

Title	15パズルの変形とその最大の最短手数に関する研究
Author(s)	佐藤, 隆太郎
Citation	
Issue Date	2021-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/17100">http://hdl.handle.net/10119/17100</a>
Rights	
Description	Supervisor: 上原 隆平, 先端科学技術研究科, 修士 (情報科学)

## 15 パズルの変形とその最大の最短手数に関する研究

1910106 佐藤 隆太郎

スライディングブロックパズルの一つに、15 パズルと呼ばれるパズルがある。15 パズルは、 $4 \times 4$  のグリッドに、1 から 15 までの番号が書かれた 15 枚のタイルと 1 つの空きマスによって構成される。このパズルの目的は、空きマスに隣接したタイルをスライドする操作を繰り返し行い、特定のタイルの配置に変化させることである。15 パズルのサイズは  $4 \times 4$  から  $m \times n$  に一般化することができ、 $m = n$  のときのパズルは  $n^2 - 1$  パズルと呼ばれる。

15 パズルはルールが簡潔でわかりやすく、サイズを変形させても問題の本質を失わない。パズルのサイズを大きくすると、それに伴って探索空間も大きくなるため、最短手数を求めることは計算量的に難しくなる。そのため、最短手数を求めるための探索手法は、さまざまな研究の対象として利用されている。

$n^2 - 1$  パズルにおいて、 $n \leq 4$  の最大の最短手数は解析されている。8 パズル ( $3 \times 3$ ) は 31 手以内、15 パズル ( $4 \times 4$ ) は 80 手以内で解くことができる。これらの値は、計算機の計算によって得られた結果である。 $n^2 - 1$  パズルの最短手数を求める問題は NP 困難であることが知られており、 $n$  に対する最大の最短手数は分かっていない。

本研究では、パズルの一方の長さを小さい値 ( $m = 2$ ) に制限する。そのような  $2 \times n$  のサイズにおいて、 $n$  に対する最大の最短手数を得ることを目的とする。まず、許容的なヒューリスティック関数として用いられるマンハッタン距離から、タイルの配置に関する解析を行った。その結果から、最大の最短手数と予想されるタイルの配置にはパターンが見られた。そのパターンに当てはめたタイルの配置から、最大の最短手数の下界値が  $n^2 + \lfloor \frac{3}{2}n \rfloor - 1$  であることを示した。また、タイルを目的の位置に配置する問題を部分的に解き、その解の手順の規則性を見つけた。その手順をもとにパズル全体の手順を考えることで、最大の最短手数の上界値が  $\frac{9}{2}n^2 - \frac{9}{2}n - 6$  であることを示した。