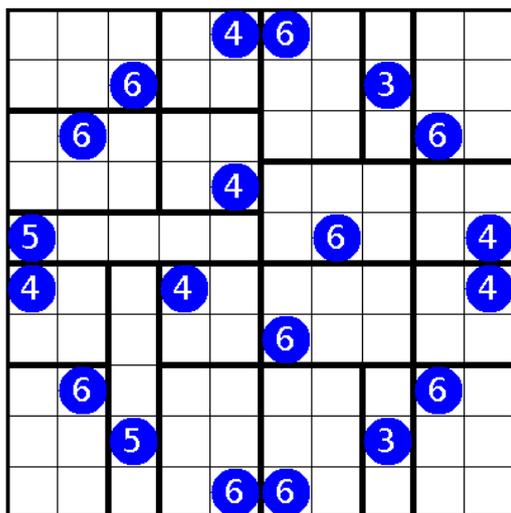
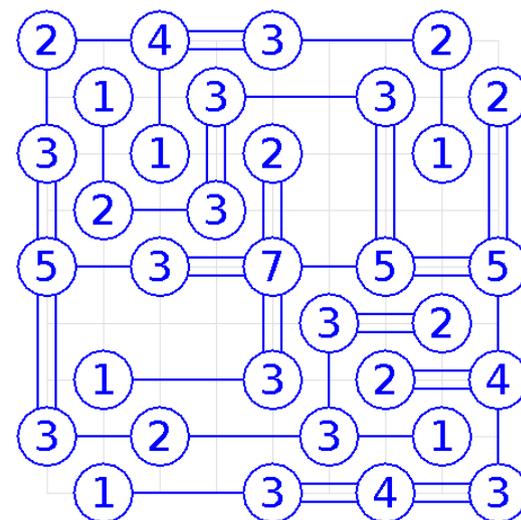


商用パズルの作成支援および自動生成 四角に切れ・橋をかける

組合せゲーム・パズル ミニプロジェクト
第8回ミニ研究集会
2013年3月1日 電気通信大学



株式会社タイムインターメディア
知識工学センター 藤原博文
<http://www.puzzle.gr.jp/>





パズル@知識工学センター

パズルの問題作成

コンピュータ利用 ⇔ 手作り

AI利用

作成方法

コンピュータで作成支援

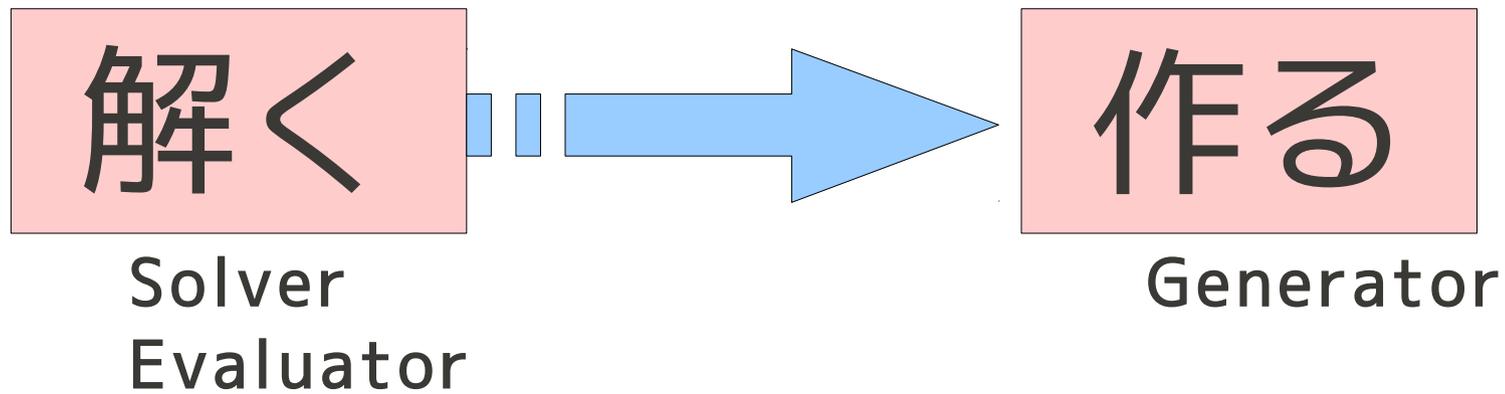
コンピュータで自動生成

実社会に問題を販売

書籍・雑誌

携帯、ネット



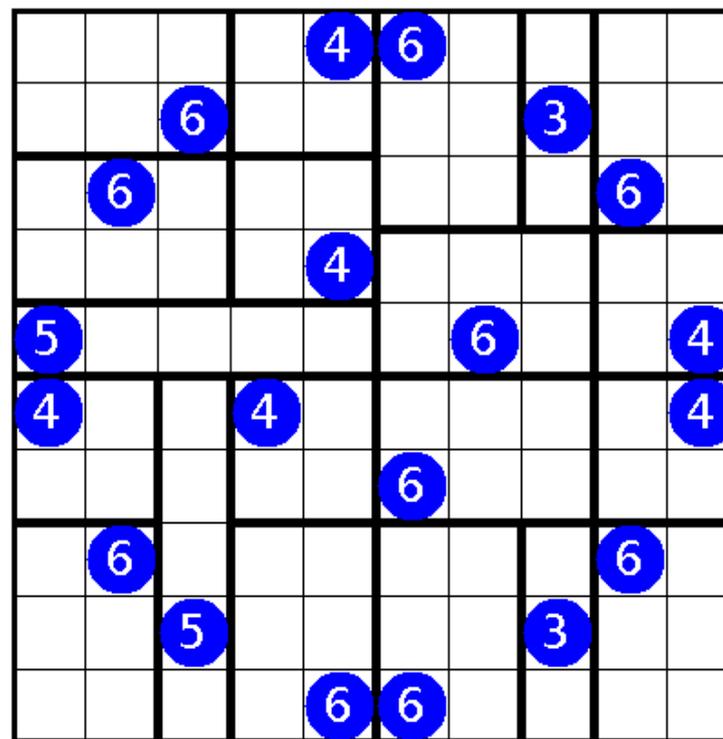
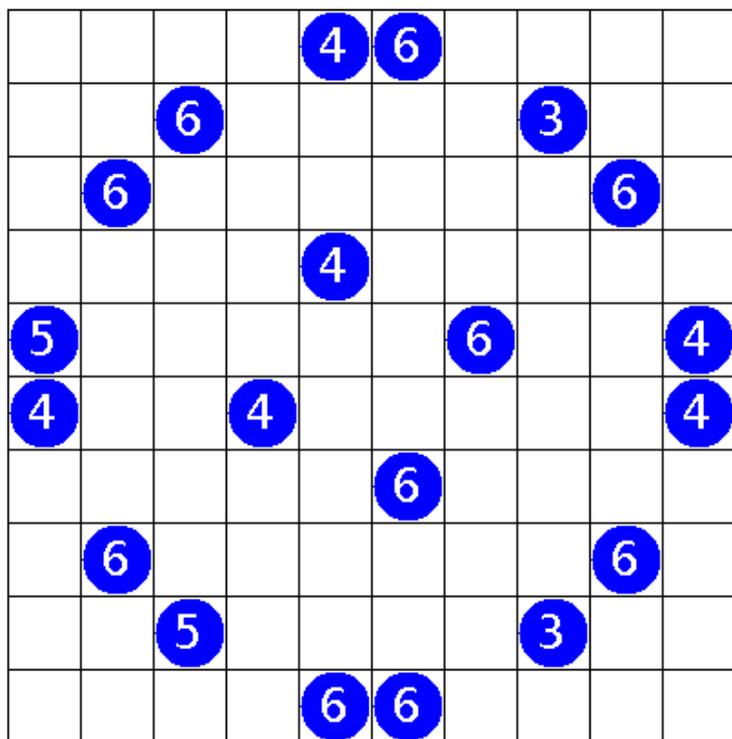


- 高速な Solver
- 知的レベルの制御
- 漸進的に変更可能
- *問題生成はそれ程困難ではない*
- *解くより作る方が面白い！*



Numer Area(四角に切れ)

ルール 盤面を互いに重ならない長方形を分割
各長方形に数字が1つ入り、数字は長方形の面積

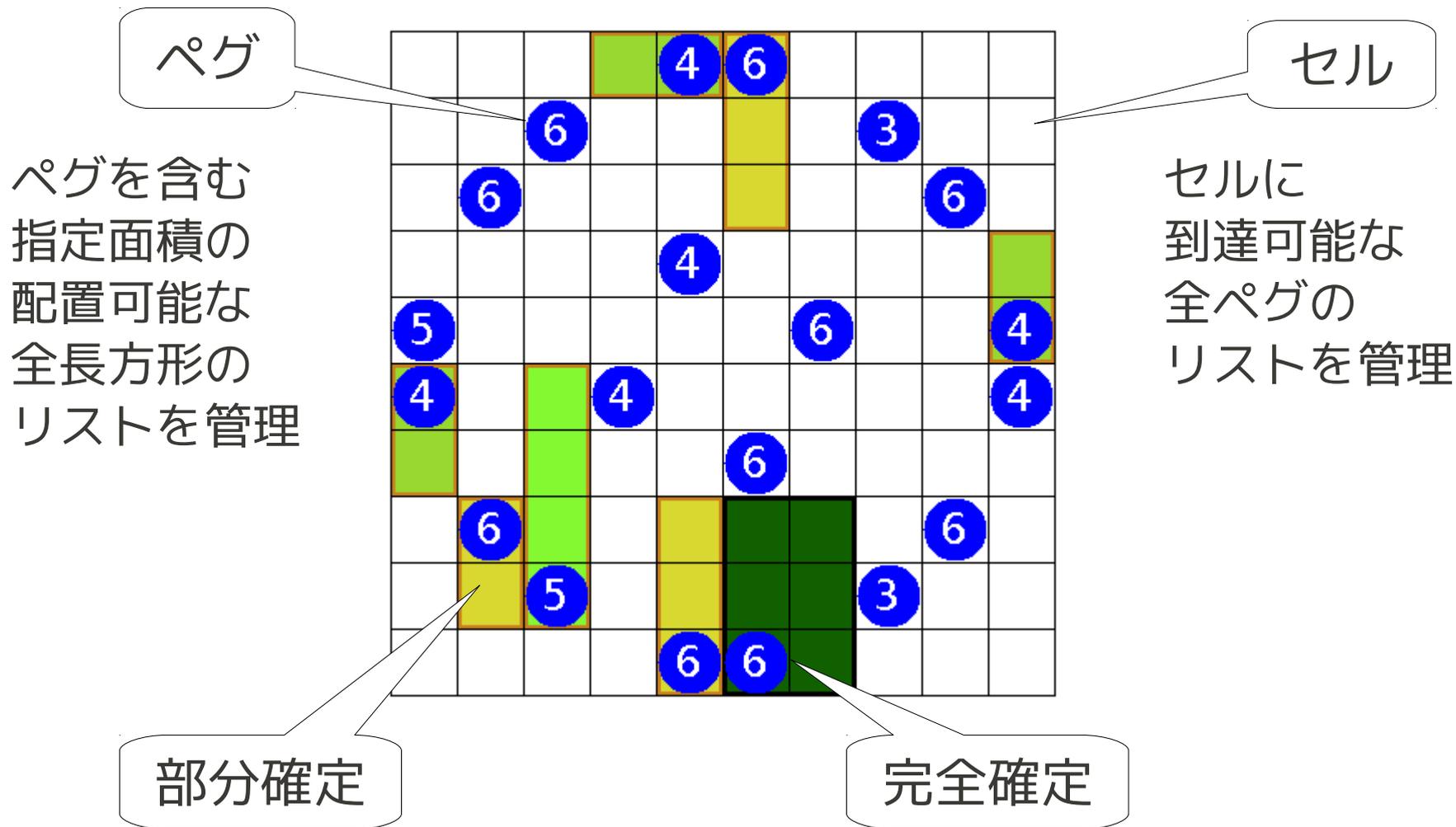


プログラム

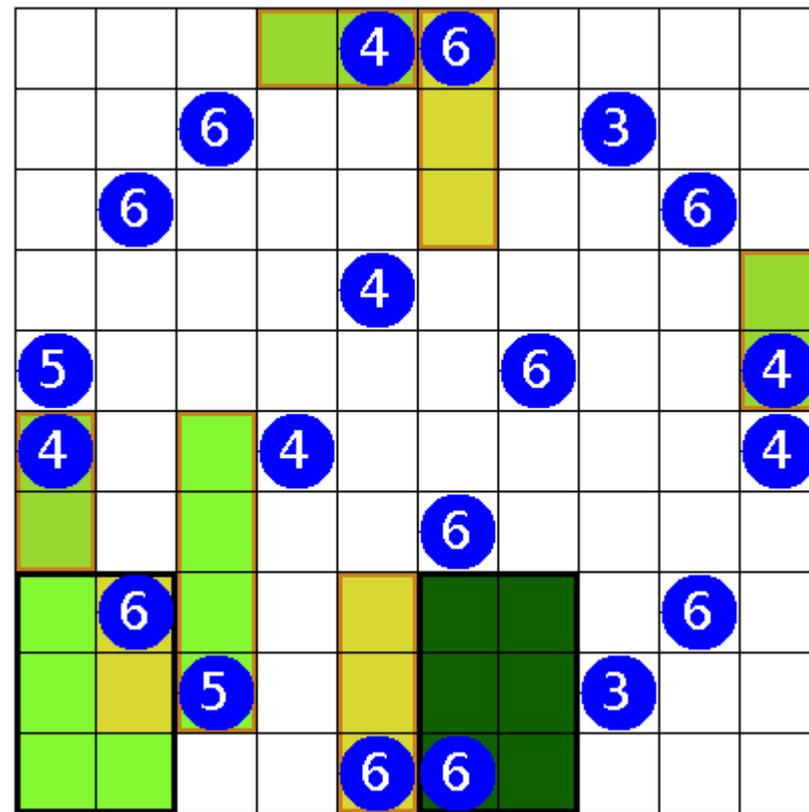
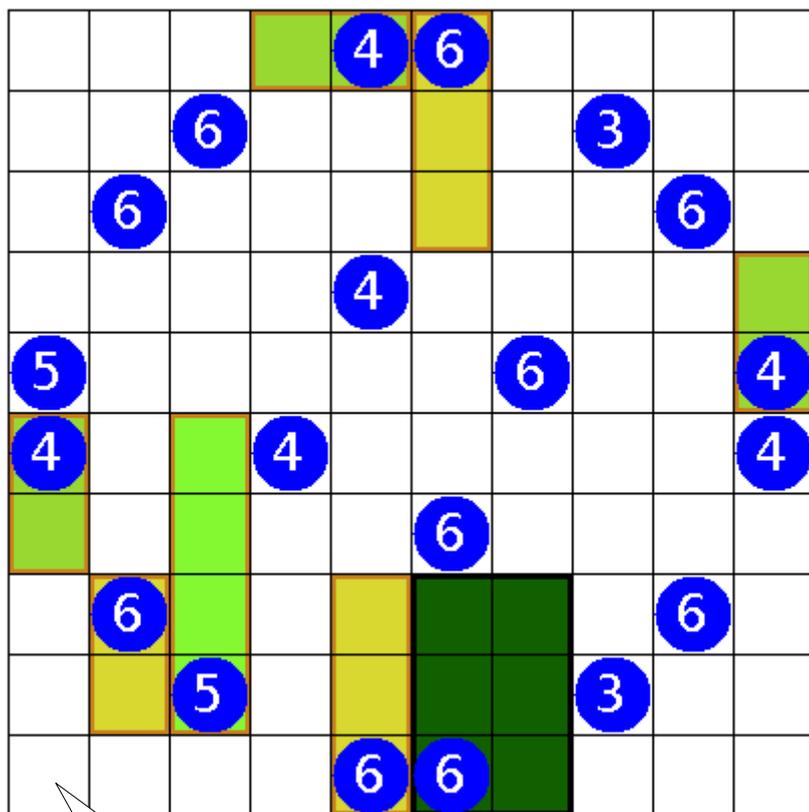
プログラム	Java
データ	XML (かなり手抜き)
出力ファイル	Excel(CSV)
Solver	ほぼ完成
難易度評価	結構正しい
Generator	人手による長方形分割
自動化	これから



可能な全長方形の共通部分



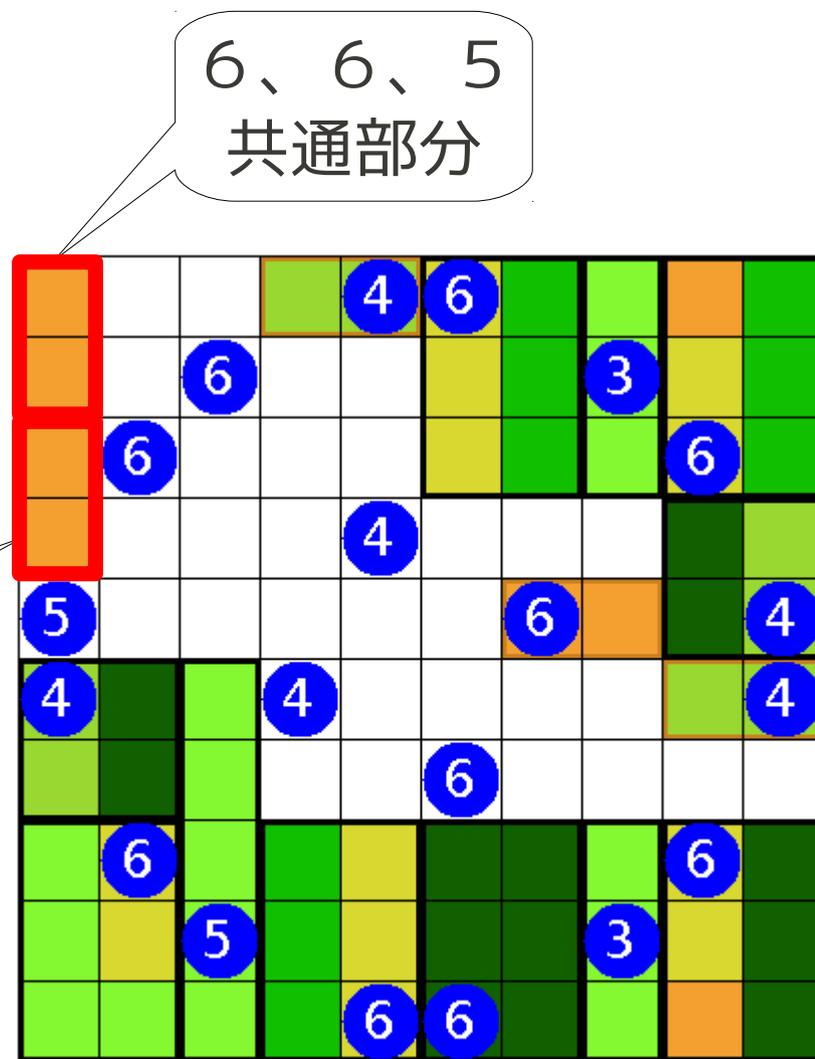
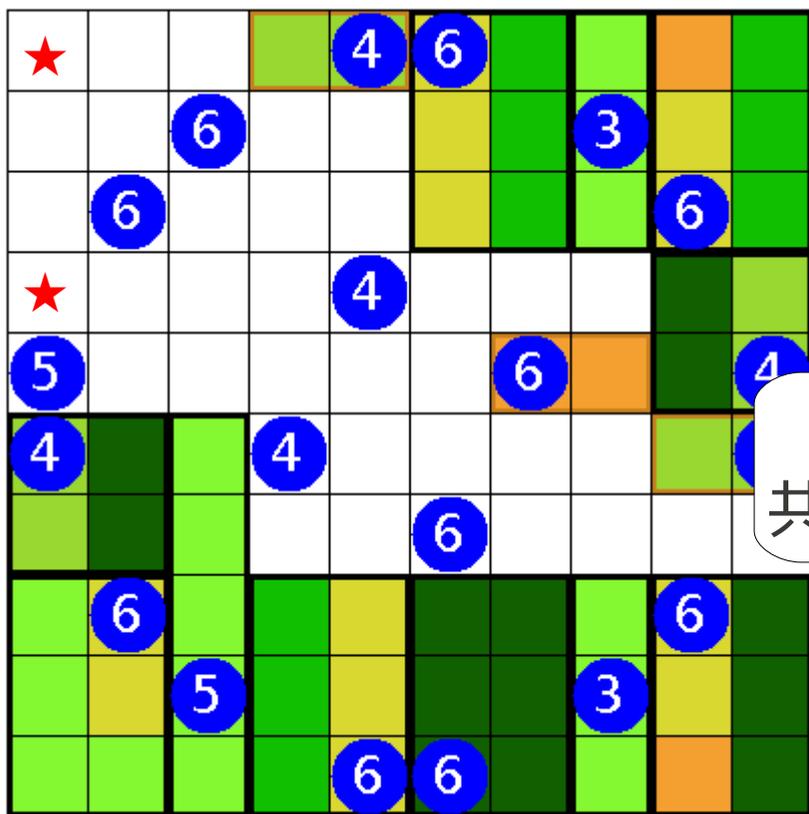
単一到達セル



6だけが到達可能



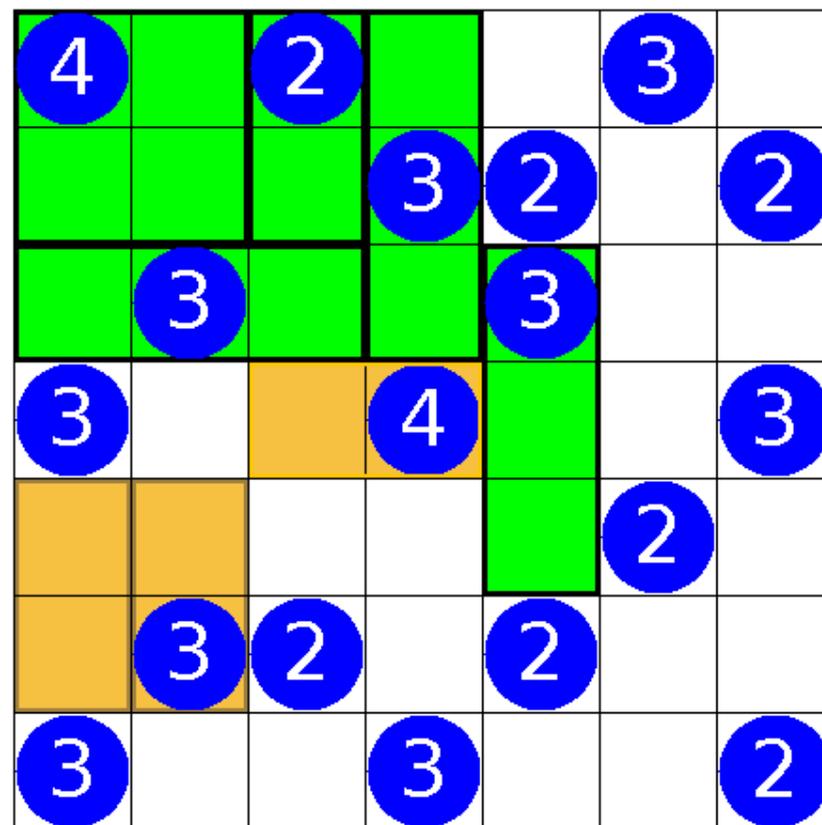
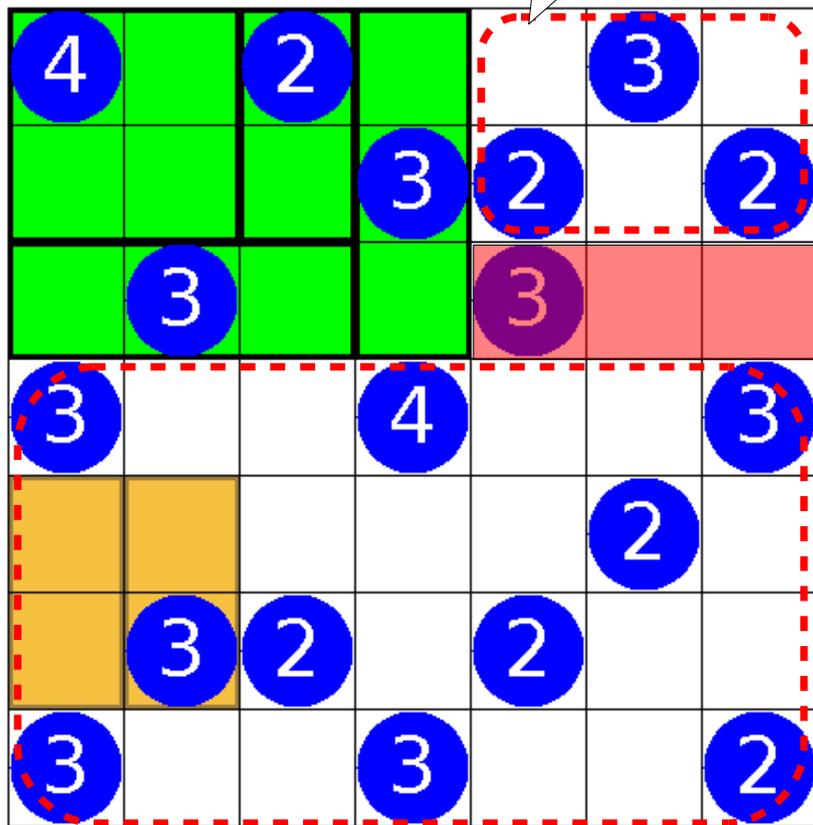
可能な全長方形の共通部分(島)



未決定領域の分離

面積の調査

不整合



難易度

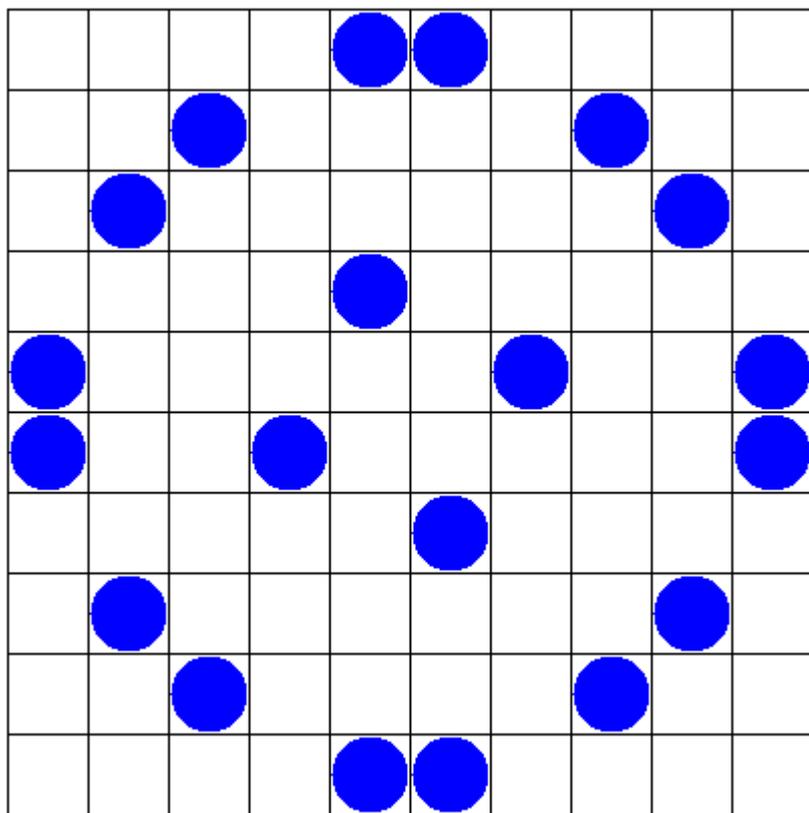
- 問題の難度 = \sum 手の難度(i)
- 手の難度 =
 選択手の基本難度 + 盤面難度
- $1/\text{盤面難度} = \sum 1/\text{基本難度}$
 (並列抵抗)

難易度計算の問題点

- 選択する経路で違う
- 速度低下
- 人間の難易度感覚との差
- 難易度から時間を求める
- 難しいとは？
 - 簡単な手筋だけれど面倒
 - 難しい手筋だけれど後は簡単
- 適当なところで妥協



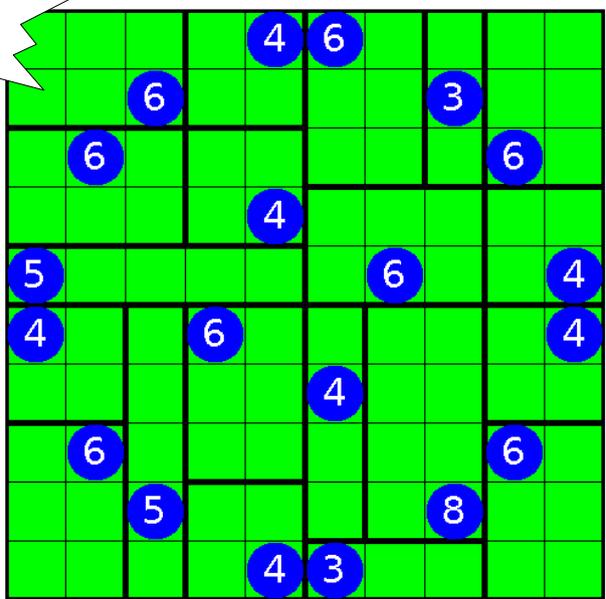
パターンの決定



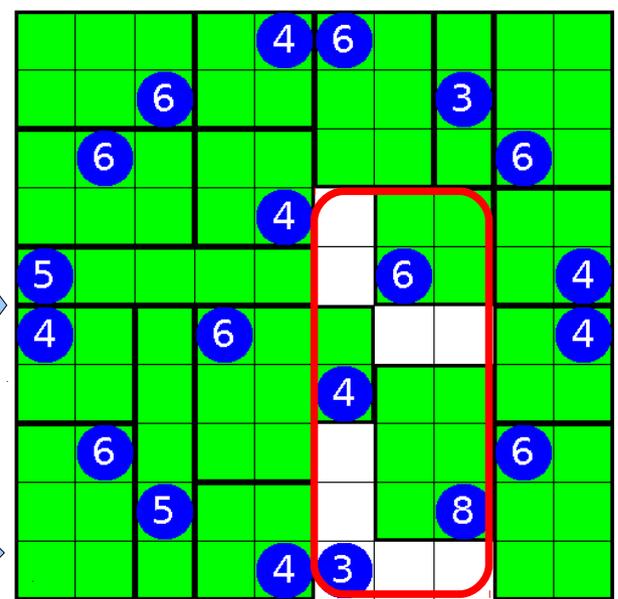
- 美しさ
- 対称性
- コピー
- 既存問題入力
- 形は問題にかなり影響を与える
- 自動化のメリットは少ない



分割



評価

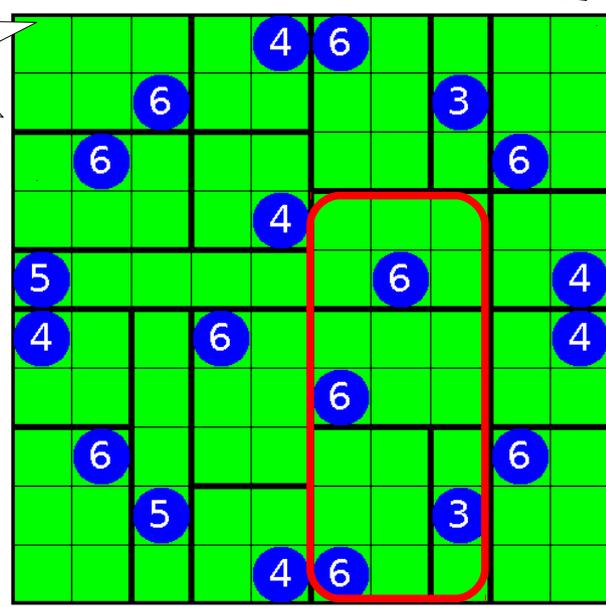


解けない

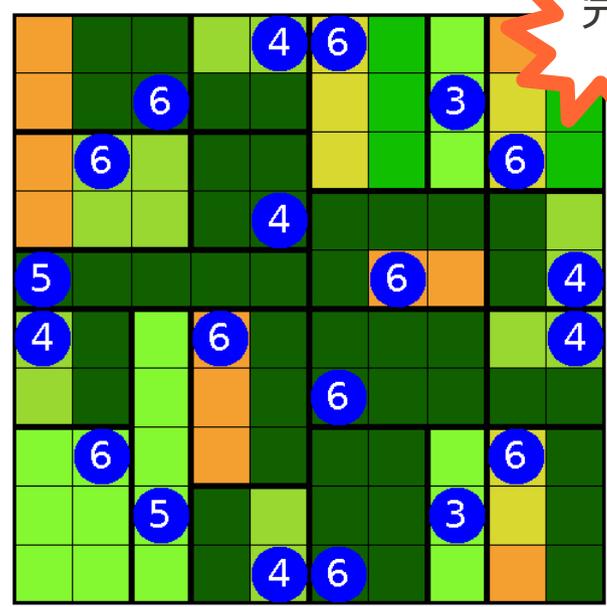
再評価

解けた

再分割



完成



分割・再分割

- 人による分割（現状）
- 自動分割（将来）

- バラエティが必要
- 変な癖があってはいけない
- 特徴ある分割（驚き）
- 僅かな変更が全体に及ぶ



製品化

- 本などとしてまとめる
- 問題の並び（難度順）
- 類似パターンの除去
- Excel, XML, ...
- 提供形態
- 解説（ルール、手筋など）
- 質問対応（解き順）



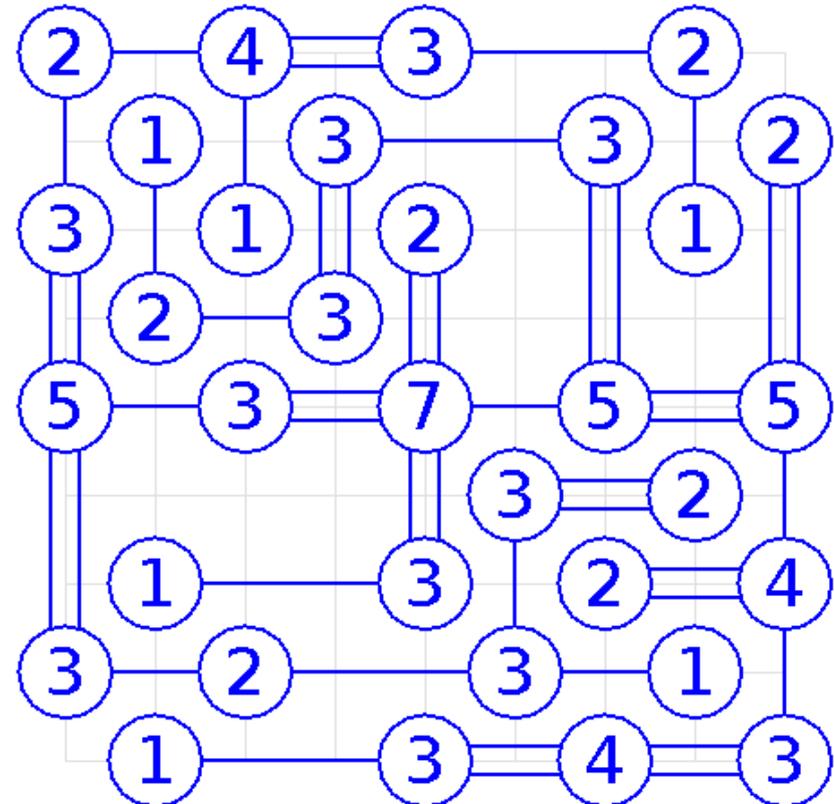
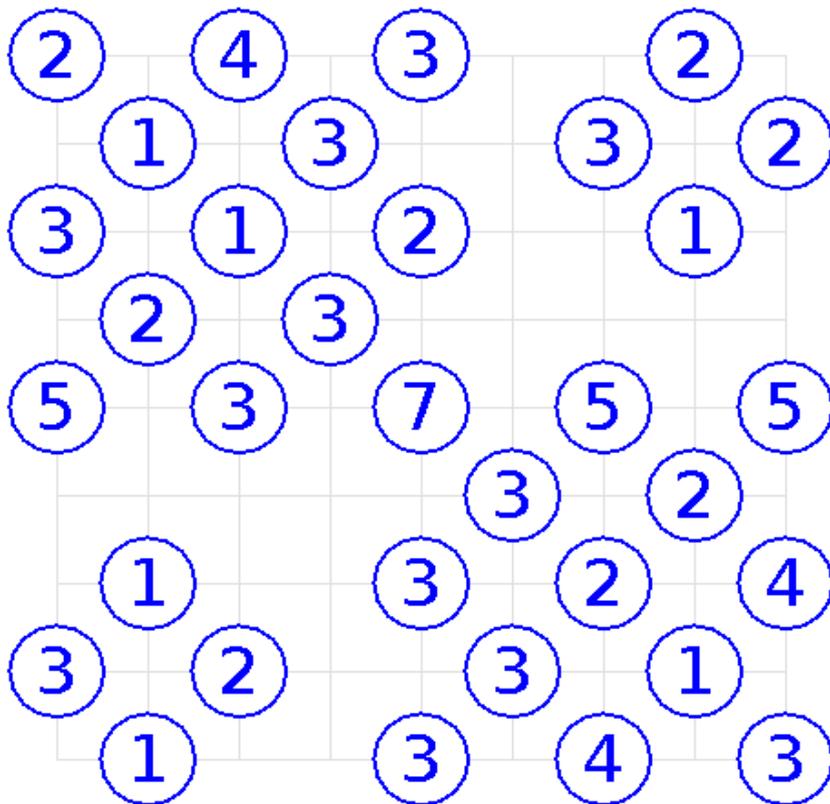
残り作業

- 初期分割の自動化
- 再分割の自動化



Bridges(橋をかける)

ルール 数字(頂点)を水平垂直の橋で結び、全体をつなぐ。
橋は、同じ箇所に2本まで。
頂点の数字は、そこに集まる橋の数(次数)。



プログラム

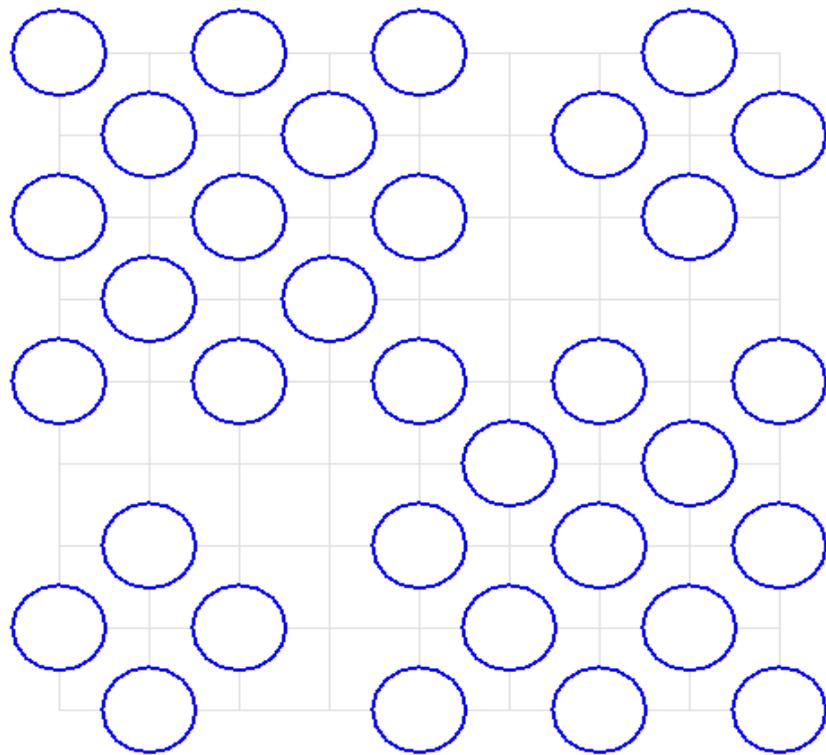
プログラム	Java
データ	XML (かなり手抜き)
出力ファイル	SVG

Solver	ほぼ出来た程度
難易度評価	それなり
Generator	見かけだけ

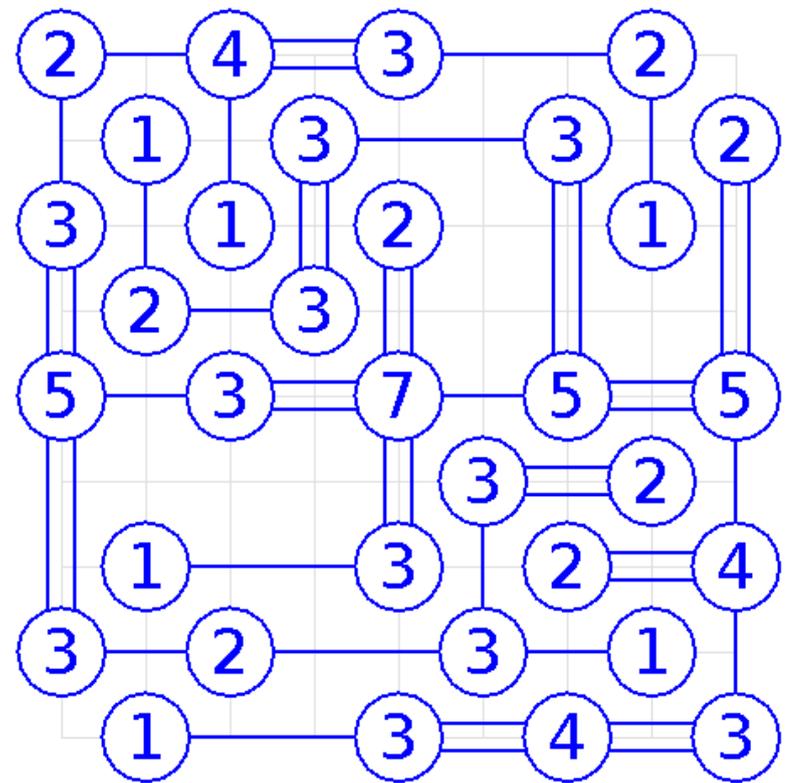
作問能力	要大幅改善
------	-------



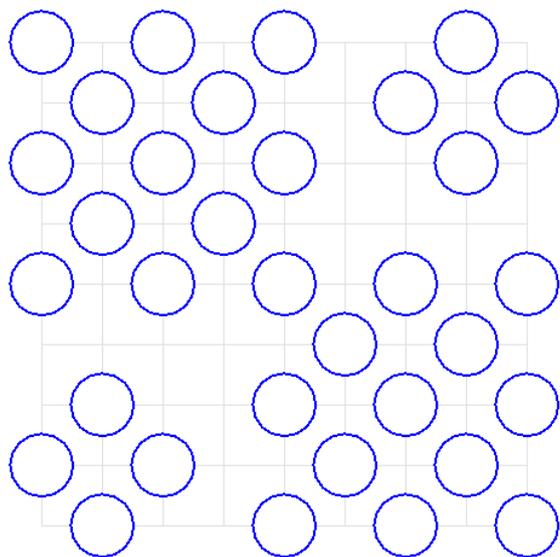
パターン



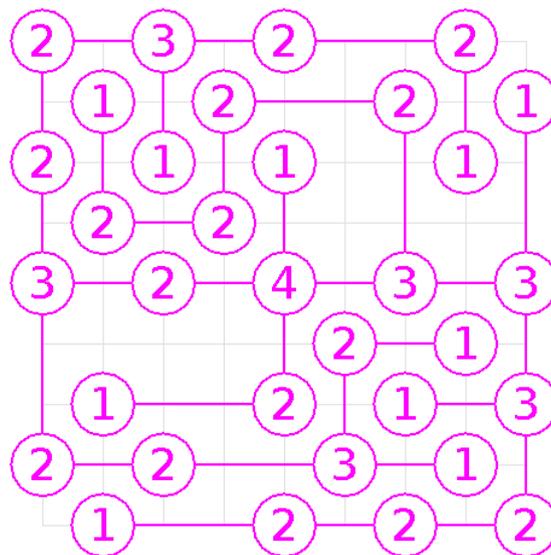
単一解



パターン

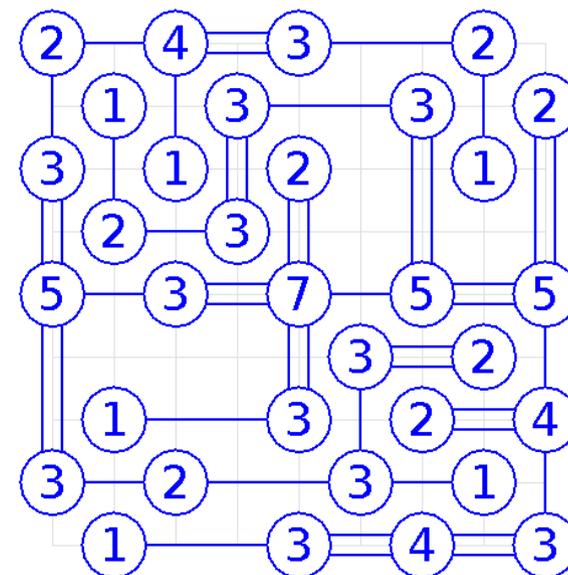


連結グラフ 単線

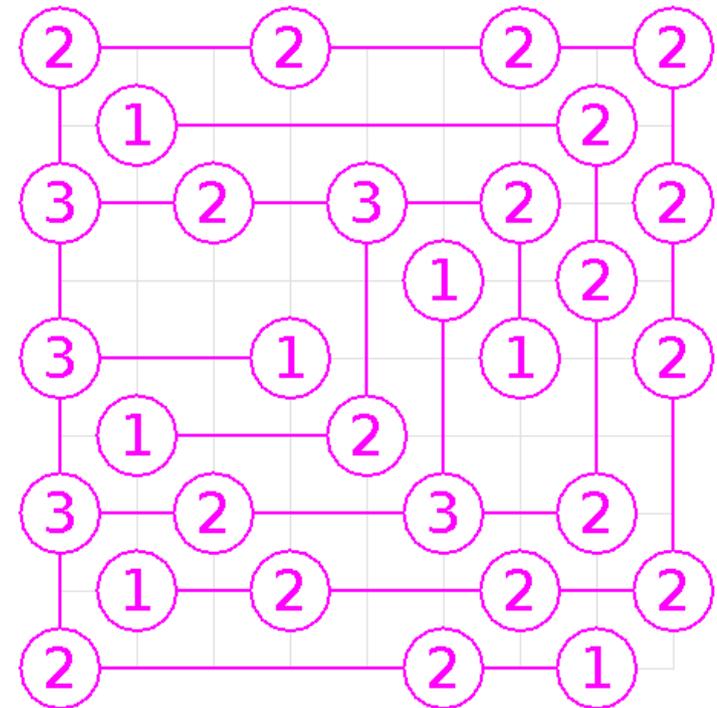
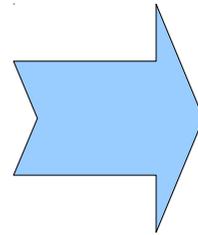
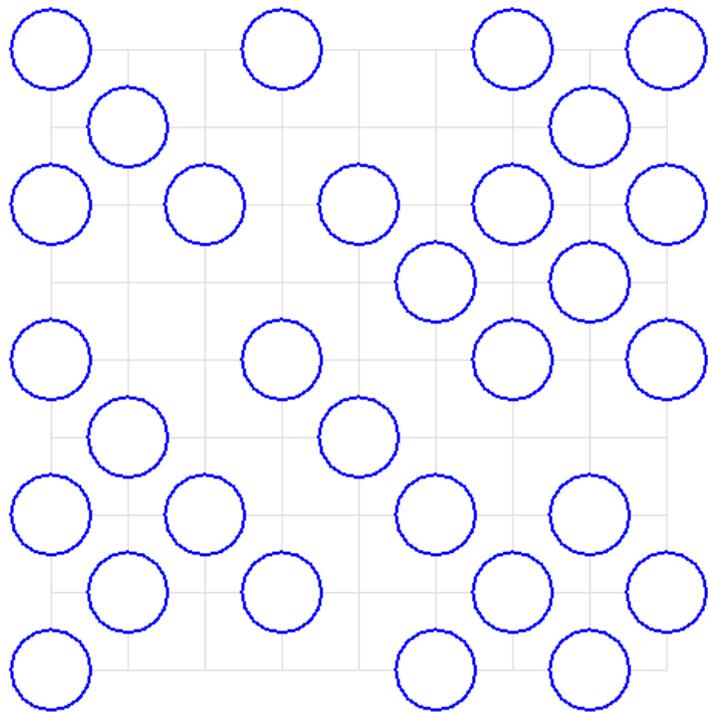


単一連結グラフ
になる結線を探す
(困難)

単一解 単線・複線



所々複線にし、
ユニーク解を探す
(容易)



現状の問題点

外周にほぼ全部線が引かれる

単一グラフにするのに、偶然に頼り過ぎて時間がかかる

改良予定

外周を途切れさせる（引けない所を作るなど）

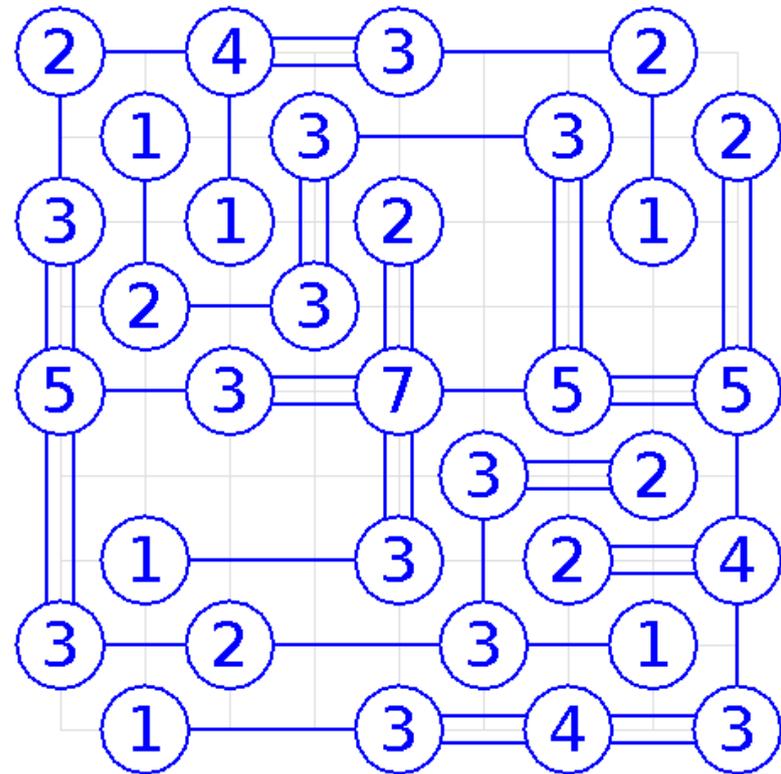
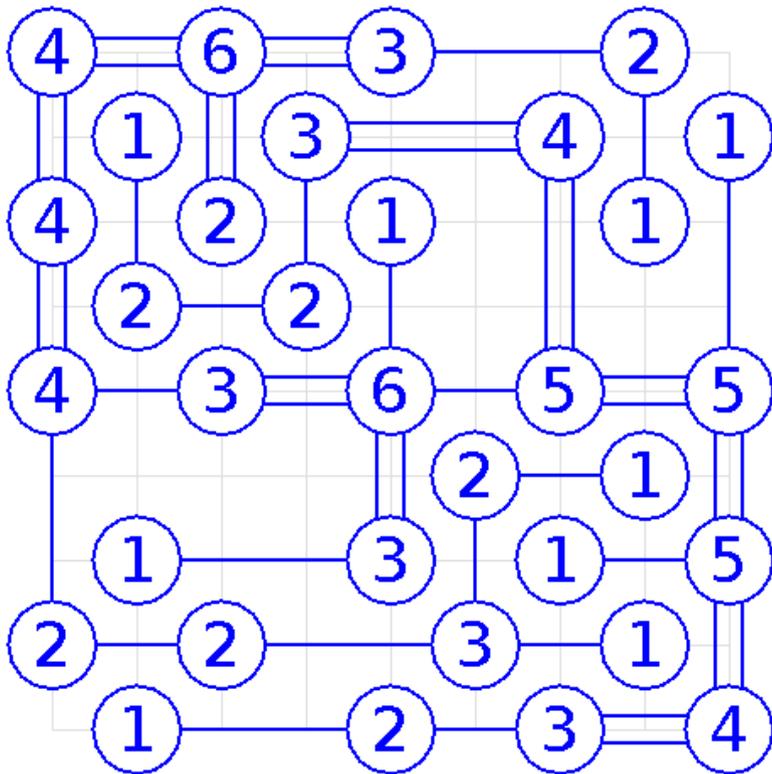
単一グラフ化に、AI（遺伝的プログラミングなど）で対応。



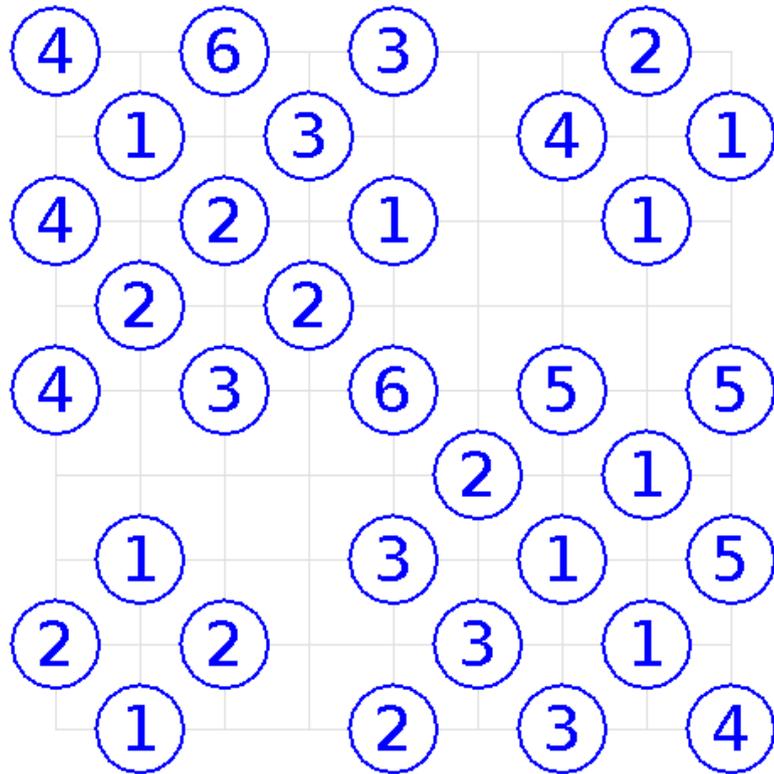
単線、複線の違いのみ

Easy

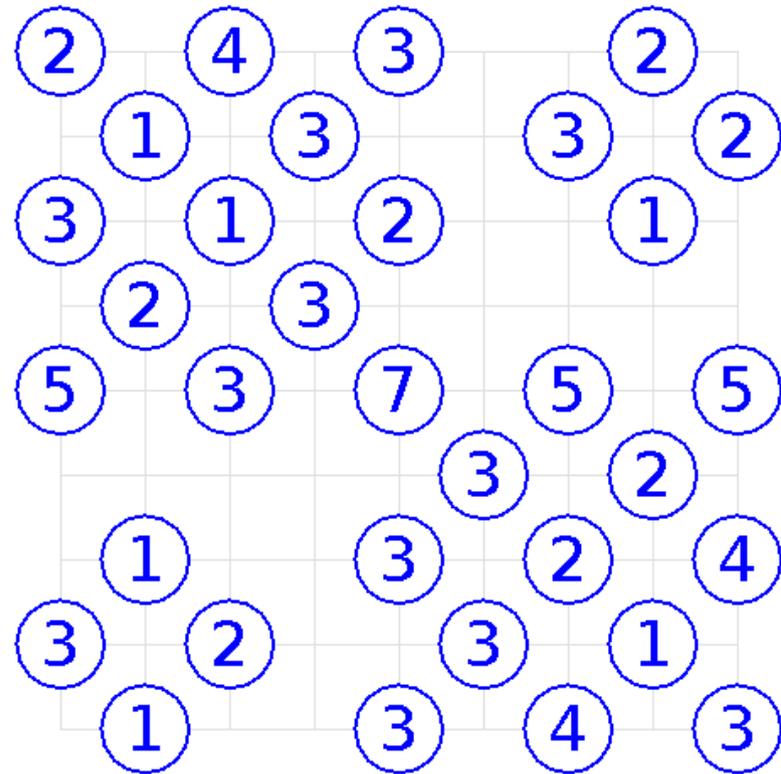
Hard

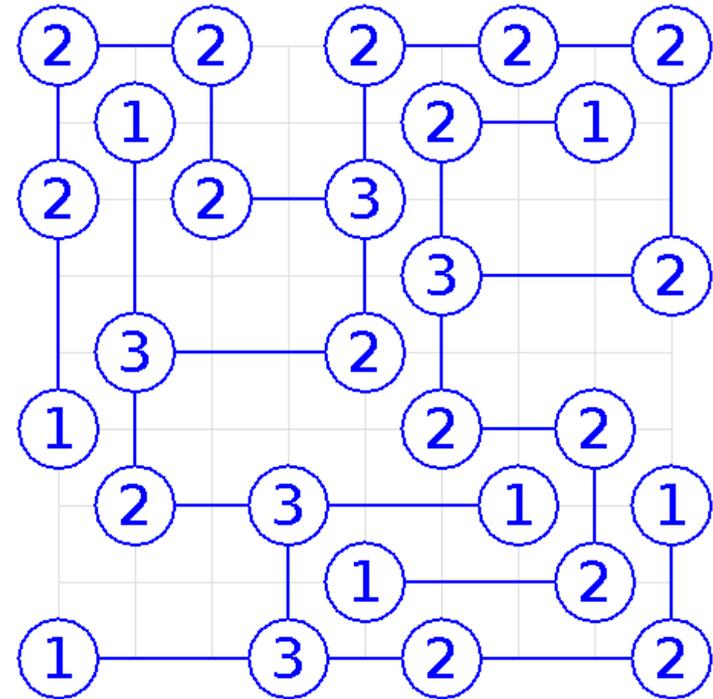
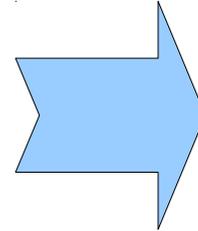
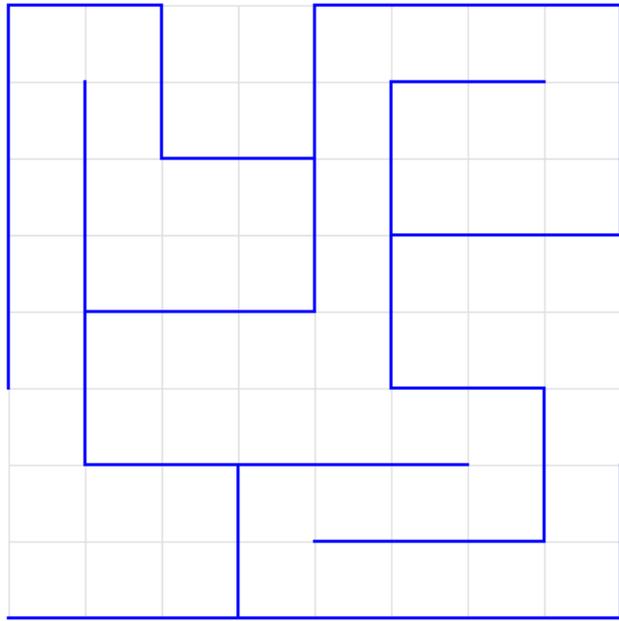


Easy



Hard

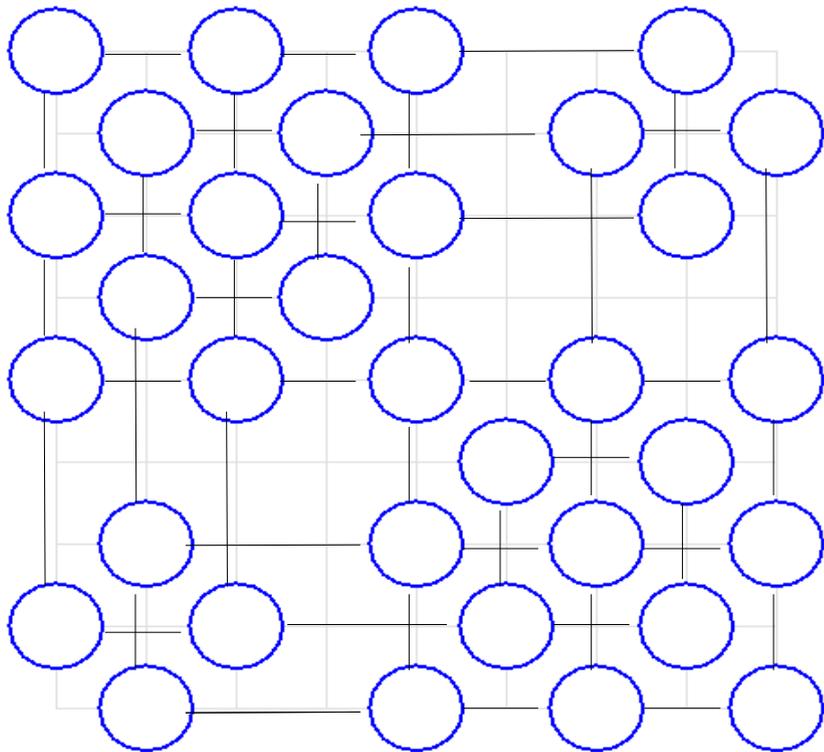




線を伸ばして行けば…
簡単に連結グラフを生成できる。
綺麗な配置にできない。

Edge (稜線)

架けられる可能性のあるすべての頂点同士を結ぶ
Edgeは互いに交差してよい



max 最大線数
count 線数

$$0 \leq \text{count} \leq \text{max}$$

【制約条件】
頂点の次数
連結性

グラフ (Island、島)

Island : 線で結ばれてい1つに連結されているグラフ
頂点と稜線(count>0)からなる

Islandに含まれる頂点の次数の合計は必ず偶数

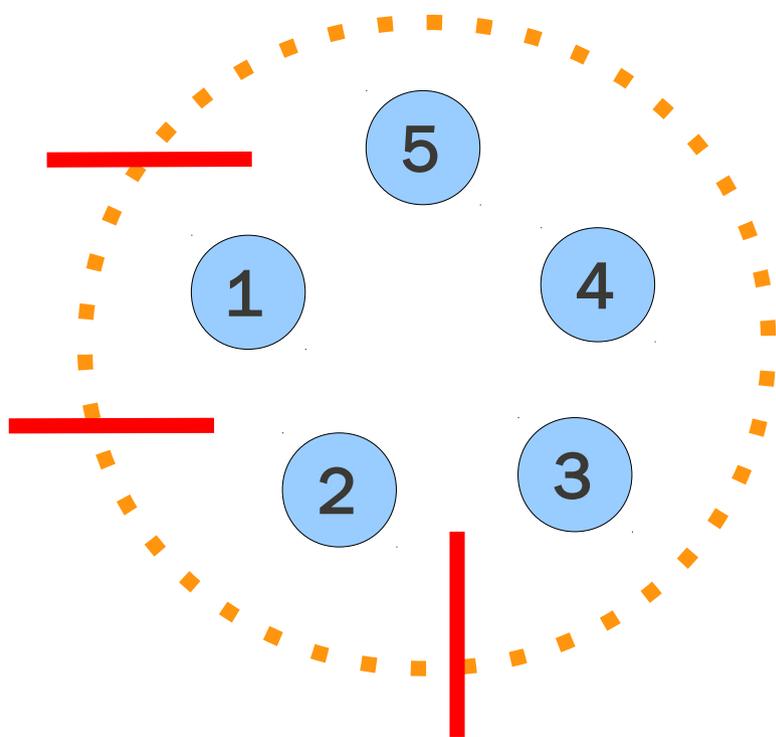
仮置き (再帰) は使わない



グラフ (Island)

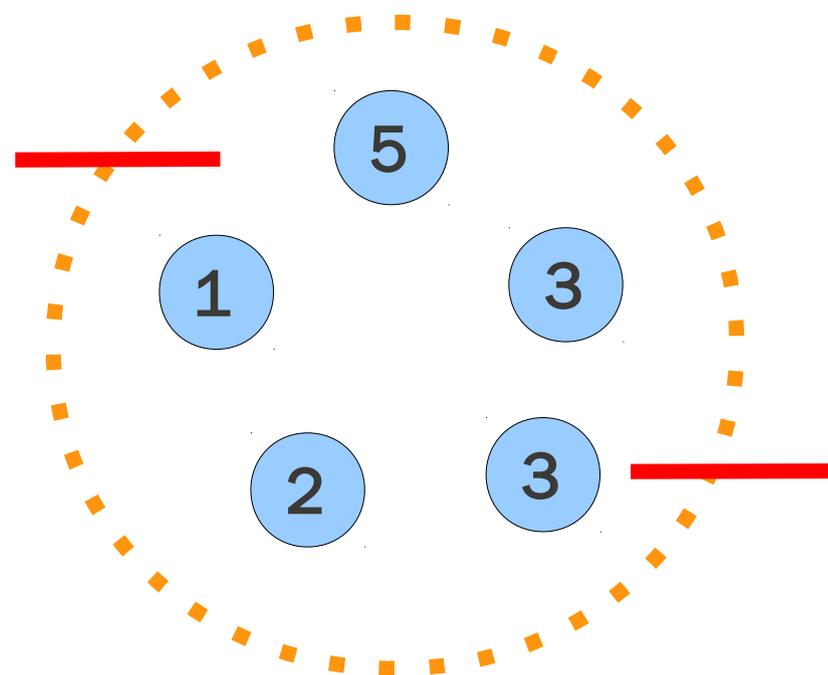
島の次数：奇数

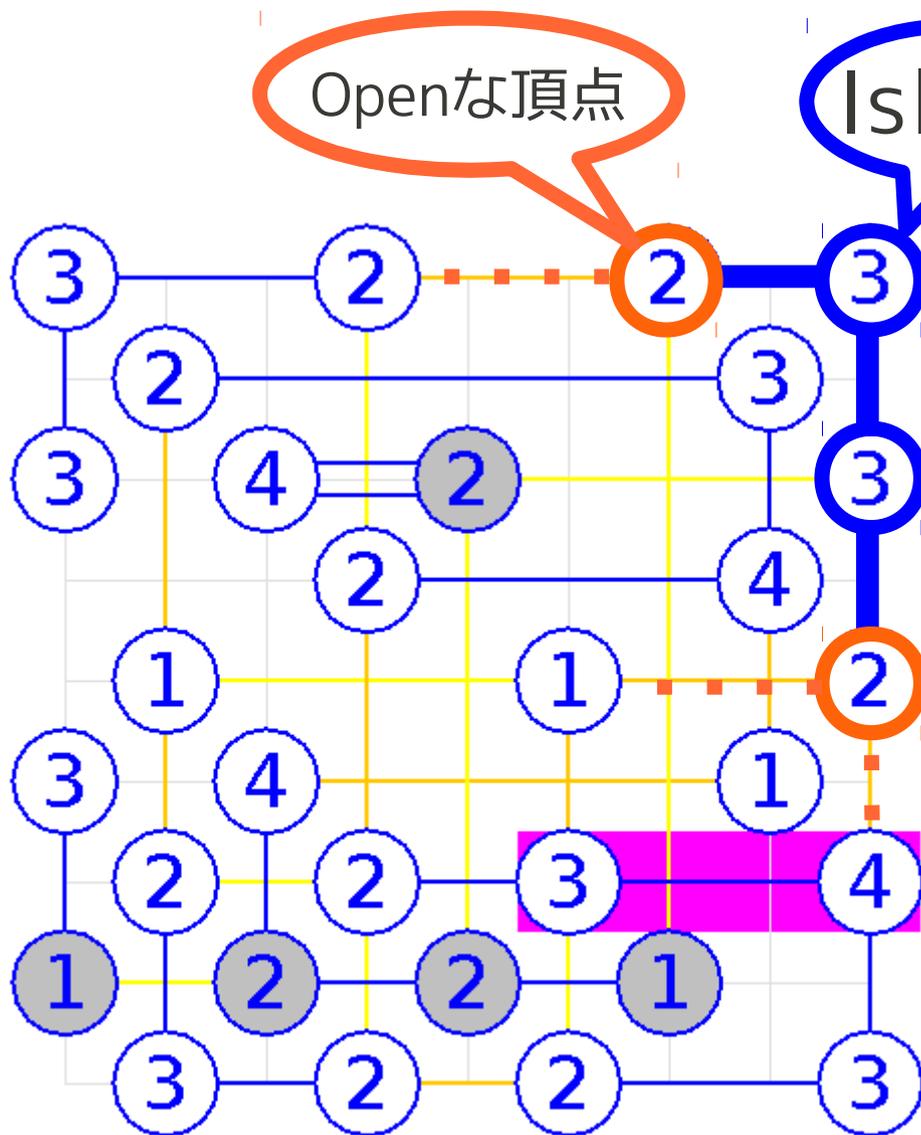
外への橋：奇数本



島の次数：偶数

外への橋：偶数本





Openな頂点

Island



についてのみ計算

Openな頂点 = 2 個
 総次数 = 10 (偶数)



外への橋は 2 本



難易度

- 問題の難度 = \sum 手の難度(i)
- 手の難度 =
 選択手の基本難度 + 盤面難度
- 盤面難度 =
 サイズ難度 / ($\sum 1$ / 基本難度)
- サイズ難度 = 残り頂点数 / 10



残り作業

- 連結しやすい頂点配置
- 連結グラフ作成を賢くする
- 2重線の決定を賢くする
- ソルバーをもう少し賢くする
- 問題提供のための整理ツール

いつになったら、できることやら、、、



とにかくデモしよう

