

TOPICS

- ・第30回世界コンピュータ将棋選手権中止
急遽開催のオンライン大会で水匠が優勝!!
- ・世界コンピュータ将棋オンライン大会報告
- ・世界将棋AI 電竜戦
- ・研究技術トピックス 6 編

CSA VOL.32

コンピュータ将棋協会誌
Journal of Computer Shogi Association

コンピュータ将棋協会 (CSA)

CSA はコンピュータと将棋の接点に興味を持つ人々によって1987年に発足された任意団体である。現在、約100名の会員によって構成される。主たる活動として、世界コンピュータ将棋選手権、ゲームプログラミング・ワークショップ、定期的な例会をそれぞれ開催する。また、コンピュータ将棋協会誌を発行している。

CSA 理事会

会 長： 瀧澤 武信

〒169-8050 新宿区西早稲田1-6-1
早稲田大学 政治経済学術院
takizawa@waseda.jp
takizawa@computer-shogi.org

副 会 長： 小谷 善行

〒206-0041 多摩市愛宕2-6-2-501
kotani@cc.tuat.ac.jp
kotani@computer-shogi.org

理 事： 飯田 弘之

〒923-1292 石川県能美市旭台1-1
北陸先端科学技術大学院大学 情報学研究所
lida@jaist.ac.jp
lida@computer-shogi.org

理 事： 五十嵐 治一

〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5
芝浦工業大学 工学部情報工学科
arashi50@sic.shibaura-it.ac.jp
igarashi@computer-shogi.org

理 事： 池 泰弘

ike@computer-shogi.org

理 事： 柿木 義一

y.kakinoki@nifty.com
kakinoki@computer-shogi.org

理 事： 香山 健太郎

kayaken@kmail.plala.or.jp
kayama@computer-shogi.org

理 事： 高田 淳一

junichi_takada@mac.com
takada@computer-shogi.org

理 事： 竹内 章

takeuchi@computer-shogi.org

理 事： 星 健太郎

hoshi@computer-shogi.org
hoshi@kentaro.chiba.jp

理 事： 松原 仁

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1
東京大学大学院 情報理工学系研究科
AIセンター
matsubar@ai.u-tokyo.ac.jp
matsubara@computer-shogi.org

理 事： 山下 宏

yamashita@computer-shogi.org

理 事： 山田 剛

yamada@computer-shogi.org

監 査： 木下 順二

up2j-knst@asahi-net.or.jp

< CSA 会誌編集委員会 >

編集委員長：五十嵐 治一

委 員：瀧澤 武信，小谷 善行，松原 仁

コンピュータ将棋協会誌
第 32 卷
Journal of Computer Shogi Association
Vol.32

目次

巻頭言	…………… 瀧澤 武信	…… 1
世界コンピュータ将棋選手権		
・ 第 30 回世界コンピュータ将棋選手権中止・世界コンピュータ将棋オンライン大会開催の経緯	…………… 香山 健太郎	…… 4
・ 世界コンピュータ将棋オンライン大会の概要と結果	…………… 香山 健太郎	…… 5
・ 世界コンピュータ将棋オンライン大会報告	…………… 篠田 正人	…… 8
・ 世界コンピュータ将棋オンライン大会「水匠」レポート	…………… 杉村 達也	…… 13
・ 世界コンピュータ将棋オンライン大会 WCSOC2020 の実況放送と世界コンピュータ将棋選手権 WCSC31 の展望について	…………… 星 健太郎	…… 16
・ 第 31 回世界コンピュータ将棋選手権の概要	…………… 香山 健太郎	…… 19
世界将棋 AI 電竜戦		
・ 世界将棋 AI 電竜戦について	…………… 松本 浩志	…… 22
・ DeepLearningShogi Meets Google Colab	…………… 加納 邦彦, 山岡 忠夫	…… 29
・ 異なる思考過程を持つ将棋 AI の効率的なクラスタ化 ～deqshi が電竜戦へ挑戦～	…………… 澤田 亮人	…… 35
研究・技術トピックス		
・ コンピュータ将棋の現状 2020 春	…………… 瀧澤 武信	…… 39
・ 世界コンピュータ将棋選手権の歴史 (5 A)	…………… 瀧澤 武信	…… 47
・ 世界コンピュータ将棋選手権の歴史 (6)	…………… 瀧澤 武信	…… 55
・ Stockfish NNUE プロジェクト	…………… 野田 久順	…… 63
・ その玉はなぜ詰まないのか? ～df-pn を使った詰将棋エンジンとその実装の課題～	…………… 澤田 亮人	…… 67
・ AobaZero の高速化と現在の状況	山下宏, 保木邦仁, 小林祐樹	…… 72

例会記録, 総会議事録, blog

- ・コンピュータ将棋協会例会記録 (2020年5月～2021年3月) … 瀧澤 武信 …… 87
- ・コンピュータ将棋協会 2021年度総会議事録 …… 瀧澤 武信 …… 93
- ・コンピュータ将棋協会 blog の 2020年の活動 …… 山田 剛 …… 98

事務局から

- ・事務局便り …… 小谷 善行 …… 101
 - ・コンピュータ将棋協会賞 …… 瀧澤 武信 …… 106
 - ・コンピュータ将棋協会・会誌執筆要領 兼 テンプレート …… 107
 - ・コンピュータ将棋協会会則 …… 109
 - ・編集後記 …… 五十嵐 治一 …… 112
-
- ・会誌第 32 巻発行について

巻頭言

瀧澤 武信 *

2020 年は、世界中が新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) に振り回された年であった。亡くなられた方にお悔やみ申し上げる。また、体調を崩された方にお見舞い申し上げます。

世界コンピュータ将棋選手権も、第 30 回を 5 月に行う予定で準備を進めていたが、政府から「緊急事態宣言」が発出されたため、中止となった。一方、選手権に代わる「世界コンピュータ将棋オンライン大会」を開催したところ、予想以上の成功を収めることができた。関係者に感謝するとともに、この経験を活かし、2021 年には予選・決勝の各日に参加者が一堂に会する形かオンラインとなるかによらず、「第 31 回世界コンピュータ将棋選手権」を開催することを予定している。開催日は 5 月 3 日～5 日である。

中止になってしまったが、第 30 回の選手権に関しては、海外からの 2 チームを含め昨年より 2 チーム多い選手権史上最多の 63 チームから参加申し込みがあった。なお、「世界コンピュータ将棋オンライン大会への参加申し込みは 40 チーム、出場チームは 39 (内 1 チームは開始後接続できなくなり棄権したため、実質的には 38)」であった。

大会ルールについても以下の変更があった。「ライブラリ制度」が廃止された。また、2 次予選シード数、1 次予選から 2 次予選への進出数が変更された。これらは、第 31 回でも同様になる。また、COVID-19 の影響で海外の参加者の日本への入国がしにくい状況であると考えられることから、一堂に会するスタイルの場合も、海外からの参加者は代理操作者を指定する形での参加を認める予定である。

第 30 回は開催を中止し、非公式、選手権申込者限定、参加費無料のオンライン大会を開催した。そのため、一旦受け取った参加費は全額返還したが、そのままオンライン大会へ寄付してくださる方が多数おられ、有難くいただくこととした。ご寄付いただいた皆様に深く感謝申し上げます。

オンライン大会は 2 日制で、初日に予選、2 日目に決勝を行った。初めての試みのため、ルールは厳密には決めず、また、変形スイス式で行うが、何回戦まで行うか決めずに開催した。各日の参加者を同数となるように決勝シードを決め、各日 6 回戦まで行う予定であった。ところが、予想以上にトラブルなく (2 日目の 2 回戦の途中でサーバにトラブルが発生したが、棋譜中継の一部が実時間で表示できなくなった以外には影響がなかった) 進行し、両日とも結

局 8 回戦ずつ行うことができた。

オンライン大会の優勝は「水匠」、2 位は「Hefeweizen-2020」、3 位は「elmo」、4 位は「Qhapaq from Neo-Saitama」、5 位は「習甦」であった。また、他者の作成したソースコード/データを利用していない (自己申告) プログラムが対象の「from Scratch 賞」は、1 位が「習甦」、2 位が「Novice」、3 位が「CGP」、4 位が「山田将棋」、5 位が「あやめ」であった。優勝の「水匠」には楯を、優勝から 5 位までと「from Scratch 賞」の 1 位から 5 位までには賞状を授与した。

近年、選手権 (上位 8 位以内同士) における平均手数が急激に延びてきている。2017 年までは、130 手台～140 手台であったが、2018 年には 180.8 手 (2017 年までに比べ、統計的に有為の差)、2019 年には 190.3 手 (2018 年までに比べ、統計的に有意の差)、2020 年は対象となる対局数が少ないため統計的に有意とはいえないが 215.6 手である。

現在、320 手までに決着がつかない場合「引分」としているが、この手数についても今後検討が必要になるかもしれない (今回、320 手引分となったのは、3 局であった)。

研究会関係では「第 43 回情報処理学会ゲーム情報学研究会」には 28 件の論文が集まり、2020 年 3 月 13 日～14 日に早稲田大学で行われる予定であったが、COVID-19 の流行のため、オンライン開催となり、内 9 件は今回発表せず、次回に発表することとなった。「第 44 回情報処理学会ゲーム情報学研究会」は、2020 年 6 月 27 日に佐世保工業高等専門学校で行われる予定であったが、オンライン開催となり、3 月からの繰り越し 5 件を含め 11 件の発表があった。今後は「第 45 回情報処理学会ゲーム情報学研究会」が 2021 年 3 月 5 日～6 日に開催される。

また、「第 25 回ゲーム・プログラミングワークショップ (GPW20)」(情報処理学会主催、コンピュータ将棋協会協力) が 2020 年 11 月 14 日～15 日にオンラインで開催され、この中で次の 2 件の招待講演があり、好評だった：

- ・野田久順氏 (ザイオソフト コンピュータ将棋サークル)
「Stockfish NNUE プロジェクト」
- ・松原仁氏 (東京大学/はこだて未来大学/GPW 実行委員長)
「GPW とゲーム情報学」

また、一般公演はポスター発表を含め 32 件であった。

例会に関しては、2020 年 1 月例会までは通常の開催を行っていたが、3 月は COVID-19 のため、通常の例会は行わず、総会のみを行った。5 月以降は例会を zoom や slack

*コンピュータ将棋協会会長、早稲田大学政治経済学術院
takizawa@computer-shogi.org

を利用して開催している。同じ場にいないので迫力がないし、例会後の懇親もオンラインなのが寂しい気もするが、良い副作用で遠くにいる方も気軽に参加できるので、毎回の参加者が増え、議論が活発である。

前号でも書いた通り、プロ将棋界では、女流を含めトップ棋士が普通にコンピュータ将棋を利用した研究を行うようになっていて、喜ばしい。今後はこれまで以上にコンピュータ将棋の活用法が重要になるとと思われる。

また、カツ井将棋の松本浩志氏のご尽力で2020年11月21日、22日に「第1回世界将棋AI電竜戦」が開催された。主催は「電竜戦実行委員会」で、CSAから派生したとのことだが、自由な発想で選手権とは異なる大会となっている。公式な趣旨として「電竜戦は、コンピュータ及び人間によるオンラインの将棋の世界大会である」と述べられていて、実際、生身の人間も参加していた。初日10位以内の総当たりで行われたA級で優勝は「GCT電竜」、2位から5位は「Grampus」、 「Qhapaq Overfit Adventure」、 「みずうら王 with お多福ラボ」、 「BURNING BRIDGES」であった。初日11位以下により行われたB級では、全勝同士の「Daigorilla∞」と「koron」の間でB級優勝決定戦が行われ、「koron」が勝ち、B級優勝となった。「Koron」の作者は中学生であり、今後の活躍が大いに期待される。CSAは、この大会を後援し、優勝者に楯を、2位から5位までの入賞者にメダルを授与した。このような、選手権とは異なる形の大会が開催されることはコンピュータ将棋の発展に繋がると考えられ、大変喜ばしい。松本氏には敬意を表す。さらに、年末にはコンピュータチェスで2010年から行われてきたTCEC (Top Chess Engine Championship) に倣ったTSEC (Top Shogi Engine Championship) の大会を催すとのことであり、注目される(本号に松本氏から記事をご投稿いただいた)。

さて、この原稿は、カナダ・アルバータ州のエドモントンで書いている。University of Alberta(UA)の招きにより3月30日まで滞在している。現在、COVID-19のため、カナダへの入国は著しく制限されており、筆者が当初予定していた4月からの入国はかなわず、9月に、UAから「Visiting Researcher(客員研究員)で入れる」との連絡があったが、急にカナダの入国ルールが変更になり、それでは、入れなくなった。その後「Visiting Professor(客員教授)で入れるが、”Work Permit”が必要」との連絡があった。そのための書類の準備に8週間ほどかかり、結局入国できたのは12月2日であった。

それから14日間のisolation(隔離)期間を経て、よ

うやく市内に借りた部屋に入ることができた。帰国後も再び14日間の隔離があると思われる。今年は例年より暖かいそうであるが、東京ではまず履かないブーツを履いて慣れない雪道を歩くのは大変である。UAは現在冬休みで、その後も本格的な教室授業開始にはかなりかかるそうであるが、こちらのRyan Hayward教授(コンピュータHexの研究で著名)とはオンラインミーティングを(同時刻のため)簡単に行うことができる。先日は、コンピュータ囲碁の研究で著名なMartin Müller教授(UAの教授だが、現在、私と同様サパティカルでオーストリアに滞在中)を交えてミーティングを行った。Müller教授がヨーロッパにいて、私がカナダにいたので、不思議な感じがした。また、別の日に、チェッカーを解くなどで有名なSchäffer教授ともオンラインでお会いした。私が隔離されていた建物がSchäffer Hallというところだったので、関係があるのか聞いたところ、「残念ながら違う。別のSchäfferだ」とのことである。

2019年から2020年にかけてはWinning Waysの著者でこの分野の創設者であるE. Berlekamp教授、R. Guy教授、J. Conway教授が相次いで亡くなられた(特に、Conway教授はCOVID-19が原因で)大変な2年間であった。2021年もしばらくは規制が続くなど行動に制限が課せられると思われるが、1日でも早く以前の形で活動ができるようにと願う。
(2020年12月25日記)

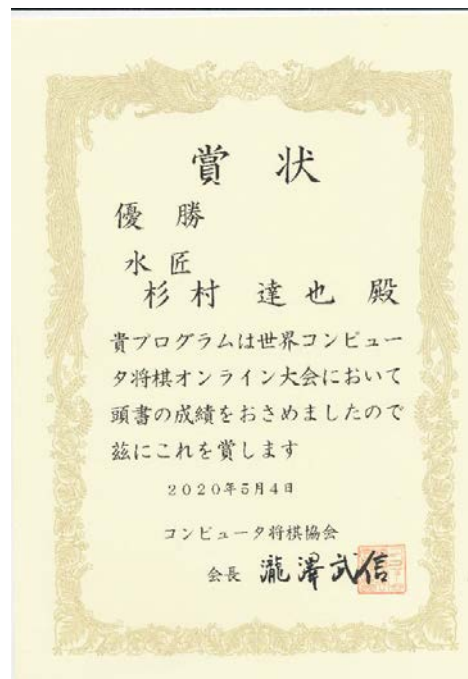


図1 オンライン大会優勝 水匠 杉村達也氏 賞状



写真1 オンライン大会優勝楯 水匠（杉村達也氏）
(C) 杉村達也



写真2 電竜戦実行委員会主催 第1回世界将棋 AI 電竜戦
優勝楯 GCT（加納邦彦氏） (C) 加納邦彦

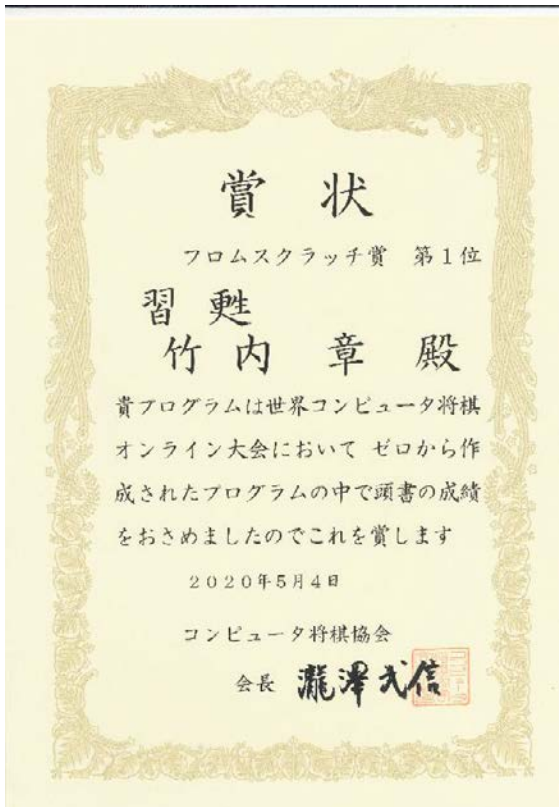


図2 オンライン大会フロムスクラッチ賞
第1位 習甦 竹内章氏 賞状



写真3 エドモントン ダウンタウン
2020年12月24日

写真1は杉村達也氏，写真2は加納邦彦氏ご提供，その他は，瀧澤。

第30回世界コンピュータ将棋選手権中止・ 世界コンピュータ将棋オンライン大会開催の経緯

香山 健太郎

1. はじめに

2020年5月3～5日に予定していました第30回世界コンピュータ将棋選手権は、COVID-19の感染拡大のため、残念ながら中止となりました。それに代わるものとして、5月3,4日に世界コンピュータ将棋オンライン大会を開催しました。

その経緯は以下のとおりです。

2. 2月中の状況

2月中旬頃より、日本国内でも感染が確認される例が増え始め、各種イベントに関する開催形態変更・中止・延期等の措置の検討が報じられるようになりました。2月下旬には、政府より、2週間、全国的に各種イベントを中止・延期・規模縮小するような対応の要請がなされ、また3月中の小中高校等の臨時休校の要請もなされました。3月前半に予定されていた各種学会の全国大会や研究会も、続々と中止やオンライン開催となりました。

このような状況の中、参加者からの問い合わせが続いたこともあり、CSAは5月の選手権の開催方法の検討を開始しました。当時は、選手権まで約2か月あり、それまでに収束する可能性もあったことから、しばらく情報を収集しつつ検討を続けることとし、3月2日に、資料1のとおり、3月末頃に何らかの方向性を示す予定であることを参加者・関係者等に連絡しました。

3. 3月中の状況

3月に入っても、COVID-19の感染拡大は続き、日本国内では、緊急事態宣言の発令も取りざたされるようになりました。世界的にも感染が拡大し、3月11日にはWHOがパンデミックに相当すると認定しました。3月11日には、春のセンバツ高校野球の中止が決定し、3月24日には7月から予定されていたオリンピック・パラリンピック東京大会の1年程度の延期も発表されました。

このような状況下で、CSA理事会では、5月の選手権について延期やオンライン開催の可能性も含め検討を行いました。しかし、延期は今後の見通しが立たないこと、オンラインではトラブル時の対応が難しく、予定通り進行することが難しいと考えられることから、延期及びオンライン開催は行わず、制限付きで実施することを決定しました。また、国や自治体等から何らかの宣言が出た場合等は中止もありうることを決定しました。

そして、3月24日に、資料2のとおり、できるだけ会場に入場する人数を減らして実施すること、今後の状況によっては中止もありうることを、キャンセル者には今回に限り参加費を返還することを参加者に連絡しました。

4. 4月中の状況

4月に入っても状況は好転せず、4月7日には、東京都、大阪府等7都府県を対象に政府より緊急事態宣言が発出されました。それを受けて、CSA理事会では、やむなく選手権の中止を決定し、4月8日に、資料3のとおり、参加者・関係者に連絡しました。なお、第30回の選手権は中止とし、次回は第31回とすることとしました。

同時に、1年間の成果を披露したい方、プログラムの実力を試したい方が多い状況も考慮して、選手権申込者を対象に、選手権とは別にオンライン大会を開催することとし、参加者の募集を開始しました。オンライン大会は、最終的に40チーム申込、39チームの参加で、5月3,4日に行われました。

5. おわりに

最終的な中止の判断が4月上旬となってしまいました。参加者・関係者の方々にはご理解いただき、誠にありがとうございました。また、オンライン大会にも多数の方にご参加いただき、ありがとうございました。

今回は、選手権をオンラインで行うことも含めて検討しております。

世界コンピュータ将棋オンライン大会の概要と結果 急遽開催のオンライン大会で水匠が優勝

香山健太郎

1. 大会概要

日時 2020年5月3日(日)・4日(月)

対局形式 オンラインで実施

参加資格 第30回世界コンピュータ将棋選手権に参加を申し込んだプログラム

主催 コンピュータ将棋協会 (略称: CSA) <http://www2.computer-shogi.org/>

寄付 山下剛 様

水匠 杉村達也 様

nozomi 大森悠平 様

AobaZero 保木邦仁 様

手抜き 鈴木太朗 様

TMOQ 山下隆久 様

GCT 加納邦彦 様

臥龍 高田淳一 様

Scherzo 氏家一朗 様

Fluke 井本康宏 様

スーパーうさびょん2X 池泰弘 様

762alpha 天野 史齋様

表彰 優勝: 楯

5位まで: 賞状

フロムスクラッチ申告の上位5チーム: 賞状

※「フロムスクラッチ」(「プルスクラッチ」から改称)の定義:

思考部に大きな影響を与える、他者の作成したプログラム・データ等)を利用していないとして自己申告があり、
アピール文書等から、おおむねそれが正しいと考えられるチームを指します。

目安として、前回の選手権の「ライブラリ不使用者」に相当します。

試合方法 初日 : シード12チーム以外による変形スイス式トーナメント最大6回戦

2日目 : シード12チームと初日通過16チームの計28チームによる

変形スイス式トーナメント6回戦

※両日とも、18:00を過ぎたら新しい回戦は行わない

※結果として、初日・2日目とも8回戦まで実施

持ち時間 当初15分、1手ごとに5秒加算 (フィッシャークロックルール)

2. 参加者

	主要な開発者・チーム名	プログラム名	CPU	クロック	プロセッサ数	総コア数	メモリ	OS	使用言語	FS
2	Barrel house	Hefeweizen-2020	Ryzen 5 2500U + Amazon EC2 c5.metal * 6			4 + 48 * 6		Windows 10 + Linux	C++, Go	
3	ザイオソフト コンピュータ将棋サークル	究極幻想アルテマタヌポ ン	Core i7-5500U + Amazon EC2 (c5.metal, c5.large)	2.4GHz + 3.6GHz + 3.6GHz			16 + 192 + 4 * 9	Windows 10, Ubuntu	C++, C#	
4	瀧澤 誠	elmo	Amazon EC2 c5.metal		2	48	192	Linux	C++	
5	オムラ・インダストリ ショウギ・クラブ	Qhapaq from Neo-Saitama						Linux	C++, Python	
7	杉村 達也	水匠	Ryzen Threadripper 3990X	2.9GHz	1	64	64	Windows 10	C++, Python	
8	松山 洋章	名人コブラ	Google Compute Engine n1-standard-96	2.0GHz		48	360	Linux	C++, Python	
9	NineDayFever	NineDayFever	Amazon EC2 c5.24xlarge * 17		2 * 17	48 * 17		Linux	C, Perl	
10	Noviceチーム	Novice	Xeon Platinum 8276	2.3GHz	8	384	1536	Linux	C/C++, C#	○
12	渡辺 光彦	HoneyWaffle	Microsoft Azure HB120rs_v2 (120 vcpu)	2.44GHz	2	64	456	Windows Server 2019	C++, Python	
13	大森 悠平	nozomi	Amazon EC2 c5.metal					Linux	C++	
15	竹内 章	習甦	Amazon EC2 c5.9xlarge	3.5GHz	1	18	72	Linux	C++	○
17	山岡 忠夫	dlshogi	Xeon E5-2698 v4 + Tesla V100 * 8	2.2GHz				Linux	C++, Python	
以上、二次予選シード										
18	櫻井 博光	W@nderER	Amazon EC2 m5.metal	~3.1GHz	2	48	384	Linux	C++, Python, Java	
19	田中 大吾	Daigorilla∞	Xeon E5-2470	2.4GHz	2	16	8	Windows 10 Pro	C++, Python	
20	アルゴレコード 魔法少女いちむら・ユタカ外伝	Argo	Core i5-2520M	2.5GHz	1	4	4	Windows 10	C++	
21	渡辺 敬介	あやめ	Ryzen 9 3950X	3.5GHz	1	16	64	Linux	C++, Java	○
22	杓子将棋	たこつと	Google Compute Engine n1-custom	不明		64vcpu	64	Windows Server 2016	C++	
23	大熊 三晴	CGP	Ryzen 9 3950X	3.5GHz	1	16	32	Windows 10	C	○
26	日高 雅俊	ねね将棋	Amazon EC2 p3.16xlarge	2.3GHz		64	488	Linux	Python, C++	
28	Team AobaZero	AobaZero	Xeon Gold-6154 * 2 + RTX 2080 Ti * 6	3.00GHz	2	36	96	Linux	C++	
29	芝浦工業大学 I	芝浦将棋Softmax	Core i7-9700K	3.6GHz	1	8	48	Windows 10	C++	
33	迫田 真太郎	Miacis	Core i9-9900K	3.6GHz	1	8	16	Ubuntu 18.04	C++	
34	手抜きチーム	手抜き	Amazon EC2 c5.large	3.5GHz	1	2	4	Ubuntu 18.04	D	
35	きのあ	きのあ将棋	Core i7-8700k	3.7GHz	1	6	32	Windows 10	C, C++, php, javascript	○
36	山田 泰広	山田将棋	Xeon E5-2687W v4	3.0GHz	2	24	64	FreeBSD	C	○
38	花井 祐	ichibinichi	Core i9-9900T			8	32	Windows 10	C++, java	
39	山下 隆久	TMOQ	Core i7-7700HQ	2.8GHz	1	4	32	Windows 10	C++, Python	
40	築地 毅	人生送りパント失敗							C++	○

41	GCT将棋	GCT	Amazon EC2 p3.8xlarge			32	244	Windows Server 2016	C++, Python	
44	東京農工大学旧小谷研究室	まったりゆうちゃん	Core i7		1	4			C++	○
52	高橋 智史	きふわらべ	Core i7-8700K	3.70GHz	1	6	8	Windows 10	Rust	○
54	井本 康宏	Fluke	Core i9-7900X	3.3GHz	1	10	64	Windows 10	Python, C++	
第27回参加										
18	うさびよんの育ての親	スーパーうさびよん2X	Ryzen 7 2700X		1	8	32	Windows 10	C++, C#	
47	隠岐	隠岐	Core i7	2.8Hz	4	8	8	Windows 10	C	
51	天野 史斎	762alpha	Core i7-6700 + Core i7-7700HQ	3.4GHz + 2.8GHz	2	8	16 + 16	Windows 10	C++, Perl, バッチファイ ル	○
以下、初参加、抽選順										
	koronプロジェクト	koron	Ryzen 9 3950X	3.6GHz	1	16	16	Windows 10	C++	
	芝浦工業大学II	SNNS	Core i9-9900K	3.6GHz	1	8	64	Windows 10	Python	
	八重樫 敏一	Sylwi	Ryzen Threadripper 3970X	3.69GHz	1	32	256	Windows 10	Rust, C++	
	高原 順弥	EasyShogi	Core i5-2520M					Windows 10	Python	

合計39チーム

※FS: フロムスクラッチ申告（「思考部に大きな影響を与える、他者の作成したプログラム・データ等」を利用していません。）のあったプログラム

※メンバー詳細

	チーム名	メンバー
2	Barrel house	芝世弐、松下光則、但馬康宏
3	ザイオソフト コンピュータ将棋サークル	野田久順、岡部淳、鈴木崇啓、河野明男、安達瞭
5	オムラ・インダストリ ショウギ・クラブ	Ryoto Sawada, Yuki Ito, Toshihiro Shirakawa, Keigo Nitadori
9	NineDayFever	金澤 裕治
10	Noviceチーム	熊谷啓孝、矢内洋祐、幅野莞佑、笹井雄貴、堀越将司、中屋敷太一
20	アルゴレコード 魔法少女いちむら・ユタカ外伝	市村 豊
22	杓子将棋	瀧川正史、内宮大志、大場寿仁
28	Team AobaZero	山下宏、保木邦仁、小林祐樹
29	芝浦工業大学I	岩本裕大、桑川叶、五千嵐治一
34	手抜きチーム	鈴木太朗、玉川直樹
35	きのあ	山田 元気
41	GCT将棋	加納 邦彦
44	東京農工大学旧小谷研究室	小谷善行、柴原一友
第28回参加		
18	うさびよんの育ての親	池 泰弘
47	隠岐	Tomonobu Masumoto
初参加		
	koronプロジェクト	野田 煌介
	芝浦工業大学II	吉野 拓真

(注)

- ・シード順、初参加は抽選順
- ・左端の数字は、前回（または、最終参加時）順位

世界コンピュータ将棋オンライン大会報告

篠田 正人 *

1. はじめに

第30回を迎える世界コンピュータ将棋選手権（主催：コンピュータ将棋協会、共催：早稲田大学ゲームの科学研究所）は2020年5月3日-5日に神奈川県川崎市「川崎市産業振興会館」にて開催される予定であった。しかし新型コロナウイルス感染症の影響は思いのほか大きく、コンピュータ将棋協会は例年通りの実施をぎりぎりまで検討していたものの4月初旬にやむなく中止の判断を余儀なくされた。この選手権を楽しみにしていた開発者も多く、代替として「世界コンピュータ将棋オンライン大会」が開催される運びとなった。このオンライン大会は正式な選手権としてカウントはしないものの本大会形式をほぼ継承し、選手権参加申し込み55チームのうち40チームの参加表明（前日までに1チームキャンセルのため実際の出場は39チーム）があり、日程を2日間に短縮して行うこととなった。何より急遽の開催決定であり予行演習もままならず大会中の予期せぬトラブルも覚悟の上ではあったが、スムーズな進行の下2日間熱い戦いが行われ、オンライン上での参加者や観戦者との交流もあり素晴らしい大会となった。十年以上前であれば、このようなオンライン上での非対面大会実施は「コンピュータが指していることの保証をどのようにすべきか」という危惧もあったと思われるが、現状ではすでに「コンピュータでなければこのような強さは出せないから人間介入の有無は心配にならない」こと、そしてもっと大きな要因として「長年の選手権実施により、参加者や運営者間に十分な信頼関係が築けている」ことが本大会の成功につながっている。

大会中は公式での動画配信に加え、何人かの参加者がYoutubeを用いた実況やZoomでの参加者交流の場を設け、例年同様の開発談議に花を咲かせていた。この5月の段階ではまだZoomを使い慣れていない人も多くなかなか意思疎通の難しい面も見られたが、この1年でのテレワークや遠隔講義、オンラインセミナー等の経験が多くの人々に蓄積された結果、今後もオンラインでの大会実施や解説会、懇親会など新しい形での選手権や各種大会運

営の可能性があることにも気付かされ、秋には有志による新たな大会も開かれた。ただし参加者が互いに顔を合わせての情報交換にも代えがたい楽しさがあり、2021年の第31回選手権までには感染症の影響がなくなり大会が従来の形（+充実したオンライン配信）で開催されることを心より願っている。

本オンライン大会は2日間のみの開催であり、また例年のように大会会場で情報収集が不可能であったため、本稿は開発者のWeb発信に頼った報告記事となっていることをご承知願いたい。プログラムの強化の技術としては、まず昨年の選手権では上位を独占したやねうら王ライブラリによる探索+NNUE評価関数組に対して、一つ壁を超えないと上位入賞は難しいとされていたDeep Learning勢が1年間の強化を経て優勝争いに食い込めるかが注目点であった。加えて事前の深掘りによる定跡生成と選択、効果的な複数先読みの導入による持時間の節約手法、大会用マシンやAWS利用にまつわる資金力(?)の影響、入玉をめぐる技術の向上、戦略的な千日手閾値設定をめぐる攻防などがこの1年でどのように進展しているか、見どころは例年以上に多岐にわたっていた。

優勝予想に目を向けると、第29回選手権優勝のやねうら王と同6位のPALの不参加は残念ではあったが、前回決勝リーグに進出したHefeweizen-2020（昨年はKristallweizen）、究極幻想アルテマタヌポン（狸王）、elmo、Qhapaq from Neo-Saitama（Qhapaq di molto）、水匠、名人コブラの参加があり、この他にもDL勢のdlshogiやAobaZero、注目の若手としてkoronなど多士済々の顔触れは選手権そのものと変わらないと言ってよいほどのメンバーが集った。

大会の進行としては、第29回選手権の成績による上位12チームは初日参加を予選免除とし、残り27チームが1日目に予選通過の16枠を争い、2日目は計28チームが変則スイス式による対戦によって優勝の栄誉および順位を決定することとした。なおトラブルに備え対局回戦数を「18時を過ぎたら新しい対局を行わない」という柔軟な運用設定としていたが、実際には2日とも8回戦まで実施できたのは運営および参加者の尽力の賜物であり、本大会の観戦を存分に楽しんだ者のひとりとして感謝の意を表したい。なお対局の持時間は15分・1手ごとに5秒追加のフィッシャールール、および320手の手数制限併

*奈良女子大学研究院自然科学系
〒630-8506 奈良市北魚屋西町
E-mail shinoda@cc.nara-wu.ac.jp

用であり、これらは第 29 回の選手権と同じである。

ことは非常に興味深い。なおこれらの情報については勝又清和七段にご教示を頂いた。

2. 大会第 1 日 (5 月 3 日)

大会第 1 日は今年もレベルの高い攻防から「どうしてこうなった」と言いたくなるような珍陣形まで、どの将棋も見ていると楽しくなる熱戦が繰り広げられた。27 チーム中 16 チームが予選通過として 8 回戦まで行われた結果、4 勝 4 敗のソルコフ上位までが 2 日目進出を決めた。その中でも 1 位~4 位の Daigorilla∞ (7 勝 1 分)、Sylwi (6 勝 1 分 1 敗)、ichibinichi (6 勝 2 敗)、GCT (6 勝 2 敗) はこの 4 チーム内の対戦以外では星を落とさずこの第 1 日では力が抜きんでいたようである。なお過去の大会ですでに実績を積んでいる CGP が第 1 日で 16 位、あやめが 18 位となっていることがこの予選の層の厚さを如実に示している。

コンピュータ同士の対戦であっても、プロ棋戦に現れるような局面がしばしば現れ、しかもコンピュータによる研究を取り入れた現代将棋には影響を受けていないはずの過去のプロ棋譜と合致するのは面白い現象である。第 1 日で注目を集めた場面から 2 つを選んで紹介する。

第 1 回戦の▲Sylwi-△Argo 戦、図の△41 玉と寄った手は「将棋日本」昭和 14 年 1 月号で坂口允彦七段 (当時) が「平手新手法」として取り上げたものと同一で、最近では▲藤井聡太-△三浦弘行戦 (2019 年度 JT 杯) でも現れた順である。

【第 16 手△4 一玉まで】

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
二	皇	科	爵	変		王	爵	科	皇	一
二							変	皇		二
三	歩		歩	歩	歩	歩			歩	三
四							飛			四
五										五
六		継	歩							六
七	歩			歩	歩	歩	歩		歩	七
八		角	金							八
九	香	桂	銀		玉	金	銀	桂	香	九

第 4 回戦の▲AobaZero-△CGP 戦では、ゴキゲン中飛車 vs 超速と呼ばれる急戦の重要な変化が現れた。図の局面で CGP は△32 角と打ったが、代わりに△74 角▲58 金左△42 金で馬を捕獲する順がプロ棋士間の定跡で、▲谷川浩司-△郷田真隆戦 (2011 年 A 級順位戦) などで指されている。この手順を AobaZero が自力で生み出して指している

【第 25 手▲4 三角成まで】

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
二	皇	科	爵	変	継	変		科	皇	一
二			王							二
三	歩	歩	歩	歩		馬	爵	歩	歩	三
四							歩			四
五								歩		五
六			歩			銀	歩			六
七	歩	歩		歩		歩			歩	七
八			玉					飛		八
九	香	桂	銀	金		金		桂	香	九

3. 大会第 2 日 (5 月 4 日)

大会第 2 日は、前日の勝ち上がり 16 チームに初日免除の 12 チームを加えた 28 チームでの 8 回戦で行われた。勝ち上がり組が上位シード組とぶつかる初戦ではシード組が 12 戦全勝と、調整に抜かりのない上位陣のさらなるレベルアップを示す結果となった。

その中の 1 局として▲Qhapaq-△Argo 戦を紹介する。横歩取りで先手が青野流を採用し、図の局面は両桂の活用ですでに Qhapaq が十分の態勢になっているが、ここで▲33 飛成という大英断を下し、以下△33 同玉▲74 桂 (△同歩でも△84 飛でも王手飛車) △92 飛▲62 桂成が△同金に▲51 角を用意したアクロバティックな攻めの継続手段であり、この後も緩急を織り交ぜながら先手の Qhapaq が押し切った。模様がよさそうな駒組から具体的に攻めをつなぐ手順が印象に残る。

【第 30 手△2 三銀まで】

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
二	皇	科		変					皇	一
二		継	爵			王	変			二
三	歩		歩	歩	歩	歩	科	爵	歩	三
四							飛			四
五				桂						五
六			歩				歩			六
七	歩			歩	歩	歩	桂		歩	七
八		銀	金		玉					八
九	香					金	銀		香	九

第 1 回戦からもう 1 局、▲koron-△dlshogi 戦も紹介

したい。相掛かり模様の序盤で先手の中央の薄さを直接咎めにいった△54飛～△45桂に対し先手が角を手放して受け止めたように見えた図の局面、ここから△95歩▲同歩△同香▲97歩△86歩▲同歩△87歩と後手が強引にこじ開けて攻めをつないで押し切った。dlshogiはこの日4勝4敗で13位に終わったものの、GCTらとともにDL勢の今後の躍進の旗頭として期待されている。

【第27手▲4八角まで】

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	一
			▲							二
		▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	三
▲				▲						四
					▲	▲	▲	▲	▲	五
▲	▲	▲								六
	▲		▲	▲	▲	▲				七
	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	八
▲	▲									九

第2回戦が終わった時点での連勝は Hefeweizen-2020、究極幻想アルテマタヌポン、elmo、水匠、Novice、HoneyWaffle、習甦、ichibinichi の8チームであり、中でも習甦が Qhapaq との角換わり模様の力戦を制した一番は今やベテランの習甦の白眉といえる内容であった。

連勝同士による第3回戦での▲Hefeweizen-△HoneyWaffle戦では HoneyWaffle が三間飛車から囲いを修復しつつ粘り強く辛抱するいつもの指し回しを見せたものの、これもいつも通りの Hefeweizen の時間を使わない指し手に及ばなかった。HoneyWaffle は続く4回戦でも Qhapaq に316手という長手数で頑張りながら敗れたものの、今年も振り飛車を指させる工夫をして4勝1分3敗と安定した結果を残した。ただし大会全体を見ればやはり振り飛車は少なく、角換わりや相掛かりの将棋が大半を占めていた。

第4回戦での全勝対決▲Novice-△Hefeweizen戦、▲elmo-△水匠戦はいずれも角換わりとなった。最近では毎年優勝争いの注目株に挙げられるようになった Novice はここで Hefeweizen の牙城を崩すには至らず、最終的に8位入賞を果たしたもののおそらく満足のいかない結果と思われる。また elmo-水匠戦は図以降も双方金銀を繰り替え、水匠が右玉に構える長い中盤から elmo が仕掛け優勢に見えたものの、差を広げない水匠の凌ぎが功を奏し、相入玉から306手で水匠の宣言勝ちとなった。

【第32手△8五歩まで】

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
▲	▲		▲				▲	▲	▲	一
	▲				▲	▲				二
▲				▲	▲	▲	▲	▲	▲	三
		▲	▲	▲						四
	▲					▲	▲	▲	▲	五
▲	▲	▲	▲							六
										七
▲		▲			▲	▲				八
				▲	▲					九

【第42手△4一飛まで】

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
▲					▲	▲	▲	▲	▲	一
		▲	▲	▲	▲	▲				二
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	三
	▲							▲		四
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	五
	▲		▲	▲	▲	▲	▲			六
▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	七
	▲	▲			▲	▲				八
▲	▲									九

そして第5回戦でついに唯一の全勝対決となった▲Hefeweizen-△水匠戦が結果的にも優勝を決める大一番となった。この一戦も角換わり、おそらくプロ棋士がソフトを使って研究する際にもよく現れているだろう▲48金△62金型の角換わり腰掛銀で後手が中住まいに構え、いったん△41飛～△81飛を入れてから△65歩と決戦を挑んだ。

【第137手▲2三龍まで】

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
▲					▲	▲		▲	▲	一
				▲	▲	▲		▲		二
		▲				▲		▲	▲	三
▲	▲			▲	▲	▲				四
▲		▲			▲	▲	▲	▲	▲	五
	▲	▲	▲	▲						六
										七
	▲	▲								八
▲	▲									九

なお水匠がこの戦型で△41飛と指すのは前局に続いてで

ありさらには最終第 8 回戦でも見られ、意図的な作戦選択であったとのことである。中段に泳いだ後手玉は下段に押し戻されたものの数値的には水匠がわずかに抜け出したかに見え、Hefeweizen は▲21 竜△31 金▲23 竜とした図の局面では読み筋に△32 金▲21 竜△31 金▲23 竜と千日手の順もちらついた水匠は▲33 金と打開。以下▲42 歩△同玉▲43 歩△52 玉▲44 桂という食いつきをぎりぎり余し、徐々に差を広げて 226 手で勝利した。

この第 5 回戦ではアルテマタヌボンが nozomi に辛くも 320 手引分け、また続く第 6 回戦では▲Hefeweizen-△elmo 戦も下図の局面そのものは点数決着しそうであるものの 320 手引分けとなり、後は誰が水匠を止められるか、という戦いになった。

【第299手▲1一龍まで】

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
二				角					龍	一▲
三		と	銀							二 e
四										三 m
五		玉			歩					四 o
六		杏	銀		歩	王	王	歩		五 金
七		歩								六 二
八						龍	王			七 桂
九										八 香
△									香	九 九

第 7 回戦ではアルテマタヌボンが水匠に挑んだ。相掛かりからの超急戦調の出だしからいったん落ち着いた後、水匠は端攻めで手にした香で金を剥がす戦果を挙げたところでアルテマタヌボンは上部への大脱走を試みた。

【第98手△1三玉まで】

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
二	皇	科							杏	一
三		馬								二
四	歩		歩	歩	金		龍	王		三
五			龍	歩			馬			四
六						王	科			五 ▲
七	歩			銀	歩	歩				六 水
八		歩	桂	歩						七 匠
九		歩	金	銀			飛	歩	歩	八 飛
△	香		玉		金					九 歩

上図からは再びの入玉合戦となったが確実に駒得を果たした水匠は敵玉を寄せに行かずとも宣言勝ちを目指すのが安全とばかりに確実な順を選び、結果 241 手目の宣言

によって勝利を得た。今大会ではもう入玉宣言法の利用は当然で、各プログラムは点数が十分であれば積極的に宣言勝ちを目指しているかのようにも見えてきている。

この結果、第 2 日もスムーズな進行により 8 回戦までと定められた本大会での、水匠の優勝が最終戦を残して確定した。ここまでの対戦では苦戦の場面も散見されたものの安定した実力を見せた水匠にふさわしい栄誉といってよいであろう。第 29 回の選手権で決勝リーグ 5 位であった昨年版に対しては 7 割の勝率を誇るとのこと、1 年という短い期間で棋力のこのくらいの伸びがあつてこそ優勝に手が届く、ということが証明された形となった。なお最終第 8 回戦では Qhapaq が水匠の優勝の原動力となった角換わり腰掛銀で堂々と戦って一矢を報い、水匠の全勝優勝は成らなかったのは上位の棋力がやはり紙一重であることを物語っている。

上位争いは 6 勝 1 分 1 敗で並んだ Kristallweizen-2020 と elmo が 2 位・3 位となった。Kristallweizen が初出場から 3 回続けて 2 位以内を保っていることはこの乱世のコンピュータ将棋界で称賛に値することであり、また elmo はその名の付いた対振り飛車 elmo 囲い急戦でこの 4 月にプロ棋界の升田幸三賞を受賞したことも特筆すべきである。4 位の Qhapaq from Neo-Saitama に続いて習甦が 5 位に入り、他に電王戦参加プログラムがない中での出場で気を吐いた。また ichibinchi がノーシード組最上位の 6 位に食い込んだ。

この大会に関する情報は例年同様に Web 上でも数多く発信されている。中でも TETSU さんによる「詰将棋メモ」<http://toybox.tea-nifty.com/>では大会前後の情報も含めてまとめられており有用である。大会中の twitter での情報発信については筆者が togetter を用いて <https://togetter.com/li/1502354> にごく簡単にまとめている。また大会後にはプログラム配布が多く行われており、特に優勝した水匠はプロアマ問わず多くの人が研究や対局観戦の助けに用いているようである。

今回はオンラインでの変則的な開催であったが、本大会の成功もあって新たなオンライン大会開催も機運が高まり、カツ井将棋さんを始めとした有志の旗振りによって 11 月には第 1 回電竜戦が実施され、そこでは Deep Learning 勢の大きな棋力向上が見られた (GCT チームの優勝)。またコンピュータ将棋と人間の対戦では、将棋倶楽部 24 上で水匠などが駒落ち上手を持ち、現役奨励会員を含む挑戦者が二枚落ちでも簡単に勝てないことも話題

となっている。今後もコンピュータ将棋が取り組める課題はまだ残っており、今後もその発展を楽しみながら見続けていきたい。

昨年の報告記事で「このコンピュータ将棋選手権は1年に一度のお祭りであり、参加者どうしの対面での交流は本当に楽しく、読者の方々にもぜひ会場に一度運ばれることをお勧めする」と記したが、来年こそはこの対面交流が再び実現することを祈りたい。

世界コンピュータ将棋オンライン大会

第2日5回戦

開始日時：2020/05/04 14:51:51

先手：Hefeweizen-2020

後手：水匠

▲7六歩△8四歩▲7八金△8五歩▲7七角△3四歩
 ▲8八銀△7七角成▲同 銀△2二銀▲3六歩△3二金
 ▲4八銀△6二銀▲4六歩△6四歩▲9六歩△9四歩
 ▲1六歩△1四歩▲2六歩△7四歩▲3七桂△4二玉
 ▲4七銀△6三銀▲4八金△7三桂▲6六歩△6二金
 ▲5六銀△8一飛▲6八玉△5四銀▲2九飛△3三銀
 ▲7九玉△5二玉▲2五歩△4四歩▲8八玉△4一飛
 ▲2八飛△8一飛▲5八金△6五歩▲同 歩△同 桂
 ▲6六銀△6四歩▲6八金右△8六歩▲同 歩△同 飛
 ▲8七歩△8一飛▲4五歩△9五歩▲同 歩△4五歩
 ▲2四歩△同 歩▲2二歩△同 金▲4五桂△9八歩
 ▲6三歩△同 玉▲9八香△9七歩▲同 香△9六歩
 ▲同 香△8六歩▲6五銀直△同 歩▲5五桂△同 銀

▲同 銀△6四桂▲同 銀△同 玉▲3七角△5五銀
 ▲8六歩△4六銀打▲同 角△同 銀▲5六銀△3七角
 ▲2九飛△4八角成▲6七金直△8五歩▲同歩△5四玉
 ▲3三桂成△同金▲4五銀打△4三玉▲4四歩△5二玉
 ▲6四歩△8五飛▲8六歩△同 飛▲8七金△8二飛
 ▲8六歩△8五歩▲同 歩△6六歩▲7七金右△6五桂
 ▲6三銀△4一玉▲6二銀不成△7七桂成▲同金
 △6二飛▲4三歩成△同金▲2四飛△6七歩成▲同 銀
 △2二歩▲6三歩成△5七馬▲7八金打△6三飛
 ▲2二飛成△8七歩▲同 玉△5五角▲2一龍△3一金
 ▲2三龍△3三金▲4二歩△同 玉▲4三歩△5二玉
 ▲4四桂△同 金▲6四歩△同 飛▲6五歩△7七角成
 ▲同 玉△6五飛▲6六歩△4五飛▲5八歩△4八馬
 ▲3三龍△5九馬▲6八桂△3二銀▲4二歩成△同 金
 ▲6四桂△4一玉▲2二龍△6三銀▲5六銀△8五飛
 ▲8六歩△8三飛▲1一龍△2一金▲1四龍△6七歩
 ▲同 銀△5五桂▲2二歩△同 金▲2五龍△3三金左
 ▲2九龍△6七桂成▲同玉△3七馬▲5六桂打△5五金
 ▲7七玉△4八馬▲8七玉△6六馬▲4三歩△同金上
 ▲7七金△同 馬▲同 桂△6六歩▲7九香△6七歩成
 ▲6一角△6六金▲9九角△8一飛▲6五桂△6一飛
 ▲6六角△同 と▲8八金△5五角▲9八玉△6七と
 ▲5三桂不成△3一玉▲4一桂成△同銀▲2一龍△同玉
 ▲2二歩△同 玉▲4四桂△9七歩▲同 玉△9九飛
 ▲8七玉△6九角▲7八香△7七金▲同 金△同角成
 まで226手で後手の勝ち

世界コンピュータ将棋オンライン大会「水匠」レポート

杉村達也¹

1. はじめに

2020年5月3日(日)、4日(月)にかけて、世界コンピュータ将棋オンライン大会(以下「WCSOC」という。)が開催された²。

当初の予定では、同月3日~5日に第30回世界コンピュータ将棋選手権が川崎市産業振興会館にて開催されることになっていた³が、新型コロナウイルス感染拡大の影響で、同選手権は中止となり、代替としてWCSOCが開催される運びとなった。刻々と変わる社会情勢に対応し、WCSOC開催に漕ぎ着けることができたコンピュータ将棋協会及び運営委員会に感謝申し上げたい。

本レポートの著者は、参加プログラム「水匠」でWCSOCに参加し、2日目に進出した全28プログラムによるスイス式全8回戦において7勝1敗という成績を残し、優勝することができた。

今回、水匠を開発するにあたって工夫した点、検証した点等について以下述べる。

2. 使用した探索部、評価関数及び使用CPU

水匠は以下の探索部、評価関数及びCPUを使用してWCSOCに参加した。

2.1 探索部

水匠は探索部に他者作成プログラムとして、やねうらお氏作成の「やねうら王」をベースとして、最近のStockfishの変更部分を追加したyunyun0419氏作成の「YaneuraOu m ブランチ」を使用した⁴。

m ブランチは、従前のやねうら王 V4.91 に対し、Elo Rating で約100のレーティング向上があったと計測されている⁵。

2.2 評価関数

水匠は、評価関数として、「the end of genesis T.N.K. evolution turbo type D」(tanuki- 第28回世界コンピュータ将棋選手権バージョン)のNNUE評価関数⁶を追加で強化学習したものを使用した。

追加学習前のtanuki-評価関数と比較すると、Elo Rating で200以上のレーティング向上があったと計測されている⁷。

2.3 使用CPU

水匠を大会で動作させたマシンのスペックのうち、探索部の速度に大きく影響するCPU部分に、AMD製のThreadripper 3990X(64Core, 128Thread)を使用した。

前述のm ブランチ探索部を当該CPUで使用した場合、平均して5000万NPS以上、瞬間的には1億NPSを超える速度を計測した。

3. 評価関数の強化学習について

前項に示したとおり、水匠のうち、著者が工夫した点は、概ね評価関数の強化学習に集約される(定跡についても作成したが、WCSC29水匠の作成手法と変わるところがなかった。)

主に工夫した点は以下のとおりである。

3.1 教師データ作成手法

強化学習については、質の良い棋譜を多く集めて教師データとすることによって、より強い評価関数が作成できる。WCSC29のやねうら王はDepth18まで探索させて自己対局をした棋譜を使用したとされている⁸が、水匠は、後述のとおり、学習手法の点でより多くの教師局面が必要となったので、Depth14で教師局面を作成した。

また、教師データに使用する棋譜について、平手初期局面からランダムムーブを使用せずに自己対局をさせ作成した場合、同一局面が多くなってしまい、過学習の原因となり、評価関数の強化学習としては不適切となる。

しかし、平手初期局面から完全にランダムムーブをさせてしまうと、実戦に現れない局面が多くなり、これもまた評価関数の強化学習としては最適なものではないとされている⁹。

よって、どのようにして、どの程度、棋譜に現れる局面を適切にばらつかせるか、という点に工夫が必要であるが、水匠の場合、初手から32手目までの間に、16回ランダムムーブ(ただし最善手と評価値の差が30以下となる指し手のみを採用)をさせ、33手目からのデータを教師局面として使用することとした。

3.2 強化学習手法

強化学習にはやねうら王同梱のNNUE評価関数学習プログラムを使用した¹⁰。学習パラメータとしては概ね以下の表のとおりである。

batchsize	1000000
nn_batch_size	1000
eta	0.001
newbob_decay	0.5
newbob_num_trials	5
eval_save_interval	4000000
loop	100
lambda	後述
教師局面の手数	後述

上述の表において、lambdaは0.75, 0.5, 0.25のうち、1回の強化学習後の勝率計測で、最も勝率が高くなるものを採用し、教師局面作成→強化学習を繰り返した。

また、教師データについて、対局開始から終局時までの全ての局面を使用するのではなく、一定範囲の手数に限定した局面を教師データとして学習する手法が ttak氏によって提案されている¹¹。そこで、水匠は、学習する際の教師データとして、評価値が5000を初めて超えた局面を基準局面とし、基準局面より81手以上前の局面を序盤、80手前～30手前を中盤、29手前～終局を終盤とし、1回の強化学習毎に、序盤、中盤又は終盤の局面のみを教師データとして学習させ、最も勝率が高くなるものを採用し、教師局面作成→強化学習を繰り返した。

以上のような強化学習手法を採用したことにより、教師局面数が従来のNNUE評価関数の学習よりも多く必要となり、かつ勝率計測にも相応の計算資源を費やすこととなった。

4. 勝率の計測について

評価関数の強化学習の成果を確認するためには、学習前と学習後の評価関数で対局をさせて勝率を計測する手法が最も正確であると考えられている。

しかし、勝率の計測について、コンピュータ将棋レーティングサイト¹²と同様の、Core i7-6700相当のCPUを使用して、4Thread秒読み1手5秒という計測で行った場合、極めて多くの計測時間（もしくは計算資源）が必要となってしまう。

また、逆に、1手毎の考慮時間を極めて短時間にして勝率を計測した場合、長時間対局における勝率と乖離が生じてしまい、評価関数の強化学習の成果を正確に計測できないと、elmo開発者の瀧澤誠氏より指摘されている。

さらに、1手毎の考慮時間を固定して計測する手法の他、

1手毎の探索ノード数を固定する、1手毎の探索Depthを固定する、といった手法で勝率を計測することも考えられる。

よって、以下において、評価関数の強化学習の成果を計測するための計測手法について、検証結果を記載する。

なお、以下の計測において、エンジン1は評価関数を水匠2¹³、エンジン2は評価関数をテスト用評価関数¹⁴（評価値のスケールが小さくなるよう強化学習をしたもの）として、探索部は両者mブランチを使用し、4Thread設定（約300万NPS）で平手初期局面から詰みまで対局させた。

4.1 時間固定での勝率計測

エンジン1、エンジン2ともに1手5秒固定、1手1秒固定でそれぞれ1000局対局させた。

対局結果（1手5秒固定）：エンジン1=538勝、エンジン2=360勝、引分102局

勝率58.9%（95%信頼区間：56.6%-63.1%）

対局結果（1手1秒固定）：エンジン1=565勝、エンジン2=355勝、引分80局

勝率60.5%（95%信頼区間：58.2%-64.6%）

1手毎の考慮時間を固定した上での対局は、一般的な計測方法であると考えられるが、上記のとおり、5秒対局であっても1秒対局であっても、勝率差はほとんどないといえる。したがって、評価関数の強化学習の成果を確認するための計測に、5秒対局を行う必要はないと考えられる。

4.2 ノード数固定での勝率計測

次に、エンジン1、エンジン2ともに1手100万ノード固定、1手10万ノード固定、1手1万ノード固定でそれぞれ1000局対局させた。

対局結果（1手100万ノード固定）：エンジン1=560勝、エンジン2=363勝、引分77局

勝率59.9%（95%信頼区間：57.4%-63.8%）

対局結果（1手10万ノード固定）：エンジン1=595勝、エンジン2=358勝、引分47局

勝率61.9%（95%信頼区間：59.3%-65.5%）

対局結果（1手1万ノード固定）：エンジン1=527勝、エンジン2=447勝、引分26局

勝率54.0%（95%信頼区間：50.9%-57.3%）

1手100万ノード、1手10万ノードであれば、先述の時間固定対局における勝率と概ね変わりがない。また、時間固定対局では、1秒を切るような短時間対局においてCPUの使用率の変動により不安定となる可能性があるところ、ノード固定対局であれば、そのような懸念もない。

ただし、1手1万ノードという超短時間対局では、時間固定対局における勝率と差異が生じることとなっている。

4.3 Depth 固定での勝率計測

エンジン 1, エンジン 2 ともに探索 Depth を 14 に固定し、1000 局対局させた。

対局結果：エンジン 1=392 勝, エンジン 2=392 勝, 引分 216 局

勝率 50.0% (95%信頼区間：46.4%-53.6%)

この結果は前述の 2 手法による検証結果と大きく異なるものとなっている。Depth 固定対局の場合、評価値のスケールが小さい評価関数の方が、探索部による枝刈りが少なくなることにより、同一 Depth において、通常の評価関数と比較して広い範囲の局面を読めることが勝率上昇の要因となっていると考えられる。

したがって、Depth 固定での勝率計測は、評価関数の学習成果を計測するのに適した手法であるとはいえないと

考えられる。

4.4 小括

以上の検証結果より、短時間で評価関数の学習成果を調査するための計測手法として、1手10万ノード固定対局という手法を本レポートでは提案する。

5. おわりに

水匠の評価関数を強化するにあたって、検証対局は10万局以上行った。勝率上昇に寄与した手法は僅かであり、ほとんどが勝率上昇に寄与せず、むしろ勝率を悪化させるような工夫であった。

本レポートが評価関数の強化学習の一助となれば幸いである。

以上

¹ 本八幡朝陽法律事務所

〒272-0021 千葉県市川市八幡 2-14-14 土屋ビル 3 階

sugimura@motoyawata-asahi.com

² <http://www2.computer-shogi.org/wcsol1.html>

³ <http://www2.computer-shogi.org/wsc30/>

⁴ <https://github.com/yunyun0419/YaneuraOu/tree/m>

⁵ <https://www.qhapaq.org/shogi/>

⁶ <https://github.com/nodchip/tanuki-/releases>

⁷ 脚注 5 に同じ

⁸ <http://yaneuraou.yaneu.com/2020/02/06/>

⁹ <http://yaneuraou.yaneu.com/2020/10/28/>

¹⁰

<https://github.com/yaneuraou/YaneuraOu/tree/master/source/learn>

¹¹ <https://github.com/tttak/tnk-/releases/tag/wsc28-2018-05-05>

¹² <https://www.uuunuun.com/>

¹³

https://drive.google.com/file/d/12TWZI4Xs_-lgGnNtAWbVjh8vyOEw0qhB/view?usp=sharing

¹⁴

https://drive.google.com/file/d/1PB7TYml_g3YPA6yKCEvPW8_HKmhzmuhU/view?usp=sharing

世界コンピュータ将棋オンライン大会 WCSOC2020 の実況放送 と世界コンピュータ将棋選手権 WCSC31 の展望について

星 健 太 郎 *

1. まえがき

例年ゴールデンウィークの連休を利用し、近年では川崎市産業振興会館にて開催を行っている世界コンピュータ将棋選手権（以下、WCSC）は新型コロナウイルス感染症（以下、COVID-19）の影響を受け、運営委員会・理事会における議論の結果、現地開催を見送ることとなった。そこで、コンピュータ将棋協会（以下、CSA）はネットワークのオンライン化と大会中継の配信を萌芽的に試み、選手権の中止と世界コンピュータ将棋オンライン大会（以下、WCSOC2020）の開催を決定した。本稿ではその実況放送についての経緯から結果までとりまとめフィードバックを行う。

2. 選手権開催中止とオンライン大会開催の経緯

CSA では選手権が開催された翌週から直ぐに翌年の運営委員会を行っており（隔月開催）、2019年11月15日に芝浦工業大学で行われた運営委員会においてもWCSC30の開催について開催会場の毎年の視察日程調整やオリンピック開催における影響など、様々な検討・フィードバックを基に開催準備を進めていた。大会の参加申し込み受付期限は1月31日であり、参加募集案内は年内クリスマス前に行われている（2019年も12月23日に参加募集案内が告知されている）。参加者も確定し、参加費用入金確認や会場プログラムの作成などが進み、2月1日にダイヤモンド・プリンセス号の乗客がCOVID-19に罹患していることが確認されると横浜港にも近い川崎市での開催についても少し心配であるという意見が少しずつ現れるようになった。2月25日には選手権自体、9階特設会場におけるイベント、懇親会等の開催の要否、マスクや消毒液の確保について、中止にする場合の会場などのキャンセル料、参加費や協賛金の返金問題等の検討がCSA内で挙がるも（中止の検討は2011年の豚インフルエンザが広まりを見せた際にも行われている）、3月中に抑え込みの目途が立てば開催の可能性があるという意見がベースと

なり、3月に行う運営委員会・理事会・例会の対面開催もオンラインへの移行も検討された。全体には3月末までに運営方針を決定すると3月2日にアナウンスを行った。そして3月21日の運営委員会では

- 会場入場制限を設ける
- 懇親会中止
- 9階特設会でのイベント中止
- 出場キャンセルは返金対応
- 状況次第（国や自治体から何らかの制限が出た場合など）では開催中止
- 動画中継を行う
- 延期やオンライン開催の予定はなし

が決定された。

更には4月に入り状況がさらに厳しくなったことを受け、選手権開催三週間前（4月12日）には最終判断を告知すべく、4月6日20時から22時にかけてZoomを用いた理事会・運営委員会が開催され、WCSC30の中止が決定された。4月7日に緊急事態宣言が行われるとその深夜に「選手権」の中止とオンライン「大会」開催の決定アナウンスを行った。オンライン大会は二日間、slackやZoomを用いての環境、対戦サーバのオンライン対応などベストエフォート型となったにも関わらず、10日間のエントリー期間で40チームが集まることとなり、参加プログラム開発者の方々には心よりの感謝を申し上げたい。運営側では新規クラウドサーバの契約、対戦サーバプログラムの更新、対局テスト、中継WEBサイドプログラムの更新、slack会場の準備、参加者への招待・認証、シード権の設定、対戦方式（スイス式など）決定、WEB更新、特設サイト構築、Zoomテスト、OBS比較、OBSテストなど急ピッチで準備が行われ当日を迎えた。

3. 世界コンピュータ将棋選手権配信の経緯

将棋電王トーナメント主催の株式会社ドワンゴ（以下、ドワンゴ）協賛を基にWCSCはニコニコ生放送にて第21から実況放送が行われてきた。しかし、2017年に将棋電王トーナメントが第5回で終了を迎え、翌年のWCSC29の賞金贈与と配信・技術協力を最後にニコニコ生放送での

*コンピュータ将棋協会理事、星健総研

実況配信は終了を迎えようとしていた。この数回の開催の期間には YouTube をはじめとしたオンライン配信が市民権を得ており、「コンピュータと将棋を通じて文化の向上に寄与すること」を目的とした CSA としては可能であるならばオンライン配信を継続して活用したいと考え、選手権同様 CSA 手弁当による配信の模索が始まった。その第一歩として WCSOC29 では二次予選を試験的運用としてニコニコ生放送での配信を行った。開始直後には音声の入力に問題が発生したり棋譜操作PCとのネットワーク化に不具合が起きたりといったトラブルに遭遇したものの、その日の配信を無事行う事に成功した。その経験をもとに、WCSOC30 では4階で行われていた本会場から棋譜を取り込み 9 階の特設会場に放映ブースを設置してニコニコ生放送や YouTube、abemaTV を通して決勝リーグまで配信を行う調整・準備を進めており、その流れに沿って WCSOC2020 においても実況放送を行う運びとなった。



図 3 WCSOC2020 YouTube サムネイル



図 4 WCSOC2020 YouTube チャンネル操作画面



図 1 WCSOC29 ニコ生実験放送画面



図 2 WCSOC29 ニコ生 選手権コミュニティ

4. 配信環境と準備

川崎市産業振興会館 4F にて配信した WCSOC29 と理事自宅スタジオにて配信した WCSOC2020 の配信環境は以下の通りである。

表 1 配信環境

	WCSOC29	WCSOC2020
回線	NTT 専用固定	NURO 光 Wi-Fi
OBS	N Air	Streamlabs OBS
Pratform	ニコニコ生放送	YouTube
OS	Windows 10	Windows 10
PC	Surface Pro4	Desktop
CPU	Core i5 2.4x4	Core i7 3.7x8
Memory	8192MB	65536MB
ミキサー	YAMAHA AG06	YAMAHA AG06

WCSOC29 では別途棋譜操作用 Windows ラップトップ、会場撮影カメラとして iPad Pro、プロジェクタを用意し、WCSOC2020 では同 Surface Pro4 を Zoom 連絡用に用いている。エンコーダー：Softrare(x264)、レート制御：CBR、ビットレート：6000、1920x1080 出力、Duration：20 秒での配信を試みた。

5. 大会開催中の状況

開催中には大きくコンテンツ面と回線面の二つのトラブルに見舞われた。

5.1 コンテンツ面

選手権とは異なるオンライン大会でのプロ棋士解説会（日本将棋連盟）について契約を行ってはおらず、また、急遽開催であったため業務としての依頼が時間的に適わなかった点と大会開催時間、拘束時間も未定であり解説を行う準備が出来るか不確定要素が多くあったことからプロ棋士の解説のない大会結果速報や組み合わせ等を伝える程度の質の低い内容になってしまうなど配信コンテンツの計画が不十分であった。初日の午後には竹部女流棋士をはじめとしたプロ棋士の方々が善意でご協力があり、初日 part3 では 180 分解説会を設けられることで視聴回数も 357 と伸び、安定した内容となり心よりの感謝を申し上げたい。決勝リーグにおいては同様のコンテンツが複数上がった事もあり、最終結果発表の回をメインとする判断のものと配信となった。

5.2 回線面

予約配信を設定し、特設 WEB サイトに埋め込みを行って告知していた URL が開始から 30 分を迎える頃に回線が不安定になり切断されてしまうトラブルが起きてしまった。その為、配信を再開したものを WEB サイトに埋め込む作業を行うなど煩雑な作業が増えてしまった上に 60 分後の休憩時間に再度回線が切断されてしまった。その為、視聴者に移動をしていただくこととなり、初日は 5 回、二日目は 8 回と対局ごとに一度 URL を用意するという対応へと分ける苦渋の選択となった。

6. 結果

リハーサルにおいては起きなかった問題を当日多発させてしまうことで配信を行うという目的以外は後手の対応となってしまった点は非常に勿体なく視聴者の将棋ファン・関係者の方には迷惑を掛けたことをお詫びすると共に、WCSC31 ではそれらの問題全て対策を行った上で実況配信に臨みたい。

7. 今後の展望

WCSC31 において、回線面には太さ（帯域）を持った NTT 回線へと変更し、不安定要素を軽減する無線から有線

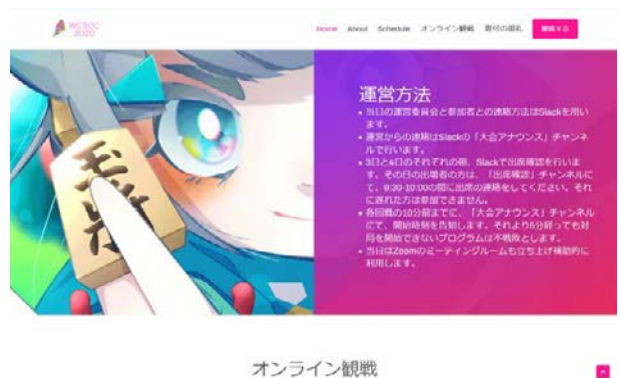
への変更を行っている。コンテンツ面ではプロ棋士と聞き手の解説に加えてプログラム開発者とのコミュニケーションを目的とした雑談の場や Zoom 小部屋の用意、別配信者とのコラボレーションなど、タイムスケジューリングを組んでおり、開催前に丁寧な事前シミュレーションを行った上で、公式ならではの魅力を伝える配信実況を目指したい。



図 5 WCSC30 中止のお知らせ画面



図 6 WCSOC2020 特設サイトトップ画面



オンライン観戦

図 7 WCSOC2020 特設サイト画面

第 31 回世界コンピュータ将棋選手権の概要

1. 選手権概要

日時	2021 年 5 月 3 日(月)～5 日(水)		
場所	オンライン開催 ※COVID-19 の感染拡大状況を考慮し、2021 年 1 月 9 日にオンライン開催とすることを決定		
主催	コンピュータ将棋協会 (略称: CSA)	http://www2.computer-shogi.org/	
共催	早稲田大学 ゲームの科学研究所	https://www.waseda.jp/inst/cro/other/2018/03/31/3192/	
特別協力	公益社団法人 日本将棋連盟	https://www.shogi.or.jp/	
協力	本八幡朝陽法律事務所	https://www.myasahi-law.com/	
	きのあ株式会社	https://qinoa.jp/about/	
寄付	山下剛様 カツ井将棋 松本浩志様 三間飛車のひとくちメモ 様		
後援	川崎市	http://www.city.kawasaki.jp/	
	一般社団法人 情報処理学会	https://www.ipsj.or.jp/	
	一般社団法人 情報サービス産業学会	https://www.jisa.or.jp/	
	早稲田大学	https://www.waseda.jp/top/	
	木更津工業高等専門学校	https://www.kisarazu.ac.jp/	
	電気通信大学エンターテイメントと認知科学研究ステーション	http://entcog.c.ooco.jp/entcog/	
賞金	本八幡朝陽法律事務所 提供: 優勝 10 万円、2 位 7 万円、3 位 3 万円 カツ井将棋 松本浩志様 提供: 優勝 1 万円		
表彰	3 位まで: 楯 8 位まで: 賞状 独創賞・新人賞 フロムスクラッチ賞: フロムスクラッチ申告者の上位 5 チームに賞状 ※「フロムスクラッチ申告者」の定義: 思考部に大きな影響を与える、他者の作成したプログラム・データ等)を利用していないとして自己申告があり、 アピール文書等から、おおむねそれが正しいと考えられるチームを指します。 目安として、第 29 回の選手権の「ライブラリ不使用者」に相当します。		
試合方法	1 日目 (1 次予選): 2 次予選シード 19 チーム以外による変形スイス式トーナメント 8 回戦 (申込者が 60 チーム以上となったため) 2 日目 (2 次予選): シード 19 チームと 1 次予選通過 11 チームの計 30 チームによる 変形スイス式トーナメント 9 回戦 (申込者が 60 チーム以上となったため) 3 日目 (決勝) : 2 次予選通過 8 チームによる総当たり戦		
持ち時間	当初 15 分、1 手ごとに 5 秒加算 (フィッシャークロックルール)		

※2021 年 3 月 13 日現在

2. 参加申込者 (2021年3月3日現在)

	主要な開発者・チーム名	プログラム名
1	みざうら王 with お多福ラボ	やねうら王
2	Barrel house	白ビール
3	ザイオソフト コンピュータ将棋サークル	たぬきち
4	瀧澤 誠	elmo
5	PuI PuI 将棋部	モルカー(MolQha-)
6	山口 祐	PAL
8	松山 洋章	名人コブラ
10	Team Novice	Novice
12	渡辺 光彦	HoneyWaffle
13	大森 悠平	sakura
14	平岡 拓也	Apery
15	竹内 章	習甦
16	横内健一、横内靖尚	大將軍
17	チームdlshogi	dlshogi with GCT
18	櫻井 博光	W@nderER
19	田中 大吾	DaigorillaEX
20	世話やきAIのアルゴさん	Argo
21	渡辺 敬介	あやめ
22	杓子将棋	たこっと
以上、二次予選シード (19チーム) : 3/31までにキャンセルが出れば繰り上げ		
23	大熊 三晴	CGP
25	川端 一之	なのは
26	日高 雅俊	ねね将棋
27	Kayufu (フランス)	Crazy Shogi
28	Team AobaZero	AobaZero
29	芝浦工業大学	芝浦将棋Softmax
30	柿木 義一	柿木将棋
32	カツ井将棋	カツ井将棋
33	迫田 真太郎	Miacis
34	手抜きチーム	手抜き
35	きのあ	きのあ将棋
36	山田 泰広	山田将棋
37	山本一将、永塚拓	ひまわり
38	いちびん	ichibin
39	山下 隆久	TMOQ
40	築地 毅	人生送りバント失敗
42	藤丸 貴裕	SMS将棋
44	東京農工大学旧小谷研究室	まったりゆうちゃん
45	高田 淳一	臥龍
46	David Wada (アメリカ)	wizard of odds 2021
47	氏家 一朗	あうあう将棋
50	永吉 宏之	こまあそび
52	きふわらべ	きふわらべ
54	井本 康宏	Fluke
55	末吉 竜介	十六式いろは改三
56	後藤裕樹、小野一美	BFP
第28回参加		
18	うさびよんの育ての親	うさびよん 3
51	天野 史斎	762alpha
第25回参加		
12	宇賀神 拓也	Deepさわにゃん
以下、初参加、申し込み順		
	野田 煌介	koron
	TTSC	ツバメ将棋
	兵頭 優空	A. I. AN shogi ver.1
	重力団	重力場計算法
	森 大慶	Qugiy
	杉村 達也	すいしょう
	ビール工房HFT支店	二番絞り
	駒の書体	Ryfamate
	jh	jh
	竹内 元気	ponkotsu
	今井 義弥	SENGAKU
	EasyShogi	EasyShogi

合計60チーム

※メンバー詳細

	チーム名	メンバー
1	みざうら王 with お多福ラボ	磯崎 元洋
2	Barrel house	松下 光則
3	ザイオソフト コンピュータ将棋サークル	野田久順、岡部淳、鈴木崇啓、河野明男、安達瞭
5	PuI PuI 将棋部	Ryoto Sawada, Yuki Ito, Toshihiro Shirakawa, Keigo Nitadori
10	Team Novice	熊谷啓孝、中屋敷太一、堀越将司、笹井雄貴、矢内洋祐、幅野寛佑
17	チームdlshogi	山岡忠夫、加納邦彦
20	世話やきA Iのアルゴさん	市村 豊
22	杓子将棋	瀧川正史、内宮大志、大場寿仁
27	Kayufu (フランス)	Rémi Coulom
28	Team AobaZero	山下宏、保木邦仁、小林祐樹
29	芝浦工業大学	岩本裕大、桑川叶、村上陽大、五十嵐治一
32	カツ井将棋	松本 浩志
34	手抜きチーム	鈴木太朗、玉川直樹
35	きのあ	山田 元気
38	いちびん	花井 祐
44	東京農工大学旧小谷研究室	小谷善行、柴原一友
52	きふわらべ	高橋 智史
第28回参加		
18	うさびよんの育ての親	池 泰弘
初参加		
	TTSC	田中智、権野良介、有賀才貴、大野弘喜、小国英明
	重力団	北川博隆、黒木光寿
	ビール工房HFT支店	芝世式、曾根壮大
	駒の書体	水無瀬 香澄
	ih	大山 榮一
	EasyShogi	高原 順弥

最近の申込数と最終参加 (参考)

回	申込	最終自主参加	
18	52	39	75%
19	52	42	81%
20	58	42	72%
21	51	37	73%
22	50	41	82%
23	48	39	81%
24	45	38	84%
25	46	39	85%
26	57	51	89%
27	58	50	86%
28	62	56	90%
29	61	56	92%
30	63	中止	

(注)

- ・シード順、初参加は申し込み順
- ・左端の数字は、前回 (または、最終参加時) 順位

世界将棋 AI 電竜戦について

松本浩志

1. はじめに

2020年5月のWCSC30の中止の代わりに開催されたオンライン大会の手軽さに感銘を受け、春はオフライン・秋はオンラインの流れを作るのがよいと考えた筆者(カツ井将棋松本浩志)は、秋版の大会を開催すべく動き始めた。この大会名を「世界将棋 AI 電竜戦」と名付け、4回の予行演習を経て2020年11月21-22日に大会を開催することができた。また、寄付も100万円以上集まり、総額106万円の賞金を出すことができ、非常にレベルの高い大会となった。こうした中で「GCT」が優勝し、ディープラーニング勢が将棋 AI の頂点に立つという将棋 AI にとっては大きな転換となった。

さらに年末には「電竜戦 TSEC」という大会を開催することができた。これは指定局面戦という将棋界では初めての試みである。ファイナルは24時間かけて108番勝負で行われ、空前の規模のコンピュータ将棋大会となった。

2. 企画

2.1 なぜ大会を企画したか

2020年は2月頃より新型コロナウイルスが世界や社会を一変させた。そのあおりをうけて、第30回世界コンピュータ将棋選手権(以降 wcsc30)は中止となった。ここで代わりに開催されたのが世界コンピュータオンライン大会である。オンラインであるために家に居ながらにして全く wcsc と同じ形式で参加することが出来るのである。これまで wcsc といえば、5月3-5日のゴールデンウィークに一同に参加者が集まる大会であった。筆者はPCを宅配して日帰りで会場を往復していたわけである。まだ筆者は電車で会場にこれるわけであるが、遠方からの参加者は交通費・宿泊代もありかなりの出費が必要であった。

オンラインであればこうしたものが一切いらぬ。非常に手軽である。それゆえにオンライン大会は非常に好評であった。もちろん参加者が一堂に集まるからこそ参加者同士の懇親会は非常に楽しいものであった。つまり、オンラインにはオンラインのよさがあり、オフラインにはオフラインの良さがある。この両方のよさをうまく活かしたいと考えた。それが「春はオンライン、秋はオフライン」とした大会サイクルである。秋はもともとはド

ワンゴ社主催の電王トーナメントがあったが2017年を最後に終了し、年1回となった。将棋 AI の発展のためには大会があることでそれにあわせて開発が進むので、それが半年くらいの間隔であるのがちょうどよいというのが私の感覚で、ぜひ春秋のサイクルを実現させたかった。

オンライン大会直後の CSA 例会にて、筆者は「春はオフライン、秋はオンラインの大会をやりましょう」と提案した。回答としては「人手が足りないので、君が自分でやるならぜひどうぞ」とのことだった。私は選手権のルールや中継サイトで変えたいところがあるのと、エクセルと VBA プログラミングがちょっとした特技であり、一人ですべての切り盛りができる管理ツールが作れる根拠のない自信があった(そもそもこの時点では対局サーバの仕組みもなにも知らない状態であったし、、、)。とにもかくにも自分でいろいろ用意して大会を開催すると決意した。

2.2 賞金への思い

大会をするからには私は必ず賞金が出せるようにしたかった。賞金を出す目的は、賞金を出すことでそれ目当てにいろんな分野、海外などからの強豪勢が参加しレベルの高い大会となること。優勝者はその優勝賞金で次の開発を行い、これが良いサイクルを生み将棋 AI の発展につながると思った。これはノーベル賞も全く同様であって高い賞金で次の研究資金に困らないようにして健全でよいサイクルを生むようになっている。

一方で WCSC は大半が賞金がなく、本来的には強豪勢が集まりにくい環境となっている。にもかかわらず毎年 WCSC の大会は強豪や有望な新人が現れ、AWS 等にそれなりの費用をかけたマシン構成で参加する参加者がいる。これは筆者には極めて異例に見える。まさしく CSA が長年培ってきた運営ノウハウや将棋 AI の思いへの裏返しであろう。いずれにせよ電竜戦は賞金を出すように考えた。

では賞金はどうやって用意すればいいのであろうか。単純に思いつくこととして参加費を賞金代にしてやればよい。しかしこれは絶対にやってはいけない。参加費を賞金にすることは賭博罪に該当する恐れがある。従って寄付を募るしかない。しかしまだ一度も大会実績がなく、そもそも対局管理システムも中継サイトも何もないのに出来るのだろうか。とにもかくにもまずはしっかりと大会・運営ができる土台をつくらなくてはならない。

3. ルール

3.1 人間や「人間+AI」チームが参加できる点

自分で大会をするからにはいくつか選手権と違うルール点をいくつか盛り込みたかった。その一つが人間の参加である。そもそも筆者にはWCSCではなぜ人間が参加してはいけないのがよくわからなかった。なので人間が参加できるようにしたかった。いかにレートという数字上でAIが人間を凌駕しているといっても一般の人にはびんとこない話。それと、いかにAIが強いといってもAI同士の戦いはなぜかわからないが人間にとってはどこか他人事のような感じになる。なので実際に人間が戦うことでAIの強さもわかりやすいし、棋風の違いなどもわかるし、新たな発見があるかもしれない。

また人間は複数人でチームで交代しながらでもワイワイ合議しながらでもよいルールとした。AIは何台何十台ものマシンをつないで一つのAIです、となっているのに人間が複数でやってはいけない理由が私にはわからなかった。それゆえに人間の複数人のチームというのも認めている。

「人間+AI」というのは、人間とAIの合議であり、言葉を悪く言うと「ソフト指し」である。電王戦(主催:ドワゴン)が始まったころは人間よりやや強いと思われていたが、序盤は圧倒的に人間の方が強かった。後述する電王戦TSECで電王戦の棋譜を多数ならべて評価値を計算してみたが、電王戦前期は人間の方が圧倒的に強いことがわかる。このころは序盤を人間に指させて、終盤をAIに指させるのがもっとも強いのではないかと言われていた。そこで電王戦に代わる大会としてプロ棋士とAIのタッグマッチ戦というのが企画されていたが、まだ人類が受け入れるには早かったのか実現しなかった。それから月日は流れ、序盤でもAIは人間を圧倒するようにはなったが人間とAIのタッグでの参戦というのはこれまでに全く実現されていないことだったので参加出来るようにしてみた。実際この参加方法でほっしーさん(元奨励会員,アマチュア強豪)が水匠とのタッグで出場し、好成績を得た(後述)。

3.2 一人で複数チーム参加できる点

WCSCのルールの特徴として、出場しているソフトは一人一つである。現在のAIは旧来のCPU中心の $\alpha\beta$ 探索から、GPUも用いたモンテカルロ木探索と学習にディープラーニングを利用した新しい勢力が台頭してきている。こうした中で出場者としては、従来の $\alpha\beta$ 法をより進化

させたいと同時に、ディープラーニングの新しい試みにチャレンジしたい、と思う人もいると考えた。

WCSCは年に1回しかないわけで、ここで選択しないといけないのはもったいないのではないか。ちょっとでも思いついた試みはどんどん試したらよいではないか、大いに結構。

大会の目的は将棋AIの発展なので、いろんなAIが出場することが発展につながる。そこで、一人で複数チーム参加できることとした。もちろん懸念点もある。賞金が出る大会となっており、上位はかなり僅差なのでガチャ的にたくさん出場させれば賞金の可能性が増えるという考え方もある。しかしこれで上位に入って賞金を根こそぎするのは実際のところは現実的ではない。それなりの高価格のマシンを用意する必要があり、何台も用意するのは難しく現実的ではない。なのでガチャをすることは実際には確率は低い。それにもしプラスとマイナスが同時にあるなら私はプラスの方をとりたい、つまり、AIの発展の方を優先したいと考えた。

3.3 512手ルール

WCSCはもともと256手引き分けルールであったが棋力の向上に伴い手数が増える傾向がある。このため昨年のWCSCオンライン大会では手数が320手となった。WCSCでこの手数を超えることはそうそうないのだが、AobaZeroが相手を512手で宣言勝ちをするように学習していると話を耳にして、それならAobaZeroが本気を出せるルールにしたらいではないか、と512手ルールとすることとした。ただ持ち時間に気を付けないと長引いた場合は相当長い将棋になる(後述)。

3.4 先手の千日手0.4勝、後手0.6勝

大抵の場面では千日手では先後入れ替えての指し直し引き分けである。WCSCでは千日手は引き分けとなり0.5勝ずつである。特段これで違和感はない気がする。しかしよく考えてみよう。先手と後手では勝率が若干違う。

AIでもプロ棋戦でも先手の方が少し有利なことがはっきりしている。具体的には勝率は52:48だ。先手の方が相手より駒を早く動かせるうえ、自分の得意な戦法に引き込みやすいので当然と言えば当然である。

そのため先手と後手では千日手に対する考え方が違う。先手では千日手にならないように指すことが多く、後手では千日手に構わず指す傾向が人間同士の棋戦ではみられる。また、入玉宣言においては先手と後手の必要な点数がはっきりと違う。

こうした事情から、先手と後手の千日手を全く平等に

0.5勝とするのは実は平等ではないのではないかと考えた。なので期待値だけからすると先手の0.48勝、後手の0.52勝とするのが平等かもしれないが、わかりづらいので先手の0.4勝、後手の0.6勝とした。

3.5 人間のパスの特別ルール

電竜戦は人間の参加も認めている。そうはいつてもAIと平等に戦うのをどうすればいいのかが非常に悩ましいところである。棋力のことでない、体力面のことである。

AIは疲れることがないので、可能な限りたくさんの方局をしたいわけである。一方で人間は体力に限界があり、一日に集中してできる対局数は限られている。この差をどう埋めたらよいか思案した。そこで思いついたのが、「人間は5回パスできる。パスすることでリフレッシュして次の対局に集中して指せるようにしてもらう。パスしたときは相手は不戦勝であるが、人間自身は負けとならず0.5勝与える」というルールである。

一見するとなかなか我ながらよく考えたと思った。しかしこれには重大な問題があった。それはソルコフの計算である。人間との対局で人間側がパスした場合は、1勝もらえる上にソルコフもおいしいという歪みが生じることがわかった。したがって、次回の電竜戦はこのルールについては廃止の方向で考えている。別途、人間とAIが同時に大会に出やすい方法を考えたい。

3.6 A級リーグとB級リーグ

大会を二日間と設定した時、二日目に進める予選通過の参加者をどれくらいにしようかと考えた。せっかくの参加だから全員通過にしたいところだが、予選で泣く人がいるからドラマが生まれるという考えもある。また、決勝は総当たりをしたい都合、せいぜい8-10チームしか進ませることができない。

さてどうしたものか。そうして考え出されたのが、A級B級リーグである。初日の上位10チームをA級とし、それ以外をB級とする。A級は総当たりとし、B級はスイスとする。こうすることで参加者は必ず二日間楽しめるし、A級リーグも非常に盛り上がるであろう。

二つのリーグを同時に管理運営できるのか、というのが問題であるが、これは管理ツールを独立に二つ持たせて勝敗表のアップロード先のURLを少し変えておくだけで簡単に実現できる。要はパソコンが2台あれば簡単にできる。

4. 準備編

4.1 電竜戦システム

どういう対局システムで大会をやるか、何の想定もないまま電竜戦を決意した私は、まずはCSAのサーバを試してみることを検討してCSAの山田さんにslackで相談してみた。いろいろ話を伺ったが、私では敷居が難しそうであった。

そこで次に検討したのがfloodgateにも使われるshogi-serverであった。これをまず手元で動かすためにレンタルサーバを借りたところ、レンタルサーバではポートの開放が非常に限定的なために動作しなかった。そのため別途VPSを借りて試してみたところうまく動作した。なのでこのVPSを対局サーバとし、レンタルサーバを中継サイトとした。そして手元でマッチメイクと順位を管理できれば大会が成立しそうである。

つまり、電竜戦システムは、次の3つのサブシステムを完成させれば良い。

- ①対局サーバ
- ②中継サイト
- ③対局管理システム

以下、今回作成したサブシステムについて順に詳細を述べたい。

①の対局サーバは標準のshogi-serverに大会をする上でいくつかの機能を実装している。具体的には

- i)大会参加者以外ログインできない
- ii)③の対局管理システムから指定した相手同士で対局させる

である。shogi-serverの対局をする仕組みは、ログインするとある一定のルールでgamenameというキーワードが各参加者に振られるのであるが、このgamenameが一致する参加者が二人存在すると対局をマッチさせて対局条件を送るようになっている。

そこで③の対局管理システムから対戦相手表を対局サーバにアップロードし、運営が各参加者に「ログインをしてください」の合図でログインすると、先ほどの対戦相手表に基づいてgamenameが書き換えられ、指定した相手と対局が始まる。要するに、ログインすると突然対局が始まる。この仕組みで行ったのが1回目の電竜戦予行演習であった。WCSCではログインしてからしばらくすると運営がマッチメイクするようになっているが、この予行演習1ではログインするとすぐ始まるのである。今思えば正直すごく不便な仕組みであった。実際、1回目の予行演習では課題が山積であった。

飛躍的に電竜戦システムが向上したのは、2回目の予行演習が始まるまでに発見できた「他人の gamename を書き換える方法」である。これは例えば admin といったアカウントでログインして手元に用意している対戦表に基づいて gamename を次々と変更していく。しかも拡張プロトコル(floodgate モード)でも動作するので、これにより参加者は寝ているでも大会を進行させることができるようになった。WCSC では対局毎にログアウトさせられるので参加者が対局開始の前に必ずログインのオペレーションをする必要がある。となるとあとは③の対局管理システムが全自動で動くようなシステムであればほとんど手間をかけずに大会ができるようになるわけである。

③の対局管理システムは予行演習を重ねるたびに進化してきていて、途中経過は割愛するが、最終的に現在の対局管理システムは以下のような特徴がある。

- Excel で実装 (安定性で不安なところもあるが開発速度が速い)
- 参加者の属性情報を格納
- 指定した相手に対局させる
- 参加者のステータスがビジュアルに確認できる
- 指定局面での対局から対局させることができる
- 順位を計算できる
- 勝敗表を作成し、Web にアップロードする
- 全自動で動かすことができる

対局が自在にできるようになったら、次は②の中継サイトである。これで見ている側も楽しいサイトにすればよいわけである。WCSC とは大きく異なる点としてコメントをサーバに送れることである。着手時のみであるがこれをフルに活用することで評価値を送ることができ、将棋を知らない人が見てもわかりやすいサイトを構築できる。結果的に②の中継サイトは以下のような特徴となっている。中継サイトのページを図1に示す。

- 対局の一覧表示
- 対局の一覧には、対戦相手はもちろん勝敗、開始時刻、経過時間、戦型などが表示される。指定局面であればテーマ名と勝敗表は、現在の順位その他、クリックするとその棋譜に飛ぶことができる
- 将棋盤ページは評価値の推移が表示され、その局面にも移動することができる。さらに戦型や指定局面がタグ付けされておりその局面に飛ぶことができる
- 将棋盤を複数表示しているページは、A 級だけとか対局

中の将棋だけとか表示を選ぶことができる



図1 中継サイトの将棋盤ページ

4.2 4回に及ぶ予行演習

予行演習は合計4回行った。中継サイトのリンクを張っておく

1回目:

https://golan.sakura.ne.jp/denryusen/dr1_test1/dr1_live.php

2回目:

https://golan.sakura.ne.jp/denryusen/dr1_test2/dr1_live.php

3回目:

https://golan.sakura.ne.jp/denryusen/dr1_test3/dr1_live.php

4回目:

https://golan.sakura.ne.jp/denryusen/dr1_test4a/dr1_live.php

予行演習では上記で電竜戦システムの安定性や全自動での運営が可能かなどのテストを行った(本番は半自動で行うのだが)。その観点から以下に結果を簡単に記す。

1回目:運営のオペレーションが可能かどうかの確認を9回戦程度行った。この時はまだCSAプロトコルのみの対

応であり(対局終了後にログアウトされる)、対局前に開発者がログインの対応をする必要があり、しかも選手権と違って運営の合図でログインするとすぐ対局が始まる、先手後手もその時にならないとわからない、課題がたくさんあった。

2 回目: 22 チームの参加。ここより拡張プロトコル(floodgate と同じく対局後にログアウトしない)でマッチメイクが出来ることにより、予行演習も一気に大規模化。22 チームで総当たり 21 回戦を行う、時間にすると夜の 20 時から始まり朝の 8 時に終わる形。ここで全自動化への道筋がついた。

3 回目: 34 チームによる総当たり 33 回戦である。さらに大規模化した。

4 回目: 第 1 部と第 2 部に分け、第 1 部では本番の最終日に想定している A 級リーグと B 級リーグに分かれた戦いの予行演習を行った。リーグは前回の予行演習に基づいて事前に振り分けている。第 2 部はいつものように総当たり 33 回戦を行った(ウルトラリーグと呼んでいる)。夜の 20 時から始まり、翌日の 15 時に終わるとい、さすがに長すぎた。しかし予行演習としてはまずまずの結果であった。

5. 電竜戦本戦

5.1 基準ソフトの設置

いつも WCSC で思うことなのだが、今年の優勝ソフトを全く同じ環境で出場させたら昨年からの程度 AI が進化したかははっきりするのではないか。要するに基準ソフトがあれば大会の学術的意義もより高まるというもの。そういう想いから電竜戦でも何らかの基準ソフトを設置したいと考えた。

そこで、AI に詳しくない方々に AI のすごさをはっきりとわかりやすくするのはどうしたらいいだろうか、と考えてみたところ、名人に 2 連勝した Ponanza がもし出場して戦えば非常にわかりやすいと考えた。しかし Ponanza の出場は難しいところがあるので、代わりに第 5 回電王トーナメント出場の shotgun を基準ソフトとした。

第 5 回電王トーナメントでは Ponanza は 3 位であるが、shotgun は 2 位と Ponanza と順位は一つ違いの格上である(直接対決では Ponanza に軍配が上がったが)。これで shotgun の成績を見れば、電王戦である名人を破った Ponanza からどれくらい進化したかある程度わかるであ

ろう。

今大会での結果を書こう。shotgun は上位 10 チームの A 級に入ることはできず、B 級の中でも 44 位チーム 19 位。総合順位にして 29 位であった。これで、あの時の電王戦からいかに AI が進化したかはっきりしただろう。

5.2 大会結果と視聴者、チーム参加者からの反響

優勝は GCT となった。ディープラーニング勢はじめての優勝ということで将棋 AI 界において大きな転換点となった。詳細はこちらのリンクを読むのがよい。

[https:// originalnews.nico/223718](https://originalnews.nico/223718)

(ニコニコニュース「半年後に将棋の神様が現れるかもしれない話——最強将棋ソフト開発者が語る“ディープラーニング勢の台頭による将棋ソフトの進化”」)。

以下結果を列挙する。

優勝 GCT 電竜

準優勝 Grampus

3 位 Qhapaq Overfit Adventure

4 位 みずうら王 with お多福ラボ

5 位 BURNING BRIDGES

独創賞 AobaZero

若竜賞 koron プロジェクト(13 歳!)

人間最強賞 うさびよんの育ての親(人間)

B 級優秀賞 koron プロジェクト

TAKESHI 賞 Qhapaq Overfit Adventure

竜馬の躰き賞(ブービー) 十六式いろは改二

バレルハウス賞 dlshogi

6. 電竜戦 TSEC

6.1 TSEC のコンセプト

TSEC は Top Shogi Engine Championship の略で、これはチェスの TCEC(Top Chess Engine Championship)を参考にしている。TCEC のファイナルは指定局面からの 100 番勝負というのが特徴である。TSEC はこれに倣って指定局面のイベントができないか考えた。

そもそも指定局面にはどういう意味があるのだろうか。人間と AI がガチで戦いあう時代は過ぎ去ってしまい、人間のよい教師としての AI のニーズが今後高まるだろう。そういったときにどういった AI が教師として適正があるだろうか。

逆に悪い教師として居飛車は正確だが振り飛車が不正

確といったムラがある教師はイマイチ使いづらいといえよう。したがって、どんな局面でも適切に答えを教えてくださいるのがよい教師と言える。つまり、様々な局面から出題される指定局面戦で制したAIはもっとも教師として適正があるといえる。

100 番勝負のところは開催時期が年末の大みそかを予定しているため、煩惱の数だけ 108 番勝負とした。また、指定局面戦をやるにあたって先後の優劣は相当重要である。そのため不公平がないように表と裏、すなわちある指定局面において先後入れ替えて 1 セットとして対戦を行うこととした。これにより先後の優劣を完全に排除できる。

6.2 大会ルール

12 月 26 日に予選を行う。予選はスイス式 15 回戦(表裏あり)。上位 2 チームをファイナル進出ソフト。それ以外を B 級ウルトラリーグ行きとする。12 月 30 日-31 日にファイナル 54 回戦(108 番勝負)、B 級ウルトラリーグも同じく 54 回戦(108 番勝負、6 回戦ごとにリセットするスイス)とした。

この 6 回戦ごとにリセットするスイスとは、文字通り 6 回戦ごとに対局履歴をリセットする。こうすることで一度対戦した相手と再び対局することができる。この結果、線引きのあいまいなリーグ戦をやっているのと同じような効果が得られ、代替同じレベルの強さの対戦相手とずっと対局ができるようになる。視聴者的にも上位陣は上位陣同士の熱い戦いが見たいもので、上位と下位の戦いはあまり見たくはないので合理的なマッチメイク方式だと考えている。

6.3 指定局面をどう捉えるか

指定局面といってもいろいろ考え方がある。

- ①初めの数手の多数の分岐が考えられる局面
- ②ある程度進んで仕掛け前
- ③中盤の力勝負の局面
- ④終盤の勝ちきれ将棋的な局面
- ⑤相入玉模様の泥沼な局面
- ⑥名局名場面からの指し継ぎの if ストーリー
- ⑦ジョーク局面
- ⑧B 級戦法
- ⑨相居飛車, 対抗系, 相振りの割合
- ⑩寄付特典枠

ざっと考えただけでもこれだけの考え方がある。

⑨については AI 同士の対局ではめったに表れない相振

りは積極的に入れるように心がけた。⑥については棋譜利用許可を得て[谷川羽生戦](飛車先不突き矢倉。先手: 谷川浩司王将, 後手: 羽生善治竜王名人(六冠)の王将戦最終局(第7局)(主催 スポーツニッポン新聞社及び毎日新聞社)千日手指直し局)や、電王戦の指し継ぎなどを採用した。

⑦は左右鏡, 後手の角, 先手の飛車を入れ替えたいいわゆる飛車厨角厨を採用した(図 2 参照)。⑧はバックマン戦法などを採用した。

いずれにしてもバラエティに富んだ多種多様な指定局面となった。

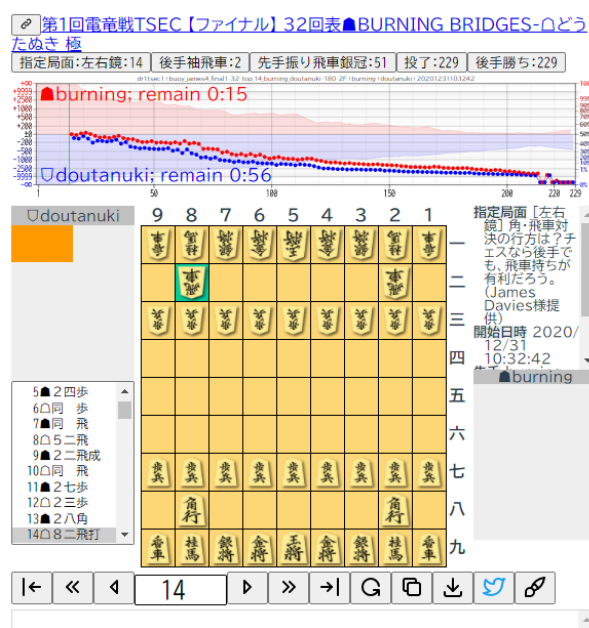


図 2 左右鏡(第 1 回電竜戦 TSEC ファイナル 32 回戦)

6.4 再開局面と指定局面

TSEC の予行演習を行っている時、時間切れのソフトが続出した。指定局面をクライアントに伝達する方法は、まず平手の初期局面から指定局面までの指し手、消費時間は 1 手ごとに 1 秒という形で伝達される。代表的なクライアントである将棋所の場合、消費時間はその通りに 1 手ごとに 1 秒引き、フィッシャーの設定がなされている場合はそれに応じて 1 手ごとに秒数を加算する。電竜戦ではフィッシャーは 2 秒としているので 1 手ごとに差し引き 1 秒ずつ持ち時間が増える計算となる。

ところが電竜戦サーバの大本の shogi-server は、実は内部では持ち時間を一切増減していない。この結果、フィッシャー 2 秒の設定だとクライアントが認識している持ち時間が長くなる。一方、実際の shogi-server の認識

している持ち時間は短いため、時間切れが続出したのである。これはどっちかが間違っているのかというところ単純な話ではない。途中から始める局面を再局面と捉えるか指定局面かと捉えるかで解釈が違ってくる。再開局面であれば消費時間が減っていないとおかしいわけである。一度止めた対局の再開なので当然である。一方で指定局面であれば今からはじめ、といったときに持ち時間が減っていたりすると不自然である。これでは大会ができない。

そこでクライアントやサーバの解釈がどうであれ、サーバからの指定局面の通知をフィッシャーが x 秒なら 1 手ごとに消費時間 x 秒となるような指定の仕方をするようにサーバのプログラムを変更した。そうすると、クライアントとしては消費した時間分だけフィッシャーで加算されて差し引きゼロである。サーバは元から消費時間にかかわらず計算されずゼロとなる。その結果、両者の解釈がどうであれ必ずつじつまが合うようになる。電竜戦 TSEC ではこの方法を採用した。

6.5 6000 局に及ぶ体験会

指定局面戦の大会というのは、恐らく将棋 AI 史上初めての大会であろうから入念に練習が必要と考えた。12 月に入ってから毎日のように体験会と称す練習を行った。ありがたいことに毎日多くの人が体験会に参加してくださり入念な練習をすることができた。その数 6000 局。いろいろな局面、いろいろなマッチメイク方式を入念にテストすることができた。

6.6 大会結果

結果だけ書いておく。

予選

- 1 位 BURNING BRIDGE 22.4 勝 7.6 敗
- 2 位 どうたぬき 極 21.8 勝 8.2 敗

ファイナル

- 優勝 BURNING BRIDGE 65 勝 43 敗
- 準優勝 どうたぬき 極 43 勝 65 敗

B 級ウルトラリーグ

- 1 位 水匠 78 勝 30 敗
- 2 位 Grampus 65.6 勝 42.4 敗

中継サイトはこちら (https://golan.sakura.ne.jp/denryusen/dr1_tsec_p1/dr1_live.php) であり、ここで全ての棋譜や勝敗を確認できる。

上記の通り、BURNING BRIDGE が「どうたぬき 極」を圧倒し、優勝となった。

6.7 視聴者とチーム参加者からの反響

非常に好意的な反響であった。例えば、相振りのような普通の将棋 AI 同士ではなかなかみれない対局などの反響が良かった。

以外に反響が大きかったのが、「左右鏡」と題した後手の 2 二, 8 二が飛車, 先手の 2 八, 8 八が角。一見、角しかないと攻めづらく、飛車側の方が有利なような気がするのだが、評価値的には先手の -50 点くらいでそれほど損をしていない。通常の将棋は先手が初期局面で 50 点くらいであることを考えると、手損程度の損であり、実際勝敗もそれほど開いていない。今後新しいゲームとなる可能性もないとはいえない。

7. 今後の展望

このように電竜戦、電竜戦 TSEC は大盛況となった。電竜戦の大きな特徴として、大会の運営自体は全自動でできるということで非常に少ないコストで大会ができるということである。無論正式な大会ということだと参加費を回収したり賞状を手配したりなどの事務作業は膨大であろう。

引き続き来年もさらに運営基盤を強化してより進化した形で大会を開催したいと考えている。この運営基盤の強化とは、主催者団体を NPO 法人に格上げすることである。

また、今回の TSEC は年末で電竜戦本戦とあまり日が離れてなかったのと、年末でさすがにバタバタしたので、次回の TSEC は 7 月の頭のオリンピック前に開催を検討している。ただし、本戦は前回と同じように 11 月の 20 日前後を予定している。

あとまだ検討中であるが、次回の本戦は 8 回戦(表裏あり)の 16 局でできないかと考えている(時間は短くするが)。先手と後手を完全に平等にすると、やはり強豪同士の戦いが 1 発勝負だともったいないという観点からである。もちろん大会の時間、解説陣が対応可能かなどを慎重に見極める必要がある。

いずれにせよ電竜戦を通してさらなる将棋 AI の発展に貢献していけたらと考えている。

DeepLearningShogi Meets Google Colab

加納 邦彦 ・ 山岡 忠夫

1. まえがき

2020/11/21 (土), 22 (日) に開催された、第一回世界将棋 AI 電竜戦において GCT が優勝し、初代 GCT 電竜が誕生した。[電竜戦ブログ](#)では、以下のように総括されている。

「GCT というディープラーニング勢がみずうら王を筆頭とした CPU 勢を押しよけたの優勝となりました。これはコンピュータ将棋界初の快挙であり、大きな転換点ともいえるでしょう。」

本稿では、2~3 章で、コンピュータ将棋においては無名とも言える GCT と優勝の原動力となった dlshogi の歩みについて加納が記載した。4~5 章で、dlshogi について山岡が記載した。

2. 歴史

2.1 名前の由来

dlshogi (DeepLearningShogi) は、[AlphaGo](#) の手法を将棋に適用するプロジェクトである。2016 年 3 月の AlphaGo Lee の対局後、2016 年 4 月の「[考察](#)」を元に囲碁クローンの開発を途中まで実施した。2017 年 2 月には、「コンピュータに囲碁を打たせるのは間違っているだろうか~DEEP LEARNING~」の記事を寄稿している。

第 27 回世界コンピュータ将棋選手権に出場した [Ponanza Chainer](#) が将棋へのディープラーニングの適用に成功したという情報を受け、2017 年 4 月の「[考察](#)」を元に将棋クローンの開発がスタートした。2017 年 12 月に発表された AlphaZero Shogi よりも前である。

AlphaZero は 5000 台の TPU を利用して学習している。dlshogi は個人に調達可能なハイエンド GPU (2020 年 11 月現在では 3 枚) のみでコンピュータ将棋に挑んでいるが、それでも個人で採用するには高額であり、新規参入のハードルが高い。

GCT (DeepLearningShogi for Google Colab TPU/ Training) は、Google Colab TPU/GPU を活用し、無料または安価なゲーミング PC で、dlshogi を強くすることができないか追及するプロジェクトである。

3.1 dlshogi と GCT の関係

dlshogi には、3 種類の実装がある。

- [TadaoYamaoka の日記](#)での考察を元に C++/Chainer/PyTorch で実装された [DeepLearningShogi \(dlshogi\)](#)
- [将棋 AI で学ぶディープラーニング](#)の書籍を元に python-shogi/Chainer で実装された [python-dlshogi](#)
- [ディープラーニングを使った将棋 AI の作り方](#)の同人誌を元に cshogi/Keras で実装された [dlshogi-zero](#)

GCT は TPU に対応するため、書籍版の python-dlshogi を Keras に移植することからスタートし、現在では dlshogi に移行した。

第一回世界将棋 AI 電竜戦時点での GCT と dlshogi の違いについては、「[【電竜戦】チーム dlshogi の GCT が決勝リーグで優勝しました](#)」のブログ記事にまとめられている。

表 1 GCT と dlshogi の違い

	探索部	モデル	事前学習データ	強化学習データ	定跡
GCT	dlshogi と同一	dlshogi で実験中の swish のモデル	floodgate elmo AobaZero	dlshogi で生成したデータ に AobaZero の 棋譜 を 混ぜて学習	dlshogi の定跡作成方法に 水匠 2 の 定跡を使用
dlshogi	dlshogi と同一	以前から使用している ResNet モデル	elmo	dlshogi で生成したデータ	dlshogi の定跡作成方法に floodgate の統計を使用

3. GCT について

3.2 Google Colab 駆動開発のすゝめ

[Google Colaboratory](#) (略称: Colab) は、ブラウザから無料の CPU/GPU/TPU で、Python コードを記述、実行できるサービスである。Colab ノートブックの「共有」設定、または、「GitHub にコピーを保存」することで、簡単に、第三者にも共有することができる。

有料版の [Colab Pro](#) もあるが、2020 年 12 月時点では、「現在のところ、Colab Pro は米国とカナダでのみご利用いただけます。」の注意書きのとおり、利用規約に従うと、日本からの利用は原則できない。

無料版の制限事項については、[Colab のよくある質問](#) ページを参照。

Colab の登場により、高価なハイエンド GPU や多額のクラウド費用をかけなくても、誰でも気軽に機械学習やディープラーニングを学習、実行できるようになった。インターネット回線とブラウザを起動できる最低限のスペックの PC さえあれば、ゲーミング PC や GPU への初期投資、光熱費を抑え、誰でも AI を開発できる。研究設備の整った大学、研究機関、大企業、米国の主要 IT 企業である GAFA でなくても AI を活用できるため、「[AI の民主化](#)」は進んできていると言える。

電竜戦での GCT の成果物は、以下のブログ記事で公開している。

- [「GCT 電竜」と dlshogi \(NVIDIA GPU 非搭載 PC 対応版\) の公開](#)
- [GCT の学習に使用したデータセットとノートブックを公開します](#)

時間と根気は必要だが、ディープラーニングモデルが徐々に強くなっていく過程を楽しんでもらえると幸いである。

2020 年のコロナ禍中では、今まで誰もが当たり前のように享受してきた「自由」から一転し、「新しい生活様式」として、様々な「自粛」が求められる。「開発のモチベーションが湧かない」、「金銭的な負担が心配」等の理由で、開発の継続を断念しなくても大丈夫である。

Colab ノートブックの準備と、毎日数クリックを実行する最低限の根気さえあれば、後は寝ている学習の進捗が出る。まずは、ゆる〜い開発スタイルからディープラーニング開発をスタートするのを推奨する。ゲーミング PC、ハ

イエンド GPU、クラウド費用に投資するのは、それからでも遅くはない。

ただし、GPU の進化は早く、毎年新しいアーキテクチャが採用され、年々高速になる。また、ディープラーニングモデルが必要とする、教師データ生成と GPU 学習時間を待つには、我々開発者の一生はあまりに短い。費用対効果を鑑みて、どこかでブーストするべきなのは確かである。

2.3 Google Colab のバックエンドについて

Google Colab のバックエンドで利用できるのは、CPU/GPU (K80/P4/T4/P100)/TPU v2 である。最新の GPU と比較すると、TPU v2 では、性能が見劣りするようになった。もちろん計測条件にもよると思うが、dlshogi-zero では、[Google Colab で AlphaZero Shogi のモデルを教師あり学習する](#) のとおり、Colab TPU v2 よりも、ローカル GPU (1080Ti) の方が、速いという計測結果となった。

TPU v2/v3 Pod 等を活用し、企業での大規模分散学習を行うわけであれば、コスト面から個人利用で検討することは無いと思われる。ただし、TPU v4 では、[Google が世界最速のトレーニング スーパーコンピュータで MLPerf の AI パフォーマンスの記録を塗り替える](#) というニュースもあるため、今後も注目したい。

TPU についての詳細は、[TPU v1/v2/v3 の比較](#) を参照。また、GCP ([Google Cloud Platform](#)) 上で利用できる、[Cloud TPU](#) と他のアクセラレータとの違いについては、Google Cloud の[ブログ](#)を参照。MLPerf ベンチマークの[結果](#) - 「[MLPerf Training v0.7 Results](#)」 - 「Regular, Closed Division Times」には、NVIDIA A100 や TPU v4 のパフォーマンス情報も載っている。

3.4 クラウドサービス利用のすゝめ

ローカルの GPU マシンまたは Google Colab で事前に検証し、あとは時間またはコンピューティングリソースを活用するだけの条件を整えてから、クラウドサービスを活用することを推奨する。

もちろん、従量課金のインスタンスを活用し、コスト削減の手間の代わりに、時間やリソースをお金で買うという選択肢を取ることもできる。ただし、事前検証されていない手順、資材、ハイパーパラメータを検証しても、望む結果が得られずに、学習コストが無駄になることも多い。トライ・アンド・エラーを繰り返すようであれば、ゲーミング PC、ハイエンド GPU に投資する方が良いだろう。

コンピュータ将棋の先達たる Lesserkai や きふわらべ氏を相手に、ディープラーニングモデルで実際に対局し、最高級のインスタンスで熟考したとしても、事前に覚悟の上であれば、それは必要経費である。

学習コストへの投資の必要性を理解し、投資の理由は十分に合理的だろうか。また、実際に投資を行った後、できれば見たくはなかった現実に直面する覚悟を十分にできているだろうか。

とりあえず試してみたい場合は、[AWS 無料利用枠](#)を活用しよう。学習教材は、インターネット上で公開されているものを利用できる。

- [AWS によるクラウド入門](#)
- [ハンズオンチュートリアル](#)
 - [モダンウェブアプリケーションを構築する](#)

クラウドサービスを利用すると、どういったリソースが作成されるか、また、削除を忘れたリソースがあると、どういう風に課金されるか、高額サービスを活用する前に、実際に体感することを推奨する。

活用するクラウドサービスは、AWS/GCP/Azure/IBM Cloud/Oracle Cloud/Alibaba Cloud 等、選択肢は多く、必ずしも AWS が最も安いとは限らない。ただし、利用できるサービスや学習リソースの豊富さから、AWS から始めるのが結果的にコストパフォーマンスが最も高くなる可能性はある。もちろん、Cloud TPU や BigQuery 等、特定のサービスを活用したければ、選択できるクラウドサービスは、GCP 一択となる場合もある。クラウドサービス利用自体は、手段であって、目的ではない。サービス利用用途、コストメリット、他分野への転用含めて、考慮の上、取捨選択していくのが望ましい。

3.5 Amazon EC2 スポットインスタンス利用のすゝめ

クラウドサービスの最も有名なサービスの一つに、[アマゾン ウェブ サービス \(AWS\)](#) がある。[Amazon Elastic Compute Cloud \(Amazon EC2\)](#) を利用することにより、仮想サーバを構築できる。

Amazon EC2 インスタンスの支払いには 5 つの方法 ([オンデマンド](#)、[Savings Plans](#)、[リザーブドインスタンス](#)、[スポットインスタンス](#)、[Dedicated Host](#)) があるが、一般的には、

- オンデマンドインスタンス (時間あたりまたは秒あたりの料金が発生)
- リザーブドインスタンス (1年または3年の料金を前払いすることで料金が大幅に割引)
- スポットインスタンス (AWS クラウド内の使用されていない EC2 キャンパシティーを大幅に割引)

の3種類の中から選択するのが基本となる。

[Amazon EC2 スポットインスタンスの料金](#)を踏まえて、うまく活用すれば、g4dn (NVIDIA T4)、p3/p3dn (Tesla V100)、p4d (NVIDIA A100) 等のハイエンド GPU を安価に利用できる。

米国東部 (バージニア北部)、米国西部 (オレゴン)、米国東部 (オハイオ) リージョン等、新サービスがいち早く導入されるデフォルトリージョンが最も安価となるが、GA (General Availability:一般利用可能) 前の試験的な機能 (ベータ版とプレビュー) がリリースされるため、他のリージョンに比べて、障害も発生しやすい。

スポットインスタンスについては、入札価格をスポット料金が上回った時や空きキャパシティの増減により、停止/削除されるリスクはあるが、GPU リソースを最も手軽に活用できる。急なインスタンス停止に備えて、データを永続化する工夫 (EBS ディスク/S3/Google Drive 等への定期的なバックアップ等) により、学習中断後の復旧に備える仕組みが必要となる。

Windows インスタンスは、OS ライセンス費用がかかるため、Linux/UNIX インスタンスの方が料金は安価となる。実際に、従量課金テストを実施し、課金単位がドキュメントに記載のとおり、時間単位となるのか、それとも秒/分単位の課金となるのか事前に確認することを推奨する。

仮想通貨のマイニングや不正利用のリスクがあるため、g4dn.12xlarge (T4 × 4)、g4dn.metal (T4 × 8)、p3.16xlarge/p3dn.24xlarge (V100 × 8)、p4d.24xlarge (A100 × 8) 等の GPU インスタンスは、事前にサービス上限緩和申請をしないと使用できない。過去のサービス利用状況を踏まえて、段階的に緩和されるため、計画的に実績解除し、上限緩和の必要性を AWS サポートに訴えていく必要がある。

上限緩和申請の最低限の事前準備として、以下の利用実績を作っておき、不正利用目的ではないことを示しておくのが望ましい。

- 不正利用対策に最低限、2段階認証を導入済みであること。
- AWSの有料サービスを利用し、クレジットカードでの決済実績があること。
- GPUインスタンスの利用実績があること。

実際の上限緩和申請にあたっては、3行で説明できれば十分である。

- コンピュータ将棋 AI を開発していること。
- ディープラーニングの強化学習に GPU インスタンスが必要なこと。
- K80/T4/V100 ×1~4 台程度の学習リソース (GPU/vCPU/メモリ) では不足すること。

オンデマンドインスタンスの上限緩和申請の場合は、現地リージョン (米国東部 (バージニア北部)) のサポート担当者が承認するため、英語で説明するのが望ましい。

スポットインスタンスの上限緩和申請の場合は、日本の担当者が一次窓口となり、現地リージョンの担当者にエスカレーションする。日本語での説明でも問題はないが、利用実績が少ないうちは、必要性を何度も訴えないと通してくれない可能性が高い。

コロナ禍において、クラウドサービス需要が急激に高まっており、大規模なトラブルも多発している。設備増強を急ピッチで進めているのは、想像に難くない。また、クラウドサービス提供事業者やサポート担当者としては、不正利用による請求取り下げをするリスクは、取りたくないだろう。

まずは、毎日のコーヒー、アルコール代程度の料金を支払い、GPU スポットインスタンスを活用してみるのはどうだろうか。デフォルト上限の学習リソースでは我慢が出来ず、何度も訴えているうちに、サポート担当者もあなたの熱意と根気に負けるはずだ。

3.6 NVIDIA A100 利用のすゝめ

本稿執筆時点での最高峰の GPU は、[NVIDIA A100](#) である。[NVIDIA のテクノロジーにより、TOP500 のスーパーコンピュータがスピードアップとエネルギー削減に成功](#) の記事のとおり、スーパーコンピュータにも採用されている。

その NVIDIA A100 を 8 つ搭載した GPU インスタンス (vCPU: 96, vMem: 1,152 GiB) である [p4d.24xlarge](#) を AWS で利用できる。個人で利用できるコンピューティングリソースとしては、最高峰の性能である。また、スポットインスタンスであれば、破格の値段で利用できる。

[NVIDIA A100](#) ドライバーと最新の [ENA ドライバー](#) が必要なため、ドライバー導入済みの [AWS Deep Learning AMI \(DLAMI\)](#) を利用するのが一番近道である。[AWS Deep Learning AMI \(Conda DLAMI\)](#) は、ディープラーニングフレームワークのバージョンが古いため、最新版を使用する場合は、[Deep Learning Base AMI](#) で環境構築をする必要がある。

dlshogi の環境構築手順については、以下のブログ記事で公開している。

- [dlshogi の環境構築手順](#)
- [dlshogi を AWS の NVIDIA A100 インスタンスで動かす](#)

上限緩和申請により、サービス上限の制約さえ無ければ、あとは、時間とコストのどちらを優先するかの問題である。ここぞという時に活用していきたい。

A100 と同様の「Ampere」(アンペア)アーキテクチャを採用する GPU である、[GeForce RTX 30 シリーズ](#)もある。A100 には、GPU リソースを分割するための「[Multi-Instance GPU](#)」(MIG)機能が搭載されているが、RTX 30 シリーズには、機能がないなどの差異はある。機能差異を踏まえた上で、全ての検証を高額な GPU インスタンスで実施するのではなく、ローカルマシンの GPU も併用するといいたいだろう。

- [西川善司の 3DGE : NVIDIA が投入する 20 TFLOPS 級の新 GPU 「A100」とはいったいどのような GPU なのか?](#)
- [西川善司の 3DGE : GeForce RTX 30 シリーズのアーキテクチャを探る。CUDA Core の増量と RT Core の高性能化に注目だ](#)
- [NVIDIA Multi-Instance GPU User Guide](#)

4. dlshogi について

4.1 ディープラーニング

dlshogi と従来の将棋 AI との大きな違いは、ディープラーニングを使用しているという点である。将棋の盤面を画像としてディープニューラルネットワークに入力することで、次の有望な指し手と局面の価値を出力している。

dlshogi で使用されているディープラーニングの技術は、画像認識の分野でブレークスルーを起こした技術である。ディープラーニング以前にも機械学習が活用されていたが、ディープラーニングでは人間が特徴量を設計することなく、画像として与えるだけで、特徴量を学習することができる。

4.2 入力特徴量

写真などのカラー画像の場合は色の情報を RGB のチャンネルに分けて入力するが、将棋の盤面を画像として扱うには、駒の種類ごとにチャンネルを分けて表現する。

たとえば、先手の歩のチャンネルは以下のように表現する。

								歩
歩	歩	歩	歩	歩	歩	歩		歩

図 1 盤上の先手の歩の配置

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

図 2 入力特徴量(先手歩のチャンネル)

同様に、各駒の配置をチャンネルに分けて表現した画像データをディープニューラルネットワーク (DNN) の入力とする。

4.3 畳み込みニューラルネットワーク

画像認識では、画像に局所的に現れる縦、横、斜めなどのパターンを学習するために、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) が使用される。

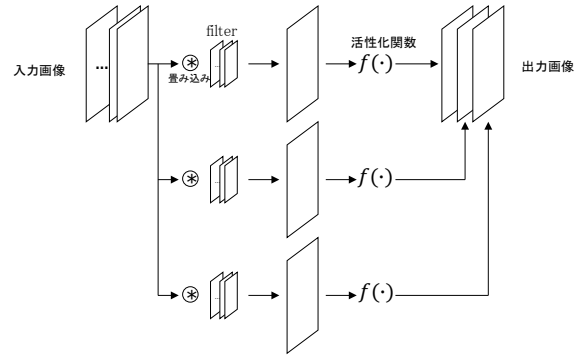


図 3 畳み込み層

dlshogi も、この CNN を使用している。また、画像認識で CNN を多層にした場合にも高い精度を達成できる ResNet という構成を採用している。

4.4 MCTS

DNN を用いることで指し手を予測することが可能であるが、floodgate の上位のソフトとの指し手の一致率は 47% 程度 (dlshogi の場合) である。

棋力を向上するには、探索と組み合わせが必要になる。

人間の思考と同じように、直感と、それを検証する論理的な思考が必要である。

論理的な思考の部分は、モンテカルロ木探索が担当する。

モンテカルロ木探索の詳細はここでは省略するが、DNN によって予測した有望な手を指した先の局面の価値 (勝率) を、DNN で評価するということを繰り返し、より有望な指し手を求めている。

4.5 将棋に適用した場合の課題

ディープラーニングと MCTS の組み合わせは、詰みの手順の学習学習が難しいという課題がある。

dlshogi の開発している中で、序盤・中盤までは優勢でも、詰みを見逃して簡単に負ける傾向があることが分かった。

そのため、dlshogi では、詰みに関しては特別な対策を行っている。

4.5.1 終端ノードでの短手数詰みの探索

MCTS の終端ノードで、AND/OR 木探索で 5 手詰めを行っている。これにより、探索中の詰みの局面を確実に評価する

ことができる。また、この詰み探索の結果は、MCTS で展開したノードへも伝播させることで、MCTS 探索と長手数詰みの探索が同時にできるようになっている。

4.5.2 ルートノードでの df-pn による詰み探索

ルートノードでは、MCTS と並列で、df-pn による詰み探索を行っている。これにより、詰みを見逃すことがなくなる。

4.5.3 詰みの探索の結果を強化学習の報酬とする

強化学習時に、MCTS でゲームの終局まで対局すると、詰みに課題があるため不正確な結果が学習され、なかなか学習が進まなくなる。そこで、強化学習中にも、df-pn による詰み探索を行い、その結果を報酬として与えている。

これには、デメリットもあり、詰みの手順はほとんど学習できない。しかし、上記の通り対局時にも、終端ノードでの詰み探索とルートノードでの df-pn による詰み探索を行っているため、詰みの手順の学習は不要と考えている。

上記の詰み探索を活用したことで、dlshogi は、他のディープラーニング系のソフトよりも頭一つ強くなったと考えている。また、巨大企業の計算資源がなくても個人レベルでの開発でも強いソフトが開発できた理由である考える。

5. さいごに

電竜戦に参加した時点では、dlshogi は上位のソフトと同等のレベルになったという感触はあったが、まだ優勝するレベルではないと思っていた。これは、他の参加者も同じだったと思う。今回、優勝できたのは自分自身でも驚きであった。

GCT が AobaZero の棋譜と dlshogi の強化学習の棋譜を混ぜて学習するという新しいアイデアを試したことが、思った以上の効果を引き出して、優勝へつながった。ちょうどよいタイミングで NVIDIA A100 が使用できるようになったのも大きかった。

今回のディープラーニング系のソフトが大会で優勝したという結果が、コンピュータ将棋の発展の一助になれたとしたら幸いである。

異なる思考過程を持つ将棋 AI の効率的なクラスタ化 ～deqshi が電竜戦へ挑戦～

澤田 亮 人

1. 概要

本大会における deqshi の目標は深層学習ベースの value/policy network とモンテカルロ木探索 (MCTS) を使う将棋 AI と Min-Max 法を使う将棋 AI の知見を組み合わせることで、その双方に勝ち越せる将棋 AI を作ることである。

本研究で用いたペナルティつき楽観合議は、elo レーティングが 150 以上異なる MCTS ベースの AI と Min-Max 法ベースの AI であっても、適切なペナルティをかけることでアンサンブル効果をもたらすことができる。

また、ペナルティつき楽観合議は少ないノード数で動く、持ち時間制御がしやすい、様々な仕様を持つエンジンに適用できるという特徴も持ち合わせている。本稿ではペナルティつき楽観合議を用いたクラスタ化の仕組みと、クラスタ化したエンジン (ソフト名 deqshi) をコンピュータ将棋の大会に採用した結果について述べる。

2. 研究背景

深層学習による value/policy network とモンテカルロ木探索 (MCTS) を使ったゲーム AI は各種ボードゲームからデジタルゲームまで様々な分野で既存の AI やプロを超える実力を発揮している。将棋 AI においては、AlphaZero が 2017 年の世界コンピュータ将棋選手権の elmo に対して 9 割以上の勝率を挙げたことが報告されている¹。

しかし一方で、Min-Max 法ベースの AI も探索アルゴリズムの最適化や盤面評価手法の進化を受け、同 elmo に対して elo レーティング換算で 550 程度の上昇を成し遂げている²。また、チェスについてもコンピュータ将棋で用いられていた Efficiently updatable neural network (NNUE) 関数を取り入れた stockfish が AlphaZero の再現版である LeelaZero に勝ち越すなど

の成績を挙げている^{3,4}。

双方の AI は使用しているハードから開発アプローチまで大きく異なるため、今後もその強さは拮抗し続けることが予想される。そこで本研究では、双方の AI のいいとこ取りをすることで更に強力な将棋 AI を実現することを目指す。

3. 複数の将棋 AI のクラスタ化に関する先行研究

3.1 クラスタ技術を評価する上での指標

複数の将棋 AI を組み合わせることでより強力な AI を作る研究は 2000 年ころより盛んに研究されており、粗結合クラスタリング、多数決合議、楽観合議、MultiPonder などがよく用いられている。各クラスタ技術を評価する上で以下の指標 (1)～(3) が重要となる。

(1) 必要とするノードの数

AI を強くする上で最も単純な方法はハイスペックな CPU/GPU を使うことである。Min-Max 法ベースの AI についても、MCTS ベースの AI についても、計算量を 2 倍にすることで elo レーティングに換算して 100 以上強くなることが知られている。これは殆どの場合においてクラスタ化よりも効率が良い⁵。

そのため、実践的にはクラスタが必要となるのは、計算機そのものの品質がハードウェア、あるいはアルゴリズムの制約上これ以上上げられないケースである。

しかし、現在借りることができる最高級のクラウド計算機は 1 日のレンタル料金が数万円になるものも少なくないため、クラスタを運用するために必要となる最低のノード数が大きい手法は運用経費の観点で望ましくない。

(2) 異なる仕様に対する柔軟性

³ Stockfish 12, <https://blog.stockfishchess.org/post/628172810852925440/stockfish-12>

⁴ <https://www.tcec-chess.com/archive.html?season=19&div=sf&game=100>

⁵ dlshogi における思考時間と強さの関係更新, <https://tadaoyamaoka.hatenablog.com/entry/2020/08/18/225233>

¹ A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and Go through self-play, <https://science.sciencemag.org/content/362/6419/1140/tab-figures-data/>

² Qhapaq Research Laboratory, <https://www.qhapaq.org/shogi/>

MCTS ベースの AI と Min-Max 法ベースの AI の間には幾つかの仕様の違いがある。例えば MCTS ベースの手法では手の推奨度合いは探索された回数で決定されるが Min-Max 法ベースの手法では双方が最善を尽くした場合の予測される勝率で与えられる。

評価軸が同一ではないため、双方のエンジンの情報を集約するのは容易ではない。特に Min-Max 法ベースの手法では第 N 位の手を取得しようとする、計算効率が大幅に落ちる⁶ため、アンサンブルに使える情報が少なくなってしまう。

(3) 時間制御を受け入れやすいこと

多くの場合レーティング測定は 1 手あたりの思考時間を固定して行うが、実際の大会などでは持ち時間をどのように使うかは AI 毎の裁量となっている。そのため、ある AI にとっては十分思考をしたと言える状態であっても、別の AI については思考量が十分ではなく、それに起因して評価値や指し手にノイズが乗るリスクがある。

また、相手の手番中に先の展開を読む (ponder) についても読みに費やす時間を増やすという意味では対応が容易であることが望まれる。

3.2 各アルゴリズムの評価

3.2.1 粗結合クラスタリング

粗結合クラスタリングでは複数のノードに対して別々の局面を読ませ (例えば、初期局面なら 76 歩、26 歩.. のような局面の評価値を求め)、最終的にそれらの評価値をすり合わせることで指し手を決定する⁷。ノード数が手の候補に対して十分存在すれば 1 手深く読めるような効果をもたらすことが期待されている。しかし、この手法は異なる AI の意見を組み合わせるのが難しい、時間制御が難しい、必要とするノードの数が多くなるという問題点がある。

3.2.2 多数決合議

多数決合議では複数のノードの指し手を投票とみなし、最も得票数が多い手を採択する。各ノードの票に重みをつけることで、多数決合議は票の重みを制御することでタイの処理なども扱うことができる上に、相対的に弱い AI の意見も取り入れることが可能である。例えば、「あから 2010」は 4 ソフトの合議制 (激指、GPS 将棋、

Bonanza、YSS) によって手を決定しており、清水市代女流王将 (当時) を盤石の指し回しで撃破している。しかし、ノードが最低 3 つ必要であること、弱い AI の意見も取り入れるには重みを下げた上でノード数を増やすなどの工夫が必要なことなどの課題がある。

3.2.3 楽観合議

楽観合議では複数の AI の意見の中で最も評価値が高いものを採用する。先行研究では評価関数にランダムノイズを加えた 16 台のクラスタで合議前のソフトに 6 割強勝てることが報告されている⁸。多数決合議に比べ楽観合議はノード数が 2 つから行うことができる。しかし、最も評価値が高いノード以外の意見は採択されないため、弱い AI の意見を取り入れることが難しい。

3.2.4 MultiPonder

MultiPonder は現局面から起こりうる未来を複数のノードに予め読ませておき、読んでいた局面が実現した時に、その局面を読んでいたノードに指し手を選ばせることで実効的な思考時間を増やす手法である (詳細は以下の記事に詳しい⁹)。

粗結合クラスタリングと異なり、MultiPonder ではノード同士の情報のやり取りは発生しない。そのため、時間制御の失敗も発生しない。3 台程度のクラスタで実効的な持ち時間を 1.5 倍程度 (持ち時間から予測される elo レーティングで言えば 100 前後の上昇) にできることが示されており、上述のクラスタよりも効率が良い。一方で、複数種類の AI からなるクラスタを組むのは困難である。

3.2.5 各アルゴリズムの評価のまとめ

これらの背景を踏まえて各アルゴリズムを評価したものを表にまとめる。今回は MCTS と Min-Max 法の組み合わせを考えているため、既存のアルゴリズムはいずれも直接採用することが難しいことが解る。

手法	台数	柔軟性	時間制御
粗結合クラスタ	x	x	x
多数決合議	x	o	x
楽観合議	o	o	x
MultiPonder	o	x	o

⁶ 昨今の AI は局面の評価をハッシュに格納しているため、厳密ではないが、第 N 位の手まで見つけようとする、計算効率は 1/N のオーダーで落ちる。

⁷ GPS 将棋 PR 文章など

⁸ 「将棋における合議アルゴリズム」より

⁹ 新時代のクラスタシステム Multiponder と Preponder, <http://qhapaq.hatenablog.com/entry/2019/05/07/190320>

4. ペナルティーつき楽観合議

本研究ではペナルティーつき楽観合議を用いてこの課題に挑戦した。具体的には以下の手順で手を決定する：

- ・ 持ち時間制御をする「上司」エンジンと、持ち時間制御を行わない「部下」エンジンを用意する
- ・ MCTS と Min-Max のうち強い方を上司に、弱い方を部下にする
- ・ 各手番で上司が指し手を決定したら、部下の探索を強制的に終了する
- ・ 上司と部下の指し手の評価値を比較し、より値が高い方を採用する。ただしこの時、部下の評価値を一定値下げで比較する。

ペナルティーつき楽観合議は、楽観合議と多数決合議の間を取った手法である。Min-Max 法ベースの AI と MCTS ベースの AI の強さが同じではないことを利用して、時間制御の不便を弱い方に押し付けると同時に、弱いエンジンの意見はペナルティーをかけながら取り入れることで、元のエンジンより弱くならない設計似できることが大きな強みである。例えばペナルティーを無限大にすれば、上司側のエンジンだけで戦っていることと同じである。

この手法は MCTS ベースの AI と Min-Max 法ベースの AI の合議において特に強みを発揮すると考えている。MCTS ベースの AI は、経験的に終盤の詰み筋に対する精度が Min-Max 法ベースの AI に対して劣っている一方で、序盤中盤の構想力に優れている。故に、序盤の構想を MCTS ベースの AI に任せながら、詰み筋が見えた手については Min-Max 法ベースの AI の意見を採用することが可能（詰み筋が見つかった場合、評価値が著しく良くなるため）となる。

5. 実験結果 1 : dlshogi+やねうら王

以下の条件で実験を行った。

- ・ dlshogi (V100) とやねうら王 (評価関数水匠 +2 スレ) を使う
- ・ dlshogi を上司、やねうら王を部下とする
- ・ 1 手 1 秒で対局を行う
- ・ 初期局面はたややん互角局面を使う
- ・ dlshogi (V100)、やねうら王と対局する。

本手法の最終目的は強いエンジンと弱いエンジンの 2 台だけでクラスタを組み、双方のエンジンに対してより良い成績をあげることである。持ち時間制御を取り入れられていないが、時間制御が行えないことによって被る損失をスレッド数を減らして AI を弱くすることで再現しようと考えている。対局の結果は以下ようになった (列側から見た行側への勝数を記載)。

	dlshogi	やねうら王 8 スレッド	やねうら王 2 スレッド
dlshogi	x	130-166	36-123
やねうら王 8 スレッド	166-130	x	x
ペナルティ 0	65-90	x	x
ペナルティ 100	59-48	56-44	x

やね 2 スレッドは dlshogi ややね 8 スレッドに比べて著しく弱い。そのため、ペナルティをかけずに楽観合議をすると、dlshogi に対する勝率が落ちてしまう。一方で適切なペナルティを与えることで dlshogi のみならず、8 スレッドのやねうら王に対しても勝率を高めることができる。すなわち、本手法が目指していた

Min-Max 法ベースの AI が得意とする詰み筋の部分のいいとこ取り出来ていることが示唆されている。

6. 実験結果 2 : 世界将棋 AI 電竜戦での運用結果

6.1 大会における運用結果

2020 年 11 月に行われた世界将棋 AI 電竜戦に、ペナルティーつき楽観合議を用いたやねうら王と dlshogi の合議からなるエンジン deqshi を用いて参加した。deqshi は 1 日目を 7 勝 3 敗、2 日目を 6 勝 3 敗 (うち一つはマシントラブルによる敗北) で終え、大会 22 位でフィニッシュとなった。大会を通じ以下の設定で参加をした。

- ・ dlshogi は GPU V100 × 8 で動かす
- ・ やねうら王は 20 コアの CPU で動かす
- ・ 時間管理は dlshogi が行う (dlshogi 側が上司。やねうら王側の計算資源が dlshogi や他の大会参加ソフトに比べ著しく弱いことを加味している)
- ・ ペナルティはやねうら王側の評価値を 100 点減らすものとする
- ・ やねうら王が ponder を外した場合は、評価値によらず

やねうら王側の手を棄却する
 ・やねうら王、dlshogi の評価値が 334 を超えた時点で、やねうら王に将棋を指させる。

前の章の項目に加え重要なのが下の 2 つの項目である。実戦では相手の持ち時間中にも次の展開を読むことができる (ponder と呼ばれる) が、やねうら王と dlshogi では ponder の仕様が異なる。やねうら王は自分が指し手を決める際に、相手の次の指し手をひとつだけ予想し、相手はその手を指したことを前提に次の局面を読むが、dlshogi は相手の指し手を一つに固定せず、手の実現可能性によって重み付けしながら全ての指し手について先の展開を予想する。

そのため、時間管理を dlshogi に任せると、dlshogi 側は相手の持ち時間中に先の局面を読んでいるから自分の指し手をすぐに決められる一方で、やねうら王側は十分に局面を読めていないという問題が生じうる。これを避けるために、自分の指し手を決定した際に予測した相手の指し手が外れた局面については、やねうら王の評価値を棄却し、dlshogi のみに指させることにした。

また、dlshogi は終盤で頓死することがやねうら王に比べ多かったので、評価値が良い局面については dlshogi ではなくやねうら王に時間管理と指し手の決定を行わせることにした。この仕様については、dlshogi+ やねうら王 2 スレッド vs やねうら王 4 スレッドで 1 手 3 秒で 100 局ほど対戦を行わせ、著しく弱くなってはいない (勝率 57 %) ことを確認した。

6.2 個人的な感想と反省

deqshi の 2 日目の対局ログについて解析を行ったところ、やねうら王の指し手によって手が変わったのは 3 局/6 局面のみであった。ponder が外れた局面について、やねうら王の評価を無視したことについても影響がでていたのは 1 局面のみ、しかもほぼ負けの局面のみであった。事前のテストでは各対局につき平均 2.1 局面程度はやねうら王の手が採択されていたので、持ち時間が長い対局においてはアンサンブルの効果が弱まる可能性を示唆している。

やねうら王へ指し継がせる機能も deqshi vs Qhapaq overfit adventure での deqshi の頓死を鑑みるとあまり機能していない可能性がある。大会全体を通じて、やねうら王系列のソフトのほうが深層学習ベースのソフトよ

りも頓死率は低くはあるようだが、dlshogi 系列のソフトの頓死率も十分低かった (最終日の A 級リーグで頓死したのは GCT vs Qhapaq ぐらい) ことを考えると、あまり得していないのではないかと考えられる。

大会成績は偉そうなソフト名を付けた割には振るわなかったが、大会中に大きなマシントラブルを起こさなかった (1 試合を除いて全ての試合で動いた) ので一安心である。クラスタの例に漏れず大会前日まで usi プロトコル回りでバグ取りをしていたことを鑑みれば、Qhapaq 戦での頓死を加味しても運は極めて良かったと言えよう。将棋ソフトとしてのアンサンブルは振るわなかったが、deqshi の開発に追われ苦し紛れで作った振り飛車の Qhapaq が久々の振り飛車による賞金圏入りを達成したことを考えると、ソフト開発のアンサンブルは実によく機能したと言えそうである。

7. まとめと考察

今回の対局実験や電竜戦での結果から、ペナルティつき楽観合議を用いることで、強さに差がある AI 同士でもアンサンブル効果が得られることが示された。

今後の課題は長時間の対局に向けたパラメタの調整と、各 AI の特徴をより強く反映した合議のとり方の開発であると考えている。例えば、1 手 1 秒程度の持ち時間では全体の 5 % 前後の手がアンサンブルによって書き換えられたが電竜戦では書き換えは殆ど発生しなかった。これは持ち時間が長くなるにつれ評価値のノイズが小さくなるためと予想している。

また、ペナルティつき楽観合議は勝ち筋を見つけるという意味では効果的である一方でミスを防ぐなどの効果はあまり期待できない。仮にやねうら王が頓死筋に気付いて局面の評価値を低くしても、dlshogi がそれに気付かず高い評価値を出したら dlshogi の手が採用されてしまうからである。本研究の手法は多様な計算資源や多様なエンジンに対する簡単で負の効果がでにくいクラスタ構築手法である一方で、より実戦的な強さを求めるにはもう幾分の調整が必要と考えられる。

コンピュータ将棋の現状 2020 春

瀧澤武信[†]

第30回世界コンピュータ将棋選手権は2020年5月に開かれるはずであったが、COVID-19のため中止となった。代替として世界コンピュータ将棋オンライン大会が、39チームが参加し開催された。本報告では、人間のトッププレーヤの実力を越えたコンピュータ将棋の現状を本大会の結果を通して考察し、さらに将棋の解明につながる次のステージへの方向を展望する。

Contemporary Computer Shogi (May, 2020)

Takenobu Takizawa[†]

Computer shogi was first developed by the author and the research group in late 1974. It has been steadily improved by researchers and commercial programmers using game-tree making and pruning methods, opening- and middle-game databases, and feedback from research into tsume-shogi (mating) problems. Now, its strength has been stronger than strength of the top professional players. In this paper, the author discusses contemporary computer shogi, especially how the programs behaved at the World Computer Shogi Online Open Swiss Tournament where 39 teams entered, which is the alternative of the 30th World Computer Shogi Championship that was cancelled because of COVID-19, in May, 2020.

0. はじめに

2020年は、「第30回世界コンピュータ将棋選手権」(30th World Computer Shogi Championship, WCSC)を中止し、世界コンピュータ将棋オンライン大会(World Computer Shogi Online Open Swiss Tournament, WCSOT)を実施した。ここでは、選手権の中止とオンライン大会実施の経緯を述べ、さらに、オンライン大会の棋譜をもとに、現在の実力の評価と将来の予想を行う¹⁾²⁾⁵⁾。

2020年5月3日～5日にコンピュータ将棋協会(CSA)主催で「第30回世界コンピュータ将棋選手権」が予定されており、参加申し込みを締め切った同年3月31日現在で、63チームから申し込みがあった。

また、早稲田大学ゲームの科学研究所の共催、公益社団法人日本将棋連盟の特別協力、本八幡朝陽法律事務所、きのあ株式会社、株式会社トリプルアイズ(3月30日にとりやめ*)のご協力、山下剛氏のご寄付、総務省、文部科学省(「文部科学大臣賞」の授与を含む)、経済産業省、川崎市、一般社団法人情報処理学会、一般社団法人情報サービス産業協会、早稲田大学、電気通信大学エンターテイメントと認知科学研究ステーションからのご後援が確定していた。一方、COVID-19(新型コロナウイルス感染症)が全世界的に流行し、日本でも、イベントの開催が危ぶまれてきていた。このような状況の中で3月21日にCSAの理事会が開かれ、今次の選手権に関し、次のように方針を決定した：

- ・第30回世界コンピュータ将棋選手権は、制限付きで実施する(海外勢は来ることが難しいだろう)。

- ・延期はしない。実施できない場合は中止する
- ・選手権のオンラインでの実施はしない
- ・選手権会場に入る人数を絞る。具体的には、各チーム1人、理由があれば2人まで参加者は当日の参加者のみ参加者、運営以外のCSA会員の見学は不可(ボランティアは運営扱い)スポンサーはOK、メディアは従来通り二次予選の通信テストは2日目朝に行う
- ・9Fでのイベントなし、懇親会なし
- ・キャンセルの場合は、理由によらず返金する
- ・CSA動画中継は2日目と3日目に行う(回線手配)、解説は新人王(高野智史五段、予定)
- ・会場下見は3/23の週に行う(換気、消毒について確認する)
- ・将棋連盟と特別協力の契約を結ぶ(3/23の週)
- ・30回記念大会のイベントは、なし

*) 同社からのチームが参加を見合わせたため。

その後、4月4日に、開催するかどうかを5月3日の3週間前(4月12日)までに参加申込者宛に連絡する(キャンセルの場合は参加費を返金することを含めて)こと、また選手権を開催しない場合には何らかの「オンライン大会」を行うことを決定した。

4月7日に政府から5月6日までの「緊急事態宣言」が東京都、神奈川県を含む7都府県に出されたため、4月8日早朝に以下を参加申込者宛に連絡した：

- ・このたび緊急事態宣言が発令されたことを踏まえ、残念ながらCSA理事会は今回の選手権の開催を中止することを決定した

[†] 早稲田大学政治経済学術院
Faculty of Political Science and Economics, Waseda University

注:本論文は「情報処理学会研究報告2020-GI-44」から情報処理学会の許可を得て転載しております。

- ・選手権の延期やオンライン開催の予定はない
- ・5月3,4日に選手権の申込をされていた方を対象にオンラインで「世界コンピュータ将棋オンライン大会」を実施する(申込は4月18日(土)まで受け付ける)
- ・選手権の参加費は返金する。オンライン大会の参加費はなし(無料)

何とか、通常に近い形で行う方針であったが、それは不可能となったので「オンライン大会」を行うこととしたが、オンライン大会の実績がなかったため、希望者を募り、参加者数が決まってから詳細を決めて発表することとした。40チームから参加申込があった。

なお、「第30回世界コンピュータ将棋選手権」は中止であり、今回の選手権は「第31回世界コンピュータ将棋選手権」とすることとなった。

1. 世界コンピュータ将棋オンライン大会

世界コンピュータ将棋オンライン大会(主催:コンピュータ将棋協会)は2020年5月3日~4日にオンラインで行われた。選手権に寄付を申し出られていた山下剛氏が寄付金をオンライン大会に回していただき、また、選手権に参加予定だった複数の方が、返還された参加費をオンライン大会への寄付に回してくださった。

オンライン大会には40チームから申し込みがあったが、フランスからの「Crazy Shogi」チームが、試合当日にフランスでの用事が入り、時差の関係でこの大会に参加するとフランスでの用事に支障が出る、とのことで、参加を取りやめ、また、初参加の「SNNS」は、所属組織のインターネットから入るシステムのメンテナンスおよび組織のLANへのVPN接続が止められるという事情で参加ができなくなり、この2チームを不戦敗扱いとすること(それら同士が対戦する場合は引分扱い)として、実施した。

「SNNS」の問題が起こる前の時点で、参加チーム数が39と確定したため、3日を予選、4日を決勝とし、対戦方式は、両日ともスイス式で最大6回戦、18時以降は新しい回に入らない、但し、ルールは多少緩いものとする、ということで行った。結局、両日とも8回戦を行った。

第29回選手権で優勝した「やねうら王」、6位だった「PAL」は選手権には申し込まれていたが、本大会には不参加だったが、それ以外の決勝進出したプログラムは本大会に参加した。

これまで選手権への参加経験のないプログラムでは、「koron」、「SNNS」、「Sylwi」、「EasyShogi」が参加したが、「SNNS」は全局不戦敗(1局は不戦分)となった。

また、「スーパーうさびよん2X」、「隠岐」、「762alpha」は第28回選手権以来の参加であった。その他のプログラムは第29回選手権に続いての参加である。

1.1 予選

表 1.1 予選(上位, 数値は6回戦終了時までのもの)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	Pt	SOS	SB	MD
1	Daigorilla	26+15+	7+	3+	2+	4=	5.5	23.0	18.5	12.0	
2	GCT	20+	4+11+	6+	1-	8+	5.0	23.5	18.0	11.5	
3	ichbinichi	22+	9+10+	1-14+	5+	5.0	22.0	16.5	10.5		
4	Sylwi	13+	2-22+16+	7+	1=	4.5	22.5	12.0	6.0		
5	Super うさ	8+23+	6-12+	9+	3-	4.0	22.0	13.0	7.0		
6	Fluke	17+24+	5+	2-	8-13+	4.0	21.0	12.0	6.0		
7	Miasis	25+14+	1-11+	4-12+	4.0	21.0	11.0	6.0			
8	AobaZero	5-12+18+21+	6+	2-	4.0	20.5	11.5	5.5			
9	W@nderER	28+	3-13+10+	5-16+	4.0	19.0	10.0	6.0			
10	koron	14+25+	3-	9-11=18+	3.5	19.5	7.0	2.5			
11	あやめ	27+18+	2-	7-10=19+	3.5	18.0	5.5	2.5			

表 1.2 予選(上位, 数値は7回戦終了時までのもの)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1	Daigori	26+17+	5+	2+	4+	3=	9+	6.5	30.0	24.5	17.0	
2	ichbin	21+	9+	7+	1-12+	6+	4+	6.0	32.0	25.5	17.5	
3	Sylwi	11+	4-21+18+	5+	1=	8+	5.5	30.5	19.0	11.0		
4	GCT	19+	3+14+10+	1-	8+	2-	5.0	32.5	20.0	11.5		
5	Miasis	23+12+	1-14+	3-13+10+	5.0	30.0	18.0	11.5				
6	Super	8+24+10-13+	9+	2-14+	5.0	27.5	17.5	11.5				
7	koron	12+23+	2-	9-14=15+16+	4.5	26.5	13.0	6.5				
8	AobaZe	6-13+15+20+10+	4-	3-	4.0	30.0	14.5	7.5				
9	W@nder	27+	2-11+	7+	6-18+	1-	4.0	29.5	12.0	7.0		
10	Fluke	16+25+	6+	4-	8-11+	5-	4.0	28.0	14.0	7.0		
11	Argo	3-19+	9-21+20+10-18+	4.0	25.5	12.0	6.0					
12	たこつ	7-	5-27+16+	2-20+17+	4.0	25.0	9.5	6.0				
13	ねね将	24+	8-16+	6-17+	5-22+	4.0	24.5	10.5	5.5			
14	あやめ	28+15+	4-	5-	7=22+	6-	3.5	26.0	6.5	2.5		
15	手抜き	22=14-	8-23+25+	7-24+	3.5	21.0	6.5	2.0				
16	芝浦将	10-20+13-12-23+19+	7-	3.0	25.0	8.5	3.0					
17	山田将	18+	1-20-25+13-24+12-	3.0	24.5	7.0	2.0					
18	人生送	17-26+22+	3-19+	9-11-	3.0	23.5	7.0	2.5				
19	きのあ	4-11-24+22+18-16-26+	3.0	21.0	6.0	2.0						
20	CGP	25+16-17+	8-11-12-27+	3.0	20.5	5.5	2.0					
21	TMOQ	2-27+	3-11-24-28+25+	3.0	20.5	3.0	0.5					

初日の予選は決勝シードの12チームを除く27チームで行われた、対戦組み合わせは決勝も含めスイス式(2回戦は、1回戦を上位勝ちと仮定したスイス式、それ以外は、通常のスイス式)であるが、事前に対戦回数は決まらずで行った。

決勝進出は上位16チームであり、どのチームにも決勝進出の可能性はある。事前には、通信トラブル等で若干の遅れがあっても何とか6回戦まで行いたい、という目論見であったが、嬉しい誤算で、トラブルはほとんど発生せ

表 1.3 予選結果

No.	Program Name	1	2	3	4	5	6	7	8	Pt	SOS	SB	MD
1*	Daigorilla∞	25+	15+	6+	3+	4+	2=	9+	7+	7.5	40.0	33.5	25.0
2*	Sylwi	13+	4-	17+	21+	6+	1=	8+	3+	6.5	40.5	27.0	18.0
3*	ichbinichi	17+	9+	5+	1-	10+	7+	4+	2-	6.0	44.5	30.5	20.5
4*	GCT	22+	2+	18+	11+	1-	8+	3-	6+	6.0	40.5	27.0	17.5
5*	koron	10+	24+	3-	9-	18=	19+	14+	12+	5.5	33.5	19.0	11.5
6*	Miasis	24+	10+	1-	18+	2-	12+	11+	4-	5.0	39.0	19.0	11.5
7*	Super うさ2X	8+	23+	11-	12+	9+	3-	18+	1-	5.0	38.0	20.5	12.5
8*	AobaZero	7-	12+	19+	16+	11+	4-	2-	18+	5.0	36.5	19.0	11.5
9*	W@nderER	27+	3-	13+	5+	7-	21+	1-	11+	5.0	35.5	17.0	11.0
10*	たこっと	5-	6-	27+	14+	3-	16+	15+	13+	5.0	33.0	16.5	12.0
11*	Fluke	14+	26+	7+	4-	8-	13+	6-	9-	4.0	36.0	15.0	8.0
12*	ねね将棋	23+	8-	14+	7-	15+	6-	20+	5-	4.0	35.0	14.5	7.5
13*	Argo	2-	22+	9-	17+	16+	11-	21+	10-	4.0	34.5	14.0	7.0
14*	芝浦将棋 Softmax	11-	16+	12-	10-	24+	22+	5-	19+	4.0	31.5	13.0	6.5
15*	山田将棋	21+	1-	16-	26+	12-	23+	10-	24+	4.0	31.0	10.5	5.5
16*	CGP	26+	14-	15+	8-	13-	10-	27+	22+	4.0	27.5	9.5	5.0
17	TMOQ	3-	27+	2-	13-	23-	28+	26+	21+	4.0	25.5	6.0	2.5
18	あやめ	28+	19+	4-	6-	5=	20+	7-	8-	3.5	34.0	7.5	3.5
19	手抜き	20=	18-	8-	24+	26+	5-	23+	14-	3.5	29.0	7.5	2.5
20	まったりゆう	19=	28+	21-	22-	25+	18-	12-	26+	3.5	22.0	5.0	2.0
21	人生送りバント	15-	25+	20+	2-	22+	9-	13-	17-	3.0	32.5	9.0	3.0
22	きのあ将棋	4-	13-	23+	20+	21-	14-	25+	16-	3.0	30.0	9.0	3.0
23	隠岐	12-	7-	22-	28+	17+	15-	19-	27+	3.0	24.5	5.0	0.5
24	きふわらべ	6-	5-	25=	19-	14-	27+	28+	15-	2.5	25.5	1.0	0.0
25	EasyShogi	1-	21-	24=	27+	20-	26-	22-	28+	2.5	22.5	1.0	0.0
26	762alpha	16-	11-	28+	15-	19-	25+	17-	20-	2.0	26.0	3.0	0.0
27	LOSER	9-	17-	10-	25-	28=	24-	16-	23-	0.5	26.5	0.0	0.0
28	SNNS	18-	20-	26-	23-	27=	17-	24-	25-	0.5	21.5	0.0	0.0

*は、決勝進出

ず、6回戦は十分実施可能で、時間的には予定よりかなり早く終了する見込みとなった。そこで、予定にはなかった7回戦を行うことになり、さらに、8回戦まで行うことができた。奇跡的なことである。

予選の結果、上位より7勝0敗1分の「Daigorilla∞」(以下、「D.Gorilla」)、初参加で6勝1敗1分の「Sylwi」、6勝2敗の「ichbinichi」(以下、「ichbinj」)、「GCT」、初参加で5勝2敗1分の「koron」、5勝3敗の「Miasis」、「スーパーうさびょん2X」(28回以来の参加)、「AobaZero」、「W@nderER」、「たこっと」、4勝4敗の「Fluke」、「ねね将棋」、「Argo」、「芝浦将棋 Softmax」、「山田将棋」、「CGP」の16チームが決勝進出となった。「TMOQ」も4勝4敗だったが、SOS(対戦相手の勝ち点の合計)が足りず、決勝進出はならなかった(表 1.1 に6回戦終了時の、表 1.2 に7回戦終了時のそれぞれ上位の順位を、表 1.3 に予選の結果を示す)。

1.2 決勝

2日目の決勝は、シードの12チームと予選から勝ち上がった16チームで行われた。第29回の選手権で、決勝最終戦で優勝の「やねうら王」と千日手で引き分け、勝ち点は同じながら準優勝となった「Hefeweizen-2020」(以下、「H.weizen」)など、決勝進出プログラムに今回予選から勝ち上がったプログラムがどう挑むか、特に、選手権も含め初の参加で予選を勝ち上がった「Sylwi」「koron」の活躍はどうか、などに注目された。

決勝の1回戦が無事に終わったので、前日の予選の状態から考えて、決勝も6回戦ではなく、7回戦あるいは8回戦まで行えると思われた。ところが、決勝2回戦開始後すぐに対局サーバにトラブルが発生し、3局ほどが始められなくなった。復旧のためにサーバを再起動させたため30分ほどのロスが生じた。幸い、棋譜と対局結果には問題なく、その3局も無事に開始できた。また、ネット中継

も一時中断せざるを得なかったが、無事に復帰でき、12:30 までに 2 回戦は終了した。その後は順調であり、まずは、6 回戦まで行う予定で参加者へもアナウンスした。

4 回戦が終わったところで、全勝は「水匠」と「H.weizen」、3 勝 1 敗は「Novice」、「elmo」、「nozomi」、「究極幻想アルテマタヌボン」(以下「究極タヌボン」)、「NineDayFever」(以下、「NDF」)、「Qhapaq from Neo-Saitama」(以下、「Qhapaq」)、2 勝 1 敗 1 分が「習甦」、「AobaZero」であった。5 回戦で「水匠」対「H.weizen」は「水匠」が、「elmo」対「NDF」は「elmo」が、「Novice」対「Qhapaq」は「Novice」が勝ち、また、「nozomi」対「究極タヌボン」は「320 手ルール」(後述)により引き分け、「習甦」は「名人コブラ」に勝ち、「AobaZero」は「dlshogi」に敗れた。6 回戦で「水匠」が「Novice」に勝ち、「H.weizen」と「elmo」は 320 手ルールで引き分け、「究極タヌボン」は「習甦」に勝った。6 回戦が終わったところで、全勝は「水匠」、4 勝 1 敗 1 分が「H.weizen」、「elmo」、「究極タヌボン」、4 勝 2 敗が「Novice」、「dlshogi」、「Qhapaq」、予選から進出の「Sylwi」(初参加)と「D.gorilla」である。

3 回戦以降は順調に進み、6 回戦の開始時刻が 16 時頃だったので、7 回戦は可能と判断した。また、本来は、18 時以降には新しい回に入らない予定であったが、2 回戦のサーバトラブルを考慮して、18:30 を過ぎたら新しい回には入らないこととし、そうでなければ、8 回戦を行うことをアナウンスした。

7 回戦では、「水匠」が「究極タヌボン」に 241 手で宣言勝となり、「水匠」の優勝が確定した。また、「H.weizen」は「D.Gorilla」に、「elmo」は「Sylwi」に、「Qhapaq」は「dlshogi」に勝った。また、「Novice」と「AobaZero」は 320 手ルールで引き分け、「習甦」は「nozomi」に勝った。8 回戦は 18:00 少しすぎに開始した。8 回戦では「水匠」の全勝が成るか、が注目されたが、「Qhapaq」に敗れ、それは成らなかった。

このオンライン大会では、優勝者に楯が、1 位～5 位に賞状が、また、「ゼロから作成されたプログラム」(申告ベース)の中の 1 位から 5 位に「from scratch」賞(賞状)が授与されることになっていた。入賞者は以下のとおりである：優勝「水匠」(7 勝 1 敗)、2 位「H.weizen」、3 位「elmo」(6 勝 1 敗 1 分、2 位と 3 位は SOS の差)、4 位「Qhapaq」(6 勝 2 敗)、5 位「習甦」(5 勝 2 敗 1 分)、from scratch 賞 1 位「習甦」、2 位「Novice」、3 位「CGP」、4 位「山田将棋」、5 位「あやめ」。「水匠」は選手権ではまだ優勝していないが、今後が期待される。また、「習甦」、「Novice」、「あやめ」は第 29 回選手権に続いての「ゼロから作成されたプログラム」での入賞であり、今後の発展が期待される(表 1.4 に決勝 6

表 1.4 決勝(上位、数値は 6 回戦終了時までのもの)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	Pt	SOS	SB	MD
1	水匠		20+11+10+	3+	2+	5+	6.0	22.0	22.0	15.5	
2	Hefeweizen	23+	8+15+	5+	1-	3=	4.5	23.5	13.0	7.0	
3	elmo	27+	6+	4+	1-14+	2=	4.5	23.0	12.5	7.0	
4	究極タヌ	28+	9+	3-13+11=	10+		4.5	18.5	10.5	6.5	
5	Novice	19+14+13+	2-	7+	1-	4.0	22.5	12.0	6.0		
6	dlshogi	21+	3-16+14-12+15+			4.0	19.0	11.5	6.0		
7	Qhapaq	25+10-18+15+	5-13+			4.0	18.5	11.0	6.0		
8	Sylwi	13-	2-25+20+19+14+			4.0	16.5	9.0	4.0		
9	Daigorilla	18+	4-19-27+21+11+			4.0	16.0	9.5	5.0		
10	習甦	22+	7+	1-12=17+	4-	3.5	23.0	9.0	3.0		
11	nozomi	16+	1-21+19+	4=	9-	3.5	21.5	7.0	2.0		
12	AobaZero	15-26+17+10=	6-24+			3.5	16.5	6.0	2.0		

表 1.5 決勝(上位、数値は 7 回戦終了時までのもの)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1	水匠	23+15+	6+	3+	2+	5+	7+	7.0	30.0	30.0	22.5	
2	Hefe	24+11+	9+	5+	1-	3=13+		5.5	31.0	18.5	12.0	
3	elmo	27+	8+	7+	1-16+	2=11+		5.5	29.0	16.5	11.0	
4	Qhapaq	22+	6-19+	9+	5-10+	8+		5.0	27.0	18.0	11.0	
5	Novice	18+16+10+	2-	4+	1-12=	4.5	31.5	15.0	7.0			
6	習甦	20+	4+	1-12=14+	7-15+	4.5	31.0	15.5	7.5			
7	究極	28+13+	3-10+15=	6+	1-	4.5	28.5	12.5	8.0			
8	dlshogi	21+	3-17+16-12+	9+	4-	4.0	27.5	14.0	7.0			
9	HoneyWf	12+14+	2-	4-25+	8-17+	4.0	27.5	13.0	7.0			
10	ichbin	11+24+	5-	7-17+	4-19+	4.0	26.0	12.0	6.0			
11	Sylwi	10-	2-22+23+18+16+	3-		4.0	26.0	11.0	6.0			
12	Aoba0	9-25+14+	6=	8-26+	5=	4.0	25.0	8.0	2.0			
13	Daigori	19+	7-18-27+21+15+	2-		4.0	23.5	10.5	6.0			
14	名人 cob	25+	9-12-24+	6-23+16+		4.0	21.5	9.0	4.0			

回戦終了時の、表 1.5 に決勝 7 回戦終了時の上位の順位表を、表 1.6 に決勝の結果を示す)。また、決勝が選手権の 2 次予選のように 9 回戦だった場合には、9 回戦の上位の対戦は「水匠」対「名人コブラ」、「H.weizen」対「習甦」、「elmo」対「Qhapaq」となるところであった。

表 1.7 に最近の選手権および今後のオンライン大会の上位入賞者を示す。

2. ライブラリルール等の変更

第 30 回世界コンピュータ将棋選手権から「ライブラリ」に関するルールが大きく変更になった。時代と共にソフトウェア開発環境が変わり、従来の「CSA 利用可能ライブラリ制度」が現在の多くの開発者にとって分かりにくいものとなっていた。第 29 回世界コンピュータ将棋選手権直後の 2019 年 5 月 11 日の CSA 例会で、選手権のルール変

表 1.6 決勝結果

No.	Program Name	1	2	3	4	5	6	7	8	Pt	SOS	SB	MD
1	水匠	22+	12+	5+	3+	2+	8+	9+	4-	7.0	41.0	35.0	25.5
2	Hefeweizen-2020	23+	10+	11+	8+	1-	3=	16+	9+	6.5	38.5	25.0	17.5
3	elmo	27+	13+	9+	1-	14+	2=	10+	8+	6.5	36.0	22.5	17.0
4	Qhapaq from Neo	24+	5-	19+	11+	8-	6+	13+	1+	6.0	36.5	26.5	16.5
5	習甦	20+	4+	1-	15=	7+	9-	12+	16+	5.5	38.0	22.5	13.5
6	ichbinichi	10+	23+	8-	9-	17+	4-	19+	15+	5.0	33.5	18.5	11.0
7	名人コブラ	26+	11-	15-	23+	5-	22+	14+	13+	5.0	30.0	16.0	10.0
8	Novice	18+	14+	6+	2-	4+	1-	15=	3-	4.5	43.0	19.0	9.0
9	究極タヌポン	28+	16+	3-	6+	12=	5+	1-	2-	4.5	39.0	14.5	9.0
10	Sylwi	6-	2-	24+	22+	18+	14+	3-	11=	4.5	36.5	14.0	7.0
11	HoneyWaffle	15+	7+	2-	4-	26+	13-	17+	10=	4.5	36.0	15.0	8.0
12	nozomi	17+	1-	21+	18+	9=	16-	5-	24+	4.5	35.0	14.0	7.0
13	dlshogi	21+	3-	17+	14-	15+	11+	4-	7-	4.0	37.0	15.5	8.0
14	NineDayFever	25+	8-	20+	13+	3-	10-	7-	21+	4.0	33.5	13.0	6.0
15	AobaZero	11-	26+	7+	5=	13-	25+	8=	6-	4.0	33.5	10.0	3.0
16	Daigorilla∞	19+	9-	18-	27+	21+	12+	2-	5-	4.0	32.0	11.5	6.0
17	Super うさ2X	12-	22+	13-	20+	6-	21+	11-	19+	4.0	30.0	12.0	6.0
18	W@nderER	8-	25+	16+	12-	10-	19-	27+	20+	4.0	27.5	11.0	6.0
19	GCT	16-	28+	4-	21-	20+	18+	6-	17-	3.0	29.0	7.0	3.0
20	Miasis	5-	24+	14-	17-	19-	26+	23+	18-	3.0	28.5	8.0	3.0
21	koron	13-	27+	12-	19+	16-	17-	25+	14-	3.0	27.5	7.0	3.0
22	ねね将棋	1-	17-	25+	10-	27+	7-	24-	28+	3.0	27.5	4.0	1.0
23	CGP	2-	6-	26+	7-	25-	28+	20-	27+	3.0	25.5	3.0	1.0
24	Argo	4-	20-	10-	26-	28+	27+	22+	12-	3.0	24.0	4.0	1.0
25	たこつと	14-	18-	22-	28+	23+	15-	21-	26+	3.0	23.0	5.0	2.0
26	Fluke	7-	15-	23-	24+	11-	20-	28+	25-	2.0	25.5	3.0	0.0
27	芝浦将棋 Softmax	3-	21-	28+	16-	22-	24-	18-	23-	1.0	26.5	0.0	0.0
28	山田将棋	9-	19-	27-	25-	24-	23-	26-	22-	0.0	22.5	0.0	0.0

表 1.7 最近の選手権と今次のオンライン大会の上位入賞者

回	開催日	参加チーム数	優勝	準優勝	第3位
21	2011.5.3-5	37[1]	ボンクラーズ	Bonanza	習甦
22	2012.5.3-5	42*[1]	GPS将棋	Puella α	ツツカナ
23	2013.5.3-5	40*[1]	Bonanza	ponanza	GPS将棋
24	2014.5.3-5	38[1]	Apery	ponanza	YSS
25	2015.5.3-5	39[2]	ponanza	NineDayFever	AWAKE
26	2016.5.3-5	51[1]	ponanza	技巧	大將軍
27	2017.5.3-5	50[1]	elmo	Ponanza Chainer	技巧
28	2018.5.3-5	56[2]	Hefeweizen	PAL	Apery
29	2019.5.3-5	56[2]	やねうら王	Kristallweizen	狸王
30	2020.5.3-5	中止			
O	2020.5.3-4	39[0]	水匠	Hefeweizen-2020	elmo

Oはオンライン大会, []内は海外チーム数(内数), *は参加チーム数に招待1を含む.
Puella αはボンクラーズの, KristallweizenはHefeweizenの, Hefeweizen-2020は
Kristallweizenのそれぞれ後継.

更に関し、今後のスケジュール（5月：選手権におけるアンケート集計結果および理事会による「新原則案」の提示（事前に mail 添付により文書配布）、7月：5月までに出席された意見を参考に理事会が原則案を修正・再提示、9月：原則の確定と新ルールの提示および質疑、11月：新ルールの発表）と新原則案の説明・質疑・意見交換を行った。2019年7月6日の例会での議論に基づき、2019年9月15日に「世界コンピュータ将棋選手権 大会ルール新原則」と「世界コンピュータ将棋選手権 ライブラリ規程」「世界コンピュータ将棋選手権 ライブラリ登録案内」の廃止を発表し、9月18日の例会で『世界コンピュータ将棋選手権 大会ルール 新原則』に基づく他者の作成したプログラム・データ等の扱いについて」と「ライブラリ制度の廃止及びそれに伴う移行措置について」（最終更新：12月22日）を発表した。

今後、選手権における他者の作成したプログラム・データ等の利用については、その作者による明示的又は黙示的な許可があれば許容することとなった（なお、12月20日までに取消依頼のなかった従来の「CSA 利用可能ライブラリ」は、第32回選手権まで、選手権での使用について明示的な許可があるものとして取り扱われることになった）。

また、原則として二次予選シード18チーム、一次予選通過10チームとすることとし、これらのルールを今回の「オンライン大会」でも適用することとした（今回は、予選と決勝なので、決勝シード12、予選から決勝へは上位16チームが進出、とした）。

3. ソースコード公開の影響

「ライブラリ制度」は廃止となったが、今回の大会でも公開されているソースコードを利用したプログラムが活躍した。

今回 From Scratch 賞対象のプログラム以外は、何らかの公開されたソースコード（他人が作成したもの）を利用していると考えられる。決勝で、From Scratch 賞対象だったものは「習甦」、「Novice」、「CGP」、「山田将棋」の4プログラムで、残りの24プログラムは公開されているソースコードを利用していたと思われる。全体では、39チームの内、10チームを除く29チームが何らかのソースコードを利用していたと思われる。

4. 中継アクセス数等

オンライン大会でも選手権同様に棋譜中継を行った。但し、決勝の2回戦はトラブルで一部しか中継していない。**表 4.1** に各種アクセス数を示す³⁾⁴⁾。

5. おわりに

表 4.1 各種アクセス数（ ）内は第 29 回世界コンピュータ将棋選手権（2019 年）での実績
 中継

トップページ	アクセス数	ユーザ数 (ユニーク IP 数)
初日	8,387 (15,188)	3,279 (2,992)
2日目	----- (19,366)	----- (3,755)
最終日	11,659 (15,923)	3,362 (3,659)
翌日	1,812 (1,343)	1,407 (1,038)

CSA

トップページ	アクセス数	選手権特設サイト	訪問者数
初日	1,096 (1,505)	1,449	(1,878)
2日目	----- (1,860)	-----	(1,591)
最終日	1,442 (2,018)	1,141	(2,874)
翌日	577 (634)	262	(537)

Youtube 視聴者数

初日		
星健太郎氏 (CSA)		1,102
八重樫敏一氏 (Sylwi)		567
真澤千星氏 (将棋実況 Vtuber)		980
最終日		
星健太郎氏 (CSA)		464
野田久順氏 (究極タヌポン)		2,688
杉村達也氏 (水匠)		1,369
八重樫敏一氏 (Sylwi)		890
真澤千星氏 (将棋実況 Vtuber)		1,665
(野田氏の情報は野田氏より、その他の情報は星氏より提供を受けた)		

参考（第29回世界コンピュータ将棋選手権，2019）

中継 blog	アクセス数	中継 blog	訪問者数
初日	----- (11,895)	-----	(3,099)
2日目	----- (10,809)	-----	(2,647)
最終日	----- (11,813)	-----	(3,307)
翌日	----- (2,053)	-----	(537)

ニコニコ生放送

来場者数 [コメント数]	クジラちゃん	来場者数 [コメント数]
2日目 --- (9,810 [2,162])		--- (8,651 [13,122])
最終日 --- (67,074 [16,867])		--- (2,904 [5,114])

選手権は中止となったが、39チームが参加し、オンライン大会が開催され、結果的に予選・決勝ともスイス式8回戦を行うことができた。また、試合の内容は、前回の選手権と遜色ないものであった。第31回大会は、どのような形であっても開催したい。

持ち時間、打ち切りとなる手数制限については前回と同様、フィッシャークロック（当初持ち時間15分、1手ごととに5秒加算）、[†]320手ルール（手数が320手に達し、ど

ちらのプログラムの負けでも、千日手でもないときは、引分)であった。今大会で、320手までに決着せず引き分けたものは3局(すべて、決勝)であった(その他、千日手6局(予選4局、決勝2局)、宣言勝4局(予選1局、決勝3局))。以前の256手ルールでは引き分けとなっていた257手以上、320手未満のものは5局(予選1局、決勝4局)であった。また、今大会は、予選、決勝の2段階であったが、決勝の上位8チーム同士の対戦(オンライン大会の決勝から抽出した13試合、平均215.6手(標準偏差:50.5手))について、手数分析をしたところ、昨年の決勝の平均手数(総当たり28試合の平均:190.3手(標準偏差:58.0手))より長かった。統計的に有意な差とは言えない(危険率10%なら有意な差と言える程度)が、この傾向は今後も続くものと考えている。

参考文献

- 1) コンピュータ将棋協会:「CSA資料集」, Vol. 1-31, コンピュータ将棋協会, 1987-2020.
- 2) 瀧澤武信:「コンピュータ将棋の現状 May 2017, 2018春, May 2019」, 情報処理学会ゲーム情報学研究会報告 38-1, 40-5, 42-9, 2017, 2018, 2019.
- 3) 野田久順:「YouTube 配信『世界コンピュータ将棋オンライン大会 非公式生放送 2日目』報告」(CSA選手権申込 ML へのご連絡), 2020. 5. 4.
- 4) 星健太郎:「YouTube 情報(まとめ)」(個人 mail), 2020. 5. 30.
- 5) 高田淳一:CSAホームページ,
<http://www2.computer-shogi.org/>, 2020. 5. 31.

付録

世界コンピュータ将棋オンライン大会決勝の「水匠」対「H. weizen」, 「Qhapaq」対「水匠」, 「elmo」対「水匠」, 「HoneyWaffle」対「Qhapaq」, 「nozomi」対「究極タヌポン」, 「elmo」対「H. weizen」, 「AobaZero」対「Novice」, 予選の「EasyShogi」対「きふわらべ」, 「Sylwi」対「Daigorilla」の局面を示す。

図1は決勝5回戦、事実上の優勝決定戦▲H. weizen△水匠の序盤で、角換わり相腰掛銀戦である。ここから△95歩以下激しい攻め合いとなり、図2となった、ここから△97歩以下即詰めで後手の「水匠」が勝った。図3は決勝8回戦、▲Qhapaq対△水匠の序盤で、角換わり相腰掛銀戦である。ここから、△38角以下激しい攻防があり、図4となった。ここから▲34金以下即詰めで先手の「Qhapaq」が勝った。図5から図12は宣言勝ち(図5)、長手数(316手、図6)、320手ルールによる引分(図7、図8、図9)、千日手(図10(19手目で千日手)、図11、図12(予選1位対2位)、図11から35銀以下激しい戦いとなったが、図12で千日手)の局面である。



図1 決勝 ▲Hefeweizen△水匠 57手目▲45歩まで



図2 決勝 ▲Hefeweizen△水匠 217手目▲44桂まで



図3 決勝 ▲Qhapaq△水匠 45手目▲45歩まで



図4 決勝 ▲Qhapaq△水匠 174手目△54金まで



図5 決勝 ▲elmo△水匠 306手目△宣言勝



図9 決勝 ▲AobaZero△Novice 320手引分



図6 決勝 ▲HoneyWaffle△Qhapaq 316手△44竜まで



図10 予選 ▲EasyShogi△きふわらべ 19手千日手



図7 決勝 ▲nozomi△究極タヌポン 320手引分



図11 予選 ▲Sylwi△D.Gorilla 58手△24歩まで



図8 決勝 ▲elmo△Hefeweizen 320手引分



図12 予選 ▲Sylwi△D.Gorilla 104手千日手

世界コンピュータ将棋選手権の歴史 (5A)

瀧澤武信†

「世界コンピュータ将棋選手権」開催の経緯と第1回から第15回までの概要、および、2005年から2010年にかけて数多く行われた人間との対局については、既に述べた。ここでは、第16回から第20回までの選手権の概要について述べる。

The History of the World Computer Shogi Championship (WCSC)(5A)

Takenobu Takizawa†

Almost thirty years has passed since the first Computer Shogi Championship was held. The strength of the top computer shogi programs that entered the last World Computer Shogi Championship/the World Computer Shogi Online Open Swiss Tournament is stronger than the strength of the top human players. In this paper, there will be the history of the Computer Shogi Championship 2006 through 2010.

0. はじめに

2019年のゲームプログラミングワークショップで発表した「世界コンピュータ将棋選手権の歴史(5)」²⁾では、主に2005年から2010年にかけて数多く行われた「人間との対局」について述べた。ここでは、当時の選手権そのものに絞って概観を述べる。

1. 2005年までに行われた世界コンピュータ将棋選手権

2005年の「第15回世界コンピュータ将棋選手権」では「激指」が3年ぶり2回目の優勝、準優勝は「KCC将」、3位は「IS将棋」であり、ここまですが第16回の決勝シードである(表1)。

2. 2006年～2010年の世界コンピュータ将棋選手権

2.1 第16回世界コンピュータ将棋選手権

「第16回世界コンピュータ将棋選手権」は、2006年5月3日～5日に千葉県木更津市の「かずさアーク」で行われた。参加チーム数は43で、内、決勝シード3、2次予選シード16であり、1次予選参加者は24であった。

1次予選、2次予選、決勝とも25分切れ負けであり、1次予選から2次予選への進出は8チームである。1次予選の結果、「Bonanza」が7勝0敗で、「山田将棋」が6勝1敗で、「天野宗歩2」、「あうあう将棋」、「臥龍」、「WILDCAT」が5勝2敗で、「マイムーブ」、「まったりゆうちゃん」が4勝3敗で2次予選進出となった(表2、*は2次予選進出、「隠岐」、「AVANTE」、「デーモン将棋」も4勝3敗だが、SOS(対戦相手の勝点(Pt)の合計)の差で2次予選進出はならなかった)。2次予選から決勝への進出

表1 第15回世界コンピュータ将棋選手権(決勝)

No.	Program Name	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SB	MD
1	激指	5+	7+	2+	6+	8+	3+	4+	7.0	21.0	14.5
2	KCC将棋	6+	4+	1-	3+	5+	7=	8+	5.5	14.0	8.0
3	IS将棋	7+	8+	5+	2-	4+	1-	6+	5.0	10.5	6.5
4	YSS	8-	2-	7+	5+	3-	6+	1-	3.0	6.5	2.0
5	備後将棋	1-	6+	3-	4-	2-	8+	7+	3.0	4.5	1.5
6	TACOS	2-	5-	8+	1-	7+	4-	3-	2.0	2.5	0.0
7	竜の卵	3-	1-	4-	8+	6-	2=	5-	1.5	1.0	0.0
8	GPS将棋	4+	3-	6-	7-	1-	5-	2-	1.0	3.0	0.0

は5チームである。2次予選の結果、8勝1敗の「大槻将棋」、7勝2敗の「柿木将棋」、「TACOS」、「Bonanza」、6勝3敗の「竜の卵」が決勝進出となった(表3、*は決勝進出)。

決勝では、初出場の「Bonanza」が6勝1敗で優勝、2位は「YSS」(5勝1敗1分)、3位は「KCC将棋」(5勝1敗1分)(2位と3位は、SB(勝った相手の勝点の合計)の差)であり、ここまですが次回の決勝シードである(表4)。

図1は「第16回世界コンピュータ将棋選手権」の決勝▲YSS△Bonanzaの序盤で、後手向かい飛車で始まり、△36歩▲同歩△同飛としたところである。ここから、▲37歩△56飛▲24歩△34銀▲65銀以下激しい戦いとなり、図2から▲81銀成以下、先手の「YSS」が即詰めとした。しかし、その後「YSS」が「TACOS」に敗れ、「激指」が対「Bonanza」戦の最終盤で詰めを読み切りながら、途中で間違った手を指すというそれまでの選手権で現れたことがないバグが生じ逆転負けをした、などが起こり、優勝は「Bonanza」であった。

今回の選手権では、読売新聞社のご協力により、2004年アマ竜王・2006年(この後行われた2007年も)朝日アマ名人の加藤幸男氏と優勝プログラムとの平手戦が行われ

† 早稲田大学政治経済学術院

Faculty of Political Science and Economics, Waseda University

注:本論文は「情報処理学会研究報告2020-GI-44」から情報処理学会の許可を得て転載しております。

表2 第16回世界コンピュータ将棋選手権(1次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1*	Bonanza	12+18+23+	3+	8+	5+	4+	7.0	25.5	25.5	19.5		
2*	山田将棋	10+21+	3-11+13+	8+	7+	6.0	26.0	21.0	15.0			
3*	天野宗歩	7+15+	2+	1-	5+17+	6-	5.0	33.0	21.0	12.0		
4*	あうあう	23-14+12+10+	7+	9+	1-	5.0	26.0	18.0	11.0			
5*	臥龍	14+23+20+	8+	3-	1-17+	5.0	25.0	13.0	8.0			
6*	WILDCAT	20-16+14+19+	9+	7-	3+	5.0	23.5	17.5	10.0			
7*	マイムーブ	3-	9+10+13+	4-	6+	2-	4.0	32.0	16.0	8.0		
8*	まったり	24+17+22+	5-	1-	2-15+	4.0	27.0	9.0	5.0			
9	隠岐	15+	7-11+12+	6-	4-19+	4.0	26.5	12.5	6.0			
10	AVANTE	2-11+	7-	4-24+12+16+	4.0	26.0	11.0	6.0				
11	デーモン	21+10-	9-	2-19+23+13+	4.0	22.5	8.5	4.5				

表3 第16回世界コンピュータ将棋選手権(2次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pt	SOS	SB	MD
1*	大槻将棋	4-18+23+16+13+	6+	3+	5+	2+	8.0	46.0	39.0	30.0				
2*	柿木将棋	21+14+13+	8+	7+	3+	6+	4-	7.0	50.0	35.0	25.0			
3*	TACOS	20+10+18+	5+	6+	2-	1-14+	4+	7.0	49.0	34.0	24.0			
4*	Bonanza	1+24+	6-	9+22+	7+10+	2+	3-	7.0	47.0	34.0	25.0			
5*	竜の卵	12+11+	7-	3-	9+	8+18+	1-16+	6.0	47.5	26.5	18.5			
6	備後将棋	23+19+	4+22+	3-	1-	2-10+	8+	6.0	46.0	24.0	15.0			
7	GPS将棋	17+15+	5+13-	2-	4-14+11+	9+	6.0	45.5	27.5	18.0				
8	K-Shogi	11+12+	4-	2-19+	5-13+15+	6-	5.0	43.5	20.5	12.5				
9	きのあ	10+20+19-	4-	5-22+15+18+	7-	5.0	39.0	17.0	10.0					
10	奈良将棋	9-	3-16+23+24+18+	4-	6-14+	5.0	39.0	14.0	9.0					
11	Shore	8-	5-22-21+20+17+19+	7-13+	5.0	35.5	16.5	9.5						
12	WILDCAT	5-	8-17=15-23+20-24+21+18+	4.5	30.5	9.0	5.0							

表4 第16回世界コンピュータ将棋選手権(決勝)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SB	MD
1	Bonanza	2-	3+	5+	6+	8+	4+	7+	6.0	16.5	11.0
2	YSS	1+	6+	7+	4-	5+	3=	8+	5.5	13.0	7.0
3	KCC将棋	7+	1-	4+	8+	6+	2=	5+	5.5	11.0	7.0
4	TACOS	8+	5-	3-	2+	7+	1-	6+	4.0	9.0	3.5
5	激指	6=	4+	1-	7+	2-	8+	3-	3.5	5.0	1.0
6	柿木将棋	5=	2-	8+	1-	3-	7+	4-	2.5	1.0	0.0
7	竜の卵	3-	8+	2-	5-	4-	6-	1-	1.0	0.0	0.0
8	大槻将棋	4-	7-	6-	3-	1-	5-	2-	0.0	0.0	0.0



図2 ▲YSS△Bonanza(第16回選手権決勝)



図3 ▲Bonanza△加藤幸男アマ(2006エキシビジョン)



図4 ▲Bonanza△加藤幸男アマ(2006エキシビジョン)

た(解説:渡辺明竜王, 持時間各15分, 切れたら1手30秒の秒読み). 前回までの勝又清和五段による駒落ち指導対局からアマチュア強豪との平手対局となった. 安食女流初段の振り駒で, 先手が「Bonanza」である. 図3はエキシビジョンの序盤で後手1手損角換わりである. ここから, ▲35歩△72玉以下激しい戦いとなり図4から, △87桂成以下即詰めで加藤氏が勝った.

2.2 第17回世界コンピュータ将棋選手権

「第17回世界コンピュータ将棋選手権」は2007年5月3日~5日に千葉県木更津市の「かずさアーク」で行われ



図1 ▲YSS△Bonanza(第16回選手権決勝)

た。参加チーム数は40で、内、決勝シード3、2次予選シード15（16の内、期限を過ぎてからの辞退が1チーム）であり、1次予選参加者は22であった。

1次予選から2次予選への進出は9チームである。1次予選の結果、「柵瀬将棋」が7勝0敗で、「SPEAR」が6勝1敗で、「遠見」、「マイムブ」、「あやまり将棋」が5勝2敗で、「神乎棋技」、「みさき」、「まったりゆうちゃん」、「あうあう将棋」が4勝3敗で2次予選進出となった

(表5)。2次予選から決勝への進出は5チームである。2次予選の結果、「激指」が9勝0敗で、「柵瀬将棋」が8勝1敗で、「備後将棋」、「竜の卵」、「K-Shogi」が6勝3敗で決勝進出となった(表6)。

決勝では、15回目の参加の「YSS」が6勝1敗で3年ぶり3回目の優勝、準優勝は同じく6勝1敗で、初参加(元「IS将棋」の代表メンバーによるプログラム)の「柵瀬将棋」、3位は5勝2敗の「激指」であり、ここまでの今回の決勝シードである(表7、優勝と準優勝はSBの差)。

図5は「第17回世界コンピュータ将棋選手権」の決勝 ▲YSS△柵瀬将棋の序盤で、先手向飛車後手居飛車戦である。ここから△55歩▲65歩△同桂▲同桂以下激戦となり、図6から▲43桂以下即詰めで「YSS」が勝ち、優勝した。

今回の選手権では、読売新聞社のご協力により、前回に引続き加藤幸男氏と優勝プログラムとの平手戦が行われた(解説:鈴木大介八段、持ち時間各15分、切れたら1手30秒の秒読み)。安食女流初段の振り駒で、先手が「YSS」である。図7はエキシビションの序盤で相矢倉である。その後、図8の▲4八角のような見せ場があったものの加藤氏が勝った。加藤氏は、アマ竜王戦のエキシビション対局で「激指」に、前回の選手権と11月の「Bonanza」発売記念イベントで「Bonanza」に勝ったのに続いて、4連勝であり、コンピュータ将棋はまだアマトップには及ばないことを示した。

表5 第17回世界コンピュータ将棋選手権(1次予選上位)

No. Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1* 柵瀬将棋	21+18+	3+	4+	2+	7+	8+	7.0	27.0	27.0	20.0	
2* SPEAR	5+14+13+	6+	1-	4+	3+	6.0	32.0	25.0	17.0		
3* 遠見	8+	7+	1-12+10+	9+	2-	5.0	32.5	19.5	12.0		
4* マイムブ	14+15+	9+	1-13+	2-11+	5.0	29.5	16.5	9.5			
5* あやまり	2-	6-17+15+11+13+	7+	5.0	26.5	16.5	9.5				
6* 神乎棋技	15+	5+11-	2-12+	8-16+	4.0	28.0	14.5	6.5			
7* みさき	20+	3-12+22+	8+	1-	5-	4.0	26.5	9.5	5.0		
8* まったり	3-20+21+11+	7-	6+	1-	4.0	26.0	10.0	5.0			
9* あうあう	18+21+	4-13-14+	3-15+	4.0	22.0	9.0	5.0				
10 なり金	22=11=20=16+	3-12=13+	4.0	20.0	6.0	0.0					
11 山田将棋	16+10=	6+	8-	5-19+	4-	3.5	27.0	9.0	3.0		
12 かめびよ	19+17+	7-	3-	6-10=18+	3.5	24.0	7.0	2.0			

表6 第17回世界コンピュータ将棋選手権(2次予選上位)

No. Program	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pt	SOS	SB	MD
1* 激指	24+11+	9+10+	2+	6+	3+	4+	7+	9.0	45.0	45.0	37.0		
2* 柵瀬将棋	12+18+11+	4+	1-	8+	6+	5+	3+	8.0	51.0	42.0	32.0		
3* 備後将棋	13+15+	7+	5+	6-	4+	1-12+	2-	6.0	52.5	30.5	20.5		
4* 竜の卵	20+16+	5+	2-14+	3-	9+	1-	8+	6.0	50.0	27.0	18.0		
5* K-Shogi	14+	7+	4-	3-10+15+	8+	2-	6+	6.0	48.0	28.0	19.0		
6 柿木将棋	21+17+10+	9+	3+	1-	2-	8-	5-	5.0	51.0	23.0	14.0		
7 GPS将棋	19+	5-	3-	8-20+11+15+10+	1-	5.0	47.0	21.0	13.0				
8 大槻将棋	18-12+22+	7+17+	2-	5-	6+	4-	5.0	45.0	21.0	14.0			
9 SPEAR	15+13+	1-	6-12+17+	4-16-21+	5.0	44.5	20.5	12.5					
10 KFEnd	16+20+	6-	1-	5-19+14+	7-17+	5.0	44.0	19.0	12.0				
11 Shotest	23+	1-	2-14-16+	7-24+18+15+	5.0	39.5	13.5	9.5					
12 奈良将棋	2-	8-23+24+	9-13+17+	3-16+	5.0	38.0	14.0	9.5					

表7 第17回世界コンピュータ将棋選手権(決勝)

No. Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SB	MD
1 YSS	7+	8+	5+	3-	2+	6+	4+	6.0	17.0	11.0
2 柵瀬将棋	4+	6+	3+	8+	1-	7+	5+	6.0	16.0	11.0
3 激指	5+	7+	2-	1+	8+	4-	6+	5.0	12.0	6.0
4 Bonanza	2-	5+	8+	7+	6+	3+	1-	5.0	11.0	6.0
5 備後将棋	3-	4-	1-	6+	7+	8+	2-	3.0	3.0	1.0
6 TACOS	8+	2-	7+	5-	4-	1-	3-	2.0	1.0	0.0
7 K-Shogi	1-	3-	6-	4-	5-	2-	8+	1.0	0.0	0.0
8 竜の卵	6-	1-	4-	2-	3-	5-	7-	0.0	0.0	0.0



図5 ▲YSS△柵瀬将棋(第17回選手権決勝)



図6 ▲YSS△柵瀬将棋(第17回選手権決勝)



図7 ▲YSS△加藤幸雄アマ (2007 エキシション)



図8 ▲YSS△加藤幸雄アマ (2007 エキシション)

2.3 第18回世界コンピュータ将棋選手権

「第18回世界コンピュータ将棋選手権」は、2008年5月3日～5日に千葉県木更津市の「かずさアーク」で行われた。参加チーム数は招待1を含め40で、内、決勝シード3、2次予選シード15（期限を過ぎてからの辞退1）であり、1次予選参加者は22であった。

今回から予選の4回戦の対戦方法が変更になった。これまでは3回戦と4回戦は前の回を引き分けと仮定したスイス式で組み合わせていたが、今回から、4回戦以降は前の回までの対戦結果をもとにスイス式で組み合わせる。1次予選から2次予選への進出は上位9チームである。1次予選の結果、「習甦」が7勝0敗で、「マイムブ」が6勝1敗で、「dos」、「うさびよん」、「A級リーグ指し手1号」、「山田将棋」が5勝2敗で、「みさき」、「まったりゆうちゃん」、「あうあう将棋」が4勝3敗での2次予選進出となった(表8)。2次予選から決勝への進出は5チームである。2次予選の結果、「Bonanza」が8勝1敗で、「柿木将棋」、「備後将棋」が7勝2敗で、「大槻将棋」、「奈良将棋」が6勝3敗で決勝進出となった(表9)。

決勝では、「激指」が6勝1敗で、9回目の参加で3年ぶり3回目の優勝をした。準優勝は同じく6勝1敗の「棚瀬将棋」(2年連続の準優勝、優勝と準優勝はSBの差)、3

位は4勝3敗の「Bonanza」であり、ここまですべての決勝シードである(表10)。

図9は「第18回世界コンピュータ将棋選手権」の決勝▲棚瀬将棋△激指の序盤で、相居飛車角換わり力戦である。ここから△63金▲同角成以下激戦となり、図10となった。局面は先手勝ちであるが、先手時間切れで後手の勝ちとなり、激指が優勝した。

今回の選手権では、読売新聞社のご協力により、エキジビジョンが2局行われた。優勝・準優勝プログラムと2005年アマ竜王・2007年アマ名人の清水上徹氏・加藤幸男氏との平手戦である(持ち時間各15分、切れたら1手30秒の秒読み)。組合せ、先後は、当日安食女流初段による振り駒で決定された。解説は新人王の村山慈明五段(棚瀬将棋-加藤アマ)、勝又清和六段(清水上アマ-激指)である。

第1局は▲棚瀬将棋△加藤幸男氏である。この将棋は相懸りの出だしから、先手が飛車を4六に回り攻撃を仕掛け、▲61角と打ったところ(図11)では、先手が優勢のようである。図12の後▲32金△同玉▲43銀打△33玉▲32飛まで「棚瀬将棋」が勝った。対トップアマチュアプレイヤー初勝利である。加藤氏のコメントによれば、「▲61角で形勢悪化に初めて気がついた。普通の手なので、見落

表8 第18回世界コンピュータ将棋選手権(1次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1*	習甦		8+20+	3+17+	4+	2+	6+	7.0	28.0	28.0	21.0	
2*	マイムブ		16+21+	5+10+	6+	1-	3+	6.0	30.0	23.0	17.0	
3*	dos		7+13+	1-20+12+	9+	2-	5.0	28.0	15.0	10.0		
4*	うさびよ		22+16+12-	5+	1-	8+	7+	5.0	27.0	17.0	11.0	
5*	A級1号		9+15+	2-	4-18+12+10+	5.0	27.0	16.0	10.0			
6*	山田将棋		19+14+18+12+	2-	7+	1-	5.0	27.0	14.0	8.0		
7*	みさき		3-11+13+	8+10+	6-	4-	4.0	30.0	15.0	8.0		
8*	まったり		1-18+11+	7-17+	4-14+	4.0	27.0	11.0	5.0			
9*	あうあう		5-10-16+15+14+	3-13+	4.0	26.0	12.0	6.0				
10	なり金		15+	9+17+	2-	7-18+	5-	4.0	26.0	11.0	5.0	
11	隠岐		13-	7-	8-19+20+	7+12+	4.0	19.0	8.0	4.0		

表9 第18回世界コンピュータ将棋選手権(2次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pt	SOS	SB	MD
1*	Bonanza		21+19+17+	7+	2+	3+	9+	4-	8+	8.0	44.5	38.5	29.5	
2*	柿木将棋		18+	9+	6+	3+	1-10+	5-13+	4+	7.0	50.5	36.5	25.5	
3*	備後将棋		22+	5+15+	2-	4+	1-	7+10+	9+	7.0	48.0	33.0	25.0	
4*	大槻将棋		14+	8+	5-	6+	3-11+10+	1+	2-	6.0	52.5	32.5	20.5	
5*	奈良将棋		16+	3-	4+11-13+12+	2+	8-	7+	6.0	48.0	31.0	20.0		
6	棋理		19+21+	2-	4-14-18+	8=15+16+	5.5	39.5	17.5	11.5				
7	習甦		12+23+10+	1-	8-14+	3-11+	5-	5.0	47.0	21.0	14.0			
8	竜の卵		15=	4-22+12+	7+	9-	6=	5+	1-	5.0	46.5	18.0	10.0	
9	GPS将棋		24+	2-11-20+17+	8+	1-12+	3-	5.0	46.0	19.0	12.0			
10	TACOS		13+17+	7-14+11+	2-	4-	3-19+	5.0	45.5	20.5	12.0			
11	K-Shogi		23+12-	9+	5+10-	4-15+	7-13+	5.0	42.0	21.0	13.0			
12	SPEAR		7-11+13+	8-16+	5-17+	9-14+	5.0	42.0	21.0	12.0				

表 10 第 18 回世界コンピュータ将棋選手権(決勝)

No.	Program Name	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SB	MD
1	激指	6+	8+	7+	5+	4+	2+	3-	6.0	18.0	12.0
2	柵瀬将棋	7+	6+	5+	3+	8+	1-	4+	6.0	16.0	12.0
3	Bonanza	5-	7+	8+	2-	6-	4+	1+	4.0	11.0	5.0
4	YSS	8+	5+	6+	7+	1-	3-	2-	4.0	8.0	4.0
5	備後将棋	3+	4-	2-	1-	7+	6+	8+	4.0	8.0	4.0
6	大槻将棋	1-	2-	4-	8+	3+	5-	7+	3.0	5.0	1.0
7	奈良将棋	2-	3-	1-	4-	5-	8+	6-	1.0	0.0	0.0
8	柿木将棋	4-	1-	3-	6-	2-	7-	5-	0.0	0.0	0.0

としてある。この手は後手陣の守り駒と攻め駒の両方を狙っており、後手の受け方によって攻め方を変える高度な手である。このような一見ぼんやりとした厳しい手はこれまでのコンピュータ将棋にはなかったと記憶しているので、驚いた」とのことであり、ここで、「△63 角▲71 銀△72 飛が最後の勝負手だったが、それを逃して▲31 銀と打たれては完全に負け」とのことである。

第 2 局は▲清水上徹氏△激指である。清水上氏は 2006 年の第 68 回情報処理学会全国大会の特別セッションで「激指」に、同年の「Bonanza」発売記念イベントで「Bonanza」に勝っておりこれまで対コンピュータ将棋負けなしの 2 勝である。

この将棋は▲清水上氏の四間飛車対△激指の左美濃で



図 11 ▲柵瀬将棋△加藤幸男アマ(2008 エキシビション)



図 12 ▲柵瀬将棋△加藤幸男アマ(2008 エキシビション)



図 9 ▲柵瀬将棋△激指(第 18 回選手権決勝)



図 13 ▲清水上徹アマ△激指 (2008 エキシビション)

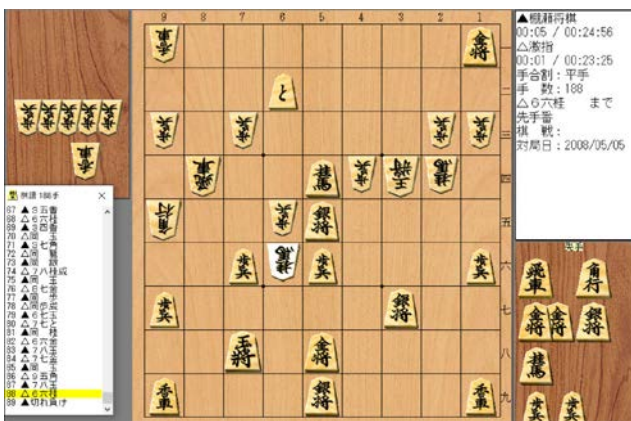


図 10 ▲柵瀬将棋△激指(第 18 回選手権決勝)



図 14 ▲清水上徹アマ△激指 (2008 エキシビション)

始まり、細かな折衝の後、図 13 は後手が△64 歩と突いたところである。この局面では、先手が若干指しやすいかと思われたが、その後図 14 から、△66 歩以下△激指が勝った。対トップアマチュアプレイヤー 2 連勝である。清水上氏のコメントによれば、「図 14 からの△66 歩で不利を自覚した。▲75 銀の局面 (図 14) で気づいていたが、もう遅かった。厳密に言うと、少し前の△64 歩 (図 13) に対し、▲77 桂～▲25 桂と攻め急いだのが敗因」だそうである。「簡単に攻めきれると甘く見た。▲64 同歩△同銀▲65 歩△53 銀と取めてじっくり指すべきだった。ただ、ここが敗因になるくらい、その後のプログラムの指し手は完璧だったと思う」とのことであり、その場の全員が驚く結果となった。

特に、勝又六段は解説が饒舌で有名であるが、図 14 の直前から苦しそうな表情をされ言葉が少なくなり、実際に△66 歩が指されると黙り込んでしまったのが印象的である。また、村山五段は「次は私達が対戦しないといけない」と仰っていた。

今回の結果をもって、コンピュータ将棋がトップアマチュアプレイヤーを越えたとは思えないが、一つ間違えば、トップアマチュアプレイヤーといえども負けることがある、ということは言える。改めて勝又六段に現在のコンピュータ将棋の実力を評価していただいたところ、アマチュア全国大会ベスト 4 と言って差し支えないレベルに到達したそうである。もっとも、清水上氏から「序盤の荒さを減らさないで全国大会レベルのトーナメントを勝ち抜くのは厳しいだろう」とのご指摘があったが、その通りと考えられる。いずれにしろ、トップアマチュアプレイヤーのレベルに近づいたことは間違いがない。

2.4 第 19 回世界コンピュータ将棋選手権

「第 19 回世界コンピュータ将棋選手権」は、2009 年 5 月 3 日～5 日に東京都新宿区の「早稲田大学 国際会議場」で行われた。参加チーム数は 42 で、内、決勝シード 3、2 次予選シード 15 であり (期限を過ぎてからの辞退 1)、1 次

表 11 第 19 回世界コンピュータ将棋選手権 (1 次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1*	KCC 将棋	4+	3+	16+	2+	6+	9+	8+	7.0	31.0	31.0	22.0
2*	文殊	11+	19+	8+	1-	5+	4+	3+	6.0	32.5	25.5	18.0
3*	Blunder	10+	1-	5+	22+	8+	6+	2-	5.0	31.5	18.5	12.0
4*	ゆめき	1-	10+	23+	13+	11+	2-	7+	5.0	29.5	16.5	11.0
5*	WILDCAT	12+	15+	3-	7-	2-	13+	6+	5.0	29.0	18.0	11.0
6*	山田将棋	13+	7+	18+	16+	1-	3-	5-	4.0	30.0	13.0	6.0
7*	臥龍	17+	6-	14+	5-	12+	10+	4-	4.0	28.0	14.0	7.0
8*	あうあう	24+	21+	2-	9+	3-	11+	1-	4.0	28.0	10.0	6.0
9*	ym 将棋	19+	11-	21+	8-	18+	1-	15+	4.0	25.5	10.5	5.5
10	なり金	3-	4-	12+	14+	22+	7-	19+	4.0	25.0	11.0	5.5
11	まったり	2-	9+	24+	18+	4-	8-	14+	4.0	25.0	10.0	6.0
12	Tohske	5-	14+	10-	17+	7-	21+	13+	4.0	24.0	11.0	6.0

表 12 第 19 回世界コンピュータ将棋選手権 (2 次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pt	SOS	SB	MD
1*	KCC 将棋	9+	12+	17+	5+	3+	4+	2+	7+	10+	9.0	49.0	49.0	38.0
2*	文殊	6+	21+	10+	4-	5+	8+	1-	14+	3+	7.0	51.0	36.0	26.0
3*	GPS	20+	14+	11+	15+	1-	16+	4+	5+	2-	7.0	48.0	32.0	23.0
4*	習甦	12+	9+	8+	2+	7+	1-	3-	10-	13+	6.0	51.0	30.0	19.0
5*	大槻将棋	23+	16+	7+	1-	2-	11+	14+	3-	8+	6.0	47.0	24.0	18.0
6	K-Shogi	2-	8-	24+	13-	20+	12+	9+	15+	7+	6.0	37.0	21.0	16.0
7	Blunder	14+	20+	5-	11+	4-	9+	8+	1-	6-	5.0	49.0	22.0	14.0
8	竜の卵	21+	6+	4-	10+	15+	2-	7-	13+	5-	5.0	46.0	22.0	13.0
9	SPEAR	1-	4-	18+	19+	13+	7-	6-	20+	12+	5.0	45.0	19.0	12.0
10	柿木将棋	24+	17+	2-	8-	14-	21+	11+	4+	1-	5.0	43.0	18.0	12.0
11	備後将棋	22+	13+	3-	7-	18+	5-	10-	17+	15+	5.0	42.0	19.0	12.0

表 13 第 19 回世界コンピュータ将棋選手権 (決勝)

No.	Program Name	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SB	MD
1	GPS 将棋	4+	6+	5+	7+	2+	8+	3-	6.0	17.0	10.0
2	大槻将棋	5+	4+	7+	6+	1-	3+	8+	6.0	16.0	10.0
3	文殊	6+	7+	4+	8+	5-	2-	1+	5.0	14.0	7.0
4	KCC 将棋	1-	2-	3-	5+	8+	6+	7+	4.0	7.0	3.0
5	Bonanza	2-	8+	1-	4-	3+	7-	6+	3.0	8.0	2.0
6	激指	3-	1-	8+	2-	7+	4-	5-	2.0	2.0	0.0
7	YSS	8-	3-	2-	1-	6-	5+	4-	1.0	3.0	0.0
8	習甦	7+	5-	6-	3-	4-	1-	2-	1.0	1.0	0.0

予選参加者は 24 であった。

1 次予選から 2 次予選への進出は 9 チームである。1 次



図 15 ▲GPS 将棋△大槻将棋 (第 19 回選手権決勝)



図 16 ▲GPS 将棋△大槻将棋 (第 19 回選手権決勝)

予選の結果、復活参加の「KCC将棋」が7勝0敗で、初参加の「文殊」が6勝1敗で、「Blunder」(初参加)、「ゆめき」、「WILDCAT」が5勝2敗で、「山田将棋」、「臥龍」、「あうあう将棋」、「ym将棋」が4勝3敗での2次予選進出となった(表11)。2次予選から決勝への進出は5チームである。2次予選の結果、「KCC将棋」が9勝0敗で、「文殊」、「GPS将棋」が7勝2敗で、「習甦」、「大槻将棋」が6勝3敗で決勝進出となった(表12)。

決勝では、8回目の参加の「GPS将棋」が6勝1敗で初優勝、準優勝は6勝1敗の「大槻将棋」(優勝と準優勝は、SBの差)、3位は5勝2敗の「文殊」であり、ここまでが次の決勝シードである(表13)。

図15は「第19回世界コンピュータ将棋選手権」決勝▲GPS将棋△大槻将棋の序盤で、▲居飛車穴熊△四間飛車穴熊戦である。ここから▲35歩以下激しい戦いが起こり、図16から▲82金△同玉▲71銀で▲GPS将棋が勝った。

第19回に初参加で3位に入賞した「文殊」は公開されている第16回の優勝プログラム「Bonanza」のソースコードを用いて、評価関数のパラメータの値を正規乱数により変更した複数個(選手権では6個)のプログラムに局面を与えて得られた「次の1手」から合議により選ばれた手を指し手とする手法により開発された初のプログラムであった。

2.5 第20回世界コンピュータ将棋選手権

「第20回世界コンピュータ将棋選手権」は、2010年5月2日～4日に東京都調布市の「電気通信大学 西9号館」で行われた。参加チーム数は招待1を含む43で、内、決勝シード3、2次予選シード14(16の内、2チームが申し込み後キャンセル)であり、1次予選参加者は26であった。

表14 第20回世界コンピュータ将棋選手権(1次予選上位)

No. Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1*	奈良将棋	6+24+17+	5+	8+	4+	2-	6.0	30.0	24.0	17.0	
2*	芝浦将棋	15+16+10+13+	5-	9+	1+	6.0	28.5	23.5	14.5		
3*	稲庭将棋	13=19=	4+18=14+11+	5+	5.5	26.0	17.5	9.0			
4*	ponanza	23+14+	3-10+	6+	1-	9+	5.0	30.0	18.5	11.5	
5*	ツツカナ	16+22+14+	1-	2+	8+	3-	5.0	30.0	18.5	10.5	
6*	GA将!!!!	1-17+24+15+	4-13+	8+	5.0	26.5	15.5	9.5			
7*	隠岐	8-	9-19=22+23+15+13+	4.5	21.0	10.5	5.0				
8*	棋理	7+11+26+	9+	1-	5-	6-	4.0	29.5	13.5	8.0	
9*	ゆうちゃ	11+	7+21+	8-18+	2-	4-	4.0	28.5	13.5	6.5	
10*	Tohske	25+12+	2-	4-11-20+15+	4.0	25.5	10.5	5.5			
11	Staty	9-	8-22+17+10+	3-19+	4.0	25.0	11.5	5.5			
12	白砂将棋	20=10-23+14-19=18+16+	4.0	20.0	7.5	2.5					
13	臥龍	3=26+20+	2-21+	6-	7-	3.5	27.0	6.0	2.5		
14	なのは	18+	4-	5-12+	3-19=22+	3.5	26.5	8.5	2.5		

表15 第20回世界コンピュータ将棋選手権(2次予選上位)

No. Program	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pt	SOS	SB	MD
1*	ボンク	10+	5+13+	2+	6+	3+	7+	4+	9+	9.0	51.0	51.0	40.0
2*	芝浦将棋	21+24+	5+	1-	8+	4-14+	7+	3+	7.0	45.5	30.5	23.0	
3*	激指	22+16+18+	4+	7+	1-13+	8+	2-	7.0	45.5	29.5	21.0		
4*	YSS	19+	9+	8+	3-20+	2+	6+	1-	5-	6.0	51.0	29.0	19.0
5*	習甦	2+	1-	2-23-21+18+11+10+	4+	6.0	45.0	27.0	18.0				
6	souleater	16+22+14+	7-	1-11+	4-15+	8+	6.0	44.5	24.5	17.0			
7	竜の卵	20+14+17+	6+	3-13+	1-	2-12-	5.0	49.0	21.0	12.0			
8	ponanza	11+18+	4-12+	2-15+10+	3-	6-	5.0	48.0	22.0	14.0			
9	TACOS	17-	4-20+15+14+10-12+13+	1-	5.0	44.0	20.0	12.0					
10	奈良将棋	1-12+24+11+13-	9+	8-	5-14+	5.0	43.5	19.5	14.0				
11	柿木将棋	8-15+19+10-17+	6-	5-16+13+	5.0	41.0	19.0	12.0					
12	棋理	5-10-21+	8-19+17+	9-18+	7+	5.0	39.0	18.0	10.0				

表16 第20回世界コンピュータ将棋選手権(決勝)

No. Program Name	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SB	MD	
1	激指	4+	3-	6+	5+	2+	8+	7+	6.0	17.0	10.0
2	習甦	6+	4+	5+	3+	1-	7+	8+	6.0	16.0	10.0
3	GPS将棋	7+	1+	8+	2-	5+	4-	6+	5.0	12.0	5.0
4	ボンクラーズ	1-	2-	7+	6+	8+	3+	5+	5.0	11.0	5.0
5	Bonanza Feliz	8+	7+	2-	1-	3-	6+	4-	3.0	3.0	1.0
6	大槻将棋	2-	8+	1-	4-	7-	5-	3-	1.0	1.0	0.0
7	芝浦将棋	3-	5-	4-	8-	6+	2-	1-	1.0	1.0	0.0
8	YSS	5-	6-	3-	7+	4-	1-	2-	1.0	1.0	0.0



図17 ▲稲庭将棋△ponanza (第20回選手権1次予選)



図18 ▲稲庭将棋△ponanza (第20回選手権1次予選)

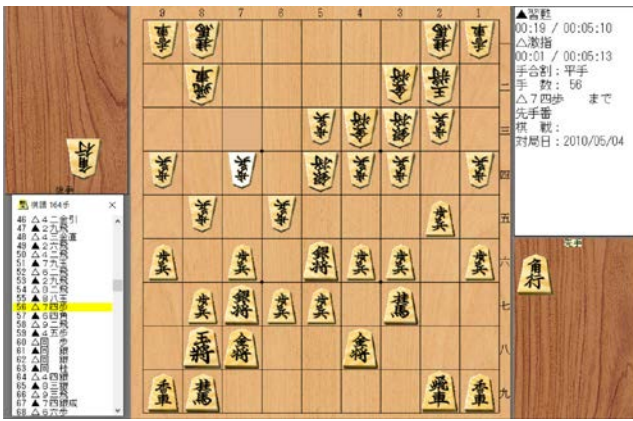


図 19 ▲習甦△激指(第 20 回選手権決勝)



図 20 ▲習甦△激指(第 20 回選手権決勝)

1 次予選から 2 次予選への進出は 10 チームである。復活参加の「奈良将棋」と初参加の「芝浦将棋」が 6 勝 1 敗で、初参加の「稲庭将棋」が 4 勝 0 敗 3 分で、「ponanza」, 「ツツカナ」(初参加), 「GA 将!!!!」が 5 勝 2 敗で、「隠岐」が 4 勝 2 敗 1 分で、「棋理」, 「まったり ゆうちゃん」, 「Tohske」が 4 勝 3 敗での 2 次予選進出となった(表 14)。1 次予選で、もっとも注目を集めたプログラムは「稲庭将棋」である。第 6 回から第 16 回まで活躍した「丸山将棋」のアイデアにさらに工夫を重ねた戦略により、floodgate でも大活躍であったが、今大会でも、「ponanza」などに勝ち、堂々の 3 位で 2 次予選進出である。「稲庭将棋」の開発者は今回新設された「電気通信大学エンターテインメントと認知科学研究ステーション」提供の「独創賞」を受賞した。2 次予選から決勝への進出は 5 チームである。2 次予選の結果、「ボンクラーズ」が 9 勝 0 敗で、「芝浦将棋」, 「激指」が 7 勝 2 敗で、「YSS」, 「習甦」が 6 勝 3 敗で決勝進出となった(表 15)。

決勝では、11 回目の参加の「激指」が 6 勝 1 敗で 2 年ぶり 4 回目の優勝、準優勝も 6 勝 1 敗の「習甦」(SB の差), 3 位は 5 勝 2 敗の「GPS 将棋」であり、ここまでが今回の決勝シードである(表 16)。

図 17 は「第 20 回世界コンピュータ将棋選手権」の 1 次予選▲稲庭将棋△ponanza の 31 手目までである。その

後図 18 となり後手時間切れで先手が勝った。図 17 と図 18 の先手の駒は全く同じ配置である。

また、図 19 は決勝の▲習甦△激指の序盤で相腰掛銀である。その後激しい戦いになり図 20 の△63 歩で後手が勝った。

本稿では、2006 年から 2010 年に行われた選手権について概要を述べた。

参考文献

- 1) コンピュータ将棋協会: 「CSA 資料集」, Vol. 1-31, コンピュータ将棋協会, 1987-2020.
- 2) 瀧澤武信: 「世界コンピュータ将棋選手権の歴史 (1), (2), (3), (4), (5)」, GPW 2015-GPW2019, 2015-2019.
- 3) 瀧澤武信: 「コンピュータ将棋の現状 2006 春, 2007 春, 2008 春, 2009 春, 2010 春」, 情報処理学会ゲーム情報学研究会報告 16-1, 18-2, 20-1, 22-1, 24-1, 2006-2010.
- 4) 高田淳一: C S A ホームページ, <http://www2.computer-shogi.org/>, 2020.5.31



写真 1 Bonanza と扇風機 (作者の保木さんはカナダ) (2006.5 ●山下宏氏)



写真 2 稲庭将棋の画面 (相手の残り時間のみ表示) (2010.5 ●電気通信大学伊藤研究室)

世界コンピュータ将棋選手権の歴史（6）

瀧澤武信†

「世界コンピュータ将棋選手権」（第10回までは「コンピュータ将棋選手権」）は1990年12月2日に第1回（1日制）が開催され、その後、時期を少しずつ後ろにずらしたため1995年には行われていないが、継続的にほぼ年に1回ずつ開催され、2019年5月3日～5日（3日制）には第29回が開催された。2020年5月に開催予定だった第30回は、COVID-19の流行により中止されたが、代わりにオンライン大会が開催された。

初期のころは上位入賞プログラムも弱いものであったが、2005年ころから急速に強くなってきた。ここでは、第21回から第25回までのコンピュータ将棋選手権で活躍したプログラムの実力を検証し、さらに人間プレーヤーとの関係、1局の平均手数の推移を含め、今日への繋がりについて考察する。

The History of the World Computer Shogi Championship (WCSC)(6)

Takenobu Takizawa†

Almost thirty years has passed since the first Computer Shogi Championship was held. The strength of the top computer shogi programs that entered the last World Computer Shogi Championship/World Computer Shogi Online Competition is stronger than the strength of the top human players. In this paper, there will be the history of the Computer Shogi Championship, and games between strong computer shogi programs and strong human players 2011 through 2015.

0. はじめに

2019年5月3日～5日に「第29回世界コンピュータ将棋選手権」が行われ、「やねうら王」が初出場で優勝を果たした（表1にこれまでの優勝プログラムを示す）。また、2020年の選手権は5月3日～5日に実施予定であったが、COVID-19の流行により中止し、代わりにオンライン大会を開催した。

選手権開催の経緯と第1回～第20回までの概要については、既に述べた¹⁾。ここでは、第21回～第25回までの世界コンピュータ将棋選手権および人間プレーヤーとの関係について述べる。

表1 優勝回数（オンライン大会の優勝は「水匠」）

優勝回数	プログラム名	選手権
5	金沢将棋	3,4,5,6,9
4	IS将棋	8,10,11,13
4	激指	12,15,18,20
3	YSS	7,14,17
2	Bonanza	16,23
2	GPS将棋	19,22
2	ponanza	25,26
1	永世名人	1
1	森田将棋	2
1	ボンクラーズ	21
1	Apery	24
1	elmo	27
1	Hefeweizen	28
1	やねうら王	29

† 早稲田大学政治経済学術院

Faculty of Political Science and Economics, Waseda University

1. 2010年までに行われたコンピュータ将棋選手権

2010年5月の第20回選手権までについては、「世界コンピュータ将棋選手権の歴史」（2）,（3）,（4）,（5）,（5A）で述べた。2010年の「第20回世界コンピュータ将棋選手権」では「激指」が4回目の優勝、準優勝は「習甦」、3位は「GPS将棋」であり、ここまですべて第21回の決勝シードである。

2. 2011年～2015年の世界コンピュータ将棋選手権

2.1 第21回世界コンピュータ将棋選手権

「第21回世界コンピュータ将棋選手権」は、2011年5月3日～5日に東京都新宿区の「早稲田大学国際会議場」で行われた。参加チーム数は37で、内、決勝シード3、2次予選シード14であり、1次予選参加者は20であった。

1次予選から2次予選への進出は10チームである。通常は2次シード16、1次から2次への進出8であるが、期限を過ぎてからの2次予選シード者の辞退があったためそれぞれ14、10へ変更になった。1次予選の結果、

「Sunfish」が7勝0敗で、「山田将棋」が5勝1敗1分けで、「なのは」と「WILDCAT」が5勝2敗で、「うさびよん」が4勝2敗1分けで、「隠岐」、「scherzo」、「人生送りバント失敗」、「臥龍」が4勝3敗で、「まったりゆうちゃん」が3勝3敗1分けで2次予選進出となった（表2）。

2次予選から決勝への進出は5チームである。2次予選の結果、「Bonanza」が9勝0敗で、「ボンクラーズ」が8勝1敗で、「ponanza」が7勝2敗で、「YSS」と「Blunder」が6勝3敗で決勝進出となった（表3）。

決勝では、「ボンクラーズ」が5勝2敗で初優勝、準優勝は「Bonanza」（5勝2敗、優勝と準優勝はSB（勝った相手の勝ち数の合計）の差）、3位は「習甦」（4勝3敗）であった（表4）。第22回からは決勝シード（今回まで3チ

注：本論文は「第25回ゲームプログラミングワークショップGPW2020予稿集」から情報処理学会の許可を得て転載しております。

ーム)をなしとすることから、2次予選シードは、決勝参加の8チームと2次予選13位までの計16チームである。

2.2 第22回世界コンピュータ将棋選手権

「第22回世界コンピュータ将棋選手権」は2012年5月3日～5日に東京都調布市の「電気通信大学西9号館3階AVホール」で行われた。参加チーム数は招待1を含む42で、内、2次予選シード16、1次予選参加者は26であった。今回から決勝シードは0(なし)である。

表2 第21回世界コンピュータ将棋選手権 (1次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1*	Sunfish	2+20+12+	3+	4+10+	6+	7.0	26.0	26.0	20.5			
2*	山田将棋	1-14+	8+	6+	7+	5=	3+	5.5	31.5	20.0	12.0	
3*	なのは	5+	9+16+	1-10+	4+	2-	5.0	32.5	20.0	12.0		
4*	WILDCAT	9+	5+	7+11+	1-	3-10+	5.0	31.5	19.5	11.5		
5*	うさびよ	3-	4-17+16+13+	2=	7+	4.5	27.5	12.0	6.0			
6*	隠岐	18+13+10-	2-15+12+	1-	4.0	27.0	11.0	6.0				
7*	scherzo	19+12+	4-13+	2-	8+	5-	4.0	26.0	11.0	6.0		
8*	人生送	2-19+	2-	9+11+	7-15+	4.0	24.0	11.5	6.5			
9*	臥龍	4-	3-19+	8-17+14+13+	4.0	23.0	9.0	5.0				
10*	まった	11=17+	6+15+	3-	1-	4-	3.5	29.5	9.0	3.0		
11	Haskell	10=16+18+	4-	8-15-12+	3.5	23.5	8.0	3.0				

表3 第21回世界コンピュータ将棋選手権 (2次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pt	SOS	SB	MD
1*	Bonanza	22+11+10+	2+	3+	6+	9+	5+	8+	9.0	48.5	48.5	38.0		
2*	ボンク	19+	5+12+	1-	7+	4+	3+	6+16+	8.0	49.0	40.0	30.0		
3*	ponanza	18+	4+14+	6+	1-13+	2-15+	7+	7.0	48.5	31.5	22.0			
4*	YSS	23+	3-	8+12+	9+	2-	5-11+	6+	6.0	47.0	26.0	19.0		
5*	Blunder	20+	2-	7+23+	6-	8+	4+	1-15+	6.0	47.0	25.0	17.0		
6	芝浦将	24+14+	9+	3-	5+	1-	7+	2-	4-	5.0	51.0	21.0	14.0	
7	竜の卵	13+10+	5-	8+	2-11+	6-	9+	3-	5.0	50.0	24.0	15.0		
8	大槻将	17+15+	4-	7-12+	5-16+10+	1-	5.0	47.0	21.0	12.0				
9	ツツカ	11+22+	6-13+	4-14+	1-	7-12+	5.0	44.5	19.5	12.0				
10	misaki	16+	7-	1-21+13-17+12+	8-14+	5.0	42.0	19.0	12.0					
11	棋理	9-	1-24+15+23+	7-14+	4-13+	5.0	40.0	15.0	10.0					

表4 第21回世界コンピュータ将棋選手権 (決勝)

No.	Program	Name	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SB	MD
1	ボンクラーズ		4-	6+	2+	8+	3+	7-	5+	5.0	17.5	10.5
2	Bonanza		5+	7+	1-	3+	8+	4+	6-	5.0	15.0	9.0
3	習甦		7+	8+	5+	2-	1-	6+	4-	4.0	10.5	5.0
4	激指		1+	5=	8+	7-	6-	2-	3+	3.5	11.0	4.0
5	ponanza		2-	4=	3-	6+	7+	8+	1-	3.5	7.0	2.0
6	GPS		8-	1-	7+	5-	4+	3-	2+	3.0	10.5	3.5
7	Blunder		3-	2-	6-	4+	5-	1+	8-	2.0	8.5	0.0
8	YSS		6+	3-	4-	1-	2-	5-	7+	2.0	5.0	0.0

1次予選から2次予選への進出は8チームである。1次

表5 第22回世界コンピュータ将棋選手権 (1次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1*	Selene	11+	4+	6+	5+	7+	3+	2+	7.0	33.5	33.5	24.5
2*	なのは	5+12-16+	8+	6+	7+	1-	5.0	32.5	21.5	13.5		
3*	技巧	15+25+	7-12+10+	1-	8+	5.0	28.0	16.5	11.0			
4*	GA将	21+	1-10+17+	9+16+	5-	5.0	28.0	16.0	10.0			
5*	AWAKE	2-18+20+	1-14+22+	4+	5.0	28.0	16.0	9.0				
6*	Apery	8+26+	1-13+	2-17+	9+	5.0	27.0	15.0	11.0			
7*	クマ将	18+20+	3+	9+	1-	2-14=	4.5	30.0	14.5	7.0		
8*	きのあ	6-14+11+	2-22+10+	3-	4.0	28.5	13.5	7.5				
9	無明3	22+19+23+	7-	4-15+	6-	4.0	24.5	10.0	5.0			
10	Miyako	19+22+	4-15+	3-	8-23+	4.0	24.0	10.0	5.0			
11	山田将	1-21-	8-25+19+18+16+	4.0	23.5	10.5	6.0					
12	こまあ	20-	2+25+	3-16-24+15+	4.0	22.0	11.5	5.0				
13	隠岐	16-23+24+	6-15-21+17+	4.0	20.0	9.0	4.0					

表6 第22回世界コンピュータ将棋選手権 (2次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pt	SOS	SB	MD
1*	GPS	18+	7+	8-15+	4+	5+	6+	2+	3-	7.0	51.5	39.5	29.0	
2*	ponanza	21+	8+	7+	6-	9+	3+	5+	1-14+	7.0	49.0	36.0	26.0	
3*	ツツカ	12+	4+	9+	5-20+	2-14+	8+	1+	7.0	48.0	35.0	25.0		
4*	Puella	24+	3-16+10+	1-12+	7+	5+	6+	7.0	46.0	32.0	25.0			
5*	激指	23+13+11+	3+	6+	1-	2-	4-	9+	6.0	50.0	29.0	20.0		
6*	習甦	22+11+13+	2+	5-	8+	1-12+	4-	6.0	47.5	27.5	18.0			
7*	Blunder	10+	1-	2-16+17+22+	4-11+	8+	6.0	46.5	25.5	18.0				
8*	YSS	15+	2-	1+14+12+	6-	9+	3-	7-	5.0	50.0	24.0	13.0		
9	Bonanza	19+16+	3-20+	2-10+	8-13+	5-	5.0	44.0	19.0	11.0				
10	なのは	7-18+21+	4-15+	9-12-19+17+	5.0	39.5	17.5	10.5						
11	竜の卵	17+	6-	5-24+14-20+18+	7-13+	5.0	37.5	15.5	10.5					
12	棋理	3-24+19+17+	8-	4-10+	6-16-	4.0	42.0	13.0	7.0					
13	芝浦将	20+	5-	6-19-18+21+17+	9-11-	4.0	38.5	13.5	6.5					
14	Sunfish	16-19+24-	8-11+15+	3-23+	2-	4.0	38.0	14.0	7.0					
15	Selene	8-21+18+	1-10-14-22+17-19+	4.0	37.0	12.0	6.0							
16	大槻将	14+	9-	4-	7-22-23-21+20+12+	4.0	36.5	14.0	7.0					
17	奈良将	11-22+23+12-	7-19+13-15+10-	4.0	35.5	11.5	5.5							

表7 第22回世界コンピュータ将棋選手権 (決勝)

No.	Program	Name	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SB	MD
1	GPS	将棋	6+	5+	8+	7+	3+	2-	4+	6.0	17.0	12.0
2	Puella	α	5+	7+	6-	4-	8+	1+	3+	5.0	16.0	9.0
3	ツツカナ		8+	6+	7-	5+	1-	4+	2-	4.0	11.0	6.0
4	ponanza		7+	8+	5-	2+	6+	3-	1-	4.0	11.0	5.0
5	習甦		2-	1-	4+	3-	7+	8-	6+	3.0	9.0	3.0
6	激指		1-	3-	2+	8+	4-	7+	5-	3.0	8.0	2.0
7	YSS		4-	2-	3+	1-	5-	6-	8+	2.0	5.0	0.0
8	Blunder		3-	4-	1-	6-	2-	5+	7-	1.0	3.0	0.0

表 8 第 23 回世界コンピュータ将棋選手権 (1 次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1*	NineDayF	3+13+	9+	2+	4+	6+	7+	7.0	31.0	31.0	22.0	
2*	Apery	24+10+	8+	1-	5+	3+	4+	6.0	30.0	23.0	18.0	
3*	柿木	1-18+11+14+	7+	2-	8+	5.0	31.0	18.0	11.0			
4*	N4	5+14+13+	7+	1-15+	2-	5.0	31.0	18.0	10.0			
5*	AWAKE	4-19+18+17+	2-13+	6+	5.0	26.5	15.5	9.0				
6*	ひねも	15+17-10+12+	8+	1-	5-	4.0	30.0	15.0	8.0			
7*	無明 4	16+ 9+21+	4-	3-12+	1-	4.0	30.0	13.0	7.0			
8*	ひまわ	12+20+	2-15+	6-	9+	3-	4.0	28.5	13.5	7.0		
9	山田将	11+ 7-	1-19+10+	8-18+	4.0	28.5	13.5	7.0				
10	臥龍	23+ 2-	6-16+	9-22+14+	4.0	23.0	9.0	5.0				
11	大合神	9-16-	3-24+20+17+13+	4.0	20.5	8.5	5.5					
12	きのあ	8-21+24+	6-17+	7-15+	4.0	20.0	8.0	5.0				

表 9 第 23 回世界コンピュータ将棋選手権 (2 次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pt	SOS	SB	MD
1*	激指	13+ 4+	7+ 5+	2+ 3-	8+ 6+17+	8.0	50.0	43.0	31.0					
2*	ponanza	19+12+14+	3+ 1-	7+ 4+	9+ 6+	8.0	48.0	40.0	29.0					
3*	GPS	23+16+	8+ 2-	6+ 1+	7+ 4+	5-	7.0	48.0	34.0	25.0				
4*	Bonanza	6+ 1-12+14+	5+13+	2-	3-	7+	6.0	51.0	28.0	18.0				
5*	ツツカ	21+18+22+	1-	4-10+	6-12+	3+	6.0	44.0	25.0	16.0				
6*	NineDayF	4-13+20+10+	3-12+	5+	1-	2-	5.0	52.0	23.0	13.0				
7*	習甦	15+24+	1-	9+ 8+	2-	3-18+	4-	5.0	48.0	19.0	13.0			
8*	YSS	17+10+	3-21+	7-	9+	1-13+11-	5.0	46.0	21.0	13.0				
9	Apery	10-17+11+	7-14+	8-16+	1-15+	5.0	44.0	21.0	12.0					
10	Blunder	9+ 8-18+	6-15+	5-11-24+13+	5.0	39.0	18.0	12.0						
11	大槻将	18-21+	9-15-22+14-10+16+	8+	5.0	36.0	19.0	12.0						

表 10 第 23 回世界コンピュータ将棋選手権 (決勝)

No.	Program Name	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SB	MD
1	Bonanza	5+	8+	6+	2-	7-	4+	3+	5.0	16.0	10.0
2	ponanza	8+	7+	5-	1+	6+	3-	4+	5.0	15.0	9.0
3	GPS 将棋	7+	6+	8+	5+	4-	2+	1-	5.0	14.0	8.0
4	激指	6+	5-	7+	8+	3+	1-	2-	4.0	11.0	5.0
5	NineDayFever	1-	4+	2+	3-	8+	7-	6-	3.0	10.0	4.0
6	ツツカナ	4-	3-	1-	7+	2-	8+	5+	3.0	6.0	2.0
7	習甦	3-	2-	4-	6-	1+	5+	8-	2.0	8.0	0.0
8	YSS	2-	1-	3-	4-	5-	6-	7+	1.0	2.0	0.0

予選の結果、「Selene」が 7 勝 0 敗で、「なのは」、「技巧」「GA 将!!!!!!」、「AWAKE」、「Apery」が 5 勝 2 敗で、「クマ将棋」が 4 勝 2 敗 1 分前で、「きのあ将棋」が 4 勝 3 敗で 2 次予選進出となった (表 5)。

2 次予選から決勝への進出は 8 チームである。2 次予選の結果、「GPS 将棋」、「ponanza」、「ツツカナ」、「Puella α」が 7 勝 2 敗で、「激指」、「習甦」、「Blunder」が 6 勝 3 敗で、「YSS」が 5 勝 4 敗で決勝進出となった (表 6)。

今回の 2 次予選シードは今回の 2 次予選 16 位までであり、2 次予選シードは以降の選手権でも同様となっている。

決勝では、「GPS 将棋」が 6 勝 1 敗で 2 回目の優勝、準優勝は前回優勝の「ボンクラーズ」の後継である「Puella α」(5 勝 2 敗)、3 位は「ツツカナ」(4 勝 3 敗)であった (表 7)。

2.3 第 23 回世界コンピュータ将棋選手権

「第 23 回世界コンピュータ将棋選手権」は、2013 年 5 月 3 日～5 日に東京都新宿区の「早稲田大学国際会議場」で行われた。参加チーム数は招待 1 を含む 40 で、内、2 次予選シード 16 であり、1 次予選参加者は 24 であった。

1 次予選から 2 次予選への進出は 8 チームである。1 次予選の結果、「NineDayFever」が 7 勝 0 敗で、「Apery」が 6 勝 1 敗で、「柿木将棋」、「N4」、「AWAKE」が 5 勝 2 敗で、「ひねもすのたり」、「無明 4」、「ひまわり」が 4 勝 3 敗での 2 次予選進出となった (表 8)。

2 次予選から決勝への進出は 8 チームである。2 次予選の結果、「激指」、「ponanza」が 8 勝 1 敗で、「GPS 将棋」が 7 勝 2 敗で、「Bonanza」、「ツツカナ」が 6 勝 3 敗で、「NineDayFever」、「習甦」、「YSS」が 5 勝 4 敗で決勝進出となった (表 9)。

決勝では、「Bonanza」が 5 勝 2 敗で 2 回目の優勝をした。準優勝は同じく 5 勝 2 敗の「ponanza」、3 位も同じく 5 勝 2 敗の「GPS 将棋」(優勝、準優勝、3 位は SB の差、表 10)であった。

2.4 第 24 回世界コンピュータ将棋選手権

「第 24 回世界コンピュータ将棋選手権」は、2014 年 5 月 3 日～5 日に千葉県木更津市の「かずさアーク」で行われた。参加チーム数は 38 で、内、2 次予選シード 16 であり、1 次予選参加者は 22 であった。

1 次予選から 2 次予選への進出は 8 チームである。1 次予選の結果、「Warsenal Zero」と「大合神クジラちゃん」が 6 勝 1 敗で、「GA 将!!!!!!」、「さわにゃん」、「きのあ将棋」、「なのは」が 5 勝 2 敗で、「芝浦将棋 Jr.」、「まったりゆうちゃん」が 4 勝 3 敗で 2 次予選進出となった。

2 次予選から決勝への進出は 8 チームである。2 次予選の結果、「激指」が 8 勝 1 敗で、「NineDayFever」が 7 勝 2 敗で、「ツツカナ」、「Bonanza」、「Ponanza」、「YSS」が 6 勝 3 敗で、「N4S」、「Apery」が 5 勝 3 敗 1 分で決勝進出となった。

決勝では、「Apery」が 5 勝 2 敗で初優勝、準優勝は同じく 5 勝 2 敗の「Ponanza」(優勝と準優勝は SB の差)、3 位は 4 勝 3 敗の「YSS」であった。

2.5 第 25 回世界コンピュータ将棋選手権

「第 25 回世界コンピュータ将棋選手権」は、2015 年 5 月

表 11 第 24 回世界コンピュータ将棋選手権 (1 次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1*	Warsena	11+12+10+	4+	2-	3+	9+	6.0	31.5	25.5	17.0		
2*	大合神	9+17+16+	8+	1+	5+	6-	6.0	29.5	24.5	16.0		
3*	GA 将	12+11+	4-10+	7+	1-	8+	5.0	30.5	19.5	12.0		
4*	さわ	7+	5+	3+	1-18+	6-15+	5.0	30.0	19.0	12.0		
5*	きのあ	14+	4-19+13+	8+	2-	7+	5.0	27.0	16.0	10.0		
6*	なのは	20+	8-13-14+16+	4+	2+	5.0	26.0	19.0	11.0			
7*	芝浦 Jr.	4-14+12+	9+	3-11+	5-	4.0	29.5	14.5	7.5			
8*	まった	21+	6+15+	2-	5-18+	3-	4.0	27.0	11.0	5.0		
9	JPBR-0	2-19+18+	7-20+10+	1-	4.0	26.0	10.0	4.0				
10	山田将	22+16+	1-	3-13+	9-17+	4.0	23.5	8.5	5.5			
11	臥龍	1-	3-22+19+15+	7-13+	4.0	23.0	8.0	5.0				

表 12 第 24 回世界コンピュータ将棋選手権 (2 次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pt	SOS	SB	MD
1*	激指	20+	8+15+	4+	2+	3-	7+	9+10+	8.0	47.5	41.5	31.0		
2*	NineDay	19+	6+	9+11+	1-	5+	3+10+	4-	7.0	51.0	37.0	27.0		
3*	ツツカ	21+14+12-18+10+	1+	2-	7+	5-	6.0	47.5	29.5	18.5				
4*	Bonanza	22+	9+13+	1-	5-12+10-16+	2+	6.0	45.5	26.5	18.5				
5*	Ponanza	13-	7+22+15+	4+	2-	9-14+	3+	6.0	43.0	26.5	19.5			
6*	YSS	15-	2-20+14-17+18+	8+11+	9+	6.0	42.0	27.0	18.0					
7*	N4S	18+	5-	8-17+21+15+	1-	3-16+	5.5	44.5	19.0	12.0				
8*	Apery	23+	1-	7=12+11+10-	6-21+14+	5.5	42.5	18.0	12.0					
9	Selene	10+	4-	2-20+18+11+	5+	1-	6-	5.0	50.5	23.5	14.0			
10	AWAKE	9-	22+19+16+	3-	8+	4+	2-	1-	5.0	46.5	20.5	13.5		
11	GPS 将	17+12+16+	2-	8-	9-13+	6-20+	5.0	44.5	21.0	12.5				
12	竜の卵	24+11-	3+	8-16+	4-14-18+17+	5.0	39.5	19.0	12.0					

表 13 第 24 回世界コンピュータ将棋選手権 (決勝)

No.	Program Name	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SB	MD
1	Apery	4-	6+	7+	5+	3-	2+	8+	5.0	15.0	10.0
2	Ponanza	5+	7+	6+	8+	4+	1-	3-	5.0	14.0	10.0
3	YSS	6-	5-	4-	7+	1+	8+	2+	4.0	13.0	8.0
4	NineDayFever	1+	8+	3+	6-	2-	7+	5-	4.0	12.0	7.0
5	激指	2-	3+	8+	1-	7-	6+	4+	4.0	11.0	7.0
6	Bonanza	3+	1-	2-	4+	8+	5-	7-	3.0	8.0	4.0
7	ツツカナ	8+	2-	1-	3-	5+	4-	6+	3.0	7.0	3.0
8	N4S	7-	4-	5-	2-	6-	3-	1-	0.0	0.0	0.0

3 日～5 日に千葉県木更津市の「かずさアーク」で行われた。参加チーム数は 39 で、内、2 次予選シードは本来 16 であったが、1 チームがシード権を放棄し、次の順位のものも放棄したため、15 である。1 次予選参加者は 24 であった。

1 次予選から 2 次予選への進出は 9 チームである。1 次予選の結果、「ひまわり」が 7 勝 0 敗で、「Sunfish」が 6 勝 1 敗で、「おから饅頭」、「大合神クジラちゃん」、「shogi686」

表 14 第 25 回世界コンピュータ将棋選手権 (1 次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SOS	SB	MD
1*	ひまわ	21+10+	3+	6+	9+	2+	4+	7.0	30.5	30.5	22.5	
2*	Sunfish	23+18+12+	8+	6+	1-	3+	6.0	27.5	20.5	14.5		
3*	おから	7+17+	1-20+	8+11+	2-	5.0	30.5	17.5	11.0			
4*	大合神	8-15+	5+17+12+	9+	1-	5.0	29.0	18.0	10.0			
5*	shogi6	10-21+	4-14+15+12+	9+	5.0	24.0	15.0	9.0				
6*	GA 将	24+14+11+	1-	2-	7=16+	4.5	27.5	10.0	6.0			
7*	無明 6	3-13+21+12-20+	6=	8+	4.5	23.5	11.0	5.0				
8*	nozomi	4+16+10+	2-	3-19+	7-	4.0	30.5	15.0	7.0			
9*	山田将	22+19+20+15+	1-	4-	5-	4.0	27.0	10.0	5.0			
10	まった	5+	1-	8-19+16-23+13+	4.0	26.0	12.0	6.0				
11	うさ	19+22-	6-13+18+	3-14+	4.0	23.5	12.0	6.0				

表 15 第 25 回世界コンピュータ将棋選手権 (2 次予選上位)

No.	Program	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pt	SOS	SB	MD
1*	ponanza	23+21+	8+	4+	2-	7+	3+	6+	9+	8.0	46.0	38.5	30.5	
2*	AWAKE	15+	6+	7+	3+	1+	4=	8+	5-14+	7.5	51.5	39.0	27.0	
3*	NineDay	17+	5+11+	2-	9+10+	1-13+	4+	7.0	51.0	35.5	25.0			
4*	Apery	24+11+12+	1-14+	2=10+	7+	3-	6.5	46.5	24.0	19.0				
5*	GPS 将	9+	3-10-18+19+	8-20+	2+	7+	6.0	45.5	28.5	18.0				
6*	激指	20+	2-13+14+10-12+17+	1-	8+	6.0	45.5	25.0	17.0					
7*	Selene	18+10+	2-22+12+	1-	9+	4-	5-	5.0	49.0	21.0	14.0			
8*	YSS	22+13+	1-	9-11+	5+	2-10+	6-	5.0	48.5	22.0	14.0			
9	ひまわ	5-17+16+	8+	3-13+	7-11+	1-	5.0	48.0	22.0	13.0				
10	N4S	16+	7-	5+15+	6+	3-	4-	8-22+	5.0	45.5	22.0	14.0		
11	なのは	14+	4-	3-16+	8-20+12+	9-15+	5.0	43.5	20.0	12.0				
12	さわ	21+23+	4-19+	7-	6-11-16+13+	5.0	38.5	16.0	11.0					

表 16 第 25 回世界コンピュータ将棋選手権 (決勝)

No.	Program Name	1	2	3	4	5	6	7	Pt	SB	MD
1	ponanza	5+	7+	8+	6+	2+	4+	3+	7.0	21.0	15.5
2	NineDayFever	8+	5+	6+	7+	1-	3=	4+	5.5	11.0	7.0
3	AWAKE	6+	8+	7+	4+	5-	2=	1-	4.5	8.0	4.0
4	Apery	7+	6+	5+	3-	8+	1-	2-	4.0	7.0	4.0
5	GPS 将棋	1-	2-	4-	8+	3+	6-	7+	3.0	5.5	1.0
6	YSS	3-	4-	2-	1-	7+	5+	8+	3.0	4.0	1.0
7	激指	4-	1-	3-	2-	6-	8+	5-	1.0	0.0	0.0
8	Selene	2-	3-	1-	5-	4-	7-	6-	0.0	0.0	0.0

が 5 勝 2 敗で、「GA 将!!!!!!!」, 「無明 6」が 4 勝 2 敗 1 分で、「nozomi」, 「山田将棋」が 4 勝 3 敗で 2 次予選進出となった。

2 次予選から決勝への進出は 8 チームである。2 次予選の結果、「ponanza」が 8 勝 1 敗で、「AWAKE」が 7 勝 1 敗 1 分で、「NineDayFever」が 7 勝 2 敗で、「Apery」が 6 勝 2 敗 1 分で、「GPS 将棋」, 「激指」が 6 勝 3 敗で、「Selene」, 「YSS」が 5 勝 4 敗で決勝進出となった。

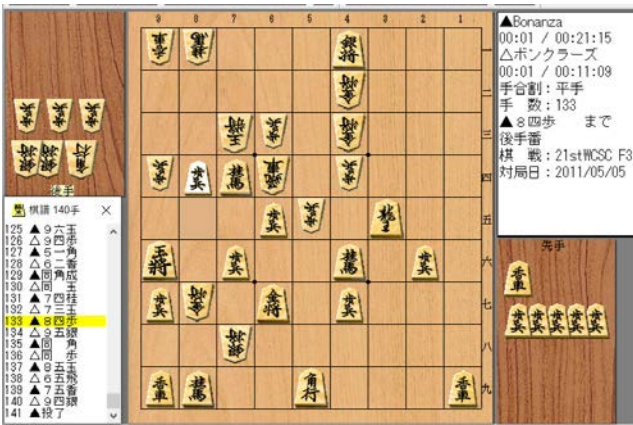


図1 ▲Bonanza△ボンクラーズ (第21回選手権決勝)



図2 ▲GPS将棋△Puella α (第22回選手権決勝)



図3 ▲ponanza△Bonanza (第23回選手権決勝)



図4 ▲Bonanza△GPS将棋 (第23回選手権決勝)

「YSS」は、これで初出場の第2回から24回連続の決勝参加である。

決勝では、「ponanza」が7勝0敗で初優勝、準優勝は5勝1敗1分の「NineDayFever」、3位は4勝2敗1分の「AWAKE」であった。決勝で全勝は10年ぶりである。

図1は「第21回世界コンピュータ将棋選手権」の決勝▲Bonanza△ボンクラーズで、相矢倉で始まり、図1から△95銀以下、後手の「ボンクラーズ」が即詰めとした。

図2は「第22回世界コンピュータ将棋選手権」の決勝▲GPS将棋△Puella α (ボンクラーズの後継)で、相矢倉から始まり、途中どちらが優勢か分からないような局面が続いたが、この局面で先手の時間切れとなり、後手の「Puella α」が勝った。

図3は「第23回世界コンピュータ将棋選手権」の決勝▲ponanza△Bonanzaで、先手の1手損角換わりから始まり図3から▲22金で先手のponanzaが勝った。

図4は同じく「第23回世界コンピュータ将棋選手権」の決勝▲Bonanza△GPS将棋で、相矢倉から始まり、図4の局面は後手勝勢であるが、ここで時間切れで先手の勝ちとなった。

図5は「第24回世界コンピュータ将棋選手権」の決勝▲Apery△ponanzaで、相居飛車戦で始まり、図5から▲24桂以下即詰めで先手のAperyが勝った。

図6は「第25回世界コンピュータ将棋選手権」の決勝▲NineDayFever△ponanzaで、先手横歩取りからの超急戦で始まり、図6から△54角以下即詰めで後手のponanzaが勝った。

3. ソースコード公開の影響

2005年開催の第15回世界コンピュータ将棋選手権から「世界コンピュータ将棋選手権使用可能ライブラリ」に登録されているソースコード等を自作のプログラムに取り入れることが可能になった。2009年にBonanzaのソースコードがライブラリに公開されてから、ライブラリの利用が増えた。一方、2011年ころは、1次予選、2次予選における予選通過数に制限があり、例えば、第21回では、1次予選では同一ライブラリから2個まで、2次予選では1個まで、などの制限があった。

なお、ライブラリ導入について、次のように説明がある。世界コンピュータ将棋選手権では「思考部にオリジナリティがあること」、「個々の開発者は一つのソフトのみに参加すること」が参加資格だが、第15回大会より、思考部の一部にライブラリの使用を認めている。これは、新規参加への敷居を下げ、大会をこれまで以上に発展させるとともに、研究開発成果を蓄積してコンピュータ将棋のさらなる進歩をはかること、思考部の一部のみの研究開発でも成果を大会でアピールできるようにすることにより研究開発へのモチベーションを上げることを目的としている。

表 17 ライブラリ利用プログラム

選手権	ライブラリ名	Bonanza	れさびよん	osl-for-csa, gpsshogi-for-csa	なのはmini
第21回		5(2)*	1	1(1)*	
第22回		7(1)*	1	1(1)*	
第23回		10(2)*	1	1(1)*	
第24回		10(2)*	2	1*	
第25回		10(2)	2	1	2*

ライブラリ制度の導入により、全部手作りする楽しさは失われたが、開発者の参入の敷居が下がり、様々なアイデアを持った開発者が参加することにより、将棋の内容が格段に、また、急速に上がったことは間違いがない。

第30回（中止され、同じルールでオンライン大会が実施された）からは、以下のように参加ルールが変更され、さらに参入が容易になった。

第6条5 参加プログラムは、主要な開発者が思考部に技術的に何らかの明示的な工夫を施したプログラムであること。

第7条1 参加プログラムは、他者の作成したプログラム・データ等（以下、「他者作成プログラム」という）を、選手権での利用が当該他者により明示的又は黙示的に許可されている場合に限り、利用することができる。当該他者作成プログラムの公開の有無は問わない。

第7条2 他者の作成した学習ルーチン、教師データ及び他者の作成したプログラムから生成した教師データは、前項に関わらず自由に利用することができる。

表17に、2011年から2015年の選手権におけるライブラリ利用の状況を示す。()内は、決勝進出数(内数)、*はライブラリ作者が自身のライブラリを利用して参加したことを表す。

4. プロ棋士との対局

第21回世界コンピュータ将棋選手権をご覧になっていた米長邦雄永世棋聖（日本将棋連盟会長）は優勝プログラムの「ボンクラーズ」と平手で対局する提案をされ、「第1回電王戦」（株式会社ドワンゴ、株式会社中央公論新社、公益社団法人日本将棋連盟主催）が、2012年1月14日に千駄ヶ谷の将棋会館 特別対局室で行われた。持時間は、各3時間（1分未満切り捨て）である。

作者から「ボンクラーズ」がインストールされたPCの提供を受け、さらに、Bonanzaの作者からのアドバイス（予め振り駒により米長永世棋聖の後手番が決まっていることを踏まえ「2手目（後手番の初手）に『62玉』のような手を指すとBonanza系のプログラムはおかしな動きをする」という具体的なヒント）と、公開対局1局を含めた多数の練習対局を経て、対局が行われた。

途中までは押さえ込みがうまくいっているように見えた（図7）が、図8から73歩成以下即詰めで、ボンクラーズが勝った。この対局の直後に米長会長から、次回の電王戦



図5 ▲Apery△Ponanza（第24回選手権決勝）



図6 ▲NineDayFever△ponanza（第25回選手権決勝）



図7 ▲ボンクラーズ△米長邦雄永世棋聖（将棋電王戦）



図8 ▲ボンクラーズ△米長邦雄永世棋聖（将棋電王戦）

表 18 プロ棋士との主要な対局

年	月	日	イベント名	勝敗	先手	後手	持ち時間
2007	3	21	A	○	Bonanza	渡辺明竜王	2時間
2012	1	14	B	×	ボンクラーズ	米長邦雄永世棋聖	3時間
2013	3	23	C	×	阿部光瑠四段	習経	4時間
2013	3	30	C	×	ponanza	佐藤慎一四段	4時間
2013	4	6	C	×	船江恒平五段	ツツカナ	4時間
2013	4	13	C	=	Puella α	塚田泰明九段	4時間
2013	4	20	C	×	三浦弘行八段	GPS将棋	4時間
2014	3	15	D	×	菅井竜也五段	習経	5時間
2014	3	22	D	×	やねうら王	佐藤紳哉六段	5時間
2014	3	29	D	○	豊島将之七段	YSS	5時間
2014	4	5	D	×	ツツカナ	森下卓九段	5時間
2014	4	12	D	×	屋敷伸之九段	ponanza	5時間
2015	3	14	E	○	斎藤慎太郎五段	Apery	5時間
2015	3	21	E	○	Selene	永瀬拓矢六段	5時間
2015	3	28	E	×	稲葉陽七段	やねうら王	5時間
2015	4	4	E	×	ponanza	村山慈明七段	5時間
2015	4	11	E	○	阿久津主税八段	AWAKE	5時間
2016	4	9-10	F	×	ponanza	山崎隆之覇王	8時間
2016	5	21-22	F	×	山崎隆之覇王	ponanza	8時間
2017	4	1	G	×	ponanza	佐藤天彦覇王(名人)	5時間
2017	5	20	G	×	佐藤天彦覇王(名人)	ponanza	5時間

勝敗欄の○はプロ棋士の勝ち, ×はプログラムの勝ち, =は持将棋
手合いは平手, 持ち時間が切れたら, 1分の秒読み

注	
A	大和証券杯特別対局
B	第1回将棋電王戦
C	第2回将棋電王戦
D	第3回将棋電王戦
E	将棋電王戦FINAL
F	第1期電王戦
G	第2期電王戦

は日本将棋連盟が指名するプロ棋士5名と次回の選手権の上位プログラム5個との5対5の戦いとすることが表明された(第2回電王戦)。プロ棋士との主要な対局を表18(イベント名は左記の注の通り)に示す。

5. ネット中継

世界コンピュータ将棋選手権は、2006年開催の「第16回世界コンピュータ将棋選手権」にNiftyのご協賛により始めてネット中継を行い、その後、2008年からはCSAが独自に運営している。2011年～2015年の状況を表19に示す。この期間には、全LAN対局のライブ中継(CSA)、松本博文氏による「コンピュータ将棋選手権ネット中継ブログ」、ニコニコ生放送(Dwango)、鈴木雅博氏による「大合神クジラちゃん」による放送の他、伊藤毅志氏による『世界コンピュータ将棋選手権xxxx』を10倍楽しむHP(xxxxには年が入る、たとえば、2007)、加藤徹氏による「詰将棋おもちゃ箱」でも中継/報告が行われた。

6. 選手権に現れた長手数局と決勝の平均手数

世界コンピュータ将棋選手権では、運営上の理由により、持ち時間による総手数コントロールを行っている。第1回～第7回は、300手を超えたら引分、第8回～第24回は、2999手までに決着しなければ後手勝ち、第25回～第28回は、256手目で詰んでいなければ引分、第29回からは320手まで詰んでいなければ引分というルールである。

表20に第1回から第29回までに現れた、256手を超える対局の一覧表を示す。また、決勝(オンライン大会では

表 19 中継トップページ, ユーザ数等

ライブ中継					
トップページアクセス数	2011	2012	2013	2014	2015
初日	5,353	13,788	22,789	14,997	8,087
2日目	11,261	27,161	35,482	35,562	21,398
最終日	18,255	28,951	28,334	17,884	16,045
翌日	1,815	7,883	5,478	2,617	1,714
中継ユーザ数(ユニークIP数)					
2011	2012	2013	2014	2015	
初日	1,535	4,302	10,482	5,042	2,398
2日目	2,472	6,695	16,751	10,322	4,790
最終日	5,737	8,166	18,130	7,055	5,611
翌日	2,189	6,797	5,942	2,296	1,584
中継ブログ(松本博文氏)					
アクセス数	2011	2012	2013	2014	2015
初日	3,582	8,379	17,358	16,079	10,288
2日目	7,747	18,593	43,974	28,956	13,145
最終日	12,825	25,123	63,080	32,281	14,189
翌日	2,792	18,113	22,927	10,692	2,260
訪問者数					
2011	2012	2013	2014	2015	
初日	1,335	2,104	5,441	3,527	2,744
2日目	2,240	3,882	8,436	5,017	4,020
最終日	2,860	4,941	18,868	7,196	4,070
翌日	893	11,009	11,949	4,479	989
CSAトップページ					
アクセス数	2011	2012	2013	2014	2015
初日	1,762	3,546	4,652	3,664	2,815
2日目	2,958	4,709	5,137	8,665	3,890
最終日	5,124	6,921	7,040	9,001	3,569
翌日	1,973	3,521	5,100	2,484	1,180
Dwangoニコニコ生放送(2013年はUstream)					
来場者数	2011	2012	2013	2014	2015
2日目			1400-1500	102,298	97,592
最終日	97,264	57,664	2400-2500	100,874	79,320
大合神クジラちゃん					
来場者数	2011	2012	2013	2014	2015
初日					6,650
2日目					6,355
最終日					6,182

決勝8位までのプログラム同士の対局(13試合)に関する平均手数の推移を表21と図9に示す。

2017年までは大きな変化はないが、2018年は2017年までに比べ、統計的に有意に、2019年は2018年までに比べ、統計的に有意に(いずれも危険率1%で)増加していると言える。2020年(通常の「決勝」相当の8位以上のプログラム同士の13試合のみのデータ)で分析すると、統計的に有意とまでは言えないが(危険率10%なら有意)、かなりの増加を示しているようである。このことから、この数年

表 20 長手数局

順位	選手権	予選/決勝	日付	手数	先手	後手	勝者	コメント
1	15	2次予選	2005.5.4	1057	丸山将棋	藤部将棋	先手	後手バグ落ち
2	17	2次予選	2007.5.4	489	Spear	まのあ将棋	先手	後手時間切れ
3	20	2次予選	2010.5.3	449	稲庭将棋	習戦	先手	後手時間切れ
4	20	1次予選	2010.5.2	441	稲庭将棋	Staby	先手	後手時間切れ
5	20	2次予選	2010.5.3	365	GA将棋	稲庭将棋	先手	
6	19	決勝	2009.5.3	351	GPS将棋	YSS	先手	後手時間切れ
7	14	1次予選	2004.5.2	342	稲庭将棋	Hit将棋	後手	
8	20	1次予選	2010.5.2	337	稲庭将棋	ponanza	先手	後手時間切れ
9	*	決勝	2020.5.4	320	AobaZero	Novice	引分	手数打ち切り
9	*	決勝	2020.5.4	320	nozomi	たぬき*	引分	手数打ち切り
9	*	決勝	2020.5.4	320	elmo	Hefe2020	引分	手数打ち切り
12	*	決勝	2020.5.4	316	HoneyWaffle	Qhapaq-Saitama	後手	
13	11	2次予選	2001.3.11	314	Shotest	宗範	後手	
14	29	決勝	2019.5.5	312	PAI	やねうら王	後手	宣言勝ち
15	*	決勝	2020.5.4	306	elmo	水匠	後手	宣言勝ち
16	21	決勝	2011.5.3	304	ボンクラーズ	Blunder	後手	
17	29	2次予選	2019.5.4	302	Daisorilla	HoneyWaffle	後手	
18	29	決勝	2019.5.5	297	やねうら王	たぬき29	先手	宣言勝ち
19	29	2次予選	2019.5.4	296	大会神	水匠	後手	宣言勝ち
20	20	2次予選	2010.5.3	289	ツツカナ	稲庭将棋	先手	
21	*	決勝	2020.5.4	288	AobaZero	名人コブラ	先手	
22	21	1次予選	2011.5.3	285	WILD.CAT	うさびよん	先手	後手時間切れ
23	29	2次予選	2019.5.4	284	やねうら王	Kristalweizen	後手	
24	*	決勝	2020.5.4	282	たぬき*	Hefe2020	後手	宣言勝ち
25	*	予選	2020.5.3	270	T6Zabba	TMOQ	後手	
26	29	決勝	2019.5.5	265	たぬき29	名人コブラ	先手	宣言勝ち
27	29	2次予選	2019.5.4	262	QhapaqDM	大会神	後手	宣言勝ち
28	29	決勝	2019.5.5	260	elmo	たぬき29	後手	宣言勝ち
29	29	2次予選	2019.5.4	257	HoneyWaffle	Apery	先手	
30	26	2次予選	2016.5.4	256	うさびよん	NineDayFever	引分	手数打ち切り
30	26	1次予選	2016.5.3	256	Qhapaq	たこっと	後手	
30	28	決勝	2018.5.5	256	大会神	たぬき28	引分	手数打ち切り
30	28	決勝	2018.5.5	256	大会神	名人コブラ	引分	手数打ち切り
30	28	2次予選	2018.5.4	256	HefeWeizen	Apery	引分	手数打ち切り

大会神は「大会神クジちゃん」、たぬき28は「the end of genesis T.N.K. evolution turbo type D」、たぬき29は「狸王」、たぬき*は「究極幻想アルテマスボン」、Hefe2020は「HefeWeizen-2020」、QhapaqDMIは「Qhapaq di molto」、Qhapaq-Saitamaは「Qhapaq from Neo-Saitama」をそれぞれ表す。
選手権の*はオンライン大会(2020年)

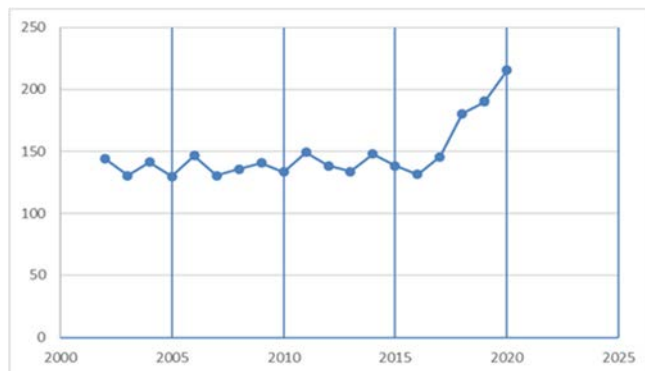


図 9 平均手数の推移

は、手数がかなりの伸びを示していることが分かる。図 10 はオンライン大会決勝の▲HoneyWaffle△Qhapaq-Saitama 戦の 301 手目で、ここから後手が△28 金以下即詰めで勝った (総手数 316 手)。



図 10 ▲HoneyWaffle△Qhapaq-S (オンライン大会)

6 おわりに

2011 年から 2015 年は、コンピュータ将棋が、いよいよ「プロとの真剣勝負」が行われた時代で、2012 年には 2011 年の選手権で優勝した「ボンクラーズ」対米長邦雄 永世棋聖戦が、2013 年~2015 年には、5 対 5 の「電王

戦」シリーズが行われ、最終的には 2017 年まで行われた。平均手数については、2017 年までは大きな変化が見られなかったが、その後、大きく変化 (増加) している。これまでの参加者、スポンサーなど選手権の関係者に深謝する。また、CSA の皆様に感謝する。この研究の一部は早稲田大学 2019 年度特定課題研究費 2019C-003 による助成を受けた。

表 21 平均手数

年	試合数	平均	標準偏差
2002	28	144.3	40.2
2003	28	130.6	37.4
2004	28	141.6	40.9
2005	28	129.9	31.8
2006	28	146.8	86.3
2007	28	130.6	30.5
2008	28	136.0	39.3
2009	28	141.0	52.6
2010	28	133.7	36.0
2011	28	149.4	37.7
2012	28	138.5	26.7
2013	28	134.0	31.3
2014	28	148.0	27.4
2015	28	138.6	31.6
2016	28	131.6	30.6
2017	28	145.8	32.2
2018	28	180.8	50.0
2019	28	190.3	58.0
2020*	13	215.6	50.5

参考文献

- 1) コンピュータ将棋協会：「CSA 資料集」, Vol. 1-31, コンピュータ将棋協会, 1987-2020.
- 2) 瀧澤武信：「世界コンピュータ将棋選手権の歴史 (1) (2), (3), (4), (5)」, GPW 2015, GPW 2016, GPW 2017, GPW 2018, GPW2019, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019.
- 3) 瀧澤武信：「コンピュータ将棋選手権の歴史 (5 A)」, 情報処理学会ゲーム情報学研究会報告 44-2, 2020.
- 4) 瀧澤武信：「コンピュータ将棋の現状 2011 春, 2012 春, May 2013, 2014 春, 2015 春」, 情報処理学会ゲーム情報学研究会報告 26-1, 28-1, 30-1, 32-1, 34-7, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015.
- 5) 高田淳一：CSA ホームページ, <http://www2.computer-shogi.org/>, 2020. 7. 17.

Stockfish NNUE プロジェクト

野田久順*

1. はじめに

本稿では、筆者が 2019 年 6 月に立ち上げた Stockfish NNUE プロジェクトを紹介します。Stockfish NNUE プロジェクトは、オープンソースのコンピュータチェス思考エンジン「Stockfish」[2]に、同じくオープンソースのコンピュータ将棋思考エンジン「やねうら王」[3]等に実装されている「NNUE 評価関数」[4][19]を移植するというものです。

NNUE 評価関数は那須悠氏によって考案された、ディープラーニングに基づく評価関数です。演算には CPU のみを使用し、差分計算と SIMD 演算により高速に動作するよう設計されています。

Stockfish NNUE プロジェクトは 2020 年 8 月に、Stockfish 公式レポジトリに一部マージされました。これにより、Stockfish は大幅なレーティングの向上を達成しました。

本稿では、プロジェクトのきっかけ、Stockfish への移植、Stockfish 開発コミュニティとの出会い、Stockfish 公式レポジトリへのマージ、現状の課題と将来展望について述べます。

2. きっかけ

Stockfish NNUE プロジェクトを始めたきっかけは、2019 年 5 月 31 日に磯崎元洋氏が自身のブログに投稿した「Leela Zero が Stockfish を超えた件」[4]というブログエントリーです。このブログエントリーの中で、磯崎氏は以下のように述べています。

将棋ソフトの世界では、NNUE 評価関数というオーパーツがあります。NNUE 評価関数は Stockfish に逆輸入すれば、おそらく Stockfish の棋力も R100~200 ぐらい上がるはずの技術です。

これを読み、実際に試してみたいと思い、Stockfish

NNUE プロジェクトを始めました。

3. Stockfish への移植

Stockfish NNUE プロジェクトを始めるにあたり、プロジェクトの目的を概念証明と決めました。また、目標として、Stockfish に NNUE の思考部と学習部を移植し、動作させること、としました。

移植の第一段階として、NNUE の思考部および学習部のソースコードの移植を行いました。移植元の「やねうら王」は、Stockfish のアイデアが多く取り入れられており、コードベースも Stockfish によく似ていました。このため、ソースコードの移植は比較的楽に行うことができました。ただし、型名の違いや列挙名の違いはあったため、バグを混入しないよう一つ一つ慎重にリネームしていきました。また、同じ型や列挙型でも、やねうら王と Stockfish で定義の異なるものもありました。これらについても一つ一つ修正していきました。

第二段階として、Stockfish に足りていない機能の実装を行いました。それらの中で、Packed SFEN と EvalList の実装は、特に苦労しました。

Packed SFEN は、ある局面を固定長のバイト列にエンコード・デコードする機能です。やねうら王の学習部は、学習データに Packed SFEN を使用しています。このため学習部の移植にあたり、Packed SFEN も移植する必要がありました。この機能はやねうら王オリジナルのもので、Stockfish には実装されていませんでした。

Packed SFEN では、将棋の駒の種類毎にユニークな符号を割り当て、局面の左上から右下に向かって順に、升に置かれている駒をエンコードしていきます。ここで、将棋とチェスでは使われている駒が異なるため、新たな符号を設計する必要がありました。また、チェスにはキャスリングやアンパッサンがあり、持ち駒がありません。これらのルールの違いにも注意しながら移植しました。

EvalList は BonaPiece の配列です。BonaPiece は局面の駒の種類と位置に対し通し番号を付けたものです。より正確には、持ち駒の種類と枚数に対しても通し番号が付いています。これは、NNUE の入力層の特徴量のインデックスを計算するために利用されます。

EvalList は `Position::do_move()` と `Position::undo_`

*ザイオソフト コンピュータ将棋サークル

move()により更新されます。EvalList の移植にあたり、これらの関数に含まれる実装も移植しなければなりません。これらの関数は実装が難解で、注意して移植する必要があります。

第三段階として、全体を通して動かせるようバグ修正を行いました。印象的だったバグを、2 つほど挙げたいと思います。

1 つ目は先手と後手の判定を誤るバグです。このバグの原因は、将棋においては先手が黒、後手が白で表されるのに対し、チェスにおいては先手が白、後手が黒で表されることでした。ソースコード上において、白は WHITE、黒は BLACK で表されており、記述が逆になっていてもコンパイルエラーが起きませんでした。このため学習時にロスが下らない現象が起こるまでバグに気づかず、発見が遅れました。

2 つ目はスタイルメイトをチェックメイトと判定するバグです。スタイルメイトとは、自分の手番において、相手にチェック(王手)をかけられておらず、合法手がない状態のことを指します。チェスのルールでは、スタイルメイトの場合は引き分けとなります。将棋のルールにはスタイルメイトが存在しないため、移植の際に見落とし、チェックメイトと判定していました。

これらの点を一つずつ解決し、評価関数の学習を行い、最終的には本家 Stockfish に 1 勝を挙げることができました。これをもって十分な成果とし、Stockfish NNUE プロジェクトをいったん終了することにしました。

4. Stockfish 開発コミュニティとの出会い

2020 年 5 月 28 日、Twitter において英語圏の方から質問をいただきました。質問の内容は「Stockfish NNUE のバイナリは残っていますか? Stockfish NNUE にとても興味があります。」[6]といったものでした。筆者はこれに対し、実行バイナリをコンパイルして公開し、簡単な使用法を書いて返信しました。その後、質問してくださった方と何度か Twitter 上でやり取りをしました。

数日後、コンピュータ将棋ソフト開発者 tttak 氏[7]より、Stockfish コミュニティ内で Stockfish NNUE が話題になっている [8]ことを教えていただきました。教えていただいた掲示板を閲覧したところ、多くの方が Stockfish NNUE に興味を持ち、学習データの生成や学習を行っている様子が見受けられました。

その後、ビデオ通話・音声通話・VoIP フリーソフト「Discord」内に、非公式 Stockfish 開発コミュニティ(サ

ーバー)があることを知りました。サーバーに参加したところ、学習データの生成や学習について、活発に議論が交わされていました。その後、Discord サーバーに参加されている方々と協力しながら、Stockfish NNUE の開発を進めていきました。

5. Stockfish 公式レポジトリへのマージ

筆者は Stockfish NNUE の開発を続けました。しばらくした頃、Stockfish 非公式 Discord サーバーの参加者により、Stockfish NNUE の棋力が Stockfish を超えたという報告が上がってきました。

同じころ、Stockfish 公式レポジトリの Issues に、Stockfish NNUE に関するスレッド[9]が立てられました。本スレッドにおいて、Stockfish 公式レポジトリのメンテナである Joost VandeVondele 氏[10]は、自らが行った Stockfish NNUE のレーティング測定の結果[11]を公開しました。その結果、その時点での最新のソースコードと、最も強いとされていた評価関数の組み合わせで、Stockfish 最新版に比べ、40 程度レーティングが高いことが分かりました。当時、Stockfish の開発においては、1 パッチでレーティングが 5 上がれば、それは素晴らしいパッチであると考えられていました。それと比較すると、非常に驚くべき結果でした。

ある日、Joost VandeVondele 氏よりメールをいただきました。メールの内容は「Stockfish NNUE を公式レポジトリにマージしたい。手伝ってもらえますか?」といったものでした。筆者は二つ返事で承諾しました。

公式レポジトリへのマージは、困難を極めることが予想されました。特に、思考部、学習部のすべてを同時にマージした場合、Stockfish 開発者のコードベースへの理解が追い付かなくなるという懸念がありました。このため、マージの第一段階においては、Stockfish NNUE の思考部のみマージし、Stockfish 開発者のコードベースへの理解を促すことになりました[11]。また、学習部は筆者のレポジトリに残し、公式レポジトリと歩調を合わせて開発を続けることになりました。

マージの作業は、基本的には海外の Stockfish 開発者によって行われました。作業は、ソースコードコメントの修正、学習部の削除、コンパイラ警告の削除、valgrind 等解析プログラムによる解析、コーディングスタイルの変更など、多岐にわたりました。

また、Stockfish の開発プロセスを維持できるよう、開発インフラの拡張も行われました。Stockfish の開発プロ

セスにおいては、パッチを取り込むにあたり、fishtest を用いたテストが義務付けられています。fishtest は Stockfish のレーティングを測定するための自己対戦インフラです。Github のレポジトリ URL とブランチ 2 つを指定すると、それらの間のレーティング差を測定してくれます。測定は有志の提供するコンピュータリソースを用いて行われます。fishtest に対しては、Stockfish NNUE のマージに伴い、評価関数ファイルのアップロード・ダウンロード機能と、Stockfish NNUE の思考エンジン部への対応が行われました。

すべての作業を終えたあと、Stockfish NNUE は Stockfish 公式レポジトリにマージされました。[13] マージ作業中も評価関数の学習が進んでいたため、マージによる最終的なレーティング向上は、約 90 程度となりました。

その後、評価関数のハイブリッド化や探索部の改良といった改良が続けられ、2020 年 9 月 2 日に公開された Stockfish 12 は、前バージョンに比べ、レーティングが約 130 程度向上しました。[14]

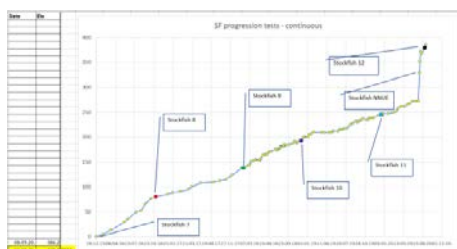


図 1 Continued progress since SF7

<https://github.com/glinscott/fishtest/wiki/Regression-Tests> より引用

現在 Stockfish NNUE プロジェクトは、学習部の向上のため、Stockfish 公式レポジトリと連携を取りながら開発を進めています。

6. 現状の課題と将来展望

現状 Stockfish NNUE プロジェクトが抱える問題の一つに、リグレッションの多さが挙げられます。リグレッションとは、ソフトウェアのバージョンアップの際、性能や機能が改悪・低下することを指します。原稿執筆時点において、Stockfish NNUE プロジェクトにはいくつかのリグレッションが報告されており、調査が進められています。

例として、2020 年 7 月 19 日以降に起こったリグレッシ

ョンを 2 つほど挙げます。

1 つ目はハイブリッド評価関数に関するリグレッションです。コミット 3dca13a[15]において、NNUE と classic な評価関数とのハイブリッド評価関数が実装されました。これにより思考部についてはレーティングが向上しました。一方、学習部については、バックプロパゲーションに用いる値が本来意図した値とずれ、結果として評価関数の学習が上手く行われなかったという問題が起きました。この問題は、コミット c6f5f6a[16]で修正されました。

2 つ目はリファクタリング時のエンバグです。コミット 832c414[17]において、学習部に対して大きなリファクタリングが行われました。この際、LearnerThink::get_shallow_value() 関数に、手番の判定を誤るバグが混入しました。この結果、学習の勾配が意図しない値となり、学習でロスが下がらなくなるという問題が起きました。この問題は、コミット 6ae09ba[18]で修正されました。

これらのリグレッションの根本的な原因は、パッチが十分にテストされないままマージされたことでした。Stockfish 公式レポジトリには、リグレッションを防ぐための厳格な開発プロセスがあります。一方 Stockfish NNUE プロジェクトは、現時点においては開発プロセスが確立していません。このため、十分なテストがされないパッチがマージされてしまいました。

十分なテストを行うためには、以下をパッチ毎に行う必要があります。

- コンパイル
- Valgrind 等による解析
- classic な評価関数からの学習データの生成
- 評価関数の学習
- 評価関数レーティングの計測
- 学習済み評価関数からの学習データの生成
- 評価関数の学習
- 評価関数のレーティングの計測

しかし、学習データの生成・評価関数の学習・レーティングの測定には数日単位の時間がかかります。そのため、パッチ毎に行うのは時間的にもコンピュータリソース的にも困難です。開発プロセスをどのように改善していくか、今後議論が必要だと考えます。

7. 終わりに

Stockfish NNUE プロジェクトは、現在も開発が進められています。Stockfish NNUE プロジェクトには、Stockfish 開発コミュニティの方をはじめ、多くの方々が

参加しています。今後、Stockfish NNUE プロジェクトを通し、コンピュータ将棋ソフト開発コミュニティとコンピュータチェスソフト開発コミュニティが共存共栄していくことを切に願います。

参考文献

- [1] nodchip/Stockfish: UCI chess engine [2020/09/21]
<https://github.com/nodchip/Stockfish/>
- [2] Home - Stockfish - Open Source Chess Engine [2020/09/21] <https://stockfishchess.org/>
- [3] やねうら王 公式サイト | コンピューター将棋 やねうら王 公式サイト [2020/09/21]
<http://yaneuraou.yaneu.com/>
- [4] 野田久順:「NNUE 評価関数の紹介」, コンピュータ将棋協会誌 Vol. 30, 2018.
- [5] Leela Zero が Stockfish を超えた件 | やねうら王公式サイト [2020/09/21]
<http://yaneuraou.yaneu.com/2019/05/31/leela-zero%e3%81%8cstockfish%e3%82%92%e8%b6%85%e3%81%88%e3%81%9f%e4%bb%b6/>
- [6] Harry Brasmem さんは Twitter を使っています
「@nodchip Hey, do you still have the binary of NNUE-Stockfish? I am really interested in SF+NNUE.」
/ Twitter [2020/09/21]
<https://twitter.com/BrasemHarry/status/1265692678525763584>
- [7] tttak (t) [2020/09/21] <https://github.com/tttak>
- [8] Stockfish NN release (NNUE) - TalkChess.com [2020/09/21]
<http://talkchess.com/forum3/viewtopic.php?f=2&t=74059>
- [9] SF NNUE · Issue #2728 · official-stockfish/Stockfish [2020/09/21]
<https://github.com/official-stockfish/Stockfish/issues/2728>
- [10] vondele (Joost VandeVondele) [2020/09/21]
<https://github.com/vondele>
- [11] SF NNUE · Issue #2728 · official-stockfish/Stockfish [2020/09/21]
<https://github.com/official-stockfish/Stockfish/issues/2728#issuecomment-660464814>
- [12] NNUE merge · Issue #2823 · official-stockfish/Stockfish [2020/09/21]
<https://github.com/official-stockfish/Stockfish/issues/2823>
- [13] Add NNUE evaluation by vondele · Pull Request #2912 · official-stockfish/Stockfish [2020/09/21]
<https://github.com/official-stockfish/Stockfish/pull/2912>
- [14] Stockfish Blog - Stockfish 12 [2020/09/21]
<https://blog.stockfishchess.org/post/628172810852925440/stockfish-12>
- [15] NNUE evaluation threshold · nodchip/Stockfish@3dca13a [2020/09/21]
<https://github.com/nodchip/Stockfish/commit/3dca13a958cd0dfea1cdea91da230c5aac9e322f>
- [16] Replace "use_raw_nnue_eval" with an uci option "Use NNUE pure" · nodchip/Stockfish@c6f5f6a [2020/09/21]
<https://github.com/nodchip/Stockfish/commit/c6f5f6a082592a2402f14908224fd33f9ad6fc0e>
- [17] First batch of reorganization. · nodchip/Stockfish@832c414 [2020/09/21]
<https://github.com/nodchip/Stockfish/commit/832c414b0d78263595b4e7cd6d19c87e61519010>
- [18] Fixed a bug that the root color is wrong. · nodchip/Stockfish@6ae09ba [2020/09/21]
<https://github.com/nodchip/Stockfish/commit/6ae09ba266021a61afe8f5a7b7a0d82f6609c8f6>
- [19] 高速に差分計算可能なニューラルネットワーク型将棋評価関数 [2020/09/21]
https://www.apply.computer-shogi.org/wcsc28/appeal/the_end_of_genesis_T.N.K.evolution_turbo_type_D/nnue.pdf

その玉はなぜ詰まないのか？

～df-pn を使った詰将棋エンジンとその実装の課題～

澤田 亮人

1. 概要

本稿で問いたいのは「何故にオープンソースの詰将棋エンジンには解けない問題が多々あるのか」である。df-pn によって将棋図巧を始めとした著名な難解作が全て解かれたと報告されたことで、詰将棋エンジンは一つのゴールを迎えた[1]。その後も、それ以降も速度の向上などを目標に詰将棋の新規論文は生み出されている[2, 3]。しかし、これら論文の実用には大きな課題がある。原著論文中の疑似コードの再現実装は幾度となく挑戦されたが、論文中で解決済とされている問題であっても解けていないものも多く、実用的な詰将棋ツールの顔ぶれには変化がない。

論文の著者からすれば「そんなこと言われても」といった気分かもしれないが、ここまで再現実装が試みられているにもかかわらず、未だに玉が詰まないのは疑似コードと実用の間に大きな乖離があるからである。本稿では df-pn を利用した詰将棋のアルゴリズムの基本と、先行研究や既存の実装で課題となっている点について述べる。また、本稿の付録として散文ではあるものの、GPSshogi/OpenShogiLib (本調査で見つけた唯一のオープンソース、かつ、将棋図巧の1番が解けるエンジン) のルーチンについても紹介を行う。

2. Depth first proof number search (df-pn)

現在、詰将棋エンジンでもっともよく用いられているのが depth first proof number search(df-pn)である。df-pn の概要を以下の図に示す。df-pn は端的に言えば詰ませる側は受ける側の応手が少ない手を、逃れる側は次の王手のパターンが少ない手を優先的に探索する手法である。

proof number とは平たく言えば詰将棋専用の盤面評価値のようなものである。通常の盤面評価値と違って、詰み証明のための評価値(pn)と不詰証明のための評価値(dn)がある。pn, dn は「この局面の詰み(proof number)/不詰(disproof number)を証明する為に調べなければならない局面の数」であり、値が小さいほど詰み/不詰に近いという扱いになる。そして、詰み /不詰が証明された局

面については pn, dn は 0 になる。局面の pn, dn (厳密には非 0 の pn, dn) はあくまで探索途中での予測値にすぎず、探索の過程で変わることには注意する必要がある。

ある局面の proof number はその局面(親局面)から到達できる局面(子局面)の pn, dn を用いることで更新できる。各人が最善を尽くすという仮定により、攻める側の手番では「候補手の中でどれか一つでも詰みが見つければ詰み」、「不詰を証明するには全ての手で不詰を証明しなければならない」という条件が、受ける側の手番では「候補手の中でどれか一つでも不詰が見つければ良い」、「詰みを証明するには全ての手で詰みを証明しなければならない」となっていることに気をつける必要がある。即ち、pn, dn の更新方法はどちらの手番であるかによって変わる。

df-pn 探索では各局面の pn, dn を逐次更新しながら、攻める側はできるだけ相手の受けが少ないような手(=子局面の pn が小さいもの)を、受ける側はできるだけ次の王手が続きにくい手(=子局面の dn が小さいもの)を優先して探索することで詰み、不詰みを高速に証明する。具体例として以下のような pn, dn の木を使って考えてみよう。現在、親局面(攻め側の手番)から最も pn が小さい局面へ探索対象が移った状態とする。同じ親局面から行くことができる手を兄弟局面、今見ている局面から行くことができる局面を子局面と呼ぶ。pn, dn を用いた深さ優先探索は以下のように行われる：

- step 1. 子局面 pn, dn を用いて今居る局面の pn, dn を更新を行う

- step 2. その後、今見ている局面の pn, dn を更新した後で、兄弟局面の pn, dn と比較をする(より厳密には pn, dn の 2 番手の値などを事前に保存しておき、それと比較を行う)

- step 3-1. このとき、今見ている局面の pn, dn が兄弟局面に比べて小さいなら、今見ている局面から最も pn, dn (または、dn (攻め手側なら pn, 受け手側なら dn を使う)) が小さい子局面に探索対象を移す。

- step 3-2. 一方、pn, dn が他の兄弟局面に負けているのであれば(厳密には親局面から予測される兄弟局面の No2 との値の最大値を上回ったら)、親局面に探索対象

を戻す。

step 4. 探索対象が変わったら、新しい探索対象の小局面を用いて pn, dn を更新に戻る (1の手順)。

この探索を繰り返していくと、どこかしの局面で詰み、または不詰み (王手の合法手がない局面) に到達する。それらの局面に到達したら、詰みの場合は $pn=0, dn=\infty$ 、不詰みの局面は $pn=\infty, dn=0$ として親局面に探索対象を移す。記ルーチンを繰り返すことで、初期局面の pn が 0 になれば詰み、dn が 0 になれば不詰みであることを示すことが出来る。

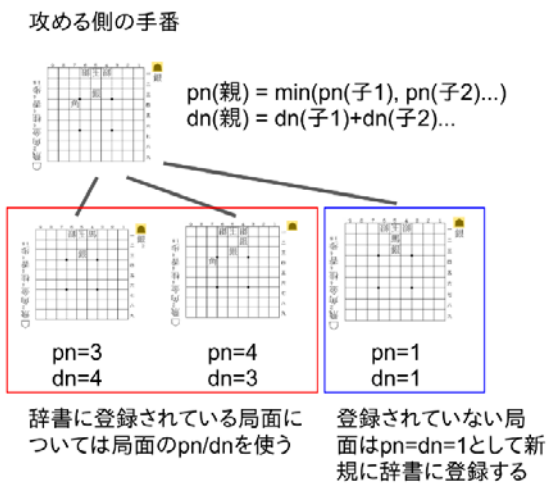


図1 proof number の一例

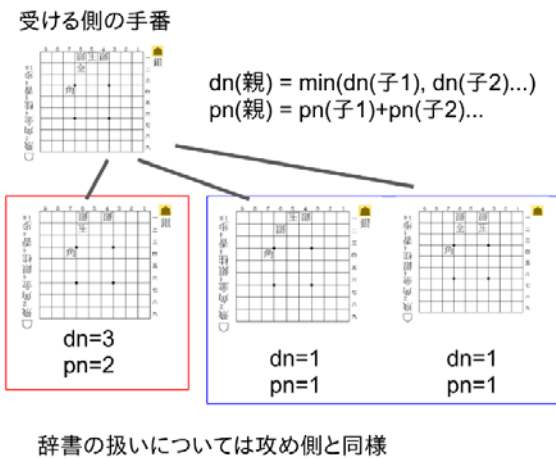


図2 disproof number の一例

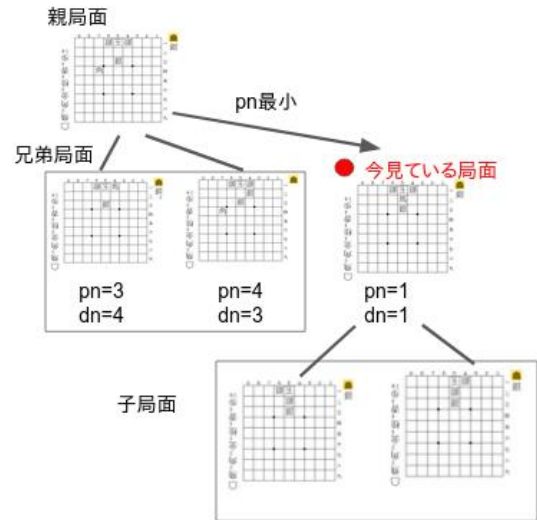


図3 例題の開始局面

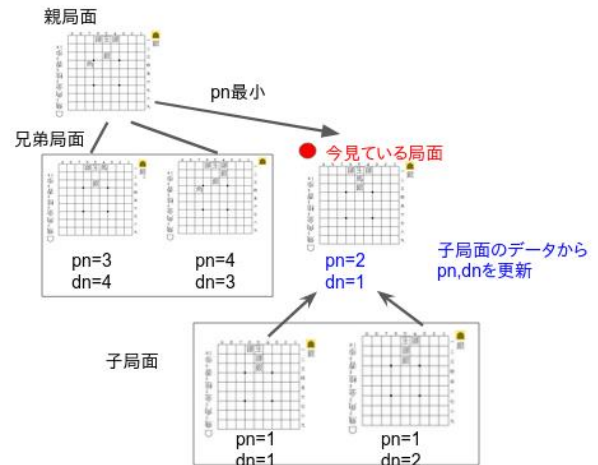


図4 step 1の様子

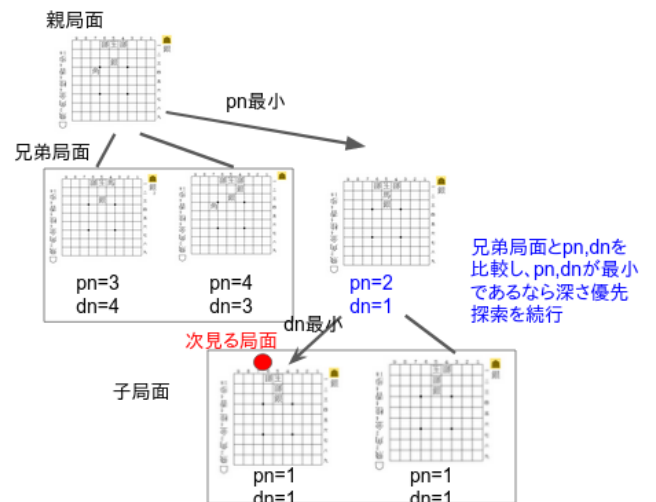


図5 step 2, 3-1の様子

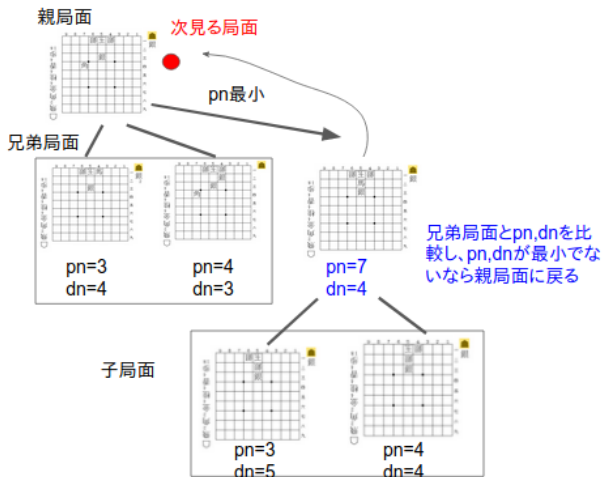


図6 step 3-2の様子

3. df-pn の脆弱性

df-pn を使った探索の最大の問題は王手絡みの千日手 (以下、局面のループと呼ぶ) をどう扱うかである。上述の方法でループ局面がでてこないような問題、すなわち実戦的な詰将棋のほぼ全ては解くことが可能である。例えば、純粋な df-pn では以下のような読み筋で無限ループを起こしてしまう。子局面を利用して現局面の pn/dn を更新する際に、兄弟局面の pn/dn を原理的に上回ってしまうからである。

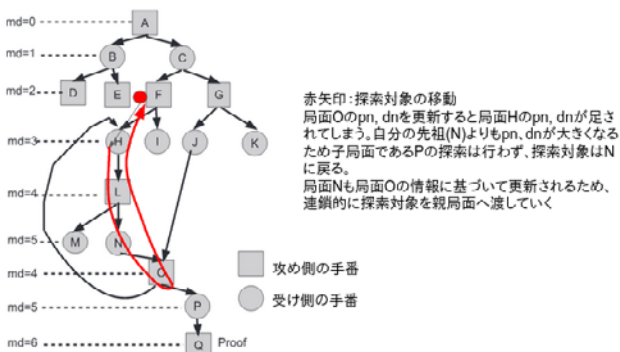


図7 無限ループに関する脆弱性 ([3]の図面を改変)

これを避ける方法としてはループが生じた局面についてのみ、step 3-2 をスキップする方法が知られている[3]。しかし、この手法を用いても探索が無限ループすることを厳密に避けることは出来ていない。上の図のループとなる手順は受ける側の合法手一つしかなく、攻める側からすれば最も魅力的な (pn が小さい) 手であるため、千日手の変化を探索し続けてしまうからである。

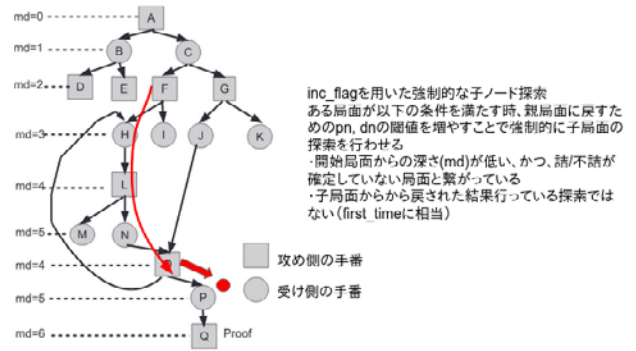


図8 無限ループに対する[3]での解決方法

やねうら王の実装では無限ループを中断させるために、探索がループを始めたなら当該局面を千日手王手の局面とみなし、探索を打ち切って不詰としている[4]が、これにもコーナーケースが存在する。例えば以下の図の左側のような局面で千日手局面を不詰とすると本来の詰み手順を見逃してしまう。

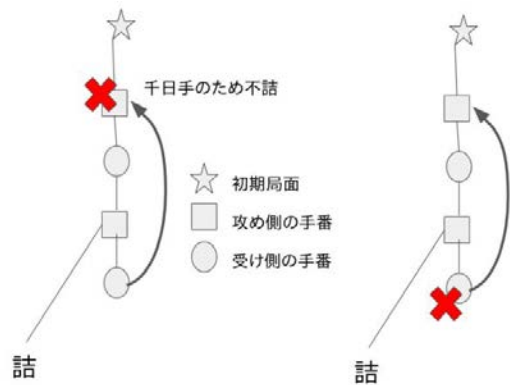


図9 : ループ局面を不詰と判断することにより左側のような手の変化で不当な不詰がでる。ループ局面に対して不詰判定を行う場合は他の読み筋を破壊しないように調整する必要がある。

こうした問題を解決するには局面のループによる不詰判定を何時行うかが重要となる。例えば右図のように一番深い局面を不詰にする分には読み筋に問題がでない。しかし、特定の局面に到達可能であるかを事前に判断するのは難しく、局面のループの判別そのものが課題となっていることには注意する必要がある。

なお、原著論文[1]では、まずループを避けながら探索を行い、それだけで解けなかった場合にはループ局面を即座に不詰にすると記載されているが、ループを避ける方法、ループの定義などが蒙昧であり、論文の実装の行間を読まねばならない部分が多い。

4. 計算速度の向上

詰将棋エンジン視点で厄介なもう一つの問題が飛車、角、香の打ちと合い駒である。駒を打つ位置と合い駒の自由度が高いため、探索すべき局面が大幅に増えてしまう。この問題を解決する方法としては、優等関係の応用が知られている[1]。具体的には、AとBの盤上の駒の配置はまったく同じで、Aの攻め方の持駒が、Bの攻め方の持駒を真に含むような場合、局面Bが詰みなら局面Aは詰みといえるし、逆に局面Aが不詰なら局面Bも不詰といえる。

優等関係の適用は合い駒以外の局面でも有効であり、局面によっては詰み探索に必要なノードを10分の1程度にまで落とせることが報告されている[5]。メモリ管理や優等局面の判定が煩雑になるが、難問を扱う上では非常に重要なルーチンであると考えられる。更に、優等関係をより効率的に使う方法として、詰み手順のなかから必要だった駒を再帰的に計算する手法（証明駒）も存在する。証明駒の利用も長手数難問を扱う上では効果的であることが示唆されている[6]。

優等関係を使った探索局面数の節約は難解な詰将棋を解くにあたり極めて重要な（図巧の難問に相当するようなケースについては実効的に必須な）機能である。

5. 「詰ませられない」以外の問題点

df-pnを使った詰将棋ルーチン全体のもうひとつの問題として、最善の詰み手順を必ずしも返さないというものがある。例えば図巧の1番をGPSshogiに解かせると本来は69手詰めであるにもかかわらず、73手の詰み手順を返す。df-pnの目的はあくまで詰/不詰を判定し、詰ます手順を返すことである。

そのため、玉側については全ての受けの手を試す一方で、詰ませる側はひとつ詰み手順が見つかったら、その詰み手順を短くするために追加で探索を行うことはない。探索を行う際に詰み手数を予め指定し、その手数を超えたら不詰とすることで冗長な詰み手順を削ることは可能であるが、手数がかかりすぎるため不詰とされた局面が、実は別の変化からより短い手数で到達できるような問題に対しては誤って不詰と判定してしまう可能性がある。

6. まとめ：結局何故にオープンソースの詰将棋エンジンには解けない問題が多々あるのか

本稿ではdf-pnを使った詰将棋ルーチンの概要を紹介し、既存研究で提唱された理論と実装のどこに乖離があるのかを説明した。本稿で述べたようなdf-pnをベースとしたオープンソースの詰将棋エンジンは複数実装されている。例えば、文献[1]の手法をベースとしたものとしてはlibshogiが、文献[3]の手法をベースとしたものには、やねうら王やdlshogiが存在する（余談だが文献[2]は文中で先行研究が解けた問題を解けていないことが明言されており、一部機能の実装に論文の時点でそもそも失敗している）。しかし、上述したようなループ局面の扱いのコーナーケースなどの影響で、将棋図巧の1番などの先行研究で解決したとされる問題が解けていない。

こうした問題を解決するには、先行研究と実装の乖離を埋め合わせる必要があるが、将棋を指すエンジンの補助機能としての詰将棋という観点では難解な詰将棋が解ける必要性もないため、面倒な実装を避け、簡単なdf-pnで済ませるのが実戦的ではあるため、開発をする意義に乏しいことも一つの問題であると筆者は考えている。

7. おまけ：GPSshogi/OpenShogiLibの詰将棋ルーチン

GPSshogiは本調査で発見できたオープンソースかつ、難解な詰将棋を高速に解くことができる唯一のルーチンである。本稿のおまけとしてGPSshogiの簡単な導入と詰み筋の表示機能をgithubにて共有する[7]。GPSshogiでは先行研究では扱われていなかった幾つかの特殊処理が実装されている。例えばループ局面に対し詰ませる側のpnが極めて大きい値（不詰み-3）に設定されている。この処理によって、詰ませる側がループの存在が示唆される局面の探索を後回しにしつつも、不当に不詰み評価となることを回避している。この他にも、局面のループに対する処理も、詰ませる側であるか受ける側であるかに応じて例外処理がなされており、先行研究で指摘された理論と実装の乖離を埋め合わせている。

GPSshogiの詰将棋は他のエンジンに比べコードが長大（例えば、やねうら王の詰将棋ルーチンは1000行未満であるのに対し、GPSshogiは6000行以上ある）であるため、解読と再実装は困難を極めることが予想される。GPSshogiのコードの完全解析は本稿の範疇を出ており、筆者の理解も超えているため読者の宿題とする。

参考文献

- [1] Ayumu Nagai , Hiroshi Imai , “df-pn アルゴリズムの詰将棋を解くプログラムへの応用”, 情報処理学会論文誌, 43(6), 1769-1777 (2002-06-15) , 1882-7764
- [2] Ueda T., Hashimoto T., Hashimoto J., Iida H. (2008) Weak Proof-Number Search. In: van den Herik H. J., Xu X., Ma Z., Winands M. H. M. (eds) Computers and Games. CG 2008. Lecture Notes in Computer Science, vol 5131
- [3] Kishimoto, A.: Dealing with infinite loops, underestimation, and overestimation of depth-first proof-number search. In: Proceedings of the AAAI-10, pp. 108-113 (2010)
- [4] やねうら王 <https://github.com/yaneurao/Yaneurao>
- [5] 詰み探索で優越関係の利用 <https://tadaoyamaoka.hatenablog.com/entry/2018/05/20/150355>
- [6] 詰将棋を解くアルゴリズムにおける優越感系の効率的な利用について 脊尾
- [7] Checkmate engine patch using GPSshogi/OpenShogiLib <https://github.com/qhapaq-49/checkmate-gps-osl>

AobaZero の高速化と現在の状況

山下宏*・保木邦仁**・小林祐樹***

1. まえがき

筆者らは 2018 年の年末ごろから、Silver らの AlphaZero [1] の将棋の棋力やプレイスタイルを明らかにすることを旨とし、市場に出回っているハードウェア上で動作するこの追実装を開発し追試を行うプロジェクト「AobaZero」を推進している。前回の選手権（2019 年 5 月）の AobaZero の成績は 1 次予選落ちであった [2]。この時点における同プロジェクトは、棋力を他の将棋プログラムと比較したり、プレイスタイルを十分検証したりできるほどの完成度には達していなかった。

AobaZero では、囲碁プレイヤー「AlphaGo Zero」[3] のオープンソースの実装を公開しているプロジェクト「Leela Zero² (LZ)」のように、ユーザ参加型のコンテンツを公開して棋譜を収集しながら、文献 [1] のように将棋プレイヤーの学習アルゴリズムを実行している。このユーザ参加型のコンテンツが生成した棋譜数は 2020 年 12 月 7 日、文献 [1] の将棋の学習実験の棋譜生成数と同数の 2400 万に達した。このコンテンツを公開したのは 2019 年 3 月 25 日であり、文献 [1] の 12 時間の棋譜生成数を実現するまでに約 1 年 9 ヶ月の月日が過ぎ去った。これまで棋譜の生成に協力したり、実装の誤りを報告したり、生成された棋譜や AobaZero を使ったりして下さった皆さまには感謝いたします。

本稿では、AobaZero の前回会誌寄稿時以降の進展を紹介する。2019 年以降、ユーザ参加型のコンテンツの公開と棋譜の収集を継続しながら実装の完成度も高めるということも行った。2020 年のオンライン大会時点での性能は 2019 年の選手権時点と比較して、Elo レーティングで



図 1 将棋プレイヤー AlphaZero と elmo (表 1 参照) の対局実験の結果。予測読みはせず、1 手着手するごとに 15 秒を持ち時間 (time) に追加。基準となる持ち時間は 3 時間。AlphaZero の方の持ち時間のみを変えた 5 通りの対局条件それぞれで 1 千回対局した。各対局時間の二つの棒の上が後手 AlphaZero、下が先手 AlphaZero の場合。AlphaZero が勝った割合は緑、引き分けた割合は灰色で示される。文献 [1] の図 2B より抜粋して引用。

千程度向上したのではないかとと思われる。

この解説記事の構成は次のようである。まず、2 章にて追実装および追試の対象となった文献 [1] を概説する。つぎに、3 章では、その結果として得られた将棋プレイヤーの棋力を、Elo レーティングを用いて分析する。そして、AlphaZero やプロ棋士の棋力とも比較する。4 章では、AobaZero の将棋プログラムの大会での対局結果や棋風に対する感想と、同プログラムが獲得した将棋の知識について述べる。5 章では、グラフィックス・プロセッシング・ユニット (GPU) を用いた AobaZero の NN の推論の高速化に関して我々が現状持っているいくつかの技術的な知見を紹介する。そして最後に、6 章でこの解説記事をしめくくる。

2. AlphaZero 概要

本稿では、Silver らが発表した文献 [1] で発表された学習アルゴリズムで作られ、同文献の実験結果を生成したプレイヤーを **AlphaZero** と書く。同文献では、将棋だけではなく囲碁とチェスの実験結果も示すが、本稿では将棋の結果に着目する。この実験では、将棋の専門知識を殆ど持たないプレイヤーを学習の開始点とする。そして、**自己対局型**の強化学習が [4]、当時最先端の将棋プレイヤー **elmo** (2017 年の選手権優勝プログラム) を超える棋力を

* E-mail: yss@bd.mbn.or.jp

** 電気通信大学
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
E-mail: k.hoki@uec.ac.jp

*** 株式会社 日立製作所
E-mail: kobayashi6y@gmail.com

¹AobaZero, URL: <https://github.com/kobanium/aobazero>, 最終アクセス 2021 年。本稿では、このプロジェクトの名称だけではなく、同プロジェクトがもたらした将棋プレイヤーの名称も AobaZero とする。

²Leela Zero, URL: <https://github.com/leela-zero/leela-zero>, 最終アクセス 2021 年

表 1 AlphaZero と elmo (2017 年選手権優勝) との対局実験のプレイヤー情報 [1]。

プレイヤー	ハードウェア	その他
AlphaZero	<ul style="list-style-type: none"> 構成は "single machine" CPUコア総数 44 アクセラレータは第 1 世代TPUが4つ 	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーション毎秒5万8千回 MCTSの並列化法や順伝播でバッチを組む方法は不明。ハードウェアの性能を引き出せるような方法ではないかと推察される。 思考時間は残り時間の 1/20
elmo	<ul style="list-style-type: none"> CPU は Intel Xeon Broadwell 2.2GHz 2つ CPUコア総数 44 	<ul style="list-style-type: none"> 探索速度毎秒2510万節点 探索の並列度 44 ハッシュ表の大きさ 32GB 定跡ファイルは elmo 付属の standard book.db やねうら王 2017Early KPPT ビルド V4.79 2017年の選手権優勝プログラム GPUなどのアクセラレータを活用することはできない

もたらした。AlphaZero が先手ならば勝率 0.98、後手ならば勝率 0.85 の結果が示されている (図 1 および表 1 参照)³。なお、本章では、3 章以降に登場する言葉は太字で記す。

AlphaZero が対局や学習をするときの着手は、モンテカルロ木探索 (Monte-Carlo Tree Search, **MCTS**) によって決定される。MCTS はまた、**着手確率**を出力する。Silver らの MCTS では特に、PUCB [5] の変種ともいえるような方法で子節点を選択して**探索木**を成長させていく。着手を決定すべき手番が木の根節点⁴、プレイヤー 2 人の意思決定列が木の経路に対応し、この探索木の先端節点まで経路をたどることを**シミュレーション**と呼ぶ。このシミュレーションを一度行いゲームが終端していなければ、探索木の節点が 1 つ増える。

ある節点での子節点の選択は、その節点に対応する手番情報を入力したニューラルネットワーク (Neural Network, **NN**) が出力する**着手確率推定値**と、これまでその節点を通過したシミュレーションすべての終点それぞれに対応する手番情報を入力した NN が出力する**勝率推定値**すべての平均値に基づきなされる。同文献では、着手 1 回あたりのシミュレーション数を増やすほど、将棋の対局実験での勝率が高くなることが示されている。

将棋の手番情報を **NN の入力値**に対応させるため必要と

なる**符号化**は、駒が在る升目に 1 が立てられたり手数などの数値で一面を埋められたりする**大きさ 9×9 の平面をチャンネル**1つと見立てて、直近 8 つの盤上駒の配置を 28×8 チャンネルで、直近 8 つの持駒の数を 14×8 チャンネルで、直近の盤上駒の配置・持駒の数・手番プレイヤーの組 8 つそれぞれが出現した回数を 3×8 チャンネルで、手番プレイヤーを 1 チャンネルで、**対局開始から数えた着手数**を 1 チャンネルで表現しなされる。したがって、手番情報は 29322 個 (9×9×362 より) の数により表される。

将棋の**着手の確率分布**を **NN の出力値**に対応させるため必要となる符号化は、駒の移動元の升目を大きさ 9×9 の平面で、移動の成り不成・方向・距離を 132 チャンネルで表現しなされる。したがって、**駒打ち用の 7 チャンネル**も含めると、着手の確率分布は 11259 個 (9×9×139 より) の数により表される。

AlphaZero の NN の学習は、自己対局で生成された棋譜から手番を標本抽出し、この手番で MCTS が得た着手確率と終局時のゲームの結果に NN の出力が近くなるよう行われる。自己対局の着手は、**シミュレーション数 800 の逐次アルゴリズムの MCTS** で決定する。さらに、**着手にランダム性**を持たせ、**多様な棋譜を生成**するようにする。そのために、初手から 30 手までは MCTS が出力する着手確率に従い着手を決定する。また、MCTS では、**根節点の NN が出力する着手確率推定値にノイズを付与**する。勝敗は **512 手まで**につかねばならず、これを超えると引き分けとなる。とこのときに用いられる損失関数には **L2 正則化項**を付けて、重みの絶対値が大きくなることにペナルティを課す[6]。手番の標本抽出は、学習データ列の並びにできるだけ規則性がないようにするために、最新のいくつかの棋譜から無作為になされる。本稿では、この最新の棋譜を保持する領域のことを文献 [7] になら**いリプレイメモリ**と書く。開始時のリプレイメモリを準備した方法は、文献 [1] には記述されていない。

学習アルゴリズムを実行するとき、計算資源の大部分は NN の計算に費やされる。この NN の大部分は、**ブロック数 19** (各ブロックはチャンネルの大きさ 9×9、**カーネル**の大きさ 3×3、出力チャンネル数 256 の**畳み込み** 2 層を含む) の残差ネットワーク (Residual Network, **ResNet**) からなる [8]。

Silver らの実験でなされた NN の計算はおそらく、**順伝播** (forward propagation) と **誤差逆伝播** (back propagation) であり、どちらの計算も大量の NN の入力や出力目標値を用いて 1 億回以上行われることとなる。誤差逆伝播は **NN を学習 (重みを調整)** するために損失関数

³勝率の値は、図 1 の棒グラフの棒の長さを読み取って得たものである。ここで、引き分けは 0.5 勝として勝った数をかぞえた。

⁴本稿では、対局するプレイヤーの意思決定点のことを手番と書く。さらに、1 つしかない合法手からそれを選ぶような状況も手番と書く。手番は、文献[1] では状態 (state) と書かれている。

の勾配を計算するアルゴリズム、順伝播はNNで推論するアルゴリズムである[6]。順伝播は、誤差逆伝播で推論誤差を計算するときにも用いられる。本稿では、誤差逆伝播中の推論の計算ではない順伝播のことを単に順伝播と書く。

これほどの規模のNNの順伝播と誤差逆伝播を、現在の汎用計算機の中央演算処理装置のみで、これほどの規模で行うことは現実的ではない。Silverらの実験では[1]、順伝播にはNNの推論に特化されたGoogle社のハードウェア「**第1世代テンソル・プロセッシング・ユニット** (Tensor Processing Unit, **TPU** [10])」を5000個、誤差逆伝播には第2世代TPUを16個用いて学習アルゴリズムを実行した。

Silverらの実験ではまた、順伝播の計算効率を向上させるために、**複数対局を並列実行**し、対局の並列度と同じ数だけNNの入力を用意した。こうすることによって、複数の順伝播を1つの**棋譜生成のバッチ**処理としてまとめることができ、TPUが処理するタスクの粒度が大きくなって、入力1つあたりの順伝播時間を削減することが可能となる。

対局実験においても、プレイヤーの着手には時間制限があるため、順伝播の効率化は重要である。Silverらは、対局実験の順伝播には第1世代TPUを4個使用した。**対局実験のバッチ**がどのように組まれていたのかは詳細には分からないが、AlphaGo Zeroのように**並列アルゴリズムのMCTSで着手を決定**し[3]、この並列度に相当する数のNNの入力を用意して組まれていたのではないかと考えられる⁵。MCTSの**並列実行**をしたり、バッチを組んで順伝播したりするアルゴリズムの詳細は不明である。

3. Eloレーティングを用いたAobaZeroの棋力推定

Eloレーティングは、プレイヤーの実力を測る指標もしくはこれを用いる方法の一種である。チェスのようなゲームでは広く普及し利用されている。この方法では、どのプレイヤーにもレーティングと呼ばれる実数値の指標があって、レーティング差 ΔR の相手に勝つ確率は $1/(10^{-\Delta R/400} + 1)$ であるということを仮定する。ここで、差 ΔR の符号は、相手のレーティングの方が高ければ負になるようにとる。

⁵文献[1]の補足資料にて、特に指定のない限り、学習や探索のアルゴリズムとパラメータはAlphaGo Zero [3]と同じであると記述がある(原文は“Unless otherwise specified, the training and search algorithm and parameters are identical to AlphaGo Zero (9)”)であり、“(9)”は本稿の文献[3]を指す。

表2 学習中に行ったアルゴリズムなどの変更。

棋譜数(万)	重み	変更
0		リプレイメモリをランダムプレイヤーで埋める。リプレイメモリは10万棋譜。
12	w1	小さめのResNet部(チャンネル数64、ブロック数15)を使用。
101	w449	AlphaZeroと同じ規模のResNet部を使用。また、リプレイメモリは50万棋譜。
274	w820	前回着手決定時のMCTSの探索木の部分木再利用。
434	w787	学習率 0.0002
572	w930	複数対局を並行実行、順伝播はバッチを組んで行う。新しい重みを配布したときに対局を破棄。これにより300手超の棋譜の生成確率は減少。また、シミュレーションも千日手を判定する同一配置出現回数を2回から4回にし、宣言勝ちする。
961	w1320	新しい重みを配布したときに重みを差し替えながら対局継続。300手超の棋譜生成確率が増加。
1098	w1450	学習率 0.00002
1894	w2047	学習率 0.000002
1895	w2250	着手後のMCTSの勝率推定値が閾値0.1以下になるならば投了。
2212	w2564	投了閾値を誤判断率が0.05におおよそ収まるよう自動調整。閾値は0.2を超える。
2398	w2750	Weight Decay 0.00004 (ここまで0.0002)
2405	w2760	先手が詰んだ時に発現するバグを修正。
2670	w3022	棋譜生成数34285ごとに最新の重みを配布(ここまで10000ごと)。
2835	w3077	リプレイメモリ100万棋譜。

本章ではこの仮定を受け入れレーティングは将棋プレイヤーの勝率を表し、そして将棋プレイヤーの棋力を表すと考える。また、直接対局していない2プレイヤーの棋力の違いを間接的に推定するというもおこなう。なお、レーティングの絶対的な値は、平均的な実力を持つプレイヤーのレーティングが1500になるように定められることが多いが、本章ではそのようなことはしない。基本的には、引き分け1回は、勝ちと負けそれぞれ0.5回に相当することとしたが、floodgateのレーティングは引き分けを無勝負と考える⁶。

3.1 AobaZeroの学習による棋力向上とfloodgateのレーティング

ユーザ参加型のコンテンツを公開し棋譜の収集とNNの配布を継続しながら、学習実験で用いる追実験のセットアップの完成度も徐々に高められていった。

⁶floodgateのレーティングに関する記述(URL: <http://shogi-server.osdn.jp/rating.html>、最終アクセス2021年)参照

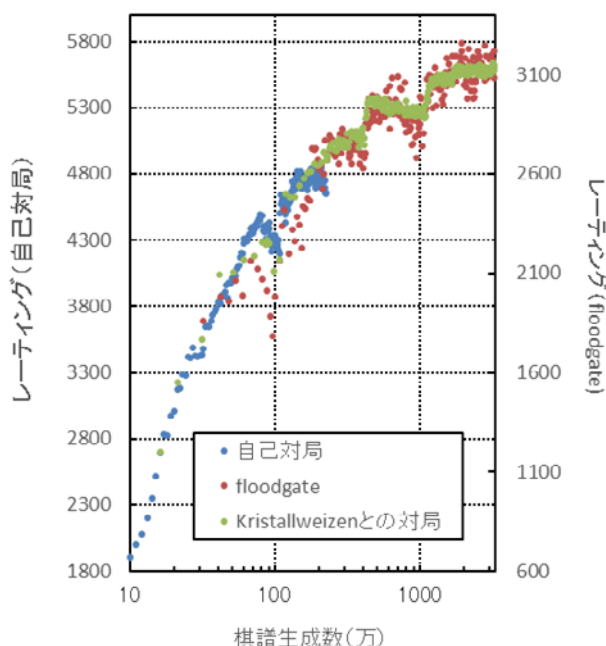


図2 棋譜生成数と AobaZero の棋力の関係。

表2に、2019年3月に公開を開始してからなされた実装や学習アルゴリズムのパラメータの変更を示す。表中の「重み」は、配布した重みのファイル名に含まれている番号を表す。以降、この番号 x の重みファイルのことを w_x のように書く。

NNのResNet部の規模は文献[1]よりも小さめであったが、棋譜生成数が約100万に達したところに同規模のものに差し替えた。

実装の変更のうち、274万と2212万棋譜を生成したところになされたものは、AlphaGo Zero[3]の学習アルゴリズムに沿うように行なわれた。572万棋譜を生成した付近でなされたパッチを組む方法については5章で述べる。

リプレイメモリの大きさは、はじめは10万棋譜に設定した。そして、100万棋譜を生成した付近でAlphaGo Zeroと同じ50万棋譜とし、2835万棋譜を生成した付近で文献[1]の擬似コードに記されている値と同じ100万棋譜とした。

2398万棋譜を生成した付近で設定を変更した「Weight Decay」は、AobaZeroがNNを学習する時に用いる深層学習ライブラリ「Caffe 1.0」[8]のソルバーパラメータであり、このL2正則化の強さを以前の5分の1にしたことに相当する。

図2に、2021年1月ごろまでのAobaZeroの棋力の推移を示す。着手は、シミュレーション数800の逐次アルゴリズムのMCTSで決定した。横軸左は自己対局から推定されたレーティングを、横軸右はコンピュータ将棋連続対

局場所「floodgate⁷」のレーティングを表す。

図中青点は左軸を使って、1点前時点での自己との200対局から得られた各点の勝率を表す。ただし、学習開始時点のレーティングは左軸で0とした。また、学習に使う棋譜を生成するときと同じ方法で着手にランダム性を持たせて、多様な棋譜を生成するようにした。

図中赤点は右軸を使って、floodgateで獲得したレーティングを表す。他2つの系列よりもばらつきが大きいのは、対局数が少なく対局相手の分布も定常的ではないためである。AobaZeroの着手決定のランダム性は上記自己対局のときよりも弱く、MCTSにて根節のNNが出力する着手確率推定値にノイズを付与するのみである。

図中緑点も右軸を使って、Kristallweizen⁸に対する勝率を表す。このプレイヤーは基本的には将棋の評価関数であり、これを将棋プログラムとして動作させるために「やねうら王実行ファイル詰め合わせ V4.83」を使用した⁹。勝率は、やねうら互角局面集¹⁰から24手目の手番400個を無作為に選び、それぞれの手番から先後を変えて2回対局して得られる計800の対局から推定した。

Kristallweizenは逐次アルゴリズムで着手を決定し、思考の打ち切りは探索節点数で行った。MCTSを打ち切る節点数の閾値は、学習する棋譜の生成に伴い棋力が変化するAobaZeroの勝率が0や1に接近することがないように、1千から50万の区間から選んだ。そして、閾値5万のKristallweizenはレーティング2600だと仮定してAobaZeroのfloodgateのレーティングを推定した。

図2右軸と左軸の目盛りは、右軸で測った赤と緑の点に、左軸の青点がよく適合するよう調整されている。これら2系統の目盛りを見比べると、右軸のレーティング差は、左軸では1.5倍程度拡大していることが分かる。自己対局ではレーティング差は大きめに推定されるということと、赤点はばらつきが大きいということから、他プレイヤーに対するAobaZeroの棋力を知りたいならば、緑点が右軸に示すレーティングを見るのが良さそうである。

Kristallweizenとの対局で得られた緑点の精度に関し

⁷コンピュータ将棋連続対局場所 floodgate, URL:

<http://wdoor.c.u-tokyo.ac.jp/shogi/floodgate.html>, 最終アクセス 2021年

⁸第29回世界コンピュータ将棋準優勝 [2] プログラム

「Kristallweizen」, URL: <https://github.com/Tama4649/Kristallweizen>, 最終アクセス 2021年

⁹やねうら王実行ファイル詰め合わせ V4.83, URL:

<https://github.com/yaneurao/YaneuraOu/releases/tag/V4.83>, 最終アクセス 2021年。AVX2用の実行形式をビルドした。探索節点数による思考打切りが厳密になされるようソースコードを変更した。

¹⁰「やねうら互角局面集 10818局面」は、「やねうら王」(URL: <http://yaneuraou.yaneu.com/>, 最終アクセス 2021年)で公開されている。

表 3 AobaZero と elmo(2017 年選手権優勝)との対局実験のプレイヤ情報。表中 10 秒相当とは、表 1 のプレイヤの 10 秒相当の意である。

プレイヤ	説明
AobaZero 10秒相当	<ul style="list-style-type: none"> ・一手着手あたりシミュレーション58万回 ・重み番号 1650 ・MCTS の並列度 18 ・順伝播のバッチの大きさ 7 (RTX 2080 Ti 使用) ・最初の30手めまではMCTSが推定する確率で着手。ただし、確率推定値が最大値から 0.02 以上差が開いている手は選ばない。
elmo 10秒相当	<ul style="list-style-type: none"> ・一手着手あたり探索節点数 2億5100万 ・探索の並列度 6 ・定跡ファイルは elmo 付属の standard book.db ・ハッシュ表の大きさ 8GB ・やねうら王 2017Early KPPTビルド V4.79

で気になることの一つに、やねうら互角局面集の利用がある。この局面集は、AobaZero や Kristallweizen の性能を引き出すようには作られていない。

序盤着手の勝率依存性を調べるために、AobaZero は序盤着手もランダム性を付与しない MCTS で決定し、対局相手は「やねうら王標準定跡¹¹」を使うように対局条件を変更して棋力の変化を計測した。シミュレーション数 800 で着手する AobaZero (w1650) は、

- ・ Kristallweizen (1 手 500k) 相手だと 114 点¹²
- ・ elmo (1 手 346k) 相手だと 155 点¹³

レーティングが増加した。ただし、括弧内の数値は着手 1 回あたりの探索節点数である。この現象は、学習した棋譜で勝率が高かったような着手を AobaZero が序盤から選び続け、互角局面集に含まれる学習した棋譜で出現しにくい戦型(穴熊や先手振飛車、対振で船囲いから急戦など)が出現しなくなったため起きたと思われる。Kristallweizen や elmo¹⁴も評価関数が特徴を適切に扱うことができるような戦型を選ぶよう調整すれば強くなるだろうし、双方に公平な条件での勝率の測定は難しい。

ユーザ参加型のコンテンツとして公開している学習に

¹¹やねうら王定跡ファイル詰め合わせ (v4.73_book, URL:https://github.com/yaneuraou/YaneuraOu/releases/tag/v4.73_book, 最終アクセス 2021 年) の standard_book.zip。

¹²互角局面集を使うと勝率 0.449 (-35 点)、Kristallweizen のみ standard_book.db を使うと勝率 0.612(79 点)、同一棋譜 3 局。

¹³互角局面集を使うと勝率 0.732 (174 点)、elmo のみ standard_book.db を使うと勝率 0.869 (329 点)、同一棋譜 5 局

¹⁴ elmo (WCSC27 版) に付属の standard_book.db を使うと、800 局中に同一棋譜が 75 局生成された。AobaZero 側で最初 30 手までは最善との勝率差 2%以内の着手すべてで着手確率に基づき選ぶようにすると 75 局が 5 局程度に減ったが、勝率は 0.88 程度とあまり変わらない。

よって、シミュレーション数 800 の逐次アルゴリズムの MCTS により着手する AobaZero の棋力は、floodgate のレーティング 3100 を超えるまでに向上した。学習の棋譜生成数 460 万、1100 万、1700 万付近では、学習率を 10 分の 1 に減らしたためレーティングが大きく上昇している。学習率をさらに小さくすると、あともう少しだけ棋力が向上する可能性がある。

3.2 AobaZero と AlphaZero の棋力の比較

表 1 のような条件で、1 手着手するたび 15 秒追加する持ち時間 3 時間の対局をおこなう AobaZero や elmo¹⁵を準備したり、AlphaZero と他の条件で AobaZero を直接対局させたりすることはできない。そのため、Elo レーティングの仮定の他にも、本節では MCTS の並列アルゴリズムの実行効率が AlphaZero と AobaZero で同等であり、シミュレーション数のみに基づいてレーティングの換算を行えばよいということを仮定する¹⁶。また、対局実験の規模も縮小し、表 3 のような条件で AobaZero と elmo の対局を行うこととする。

表 4 に AlphaZero と elmo の対局実験の結果を再掲する。表 1 の AlphaZero は elmo に対し、勝率 0.918 (レーティング差 420) である。AlphaZero が先手ならば勝率 0.982 (後手 elmo とレーティング差 695)、後手ならば勝率 0.853 (先手 elmo とレーティング差 305) である。

一方、表 3 の AobaZero (10 秒相当) は elmo (10 秒相当) に対し、勝率 0.741 (レーティング差 183) である。AobaZero (10 秒相当) が先手ならば勝率 0.806 (後手 elmo と差 247)、後手ならば勝率 0.676 (先手 elmo と差 128) である。AobaZero (10 秒相当) と elmo (10 秒相当) の対局実験の結果をまとめると次のようである。

- ・ 勝率 0.741 (127 勝 7 分 42 敗) 差 183
- ・ 先手勝率 0.806 (69 勝 4 分 15 敗) 宣言 68 勝 差 247
- ・ 後手勝率 0.676 (58 勝 3 分 27 敗) 宣言 39 勝 差 128

¹⁵2017 年の選手権優勝プログラム elmo は URL: https://mk-takizawa.github.io/elmo/howtouse_elmo.html (最終アクセス 2021 年) より取得可能。これも基本的には評価関数であり、同 URL で紹介されているプログラム「やねうら王 2017Early KPPT ビルド V4.79」(URL: <https://github.com/yaneuraou/YaneuraOu/releases/tag/v4.79engine2017>, 最終アクセス 2021 年) とともに動作した。

¹⁶この仮定がどの程度妥当であるかは分からない。AlphaZero の対局実験では第 1 世代 TPU を 4 つ使用し、MCTS のシミュレーション速度は毎秒 5 万 8 千回であった。そして、AobaZero が複数対局を並列実行して学習する棋譜を生成すると、GPU (NVIDIA 社の GeForce RTX 2080 Ti) 1 つを利用した場合、並列度は 85、バッチの大きさは 28、シミュレーション速度は毎秒 1 万 1 千回程度になる。複数対局の並列実行は容易であり、MCTS と比較して並列アルゴリズムによる効率の向上が大きめになると考えられるが、この GPU を 10 枚も利用すれば、MCTS の実行効率は AlphaZero と並ぶのではないかという感触はある。

表 4 図 1 の棒の長さを読み取って得た、表 1 の AlphaZero と elmo の対局実験の結果と、そこから推定されたレーティング。レーティングは先手のときと後手のときで異なると考えて、 R_{cb} は先手 elmo のレーティング、 R_{ew} は後手 elmo のレーティング、 ΔR は $R_{cb} - R_{ew}$ である。

AlphaZero	勝率	レーティング (先後差)
持ち時間 1/100		
後手	0.456 (0.428, 0.056)	$R_{cb} - 31$
先手	0.499 (0.496, 0.005)	$R_{ew} - 1$
(30 - ΔR)		
持ち時間 1/30		
後手	0.691 (0.680, 0.021)	$R_{cb} + 140$
先手	0.796 (0.791, 0.009)	$R_{ew} + 237$
(97 - ΔR)		
持ち時間 1/10		
後手	0.713 (0.699, 0.028)	$R_{cb} + 158$
先手	0.912 (0.912, 0.000)	$R_{ew} + 406$
(248 - ΔR)		
持ち時間 1/3		
後手	0.808 (0.800, 0.016)	$R_{cb} + 250$
先手	0.956 (0.952, 0.008)	$R_{ew} + 535$
(285 - ΔR)		
持ち時間 1		
後手	0.853 (0.842, 0.022)	$R_{cb} + 305$
先手	0.982 (0.982, 0.000)	$R_{ew} + 695$
(390 - ΔR)		

勝率を推定した対局数が 176 局と少ないのが不満だが、この実験を行うのにも GPU (RTX 2080 Ti) 1 つを使い 4 ヶ月の時間がかかっている。

Elmo レーティングは通常、思考時間などの何らかの対局条件が変化しても各プレイヤーのレーティングは変わらないと考えて運用される。本節でも、10 秒相当の条件で得られたレーティングと、図 1 の対局実験で得られたレーティングとが比較可能であるとする。ただし、思考時間が極端に少ない (シミュレーション数で 8000 以下の) 対局条件では、AobaZero の elmo に対する勝率が向上するという傾向は見いだされている。対局実験の結果

・1手 800 回 対 elmo の 1手 346k 勝率 0.879¹⁷

・1手 8000 回 対 elmo の 1手 3462k 勝率 0.809¹⁸

から、第一項目の勝率は、10 秒相当での対局実験 (勝率 0.741) より有意に大きい。この傾向は、AobaZero には探索木が特定の深さに達しないと発動しないような枝刈りの仕組みがないため現れたと考えている。

そして、これらの結果から AlphaZero と AobaZero (10 秒相当) とのレーティング差を次のように得る。

- ・レーティング差 237 (420 - 183 より)
- ・レーティング差 (先手) 448 (695 - 247 より)
- ・レーティング差 (後手) 177 (305 - 128 より)

つぎに、規模を縮小するため行った、elmo の探索並列度の 44 (表 1) から 6 (表 3) への変更の影響を補うための補正を試みる。elmo の探索節点数を表 3 のさらに 10 分の 1 にして、elmo の探索並列度 44 と 6 の棋力の差を Kristallweizen (並列度 16 の 550 万節点の探索で着手) との対局で推定すると、これはレーティング差で 89 であった¹⁹。したがって、AobaZero のレーティングを 89 増やして補正することとする。

さらに、AobaZero (w1650) が少々古く、最新の重みを使うとレーティングが 40 程度向上するので、さらに 40 増やして補正する。

これらの補正後、レーティング差は次のようになる。

(平均) 108 (420 - 183 - 89 - 40 より)

(先手) 319 (695 - 247 - 89 - 40 より)

(後手) 48 (305 - 128 - 89 - 40 より)

大胆な仮定を置き、対局数 176 局も少ないため分からないことが多い。それでもこの数値だけを見ると、後手番ならば AobaZero の棋力は AlphaZero の棋力に追いつている可能性がある。

本節で行った棋力の比較では、不思議な点が 2 つある。

一つめは、なぜ先手を持ったときのレーティング差が大きくなるのかということである。表 4 を見ると、AlphaZero の思考時間が増加するほど、先手と後手を持ったときのレーティング差が開いていって先手が強くなる。もしかすると、この現象が関係しているのかもしれない。

二つめは、2017 年選手権優勝プログラムの elmo に対して、AobaZero の宣言勝ちが想像以上に多いということである。文献 [1] での elmo に対する宣言勝ちの数は不明である。512 手までに勝敗が付けばよいという基準で学習したことが関係しているのかもしれない。

3.3 前回 (2019 年) の選手権と今回のオンライン大会の AobaZero の棋力比較

著者らは、2019 年の世界コンピュータ将棋選手権から今回のオンライン大会までの約 1 年間で、AobaZero のレーティングが 1 千程度向上したのではないかと考えている。本節では、この棋力向上の内訳を述べる。

前回の選手権から今回の大会までで、NN の重みの質が向上していた。それぞれの重みの質を、それを使ったシミュレーション数 800 の逐次アルゴリズムの MCTS で着手

¹⁷内訳は先手勝率 0.89、後手勝率 0.87。先手勝ちの 83% は宣言

¹⁸内訳は先手勝率 0.83、後手勝率 0.79。先手勝ちの 94% は宣言

¹⁹elmo に限らず大抵、節点数が同じならば、探索並列度が低い方が強い。

する AobaZero の棋力 (floodgate のレーティング推定、図 2 参照) で示すと次のようである。

- ・前回 : w474 レーティング 2501
- ・今回 : w1090 相当 レーティング 2966

ただし、「w1090 相当」は、前後複数の重みの平均をとって得られたものである。前回から今回までの NN の重みの質向上により、AobaZero のレーティングが 470 程度向上した。

さらに、並列アルゴリズムの MCTS の毎秒シミュレーション数も向上していた。NN の順伝播の速度は、アルゴリズムや実装の変更 (5 章参照) により 1.7 倍、バッチを組んで複数の NN の入力をまとめて処理することにより 4 倍速くなった。そして、さらに MCTS での GPU (RTX 2080 Ti) 利用数を 1 から 6 に増やし、並列アルゴリズムの MCTS の毎秒シミュレーション数はおよそ、550 (前回) から 22 倍の 12,000 (今回) になった。

著者らには、MCTS のシミュレーション数が 2 倍になると floodgate のレーティングは 100 程度増加するという感触がある。これを用いて、前回から今回までのレーティングの増加を次のように推定する。

$$450 \approx 100 \times \log(22) / \log(2)$$

さらに、今回は予測読みの機能が実装されていて、これにより floodgate でおよそレーティング 50 増は達成されたのではないかという感触がある。

最後に、前回の選手権から今回のオンライン大会までの重みの質の向上、毎秒シミュレーション数の増加、予測読みの実装による棋力の向上すべてを floodgate のレーティングで推定すると次のようになる。

$$970 = 470 + 450 + 50$$

3.4 学習棋譜生成用の AobaZero とプロ棋士の棋力比較

この節では、floodgate で推定した AobaZero のレーティングを利用して、間接的にプロ棋士と棋力を比較する。プロ棋士の基準となるのは千田翔太 7 段である²⁰。前半では同氏 (当時 5 段) の floodgate での棋力を推定し、後半で AobaZero とプロ棋士の棋力を比較する。

まずは、千田 7 段の floodgate でのレーティングを、同氏の 2015 年の Apery との対局成績および Apery の floodgate のレーティングで推定する。

千田 5 段は 2015 年、Apery_WCSC25 と持時間 1 時間 (切れたら 1 手 1 分) で 54 局対局し、勝率 0.20 (10 勝 40 敗 4 千日手、千日手は無勝負とする) の成績を得た²¹。

²⁰ 日本将棋連盟棋士データベース, URL: <https://www.shogi.or.jp/player/>, 最終アクセス 2021 年

²¹ Apery_WCSC25 1 時間 (2015 年 6 月), URL: http://blog.livedoor.jp/mizumon/_archives/728040.html, 最終アクセ

Apery_WCSC25 とは、第 25 回世界コンピュータ将棋選手権バージョンの Apery のことである²²。このとき、Apery はマシン「Intel Core i7 5960X (8 コア、メモリ 16GB)」上で動作していたようである。この勝率から計算した Apery とのレーティング差は-240 程度である。

つぎに、Apery (前述と同じバージョン) の floodgate のレーティングを推定するため、性能が近いマシン「Intel Xeon E5-2687W (3.1GHz、8 コア)」で 8 スレッドを使い、floodgate に apery_WCSC25_E5-2687W_8t の名前で参加させた²³。対局数が 495 になったとき表示されたレーティングは 3066 であった²⁴。

ここまでの結果から、千田 5 段の floodgate のレーティングを推定するための計算は次のように書ける。

$$2826 = 3066 - 240$$

ここで、思考時間が 4 倍程度異なる二つの対局条件下²⁵で推定した 2 つのレーティングの比較を行っている点に注意する。人間対マシンでこのようなことをした場合にどの程度の誤差が生じるのかは分からないが、本節ではこの影響を無視することとする。Apery の探索節点数を 4 倍程度にすると、レーティングは 200 程度増加する²⁶。したがって、この影響を無視するということは、千田 5 段も思考時間 4 倍ならレーティングは 200 程度増加すると仮定したことに相当している。

ス 2021 年。不屈の棋士、大川慎太郎、講談社、2016

²² 第 25 回世界コンピュータ将棋選手権バージョンの Apery は URL: <https://hiraokatakuya.github.io/apery/> (最終アクセス 2021 年) で紹介されていて、ソースコードも公開されている。

²³ このマシンは千田 5 段との対局のときよりも少しだけ性能が高く、毎秒探索節点数はおそらく 1 割程度多い (レーティングで 10 程度増)。これは同氏の棋力を過大評価する要因となりえるが、本節ではこれを無視する。

²⁴ URL: http://wdoor.c.u-tokyo.ac.jp/shogi/view/show-player.cgi?event=LATEST&filter=floodgate&show_self_play=1&user=apery_WCSC25_E5-2687W_8t, 最終アクセス 2021 年

²⁵ floodgate での対局条件は持時間 5 分 (1 手ごとに 10 秒加算) である。

²⁶ 探索節点数増に対するレーティング増は、floodgate に記録されている以降 6 つのレーティングからも見積もることができる: 1. 3962 (Krist_483_473stb_16t_100m), 2. 3250 (Krist_483_473stb_1000k), 3. 2807 (Krist_483_473stb_100k), 4. 3330 (elmo_WCSC27_479_4t_10m), 5. 3027 (elmo_WCSC27_479_1000k), 6. 2655 (elmo_WCSC27_479_100k)。名前の Krist_483_473stb と elmo_WCSC27_479 は将棋プログラム、xt や xt は探索並列度が x ということ、そして最後の 100m や 1000k などは探索節点数であろう。1 番と 2 番では、思考時間 100 倍でレーティング差が 712 であるということから、思考時間 4 倍ならばレーティングは 214 増 ($712 \times \log(4) / \log(100)$ より) である。同様に 2 番と 3 番から 267、4 番と 5 番から 182、5 番と 6 番から 224 が得られる。そして、これら 4 つのレーティング差からえられた 4 つの勝率の平均値 0.780 から、思考時間 4 倍でレーティング 200 程度増が得られる。



図3 ▲水匠と△AobaZeroの対局の一局。ここから後手玉はいったん押し戻されたが、最後は左から入玉を果たす。

ここまでで、千田5段のfloodgateでのレーティングが推定された。ここから、AobaZeroとプロ棋士の棋力を比較する。

プロ棋士のレーティングをまとめ公開しているウェブページでは²⁷、千田5段の2015年6月2日のレーティングは1683である。本節では、floodgateのレーティングに換算するため、このウェブページが表示するレーティングに1143 (2826 - 1683より)を足すこととする。

同ウェブページにおける2020年9月27日のトップ棋士は藤井聡太二冠、レーティングの表示は1978であった。また、千田7段の同日の表示は1837である。そして、次のようにしてfloodgateのレーティングを計算する。

- ・藤井二冠 (2020-09-27) 3121 (1978 + 1143より)
- ・千田7段 (2020-09-27) 2980 (1837 + 1143より)
- ・千田5段 (2015-06-02) 2826 (1683 + 1143より)

この結果に基づけば、floodgateに参加している将棋プログラムの中では、たとえばgikou2_1c (レーティング3300)は人間トッププレイヤーの棋力に達している可能性が高い。

図2より、シミュレーション数800の逐次アルゴリズムのMCTSで着手するAobaZeroは、floodgateでレーティング3150程度である。したがって、現在AobaZeroが学習している棋譜は、人間トッププレイヤー程度の棋力をもつプレイヤーの着手決定にランダム性を付与して生成されていると考えることができる²⁸。

²⁷将棋連盟 棋士別成績一覧、<http://kishibetsu.com/>、最終アクセス2021年

²⁸毎秒着手数は、GPU (RTX 2080 Ti、棋譜生成の並列度85、バッチの大きさ28) 1つで14程度である。

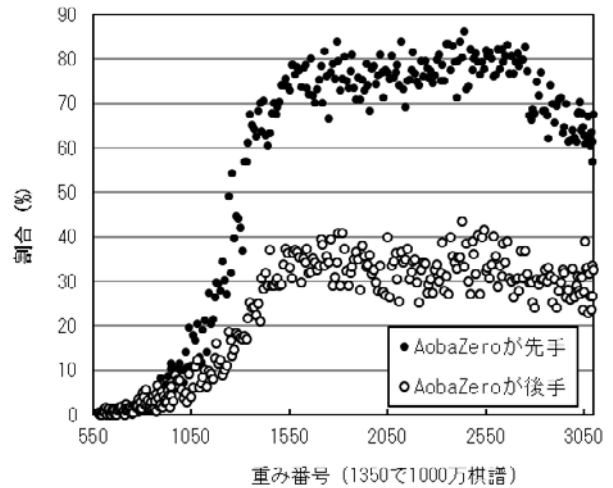


図4 Kristallweizen との対局で宣言勝ちになる割合の変遷 (1万棋譜ごと)。

4. AobaZeroの対局成績と棋風に関する感想

本章では、将棋プログラムの大会におけるAobaZeroの局結果や棋風に関する感想や、AobaZeroが獲得した将棋の知識のいくつかについて、主観的な考えも取り入れながら述べる。

4.1 対局の成績と感想

2020年5月3日から2日間開催された世界コンピュータ将棋オンライン大会に参加したAobaZeroは1日目、5勝3敗(8位/28チーム)で予選を通過した。そして2日目、決勝トーナメントでは3勝3敗2分(15位/28チーム)の成績を得た。

AobaZeroは、入玉将棋は得意なようだった。これはこれで良いと思うのだが、512手以内に宣言勝ちできればそれでよいという判断基準で学習していたため、Noviceとの対局で320手引き分けになったことが悔やまれる。

2020年7月19日には竜電戦第2回予行演習が行われた。22チームが参加しAobaZeroは3位であった。大会のルールはAobaZeroの都合に合わせて頂いたかのように最大手数512手、長手数での宣言勝ちが得意なAobaZeroは力を十分に発揮した。この大会でAobaZeroは、5月のオンライン大会の優勝プログラム「水匠」に勝つという金星をあげた。図3はその対水匠戦の170手目である。ここからAobaZeroは、右から入玉するののかと想像していたら押し戻され、再び左からの入玉を試み、気が遠くなるような道のりで340手目に入玉を果たした。最後は最大手数超えすれすれの510手目で宣言勝ち。水匠はThreadripper 3990X (64コア128スレッド)で動いていたそうである。AobaZeroはRTX 2080Ti 6つであった。

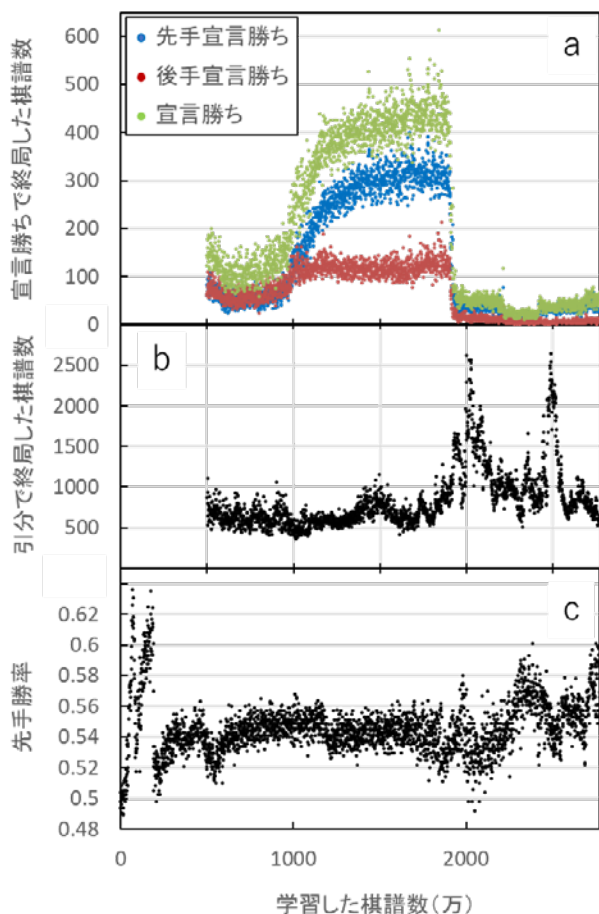


図5 学習した棋譜（自己対局）の宣言勝ち数、引き分け数、先手勝率の変遷（1万棋譜ごと）。

4.2 棋譜の統計情報に思うこと

AobaZero は自己対局ではそうではないのだが、他の将棋プログラムとの対局では宣言勝ちが得意になる。

図4は、Kristallweizen との対局（図2の緑点）での宣言勝ちの割合である。w950(600万棋譜)から宣言勝ちが増えている。特に先手番での宣言勝ちが増え、w1600(棋譜生成数1250万)では先手で勝った将棋の80%近くが宣言勝ちである。w2760(棋譜生成数2409万)付近から先手の宣言勝ちの割合が80%から下がっている。これは詰んだ先手を負けと判定するバグを修正した時期と一致している(表2参照)。無理に宣言勝ちしなくても詰ませて勝つ方向へ学習が進んだのかもしれない。ただ、後手での宣言勝ちも減っているなので、同時期に行った「Weight Decay」の変更(表2参照)のためかもしれない。こういった変化はあったものの、棋力に変化はなかった。

将棋で寄せに行くときは駒を渡すことが多く、その反動で頓死したり王手の連続で要駒を抜かれてしまったりする。寄せを目指すのは危険で、それよりは点数勝ちを目指すほうが安全なのかもしれない。実際、5手詰がある

局面でも詰まらずに入玉し、点数で勝つ手を選んだりもする。

宣言勝ちが多いというだけでなく、先手と後手での宣言勝ちの割合にここまで差がでることも驚きである。27点法(28点なら先手勝ち、27点なら後手勝ち)は²⁹、宣言勝ちを目指すならば後手が有利と思っていたが、この条件ですら後手は不利なようである。29点で先手勝ち26点で後手勝ち、などして、もっと点数に差をつけるべきかもしれない。

自己対局での宣言勝ちの出現頻度はどうであろうか。図5aに、自己対局(図2の青点)での宣言勝ちの棋譜数を示す。950万棋譜ぐらいから宣言勝ちが増え、多い時には1万局中450局(4.5%)近くが宣言勝ちになった。そして、学習を開始してから1907万棋譜生成付近で、宣言勝ち是最も顕著に減った。これは、着手後のMCTSの勝率推定値が10%越えて投了するように変更(表2参照)した時期とおおよそ一致する。ほぼ勝敗が決した長手数(の棋譜)が減ったためと思われる。さらに、後手よりも先手での宣言勝ちの方が多という現象は自己対局でもみられた。

宣言勝ちの数のほかに、引き分けの数と先手勝率も調べた。図5bは1万棋譜ごとの自己対局(図2の青点)での引き分けの数である。内訳は、ほぼすべてが千日手で512手超えはまれであった。図中の二つのピークは2025万と2487万棋譜生成付近にあり、25%ほどが千日手になっている。このようなピークが現れた理由は分からない。

図5cは自己対戦での1万棋譜ごとの先手勝率である。全体的に、先手勝率は0.54付近でばらついている。学習中期よりも、初期(500万棋譜程度を生成するまで)と後期(2000万棋譜程度を生成してから)に大きな変動が見られる。このようになった理由も分からない。

4.3 AobaZero が発見した将棋の知識について

本節では、AobaZero が自己対局型の学習を行い発見した将棋の知識を観察し分かったことをいくつか述べる。この観察は、学習中のNNの様々な番号の重みそれぞれを使い、重みが等しいAobaZero 同士の対局(図11以外はランダム性の付与なし、シミュレーション数800)を行い出現した棋譜をもとになされた³⁰。

²⁹ NNの入力値には、対局開始から数えた着手数が含まれる。したがって、NNは表現能力や学習の成果が十分ならば、宣言勝ちに必要な手番プレイヤーの点数を認識可能である。

³⁰棋譜は、次のウェブサイトで開催されている。

URL: http://www.yss-aya.com/aobazero/no_noise/sample.html、最終アクセス2021年。

脇システム、ひねり飛車の再発見

w1550 で生成した棋譜に、相矢倉の脇システムが見られた (図6)。ここから▲64 角△同銀▲26 銀△69 角▲15 歩△同歩▲48 飛△75 歩▲68 金寄△76 歩▲同銀△75 歩 (図7) と進み、2020 年 7 月 13 日の屋敷一羽生戦 (棋王戦) と 1 筋の突き捨てがある以外は同一になった。AobaZero は次に角を取ったが、屋敷 9 段は▲85 銀であった。

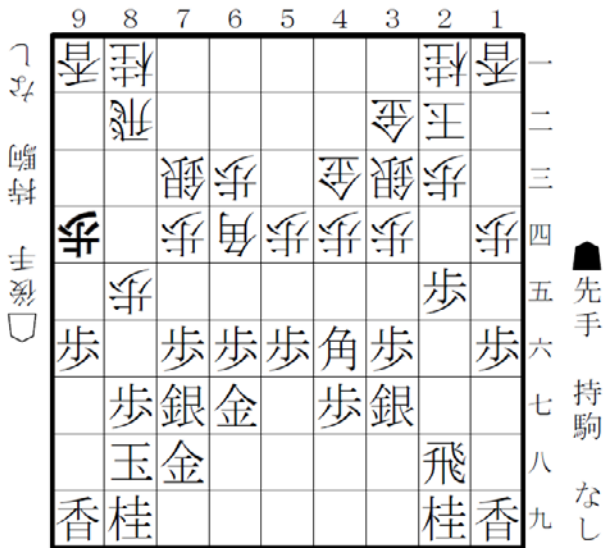


図6 脇システムを再発見 (w1550 で出現)。

w1960 で生成した棋譜に、ひねり飛車が登場した (図8)。先手が飛車を振っているが、これは▲26 飛、▲36 飛 (縦歩取)、▲76 飛と回ってきた飛車である。後手で美濃囲いは多いが先手でもきれいな美濃囲いに組んでいる。

見つけた新手筋？

図9 は w890 で生成した棋譜の 37 手目で、後手が棒銀で銀交換した瞬間に▲61 銀とした局面である。普通は飛車成を受けるために▲87 歩と受けるが、▲29 飛が利いているので大丈夫である。また△51 金や△62 金で普通は簡単に受かるが△62 金は▲95 角△82 飛から角を切って▲52 金と王手飛車をかけ▲82 飛と打つ手が厳しいので▲61 銀は成立している。

図10 は w2140 の棋譜の 27 手目で▲66 歩がただである。初手▲76 歩に△44 歩と指すパックマンという指し方があるのだが、この展開で指すのは初めてみる。しかし後手もこの歩を取らない。△66 同角には、▲46 銀で▲35 歩からの棒銀の狙いがあり、△22 銀の受けには▲67 銀△44 角▲56 歩で角の処置に困るため、取る手は危険なようである。

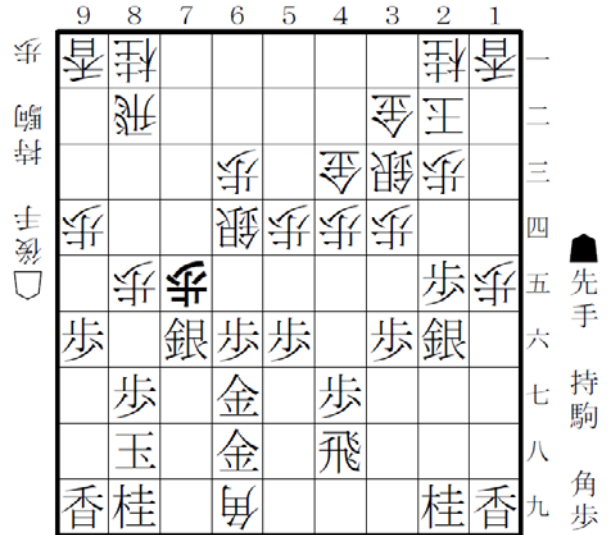


図7 屋敷一羽生戦とほぼ同一の局面に (図6 から 12 手後)。



図8 ひねり飛車の再発見 (w1960 で出現)。



図9 棒銀の反撃で▲61 銀 (w1960 で出現) が目新しい。

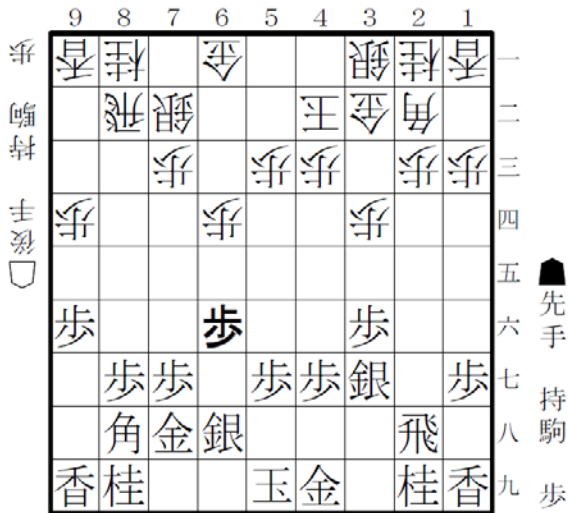


図10 ただで取られてしまいそうな歩突き(w2140で出現)。



図12 この局面で AobaZero は▲91馬と香車を取った(△19馬に取り返されることを読めない)。



図11 学習中に生成した棋譜に出現した穴熊。

穴熊の再発見

穴熊は指さないと考えていたが、学習した棋譜すべてを調べると矢倉穴熊は頻りに出現していた。図11は13357454番の学習棋譜の44手目で、きれいな穴熊に組んでいる。相手は四間飛車で高美濃。穴熊を再発見したといっても、棋譜に現れたものはほぼすべて矢倉から穴熊に組み替える矢倉穴熊で、▲78金▲79金と固める典型的な穴熊ではない。1335万棋譜からの1万棋譜で矢倉穴熊が最多の13回出現しており、矢倉穴熊はこの付近で発見していたようだ。▲99玉▲98香▲88銀▲89桂のような形(左右反転、先後反転で計4通り)が50手目までに出現した棋譜数は2925万棋譜中5799であり、そのほとんどが▲78金型で、▲79金型は8棋譜だけだった。

馬の長い移動を読み抜け

図12は、将棋プログラム「二番紋り」作者の芝さん(48さん)が指摘した局面で³¹、先手が AobaZero で後手が二番紋り。ここで AobaZero は▲91馬と、後手の馬が遠く19から利いているのに香を取ってしまった。なんと、△同馬と取り返す手を完全に読み抜けていたようである。w1525でのNNの出力する着手確率推定値を見ると、△91馬(19)の推定値は、141ある可能手の中で最も低かった。これだけ推定値が低いと、MCTSで先手の馬を後手の馬で取り返すシミュレーションがなされることは殆ど無いであろう。

△91馬(19)の着手確率推定値が低くなる現象が起きる原因をさぐるため、馬が19から91に移動する手の出現頻度を調べると、直近で学習した棋譜96万に含まれる11733万手中で33回であった。またプロ棋士の3万2千棋譜でも2回しか出現していなかった。この出現頻度の低さは、△91馬(19)の推定値を低くした一因であろう³²。

また、着手の確率分布を符号化する方法を dlshogi が採用しているもの³³に変えてこの現象が改善するのかが

³¹ 48's diary, URL: <https://bleu48.hatenablog.com/>, 最終アクセス2021年。「AobaZeroで遊ぼう13(近況編)」より。

³² 損失関数を小さくするようにNNの学習はなされているということ考えると、殆ど出現しないようなゲーム状況にもNNを適合させることは、L2正則化項の値を増加させてしまうため、学習する棋譜の生成数を増やしても困難である。

³³ 着手確率分布を移動先の升目を大きさ9×9の平面で、移動の成り不成・方向を20チャンネルで表現する。したがって、駒打ち用の7チャンネルも含めると、確率分布は2187個(9×9×27より)の数値列により表現される。この数値列の長さは、AlphaZeroのその1/5程度である。TadaoYamaokaの日記(URL: <https://tadaoyamaoka.hatenablog.com/>, 最終アクセス2021年)の「将

調べたところ³⁴、問題となっている△91馬 (19) の着手確率推定値は141ある可能手の中の51番目にまで改善した。出現頻度の低さだけでなく、着手の確率分布の符号化の方法も、△91馬 (19) の推定値を低くした要因となっていたのかもしれない。

ただ、符号化方法を変えて推定値の順位が若干改善されたとはいえ、51番目では現実的な対局条件で読み抜けを防ぐことができそうにない。統計データはないが、学習初期段階から、飛角の長い利きの両取りなどの認識は苦手であったという印象がある。長い利きの情報をNNに入力すると、この現象は改善するかもしれない。

5. ニューラルネットワークの推論の計算効率化

GPUを用いたAobaZeroのNNの推論の計算スピードは、前年度の選手権参加時点から大幅に向上した。本章では、この部分に焦点を当てて解説を行い、これの高速化に関して我々が現状持っているいくつかの技術的な知見を紹介する。

5.1 OpenCLを用いた順伝播の実装

前年度の選手権時のAobaZeroでは、LZのソースコードを流用して順伝播していた。我々は今年度、この部分の独自実装もおこない、対局の並列実行を可能にして、GPUを利用した順伝播の効率をさらに追求した。実装自体は新たに書き上げられたものではあるが、これの設計指針はLZの影響を一定程度受けている。

AobaZeroのGPUを利用した順伝播の実装はLZと同様に、クロノス・グループが開発したヘテロジニアス環境を前提とした並列プログラミング規格「OpenCL³⁵」を用いて記述した。バージョン1.2のOpenCLの実装は現時点において、広く流通しているノートPCに搭載されているようなインテルUHDグラフィックスシリーズや、ゲーミングデスクトップPCに搭載されているようなNVIDIA GeForceシリーズに存在し、広く普及している。NVIDIA社が提供する深層学習ライブラリcuDNN³⁶を用いた同社GPU用の順伝播の実装も試みたが、現状のAobaZeroではこれは効率の向上に寄与していない。

5.2 畳み込み層の順伝播のアルゴリズム

棋でディープラーニングするその46 (出力ラベルの表現方法) 参照。

³⁴既に生成された棋譜を使って、符号化方法と出力付近の構造を変更したNNを新たに学習した。

³⁵OpenCL, URL: <https://www.khronos.org/opencl>, 最終アクセス2021

³⁶cuDNN, URL: <https://developer.nvidia.com/CUDNN>, 最終アクセス2021

NNの順伝播に要する計算時間のほとんどは、畳み込み層 (チャンネルの大きさ 9×9 、カーネルの大きさ 3×3 、出力チャンネル数256)の順伝播の部分に費やされる。本節では、AobaZeroの実装に採用されている、この畳み込み層を効率良く順伝播するためのLavinらの高速アルゴリズム $F(3 \times 3, 3 \times 3)$ を示す [11]。ここで、 F の二つめの引数は出力の各チャンネルの大きさが 3×3 、二つめの引数はカーネルの大きさが 3×3 の意である。

まずは、バッチを組んだ畳み込み層の順伝播を考えよう [6]。大きさ N のバッチの要素を i 、出力のチャンネルを k 、出力の各チャンネルの平面 (大きさ 9×9)の格子点を (x, y) 、カーネルの大きさを 3×3 、入力チャンネル数を C で表す。出力 $Y_{i,k}$ 、入力 $D_{i,c}$ 及びカーネル $G_{k,c}$ は沢山の実数値 (AobaZeroの実装では浮動小数点数) からなり、これらに対して、順伝播は

$$Y_{i,k}(x, y) = \sum_{c=1}^C \sum_{u=1}^3 \sum_{v=1}^3 D_{i,c}(x+u, y+v) G_{k,c}(u, v) \quad (1)$$

が満たされるようになされる。入力 $D_{i,c}$ の各チャンネル c の平面は、大きさが本来は 9×9 であるが、ここでは幅1でパディングして 11×11 にした後に座標原点を適切に取り直すことで得られたものとする。また、畳み込み層のバイアス項はLavinらの高速アルゴリズムでは考えない。出力 $Y_{i,k}$ は 9×9 の行列、入力 $D_{i,c}$ は 11×11 の行列、カーネル $G_{k,c}$ は 3×3 の行列とみなすこともできる。

ここで、大きさ 9×9 の平面の格子点で表された式 (1) を、 3×3 のタイル9つに分割する。また、バッチの要素 i とタイル番号を、1つのインデックス $b \in \{1, \dots, 9N\}$ でまとめて指し示す。これらのことをすることによって、出力 $Y_{i,k}$ は 3×3 の行列 $y_{k,b}$ に分割される。また、入力 $D_{i,c}$ も同様に、 5×5 の行列 $d_{c,b}$ に分割される。そして、式(1)から

$$y_{k,b} = \sum_{c=1}^C d_{c,b} * g_{k,c} \quad (2)$$

が得られる。ただし、演算 $*$ は2次元の畳み込みを表す。

式(2)は、1次元のWinogradの最小フィルタリングアルゴリズム [12] を入れ子にして2次元にし、次のように書き換えることができる。

$$y_{k,b} = A^T \left[\sum_{c=1}^C U_{k,c} \odot V_{c,b} \right] A \quad (3)$$

ただし、演算 \odot は行列の成分ごとの積（アダマール積）を表し、大きさ 5×5 の行列 $U_{k,c}$ と $V_{c,b}$ は

$$\begin{aligned} U_{k,c} &= G g_{k,c} G^T \\ V_{c,b} &= B^T d_{c,b} B \end{aligned} \quad (4)$$

で定義される。行列 B, G, A は文献 [11] の補足資料にて

$$\begin{aligned} B^T &= \begin{pmatrix} 2 & -1 & -2 & 1 & 0 \\ 0 & -2 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & -3 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & -1 & -2 & 1 \end{pmatrix} \\ G &= \begin{pmatrix} 1/2 & 0 & 0 \\ -1/2 & -1/2 & -1/2 \\ -1/6 & 1/6 & -1/6 \\ 1/6 & 1/3 & 2/3 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\ A^T &= \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 4 & 1 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (5)$$

のように与えられる。

Lavin らの高速アルゴリズム $F(3 \times 3, 3 \times 3)$ では、出力のチャンネル k すべてと、タイルとバッチの要素をまとめて指し示す b すべてに対して式 (3) の $y_{k,b}$ を求める。

この計算方法には次の 4 つの好ましい性質がある。

1. 式 (3) の c に関する総和とアダマール積は、 $5 \times 5 = 25$ 回の行列積に変換できる（一般に、GPU は行列積を求めることが得意）。
2. 式 (4) の行列 $U_{k,c}$ は NN の重みを更新しない限りにおいて変化しないため、これを求める計算は事前に行うことができる。
3. 式 (3) や式 (4) の行列 $V_{c,b}$ を得る計算で A や B の成分は、数十個しかない上に全て定数であり、廉価で遅いメモリをさほど利用せずに値が保持・参照できる。
4. 式 (3) や式 (4) の行列 $V_{c,b}$ を得る計算では、 A や B が疎で成分すべてが整数である。

性質 1 の恩恵をできるだけ得るため積をとる行列の行や列の数は、現在の GPU の演算ユニットを用いた分割統治法による並列化計算に都合よい 16 や 32 のような数の倍数にしたい。添え字 k と c の値は 256 通りあり、これ

らの方向の行や列の数は丁度キリの良い値になる。その一方で、 $9N$ 通りの値が存在する添え字 b はキリの悪い列数（行長）を与える。そのため行列をゼロ埋めして、 b 方向の列数もキリの良い値になるように増やす。このとき、できるだけ埋めこまれたゼロとの無駄な積や和を計算したくないので、 N は 3 や³⁷、7 など³⁸の値にする。

5.3 半精度浮動小数点数の利用

現在市場によく出回っている GPU は基本的に、浮動小数点数ならば IEEE 754 の単精度で(float 型)で表現し³⁹、これは高速に演算するよう設計されているようである。そして、OpenCL を利用した汎用性重視の実装においては他の精度を使用するときに注意を要する。

現状の AobaZero の実装でも、順伝播は基本的に単精度で行なう。そして高速化を追求するため、OpenCL 1.2 のビット長 16 の半精度浮動小数点数型「half」も消極的に利用する⁴⁰。なお、OpenCL の half 値は、メモリアクセス時に float へ型変換するロードと、float から型変換するストアをすることが許されるが、四則演算はできない。

半精度の利用箇所は前節性質 1 の GPU を用いた行列積の演算にある。ここで、行列積の計算の一部が

$$c_{nm} = a_{n1}b_{1m} + \dots + a_{nK}b_{Km} \quad (6)$$

だと考えて半精度の利用法を説明する。まず、 a_{mk} と b_{kn} ($1 \leq k \leq K$) はあらかじめ half 型でグローバルメモリにストアしておく⁴¹。つぎに、一定数のこれらの half 値をローカルメモリへ float に型変換してロードし⁴²、積と和も float 型で計算するということを繰り返す。最後に、得られた float 型の c_{nm} をグローバルメモリへ float 型のままストアする。このようにして、避けたいグローバルメモリからの頻繁なロードをビット長 16 の半精度で行うことにより高速化が達成される。

半精度を部分的に利用することにより、インテルや NVIDIA 社の GPU の順伝播の計算時間は 1 割以上削減されるようである。また、NVIDIA 社の行列積演算ユニット

³⁷列数はゼロ埋め数 5 で $32 = 9N + 5$ 、バッチの要素 1 つあたりのゼロ埋め数は $1.67 = 5/N$ となる。

³⁸列数はゼロ埋め数 1 で $64 = 9N + 1$ 、バッチの要素 1 つあたりのゼロ埋め数は $0.14 = 1/N$ となる。

³⁹符号ビット、指数部 5 ビット、仮数部 23 ビットからなる。

⁴⁰符号ビット、指数部 5 ビット、仮数部 10 ビットからなる。

⁴¹OpenCL のグローバルメモリは、GPU では遅いメインメモリで実現されるようである。

⁴²OpenCL のローカルメモリは、GPU では各演算ユニットに近くて速いメモリで実現されるようである。

「Tensor コア」を利用すると、この混合精度の行列の乗算を高速に行うことが可能であり⁴³、計算時間は三割以上削減される。

その一方で、NN が出力する勝率推定値や着手確率推定値は、float 型のみを用いて得た値と異なるものとなり、著者らの経験では稀ではあるが、これらの推定確率が 0.01 ポイント以上離れることもある。

5.4 データ転送時間の削減

GPU と CPU の間には一定の物理的な距離があり、たとえば NVIDIA 社の GPU であれば大抵、CPU との通信は拡張バス「PCI Express」を介して行われる。この節では、AobaZero の実装でなされている、この CPU と GPU との間の通信時間を短くするための 2 つの工夫を説明する。

一つめの工夫は、NN の入力値と出力値の次元を簡易な方法で圧縮して、通信するデータの量を削減したことにある。

入力値は、362 枚の大きさ 9×9 の平面の格子点上の 29,322 個の浮動小数点数値からなる。各平面の格子点の値は、その平面に対応する駒種が升目に在れば 1 で無ければ 0 というものであったり、その平面に対応する升目とは直接的な関連の無い特徴の値（たとえばゲーム開始時点からの手数）で一面敷詰められたものであったりする。前者のような平面では殆どの格子点が 0 なので、値 1 の格子点すべての場所それぞれを 0 から $362 \times 81 - 1$ の整数値 1 つで記録する。そして、後者のような平面では敷詰める値 1 つのみを記録する。このようにして記録されたデータを GPU 側は、元の次元をもつ入力値に復元しなければならない。そして、この復元に要する時間は今出回っている大抵の GPU において、簡単には計測できないぐらいに短くなるようである。

出力値は、139 枚の大きさ 9×9 の平面の格子点上の 11,259 個の浮動小数点数値と、もう 1 つの浮動小数点数値からなる。前者は着手確率推定値、後者は勝率推定値に対応する。そして、11,259 個の着手確率推定値の殆どは非合法手を着手する確率であり不要である。そこで、合法手に対応する格子点すべての場所それぞれを 0 から $139 \times 81 - 1$ の整数値 1 つで記録し、これを圧縮された入力値とともに GPU に送信する。合法手の数は 100 程度な

ので、これによって GPU が送信するデータ量は削減される。

二つめの工夫は、OpenCL のコマンド・キューを複数利用して、CPU と GPU 間のデータ転送と、GPU のバッチを組んだ順伝播処理とをオーバーラップさせたことにある。

この方法では、各コマンド・キューに、データを GPU 側に送るための一群の命令、受け取ったデータで GPU がタスクを処理するための一群の命令、そして処理して得られたデータを CPU 側に戻すための一群の命令を入れる。こうすることによって、あるコマンド・キューのデータの送信や受信を OpenCL の実装が実行している間に、他のコマンド・キューのタスク処理をその実装が同時に実行することを期待することができる。この方法により順伝播の効率が十分に向上されることは、RTX 2080 Ti をはじめとする NVIDIA 社の現在のいくつかの GPU において確認することができた。

なお、このオーバーラップを行うためには、入力値のバッチを複数準備する必要がある。したがって、学習する棋譜を生成するための対局の並列度や、プレイヤーの性能計測時の MCTS の並列度は、バッチの大きさの 2 倍やこれよりも十分大きな値にすることとなる。

6. あとがき

本稿では、市販されよく出回っている GPU を利用し AlphaZero の追実装および追試をめざすプロジェクト「AobaZero」の最近の進捗を解説した。著者ら三人で始めてから 2 年以上の月日が過ぎこのプロジェクトはようやく、AobaZero の棋力は本家に準ずるといっても言い過ぎではないというところまで来たのではないかという感触を得るに至った。

なお、ユーザ参加型のコンテンツは、もう少し学習アルゴリズムのパラメータを変更しながら公開を続ける予定である。今しばらくお付き合い願えれば幸甚である。

参考文献

- [1] David Silver, Thomas Hubert, Julian Schrittwieser, Ioannis Antonoglou, Matthew Lai, Arthur Guez, Marc Lanctot, Laurent Sifre, Dhharshan Kumaran, Thore Graepel, Timothy Lillicrap, Karen Simonyan, and Demis Hassabis, A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and Go through self-play, Science, vol. 362, pp. 1140-1144, 2018.
- [2] 山下宏, 保木邦仁, 小林祐樹, AobaZero の紹介と観

⁴³NVIDIA 社の GPU で動作する OpenCL 1.2 の実装は現在、Linux と Windows ならば GPU ドライバに含まれているようである。そして、この OpenCL の C 言語には GNU C のインラインアセンブリのような形式で、同社の CUDA の Parallel Thread Execution (PTX) 命令セットを埋め込む機能が備わっている。半精度と単精度混合の行列積演算は PTX の複数の命令 `wmma.*` によりなされる。PTX と `wmma.*` に関しては同社 Developer Zone のオンラインマニュアル「CUDA Toolkit Documentation v9.0」参照のこと。

戦記, コンピュータ将棋協会誌, vol. 31, pp. 38-44, 2020.

[3] David Silver, Julian Schrittwieser, Karen Simonyan, IoannisAntonoglou, Aja Huang, Arthur Guez, Thomas Hubert, Lucas Baker, Matthew Lai, Adrian Bolton, Yutian Chen, Timothy Lillicrap, Fan Hui, Laurent Sifre, George van den Driessche, Thore Graepel, and Demis Hassabis, Mastering the game of Go without human knowledge, *Nature*, vol. 550, pp. 354-359, 2017.

[4] Richard S. Sutton, Andrew G. Barto, Reinforcement Learning, second edition: An Introduction, Bradford Books, 2018.

[5] Christopher D. Rosin, Multi-armed bandits with episode context, *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, vol. 61, pp. 203-230, 2011.

[6] Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, Deep learning, the MIT Press, Massachusetts, USA, 2017.

[7] Volodymyr Mnih, Koray Kavukcuoglu, David Silver, Andrei A. Rusu, Joel Veness, Marc G. Bellemare, Alex Graves, Martin Riedmiller, Andreas K. Fidjeland, Georg Ostrovski, Stig Petersen, Charles Beattie, Amir Sadik, Ioannis Antonoglou, Helen King, Dharshan Kumaran, Daan Wierstra, Shane Legg, and Demis Hassabis, Human-level control through deep

reinforcement learning, *Nature*, vol. 518, pp. 529-533, 2015.

[8] Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, and Jian Sun, Identity mappings in deep residual networks, arXiv:1603.05027v3, 2016.

[9] Yangqing Jia, Evan Shelhamer, Jeff Donahue, Sergey Karayev, Jonathan Long, Ross Girshick, Sergio Guadarrama, Trevor Darrell, Caffe: Convolutional Architecture for Fast Feature Embedding, Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia, pp. 675-678, 2014.

[10] Suresh Bhatia, Nan Boden, Al Borchers, Rick Boyle, Pierre-luc Cantin, Clifford Chao, Chris Clark, Jeremy Coriell, Mike Daley, Matt Dau, Jeffrey Dean, Ben Gelb, Tara VazirGhaemmaghami, Rajendra Gottipati, William Gulland, Robert Hagmann, C. Richard Ho, et. al., In-datacenter performance analysis of a tensor processing unit, in Proceedings of the 44th Annual International Symposium on Computer Architecture, Ontario, Canada, pp. 1-12, 2017.

[11] Andrew Lavin and Scott Gray, Fast algorithms for convolutional neural networks, arXiv:1509.09308v2, 2015.

[12] Shmuel Winograd, Arithmetic complexity of computations, SIAM Publications Online, 1980.

コンピュータ将棋協会例会記録

(2020年5月～2021年3月)

2020年5月例会

日時：2020年5月9日(土) 15:00～18:05

場所：Zoom meeting

出席者：阿部健治郎(プロ棋士), 五十嵐治一, 池泰弘(うさびょん), 伊藤毅志, 井本康弘(Fluke), 大熊三晴(CGP), 柿木義一(柿木将棋), 勝又清和(プロ棋士), 門倉新之助, 鎌田真人, 香山健太郎, 川端一之(なのは), 小谷善行(ゆうちゃん), 櫻井博光(W@nderER), 篠田正人, 芝世武(Hefeweizen), 杉村達也(水匠), 高田淳一(臥龍), 高橋智史(きふわらべ), 瀧澤武信, 瀧澤誠(elmo), 竹内章(習甦), 田中大吾(Daigorilla), 千田翔太(プロ棋士), 西原竜介, 野田煌介(koron), 原岡望(nharaoka), 菱山豊史, 星健太郎, 松本浩史(カツ井将棋), 松山洋章(名人コブラ), 八重樫敏一(Sylwi), 山岡忠夫(dlshogi), 山下宏(AobaZero), 山田剛(以上35名, 五十音順, 敬称略)

記録：山下 宏

話題：

(1) 第30回世界コンピュータ将棋選手権

新型コロナウイルスで中止。

第30回は中止。延期ではなく次回の選手権は31回となる。

(2) 世界コンピュータ将棋オンライン大会

山下剛さんを含め寄付を頂いた。

2日とも8回戦を行った。

1日目, 27チームが参加。上位16チームが2日目に。

Daigorilla∞がトップで通過。

2日目

水匠が7勝1敗で優勝。

優勝には楯を。5位までに賞状を。

フロムスクラッチ賞

1位：習甦, 2位：Novice, 3位：CGP,

4位：山田将棋, 5位：あやめ。

アンケート

stockfish使用をフルスクラッチとする, の反対が

4票(29人中)

Zoomに慣れていない, 対局者同士の雑談は難しそう。

オンライン大会の平均手数

前回の大会から320手の制限

今回は3局320手を超えた。去年はなし。

2日目の全平均153手(去年の2次予選は153手)。

平均手数は29回の2次予選と同じ

上位8同士の13局では216手(去年の決勝は190手)

千日手 2局

320手超 3局

宣言 3局(+1 実質宣言勝ち)

(3) オンライン大会の棋譜の検討

・elmo - Hefeweizen2020

320手超えで引き分け。

27点-27点で後手(Hefe)勝ちになりそう?

まだまだ続きそう。

最後の▲65角あたりは引き分けだからどうでもいい
と思っている。

elmoは途中勝つてると思っていた。

宣言勝ちできるか, は評価関数に組み込んでない

(瀧澤さん)

あと何手指せるか, は入っていない。

途中から負けと思っただけ引き分けた(芝さん)

相手の持ち駒を減らすような動き(芝さん)

入玉は王の位置が低い位置(△23玉)で判定するのは
危険(勝又さん)

2019年の2769局中, 持将棋は3局(プロの24点法)。

宣言はまだなし。

将棋の本質が持将棋が多くなるのか気になる

・AobaZero-Novice

AlphaZeroでは512手超えたら引き分け, なのでそれで
学習(山下)

512手以内で宣言できればいいと思っていた。

手数をニューラルネットに入れてるのでちゃんと

対応するには再学習が必要。

NNの入力する手数を変えればいいのか(小谷さん)

寄せに行った方が簡単そう(勝又さん)

寄せるより点数勝で宣言の方が勝ちやすいと

思ってる?(山下)

学習だと宣言勝ちの割合がじわじわ増えている。

・習甦 - Qhapaq from Neo-Saitama
 習甦は 100 手目△42 金で少し優勢に(竹内さん)
 △44 桂と打たれてやや悪いと思っていた(竹内さん)
 Qhapaq は 100 手前後で自分が悪いと思ってる
 (澤田さんの twitter より)

・Qhapaq from Neo-Saitama - Argo
 青野流の変化
 ▲33 飛成から▲74 桂～▲62 桂成の変化が印象的。
 ▲23 歩から歩切れで馬引いて後手引くのが
 (勝又さん)
 昨年、26 手目で△33 銀の及川 7 段の実戦譜が
 1 局ある。

・Hefeweizen2020 - 水匠
 角換わり腰掛け銀の最新形(千田さん)
 130 手目ぐらいまで互角と思っていた(杉村さん)
 ▲64 歩を利かさないと▲44 銀が効果的でない
 (千田さん)。

・まったりゆうちゃん - 人生送りバント失敗
 王が出て行った(小谷さん)

・AobaZero - CGP
 ゴキゲン中飛車。超速▲37 銀
 △32 角打たずに△74 角を打って馬を詰ませるのが
 プロの実戦譜。9 年前(勝又さん)
 昔と違って金が上がっていく将棋が増えた
 (勝又さん)
 AobaZero がのんびりしてる。勝ち急がずじわじわ
 (千田さん)。私だったらとっとと寄せに行く。

・dlshogi - HoneyWaffle
 後手が向かい飛車
 接戦だった(山岡さん)
 後手が工夫して飛車をさばこうとして、さばけた
 (千田さん)
 47 手目▲85 銀や 77 手目▲51 馬が印象的。

・Sylwi - Argo
 1 日目は相掛かり。
 序盤が Youtube ですぎうらさんが「研究したこと
 ある順で有力」

▲58 飛で Sylwi が+306 で優勢。徐々に優勢に
 広げていった(八重樫さん)。

89 手目で Mate33 が出た。

2 日目も同一カードで当たって、先後逆。

この対局に関して、勝又七段からの情報を含め、篠田さんより以下のコメントがあった。

★(コメントここから)この横歩取り 41 玉型の序盤手順は、「将棋日本」昭和 14 年 1 月号で坂口允彦七段(当時)が「平手新手法」として取り上げたものと同一で、実戦の 18 手目 88 角成でなく 38 歩同銀 88 角成同銀 33 角の順が取り上げられている。そして実際に 38 歩以下の順に突入したのが森内一田丸戦(1989 年度 NHK 杯)、またその前の 17 手目 24 飛で 58 玉としたのが藤井聡一三浦戦(2019 年度 JT 杯)
<http://live.shogi.or.jp/jt/kifu/40/jt201908110101.html>

2019 年 8 月 11 日 一回戦第四局 福岡大会 三浦弘行九段 対 藤井聡太七段 | 第 40 回将棋日本シリーズ JT プロ公式戦

2019 年 8 月 11 日 「将棋日本シリーズ JT プロ公式戦」一回戦第四局 福岡大会 三浦弘行九段 対 藤井聡太七段
live.shogi.or.jp

と勝又七段から知らせて頂いた。例会時にチャットで質問があったのでお知らせください、とのこと。

後手 Argo が 38 歩以下の順を断念したのは、大決戦は無理、という判断なのかなと思う。(コメントここまで) ★

・究極幻想アルテマタヌポン - Hefeweizen-2020
 角換わり。
 43 手目ぐらいまで floodgate でも選手権でもある
 進行(千田さん)
 早繰銀は先手が反省する印象。
 かなり粘り強い指し方(千田さん)。

・koron - GCT
 相掛かり。
 お互い受けが固い(千田さん)
 投了図からの詰が難しい。▲35 馬から引くのが
 いい？
 ちょっと先手が受け身になっててよくないのかと思
 ったが(千田さん)

・名人コブラ - dlshogi
 相掛かり。
 78 手目ぐらいで急によかった(松山さん)

▲34 馬が詰める(千田さん)

それが見えてなかったら後手は踏み込んでしまう。

85 手目▲45 同歩だといきなり寄ってしまう

(勝又さん)。

・Sylwi - Daigorilla[∞]

角換わり。早繰銀。

51 手目で-61 と不利になった(八重樫さん)

89 手目ぐらいからずっと千日手の評価値

(八重樫さん)

90 手目ぐらい。飛車だけなので若干攻めが細い

(千田さん)

悪い手が1手も分からない(勝又さん)

43 手目、取ったら歩が進んだだけの不思議な手順。

△65 歩を突かせた、のが細かいやり取り。

▲46 歩を△同歩なら▲96 歩が読み筋(八重樫さん)

先手は争点を作ろうと、後手は作らせまいと

指してる(千田さん)。

△66 歩▲同銀△24 歩も指しにくい手順。

・Qhapaq from Neo-Saitama - 水匠

定跡がよくなかった(杉村さん)。

△38 角が定跡に入っていた(杉村さん)。

金銀が分断されて後手がづらい(千田さん)。

攻めが切れる心配がないのでしっかり受けた

方が得(千田さん)。

粘り強い将棋ですね。終わらないね(勝又さん)。

81 飛車回るのは定跡入ってる？

41 飛型が一番勝率高いので決め打ち(杉村さん)。

定跡の勝率の対局数が少ないところがあった

(杉村さん)。

去年の版に7割勝つ(杉村さん)。

(4) 水匠の二枚落ち

二枚落ちで2600 ぐらい。24 で奨励会三段の人に勝った。
棋譜鑑賞。

王を中段に上げるように調整している。

飛車は勝てないけど一丁半は勝てる(篠田さん)。

二枚落ちでプロと対戦する企画をやりたい(松本さん)

(5) 来月号の講座で elmo 囲いを取り上げる(勝又さん)

elmo の瀧澤さんのインタビューもある。

2020 年 7 月例会

日時：2020 年 7 月 11 日 (土) 15:00~18:00

場所：Zoom meeting

出席者：五十嵐治一、池泰弘、大熊三晴 (CGP)、柿木義一、
香山健太郎、小谷善行、芝世式 (Hefeweizen)、高田淳一、
高橋智史 (きふわらべ)、瀧澤武信、竹内章、田中大吾
(Daigorilla)、西原竜介、原岡望、菱山豊史、星健太郎、
前田大和、松本浩志 (カツ井将棋)、松原仁、山下宏、
山田剛、八重樫敏一 (Slywi)

(以上 22 名、五十音順、敬称略)

記録：竹内 章

(1) 第 31 回世界コンピュータ将棋選手権

来年 5/3-5 に川崎で開催予定

現地で開催できなければオンラインで選手権として開催
する可能性もある

一部オンラインは運営上難しいと考えている

(2) GPW

11/13-15 に現地で開催予定で募集しているが、
オンライン開催になる可能性がある

(3) 電竜戦

11/21-22 に開催予定、主催は電竜戦実行委員会
としている

中継サイトで棋譜に加えて、各ソフトの評価値、読み筋、
twitter との連携、勝敗表の自動化を実装
floodgate のように一度ログインすれば自動で対局
可能

第二回予行演習を 7/19 に開催予定

CSA から賞状を出せるか(後援など) 理事会で検討する
人間も参加可能で、コンピュータの読み筋が見えるが、
早指しなので難しい

「電竜王」は読売新聞からクレームが来る可能性が
あるのでは

ハードスペック制限について、アンケート結果は制限
した方が良いが6割だったが、オンラインと相性が
悪く GPU もあり難しい

千日手は先手 0.4 勝、後手 0.6 勝としている

組み合わせアルゴリズムについて、先に総当たりを
組んでおいて選ぶ方式は組めなくなるリスクが
ないので良く、最後の方に優勝を決める対局を
組めるようにしたい

(4) CSA 会誌

戻っている会員について、出席者から情報共有

(5) elmo が升田幸三賞受賞

elmo 囲いの書籍が多く出版されている
 (6) 選手権の手数が延びている傾向, 320 手等の
 ルールについて
 電竜戦では 512 手とする
 序盤は短く, 中終盤が長い
 入玉が上手くなっているのか, 逃がしてしまっ
 ているのか
 両方が強くなっていて形勢に差がつかないまま続
 くのでは
 将棋連盟のルールから乖離しない方が良い
 小駒に対する大駒は何点が正しいかをコンピュータで
 解明できないか

(7) オンライン大会の会計
 残金は選手権で使うことを寄付していただいた方に
 連絡する
 (8) AobaZero
 穴熊と金無双以外の一般的な囲いは見つけている
 宣言勝ちが増えてきていて, 今では約半分が宣言勝ち
 横歩取り青野流, 矢倉脇システムも自己対戦棋譜に
 現れた

2020 年 9 月例会

日時: 2020 年 9 月 12 日 (土) 15:00~17:06

場所: Zoom meeting

出席者: 五十嵐治一, 池泰弘, 伊藤毅志, 大熊三晴,
 柿木義一, 鎌田真人, 香山健太郎, 川端一之, 小谷善行,
 芝世式, 杉村達也, 高田淳一, 高橋智史, 瀧澤武信,
 野田煌介, 竹内章, 西原竜介, 原岡望, 前田大和, 松原仁,
 松本浩志, 八重樫敏一, 山下宏, 山田剛

(以上 24 名, 五十音順, 敬称略)

記録: 山下 宏

話題の前に, 以下のお願いを行った。

☆ (お願いここから) 議事録で出席者の確認したいので
 Zoom で自分の画像の「ミュート」の隣の「・・・」を左ク
 リックして名前の本名への変更をお願いします。(お願いこ
 こまで) ☆

(1) 電竜戦(松本さん)

11 月 21 日, 22 日

ルール

10 分 2 秒加算 (予行では 5 分 2 秒)

512 手(AobaZero が本気を出せるように)

千日手 先手 0.4 勝, 後手 0.6 勝

二日間

賞金 総額 30 万以上

最終日 上位 10 チームを A 級, 他を B 級

参加費 5000 円

参加区分 AI, 人間単体, 人間複数, AI 人間合議

参加人数 いくらでも(一人で複数可)

タイトルホルダに特権は?(高橋)特に今はなし
 千日手 0.4 勝で指し方変わる?(山田)今はまだ
 512 手で詰は引き分け扱い. 詰の回数は後手が少ない.
 513 手にすると宣言の機会が先手に増える.

電竜戦 TSEC

年末に電竜戦 TSEC(Top Shogi Engine Championship)
 を計画

チェスの TCEC から

12 月 26 日に互角局面を使って予選. 上位 2 チームを
 選出.

12 月 30 日, 31 日. 互角局面を使った 100 番勝負.
 50 局面を用意.

互角局面の用意が難しい.

プロの棋譜?ジョーク?寄付した人の推薦?

何をもって互角とするか

差がある局面だとどっちも先手が勝つ, など差が
 つかない

定跡によらず評価関数の力を見たい

振飛車の割合をどうするか

2 局目は相手の手を見て参考にできる(小谷)

ハードも統一したいが難しい.

TCEC のルールです

https://wiki.chessdom.org/TCEC_Season_19_Rules

TCEC のマシンは CPU 使用か GPU 使用かで分かれて

いるようです(大熊さん)

こちらに棋譜(opening)の選び方がありますね

https://wiki.chessdom.org/Openings_FAQ

どうやら最終決戦については Jeroen Noomen

さんという方が単独にて

決定しておられるようです(西原さん)

30, 31 日だと不戦敗が出るリスクも.

108 戦しては. 煩悩に合わせて.

VTUBER キナコさんが解説予定

9月5日に予行演習を行った。

450局近く行い優勝は水匠。33戦全勝。shotgun_zero
が3敗で2位。

shotgun_zero はすべての思考時間が0秒

shotgun_zero はマシン6台。

予測が外れれば0.4秒。ほとんど予測は外れない。

戦型を自動判定してる

柿木さんの戦型判定は膨大で4000行

八重樫敏一 (Mizar)さんの判定コード

<https://github.com/mizar/shogi-castle-js>

共通形式があると便利かも

実行委員会(主催者)が正式な「賞状」を出し、CSAは

「表彰状」を出せません(瀧澤さん)

優勝すると賞状が2つ。

CSAからは、表彰状ではなく、優勝者に楯、2位
から5位にメダルを授与することとなった。

「世界コンピュータ将棋オンライン 電竜戦」から

「世界将棋AI 電竜戦」に変更

独創賞を前向きに検討(伊藤さん)

ほっしーさんが人間で夜8時から朝8時まで戦い

抜いた。15位。

人間&ソフトのタッグで参加

早くさせるところは人間が指して時間をためる

(2) 来年の選手権

名称は「第31回世界コンピュータ将棋選手権」

5月3,4,5日に川崎産業振興会館で。申し込みは12月。

リアルで開催予定。懇親会やイベントはなし。

会場で行うのが原則。参加費は1万円。

(3) イベントなど

11月7日(土)に例会を行う。Zoomで。

今後の例会もZoomで行う予定。

11月13,14,15日にGPW。Zoomで(松原)。

参加費などは検討中。

2021年3月5日,6日。ゲーム情報学。おそらく

Zoom。

AWAKEの映画

12月に公開予定

主演が吉沢亮さん。2021年のNHK大河で主役予定。

<http://awake-film.com/>

2020年11月例会

日時:2020年11月7日(土)15:00~16:30

場所:Zoom meeting

出席者:五十嵐治一, 大熊三晴, 柿木義一, 鎌田真人,

小谷善行, 芝世式, 高田淳一, 高橋智史, 瀧澤武信,

竹内章, 西原竜介, 星健太郎, 松本浩志, 八重樫敏一,

山下宏, 山田剛

(以上16名, 五十音順, 敬称略)

記録:山下 宏

(1) 選手権の日程

5月3,4,5日。川崎産業振興会館で。参加人数は減ら
して。状況によって、中止にはせず正式な選手権をオンラ
インで行う。

参加費1万円。11月に募集要項を。

川崎で行う場合、オンラインでの参加はなしとする。

ただし海外の場合は別途考慮する。

(2) 電竜戦

11月21日(土), 22日(日)

<https://www.denryu-sen.jp/>

賞金総額100万円以上。

バレルハウス賞(Tシャツ)。芝さんの懇意のバー。

CSAからは1位に盾。2位から5位にメダル。

現在で19チームエントリー

予行演習で優勝の水匠は参加しない。マシンを
やねうら王に貸す。

初日10回戦

2日目9回戦 上位10人がA級で優勝を競う。

それ以外はB級で9回戦を行う。

(3) 電竜戦の中継画面について(八重樫さん)

CSAも形勢判断や読み筋を表示しては?

現在は30秒おき更新だが、将来はサーバから

プッシュされる形式などを

下は実験中でブラウザが落ちる場合あり

<https://lab.mzr.jp/shogi/vue3test/#/floodgate>

(4) 先手番と後手番

水匠が9局全部先手。乱数のいたずら。

選手権では予選では先手の回数を数えて同数なら乱数、

異なるなら少ない方を先手にしている。

2021年1月例会

日時: 2021年1月9日(土) 15:09~17:25

場所: Zoom meeting

出席者: 五十嵐治一, 池泰弘, 大熊三晴,
柿木義一, 鎌田真人, 香山健太郎, 小谷善行,
芝世式, 杉村達也, 高田淳一, 高橋智史,
瀧澤武信, 竹内章, 星健太郎, 西原竜介, 原岡望,
菱山豊史, 前田大和, 松原仁, 松本浩志,
八重樫敏一, 山下宏, 山田剛
(以上23名, 五十音順, 敬称略)

記録: 山田剛

(1) 第31回世界コンピュータ将棋選手権

オンラインでの開催が決定したことが発表された。

(2) 電竜戦 (松本浩志氏)

2020年に開催された電竜戦レポート

- 第1回世界将棋 AI 電竜戦
 - <http://denryu-sen.jp>
 - ネット上のコンピュータ将棋大会開催用システムを開発
 - 組み合わせシステムを自動化
 - 大一番を後の方に残す組み合わせ方法
 - B級で9戦全勝が2チーム出るなど, 課題を残す
- 電竜戦 TSEC
 - https://golan.sakura.ne.jp/denryusen/dr1_tsec_p1/dr1_live.php
 - 電王戦で現れた局面, 注目される定跡形などを集めて対戦.
 - 特に予選では, 互角に近い局面を選ぶことに腐心した.
 - 体験会も開催し, 大量の局面についてのコンピュータの対局例が得られた.
- CSA 会誌 Vol. 32 (本号) に松本さんによるレポートが掲載される
- 議論
 - 初型から先手角2枚, 後手飛2枚に換えた局面は意外といい勝負?
 - 局面の評価値は先手-65くらい.
 - 千日手で先手0.4勝, 後手0.6勝とするルールは妥当か?
 - より良い組み合わせアルゴリズムは? なかなか難しい. 諸研究あり.

(3) その他の話題

- lishogi
 - <https://lishogi.org/tv>
 - lichess (<https://lishogi.org/tv>) の将棋対応サイト.
 - 初心者向けコンテンツが充実している将棋普及用サイト.
- 将棋丸
 - <https://shogimaru.com>
 - WebAssembly で構築された将棋サイト
 - PC版 Google Chrome でのみ動作

2021年3月例会

日時: 2021年3月13日(土) 15:15~17:00

場所: Zoom meeting

出席者: 五十嵐治一, 池泰弘, 伊藤毅志, 大熊三晴,
柿木義一, 香山健太郎, 川端一之, 小谷善行,
塩田雅弘, 芝世式, 杉村達也, 高田淳一,
高橋智史, 瀧澤武信, 竹内章, 西原竜介,
菱山豊史, 星健太郎, 前田大和, 松原仁,
松本浩志, 松山洋章, 八重樫敏一, 山下宏,
山田剛 (以上25名, 五十音順, 敬称略)

記録: 高田淳一

(1) 第31回世界コンピュータ将棋選手権

- オンラインで開催
- 申し込み60チーム

(2) 電竜戦 (松本浩志氏)

- 4月10日 20:00 (?) 第5回予行演習
- 7月 第2回 TSEC
- NPO法人への移行手続き進行中
- 第1回 TSEC の振り返り
指定局面の一覧や結果集計があるとありがたい
- カツ井坊を将棋倶楽部24のHTML5版に対応

(3) 総会

- 16:05~16:40に2021年度通常総会が開催された.
- 総会議事録は別途報告

以上

コンピュータ将棋協会 2021 年度総会議事録

日時： 2021 年 3 月 13 日 (土) 16:05~16:40

場所： Zoom meeting

出席者：五十嵐治一，池泰弘，伊藤毅志，大熊三晴，
柿木義一，香山健太郎，川端一之，小谷善行，塩田雅弘，
芝世式，杉村達也，高田淳一，高橋智史，瀧澤武信，
竹内章，西原竜介，菱山豊史，星健太郎，前田大和，
松原仁，松本浩志，松山洋章，八重樫敏一，山下宏，
山田剛 (以上 25 名，五十音順，敬称略)

協議事項

1. 2020 年度事業報告

(A) 例会の開催 (6 回) 第 5 条 1 関係

6 回の例会を開催した。但し，3 月例会では総会部分のみ
行い，研究発表等の通常の例会は行わなかった。また，以
前より，Skype などオンラインでの参加を認めてきたが，
COVID-19 の蔓延により利用が増えてきた zoom を利用した
オンラインでの例会を開催したところ遠隔地からの参加が
容易になるなど良い副作用があり，参加人数が増加した。

2020 年 1 月例会

日時：2020 年 1 月 18 日 (土) 15:00~16:50

場所：東京女子医科大学 総合研究棟 1 階 物理学研究室

出席者：五十嵐治一，柿木義一，香山健太郎*，川端一之，
木下順二，高橋智史，滝沢武信，竹内章，築地毅，西原竜
介，星健太郎，松本浩志，山田剛

(以上 13 名(*は Skype による出席者)，五十音順，敬称略)

記録：山田剛

主な話題：

- (1) 詰将棋の難易度を計測する技術について(松本浩志)
 - ・SEE で詰み筋に入るような詰将棋は易しいと判定
 - ・焦点の捨て駒などの妙手があるもの，複雑さが高いものは難しいと判定
 - ・探索ノード数，証明数などから計算(一概には言えない)
- (2) AMD 社製 CPU について
 - ・2019 年にインテルの CPU の性能を上回った。
- (3) WCSC30 終了後の撤収計画の話し合い
 - ・人員
- 4 階と 9 階の連絡を行う係が欲しい。
- ほか責任者の割り当て
- (4) WCSC30 のプログラムに関するルールについて
 - ・チェスプログラム (を参考にしたソフト) は「フルスク

ラッチ (フロムスクラッチ)」か？

2020 年 3 月例会

日時： 2020 年 3 月 21 日 (土) 15:00~15:30

場所： 早稲田大学早稲田キャンパス (本部キャンパス)
3 号館 6 階 607 演習室

出席者：五十嵐治一，池泰弘，柿木義一，香山健太郎*，小
谷善行，澤田亮人**，高田淳一，高橋智史，瀧澤武信，竹
内章，星健太郎，松本浩志，山下宏，山田剛

(以上 14 名，(*は Skype による出席者，**は議事につき予
め意思を表明したことにより総会出席と認められるもの)，
五十音順，敬称略)

記録：高田淳一

COVID-19 (新型コロナウイルス) の流行により通常の例会は中止し，
総会のみ行った。

2020 年 5 月例会

日時：2020 年 5 月 9 日 (土) 15:00~18:05

場所：Zoom meeting

出席者：阿部健治郎(プロ棋士)，五十嵐治一，池泰弘(う
さびょん)，伊藤毅志，井本康弘(Fluke)，大熊三晴(CGP)，
柿木義一(柿木将棋)，勝又清和(プロ棋士)，門倉新之助，
鎌田真人，香山健太郎，川端一之(なのは)，小谷善行(ゆう
ちゃん)，櫻井博光(W@nderER)，篠田正人，芝世式
(Hefeweizen)，杉村達也(水匠)，高田淳一(臥龍)，
高橋智史(きふわらべ)，瀧澤武信，瀧澤誠(elmo)，竹内章
(習甦)，田中大吾(Daigorilla)，千田翔太(プロ棋士)，
西原竜介，野田煌介(koron)，原岡望(nharaoka)，菱山豊史，
星健太郎，松本浩史(カツ井将棋)，松山洋章(名人コブラ)，
八重樫敏一(Sylwi)，山岡忠夫(dlshogi)，山下宏(AobaZero)，
山田剛 (以上 35 名，五十音順，敬称略)

記録：山下 宏

主な話題：

- (1) 第 30 回世界コンピュータ将棋選手権
 - ・新型コロナウイルスで中止。
 - ・第 30 回は中止。延期ではなく次回の選手権は 31 回となる。
- (2) 世界コンピュータ将棋オンライン大会
 - ・山下剛氏などから寄付を頂いた。
 - ・2 日とも 8 回戦を行った。

1日目: 27チームが参加. 上位16チームが2日目に.

Daigorilla[∞]がトップで通過.

2日目: 水匠が7勝1敗で優勝. 2位: Hefeweizen-2020

- 優勝には楯を. 5位までに賞状を.
- フロムスクラッチ賞 1位: 習甦, 2位: Novice
- アンケート
 - stockfish 使用をフルスクラッチとする, の反対が4票(29人中)
 - Zoom に慣れていない. 対局者同士の雑談は難しそう.
- オンライン大会の平均手数
 - 前回の大会から320手の制限
 - 今回は3局320手を超えた. 去年はなし.
 - 2日目の全平均153手(去年の2次予選は153手). 平均手数は29回の2次予選と同じ
 - 上位8位以内同士の13局では216手(去年の決勝は190手)
 - 千日手 2局
 - 320手超 3局
 - 宣言 3局(+1 実質宣言勝ち)

(3) オンライン大会の棋譜の検討

プロ棋士のコメントが多数ある(詳細は, 本号の例会記録参照)

- elmo - Hefeweizen2020
- AobaZero-Novice
- 習甦 - Qhapaq from Neo-Saitama
- Qhapaq from Neo-Saitama - Argo
- Hefeweizen2020 - 水匠
- まったりゆうちゃん - 人生送りバント失敗
- AobaZero - CGP
- dlshogi - HoneyWaffle
- Sylwi - Argo
- 究極幻想アルテマタヌポン - Hefeweizen-2020
- koron - GCT
- 名人コブラ - dlshogi
- Sylwi - Daigorilla[∞]
- Qhapaq from Neo-Saitama - 水匠

(4) 水匠の二枚落ち

- 二枚落ちで2600ぐらい. 24で奨励会三段の人に勝った.
- 棋譜鑑賞.
 - 王を中段に上げるように調整している.
 - 飛車は勝てないけど一丁半は勝てる(篠田正人).
 - 二枚落ちでプロと対戦する企画をやりたい(松本浩志)

(5) 将棋世界2020年7月号の講座で elmo 囲いを取り上げる(勝又清和)

2020年7月例会

日時: 2020年7月11日(土) 15:00~18:00

場所: Zoom meeting

出席者: 五十嵐治一, 池泰弘, 大熊三晴 (CGP), 柿木義一, 香山健太郎, 小谷善行, 芝世式 (Hefeweizen), 高田淳一, 高橋智史 (きふわらべ), 瀧澤武信, 竹内章, 田中大吾 (Daigorilla), 西原竜介, 原岡望, 菱山豊史, 星健太郎, 前田大和, 松本浩志 (カツ井将棋), 松原仁, 山下宏, 山田剛, 八重樫敏一 (Slywi)

(以上22名, 五十音順, 敬称略)

記録: 竹内章

(1) 第31回世界コンピュータ将棋選手権

- 来年5/3-5に川崎で開催予定
- 現地で開催できなければオンラインで選手権として開催する可能性もある
- 一部オンラインは運営上難しいと考えている

(2) GPW

- 11/13-15に現地で開催予定で募集しているが, オンライン開催になる可能性がある

(3) 電竜戦 (松本浩志)

- 11/21-22に開催予定, 主催は電竜戦実行委員会としている. 中継サイトで棋譜に加えて,
- 各ソフトの評価値, 読み筋, twitter との連携, 勝敗表の自動化を実装. floodgate のように一度ログインすれば自動で対局可能
- 第二回予行演習を7/19に開催予定
- CSA から賞状を出せるか(後援など) 理事会で検討する
- 人間も参加可能で, コンピュータの読み筋が見えるが, 早指しなので難しい
- 「電竜王」は読売新聞からクレームが来る可能性があるのでは
- ハードスペック制限について, アンケート結果は制限した方が良いが6割だったが, オンラインと相性が悪くGPUもあり難しい
- 千日手は先手0.4勝, 後手0.6勝としている
- 組み合わせアルゴリズムについて, 先に総当たりを組んでおいて選ぶ方式は組めなくなるリスクがないので良く, 最後の方に優勝を決める対局を組めるようにしたい.

(4) CSA 会誌

- ・送付したが戻っている会員について、出席者から情報共有

(5) elmo が升田幸三賞受賞

- ・elmo 囲いの書籍が多く出版されている

(6) 選手権の手数が延びている傾向、320 手等のルールについて

- ・電竜戦では 512 手とする
- ・序盤は短く、中終盤が長い
- ・入玉が上手くなっているのか、逃がしてしまっているのか
- ・両方が強くなっていて形勢に差がつかないまま続くのでは
- ・将棋連盟のルールから乖離しない方が良い
- ・小駒に対する大駒は何点が正しいかをコンピュータで解明できないか

(7) オンライン大会の会計

- ・残金は選手権で使うことを寄付していただいた方に連絡する

(8) AobaZero

- ・穴熊と金無双以外の一般的な囲いは見つけている
- ・宣言勝ちが増えてきていて、今では約半分が宣言勝ち
- ・横歩取り青野流、矢倉脇システムも自己対戦棋譜に現れた

2020 年 9 月例会

日時：2020 年 9 月 12 日（土）15:00～17:06

場所：Zoom meeting

出席者：五十嵐治一、池泰弘、伊藤毅志、大熊三晴、柿木義一、鎌田真人、香山健太郎、川端一之、小谷善行、芝世式、杉村達也、高田淳一、高橋智史、瀧澤武信、竹内章、西原竜介、野田煌介、原岡望、前田大和、松原仁、松本浩志、八重樫敏一、山下宏、山田剛

(以上 24 名、五十音順、敬称略)

記録：山下 宏

話題の前に、以下のお願いを行った。

☆ (お願いここから) 議事録で出席者の確認をしたいので Zoom で自分の画像の「ミュート」の隣の「・・・」を左クリックして名前の本名への変更をお願いします。(お願いここまで) ☆

(1) 電竜戦(松本浩志)

・11 月 21 日, 22 日

・年末に電竜戦 TSEC(Top Shogi Engine Championship)を計画 (詳細は、本号の例会記録参照)

・名称が「世界コンピュータ将棋オンライン 電竜戦」から「世界将棋 AI 電竜戦」に変更となった。

・CSA からは、優勝者に楯、2 位から 5 位にメダルを授与。

(2) 2021 年の選手権

・名称は「第 31 回世界コンピュータ将棋選手権」
 ・5 月 3, 4, 5 日に川崎産業振興会館で。申し込みは 12 月。
 ・リアルで開催予定。懇親会やイベントはなし。会場で行うのが原則。参加費は 1 万円。

(3) イベントなど

・11 月 7 日(土)に例会を行う。Zoom で。
 今後の例会も Zoom で行う予定。

・11 月 13, 14, 15 日に GPW。Zoom で(松原)。
 参加費などは検討中。

・2021 年 3 月 5 日, 6 日。ゲーム情報学。おそらく Zoom。

・AWAKE の映画

12 月に公開予定

主演が吉沢亮さん (2021 年の NHK 大河で主役予定)。

<http://awake-film.com/>

2020 年 11 月例会

日時：2020 年 11 月 7 日（土）15:00～16:30

場所：Zoom meeting

出席者：五十嵐治一、大熊三晴、柿木義一、鎌田真人、小谷善行、芝世式、高田淳一、高橋智史、瀧澤武信、竹内章、西原竜介、星健太郎、松本浩志、八重樫敏一、山下宏、山田剛 (以上 16 名、五十音順、敬称略)

記録：山下 宏

(1) 選手権の日程

・5 月 3, 4, 5 日。川崎産業振興会館で。参加人数は減らして。状況によって、中止にはせず正式な選手権をオンラインで行う。

・参加費 1 万円。11 月に募集要項を。

川崎で行う場合、オンラインでの参加はなしとする。ただし海外の場合は別途考慮する。

(2) 電竜戦

・11 月 21 日(土), 22 日(日)

<https://www.denryu-sen.jp/>

・賞金総額 100 万円以上。

バレルハウス賞(Tシャツ)。芝さんの懇意のバー。

- ・CSAからは1位に盾、2位から5位にメダル。
 - ・現在で19チームエントリー
 - ・予行演習で優勝の水匠は参加しない。マシンをやねうら王に貸す。
 - ・初日 10回戦
 - ・2日目 9回戦 上位10人がA級で優勝を競う。それ以外はB級で9回戦を行う。
- (3) 電竜戦の中継画面について(八重樫さん)
- ・CSAも形勢判断や読み筋を表示しては？
 - ・現在は30秒おき更新だが、将来はサーバからプッシュされる形式などを
 - ・下は実験中でブラウザが落ちる場合あり
<https://lab.mzr.jp/shogi/vue3test/#/floodgate>
- (4) 先手番と後手番
- ・水匠が9局全部先手。乱数のいたずら。
 - ・選手権では予選では先手の回数を数えて同数なら乱数、異なるなら少ない方を先手にしている。

(B) 会誌の発行 第5条1関係

Vol. 31を2020年3月31日に発行した。

(C) コンピュータ将棋選手権の開催 第5条2関係

2020年は選手権の開催を予定していたが、COVID-19の蔓延による緊急事態宣言が出されたため開催を中止し、代わりに5月3日～4日に「世界コンピュータ将棋オンライン大会」を開催した。
参加39チーム(選手権への参加申込63チーム)
優勝：水匠、2位：Hefeweizen-2020

(D) GPWへの協力 第5条7関係

ゲームプログラミング ワークショップ 2020
(主催：情報処理学会 ゲーム情報学研究会)
11月14日～15日(オンライン開催)に協力した

本議案は承認された。

2. 2020年度決算報告

(2020年1月1日～2020年12月31日)

収入の部	
前期繰越金	1,638,645
会費	172,000
寄付	10,000
その他売り上げ金	0

小計	1,820,645
支出の部	
通信費	30,967
消耗品費・雑費	8,590
人件費	0
会誌作成費	123,750
次期繰越金	1,657,338
小計	1,820,645
合計	0

本議案は承認された。

3. 2020年度会計監査

本決算は適正であります。

2021年3月13日 監査 木下 順二 [印]

本議案は承認された。

4. 役員選任

会長	瀧澤武信
副会長	小谷善行
理事	飯田弘之
理事	五十嵐治一
理事	池泰弘
理事	柿木義一
理事	香山健太郎
理事	高田淳一
理事	竹内章
理事	星健太郎
理事	松原仁
理事	山下宏
理事	山田剛
監査	木下順二

本議案は承認された。

5. 2021年度事業計画

(A) 例会の開催(6回) 第5条1関係

- ・原則、オンラインで開催する
- ・1月9日、3月13日、5月8日、7月10日、9月11日、11月。
- ・11月の例会の日程は未定、後日、mailで通知する。

(B) 会誌の発行 第5条1関係

Vol. 32 を 3 月末に発行する

以上

(C) コンピュータ将棋選手権の開催 第 5 条 2 関係

- ・ 5 月 3 日～5 日にオンライン上で第 31 回世界コンピュータ将棋選手権を開催する
- ・ 海外参加者の参加費を 50,000 円分まで CSA 会計で負担する

(D) GPW への協力 第 5 条 7 関係

ゲームプログラミング ワークショップ 2021
 (主催：情報処理学会 ゲーム情報学研究会)
 11 月 12 日～14 日 (駿河台学園 箱根セミナーハウス) に協力する

(E) 人間との対局の企画／協力 第 5 条 7 関係

人間との対局の企画およびその協力を行う

本議案は承認された。

6. 2021 年度予算

(2021 年 1 月 1 日～2021 年 12 月 31 日)

収入の部

前期繰越金	1,657,338
会費	150,000
その他売り上げ金	0
小計	1,807,338

支出の部

通信費	35,000
消耗品費・雑費	30,000
人件費	35,000
交流費	50,000

(選手権海外参加者 CSA 負担分)

会誌作成費	130,000
次期繰越金	1,527,338
小計	1,807,338

合計 0

本議案は承認された。

以上

コンピュータ将棋協会 blog の 2020 年の活動

山田 剛 *

1. まえがき

コンピュータ将棋協会が 2007 年 6 月に開設した「コンピュータ将棋協会 blog」(<http://blog.computer-shogi.org/>) は、2020 年に 14 年目に入った。コンピュータ将棋開発者の情報共有を主とし、これに広報活動の要素を加える形はこれまでと同様である。本稿では、合計 20 の記事を執筆した 2020 年 1 月から 12 月までの活動について報告する。ブログおよび開設以降 2019 年までの活動については、コンピュータ将棋協会誌 Vol. 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 での報告を参照のこと。

2. 2020 年のブログの内容

2020 年のコンピュータ将棋の話題、および CSA が関与する活動の案内や報告のうち、ブログ担当である筆者が知り得た話題について、適宜日本語記事とする形式を継続している。

2020 年は、全世界が新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) に翻弄され、当協会の活動も少なからず影響を受けた。最大の影響は、第 30 回の記念大会となるはずであった 2020 年の世界コンピュータ将棋選手権を中止とせざるを得なかったことである。日本でも 3 月に入って本格的な新型コロナウイルスの感染拡大が確認されてから、コンピュータ将棋選手権運営委員会および当協会理事会は、会場である川崎市産業振興会館にて感染拡大の懸念を避けて安全に選手権を開催できるかどうか検討を重ねた。4 月に入り政府から新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言が発出されることが決まり、選手権の開催期間がその対象期間に含まれ、かつその対象地域に川崎市産業振興会館が存在する神奈川県が含まれていたことから、理事会は緊急事態宣言の発出を待って選手権の中止を発表することを決断した。当ブログでは、5 月 1 日に選手権の中止についての記事を掲載した (なお、2021 年の第 31 回選手権も川崎市産業振興会館での開催を計画したものの断念することとなり、オンライン開催されることとなった)。

第 30 回選手権の代替として、世界コンピュータ将棋オンライン大会が開催された。当ブログは、例年執筆していた選手権の模様を伝える記事に代えて、世界コンピュータ将棋オンライン大会の模様を伝える記事を掲載した。

当協会は、選手権以前に 3 月例会ですでに新型コロナウイルス感染症の影響を受けていた。会場の早稲田大学の演習室に多人数が安全に集合することが困難と考えられることから、毎年 3 月に行われる総会のみを会場で行うこととし、通常の 3 月例会は中止されることになった。また、5 月以降の例会はビデオ会議システムの Zoom を利用してインターネット上での開催が続いている。また、当協会が開催に協力するゲームプログラミングワークショップ 2020 も箱根セミナーハウスでの開催予定が撤回されて Zoom 上のオンライン開催となった。2020 年は、1 月例会の後にコンピュータ将棋関係者がオフラインで集合することがまったくできなくなった代わりに、オンライン化によって例会の開催と出席が容易になり、ゲームプログラミングワークショップと重なっているという理由で近年例会が行われなくなっていた 11 月にも隔月例会が開催された。これら例会の開催案内とゲームプログラミングワークショップの開催案内についても例年通り記事にした。今後は新型コロナウイルス感染症による非常時対応が行われなくなった後も例会開催はオンラインが中心となるかもしれない。

2020 年は、松本浩志さん (カツ井将棋) が中心となって「世界将棋 AI 電竜戦」という新しいオンラインでのコンピュータ将棋大会も開催された。オンラインに特化したシステムで半自動化され、4 度の予行演習と本番、および「TSEC」という新しい試みも行われた。これらの模様についても当ブログにて 6 度にわたり記事を掲載した。

このほか、月刊将棋世界誌上で 2021 年 1 月号より連載が開始されたコンピュータ将棋に関する新連載記事の紹介、コンピュータ将棋の開発者が主人公の映画「AWAKE」の紹介記事などを掲載した。

3. ブログの今後の課題

2020 年は記事の執筆頻度こそ 2019 年から増えたものの、それは良い話題も悪い話題も特別に多い年であった

*E-mail yamada@computer-shogi.org

ことが原因である。これでも 2016 年に比べると減っており、ブログ担当者の執筆意欲は依然として当ブログの課題である。

2007 年の開設当初から存在し日々古くなっているホームページやブログへのリンクの情報の更新、新しいリンクの追加等は依然として手つかず。筆者以外の執筆者を引き続き待望する。

4. ブログ記事の紹介

2020 年 1 月から 12 月までの 1 年間に執筆した合計 20 の記事から、代表的な 4 記事を以下に引用する。

4.1 3 月のコンピュータ将棋協会例会は中止、年次総会のみ開催 (http://blog.computer-shogi.org/csa_mtg_mar_2020_not_held_but_annual_general_assembly/, 2020/3/19)

コンピュータ将棋協会例会は例年 1、3、5、7、9 月に開催されていますが、今年 3 月の例会は新型コロナウイルス (COVID-19) 流行の現状を考慮し、感染拡大防止のため中止が決定いたしました。

しかし例年 3 月にはコンピュータ将棋協会の年次総会が行われていることから、3 月例会中に総会を開催する、という例年の方式でなく、今回は年次総会のみを単独で行うこととなりました。

コンピュータ将棋協会 2020 年度総会は下記の通り行われます。(後略)

4.2 第 30 回世界コンピュータ将棋選手権は中止 (http://blog.computer-shogi.org/wsc30_is_canceled/, 2020/5/1)

5 月 3 日～5 日に予定されていた、第 30 回世界コンピュータ将棋選手権は、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い緊急事態宣言が日本政府から発出され、その期間が選手権の開催期日を含むことから、中止されることとなりました (延期ではありません)。

代わって、5 月 3 日と 4 日に、第 30 回世界コンピュータ将棋選手権に参加を予定していたチームを対象に、世界コンピュータ将棋オンライン大会が開催されることになりました。

棋譜中継も行われる予定です。

4.3 世界コンピュータ将棋オンライン大会は水匠が優勝

(http://blog.computer-shogi.org/suisho_wins_wcsoc-2020/, 2020/5/4)

昨日 5 月 3 日(日)に予選が行われた世界コンピュータ将棋オンライン大会は、本日 5 月 4 日(月)に 28 チームによる決勝 8 回戦が行われ、7 勝 1 敗の成績をおさめた水匠 (すいしょう) が優勝しました。おめでとうございます。

初日の予選をシードされ決勝からの出場となった水匠は、角換わり戦法や相掛かり戦法を駆使して終始安定した指し回しを見せ、初戦から 7 連勝で他の優勝候補を寄せつけず、最終戦を待たずに優勝を決めました。(後略)

4.4 ゲームプログラミングワークショップ 2020 は 2 日間のオンライン開催 (http://blog.computer-shogi.org/gpw2020_2day-online/, 2020/10/28)

すでにオンライン開催となることが発表されていたゲームプログラミングワークショップ 2020 (GPW-20) は、例年の 3 日間ではなく 2 日間に短縮され、11 月 14 日(土)と 15 日(日)に開催されることになりました。すでに参加申込受付が始まっています。

発表される研究の数は例年と大きく変わりませんが、土曜日の懇親会とナイトイベントがオンラインで一体となり、日曜日に 4 セッションを開催することで 2 日間にまとまっています。招待講演は初日に 2 つの講演が行われます。GPW 杯は今年は無しかもしれませんが、オンラインで何か行われるかもしれません。(後略)

4.5 初代電竜は GCT (http://blog.computer-shogi.org/gct_wins_denryu1/, 2020/11/22)

第 1 回世界将棋 AI 電竜戦は本日 11 月 21 日(日)に 2 日目が行われ、GCT が A 級リーグを 6 勝 1 敗 2 千日手、勝ち点 7 で 1 位となり優勝、規定により ”電竜” の称号を獲得しました。おめでとうございます。

B 級リーグは Daigorilla[∞]と koron プロジェクトが 9 戦全勝で並び、優勝決定戦が行われました。これに勝った koron プロジェクトが B 級優秀賞を獲得しました。koron プロジェクトは若竜賞も獲得しました。

ほか、各賞については、公式発表をご覧ください。(後略)

4.6 将棋世界新連載『コンピュータソフト「やねうら王」と行く藤井将棋観戦ツアー』 (http://blog.computer-shogi.org/fujii-shogi_with_computer/, 2020/12/23)

現在発売中の月刊将棋世界 2021 年 1 月号より、『コン

ピュータソフト「やねうら王」と行く藤井将棋観戦ツアー』という記事の連載が始まっています。第29回世界コンピュータ将棋選手権に優勝したやねうら王(評価関数:水匠2)を解析に利用して、藤井聡太二冠王の指した棋譜を分析・解説するというものです。著者(ガイド)は谷合廣紀四段。棋士であると同時に東京大学大学院博士課程に在籍し、自動車の自動運転技術を研究する人工知能研究者です。

第1回の記事の題材に選ばれた一局は、今年6月4日に指された、(先)永瀬拓矢二冠(当時)-藤井聡太七段(当時)の第91期ヒューリック杯棋聖戦挑戦者決定戦。(後略)

4.7 主人公はコンピュータ将棋開発者、映画「AWAKE」あす封切り (http://blog.computer-shogi.org/movie_awake_coming_soon/, 2020/12/24)

主演の吉沢亮さんが演じる清田英一は、コンピュータ将棋の開発者。恐らく史上初となる主人公の映画 AWAKE (監督・脚本:山田篤宏)が、あす12月25日(金)に全国の映画館でロードショーを迎えます。池袋 HUMAX シネマズでは初日舞台挨拶が行われます。

あらすじなどの情報は、AWAKE 公式サイトなどをご覧ください。長年のコンピュータ将棋ウォッチャー、ドワンゴ主催の電王戦を見ていた方は思い出す名前でしょう。将棋棋士になる夢がついえ奨励会を退会した主人公はコンピュータ将棋の開発を始め、やがて開発者として棋士との戦いに舞い戻ることとなります…。(後略)

事務局便り

去年、新型コロナが流行し始め、前回の事務局便りを書いている時点で、5月のコンピュータ将棋選手権が実施できるかどうかについては、90%の確率で実施できると予測していた。しかし、感染がとまらず、結局去年のコンピュータ将棋選手権は中止になり、非公式のオンライン将棋大会になってしまった。その後も思っていた以上に感染が拡大していった。

今年の選手権については、もうオンラインで実施すると決定済みである。感染者数がだんだん減ってきているが、予断を許すものではなく、集まって行う選手権は、責任をもって開催できるものでないと判断された。非公式選手権が成功したこともあり、オンライン選手権がうまくいくことが十分期待できる。選手権は単なる対戦の場ではなく、参加者の交流の場である。交流についてもオンライン大会で可能な限り実現するように選手権運営委員会では検討されている。懇親会もオンラインでやるだろう。

電竜戦というコンピュータ将棋のオンライン大会が始まったのも興味深いことである。特徴のはっきりした別の形の選手権として育っていけば面白いと思う。

コンピュータ将棋協会本体のことを述べる。コンピュータ将棋協会とコンピュータ将棋選手権との関係は、前者が後者を主催しているということである。ほぼ同じ人々が運営しているが、組織としては一応別である。予算的にも独立している。コンピュータ将棋協会の主要な活動は、選手権の主催以外は、例会の開催と会誌の発行である。1月から12月までの決算期で運営されている。

2020年は、コンピュータ将棋選手権がなくなり、非公式選手権となったため、選手権会場での入会・会費納入がなくなり心配された。しかし会費は減らずに納入されている。いくつかの選手権関連の経費は減っている。また、コロナのために、発送などでアルバイトを雇わず、事務局サイドで作業を行ったために費用が浮いた。事務経費は12月を超えて発生しているが年度内には支出となっていない。結局トータルとして黒字を減らすことには至らなかった。

例会については、オンラインで行う体制になった。実際に会うのと比べて異なるけれども、逆に会場に赴く手間がない。地方の会員にとっては簡単に参加できる良さが特に大きいので、どちらがよいともいえないかもしれない。

今後コロナが収まってくるのに対して検討しないといけないことはある。一つは、会場での例会をいつ再開するかである。あるいは再開するにしても、ソーシャル・ディスタンス確保をどうするかを考えなければならない。再開しても、実会場からzoomで全国につながるようにするのもよいかもしれない。

今年の予算については、やはり一定の赤字を出して貯まっている黒字を少しずつ減らし

ていく案をたてている。それぞれの費目について余裕を持たせてある。会誌作成について今回オーバーしたので 15 万円を確保している。協会のアクティビティとして良いものがあれば少し費用は出せると思うので提案してほしい。

担当としては、将棋と情報科学とのかかわりをいろいろ考えている。将棋プログラムが中心ではあるものの、さらに広い世界がある。まず、話題提供として、将棋盤の数理問題（パズル）を考えてきたので紹介しよう。さまざまな問題を考えているがここでは、駒の効きの問題を示す。

問題 1.

竜馬を将棋盤の上に、互いに効きが当たらないようになるべく多く配置してほしい。下の図は 11 個配置している例であるが、さらに多くできる。

馬		馬		馬		馬		馬
				馬				
				馬				
	馬		馬		馬		馬	

問題 2.

竜馬を将棋盤の上に、すべて互いに効きが 4 あるように配置してほしい。つまり他の馬が効きの範囲に 4 個あるようにする。例えば、次のようにすると辺の馬への効きは 4 だが、隅の馬への効きが 3 なのでだめである。

馬	馬	馬	馬	馬	馬	馬	馬	馬
馬								馬
馬								馬
馬								馬
馬								馬
馬								馬
馬								馬
馬								馬
馬								馬
馬	馬	馬	馬	馬	馬	馬	馬	馬

まずはなるべく数を少なくしてほしい。面白い、美しい?形が出現する。

問題 3.

同様に馬を互いに効きが 4 あるように配置してほしい。ただし、今度はなるべく多く配置してほしい。何十個かの馬で、とても奇妙な形が出来上がる。

問題 4.

今度は竜王の問題である。竜をなるべく少なく配置して、将棋盤の空きマスすべてに効きを付けてほしい。それぞれの段とそれぞれの行に一つずつ竜を配置すれば（たとえば、対角線に 9 個）、空きマスに効きが付けられるが、より少ない数でそれができるのである。

問題 5.

問題 2 と同様に、竜を互いに効きが 4 あるように、なるべく少なく配置してほしい。

問題 6.

問題 3 と同様に、竜を互いに効きが 4 あるように、なるべく多く配置してほしい。

問題 7.

桂馬の問題である。将棋盤の上に、先手側の桂馬を互いに効きが当たらないようになるべく多く配置してほしい。行き場のない桂馬も許すとする。下の二つの図は 45 個配置している例であるが、もっと多くできる。

桂		桂		桂		桂		桂
桂		桂		桂		桂		桂
桂		桂		桂		桂		桂
桂		桂		桂		桂		桂
桂		桂		桂		桂		桂
桂		桂		桂		桂		桂
桂		桂		桂		桂		桂
桂		桂		桂		桂		桂
桂		桂		桂		桂		桂

また、

桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂
桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂
桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂
桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂
桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂	桂

問題 8.

先手の桂馬をなるべく少なく配置して、将棋盤の空きマスすべてに効きを付けてほしい。1段目と2段目には効きを付けられないので、そこは全部桂馬で埋め尽くされることになる。上記の二番目の図は空きマスすべてに効きを付けている図でもあるが、これより少なくできる。

問題 9.

桂馬をなるべく少なく配置して、将棋盤の空きマスすべてに効きを付けてほしい。桂馬は先手の桂馬でも後手の桂馬でもよいとする。

今回はこれくらいにしておく。以上頭で考えてできるかもしれないし、何かしらのプログラムやツールで調べたらいいかもかもしれない。考えてみてほしい。答えはここでは書かない。来年の事務局便りで書くことにする。

もうひとつ、考えていることを述べる。それは将棋の歴史の問題である。将棋の系統、つまり将棋の源は中国の象棋か東南アジアの将棋なのかといった問題である。それを数理的に取り組みたい。将棋系のゲームはインドのチャトランガから始まって、西に行くとチェスになり、中国では象棋に、日本では将棋になった。タイにはマックルックという将棋がある。しかしそれらだけではなく、ユーラシア大陸にたくさんのローカルな将棋系のゲームが残っている。残念ながらチェスなどに押されてその多くが消滅の危機に陥っている。

そういうものをつぶさに観察すると、日本の将棋がどうやってもたらされたかの知見が得られるはずである。ただし当方は理系であり具体的に個別の情報をうんぬんする方法はとらず、数理的に分析する。

遺伝子を使った生物の系統の研究が進んでいる。簡単にいうと、遺伝子を非常に次元の大きいベクトルと考え、その差異でいくつかの種のあいだの近縁関係などを求める。系統樹が自動的に作れる。それでさまざまなことがわかってきている。

面白い例は。人類の進化の話だ。人類と類人猿とは共通の祖先を持ち、類人猿は、オランウータンやゴリラやチンパンジーに分かれた、とみんな思っているのではないか。しかし遺伝子を調べた結果、まったく違って、次のような事実があきらかになったのである。まず、全体の共通の先祖から、オランウータンの祖先と、ゴリラ・チンパンジー・人の共通の祖先に分かれた。その後者は、ゴリラの祖先と、チンパンジー・人の祖先に分かれた。最後にその後者が、チンパンジーの祖先と人の祖先に分かれた。つまり、チンパンジーは、ゴリラやオランウータンより人に近いわけである。

言語の系統の研究でもこのような手法で、言語間の類縁関係の分析が進んでいる。その種の手法を将棋系のゲームに適用してやってみたいと思っているわけである。残念ながら今回それ結果を出すところまでには至っていない。これも次の機会に紹介しようと思っている。

当方、コロナへのリスクが高いと判断されているため、引きこもり状態で、今日まで、都内に行ったのも数回、電車に乗ったのも数回しかない。そこで、体力を維持するために散歩をしている。いろいろなところに出かけるが、鶴ヶ島・若葉の方にも行った。昔、そっちにあったランダムハウス社（森田和郎さんのところ）で、例会を開催したことがあったのを思い出したが、どのへんだったかわからなかった。森田将棋はコンピュータ将棋ソフトとして一世を風靡したものである。彼が生きていたら今日のコンピュータ将棋をどう感じるだろうか、と思った。

(2021年3月 小谷 記)

コンピュータ将棋協会賞

C S A 賞選考委員会
委員長 瀧澤武信

2020 年度の C S A 賞は、選考委員会で厳正に審査した結果、磯崎元洋さんに貢献賞、西尾明さんに著述賞を授与することが決定され、2020 年 5 月に行われた世界コンピュータ将棋オンライン大会の前後に賞状と楯が授与された。

表彰状

C S A 貢献賞

磯崎元洋 殿

あなたは優勝システムやねうら王を設計したのみならず多くの情報発信により大きな影響を与えレベルを高めるなどコンピュータ将棋の発展に貢献しました
よってここにこの賞を贈り表彰します

2020 年 5 月 5 日

コンピュータ将棋協会 会長 瀧澤武信 [印]

表彰状

C S A 著述賞

西尾明 殿

あなたは コンピュータは将棋をどう変えたか を執筆しコンピュータ将棋の発展に伴う序盤の戦型変化を高度な分析で体系化しコンピュータ将棋の発展に貢献しました
よってここにこの賞を贈り表彰します

2020 年 5 月 5 日

コンピュータ将棋協会 会長 瀧澤武信 [印]



磯崎元洋氏 (右から 2 人目)。2019 年 5 月 5 日

©松本博文氏



西尾明七段

©公益社団法人日本将棋連盟

コンピュータ将棋協会・会誌執筆要領 兼 テンプレート

将棋太郎*・計算機花子**

1. まえがき

本会誌は1987年発刊、以降毎年1巻ずつ作成されている。コンピュータ将棋協会の主催事業、例会における配布資料、および、当協会の趣旨に沿う記事（次節参照）を本誌に収録する。

2. 記事種目

会誌で扱う記事種目として、依頼原稿、投稿原稿、転載原稿がある。

2.1 依頼原稿

例会議事録を書記担当者に依頼する。通常、電子メールでCSAメーリングリストに流され、編集委員が本誌のスタイルに編集する。その他、必要に応じて原稿を依頼することがある。

2.2 投稿原稿

CSA会員に興味あると思われる内容の論文を随時受け付ける。当協会の趣旨に沿う原稿であるかどうか、および、論文内容に関する査読を行なう。編集委員会の判断の下に2名以上の有識者に査読を依頼する。

2.3 転載原稿

当協会の趣旨に沿う他誌に掲載された論文（一般記事も含む）を本誌に転載することがある。ただし、転載許可の承諾を得ることを条件とする。

2.4 原稿の体裁

MSワード・テンプレートもしくはそのテンプレートに相当するフォーマットを使用した10ページ以内の原稿を1部提出する。フォントの大きさの目安を表1に示す。なお、表中の文字のポイント数は特に指定しない。

また、図の書き方の例を図1に示す。表のタイトルは表の上の領域に、図のタイトルは図の下に記す。数式は右側に式番号を付して以下のように表記する。数式はなるべく数式エディタなどを使用して見やすく表現することを推奨する。

$$f(x) = 10n + \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 5x_i + 10)^3 \quad (1)$$

表1 各項目のポイント数

項目	ポイント数
表題（和文）	18
表題（英文）	14
著者名（和文）	12
著者名（英文）	9
脚注の著者連絡先	8
アブストラクト	8
本文	9
参考文献	9



図1 対局に使用された将棋盤と駒

参考文献を引用する際には、カッコ付の番号を本文中の引用箇所へ記す[1]。句読点は、「、」や「。」でも構わないが、同一原稿内では統一する。

3. 本誌に掲載された原稿の著作権

本誌（Vol.9以降）に掲載された依頼原稿・投稿原稿の著作権は原則として本協会に帰属する。これが適用できない事情のある場合、著者と本協会理事会の間で協議のうえ措置する。その他著作権に関する取り扱いは常識に基づいて処理する。

*CS 大学大学院 CS 研究科
〒923-1292 石川県能美市旭台 1-1
E-mail csa@csa.org
**CSA 株式会社主幹研究員
〒550-0003 大阪市西区京町堀 31415926535 (π 会館)

参考文献

[1] 大内 東, 山本雅人, 川村秀憲: マルチエージェントシステムの基礎と応用, コロナ社, pp.10-30 (2002).

原稿投稿先:

〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

芝浦工業大学工学部情報工学科

五十嵐 治一 (編集委員長)

Tel. 03-5859-8511

E-mail: arashi50@sic.shibaura-it.ac.jp

★e-mail での投稿を強く推奨します。

(2016年7月9日 編集委員会改定)

コンピュータ将棋協会 会則

2015年3月14日

第1章 総則

第1条 (名称)

本会は、コンピュータ将棋協会と称する。英文名称は Computer Shogi Association とし、略称を CSA とする。

第2条 (事務局)

本会の事務局を東京都多摩市愛宕 2-6-2-501 に置く。

第3条 (支部)

本会は、理事会の議決を経て必要の地に支部を置くことができる。

第2章 目的および事業

第4条 (目的)

本会は、コンピュータと将棋を通じて文化の向上に寄与することを目的とする。

第5条 (事業)

本会は、前条の目的を達成するために次の事業を行う。

1. 例会の開催および会誌の発行
2. コンピュータ将棋選手権の開催
3. コンピュータ将棋に関する(学術)論文発表会(ワークショップ)の開催
4. コンピュータ将棋の通信規約等の規約の作成
5. コンピュータ将棋を通じての国際交流
6. コンピュータ将棋に関する資料の収集と管理
7. その他本会の目的を達成するために必要な事業

第3章 会員

第6条 (会員)

本会の目的に賛同して入会した者を会員とする。

第7条 (会員の種類)

本会の会員は、次の通りとする。

1. 正会員(本会の目的に賛同し、所定の会費を納める個人)
2. 賛助会員(本会の目的に賛同し、その事業を援助する個人、法人、団体)

第8条 (入会および会費等)

1. 会員は、細則に定められた会費を納入しなければならない。
2. 会費は、いかなる理由があってもこれを返還しない。
3. 会員は、細則の定めに従って本会が発行する会誌の配布を受ける。

第9条 (会員の退会等)

1. 会員は、会長に届ければ、自由に退会することができる。
2. 会員が事務局からその年度内に2回以上請求を受け、事務局の指定する期限内に会費を納入しなかった場合は、会長は理事会の議決を経て、その会員を退会させることができる。
3. 会員が本会の名誉を傷つけ、または本会の目的に反する行為をしたときは、会長は理事会の議決を経て、その会員を除名することができる。

第4章 役員および職員

第10条 (役員)

本会には、次の役員を置く。

1. 会長 1名
2. 副会長 若干名
3. 理事 若干名
4. 監査 1名

第 11 条 (役員を選任)

1. 会長、副会長、理事、監査は総会で選任する。
2. 会長、副会長、理事の中から会長が会計 1 名を指名する。

第 12 条 (役員職務)

1. 会長は、本会の事務を総理し、本会を代表する。副会長は会長を補佐し、会長に事故があるときは、その職務を代行する。会長、副会長ともに事故があるときは、会長があらかじめ指名した理事が、その職務を代行する。
2. 会計は、会長の指示に基づき本会の会費およびその他の収入、事業に伴う支出およびその他の支出を管理する。
3. 理事は、会長、副会長とともに理事会を組織し、この会則に定める事項を決議し執行する。
4. 監査は本会の会計の状況を監査する。

第 13 条 (役員任期)

1. 本会の役員任期は 1 年とする。但し再任を妨げない。
2. 役員は、その任期満了後でも後任者が就任するまでは、なおその職務を行う。

第 14 条 (役員解任)

会長、副会長および理事は、理事現在数または会員現在数の 4 分の 3 以上の議決によりこれを解任することができる。

第 15 条 (役員報酬)

役員は、すべて無報酬とする。

第 16 条 (職員)

1. 本会の事務を処理するため、必要な職員をおくことができる。
2. 職員は、会長が任免する。
3. 職員には、報酬を支払う。

第 5 章 総会および理事会

第 17 条 (総会招集)

1. 通常総会は、毎年 3 月の例会日に行う。
2. 理事会が必要と認めたとき、会長が臨時総会を招集する。
3. 現在会員の 3 分の 1 以上が要求したとき、会長は 30 日以内に臨時総会を招集する。

第 18 条 (総会議長)

通常総会の議長は、会長とし、臨時総会の議長は、会議の都度出席会員の互選により定める。

第 19 条 (総会議決事項)

総会は、この会則に別に定めるもののほか、次の事項を議決する。

1. 事業報告および収支決算についての事項
2. 事業計画および収支予算についての事項

第 20 条 (総会定足数等)

総会の議事は、この会則に別段の定めがある場合を除き、出席会員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

第 21 条 (会員への通知)

総会の議事の要領および議決した事項は、会誌に掲載し、会員に通知する。

第 22 条 (理事会招集)

理事会は、会長が招集し、次の事項を行う。

1. 総会/例会の議題の作成
2. この会則に定めるもののほか、本会の総会の権限に属さない事項の議決および執行。
3. 理事会の議長は会長とする。

第 23 条 (理事会定足数等)

1. 理事会は理事現在数の 2 分の 1 以上の者の出席がなければ、議事を議決できない。但し、当該議事につきあらかじめ意志を表

明した者は、出席者とみなす。

2. 理事会の議事は、この会則に別段の定めがある場合を除き、出席理事の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

第6章 資産および会計

第24条 (資産の構成)

本会の資産は次の通りとする。

1. 会費
2. 資産から生ずる収入
3. 事業に伴う収入
4. 寄付金品
5. その他の収入

第25条 (会計年度)

本会の会計年度は毎年1月1日に始まり12月31日に終わる。

第7章 会則の変更および細則

第26条 (会則の変更)

この会則は、理事会および総会の3分の2の議決を経なければ変更することができない。

第27条 (細則)

細則は理事会により定める。

この会則は1995年5月13日より施行する。
1997年5月10日改訂。改訂日より施行する。
2007年3月10日改訂。改訂日より施行する。
2013年3月9日改訂。改訂日より施行する。
2014年3月8日改訂。改訂日より施行する。

コンピュータ将棋協会 細則

第1条 (入会)

会員は入会時に前年発行の会誌を受け取ることができる。

第2条 (会費)

1. 正会員の会費は年2,000円とする。
但し、ある年度の世界コンピュータ将棋選手権に参加するチームの代表者が前年度まで会費の滞納がない会員の場合、その年度における当該代表者の会費を免除する。
2. 賛助会員の会費は年10,000円とする。

第3条 (例会の開催)

1. 本会の例会は、毎奇数月第2土曜日15:00より開催される。
2. 理事会は例会の会場および記録者を定め、会員に通知する。

第4条 (会誌の発行)

1. 本会は、会誌を年1回以上発行する。
2. 正会員は会誌の発行ごとに1部の配布を受ける。
3. 賛助会員は会誌の発行ごとに2部の配布を受ける。

第5条 (会員への通知)

会員への各種の通知は、会誌またはメーリングリストを利用したメールで行う。

この細則は1997年5月10日より施行する。
2007年3月10日改訂。改訂日より施行する。
2013年3月9日改訂。改訂日より施行する。
2014年3月8日改訂。改訂日より施行する。
2015年3月14日改訂。改訂日より施行する。

編集後記

五十嵐 治一 *

ご存じの通り、昨年 5 月開催予定であった第 30 回世界コンピュータ将棋選手権 (WCSC2020) は、新型コロナウイルスの感染拡大防止のため中止となりました。主催者側は最後まで開催の道を探りましたが、残念ながら中止という結論に至りました。開催中止までの経緯については、本号記事「第 30 回世界コンピュータ将棋選手権中止・世界コンピュータ将棋オンライン大会開催の経緯」(香山健太郎 CSA 理事) に詳しく述べられています。

その代替として、「世界コンピュータ将棋オンライン大会」が完全なリモート&オンライン環境下で開催されました。この開催に至るまでの経緯については、前記記事とともに本号の巻頭言(瀧澤武信 CSA 会長)においても詳しく述べられています。

大会全般の試合解説は、「世界コンピュータ将棋オンライン大会報告」(篠田正人氏)をご覧ください。また、優勝チームの水匠(杉村達也氏)からの寄稿記事も頂くことができました。チーム開発者や本会員の皆様のご参考になれば幸いです。

昨年 11 月に新たなコンピュータ将棋大会が立ち上げられました。「世界将棋 AI 電竜戦」です。カツ井将棋の開発者である松本浩志氏を中心となって立ち上げたオンライン大会です。この大会については、松本浩志氏が「世界将棋 AI 電竜戦について」というタイトルで記事を書いて頂きました。電竜戦の構想、企画、システム開発、予行演習から大会開催、実行までの詳細が述べられています。

優勝チームの GCT からの寄稿「DeepLearning Shogi Meets Google Colab」(加納邦彦氏、山岡忠夫氏)も掲載してあります。GCT はモンテカルロ木探索を使用したソフト dlshogi をベースにしていますが、どこが優勝の決め手になったのか興味深いところです。

また、その dlshogi と $\alpha\beta$ 探索を使用したソフトの代表格「やねうら王」とをコラボさせたチームも電竜戦に参加しました。これについては、「異なる思考過程を持つ将棋 AI の効率的なクラスタ化 ~deqshi が電竜戦へ挑戦~」(澤田亮人氏) に詳しく述べられています。

さらに本号では、技術・研究トピックスのコーナーが充実していました。

- ・瀧澤会長によるコンピュータ将棋の現状と歴史についての記事が 3 編、
- ・将棋の評価関数をチェスのフリーソフト Stockfish へ組み込むプロジェクトについての詳細な記事「Stockfish NNUE プロジェクト」(野田久順氏)、
- ・Alpha Zero のアルゴリズムを将棋へ適用させる AobaZero プロジェクトについての報告記事「AobaZero の高速化と現在の状況」(山下宏氏、保木邦仁氏、小林祐樹氏)、
- ・詰将棋アルゴリズムの実装上の問題点を提起した「その玉はなぜ詰まないのか? ~df-pn を使った詰将棋エンジンとその実装の課題~」(澤田亮人氏)、

など盛りだくさんの内容となりました。まだまだ、将棋ソフトの開発・研究が終わったわけではなく、ネット配信ドラマのシリーズ物のように、これから「コンピュータ将棋のシーズン 2」が始まることになるのでしょうか?

さて、新型コロナウイルスが世界的な規模で依然として猛威を振るっており、昨年 3 月ごろから各種学会の講演会、研究会、シンポジウム、ロボット競技会などの催しが軒並み中止に追い込まれました。本年の「第 31 回世界コンピュータ将棋選手権」もすでにオンラインでの開催が決定しています。しかし、このような逆風が吹く中、参加申し込みチームが 60 を超えたのはうれしい限りです。ぜひとも例年通りの盛会となることを心から願っております。

* 芝浦工業大学工学部情報工学科

2021年3月31日

会誌第32巻発行について

コンピュータ将棋協会
(編集：五十嵐治一)

コンピュータ将棋協会誌は第22巻よりCDで発行しております。第24巻からは対象年を入れないことになりました。

【ファイル形式について】

データはPDFファイルです。

PDFファイルの閲覧にはAdobe Readerが必要です。

以下のAdobe社のサイトからダウンロードすることができます(無償)。

<http://get.adobe.com/jp/reader/>

コンピュータ将棋協会誌 Vol.32

2021年3月31日発行

編集・発行:

コンピュータ将棋協会

〒206-0041 多摩市愛宕2-6-2-501

E-mail: csa_admin@computer-shogi.org

会費等の振込口座:

なるべく(1)をご利用ください。

(1) 銀行間の振込の場合

ゆうちょ銀行 当座口座

支店 〇一九

口座番号 0540925

加入者名 コンピュータシヨウギキョウカイ

(2) 郵便局での振込の場合

ゆうちょ銀行 振替口座

口座番号 00110-9-540925

加入者名 コンピュータ将棋協会

CD製作

コンピュータ将棋協会

著作権 2021 コンピュータ将棋協会(CSA) Produced in Japan
