

研究班番号【93】
ブラックボックス

数学班:藤田 洋斗、吉岡 秀樹

要約

ブラックボックスという思考力を問うゲームがあるが、これは他のボードゲームに比べてあまり認知されていない。また、既存のルールでは別解が複数現れる問題が多く存在し、論理思考を問うゲームとしては設定が不十分であった。そこで、このゲームをより面白いものにするようなルールを改善し制定するために、色々な問題を解くことで共通点を見つけていき、その度に仮説を立てていった。そうした研究により、7×7マスの場合では、各列各行に石を1つずつ配置するというルールに則った場合、別解が出るようなことが少なく、ゲーム性の高いものになると推察できる。

1. はじめに

既存のルールでは問題に別解(※)が存在する場合があることが知られている。本研究は、ブラックボックスの難解さを残しつつ、別解が出ないようなゲーム性の高いものにルールを修正し再制定することが目的である。

ルールを詳しく記載しているものが少ないため、簡単に既存の基本的なルールを説明しておく。

(i) 直進

外から入った光は基本的に直進する。

(ii) 吸収

光の進路に石がある場合、光はその石に吸収される。

(例) 3→×

(iii) 斜反射

光が直進し、石のあるマスと頂点を接するマスに達すると、光はそこで90° 向きを変える。

(例) 6→10

(iv) 正反射

一つ間において2つ並んでいる石の中央手前に達すると、光は180° 向きを変える。

(例) 18→18

(v) 例外

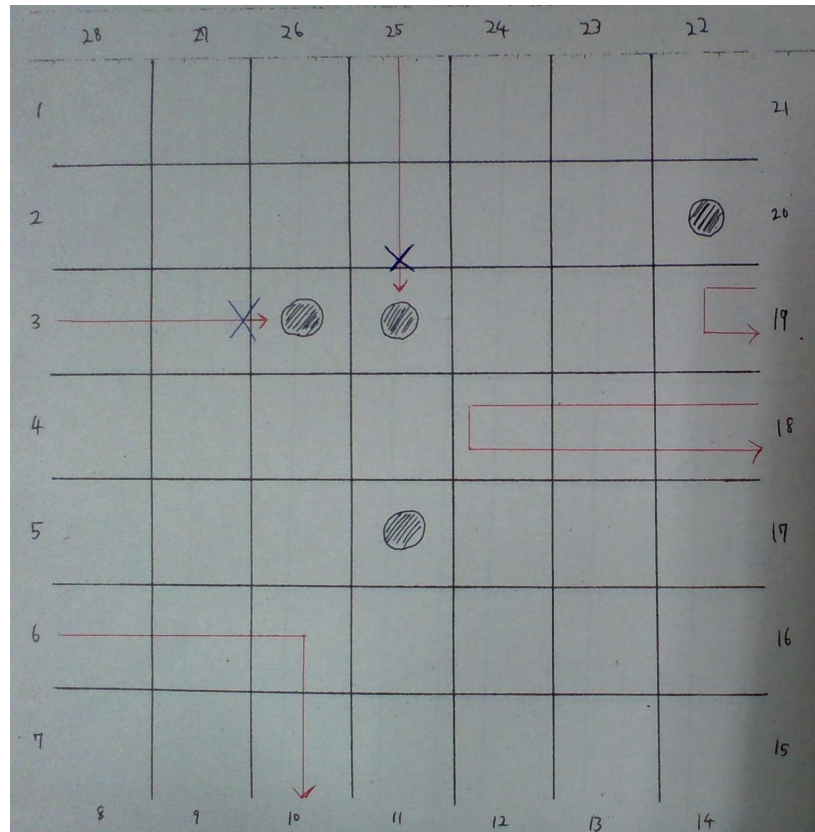
光を当てたマスのすぐ隣のマスに石がある場合、光は中に入らずに外へ出ていく。

(例) 19→19

(vi) 吸収の優位性

吸収と反射または例外の両方が起こり得る場合、吸収が優先される。

(例) 25→×

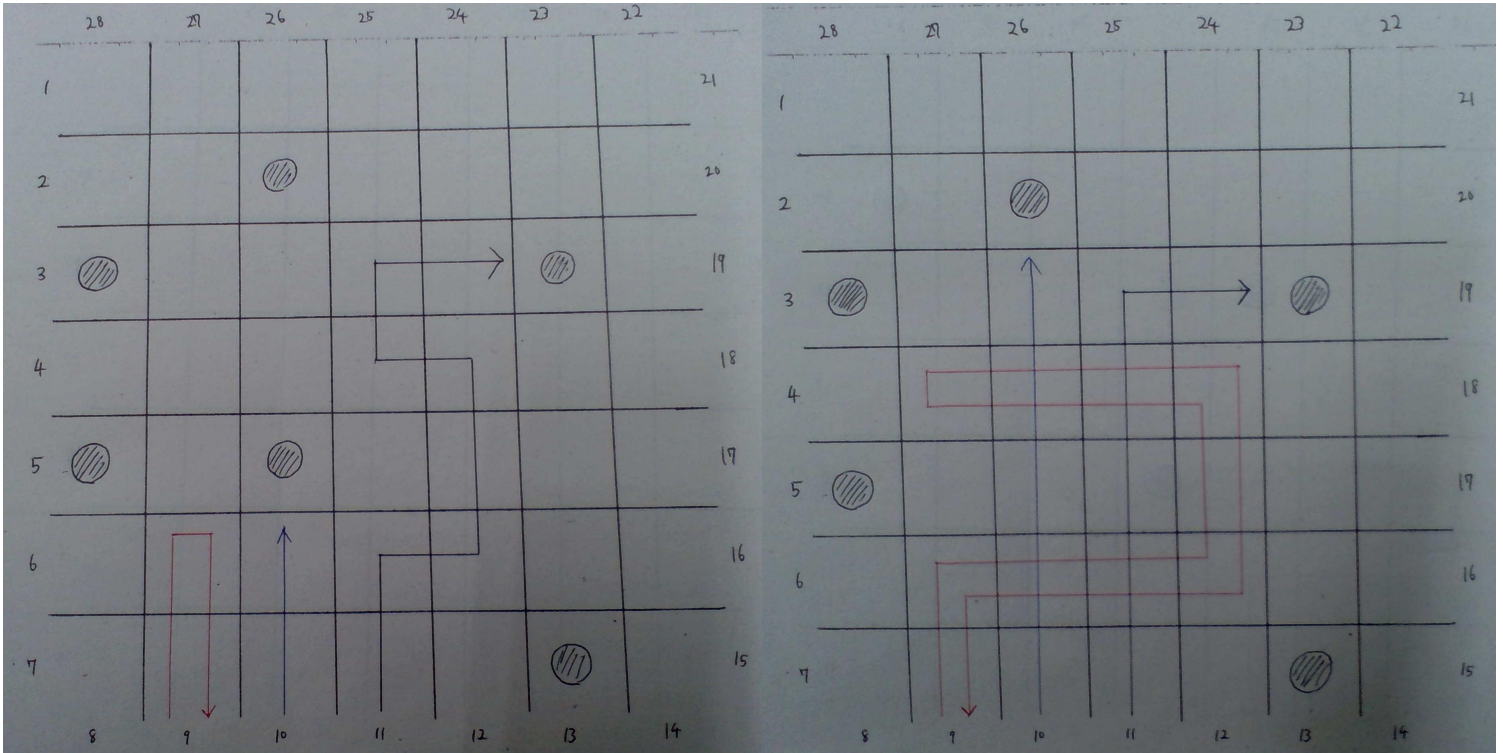


おける石の数はn個以下とする。

※解とは、光の出入りによって定められる石の配置のことであり、別解とはその光によって定められた配置が複数個出てきたときに出题者側の配置と違っている解のことを指す。

《別解例》

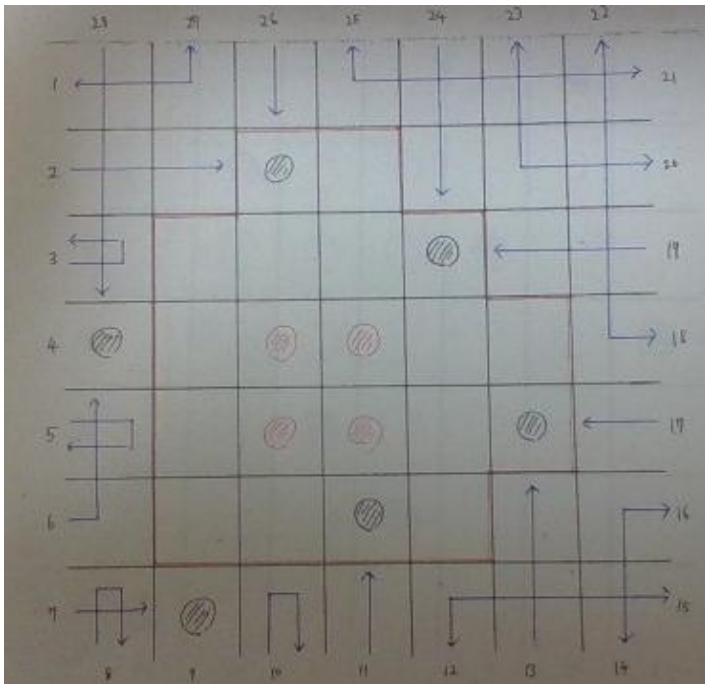
実際はどのマスから光を当てても同じ結果が得られるが、下図ではそのうちの3つを矢印で示した。



2. 実験1

《仮説1に至るプロセス》

①光が石に干渉する範囲は石の周りの3×3マスである。そのため、光が任意の3×3マスを通らなければ、その中心のマスに石をおいても、必ず光の道筋は変化しない。



左図は①を示した例である。

青矢印
=光の道筋

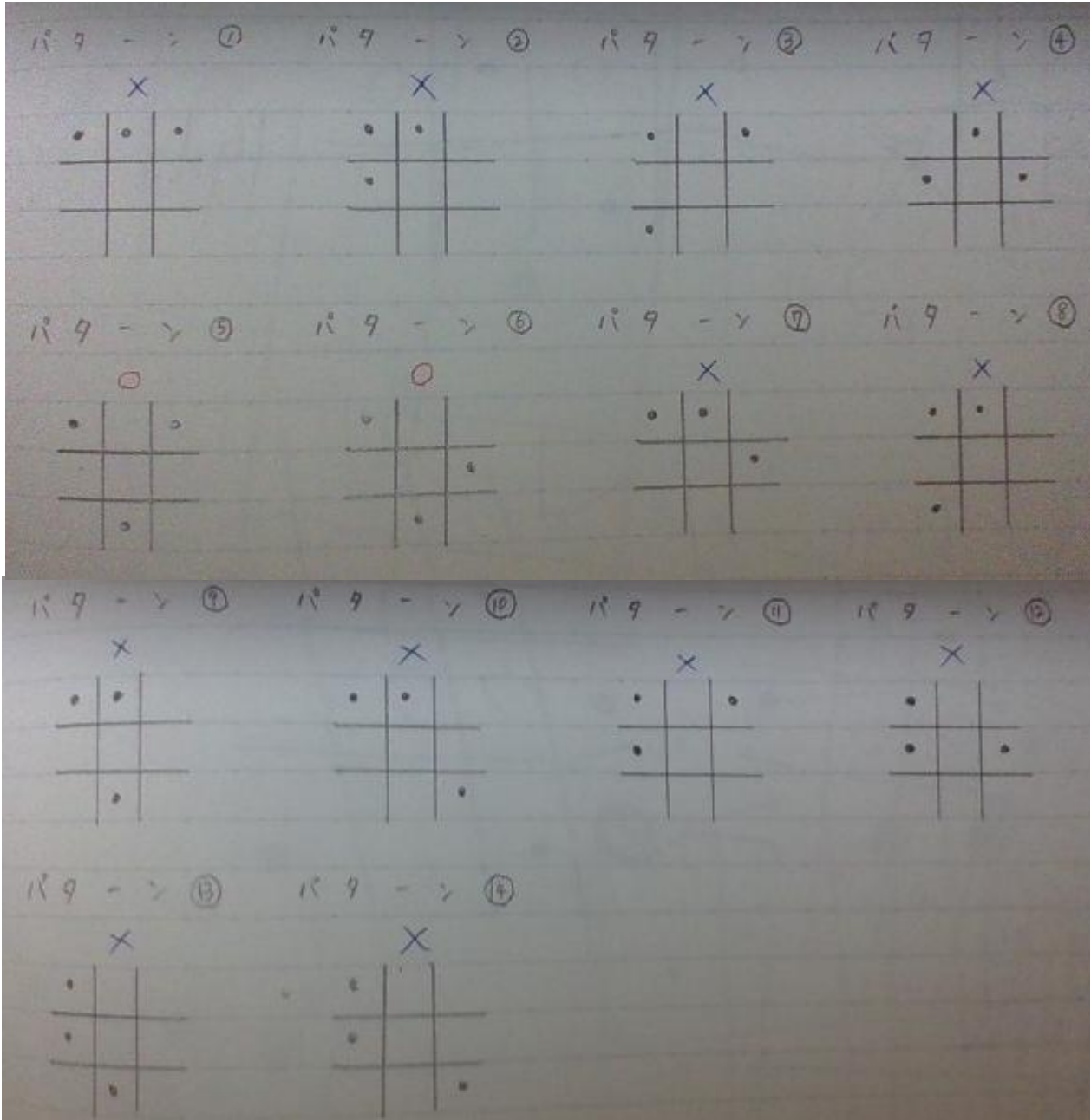
赤線で囲んだ部分
=光が干渉しない範囲

赤丸
=光の通らない3×3マスの中心

赤丸部分では、石を置いても光の道筋は変化しないことが分かる(*)。

*赤丸でない部分に石を置けないという訳ではない。(例) (3, 10)

②3×3マスの場合において、下図のパターン⑤、⑥で示した配置のとき、真ん中のマスに石を置いても光の出入りには影響しないことが分かった。これは7×7マスを考える場合においても、その中の3×3マスとみることを用いることが出来る。



①、②を得られたことを踏まえ、次のように仮説を立てていった。

《仮説1》

光線をすべて書き出し、光線が通らないマスと石との関係性を調べ、光の通らないマスにしか別解が出ることとはないと予想した。そして、色々な置き方を無作為に書き起こし、その後光の道筋を書いて比較した。

《結果1》

光線の通るマス上にも石を置く別解が出てきた。(上記の別解例を参照)

《考察1》

光線の通らないマスにのみ別解が存在するという仮説は、複数の石によって何度も屈折する場合があることを考慮すれば、厳しすぎる条件であったと考えられる。別解の出ないルールを制定していくに当たって、上記のプロセスで示した図中のパターン⑤、⑥の配置を禁ずること、光線の通らない3×3マスを作らないことなどが想定できるが、どちらもゲームのルールとしては非常に複雑になってしまう。また、この方法でルールを制定していくならば、未だに発見できていない5×5マスや6×6マスでの別解を全て見つけた上でルールに明記し、それらの配置を禁止するルールを制定していく必要があるため、現実的ではないと思われる。

3. 実験2

《仮説2》

研究を進めていくうちに、出てくる答えが1つになる置き方が複数あり、それに共通していたのは、各列各行に1つずつ石を配置する置き方であった。この時、実験で使用した石の配置の場合は、最外マスの2列2行に置いている石の配置はすべて分かっていた。2列2行が確定すると考えて実験を進めることにした。また、2列2行が確定すると考えた理由としては、最外から2列2行目に置いている石は、最外から1列1行目から光を入れたときの光が向かって右回りの向きの光線なら右の壁に、左回りなら左の壁に抜けることで判明する。また、最外の1列1行目に置いている石は2列2行目に置いている石との関係で絞っていけば判明している結果最外の2列2行が確定してはいるのではないかと考えた。

《方法2》

石は各列各行に1つずつおき、最外の2列2行に置いている石の配置はすべて分かると考え、残りの真ん中の3×3マスに存在している石と光の入り方を調べた。この時、最外の2列2行におく石の配置の仕方とその配置における真ん中の3×3マスへの光線の入り方を調べた。(このとき、3×3マスのまわりの1列1行を通過する光は、入っていないものと考え、3×3マスのまわりの1列1行目で吸収される光は入っているものと考えた。) 3×3マス内の石の配置を考え、その3個の組み合わせを変えて調べていった。

《結果2》

各列各行に置いたとしても、確定しない場合が有り、かつ最外マスの2列2行に置いている石が確定するという仮説も誤りであった。

《考察2》

上記のように、2列2行の配置においても別解が出てくる配置の形が存在していると思う。また、なぜ、2列2行が確定しやすいのかは、おそらくまず外から2列2行目に置いている石は最外の1列1行目から光を入れたときにおおよそ確定するが、その周りにある石(最外の列行に置いている石)との関係で一つにも求まりきらない置き方が存在し、それには規則性があると予測した。

4. 考察

実験の際、各列各行の場合最外マスの2列2行が確定しない石の配置の方が多かったため、逆に確定する置き方を探し、そこから真ん中の3×3における石と光の数を調べていくと解が1つになる置き方が判明すると予想した。また、各列各行というルールを決めると、正反射が存在しなくなる上に、石が隣り合わせになってしまうと吸収が一箇所に固まることで複雑な配置で無くなってしまいうため、ゲームが一気に簡単になると予測できる。また、解答者が1列1行に置いていることを知っているならば、解が一つに定まりゲーム性としては高くはなるが、難解さがなくなり面白さが欠けてしまう恐れがある。

5. 結論

本研究では7×7マスでの研究すら終わらなかったが、次に研究を続けるならば、最外の2列2行がすべて確定するような置き方を探していくところから始めるべきだと思う。そしてn×nマスでの解法を見つけて解が一つに決まるようなルールを制定し、ブラックボックスを広げてほしい。

6. 参考文献ならびに参考Webページ

<http://www.torito.jp/puzzles/303.shtml>