、さらにペナルティや逆転要素などを検討し、よりのしめるルールを追加する必要がある。

4. 2 アプリの作成

このルールに基づいて Processing でプログラムを作成し、iPad 上で動作するアプリを開発・作成した。図 5 は作成したアプリの実行画面である。2 人のプレイヤーは赤 (Red) と青 (Blue) に分かれて交互に空

sketch_191126a

[Answer]									[Lev1]	[Lev2]	[Lev3]
1	4	9	8	3	5	6	7	2			
5	6	8	9	2	7	4	1	3			
3			6	4	1	8	5	9			
	9		5	6	3	2					
	5		7	1		9	3	6			
6	1	3		8			4	7			
9	3	1	4	5	2		6				
		5		7	6		9	4			
		6	1	9	8		2	5			
Red: 18									Blue: 14		

図 5 対戦型ナンプレの実行例

Fig.5 Competitive Sudoku execution example.

欄のマスに数字を埋めていく。空欄のマスをクリックして、数字を選択することでそこに数字を指定するが、その時に同じ行・列に指定しようとしている数字と同じ数字がないか、および同じブロックに同じ数字がないかをプログラムがチェックする。図 5 では、赤のプレイヤーが埋めた数字は赤色、青のプレイヤーが埋めた数字は青色の文字になっており、その数字の合計がそれぞれの現在の得点となっている。盤面上で数字を埋めることができなくなるか、すべてのマスが数字で埋められたときの合計得点で勝敗を決める。盤面の上部にある[Answer]ボタンをクリックすると、空欄の正解の数字が表示され、正しい解答を確認することができる。また、[Lev1] [Lev2] [Lev3]のボタンは問題の難易度を示しており、ゲーム開始時にクリックすることで難易度を設定できる。ゲームを開始するタイミングで 3 章の問題作成方法により新たな問題を作成する。図 6 は iPad で実際に遊んでいる様子であり、プレイヤー

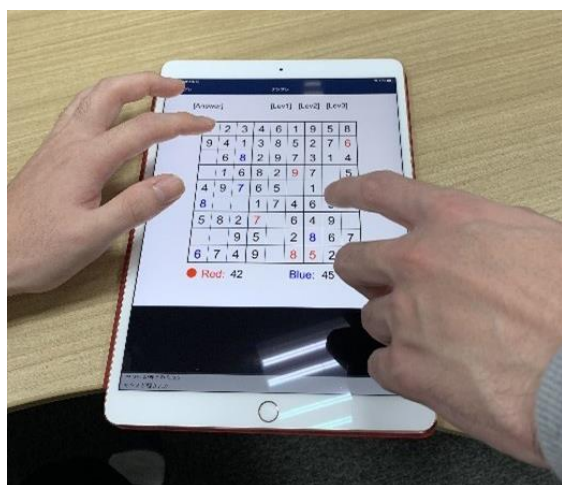


図 6 iPad で遊ぶ様子

Fig.6 Playing on iPad.

は iPad を挟んで横並びで座り交互に画面をタップして数字を当てはめていく。

4. 3 テストプレイ

6 人の被験者にテストプレイをしてもらった。対戦者の組み合わせを変えて何回かプレイしてもらい、その感想や意見を聞いた。「先攻が有利であると感じた」「操作方法に戸惑うことがあった」など、改善すべき点も散見されたが、「楽しかった」「ルールが面白いと感じた」など、おおむね良好な印象を持ってプレイできたとの意見が多かった。また、対戦ルールにさらに工夫を加えることで、より楽しめるゲームとなる可能性があるとの意見もいくつかあった。

4. まとめ

本稿ではナンプレのしくみやルール、問題作成方法などを解説し、対戦要素を導入した新しいナンプレの遊び方を提案した。対戦型ナンプレのアプリを Processing で開発し、それを iPad 上で遊べるようにした。問題作成に関して、完全解答が一つあれば、それを基に多くの問題を作成できるが、それはある条件下での行・列の入れ替えによるものであり、組み合わせの数を計算すると約 4 万 6 千通りの問題を作成できることになる。問題を無限に作成できるわけではないが、気軽に遊ぶことが目的の本アプリでは、十分な問題数であると思われる。

参考文献

- [1] 天野 秀亮, 篠埜 功, 杉本 徹: ニューラルネットワークによる数独の難易度判定手法の提案, 電子情報通信学会技術研究報告.AI,人工知能と知識処理 112 巻 319 号 pp.13-pp.18, (2012).
- [2] 松原康夫: 数独の推論規則と難易度に関する考察, 情報処理学会研究報告 (IPSJ SIG Technical Reports) 巻, 2006 号, 134 (EC-5), pp.1-pp.6, (2006).
- [3] 早川 吉弘, 中島 康治: 逆関数遅延ニューラルネットワークを用いたナンバープレースの解法, 日本神経回路学会全国大会講演論文集, 19 巻, pp.50-pp.51, (2009).
- [4] 知平 菜美子, 周防 節雄: 数独パズルを解く SAS プログラム, SAS ユーザー総会アカデミア/テクノロジー&ソリューション論文集, 2011 巻, pp.353-pp.363, (2011).
- [5] JapanKnowledge Lib : <https://japanknowledge.com/lib/display/?lid=50010K-127-0043>, (2022.12.18 参照) .