

# 仮定法によるナンバープレースの難易度判定

Classification according to difficultness of Sudoku by indirect proof

○学 正岡 優之介 (弓削商船), ◎正 前田 弘文 (弓削商船)

Yunosuke MASAOKA, National Institute of Technology, Yuge College,  
1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Hirofumi MAEDA, National Institute of Technology, Yuge College,  
1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

**Key Words:** Sudoku, Brute-force search, Indirect proof, Difficulty decision, Primary education

## 1. 緒言

近年, 先進国において理系離れが深刻な問題となっている。これは, 科学技術が発達しモノが溢れかえった先進国において, 生活に対する不満や不便さが少なく, 科学技術によって生み出された生産物を消費することにのみ重きが置かれ, 新たに生産物を生み出す向上心が若者の中で芽生えないことが大きな要因の一つと考えられる。

また日本においてはさらに深刻で, その大きな要因として少子化が挙げられる。近年, 大学への進学率が上昇する一方で, 競争倍率は低下している<sup>(1)(2)</sup>。これにより, 若者の学力低下が著しく, 理系に対する国内での評価が低いことが相まって, 多くの優秀な若者の海外流出が止まらないのが現状である。これは, 若者の間で「日本国内において, 理系が文系より環境の面でも給料の面でも待遇が悪く, 実際に就職してもブラック企業である可能性が高い」と懸念している点も挙げられる<sup>(3)~(5)</sup>。また, 色濃く残る年功序列や学歴差別なども一つの要因とされている。学校の授業に目を向けてみても, 文系科目は時間をかけた分だけの成果が確実に得られるのに対して, 理系科目はセンスや直感が問われ, 時間に見合った達成感が必ずしも得られないという考えが問題視されている。

そこで本研究では, 初等教育の段階から理系への関心を高め, 理系科目の面白さをわかってもらうために, 子供でも分かりやすい数学的パズルを通して, 好奇心を育む教材作りに取り組むこととした。我々が着目した数学的パズルは, ナンバープレースと呼ばれるパズルで, 縦横 9 マス, 計 81 マスに散りばめられた数値をヒントに, すべての空白マスを数字で埋め尽くす簡単なものである。このナンバープレースは, ルールも簡単でゴールが明確であることから, 集中力や忍耐力はもちろんのこと, 達成感を得る教材として適している。しかし, このナンバープレースにも一つ大きな問題があり, 出題されるパズルの難易度が解答者のレベルにマッチしていなければ, 最大限の効果が得られないだけでなく, パズルを解く行為そのものがルーチンワークと化し, まったくの効果が得られないことが分かっている。そこで本論文では, 基礎研究として今後の難易度判定手法の評価基準となるしらみつぶし法と仮定法による難易度判定について述べる。

## 2. ナンバープレースとは

図 1 にナンバープレースの問題例を示す。ナンバープレースとは, 9×9 の枠内に 1~9 の数字を, 3つの制約条件に基づき空白に埋めていくパズルゲームである。また, ヒントとして図 1 のようにあらかじめいくつかの数字が埋められており,

この数字を手掛かりに解き進める。今日では, 世界中で Sudoku や Number Place という名で親しまれており, 日本でも雑誌や新聞, スマートフォンアプリなど, 多種多様な形で広まっており, 国民的なゲームの一つとなっている。

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

Fig. 1 Sample problem of Sudoku

次に本論文で使用するナンバープレースに関する用語について示す。

- ・ナンバープレースの 9×9 の盤面の全体を『グリッド』と呼ぶ。
- ・数字を一つ入れるマスのことを『セル』と呼ぶ。
- ・タテ列のことを『列』と呼ぶ。
- ・ヨコ列のことを『行』と呼ぶ。
- ・3×3 のブロックのことを『正方形』と呼ぶ。
- ・行, 列, 正方形を総称して『ブロック』と呼ぶ。

また上記で述べた 3 つの制約条件の詳細を以下に示す。

列の制約条件: 一列 (9 マス) に 1~9 の数字が 1 個ずつ入る。  
 行の制約条件: 一行 (9 マス) に 1~9 の数字が 1 個ずつ入る。  
 正方形の制約条件: 正方形 (3×3 マス) に 1~9 の数字が 1 個ずつ入る。

## 3. 難易度判定の評価方法

### 3.1 難易度判定に用いる方法

ナンバープレースの解法には, しらみつぶし法と仮定法の 2 つの手法を用いる。また, 難易度判定には試行回数 (空白のセルに一時的に解を嵌めた回数) を用いる。

### 3.2 しらみつぶし法

別名, 力まかせ法ともよばれる手法で, すべての可能性のある解の候補を体系的に当てはめ, それぞれの解候補が問題の解を満たすかを判断するものである。非常に単純で汎用的

であることからコンピュータ処理に適しているが、人がナンバープレースを解く上で用いることは、初心者の中でも稀である。そのため、次に示す仮定法の方がより初心者の思考に近いと考えられる。

### 3.3 仮定法

背理法とも呼ばれる手法で、まず2章の制約条件に基づき、解を決定する。その上で、3.2のしらみつづし法を用い、1つの解が決定した時点で再度制約条件との比較を行うものである。

## 4. 難易度判定評価

### 4.1 しらみつづし法の判定結果

しらみつづし法の判定結果を図2と図3に示す。図2は左上から横方向にかけて優先に検索を行った結果で、図3は四隅から縦横それぞれの方向へ優先に検索（8通り）を行った平均結果である。これらの図の結果より、難易度による相関性があることが見て取れる。また、図3の方が図2より相関性が増していることも見て取れる。

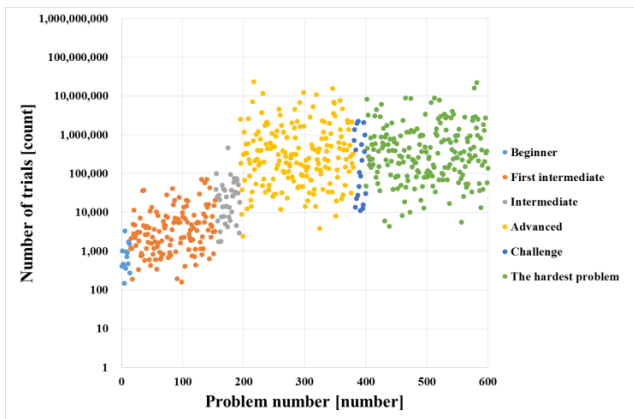


Fig. 2 A single result of brute-force search

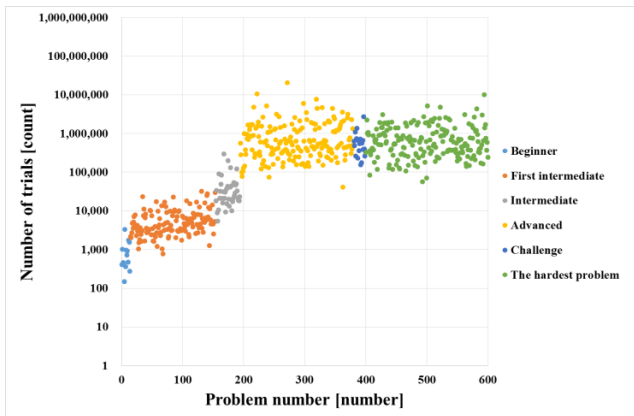


Fig. 3 Average results of brute-force search

### 4.2 仮定法の判定結果

仮定法の判定結果を図4と図5に示す。図4は左上から横方向にかけて優先に検索を行った結果で、図5は四隅から縦横それぞれの方向へ優先に検索（8通り）を行った平均結果である。これらの図の結果より、しらみつづし法と同様に難易度による相関性があることが見て取れる。また、図5の方が図4より相関性が増していることも見て取れる。なお、図のNo trialsは2章の制約条件のみで解が決定した問題であり、初級から中級にかけて分布していることから、難易度判定の一つの指標になると考えられる。

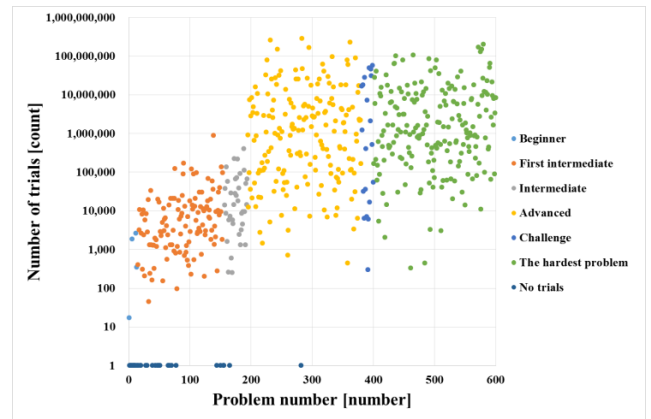


Fig. 4 A single result of indirect proof

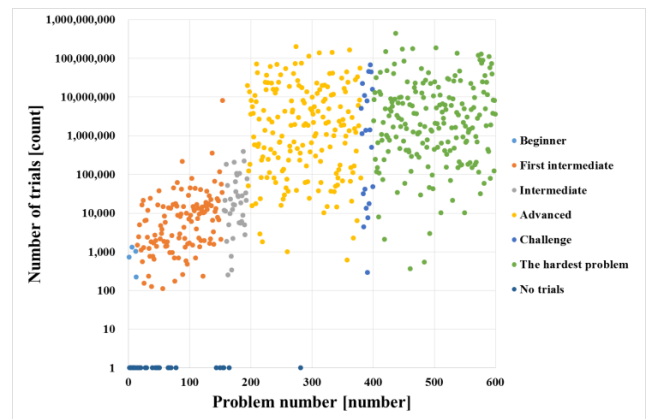


Fig. 5 Average results of indirect proof

## 5. 結言

本論文では、しらみつづし法と仮定法を用いたナンバープレースの難易度判定手法について述べた。また、判定結果を示すとともに、難易度と試行回数に相関性があることを示した。しかし、上級以上の問題に対してこの手法では難易度の判定が難しいことも判明した。そこで今後は、上級テクニックを用いた場合の試行回数を用いて、さらなる難易度分けを行う予定である。また、検索の優先順位をランダムにすることで、より相関性を高めたいとも考えている。

## 文献

- (1) 河合塾, “国公立大 入試結果 (全体概要)”, [http://www.keinet.ne.jp/dnj/result/17k\\_zentai.pdf](http://www.keinet.ne.jp/dnj/result/17k_zentai.pdf) (2018/01/22 アクセス) .
- (2) 文部科学省, “平成 28 年度学校基本調査 (確定値) の公表について”, [http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/other/\\_icsFiles/afiedfile/2016/12/22/1375035\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afiedfile/2016/12/22/1375035_1.pdf) (2018/01/22 アクセス) .
- (3) 増田 貴志, “「理科離れ」 解消のために何が必要か〜「世界一受けたい授業」だけでは、ものづくりの危機は救えない〜”, [http://www.tbr.co.jp/pdf/report/mon\\_d002.pdf](http://www.tbr.co.jp/pdf/report/mon_d002.pdf) (2018/01/22 アクセス), 経営センサー (2017/07/25), pp.1~6.
- (4) 長沼 祥太郎, “理科離れの動向に関する一考察-実態および原因に焦点を当てて-”, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssej/39/2/39\\_114/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssej/39/2/39_114/_pdf) (2018/01/22 アクセス), 化学教育研究, Vol.39, No.2 (2015), pp.114~123.
- (5) 渡辺 良男, “理科離れは止めることはできるのか?”, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsee/56/6/56\\_6\\_85/\\_pdf/char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsee/56/6/56_6_85/_pdf/char/ja) (2018/01/22 アクセス), 工学教育 (2008), pp.85~89.