

ボードゲーム「シンペイ」の完全解析

東京大学情報基盤センター 田中哲朗

シンペイとは

- ◆ 高橋晋平氏が考案したボードゲーム
- ◆ バンダイが2005年7月に発売
 - ◆ 21世紀のオセロを目指す？
 - ◆ FLASHで遊べる
- ◆ GPCC 2006年度課題問題

道具と進行

- ◆ 白黒それぞれ4個

の駒

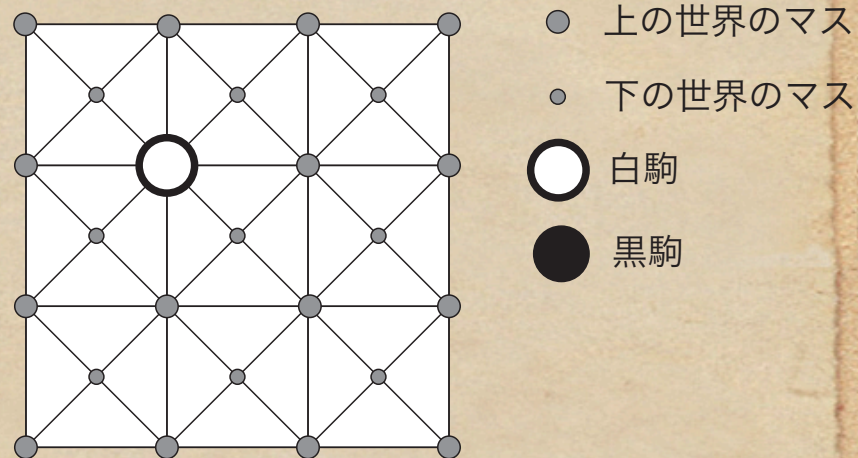
- ◆ 交互着手

- ◆ 8手までは空マス

に置く

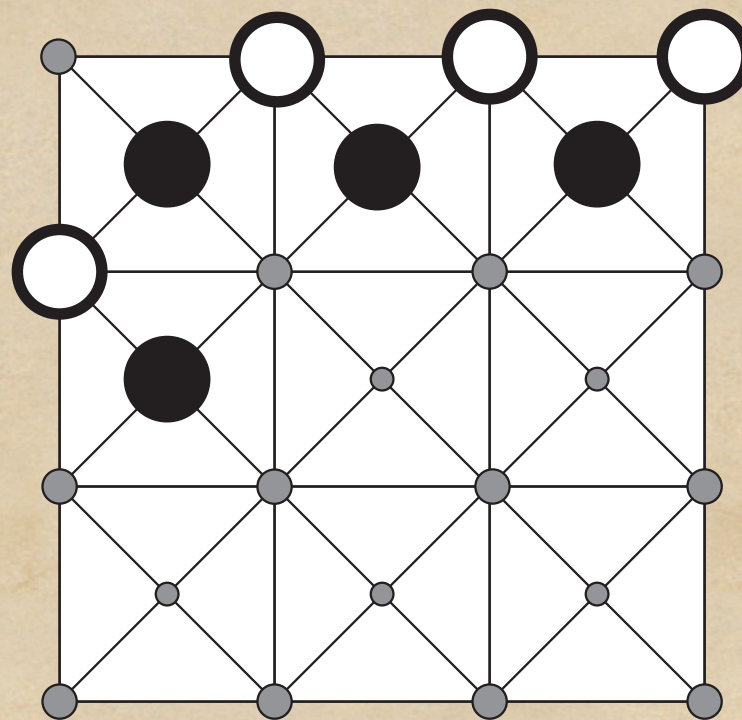
- ◆ 9手目以降は斜め

の空きマスに移動



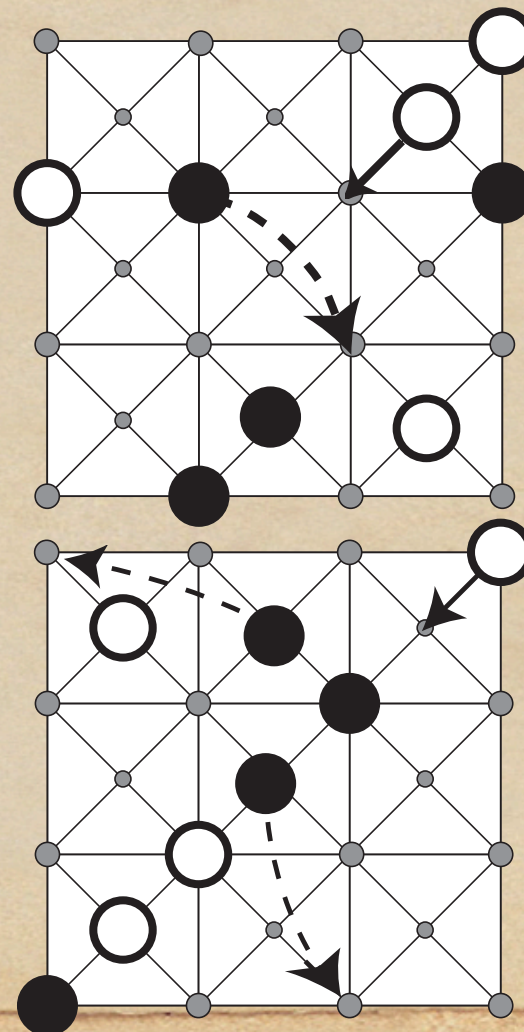
動かす手がない場合

- ◆ この時のみパス



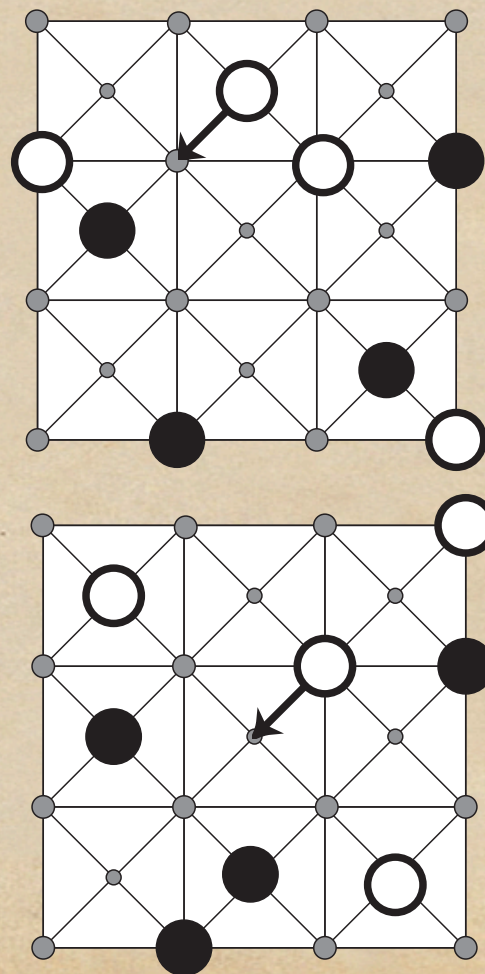
挟む

- ◆ オセロと同じ
- ◆ 上の世界と下の世界は独立
- ◆ 挟んだ駒は元の場所以外の空マスに
- ◆ 複数の駒も挟める



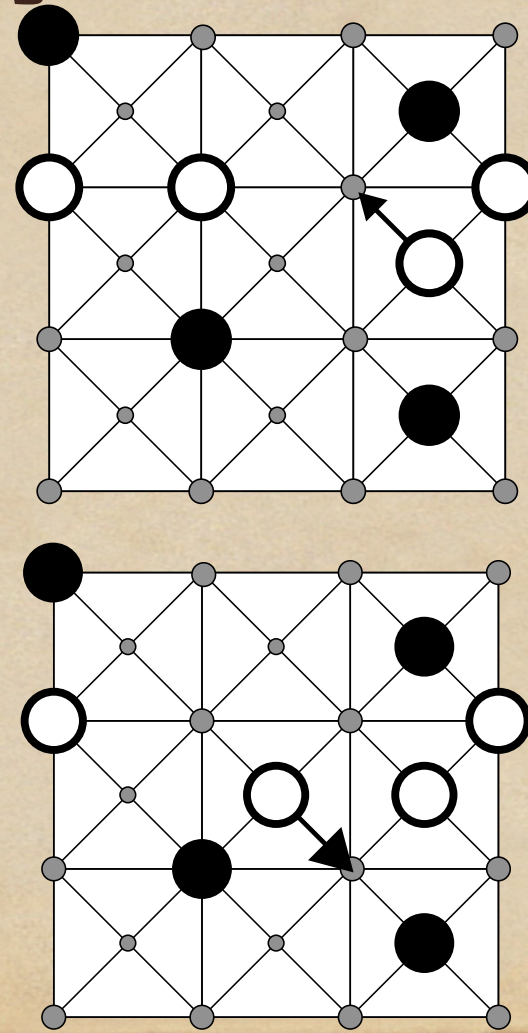
ゲームの目標

- ◆ 自分の手番で3を作る
 - ◆ 上の世界と下の世界は独立
- ◆ 縦横斜めどこでも良い
- ◆ 4を作るのは勝ちではない



勝ちでない例

- ◆ 4を作る
- ◆ 上の世界と下の世界と合わせて3を作っても駄目



シンペイの特徴

- ◆ 3目並べのバリエーション
 - ◆ 上の世界と下の世界
 - ◆ 挟んだ敵の駒を移動可能 → 分岐数の増大
 - ◆ 8手目までは置き, 9手目からは移動
- ◆ 2人完全情報零和ゲーム

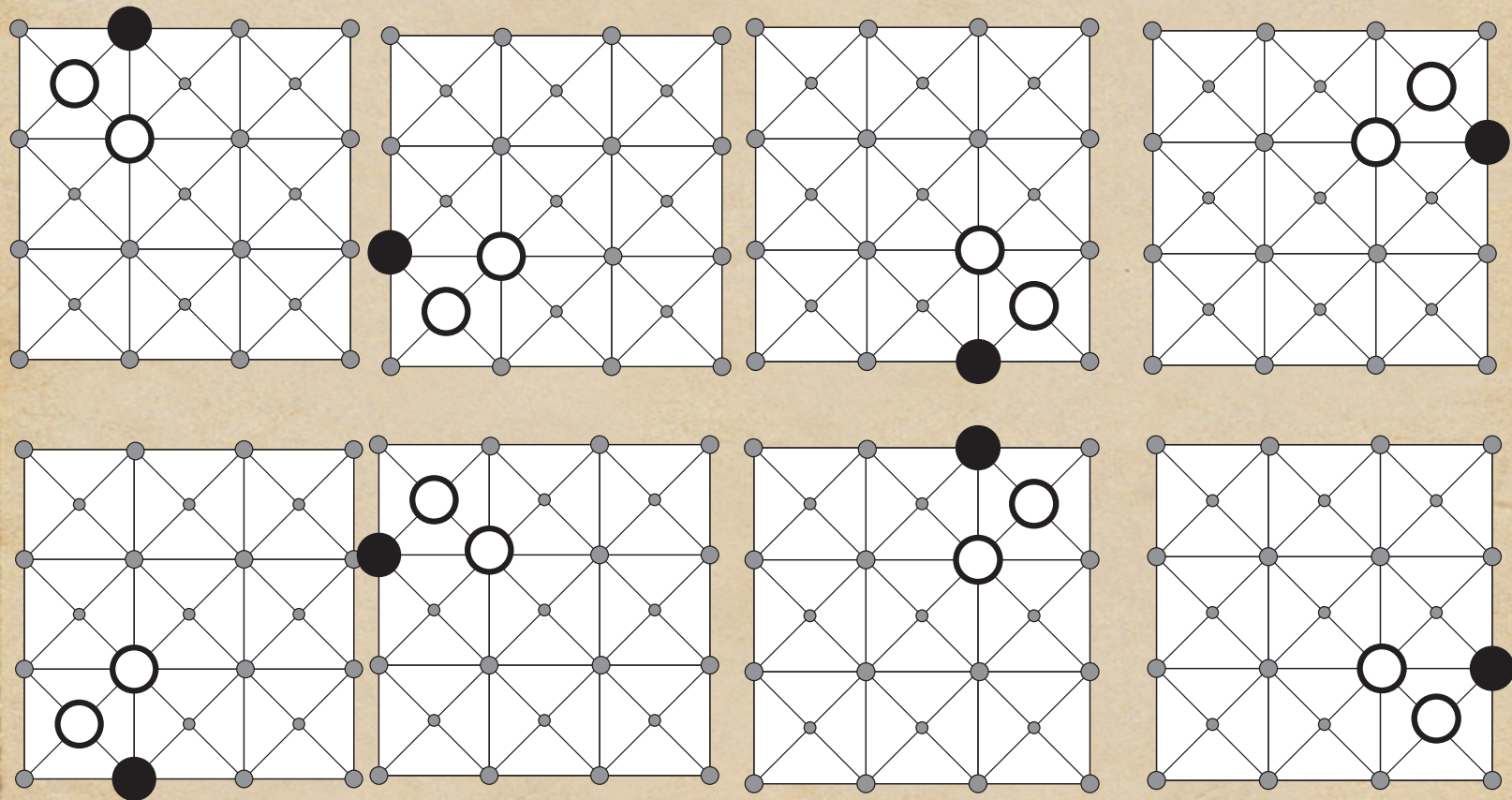
ルールに関する補足

- ◆ 合法手がない局面
 - ◆ パスで相手の手番に
- ◆ 同一局面の出現
 - ◆ 引き分けとする
 - ◆ 「禁止」としても大部分の結果は変わらず

解析の方針

- ◆ 総局面数の見積もり
 - ◆ 大まかな見積もりでは1億以下
 - ◆ 盤面の対称性を考慮すると1/8程度に
 - ◆ 圧縮なしでも主記憶上に確保可能
- ◆ 後退解析による全局面の勝ち負け決定
 - ◆ 初期局面の勝ち負けを決定するのは別の方法でも容易なはず

盤面の対称性

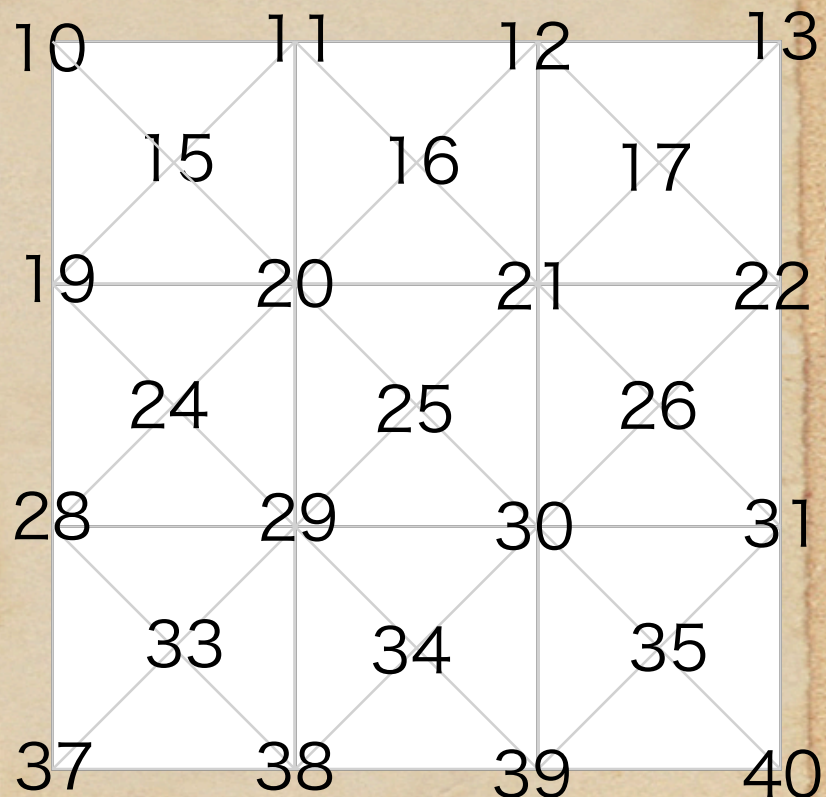


プログラミング

- ◆ 局面を表現する2通りの表現
 - ◆ int 配列(大きさ51)
 - ◆ long long int(2bit x 25)
- ◆ 正規化
 - ◆ 8通りの対称表現のうちlong long int
で最も小さい値

盤面上のマスの添字

- ◆ 盤外には番兵を置く
く
- ◆ 挟む方向, 移動方向は上の世界でも
下の世界でも共通

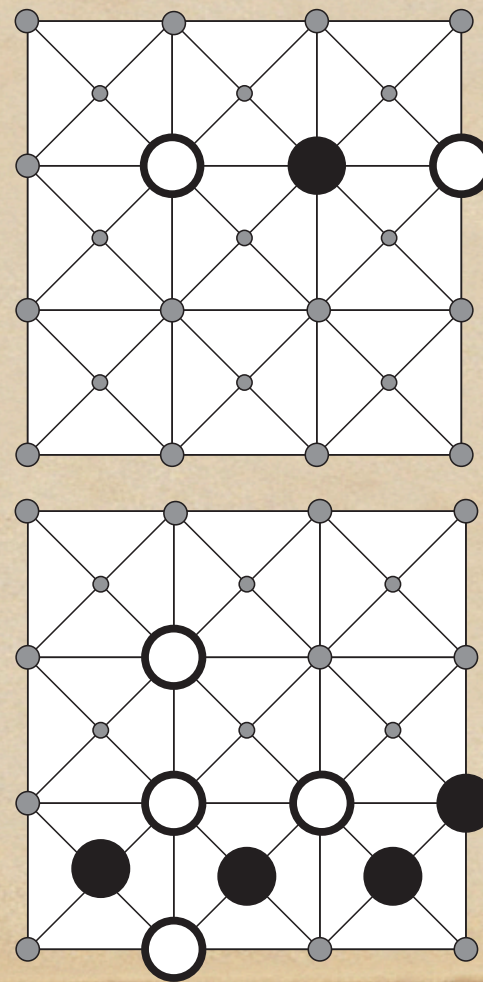


局面の数え上げ

駒数	局面数
0	1
1	6
2	87
3	915
4	9713
5	67016
6	444336
7	2106976
8	9473115

初期配置から到達不可能

- ◆ 直前で挟んでい
るはずなのに動
かされていない
- ◆ 1手前か2手前で3
ができています



後退解析 (retrograde analysis)

- ◆ 勝負のついた局面の集合から開始
- ◆ 局面遷移により集合を広げていく
 - ◆ どの手でも相手の勝ち → 負け
 - ◆ ある手を選ぶと相手の負け → 勝ち
- ◆ 不動点に達したら終了
- ◆ チェスの endgame table の作成

駒数ごとの勝ち負け

駒数	勝ち	引分	負け	計
0	1	0	0	1
1	4	0	2	6
2	83	0	4	87
3	703	5	207	915
4	7580	75	2058	9713
5	53120	533	13363	67016
6	351933	3634	88769	444336
7	1897191	12922	196863	2106976
8	7008560	111377	2353178	9473115

解析の結果

- ◆ 公式ルールの初期配置は先手必敗
 - ◆ ただし、2手目で後手が隣接する辺に置かないと先手が勝てる。
- ◆ 1手目の制約がないと先手が勝てる配置が二つ存在

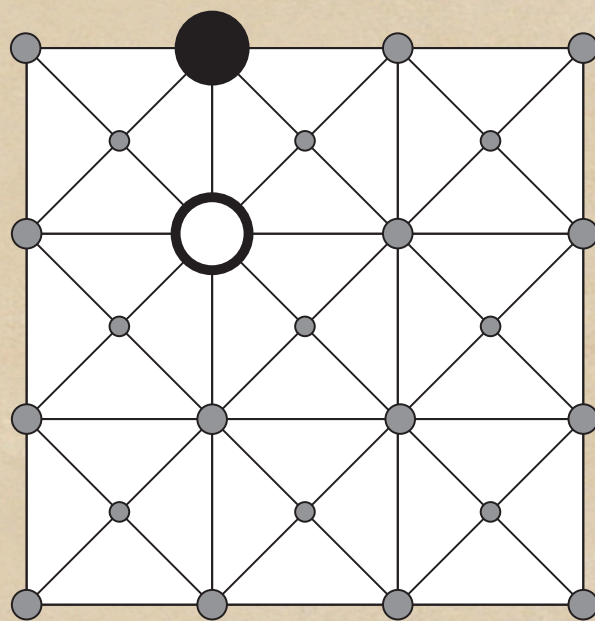
後手が勝つための2手目

手数は21手

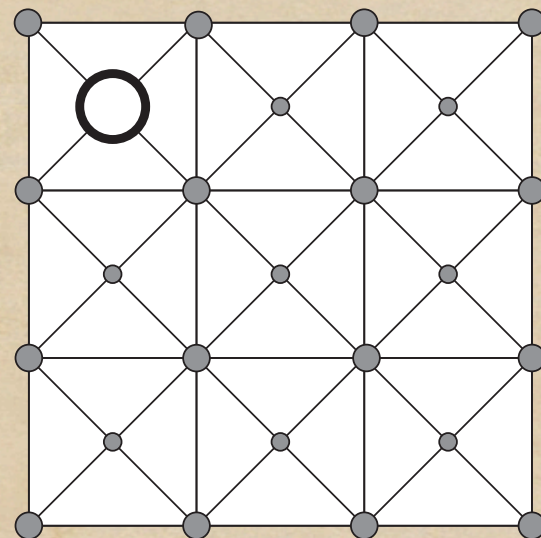
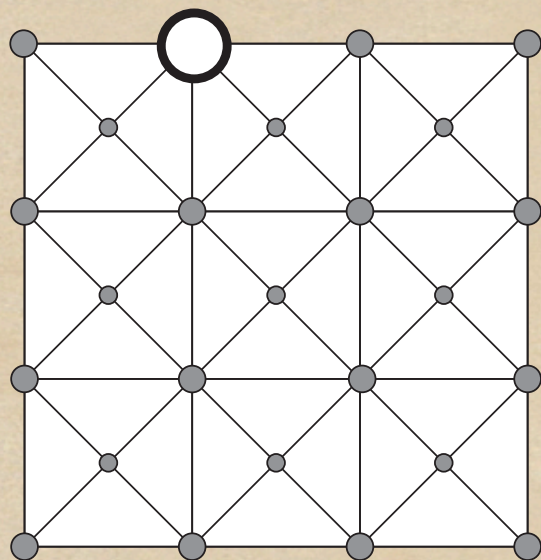
証明木のサイ

ズは11128ノー

ド

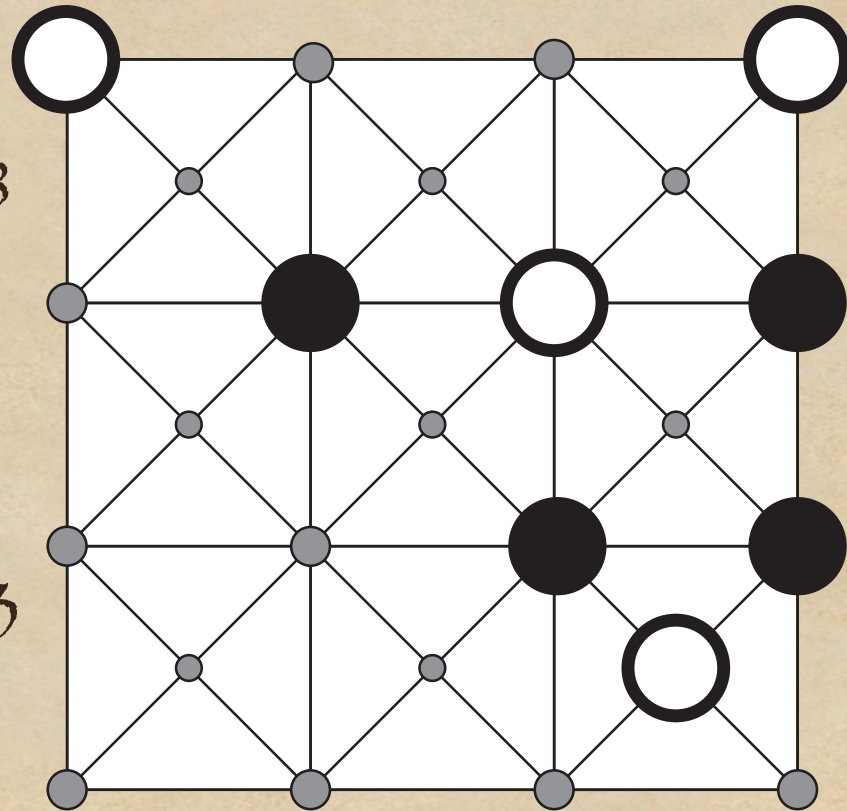


先手勝ちの配置



分岐数

- ◆ 平均分岐数 13.78
- ◆ 1手で勝つ局
面は1と定義
- ◆ 最大分岐数 2403



ツークツワンク (ZugZwang)

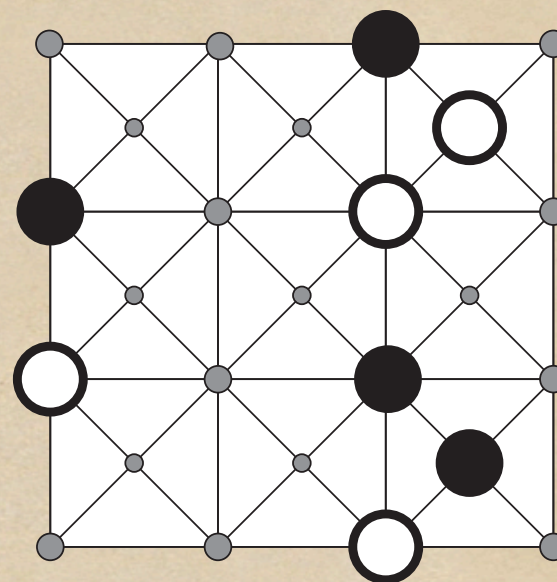
- ◆ パスして相手が打てば勝ちだが、自分が何か打つと負け
 - ◆ 囲碁で部分的な問題ではセキなど
 - ◆ チェスでは頻繁に現れる

シンペイのZugZwang

- ◆ 手番を入れ替えると勝ちの負け局面
- ◆ 偶数の局面を対象

結果

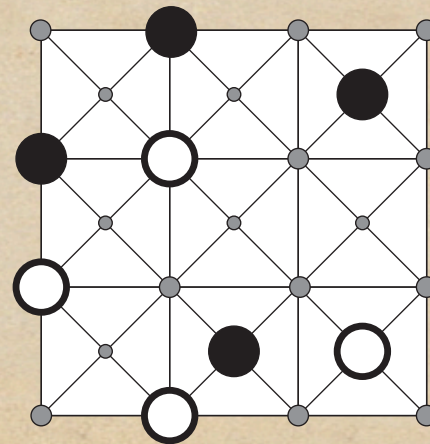
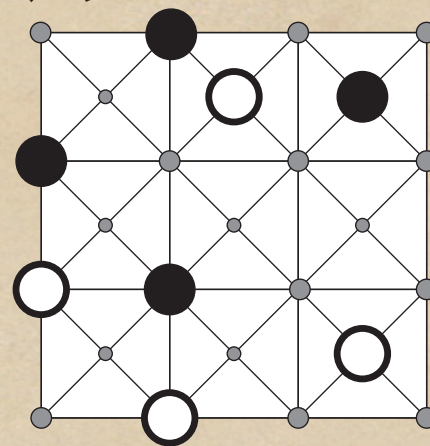
駒数	局面数
0	0
2	0
4	1
6	139 (13)
8	975 (53)



これらを引き分けとしても影響は小さい

単純なサイクル

周期	数
1	1
3	9
4	1724

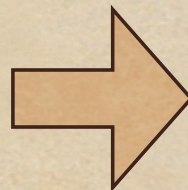
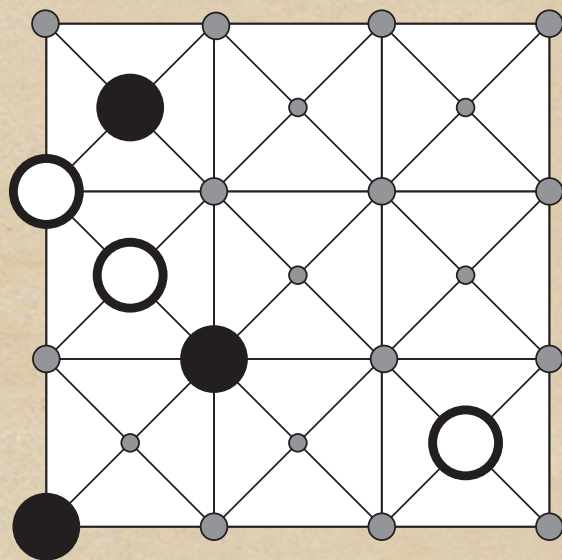


次の一手問題の芸術性？

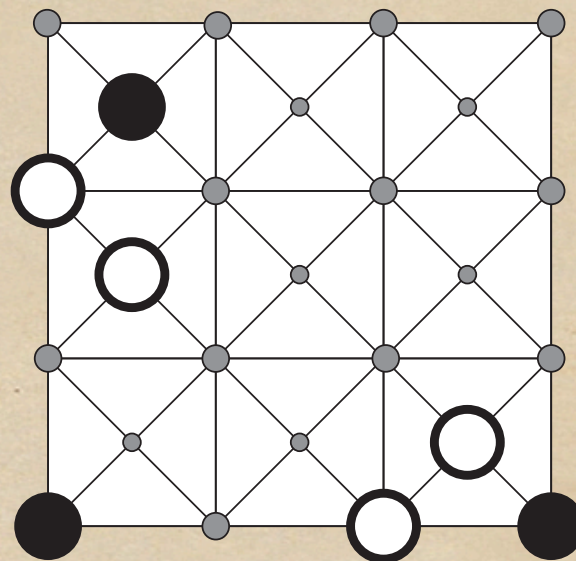
- ◆ 手数長さ？
 - ◆ 将棋では1525手
 - ◆ SIMPEIでは49手
- ◆ 意外性
 - ◆ 次に相手に大量に挟まれる手

長手数問題

問題



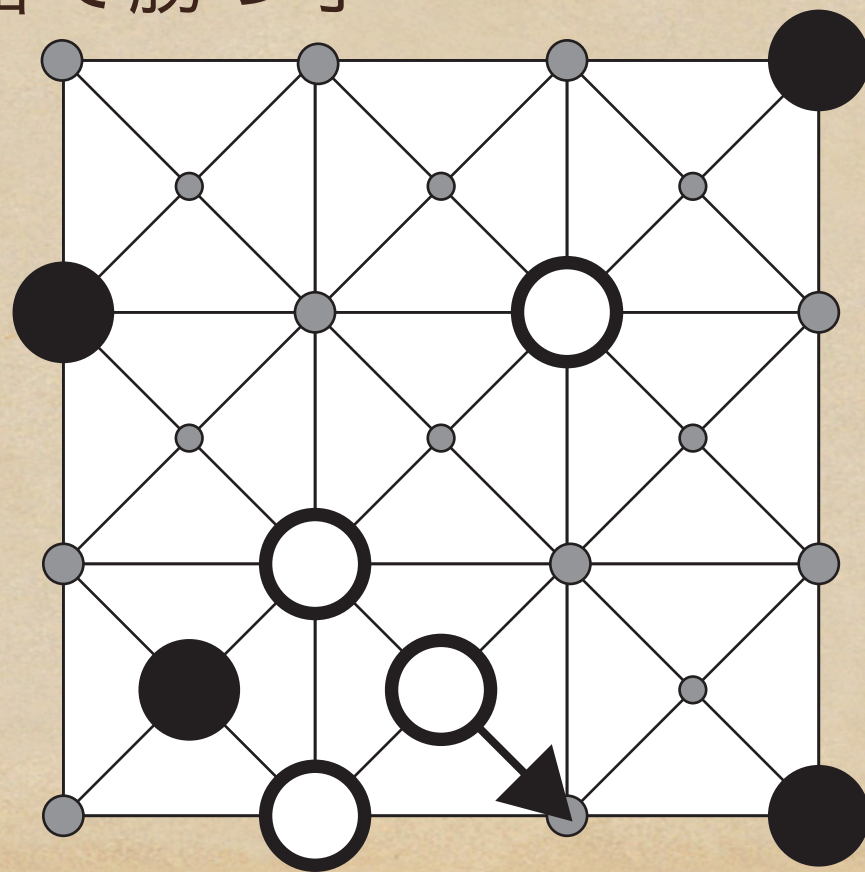
正解



以下勝ちまで48手必要

意外性のある問題

白の手番で勝つ手

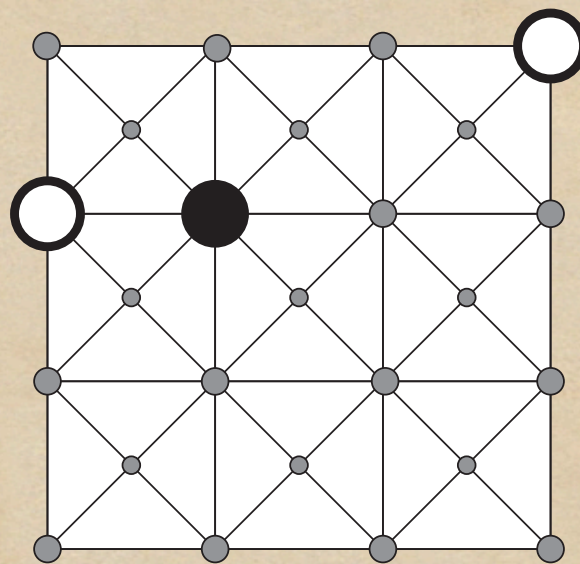


まとめと今後の課題

- ◆ 完全解析によりいくつかの性質を求める.
- ◆ 人間相手のプレイが課題
 - ◆ 接待プレイ, 教育用プレイ
- ◆ ゲームの寿命の延命
 - ◆ 盤面サイズの拡大?
 - ◆ 引き分け状態でのスタート?

石数3の引き分け局面

◆ 5つ存在



局面検索プログラム

- ◆ <http://www.tanaka.ecc.u-tokyo.ac.jp/~ktanaka/simpei/> で公開中