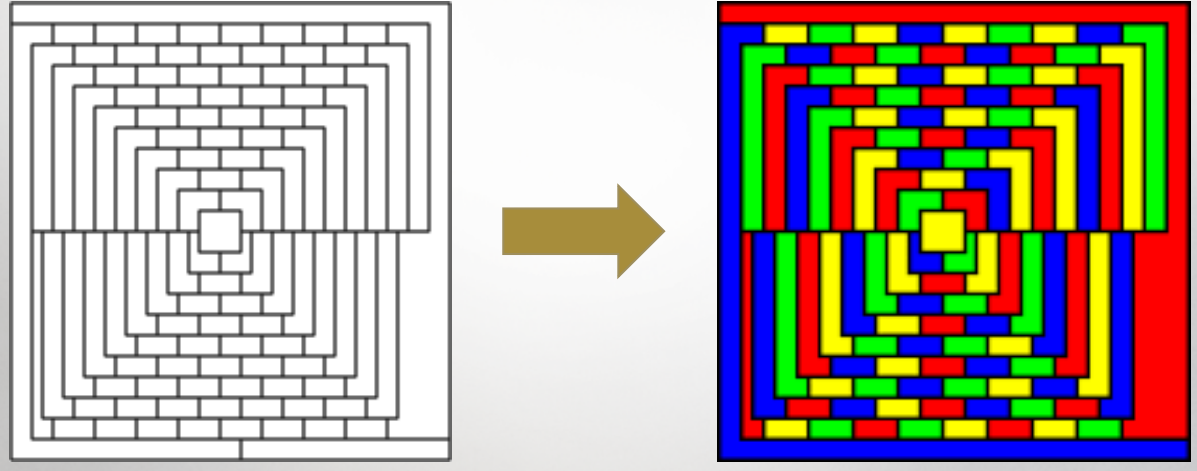


四色問題パズルソルバーの製作

卒業研究中間報告 Q13-041 氏名 阪田 雅哉

四色問題(四色定理)とは？

- ❖ いくつもの図形も、隣接する領域が異なる色になるように塗り分けるには四色あれば十分だという定理



[出典] <http://moba.blog55.fc2.com/blog-entry-24.html>

四色問題の歴史(1)

- ❖ 1852年、ド・モルガンがハミルトンに「四色で塗り分けられないような地図はないのかしら」という手紙を送ったことがきっかけで定式化
- ❖ 1890年、パーシー・ヒューウッドにより「地図を塗り分けるには五色で十分である」ということが証明される
- ❖ この問題は、グラフ理論における最も有名な未解決問題と位置づけ

四色問題の歴史(2)

- ❖ 1976年、ケネス・アッペルトとヴォルフガング・ハーケン、ハインリッヒ・ヘーシュより考案された「放電法」と呼ばれる手続きを改良
- ※ 当時の高速コンピュータで約10万時間(約11年)かかる計算
- ❖ コンピュータを利用して、領域の配置集合を1,482種類に場合分けし、それらがすべて四色で塗り分けられることを証明した

[出典] http://www.geocities.jp/beautiful_ba_w_ma/08/rkishi.html



四色問題の歴史(3)

- ❖ この証明は、人手による実行が(事実上)不可能ほどの複雑なプログラムだったため、ハードウェアやソフトウェアのバグの可能性などの懸念から、その確実さに疑問視する声も...
- ❖ 1996年、ニール・ロバートソンによりアルゴリズムやプログラムの改良による再証明が行われるなど、第三者による複数の改良された証明が行われ、四色問題の証明は確実視されるように

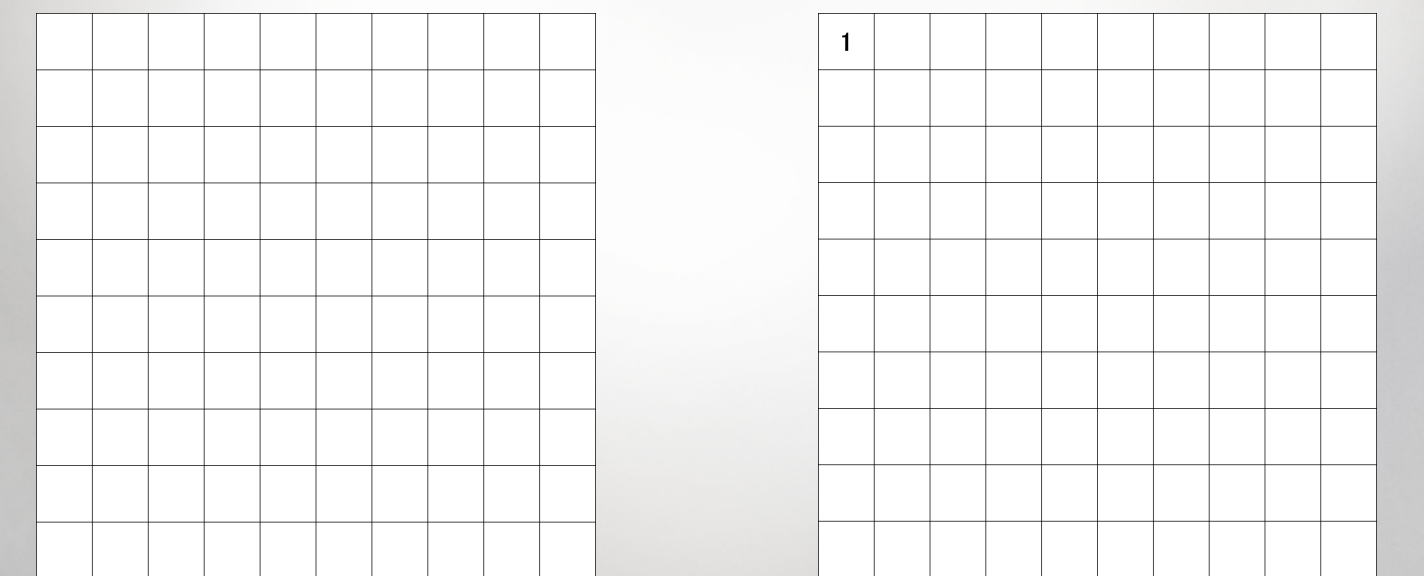
四色問題の歴史(4)

- ❖ 2004年、ジョルジュ・ゴンディエが定理証明系 Coq を用いてよりシンプルな証明を行うなど、コンピュータの応用手法の洗練によりより確かな手続きで証明が行われる
- ❖ 現在では四色定理は地図作製だけでなく、携帯電話の基地局の配置などにも応用されている

研究内容(1)

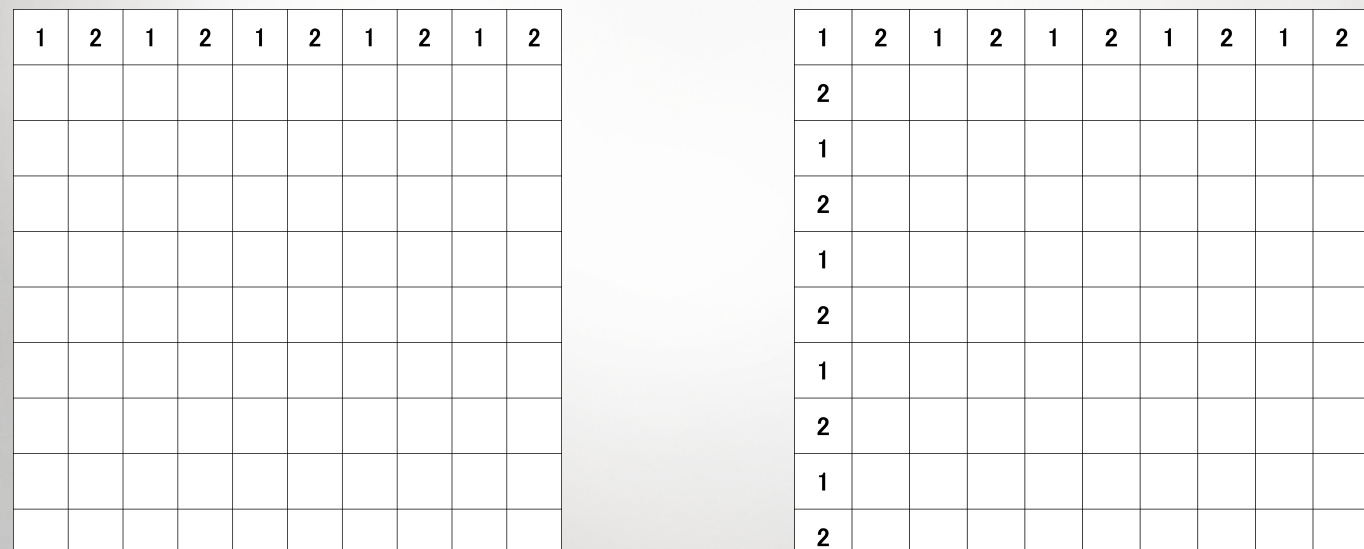
- ❖ 四色問題のプログラムを作成するため、まず基礎として方眼紙モデルを作成した

1. 10×10 の正方形領域を設定する $x(i, j)$ とする
2. 色を 1, 2, 3 と数字で代用する $x(1, 1) = 1$ とする



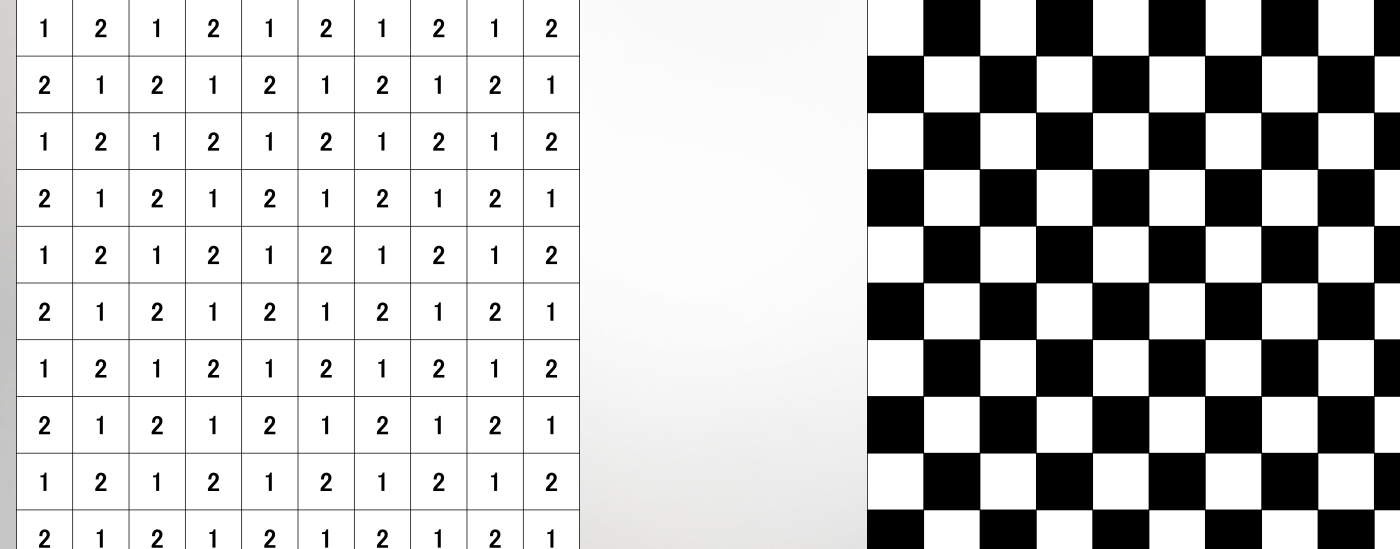
研究内容(2)

3. $i=1$ と固定し、 $x(1, i)$ について、隣が 1 の色なら 2, 2 の色なら 1 とする
4. $j=1$ と固定し、 $x(1, 1)$ について、隣が 1 の色なら 2, 2 の色なら 1 とする



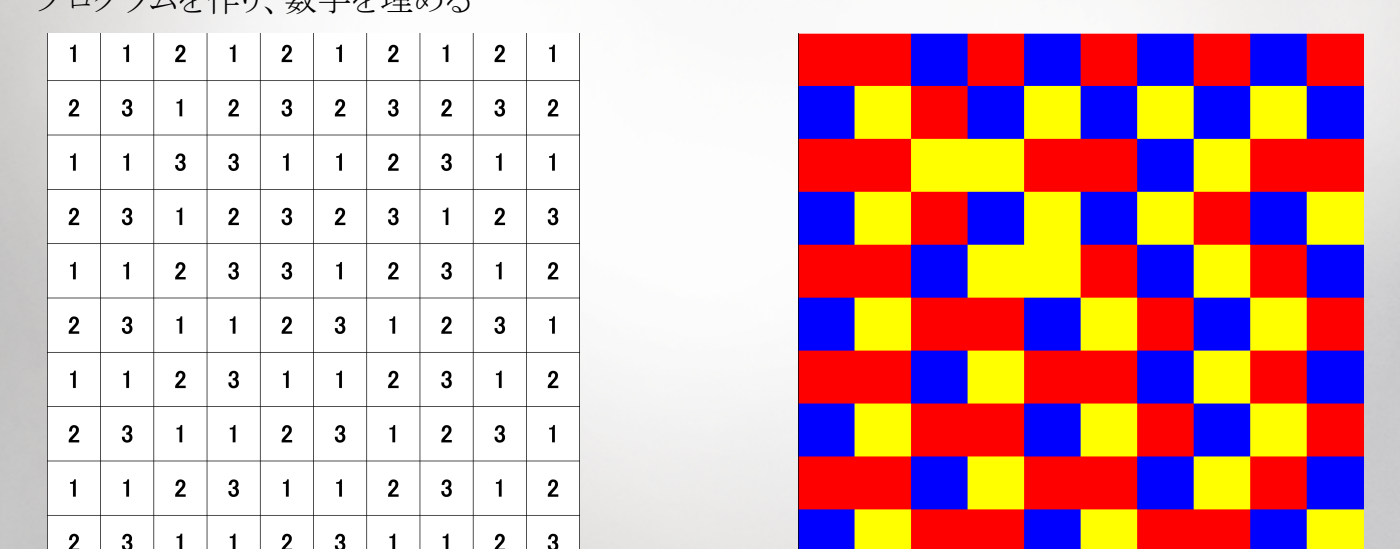
研究内容(3)

5. $i=2, 3, \dots, j=2, 3, \dots$ について $x(i, j)$ を 2 方向の色とは違う色に設定していくプログラムを作る
6. 5 で作ったプログラムに色をつけ加える



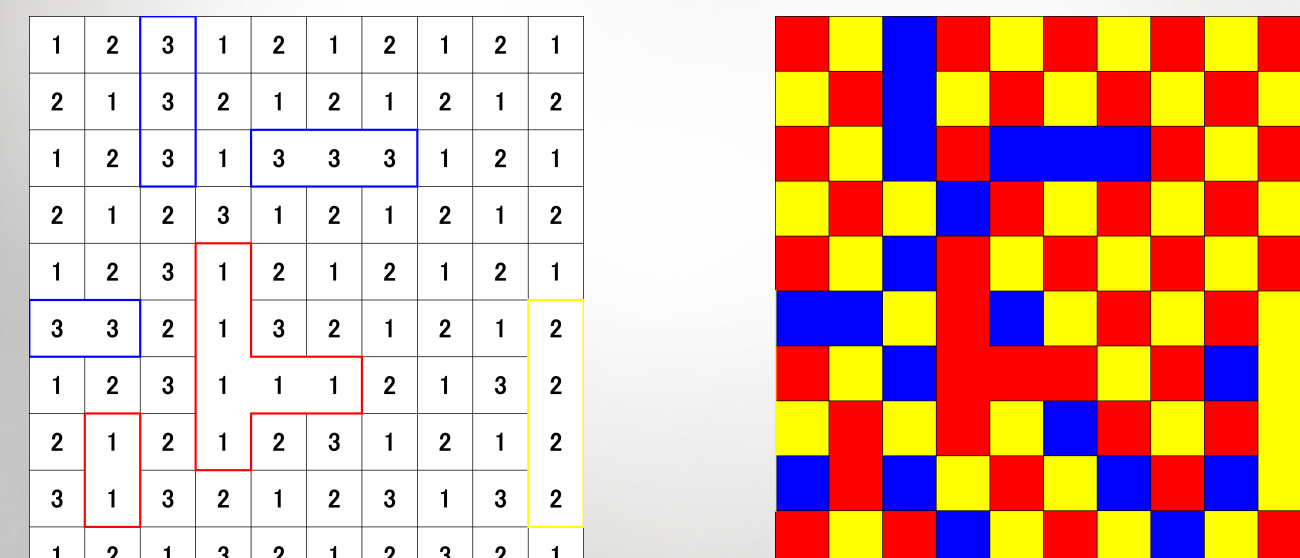
研究内容(4)

7. 5 と同じように三色で対応できるようにプログラムを作り、数字を埋める
8. 7 で作ったプログラムに色をつけ加える



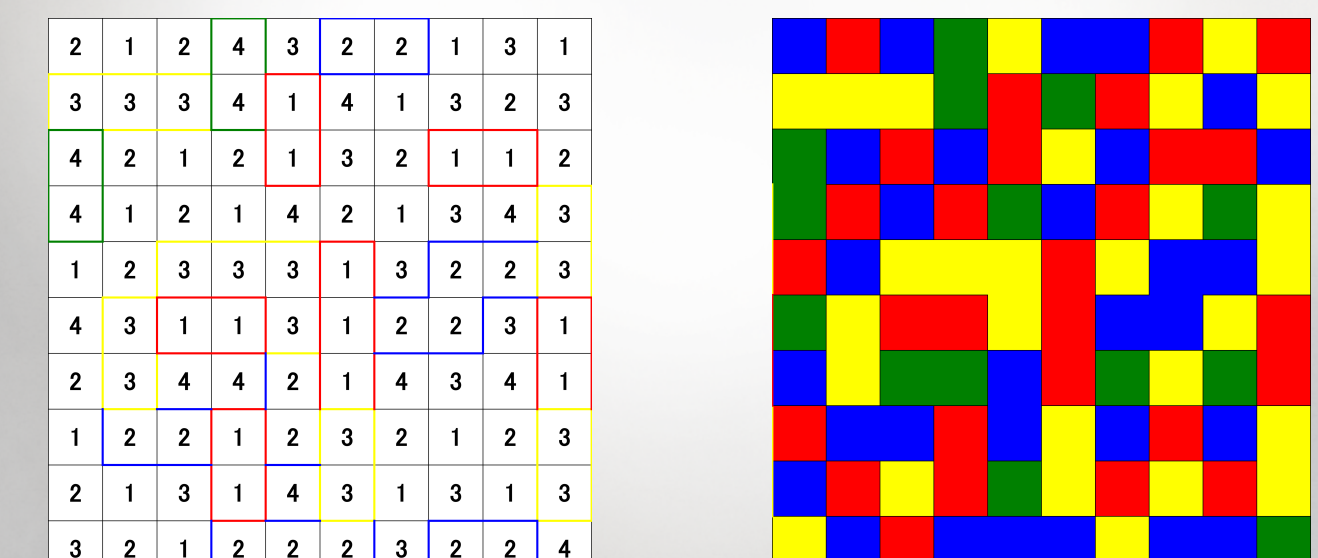
研究内容(5)

9. 新たに、セルを区切っている辺を消せるようにし、セル同士を結合する(3色の場合)
10. 9 で作ったプログラムに色を加える



研究内容(6)

11. 9 と同じようにセルを区切っている辺を消せるようにし、セル同士を結合する(4色の場合)
12. 11 で作ったプログラムに色を加える



今後の研究について

- ❖ 方眼紙モデルを応用し、さらに複雑な図形にも色分けができるように対応していきたい
 - ・ 日本列島、アメリカ合衆国、トーラス(ドーナツ型)、etc...
- ❖ また、最終目標として、ユーザーが任意に描いた図形に対しても、色分けが対応できるようにプログラムを作成していきたい

[出典] http://www.misterdonut.jp/m_menus/donut/donut2.html

