

# 囲碁の純碁ルールにおける絶対石群を用いた探索の効率化

中川太郎 後藤智章 乾伸雄 小谷善行

東京農工大学工学部 情報コミュニケーション工学科

## 1. 概要

囲碁では  $1 \times n$  碁や  $2 \times n$  碁などの小さな碁盤で研究[1]が行われている。小さな碁盤は局面が多いため全探索は困難である。本研究では絶対石群の概念[2]を拡張して小さな碁盤における探索の効率化を図った。8近傍空接点と絶対死閉領域という概念を導入し深く探索せずに相手が生きない領域を調べる手法を提案する。絶対死閉領域を使えば少ないノード数で勝敗を判定できる。

3路盤と  $3 \times 4$  路盤で絶対死閉領域を用いて解いた結果探索ノード数は約 56~57%減少した。また、5路盤問題集[3]を 50 問解いて、解が出たものはノード数が平均約 66%減少した。

## 2. 採用した囲碁のルール

純碁のルールを採用した。純碁とは囲碁初心者用のルール[4]でゲーム目的や終局が明確である。具体的には表 2.1 のようなルールになる。

表 2.1 純碁のルール

ゲーム目的	碁盤に相手より多く石を置くこと
終局	両パス終局
勝負確認	終局時点の盤上の石を数え、多い方の勝ち
アゲハマ	考慮しない

## 3. 絶対石群

Benson のアルゴリズム[2]によって無条件活きの石の集合が求まる。無条件活きの石の集合のことを絶対石群という。絶対石群とは相手から何手連打されても取られない石群のことをいう。絶対石群を使えば勝敗を早く知ることができるため探索のノード数を減少させることができる。

### 3.1 新たに提案する手法

ある空点の周り 8 近傍が相手の連に触れていない場合その点を 8 近傍空接点として定義する。ただし 1 線以外の点は斜めならば 1 近傍触れていてもよい。図 3.1 でいうと空点  $e_1, e_2$  である。

$e_1$

$e_2$

図 3.1 8 近傍空接点

8 近傍空接点は絶対石群の眼に成り得る点である。8 近傍空接点同士が 4 近傍で接している場合はペアで 1 つの眼となる。絶対石群に囲まれている領域で絶対石群の眼に成り得る点が 1 つしかない場合その領域は絶対死閉領域という。図 3.1 は絶対石群の眼に成り得る点が 1 つしかないので絶対死閉領域である。絶対石群でない相手の石がある場合は自分の石で仮に取り除いて判定する。絶対死閉領域は囲っている側の地とみなしてよい。

## 4. 絶対石群を活用するシステム設計

本稿の実験は囲碁プログラム「55taro」を作成しその上で実現した。

探索は AND/OR 探索で行い、勝ち、負け、不明という評価値を返す。また、深さを閾値とした反復深化法を利用した。トランスポジションテーブルを使用し局面の評価値を保存した。3路盤と  $3 \times 4$  路盤では局面を回転させて局面の評価値を調べた。

末端判定はお互いにパスした時点で盤面に石の多い方を勝ちとした。ただし、黒はジゴだと負けとした。絶対石群と絶対石群の眼、絶対死閉領域の数を足して盤面の半分よりも多くなればその時点で勝ちとした。実験に用いた 5 路盤問題集は初期状態で石の数が違うのでその数をハンデとして引いて判定した。

## 5. 絶対石群の活用実験と考察

### 5.1 3路盤と $3 \times 4$ 路盤を解く実験

3路盤を絶対石群を用いた場合、絶対石群と絶対死閉領域を用いた場合、両方とも用いなかった場合で解いた探索ノード数を図 5.1 に示す。

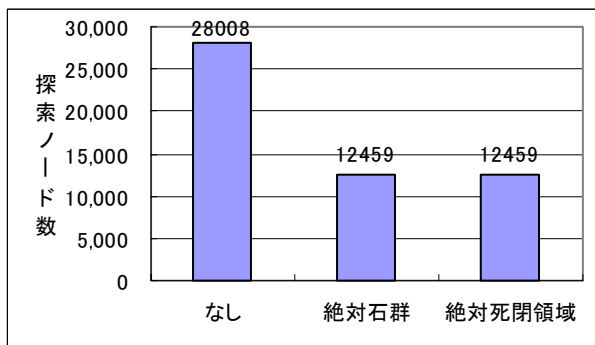


図 5.1 3路盤を解いたときのノード数

絶対石群と絶対死閉領域を用いた場合はノード数の減少率は共に約 56% になった。3×4 路盤を解いたときの探索ノード数を図 5.2 に示す。

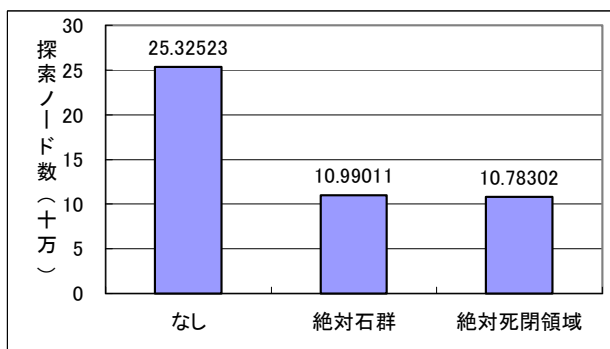


図 5.2 3×4 路盤を解いたときのノード数

絶対石群を用いた場合はノード数の減少率は約 56.6% になった。絶対死閉領域を用いた場合はなにも用いないものと比較して約 57.4% 減少した。

絶対石群を用いると 1 秒あたりに探索できるノード数は平均約 30% 減少、絶対死閉領域を用いると平均約 32% 減少した。

絶対石群を用いると実探索時間で平均約 37% 高速化された。また、絶対石群のみを用いた場合と絶対石群と絶対死閉領域を用いた場合を比較すると差はほとんどなかった。

3 路盤では絶対死閉領域の出現する局面がないため差がでなかったと考えられる。また、3×4 路盤の場合も同様であった。

## 5.2 5 路盤問題集を解く実験

5 路盤問題集の中から空点が 12 マス以下の問題 50 問を選んで絶対石群を用いた場合と、絶対死閉領域を用いた場合で解いた。その結果を表 5.1 に示す。

表 5.1 5 路盤問題集を解いた結果

	正答	深さの閾値での探索打ち切り
絶対石群	45	5
絶対死閉領域	48	2

正答した問題の内、日本ルールと違う答えを

返したものは絶対石群で 16 問、絶対死閉領域で 17 問となった。そのうち負けを返したのは共に 9 問だった。

絶対石群を使った場合と絶対死閉領域を使った場合の探索ノード数を図 5.3 に示す。点 1 つは問題 1 問に対応している。

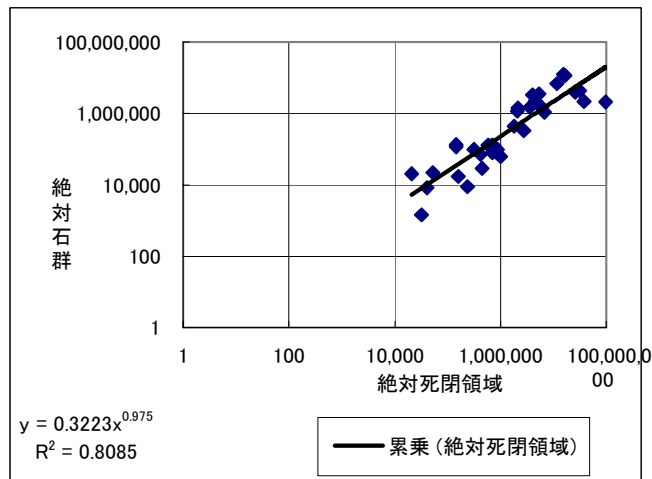


図 5.3 各問題に対する探索ノード数

図 5.3 を見ると絶対死閉領域を用いた場合に探索ノード数が多いほど指数的にノード数が下がっていることがわかる。探索ノード数の減少率は約 3% ~ 98% と差があった。これは絶対死閉領域が有効な局面とそうでない局面があるためである。絶対死閉領域は石が大量に取られるような局面では有効といえる。石が大量に取られると候補手が増加するためである。絶対死閉領域を使うと石を取らなくても地であると認識できる。

探索ノード数の減少率は平均約 66% だった。これは 5 路盤では盤面が大きく、絶対死閉領域の出現する局面が多いためと考えられる。

## 6. まとめ

実験の結果 5 路盤などの広い局面では絶対石群、絶対死閉領域は有効なことがわかった。今後の課題としてもっと大きな碁盤にも活用していきたい。

## 参考文献

- [1] Richard J. Lorentz: "2×n Go", Game Programming Workshop '97, pp.65-74, 1997
- [2] DAVID B. BENSON: "Life in the Game of Go", INFORMATION SCIENCES, Vol.10, No.1, pp.17-29, 1976
- [3] 福井正明: "囲碁特訓五×五 五路盤上達法", 日本棋院, 2000
- [4] 王銘琬: "碁を打てないとは言わせない", <http://www.bb.wakwak.com/~tsuchiya/igorule/>