

戦略的状况において事前情報はプレイヤーの行動に影響を及ぼすか

～電王戦を通じて人と AI のかわり方を考える～

1180494 矢野 大河

高知工科大学マネジメント

1. 概要

情報技術の発達とともに、人工的に人間と同じ知能を実現させる AI(Artificial Intelligence)の分野は進歩を遂げ、その存在は社会的価値を持ち始めた。近年、AI は金融、医療、交通、通信等々の現場に表れ始め、人間を大幅に超える処理能力によって、人間の生活に様々な恩恵を与え始めている。一方で、AI は労働者として人間に取り替わるのか、といった話題もあり、AI は我々の生活において、これからより一層の存在感を示すこととなるのは想像に難しくない。

AI が人の生活を支える時代の中で、人間は AI に対してどのような印象を受け、その存在を生活の中へ受け入れていくのだろうか。本研究では、AI と人間のかかわりについて AI 将棋を例に挙げながら考えるとともに、先行研究の簡略化したボーカーゲームを用いて、人が AI と対峙するときに現れる心の変化や、それに付随する行動の変化を読み取り、これからの人間と AI のかわり方を示唆できるようなデータとその裏付けを得る。

2. 背景

AI はその能力の飛躍に従って、様々な場面において活躍の場を増やしている。先に述べたような「人々の仕事を支える」面の一方で、「人間と対戦し、競う」ことを目的としたエンターテインメント性のある分野にも表れ、大きな話題となった。本研究では、その中でもドワンゴ(日本の IT 関連企業)が日本将棋連盟の協力を受けて主催し、全世界に対局の様子をインターネット配信する、AI 将棋プログラム対プロ将棋棋士の対局「電王戦」に着目した。

将棋は過去、多くの棋士によって研究しつくされ、その戦略は数多の対局と 1000 年以上の時間をかけて人と人の間で進歩を続けてきた。しかしながら、10 年前に突如現れた AI は、過去、現代の棋士のあらゆる棋譜(手)を学習し、尚且つ自分同士を何千、何万回と戦わせることでその棋力(実力)を急速に高め、人間棋士のレベルを完全に凌駕したと言っても過言ではない。電王戦は 2010 年に第一回電王戦が開催された後、トーナメント形式や、人と AI のタッグマッチ形式な

ど形式を変えながら 2017 年まで継続して開催され、数々の AI が参加し、多くの棋士が AI に挑んだ。これまでの戦績や、対局の流れを見的过程中で、AI の電算能力が日々飛躍的に進歩していることや、AI が人間棋士が未だ到達できていない発想や思考の領域へ踏み込みはじめた事は明白である。AI の進化が将棋そのものに発展の余地を示唆した、という事実もこの電王戦の大きな功績だと言えるだろう。また、人間と AI とが同じ土俵で対峙する状態を生み出し、公に取り上げたという意味では、今後単なるエンターテインメントにとどまらない評価がなされるはずである。AI 開発やその専門領域の分野のみならず、これから AI が生活に浸透しゆく時代の過渡期を生きる我々にとっても、意義がある試みであったと考えられる。

期	年	優勝者	成績	相手	トーナメント表
1	2016	PONANZA	2-0	山崎隆之毅王	二番勝負

回	年	優勝者	成績	相手	トーナメント表
4	2015	プロ棋士	3-2	コンピュータ	五番勝負(団体戦)
3	2014	コンピュータ	4-1	プロ棋士	五番勝負(団体戦)
2	2013	コンピュータ	3-1 (1 持将棋)	プロ棋士	五番勝負(団体戦)
1	2012	ボンクラズ	1-0	米長邦雄永世棋聖	一番勝負

2-1 過去の電王戦の勝敗

(出所：電王戦 公益社団法人日本将棋連盟)

3. 仮説

しかしながら、過去の電王戦の試合結果や、棋士のコメント、総評に目を通すほどに、彼らの戦略、行動に疑問を抱いた部分があった。例えば、2015 年 3 月 23 日の対局において、長瀬拓矢 6 段が AI「Selene」に対し、「角ならず」の手を用いて AI のエラーを誘発させることで勝利した記録があった。その他、阿久津 8 段や他の棋士においても、普段の対局ではありえない手や、正攻法とはいえない AI のエラーを狙った戦略がいくつか見られる。なぜ彼らプロ棋士が、普段とは違う奇妙な戦法を使っているのか、という点に疑問が残った。電王戦では主催のドワンゴが対戦前にインターネットを通してプロモーションビデオの作成配信や、識者へのインタビュー、

AI 開発の過程などを新聞に掲載するなど、大々的に宣伝しており、それらが棋士に与える心理的効果が対局に影響していた可能性も無いとは言い切れない。

例に挙げた対局後、永瀬 6 段は、「AI が本領を発揮する中盤を飛ばしたかった、定石を外れた序盤戦となった」と発言しており、「角ならず」が勝利の決め手ではあったものの、対局全体を通して AI に対して「勝負を避けている」事が伺えた。たとえ相手が AI であったとしても同じルールの中で戦う以上は、対局中にできることは相手が人間である場合と相違ないはずだ。相手に応じて対策を講じるのはもっともだが、奇策を用いることは別問題であろう。対局前、電王戦に関するインタビューを受けた日本将棋連盟の棋士らは、「なんのために戦うのか」という問いに対し、「勝つために勝負する」と回答している。発言通りに受け取るならば、勝つための手が裏目に出ている、勝つための手を考えているつもりが消極的になっている、と考えるのが妥当だ。相手が AI であることや、大々的な AI の性能のアピールが棋士たちの対局へ挑む際の心理状態に無影響であるとは言い切れないと考える。

以上の疑問から予想を立て、人間は AI と対峙する時に、相手が AI であるという情報に必要以上の先入観をもって物怖じしている状態に陥り、自らの行動をゆがませてしまうのではないかと、一つの仮説が立った。プロの棋士であっても、相手が同じ人間ではない、そのような相手に勝てないのではないかと、という心象(物怖じしている心理状態)が生まれることで、本来の行動を歪められているのではないかと推測する。勝敗にその結果が表れるのはもちろんだが、勝負を避けた(行動を歪められた)という事実は、いわゆる「よいパフォーマンス」から遠ざかる原因であり、実力を発揮できない状況を生み出していたのではないだろうか。

以上より、「人間は AI と対戦するとき、何かしらの情報によってその心理や行動を歪められてしまっている。それによって実力が発揮できない状況を生み出している。」というのが本研究の仮説である。

4. 目的

「電王戦」の例をもとに、「人間と、人間に近い知能を有する AI が相互作用している状況」を作り出し、そこから得られるデータを分析する事で人間の行動の変化を見る。本研究では例として「自分より上手である AI と対峙した人間」を実験

の中で作り出し、彼らの行動が仮説通り変化するかを検証することとした。研究を通じて、人が AI と対峙するときには人間同士が対峙する時と比べてどのような変化が表れるのか。これからの人間と AI のかかわり方を示唆できるようなデータを得る。

5. 研究方法

本研究では、Matt Van Essen , John Wooders (2015)で考案した簡略化したポーカーゲームのルールを用いて、①人と人の対戦、②人とコンピュータの対戦、の 2 通りの実験を行った。以下より参加者を便宜上プレイヤーと表現する。プレイヤーは、①24 人、②20 人であり、それぞれ 50 回の試行からデータを得た。

当ゲームは二人一組のペアで対戦することとなり、ルール上、ペアに対して親と子の役割を与えてある。①の時はプレイヤー同士で 12 ペア、②の時は AI が相手となるため 20 ペアとなる。操作はコンピュータを介して行われ、終始対戦相手やその選択を知ることができない状況である。①の場合、親と子の役を参加者にランダムで割当て、②の場合も同様に AI と人間にそれぞれにランダムで役を割り当てて実験をした。

5.1 「簡略化したポーカーゲーム」のルール

当実験の概要である。これ以降 13 を K、1 を A と呼ぶ。

A(エース)1枚 K(キング)3枚
カードは4枚のみ
エースはキングよりも強い

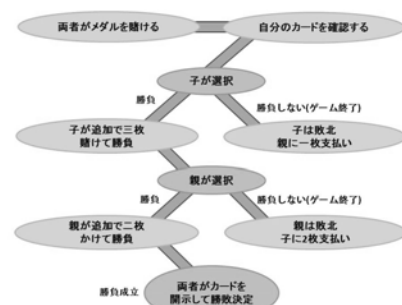


・流れ

- ①ペアがランダムで選出され、カードが一枚ずつ配られる
- ②最初に子1枚、親2枚のコインを場に出す(賭ける)
- ③子は追加で3枚メダルを賭けるor降りる(場のコインを親が獲得)
- ④親は追加で2枚メダルを賭けるor降りる(場のコインを子が獲得)
- ⑤カードが開示され勝敗決定

※両者が勝負する時点で互いに4枚を賭けている
※対戦前にランダムでペアと役(子・親)を決定
※50回の対戦中、役は変わらない

5.1-1 ルールの概要



5.1-2 ゲームの流れ

当実験で注目すべき部分は、①の時は特に何の情報も与えず対戦させたが、②の時には以下の文を説明に加えたことである。以下は当実験に参加したプレーヤーに対してルール説明をする際に用いた文章である。

この対戦におけるあなた方の相手、コンピュータは「ナッシュ均衡」という行動をするようプログラムされておりま
す。「ナッシュ均衡」とは、戦略的状況における合理的な
行動の一般的特性を数学的に分析するゲーム理論という
分野において用いられる考え方で、大まかに言えば「もっ
とも出し抜きにくい合理的な行動」を指します。コンピュ
ータの行動にはいわゆる「くせ」というものがないため、
コンピュータの行動を予測して裏をかくことは不可能で
あることを肝に銘じておいてください。

5.1-3 対 AI の実験説明に用いた文

当実験を行うにあたり、プレーヤーに対して「相手が AI である」という事、尚且つ「出し抜きにくい」という情報を与え、本研究の着想となった電王戦のようにプレーヤーが AI と対峙することによって行動を歪められている可能性のある状況を作り出そうとした。プレーヤーが AI と対峙した際に、「勝てないかもしれない」と思い込んだ時こそが観察すべき点であり、尚且つその状態に陥った時、行動が実験中にどのように変化していくのか、という点が非常に重要な観察ポイントとなるのではないかと推測した。よって、本研究では明確に相手が自分よりも強いという事実自体にはそれほどの重要性はないと言えるだろう。「プレーヤーの振る舞いが歪められている」状況を観察できれば、仮説は裏付けられるはずである。上述した説明文の内容はそれを踏まえたうえで、AI はナッシュ均衡を用いて選択を行う、というだけのものである。脅し文句のような表現ではあるが、「AI の行動は予測できず裏はかけない」という内容であり、勝てないかどうかは言及していない。実際、本実験で用いた AI は単純なものであり、本当にナッシュ均衡通りの確率で選択をするのみのプログラムである。前後のプレーヤーの手や、コインの保有枚数など一切考慮せず、毎回ナッシュ均衡によって判断して選択しているだけである。ルールをよく理解すれば、それがゲームの強さに関係していないことはわかってしまうが、初見のプレーヤーらがそれに気づくのは恐らく困難である。また、ナッシュ均衡については文中で簡単な説明はしてあるが、当分野

を理解している人、比較的見識の無い人で認識に差が表れることも予測できた。これまで述べたように AI に勝てないという事実がないのは明白である。与えられた情報がいかに人間の心に影響を与え、行動が変化するのか、という点に注目したといえる。

6. 結果分析

分析を始めるにあたって、留意すべき点がいくつかある。当実験では双方で 4 枚のカード(A1 枚、K3 枚)を共有するため、自分が A(エース)を引いた場合、相手は K(キング)を引く場合以外はない。また、A(エース)を引いた場合には、勝ちが確定するため、ルールを理解していれば選択の余地はない。よって、親と子のどちらかが、「キングを引いた場合に勝負したかどうか」を判断するべきである。実際、当実験において A(エース)を引いたにもかかわらず降りるという選択は無かった為、プレーヤーの全員がこのゲームのルールを最低限は理解していることが伺え、A(エース)を引いた場合は比較対象とはならない。また当実験では、実験参加者に通し番号を割り当てており、以下のデータの左列は実験参加者番号であり、右側が勝負した割合となっている。以下のデータでは奇数が子、偶数が親となるようにコンピュータがランダムで振り分けてある。

6.1 実験全体での比較

全 50 回の試行データの分析に当たって、まずプレーヤー全体でのデータを分析することとした。親と子、それぞれの役、そして相手が人間、AI それぞれの場合でのデータである。

6.1.1 子が K(キング)を引いたときの勝負割合

平均 / Bet		平均 / Bet	
1		1	
1	0.641	1	0.000
3	0.976	3	0.838
5	0.237	5	0.128
7	0.725	7	0.632
9	0.118	9	1.000
11	0.351	11	0.811
13	0.541	13	0.722
15	0.757	15	0.025
17	0.950	17	0.941
19	0.529	19	0.581
21	0.353		
23	0.897		
総計	0.602	総計	0.570

6.1-1 左が①対人、右が②対 AI のデータ

この時ナッシュ均衡は、「先手である子が 50%の確率で賭ける」と予測する。当実験では、相手が人間の時 60.2%、AI

の時 57.0%の確率で勝負する(賭ける)、とのデータが得られた。両データともに、ナッシュ均衡予測値を上回ったが、おおよそ同じぐらいの数値となった。しかしながら 3%の差が生まれていることから、AI に対してやや消極的とも取れる数値が表れた。本研究の仮説が大きく外れていることはないと言える結果となった。

6.1.2 親が K(キング)を引いたときの勝負割合

この時、ナッシュ均衡は、「後手である親は 75%の確率で賭ける」と予測する。当実験では、相手が人の時 71.5%、相手が AI の時 43.0%の確率で勝負する、というデータが得られた。相手が AI の時、親は 43.0%の確率で賭けており、極端に消極的になっているといえるだろう。当分析では、相手が人の時にはナッシュ均衡に非常に近い値が得られたこともあり、コンピュータと対峙する人間がその行動を歪められてしまう、という仮説を裏付ける、有用性の高いデータを得られた。

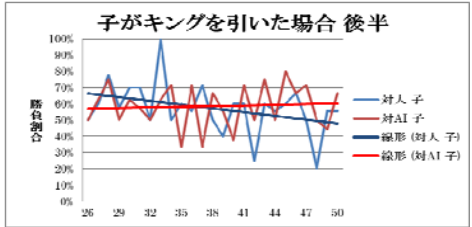
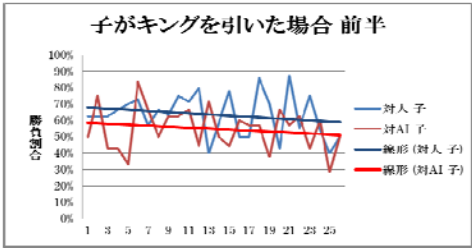
平均 / Call		平均 / Call	
2		2	
2	0.846	2	0.583
4	0.947	4	0.435
6	0.412	6	0.350
8	0.714	8	0.357
10	0.500	10	0.619
12	0.696	12	0.583
14	0.577	14	0.036
16	0.607	16	0.520
18	0.917	18	0.042
20	0.733	20	0.840
22	0.522		
24	0.743		
総計	0.715	総計	0.430

6.1-2 左が①対人、右が②対 AI のデータ

6.2 実験前半と後半での比較

ここまで全体を通じて分析をしてみたが、次に前半と後半で、プレイヤーの行動に変化がみられるかを分析する。全体では、親と子ともに消極的であった。さらに後手である親がコンピュータと対戦するとき、明らかに消極的であったことから仮説は裏付けられたといっても問題ないだろう。では、50 回の対戦の中で一貫して消極的であるのか、という点からも観察してみることにした。以下の分析では縦軸が勝負した割合、横軸が対戦回を表示している。全 50 回を前半後半に分け、グラフ化することで変化を見る。

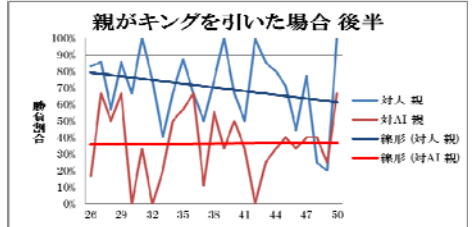
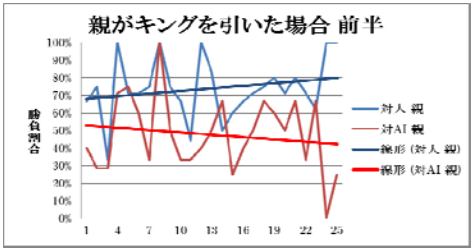
6.2.1 子がキングの時の前半と後半での勝負割合



6.2-1 子がキングを引いたときの前半と後半

この時、前半では対人は 63.6%、対 PC で 55.2%の割合で勝負しており 8.4%の差が表れた。後半では対人が 56.9%、対 AI で 58.6%の割合で勝負しており 1.7%の差となった。前半での勝負した割合は全体での比較の通り下回っているが、相手が人間か AI にかかわらず下降傾向にあった。しかし、後半のグラフでは人間に対しては前半と同じように下降しているが、AI に対しては上昇しているため、勝負した割合が高まっているという結果となった。全体を通しての比較では、子は相手が AI の時は、相手が人間の時に比べて若干消極的である数値が見られたが、後半に限って言えば攻撃的とは言えないが賭ける割合は若干上昇している。

6.2.2 親がキングの時の前半と後半での勝負割合



6.2-2 親がキングを引いたときの前半と後半

この時、それぞれ前半では対人は 70.2%、対 PC で 48.7%の割合で賭けており 21.5%の差が表れた。後半では対人が

72.8%、対 PC で 37.8%の割合であり 35%の差となった。

グラフを見ると、相手が人間のときは前半で上昇、後半で下降している。対して相手が AI の時、前半は下降、後半はわずかながら上昇するという結果となった。AI に対してのグラフの動きの変化は、子の勝負割合と比べ、ベースの数値に差はあるもののおおよその傾きは近い。親と子の双方の役割で、プレイヤーは AI に対しては一貫した行動をとっているとと言えるのではないだろうか。

7. 分析結果から

分析全体を通じて、やはり人間は相手が AI の時に消極的にプレーしている傾向にあることが言え、AI に対して物怖じしていると言って差し支えないだろう。やはり仮説でも述べたように AI と対峙する人間の行動がゆがめられている状況は発生していた。分析を進める中で、人間同士の対戦で親と子で数値に差が見られたのは、子は先手、親は後手であるというルールによるものだと説明できる。前半と後半の比較では、親子の両方で AI に対して同じような勝負割合のグラフが見られた。親子ともに AI に対しての勝負割合が傾きの近い曲線となったのも役による選択の余地が同じように影響を与えていると推測できる。

当分析で注目したいのは、AI が子、人が親の対戦で、親役であるプレイヤーの行動が人間と対戦する場合と比較して大きな差が見られた点だ。原因としては、子である「AI が勝負してきた」という点を意識しすぎているのではないだろうか。確かに、文章を用いて AI が良い判断をしてくるとは教えたものの AI が強いだとか、勝てないとは一切伝えてはいない。しかしながら AI と対峙したプレイヤーたちは「AI がブラフを張ることはない」だとか、「A（エース）を持っているから勝負をしてきている」といった予測を勝手に働かせてしまっていたのではないだろうか。

分析を進める中で、人は何かと対峙するとき、その見た目からの視覚的な情報だけでなく、心で感じる印象的な情報を組み合わせて、相手の像を作り出しているのではないかと推測した。尚且つ、その像の大半は視覚的な情報が占めているのではないかと予測できた。電王戦や今回の実験の対戦相手、AI のその姿は無機質な機械であり、雰囲気や、表情、仕草といった人対人のコミュニケーションに通ずる部分がないのだ。人と比べ視覚的な情報が大幅に少ない AI に対して、想像だけ

で像を作り上げてしまうのに無理はないのかもしれないし、物怖じしてしまった原因がほかに見当たらないことから大きく外れてはいないのではないだろうか。人がコンピュータに対して物怖じしてしまう、最もたる理由はそこにあったのかもしれない。人間が機械のように無機質に振舞うことができないのは想像に難しくないからだ。

本研究で解明できたことは疑問のほんの一部分に過ぎず、当実験だけでは推測で終わらせてしまった部分がほとんどである。本研究の課題は AI と対峙した人間はその行動を歪められる、歪ませてしまう、という人間の行動の変化を証明する事であり、その仕組みを解明することが、近い将来に訪れる AI と我々が共生する時代へのヒントと成りえると考えた。しかしながら、そこへ行き着く為には AI に対して物怖じしてしまう明確な理由や、それを生む心について他の分野にも関わりを持ちながら研究を進める必要があるということが分かった。本研究だけでは、その第一段階を解明するに留まったということである。

8. 電王戦から考えるコミュニケーション

AI が生まれるまで、人間の相手は人間であった。なぜなら、人と同等のコミュニケーションを行える存在が人間のみであったからだ。しかしながら、人間の生活に浸透しはじめた人に近い知能を有する AI に対して、我々は彼らをこれからどう認識してゆけばよいのだろうか。

本研究の着想となった AI 将棋は、その AI そのものの進歩によって 2015 年以降人間が勝つことはなくなった。しかしながら、これまでに AI に挑んだ棋士たちは AI 負けたこと自体に悲観はしていないという。プロの棋士たちは「勝つために挑む」と答えたが、羽生善治竜王は 2014 年 9 月のインタビューにおいて「勝敗にあまり意味はない。（人間同士の対局は）コンピュータ将棋のように、その瞬間に対応しているのではない。互いに“こう”指したいという大局的な意図が先にあるから、そこに駆け引きの意味が生まれる」[4]と語っている。確かに、コンピュータというものは人のように考えているように見えて、その構造は根幹から異なっており、人間と同列に考えるべきではない。彼らの表面上、すなわち我々が認識できる範囲のみでは測れないのである。例の電王戦にしても、人とコンピュータが互角になりうる状況を生み出したからこそ、対局というコミュニケーションが成立している

わけであるから、勝敗自体にはそれほどの意味はないと言える。逆に言えば、コンピュータと人間が同じ土俵で対戦した、という事実にこそ大きな意味があったのだ。

しかしながらこの先いずれ、AI と人間が対等な立場に立つ時が来る。今は人間に操作、サポートされることでその存在を保っている AI も、この圧倒的な進化速度からすれば本当に人に近い思考回路を持ち、独立するのにそう時間はかからないはずだ。そしていくつかの分野で人間を超える日がそう遠くないのは言うまでもない。現に、将棋の分野に限って言えば、人の 1000 余年を 10 年で超えたのだから。電王戦を着想として始めた本研究を終えて感じたのは、来るべき時代になったとき、人間は彼らとどう向き合うのかということだ。そんな時代の到来を象徴する将棋という一つの「かかわり方」生み出したことに電王戦は大きな意味合いがあっただろう。なにより、電王戦のような AI との駆け引きを通じて、人間同士の相互関係をより円滑なものにできるヒントを得ることがこの研究の目的であり、AI が相手でなくとも今回の研究結果が有効であるかどうかを検証することで当研究は発展の余地があるように感じる。

本実験では、ナッシュ均衡を用いて説明を行ったが、このポーカーゲームにももちろん必勝法はない。攻撃的でも保守的でも、行動が偏ってしまうことが一番価値から遠のく戦略となる。あえていうなれば、ナッシュ均衡通りに振舞うのが一番負けにくい戦略である。本研究ではプレイヤーらは AI に対して消極的となったが、状況やルールが変われば攻撃的な結果も十分考えられるだろう。今回の実験結果をもって、人間は AI に対して本来とは違った行動をとりやすい、ということが証明できたことで十分意味があるのかも知れない。このゲームの中では賭ける、降りる、のように振舞い方に限りがあるが、現実の世界に決められた選択肢はない。人と人とのコミュニケーションには最適解もないが、AI とのかかわりの中でより良いコミュニケーションのヒントを探ってみる、というのもこれから生きる我々の手段の一つであり、AI の存在意義はそこにもあると言えるのではないかな。

引用文献

- [1] Van Essen, Matt, and John Wooders. (2015) “Blind stealing: Experience and expertise in a mixed-strategy poker experiment” *Games and Economic Behavior*, 91, pp186-206
- [2] “電王戦”. 公益社団法人 日本将棋連盟 <https://www.shogi.or.jp/match/denou/>, (参照 2018-1-8)
- [3] “電王戦” 将棋電王戦 HUMAN VS COMPUTER <http://denou.jp/>, (参照 2018-1-4)
- [4] “羽生善治「若手に負けぬための秘密の習慣」”. PRESIDENT Online. 高橋盛男 (2014 年 12 月 7 日). <http://president.jp/articles/-/14033>, (参照 2018-1-21)
- [5] “将棋界、電脳時代の妙手は”. 日本経済新聞. (2015 年 4 月 27 日) <https://www.nikkei.com/article/DGXNZO54416570W3A420C1BC8000/>, (参照 2018-1-4)

付録

目次

A1. 実験説明書

A1.1	人対人用 実験説明書	8
A1.2	人対 AI 用 実験説明書	55