

碁における問題解決モデルについて

白柳 潔

NTT 電気通信研究所

知識処理の新しい方法論への寄与を目指して、複雑な知的ゲームである碁をとりあげ、碁の世界を解明するとともに、盤を挟んで相手と競合する状況下での人間の知識情報処理をモデル化することがテーマである。

本報告では、相手の着手に直接対応しなくてもよいような序盤の静的な局面に対して人間(碁の熟達者)がいかに次の一手を導出するかという問題にアプローチした。具体的には、盤面全体から最も緊急を要する場所を、予め分類された急所のパターンと照合することによって抽出し、その上で碁の常識的な知識に従って具体的着手を求めるという新しいモデルを提示した。それを実際にインプリメントして5級程度の問題に応用し、本モデルの妥当性を確認した。

ON A PROBLEM SOLVING MODEL IN THE GAME OF GO

Kiyoshi SHIRAYANAGI

NTT Electrical Communications Laboratories

3-9-11, Midoricho, Musashino-shi, Tokyo, 180 Japan

Our aim is to develop a new method of knowledge processing by constructing human model of thinking process in playing the game of Go.

In this paper, we propose a new model which describes how a Go player decides a next move in a static situation at the beginning of the game, where it is not inevitable to correspond directly to the opponent's last move ; e.g. just after a battle or a 'joseki'. The point of the new model is an extraction of 'a focus of attention' from the whole board by the use of pattern matching with the canonical patterns of important zones. The model is implemented and estimated by applying it to some problems at the almost 5 kyu level.

## 1. はじめに

近年、碁プログラムの開発は、国の内外を問わず、人工知能研究の一環として盛んに行われている。碁は、何千年もの長きに亘って人類の英知が磨きあげた最も完成されたゲームであり、人間の知的情報処理を解明するために格好な研究対象といえる。我々は、碁盤を挟んで相手と競合する状況下で問題解決するためのモデルを提案することを目的とする。

碁の局面は、相手着手に対する応手の緊急度の観点から、次の2つに大別される。

① [動的的局面] 定石実行中や戦いの最中など、相手の着手に直接応えなければならない状況。

② [静的局面] 定石や戦いなどが一段落して、必ずしも相手の着手に対応しなくてもよいような状況。

それに伴い、問題解決モデルは、図1のように動的モデルと静的モデルの2つに分けることができる。

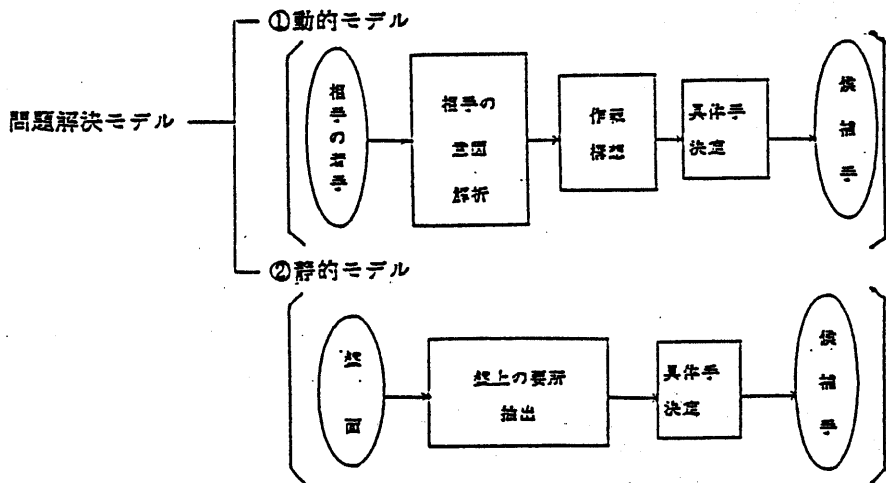


図1. 問題解決モデル

本報告では、②の静的モデルにおいて、特に序盤における静的な局面に焦点をあて、そこで人間(碁の熟達者)がどのような思考過程を経て次の一手を導出しているかを更に詳しくモデル化する。それに従って、実際にインプリメントして5級程度の序盤問題に応用し、本モデルの妥当性、更には有効性について評価する。

## 2. 序盤の解析

静的局面において大局観に基づいた次の一手を求めるためには、まず、熟達者がどのようにして局面の要所を識別し、次の一手を導出しているかを分析する必要がある。そのために、局面を与えて次の一手を求めさせる序盤の初中級程度の問題を50局任意に抽出し分析した。分類のアイデアとしては、盤上のすべてのbasis(後に定義)の強弱を定め、各々の辺(即ち、上辺、下辺、右辺、及び左辺)におけるbasisの相互関係をsymbolによって表示し、そのsymbolをいくつかのtypeに分けるという方法を採用した。これは、従来には見られなかった新しい手法である。まず、言葉の定義をする。

### 定義: basis

相手に切断されていない味方の石の集合であって、その中でどの石もある石との間が大

ゲイマ（距離の2乗が10）以下の近さであるもの。

定義：strength of basis

basis B が strong  $\leq$  Bのつくる地が4目以上であるか、又は、  
 Bは、Vの字形を2つ以上もつか、又は、  
 Bは、隅に位置し、かつ敵に包囲されていない。

定義：symbol of basis

basis の symbol を、色と強さに従って表1のように定義する。

表1. basis の symbol

	強	弱
黒	S	W
白	<u>S</u>	<u>W</u>

定義：symbol of side

辺に整列している basis たちの symbol をその順番に並べたものを、その辺の symbol とする。但し、4間巾以上の2つの basis の間には、ハイフン“-”を入れる。

分析の結果、序盤における「次の一手」は以下のように type A, B, C の3つに分類できることがわかった。

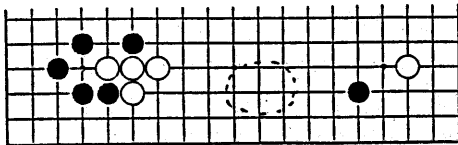
[type A] 攻防の要点（辺の symbol による表現）

味方が先に打つか、相手が先に打つかで攻防の立場が逆転するような急所である。それらをプライオリティの高い順に辺の symbol によって表現すると次のようになる。

- (sym1) S W - W S
- (sym2) S W W - S
- (sym3) S W - W S
- (sym4) S W - S

各辺で実際に着手すべき場所は、symbol におけるハイフン“-”の位置する所である。即ち、4間巾以上離れた、隣合わせの2つのbasisのほぼ中間あたりに次の一手が存在する。（注意）上記の各標準 symbol に対して、その白黒反対又は左右反対の symbol も勿論標準 symbol である。（例参照）

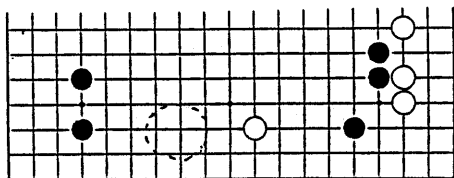
（例1・・・(sym1)）



S W - W S  
 ・・・・(sym1) と白黒反対

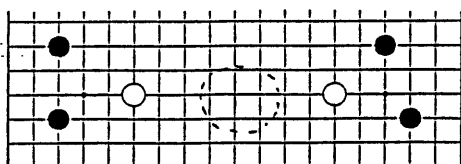
ハイフンは図の点線箇所に対応  
 （以下同様）

(例 2 . . . (sym2))



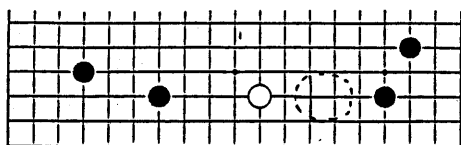
S - WWS  
 . . . (sym2) と左右反対

(例 3 . . . (sym3))



S W - WS  
 . . . (sym3) と白黒反対

(例 4 . . . (sym4))



S W - S  
 . . . (sym4) と白黒反対

[type B] 模様の接点

互いに味方の模様を拡大し相手の模様を制限するような消長の要点である。ここで、basis の symbol によって、辺の模様を次のように定義する。(basis B の symbol を sym(B) と書く。)

定義: moyoo of side

辺の模様とは、味方どうしの basis の pair (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) であって、その辺の symbol において、

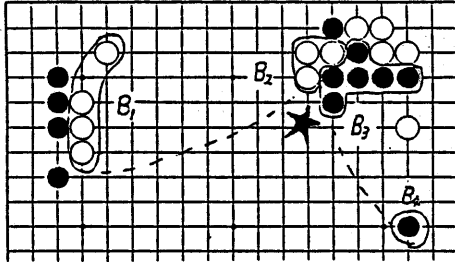
- (イ) sym(B<sub>1</sub>)-sym(B<sub>2</sub>)が含まれているか、又は、
  - (ロ) sym(B<sub>1</sub>)Wsym(B<sub>2</sub>) or sym(B<sub>1</sub>)Wsym(B<sub>2</sub>)が含まれ、かつ、B<sub>1</sub> or B<sub>2</sub> が壁である。
- ここに、basis が壁であるとは、分散度が0.7以下か又は、Vの字形を2個以上もつことである。

定義: tangent bases

互いに敵どうしである2つの模様(B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>), (B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>)が接しているとは、  
 $d(B_1, B_3)^2, d(B_1, B_4)^2, d(B_2, B_3)^2, d(B_2, B_4)^2$ のいずれかが5以下であることをいう。  
 ここに、 $d(B_1, B_2) = \min_{x \in B_1, y \in B_2} d(x, y)$ で、 $d(x, y)$  = 「石 x と 石 y とのユークリッド距離」。  
 このとき、互いに接している敵味方の模様の接点が消長に関する要点である。

(例次頁)

(例)

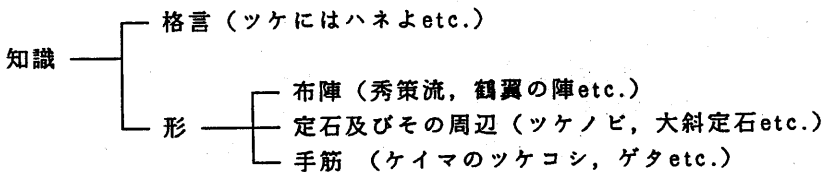


模様  
 の定義において、  
 上辺の白模様(B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>)・・・(イ)型  
 右辺の黒模様(B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>)・・・(ロ)型

この場合、 $d(B_2, B_3)^2 = 1 \leq 5$  だから、  
 B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> の所で両者は接している。  
 ★印が模様の接点付近

[type C] 知識によるもの

碁の常識的な知識は、以下のように分類できる。



これらの知識によって、次に打たなければならない場所或は着点を捜すための有力な手がかりが与えられる。

以上の [type A], [type B] に属する「次の一手」を特に必争点と呼ぶこととする。

3. 序盤の静的モデル

序盤の静的局面において、碁の打ち手はまず、敵味方の石の強弱とその相互関係に着目し経験に基づく知識から、攻防の要点や模様の接点があればそれを探り当て、なければ大場や手筋などの常識によって、次の一手を案出する。それをモデル化すると図2のようになる。

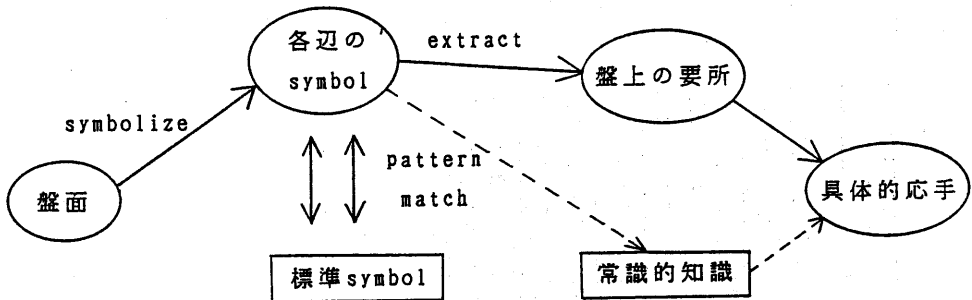


図2. 序盤の静的モデル

与えられた盤面の各辺の symbol を表示し、分類された4つの標準 symbol (sym1), (sym2), (sym3), (sym4) に照合するものうちプライオリティの最も高い辺を選び、その symbol のハイフンに相当する場所を抽出する。照合するものがなければ、互いに接する敵味方の模様を検出し、その接点周辺を求める。検出できなければ、次の一手は導出不能とする。

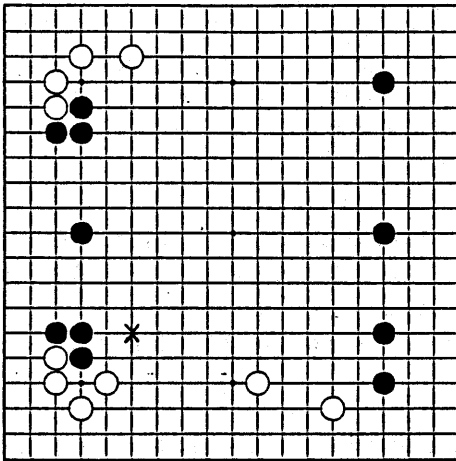
次に、得られた重要な場所から具体的な着手を推論する方法を述べる。

[type A] の場合：2立3折の原則

sym(B<sub>1</sub>)-sym(B<sub>2</sub>) に対し、2立3折の原則に従った、B<sub>1</sub> から B<sub>2</sub> へのヒラキと B<sub>2</sub> から



(実行例 2) . . . 白番



出力結果 . . . type B, ((6,6))

さて、市販されている序盤の問題集から初級ないし中級程度の問題を、分析に用いた問題とは別に 30 題選び、それらを本プログラムに解かせ、①問題の type 分けと②具体的着手の導出の双方について表 2 のような結果を得た。

表 2. プログラムの実力

問題		① 問題の type 分け		② 着手の導出		
type	数	正解数	正解率	正解数	正解率	
A	sym1	5	5	100%	5	100%
	sym2	2	2	100%	2	100%
	sym3	5	5	100%	5	100%
	sym4	4	4	100%	4	100%
B	3	3	100%	2 (注2)	67%	
小計	19	19	100%	18	95%	
others	11	11	100%			
計	30	30	100%			

(注 1) 時間はいずれも interpreter で 3, 4 秒

(注 2) ただ 1 つの不正解は、検出した模様 of 接点付近は妥当であったが、具体的な着手として不適切であった。

## 5. 本モデルの妥当性

4. の表2からわかるように、type A 及び type B の問題に関しては、basis の強弱とその相互関係によるアプローチはかなり有効であるといえる。碁は、大抵の場合隅と辺から始まり、4つの辺から立体的に構成されていく。従って、碁の土台は4つの辺であり、それらの中で最も重要な辺（focus of attention）を探ることを主眼としたこのモデルは、局所的のみならず大局的判断に基づいた静的局面の問題解決に有力な一助をなすものと考えられる。

反面、次のような問題点が挙げられる。

- (1) type A の問題はたまたま100%の正解率であったが、2. の解析に使った問題は、50題という少数であり、又レベルも初中級程度であるので、4つの標準 symbol のどれにも属さないような type A の必争点が存在する可能性がある。
- (2) basis の強弱が位置と形のみで定義されているため、熟達者の判断する石の強弱と合わない場合がある。

## 6. まとめと今後の課題

静的局面において大局観に基づいた次の一手を導出するために、各辺の basis の強弱と相互関係に注目し、それを symbol によって表示した上で、分類された必争点の標準 symbol と照合の結果、辺における要所や模様との接点を抽出するという新しいモデルを提示した。又、それをインプリメントして実際の問題に応用し、本モデルの妥当性を確かめた。

更に本モデルの内容を充実させるために、次のような課題が挙げられる。

- (1) 多数の対局例を調査して、第3線と第4線の特徴について記述するとともに、序盤における必争点の分類を更に充実させる。
- (2) basis の強弱を、位置や形のみならず「読み」によって判定するアルゴリズムを考察する。
- (3) type B の具体的着手の決定に際しては、模様の拡張や制限に関する常識を活用する。
- (4) type C については、symbol などによって格言や形などの知識を表現する方法やツールについて考察する。

## 7. おわりに

相手と競合する状況下での問題解決を扱う以上、我々は静的モデルよりもむしろ動的モデルに関心を持つべきである。しかし、動的局面は、広い意味で静的局面の連続的な積み合わせであるから、動的モデルは、今回提案した静的モデルを基礎に成り立っているといえることができる。その意味で、静的モデルにおける symbol 化は、動的モデルにおいても有効な道具になると考えられる。

とはいつても、その道具だけでは明らかに不十分であって、動的モデルに最も肝要なもの1つは戦略モジュールである。「この局面においてはこの石を攻めよ」などという戦略のもとで次の一手を決定しなければならないからである。この際、標準 symbol のもつ意味（必争点の意味をも含めて）を導入する必要があると思われる。

更に、今回提案した本モデルは、学習の面からみても非常に有効であると考えられる。「こういう局面のときは、このように打て」と教わったとき、人間は、具体的な事例を抽象化（symbol 化）してルールとして蓄え、次の実践に適用するという本モデルの流れに従って学習しているように思われる。

我々は、本モデルを更に充実させて、序盤に限らず中盤、終盤における静的局面と動的局面の両方に対応できるよう、学習機能をもとり入れた融合的なモデルを構築していく考えである。