

ゲームとパズルの 計算量

上原隆平

北陸先端科学技術大学院大学

UEHARA@JAIST.AC.JP

[HTTP://WWW.JAIST.AC.JP/~UEHARA](http://www.jaist.ac.jp/~uehara)

パズルやゲームの計算量

- 多くのパズルは、

「なかなか解けないけれど、解答を教えてもらおうとすぐわかる」

という性質を持っています。これはNPという計算量クラスの特徴とよく合致します。

そのため、多くのパズルはNPというクラスを代表する「NP完全問題」です。

- ここに並んでいるパズルは、だいたいNP完全問題ですが、例外もあります。

難しいのはどれでしょう。なぜ他より難しいのでしょうか。考えてみましょう。

ハノイの塔

目的: 円盤を隣にすべて移す

ルール: 円盤は一度に1枚ずつ移動する。

小さい円盤の上に大きい円盤を乗せてはいけない。(以下は円盤3枚の例)



驚きの事実: 円盤 n 枚を動かすには $2^n - 1$ 回以上動かす必要がある。 $n=7$ なら $2^7 - 1 = 127$ 回で、 $n=10$ なら $2^{10} - 1 = 1023$ 回も!

ポリオミノ その1



いろいろな形のピースを与えられた
枠に入れるパズル。
この手のパズルは数多く、
簡単なものから難しいものまで
いろいろとあります。

驚きの事実:この問題は
NP完全問題で、ピース数が
増えると手におえません。

ポリオミノ その2

いろいろな形のピースを与えられた
枠に入れるパズル。
この手のパズルは数多く、
簡単なものから難しいものまで
いろいろとあります。

**驚きの事実:この問題は
NP完全問題で、ピース数が増え
ると手におえません。**



ペグソリテア (HI-Q)

目的: ボール(ペグ)を一つだけ残してあとは取り除く
ルール:

1. はじめにどれか一つ取り除く
2. ペグは「隣の隣が一つ空いている」なら隣を飛び越えて移れる
3. 飛び越されたペグは取り除く



驚きの事実: この問題はNP完全問題で、ボール数が増えると手におえません。

シルエットパズル (KABOOZLE)



目的: カードを重ね合わせて
与えられた形を作る。
Kaboozleの場合は、道を作る。

驚きの事実: この問題は
NP完全問題で、枚数が増え
ると手におえません。

ジグソーパズル系



辺同士を合わせて全体を
矛盾なく敷き詰めるパズル。

驚きの事実:この問題は
NP完全問題で、ピース数が
増えると手におえません。

スライディングブロックパズル (TOKYO PUZZLE, RUSH HOUR, 箱入り娘など)



目的:ピースをスライドして
脱出させるパズル。

驚きの事実:この問題は
PSPACE完全問題で、なんと
NP完全問題よりも難しい
と信じられています!