

# コンピュータ囲碁における眼の一判定法\*

6 J-5

金子 努<sup>†</sup> 柴田 知久<sup>†</sup>

中村 克彦<sup>‡</sup>

東京電機大学大学院理工学研究科システム工学専攻<sup>§</sup>

東京電機大学理工学部経営工学科<sup>||</sup>

## 1 はじめに

コンピュータ囲碁において石のグループの死活を判定する問題はきわめて重要である。死活の判定を高速に行うためには、ゲームの木の探索によらず、個々の石とその接続に関する局所的な性質から決定する必要がある。このような方式として Benson[1] による静的活き判定アルゴリズムが知られている。

この報告では、グラフ理論的アプローチによる眼の個数の判定法について述べる。ある石のグループが生きるためには、一般にこれらの石が連結され、2眼をもつことが必要である。本方法では、連結したグループの石の個数および各石の隣接接続数などから簡単な算術演算により空所をもつループ（以下、空ループと呼ぶ）の個数を求めることができ、これから眼の個数が推定できる。

## 2 ループの検出

本方式は一般のグラフについて知られている性質にもとづいている。G を p 個の頂点と q 個の辺をもつグラフとすると、G のその内部に他のループと含まないループの個数は、

$$m = q - p + 1$$

で与えられる。

この方法を囲碁において適用するため、石を頂点、石の間の接続を辺とみなす。また、図 1-a のような

\*Object A method to detect "eyes" for Computer Go

<sup>†</sup>Tsutomu KANEKO

<sup>†</sup>Tomohisa SIBATA

<sup>§</sup>Tokyo Denki Univ. Graduate School of Science and Engineering Department of Systems Engineering

<sup>‡</sup>Katsuhiko NAKAMURA

<sup>||</sup>Tokyo Denki Univ. The Faculty of Science and Engineering Department of Systems Engineering

空所をもたないループを最小ループと呼ぶ。ある連結した石のグループにおいて、辺の個数を隣接接続の個数 k、石の個数 n とし、最小ループの個数を l とすると、空ループの個数 L は、

$$L = k - n + 1 - l$$

となる。例えば、図 1-b においては、k = 19, n = 16, l = 2 であるから、空ループ (= 眼) の個数は、

$$L = 19 - 16 + 1 - 2 = 2.$$

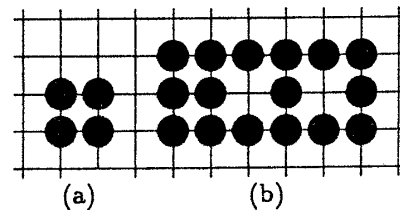


図 1: 活きのブロックと最小ループ

## 3 境界のループ

つぎに辺や隅といった境界を含むループや石同士がコスミによって接続している場合を考える。辺や隅の碁盤上の境界は、アースと呼ぶ仮定の頂点に接続されていると考える。図 2 において、アースに接

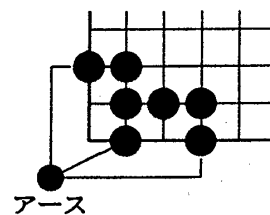


図 2: アースでつながったループ

続する隣接接続数は 3 であり、接続の個数 k = 6 + 3, アースを加えた石の個数 n = 7 + 1, 最小ループの個数 l = 0 から、空ループの個数は、

$$L = 9 - 8 + 1 - 0 = 2$$

であり、2眼の活きと判定される。

#### 4 コスミによる接続

図3-aの点a,bが空点の時、動的に接続しているとみなされる。したがって、死活を判定するときに、コスミで接続した異なるブロックも同一に扱う必要がある。

図3-bは、同一ブロックでaのコスミによって接続された空ループである。図3-cは、3つのコスミによって連結された石のグループである。このとき、 $k=8+3, n=10, l=0$  からこの接続した2つのグループは、活であると決定できる。

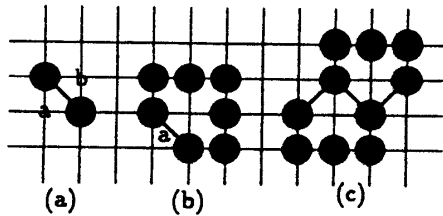


図3: コスミとコスミで接続したループ

#### 5 眼の判定

われわれの方法は、眼の個数を空所を含むループの数から求めるものである。これは多くの場合、ゲーム木の探索を行うことなく、動的な活を少ない計算量で判定することができる。しかし、この方法は眼の判定として完全ではなく、以下の問題点がある。

- [ループの中で生きる場合] 空ループが大きい場合は、ブロックの中で石が活きってしまう可能性がある。このような時は、空ループは眼とならない。(図4)

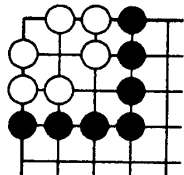


図4: ループの中で生きる例

石の個数と接続数、およびアースを含むか否か、から空ループの大きさを部分的に推定することによって、この問題は部分的に解決できる。

- [コスミを含むループ] コスミを含む空ループは、完全な眼とならない可能性がある。図5-aは、a,b,cの3つのコスミによって接続されている。例えば、図5-aは、a,b,cのいずれかに石を置かれると欠け目となるため(図5-b)このグループは生きていない。

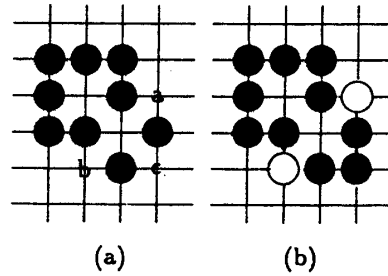


図5: コスミで接続したループ

Bensonによる静的活判定法は、石のブロックに囲まれたすべての点の状態(ダメに属しているなど)を考えているため、空ループで相手の石が活着している場合でも完全な判定が可能である。しかし、判定に必要な計算量がかなり多いことと、静的活の判定であるため、実際のゲームでは、かなり木の探索を進めた後でないと適用できない。

#### 6 まとめ

眼を空所を含むループとして考え、石の死活を判定する方法を示した。この方法による死活判定プログラムを作成し、現在これを組み込んだ詰碁プログラムを作成中である。

また、本方式で生きてないと判定されても、それが死んでいると考えることはできない。例えば、一眼であると判定されてももう一眼を作る領域が存在すれば、そのグループは生きることになるし、コウやセキの可能性もある。したがって、囲碁において活であることと同じく、死を判定することも重要である。現在、本方式をさらに発展させて、木の探索によらずにこれらの各種のパターンを判定する方法を研究中である。

#### 参考文献

[1] DAVID B.BENSON:Life in the Game of Go,Information Science 10, 17-29(1976)