

魔方陣の解き方を学べるゲームアプリの開発

1. テーマ設定の理由

魔方陣を調べていくうちに、昔の偉人デューラーが描いたメランコリア I という絵には 4×4 の魔方陣が描かれていることから、昔から研究されていたことを知った。昔から研究されていた魔方陣には、魔方陣にしかない特性を持っているのではないかと考え、その有効性を考察したところ、行列解析を通して、ウェブサーチアルゴリズムに使用できるということが分かった。まず、魔方陣そのものを誰でも簡単に理解することが出来るようにゲームアプリを制作して、その有効性を検証してみることにした。

2. 研究内容について

- (1) 魔方陣とは… $\bigcirc \times \bigcirc$ の正方形の方陣に数字を置いていき、縦、横、斜めのいずれの列においても、その列の合計が同じになる数。
- (2) ウェブサーチアルゴリズムとは…Google などの有名な企業が使用している検索エンジンシステムのアルゴリズムであり、ページの関連性を見て、行列を使ってどの順番で表示されるかを決めている。
- (3) $3 \sim 6$ 次魔方陣のできる個数 (回転、鏡像不可)
 3 次魔方陣…1 通り、4 次魔方陣…880 通り、5 次魔方陣…約 2 億 8 千万通り
 6 次魔方陣…約 1800 京通り
- (4) ルールを変えた魔方陣の種類
 完全方陣、対称方陣、親子方陣など
- (5) 3 次魔方陣の証明 (①、②、③、④)



図 1 デューラーの銅版画 (メランコリア I)

① どこを足しても 15

1	2	3
4	5	6
7	8	9

$(1+2+3+\dots+n^2)$
 $n=3$ を代入
 和が 15

② 中央が 5

a	b	c
d	e	f
g	h	i

$a \sim i$ には 1~9 が入る
 中央に沿って縦、横、斜めの合計は
 $3e+45=60$

③ 角に 1 は入らない

1	b	c
d	5	f
g	h	9

$a \sim i$ には 1~9 が入る
 $a=1$ を入れると
 $i=9$ と分かる
 $c+f=g+h=6$
 c, f, g, h には 1, 5, 3 は $\times$
 $c, f, g, h = (2, 4)$ より不適

④ 完成

2	9	4
7	5	3
6	1	8

図 2 三次魔方陣の証明

(6) 4 次魔方陣の証明

① 縦、横、斜めどこ足しても 3 4

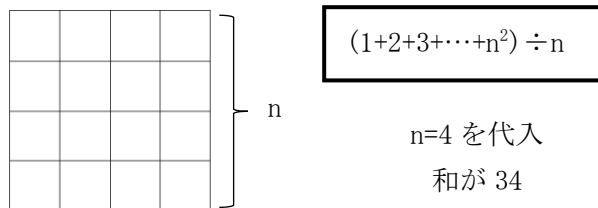
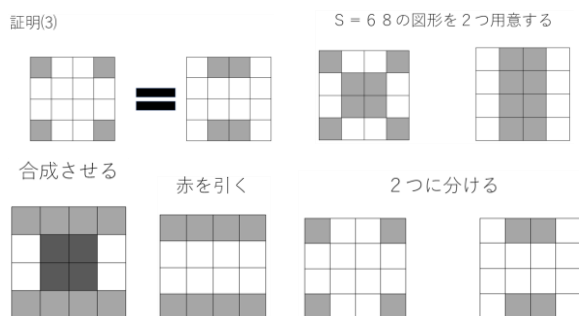
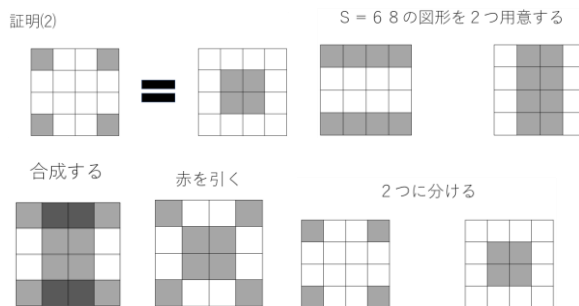
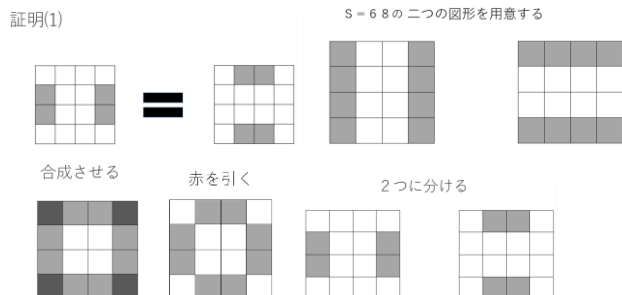


図 3 4 次魔方陣

② 縦、横、斜め以外に合計が 3 4 となる図形



図 4 合計が 34 となる図形



12	5	14	3
8	9	2	15
1	16	7	10
13	4	11	6

図 5 4 次魔方陣の例

(7) ゲーム制作の説明

(ア) 初期のアプリ

- ・ウィンドウの中心に魔方陣のマスを大きく表示されている。
- ・その下に設定や選択ボタンが表示されている。

(イ) 大学の先生のアドバイスからアプリに応用させた点

- ・楽しくゲームができる。・だれでもアクセスできる。
 - ・ユーザーの意見や評価を取り入れる。操作のしやすさ。
 - ・デザイン、グラフィック（見栄え大事に）。
 - ・バグがない。マニュアル、ヘルプ、サウンド
 - ・使用メモリ、通信料の負担の軽減。スマホ、PC、タブレット
 - ・アイコン、サムネイル、印象に残るタイトル・ユーザー同士の共有
- バグがないとは…・不具合がない・落ちない・チートできない・不正に対応

(ウ) ユーザーからの意見

- ・クリアしたとき、失敗したときの演出が分かりづらい。・タイマーを回す。
- ・タイムでスコアがわかるようにする。・説明のところを詳しくしてほしい。
- ・重要な所の主張を強くするヒントを段階ごとに見られるようにしてほしい。
- ・マスを見やすくする。選んでいるマスをわかりやすくする。
- ・マスに数字を打ったら次のマスに移動する。・バグの修正。



図 6 初期のアプリ

(エ) ゲームの説明

- ・左上にあるのがアイコン。・その下にあるのがタイトル。・カラーチェンジ…黒、白
- ・モードチェンジ…3×3、4×4・スタート→shift でも可 ・確認→enter でも可
- ・難易度…簡単、普通、難しいに変更可・段位…解けた速さに応じてタイマーの色が変わる。
- ・説明…操作の仕方などがあり、ヒントを押すと解き方が出る。



図7 完成したアプリ

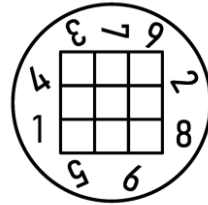


図8 「エネスク」のアイコン

(オ) アプリの効果の比較

アプリの効果の比較をするために、6人にパターン1（3人）と2（3人）を受けて正答率を比較した。

1. アプリ→テスト→文章→テストの順番でやった場合…1回目のテストの正答率 83% 2回目 92%
2. 文章→テスト→アプリ→テストの順番でやった場合…1回目のテストの正答率 83% 2回目 100%

3. 考察

文章の説明を受けてからアプリによるゲームに取り組んだ人のほうが2回目のテストの正答率が高かった。その要因を考えてみると、アプリの方は魔方陣の問題を穴埋めするが、文章での説明では、実際にアプリみたいに問題を解かないので、魔方陣の解き方と結びにくく、理解しにくいためだと考えられる。

4. 今後の課題

- ・5次魔方陣など穴埋めパズルの種類を増やすこと。・バグを見つけて修正すること。
- ・アプリの効果の実験を比較した対象の人数が少なかったため、より多くの人にやってもらいアプリの効果をもっと正確にする必要がある。

5. 参考文献

- ・空間情報クラブ「魔方陣 | マス目を使ったパズル」

<https://club.informatix.co.jp/p=8329> (2022/7/26/13:00)

- ・「IT用語の解説+判じ絵 魔方陣」

<https://daido-it.ac.jp/?p=8329> (2022/7/26/13:00)

- ・『魔方陣の世界』 2013年8月10日 日本評論社 大森清美

(7)において制作したゲームアプリのインストールリンク：

https://www.mediafire.com/file/crzlnnqts0kyux/EnneaSquares2023-1-18_installer.exe/file

謝辞

この度は、東京都市大学情報工学部情報科学科の相原先生には、課題研究をご指導してくださり誠にありがとうございました。