

# コンピュータ将棋における定跡生成法の一提案

芝 世式<sup>†1</sup>

**概要:** 本研究はコンピュータ将棋における序盤定跡の自動生成を行おうとするものである。具体的な実装を行いその効果のほどを確認した後、公的な大会である電王トーナメント及び世界コンピュータ将棋選手権において有効性を示した。

**キーワード:** コンピュータ将棋, 機械学習, 定跡生成

## Offering an Effective Method to Make Opening Books on Computer Shogi

SEIJI SHIBA<sup>†1</sup>

**Abstract:** In this research, we propose a method to effectively make opening books on computer shogi. After conducting concrete implementation and confirming its effect, we showed effectiveness in the public convention, the Den-O Tournament and the World Computer Shogi Championship.

**Keywords:** Computer Shogi, Tree search, Opening book

### 1. はじめに

ゲームアルゴリズムや探索問題の研究題材としてチェスや囲碁、将棋などの題材が長年取り組まれてきたが、近年は人間の最上位者を上回る実力を身につけてきたことが明らかになっている。しかしながら、新しい多くの試みが常に導入されコンピュータ同士の対戦においてその強さというものは年々向上の一途を辿っている。著者は昨年秋の電王トーナメントにおいて準優勝した [shotgun](#)<sup>[1]</sup> および今年春の世界コンピュータ選手権において優勝した [Hefeweizen](#)<sup>[2]</sup> において、過去にない斬新な手法で探索時間を制御することにより時間的優勢を築く手法を実装しその勝敗に対する有効性を示した。

Ponder と呼ばれる対戦相手の考慮時間中に相手の指し手を仮定し投機的に思考を進める手法について、Multi Ponder という新しい手法を提案した。詳しくは、第 40 回 ゲーム情報学研究会において「コンピュータ将棋における相手考慮時間の有効活用法の一提案」として既発表である。しかしながら、Multi Ponder が有効に作用するにはいくつかの条件が整う必要があることが分かった。そのひとつが定跡問題である。相手の定跡がこちらより長い場合、その間の Ponder に使用できる時間は皆無であるためこれは有効に作用しない。また、こちらは考慮時間を使用して思考を進めるが相手は先に Ponder を当てる権利を持つことになる。それ故、Ponder を有効利用するためには定跡の長さというのが重要となる。

本発表はその定跡生成における実践的な手法を詳細に示すものである。本試みにおいて最も重要な案件は定跡の長さである。つまり、相手の指し手を広く深く収集する必要がある。

### 2. 定跡の基本的な作り方

定跡とは実際の対戦により生み出された最善手と思われる手筋の集まりであるが、コンピュータ将棋においては大きく二つの作成方法が存在する。ひとつは実際の対戦で勝つ確率が高いと考えられる、もしくは実際に勝った指し手の集合である。もうひとつは十分な時間をかけて深く探索を行った際に評価値の良い手の集合である。便宜上前者を手法 A、後者を手法 B とおく。手法 A と手法 B の一番の違いは、A が局面と指し手が組になっていることに比べ、B は任意の局面で適用可能であるがその局面の集合を持たないことである。人間の行う将棋における定跡は A であることは言うまでもない。また、やねうら王<sup>[3]</sup>には手法 B の定跡作成機能が搭載されており、局面と深さおよび候補手の数を指定することで自動的に定跡ファイルを生成することができる。しかしながら、初手からの全探索では非常に膨大な計算量を用いても局面数が爆発的に増大するために 20 手前後までしか準備できないことが分かっている。また、A が実戦の結果であるため木探索による水平線効果などの影響が少なく信頼性が高いと思われる。B は所謂事前計算による対戦時の探索時間削減効果を生むものと考えられている。

本研究ではこの二つの手法を組み合わせることで比較的 low コストで長い定跡を作成することが可能となるこ

<sup>†1</sup> 岡山県立大学 情報工学部  
Okayama Prefectural University  
shiba@cse.oka-pu.ac.jp

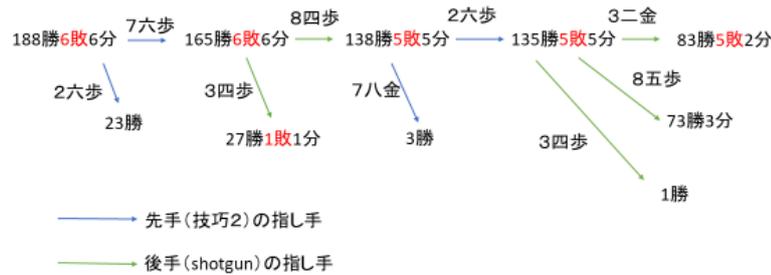


図1 先手技巧2後手shotgunの調整最終局面

とを示す。

### 3. 定跡の延長

将棋の定跡として初手から数手目程度は概ね自明となる。恐らく全くの0からも作成可能であるが時間の無駄となるため初期段階で一般的な少しの定跡を加えてある。既存の定跡の流用や floodgate など頻出の局面や指し手を収集するもので問題ない。その理由は後述する定跡削除の手順にある。以後、この定跡に対して延長という手続きを行う。

具体的には対戦により局面の生成を行う。つまり、片方に定跡を適用し、相手方には定跡を適用しない状態で対戦を行うことで定跡を抜けた局面が各対局で生まれる。この際、両方の対局プログラムはある程度強い方が望ましいが実践的には対局数も必要であるため手に入る PC が二三日くらいで 100 戦程度可能な条件で設定しておく。記録しておくべきは定跡を抜けた局面である。対局後でも生成可能であるが、本実験では対局中にリストを出力しておいた。

次に、手法 B で定跡を抜けた局面を深く探索させ、既存の定跡に対して延長を行う。100 戦行うことにより最大 100 局面の延長が行える計算になるが多分に重複するために多くの局面が得られることが少ない。本手法では手早く多くの局面を集めるため定跡抜け後の定跡延長側の 8 局面を一気に追加することにした。もちろん、この間に実戦で悪手などがある場合はそれ以後の局面自体が全く無駄となるが、手法全体の計算コスト面から考えると軽微と考える。

最もうまく作用した場合、上記一工程で 8 手延長可能となる。相手番も手数をカウントすると 16 手である。対戦相手が比較的ブレの少ないソフトの場合は一工程で 4,500 局面程度が追加され頻出する定跡局面の延長が大変有効に作用する。

### 4. 定跡削除

定跡の延長は前述の通りである。これにより定跡は単調に延長され中盤や終盤まで進むことになる。相手が弱いソフトの場合、定跡のみで十分優位な局面までリードするこ

とは難しくない。本実験では shotgun の定跡生成過程において定跡生成側を独自評価関数のやねうら王、対戦側を技巧 2 とし、勝率 90% 以上を確認している。

しかしながら、水平線効果や探索の甘さなどから前述の定跡中にも悪手や緩手と言われるものが混入することがある。これに関しては手法 B では検出不能であるため手法 A を用いることとなる。具体的には前述の局面生成の対戦結果を流用することになる。対戦時に負けた局面のみを収集し、その共通する局面および指し手があれば、これを悪手もしくは緩手と推定する。

これを自動削除することで完全な自動化を図ることも可能であったが、削除リストは非常に少ないため目視で確認し、手動で削除することにした。たとえば、Hefeweizen の定跡においては僅かな勝率の差であったが、横歩取り定跡において勇気流を削除し青野流 100% の決断を行っている。

以上の、延長および削除の工程を交互に行うことにより定跡の世代を更新し、長い定跡が生成される。もちろん、負けた局面への指し手は順に削除されるため十分繰り返すことで当初の目的ではないが勝率は徐々に向上していくことになる。また、時間的優位は飛躍的に拡大する。

### 5. 実践の様子

上記の手順について shotgun 定跡の調整最終局面を例に示す。最終局面においては十分な調整がされており図 1 では先手技巧 2 後手 shotgun の対局における勝敗の数を明示している。対局時間は対局数を準備しやすくするため 5 分切れ負けとしている。200 局の対局結果は shotgun の 188 勝 6 敗 6 分であるが、手番を替えた 200 対局では 196 勝 4 分となった。すなわち shotgun の対技巧 2 のトータルの勝率は 96% であった。定跡削除では敗着に注目するため shotgun 後手番のみについて示す。

前述の通り後手番では shotgun の 188 勝 6 敗 6 分であるが、これは技巧 2 の初手によりケース分けされる。初手 7 六歩の場合の勝敗は 165 勝 6 敗 6 分と後退するが、初手 2 六歩であれば shotgun の 23 勝全勝である。もちろん、これ



18手目  
7四歩:32勝2分  
6四歩:60勝4敗1分

図2 角換わりの局面(先手技巧2後手shotgun)

は対戦相手などを固定した場合の例であるため将棋の普遍的な有利不利を論じるものではないことを明記しておく。

後手番の *shotgun* には二手目および四手目の分岐を選択する権利がある。極論すれば初手7六歩に対し二手目を8四歩、三手目2六歩に対して四手目9五歩を選択することで負けがなくなるといった寸法である。実戦ではここまでの定跡削除は行っていないが対技巧2の勝率に特化することは可能である。

また、図2にこの対局で大きな分岐となった局面を示す。具体的には角換わりと言われる戦型の18手目後手番の局面である。本対局では7四歩と6四歩の二択となったが、この局面で後者のみ負けに至る筋が存在する。つまり、対技巧2の勝率だけを考えればここで6四歩の削除が有効である。

実際はもっと穏やかな定跡削除を行った。具体的には勝率が3割未満や全敗といったケースのみである。しかしながら、その程度の定跡削除であっても定跡延長と組にして繰り返すことで序盤変化の少ない定跡となることが確認されている。

表1に第5回電王トーナメント決勝での定跡手数を示す。上から決勝1回戦、2回戦、準決勝、決勝の同時3対局である。具体的には電王トーナメントの決勝にて対戦した平成将棋合戦ぼんぼこの定跡は *shotgun* 定跡より多くの局面

を収録しているとの話であったが、決勝の同時3対局において全て *shotgun* 定跡の方が長く働いた。作成時の都合で各手順の対局数が一定ではないが、繰り返し数は5回程度である。

表内で *yorkie* 戦および *ponpoko2* 戦において非常に長手数数の定跡になっているがこれは横歩取りの戦型である。これについては *floodgate* にて頻出かつプロ棋戦においても事前研究が非常に有効に働く戦型として知られているために特に念入りに準備を施している。

また、*Hefeweizen* での定跡延長については電王トーナメントでの強敵などを対象に複数並行して行った。具体的には *elmo*<sup>[4]</sup>、*Qhapaq*<sup>[5]</sup>、*ぼんぼこ*<sup>[6]</sup>、*Apery*<sup>[7]</sup>、*wakame*<sup>[8]</sup>、*Aperypaq*<sup>[9]</sup>といった仮想敵である。主題として定跡拡大を目的としているため仮想敵のバリエーションが多い方が望ましい。また、定跡削除のケースも勝率の非常に悪い局面だけとした。ここで言う勝率の非常に悪い局面とは特定の1ソフトに対して勝率が悪いことを意味する。他のソフトにとって問題なくても弱点となる部分を減らしておくことが重要であると考えた。つまり、勝率は五分五分で十分とし評価値も大きく変動しない程度の局面で定跡を抜けることを容認している。もちろん、当初の目的である *Multi Ponder* への繋ぎの役割が最重要である。これは定跡を抜けた局面の勝率は確かに重要であるが、定跡収録局面のみで

表1 第5回電王トーナメント決勝での定跡手数

対戦相手	対戦相手が最初に考慮時間を消費した手数	こちらが最初に考慮時間を消費した手数
selene	2	11
yorkie	18	57
yomita	2	15
ponpoko1	15	20
ponpoko2	34	61
ponpoko3	11	20

ソフト名は対局サーバ登録名

既に優位という状況を作り出すことは非常に困難であることを理解しての立案である。特に世界コンピュータ将棋選手権レベルになると計算機の能力が相当なものとなるために時間が十分にある序中盤で明白な悪手というものはない。時間差がついてからの互いに未知の局面で読みの深さを争う決着を目指した手法である。

Qhapaq については河童パーク定跡と言う先手3八銀、後手6二銀から始まる変則戦型を行うため本手法はほぼ初期から定跡を外れることとなる。<sup>[10]</sup>相手の定跡を外す定跡として計画的に作成されたものである。しかしながら、本手法を数度繰り返す後、十分対応が可能であった。同様の変則定跡が出現した際にも同様に対応可能であると思われる。

- [3] やねうら王. <https://github.com/yaneuraou/YaneuraOu>
- [4] elmo. <https://github.com/mk-takizawa>
- [5] Qhapaq. <https://github.com/qhapaq-49/qhapaq-bin/releases>
- [6] ぼんぼこ. <https://github.com/nodchip/hakubishin-/releases>
- [7] Apery. <https://hiraokatakuya.github.io/apery/>
- [8] wakame. [http://ch.nicovideo.jp/niko\\_syougi/blomaga/ar1403680](http://ch.nicovideo.jp/niko_syougi/blomaga/ar1403680)
- [9] Aperypaq. <https://github.com/qhapaq-49/qhapaq-bin/releases>
- [10] Sawada Ryoto, “「科学するコンピュータ将棋 LTS 2018.10」”.

表2 第28回世界コンピュータ将棋選手権決勝での定跡手数

対戦相手	対戦相手が最初に考慮時間を消費した手数	こちらが最初に考慮時間を消費した手数
Qhapaq	12	17
HoneyWaffle	15	22
godwhale	20	なし
cobra	41	50
apery	4	15
pal	11	22
tanuki	15	38

ソフト名は対局サーバ登録名

表2に第28回世界コンピュータ将棋選手権決勝での定跡手数を示す。電王トーナメントでの作戦披露などで対戦相手に対策を練られることが考えられたが、決勝の全対戦で十分に想定した状況を作り出すことができた。もちろん、定跡を抜けた局面で不利な状況は皆無であった。

## 6. おわりに

コンピュータ将棋の対戦において Multi Ponder の有効性を発揮するために長い定跡を自動生成する試みを行った。

生成された定跡は実戦で十分に作用し、Multi Ponder の働きをサポートした。

また、電王トーナメントおよびコンピュータ将棋選手権において定跡を抜けた局面で明白に不利な状態になったことは皆無であったため実戦的で完成度の高い手法と考えている。

## 参考文献

- [1] “第5回将棋電王トーナメント”.  
[http://denou.jp/tournament2017/result\\_img.html](http://denou.jp/tournament2017/result_img.html)
- [2] “第28回世界コンピュータ将棋選手権”.  
<http://www2.computer-shogi.org/wcsc28/>