

## 詰将棋問題のデータベースと評価

小山謙二 河野泰人

NTT コミュニケーション科学研究所

京都府相楽郡精華町光台 2-2

詰将棋データベースの統計解析結果について述べる。我々は実戦型問題を中心に 12697 問からなる詰将棋データベースを作った。データベースに格納された問題を、駒の個数、玉の位置、玉の回りの閉塞度（静的側面）、着手の頻度、捨て駒と取り駒、着手選択率、評価関数の評価と先読みの有効性（動的側面）の観点から分析する。これらの解析結果は詰将棋の感性評価に役立ち、またコンピュータプログラムが詰め将棋をより効率的に解くためにも有用である。

## The Database of Tsume-shogi Problems and Its Evaluations

Kenji Koyama Yasuhito Kawano

NTT Communication Science Laboratories

This paper describes the results of analyzing the database of Tsume-shogi (mating problems of Japanese chess), which consists of 12697 Tsume-shogi problems with solutions. We analyze the problems from the viewpoint of static aspects (e.g. the number of pieces on the board, the position of Gyoku(King), and the closedness around Gyoku), and of dynamic aspects (e.g. the frequency of moves, sute-goma (sacrificed pieces for mating), the choice of moves, evaluations of scoring functions). These results are useful for evaluating of quantity of impression, and effective methods for solving Tsume-shogi problems are obtained.

## 1 はじめに

コンピュータによる詰将棋の創作は可能だろうか？本来純論理的な思考ゲームの対象でありながら、詰将棋問題は作品とも呼ばれ、芸術作品のように取り扱われる。詰将棋は300年以上の歴史を持ち、指し将棋とは違った独自の文化を形成している。当然詰将棋の研究も盛んである。しかしその多くは詰将棋の分類論にとどまり、統計科学的な観点から詰将棋をとらえた研究はまだ少ないように思える。こうした背景に基づき、我々は詰将棋データベースを作った。研究はもとより、例えば詰将棋問題の新規性チェックなど、さまざまな方向への応用が期待できるからである。本稿の目的は、詰将棋データベースの解析評価を行ない、優れた詰将棋の創作に役立つ基礎データを収集することである。

コンピュータによる詰将棋創作を行なうためには、次の2点を押える必要がある。

- (1) 詰将棋問題を解く高速なアルゴリズムの解明とインプリメンテーション。最終的には、問題の完全性（余詰がないこと）を検証できることが望ましい。
- (2) 「作品」としての完成度を高めるために必要となる、詰将棋の感性評価。

(1)の研究は伊藤・野下らにより、近年目覚ましい発展を遂げている[2,3]。特に最良優先探索法による伊藤のプログラムは、最近新聞紙上でも話題となったばかりである。当面の有望な研究方向は、最良優先探索法に基づく「構型探索のプログラムによるどの程度の手数の問題がどの程度の割合で解けるかを追求すること」(野下[6, p80])である。本稿では動的統計の章で着手探索に重点をおく。

(2)に関しては、詰将棋問題の感性評価に関する研究がもっと進む必要がある。感性評価は本論文の主要な解析課題の一つであり、姉妹論文「詰将棋の感性評価」[1]で詳しく分析がなされる。

## 2 詰将棋のルール

詰将棋を解く、基本的なルールは以下の通りである。

- (1) 王手の連続で詰ます。
- (2) 攻め方、玉方ともに最善を尽くす。つまり、攻め方は最短の手数で詰ますことを目的とし、玉方は最長の手順で生きながらえることを目指す。
- (3) 玉方は残り駒全部を使用できる。
- (4) 無駄な合駒はしない。
- (5) 詰め上がり時に攻め方の持ち駒がない。
- (6) 禁じ手などは「指し将棋」に準ずる。

詰将棋を創作する場合の注意事項として、「余詰」

がないことが課せられている。「余詰」とは、攻め方が正解手順（作意）以外の手で王手をして詰むこと。特に、正解手順の手数より短い手順で詰むことを「早詰」という。「余詰」はふつう正解手順より長くなる。

## 3 詰将棋データベース

現存する最古の詰将棋書は、江戸時代の初代名人・大橋宗桂が著した「将棋秘伝抄」であり、80題の問題が掲載されている。徳川家康は碁・将棋所の制を設け、歴代の名人は將軍へ自作の詰将棋を献上してきた。特に、江戸時代の伊藤宗看、伊藤看寿、久留島喜内などの天才が名作を遺している。現代でも、アマチュア詰将棋作家や一部のプロ棋士が、優れた作品群を発表している。現在、入手可能な市販の詰将棋問題集でも50冊を越える。

以下の専門誌では、毎月、それぞれ数十題が選考、公表されている。

「将棋世界」<sup>2</sup>、「近代将棋」<sup>3</sup>、「詰将棋パラダイス」<sup>4</sup>、「将棋マガジン」<sup>5</sup>、「将棋ジャーナル」<sup>6</sup>、「テレビ将棋講座」<sup>7</sup>、「週刊将棋」<sup>8</sup>。

さらに新聞や週刊誌に掲載される問題も多い。その一部は「詰将棋通信」として出版されている。現在、年間約2000題が創作発表されていると思われる。昭和の年代に発行された主な問題の総数は約10万である。<sup>9</sup>

もちろん、現在までに公表されたすべての問題をコンピュータに入力するのが理想であるが、我々は、第一段階として、入手が容易な市販の問題集を中心に、参考文献[1]-[89]を入力した。問題の総数は12697題である。コンピュータのファイルには、問題と「正解手順」をコンパクトな形で格納しており、全体のサイズは2.3メガバイトである。入力した問題は、選者や著者自身によって余詰や不詰などがないことを検討された、質の高い問題の集合といえる。入力した問題どうしで、衝突（盤駒と持ち駒が全く同じもの）は383組あった。この内、「古典的名作」が215組、自作

<sup>2</sup>1937年10月創刊、平均10題/月、月刊20万部、日本将棋連盟発行

<sup>3</sup>1950年4月創刊、平均15題/月、月刊10万部、近代将棋社

<sup>4</sup>1950年創刊、平均50題/月、月刊2000部、詰将棋パラダイス編集部発行

<sup>5</sup>1977年12月創刊、平均30題/月、月刊6万部、日本将棋連盟発行

<sup>6</sup>1977年8月創刊、平均1題/月、月刊2万部、将棋ジャーナル社発行

<sup>7</sup>1970年創刊、平均4題/月、月刊9万部、日本放送協会(NHK)発行

<sup>8</sup>1984年1月創刊、平均10題/月、週刊、毎日コミュニケーションズ発行

<sup>9</sup>「詰将棋パラダイス」の前編集長の鶴田諸兄(故人)が収集した作品集に基づく。

を同一著者が異なる出版物で発表したのが 77 組、それ以外が 91 組あった。

手数と問題の個数は表 1 に示す通り、7 手詰めが最も多く (20 %)、次に 9 手詰め (19 %)、11 手詰め (14 %)、5 手詰め (13 %) と続く。つまり、問題の大半は短手数であるが、詰将棋特有の好手や妙手は盛り込まれている。さらに、長手数の古今の名作も含まれている<sup>10</sup>。問題全体での平均の詰手数は 11.7 である。 $k$  手詰問題では、 $(k+1)/2$  手が攻めの動き、 $(k-1)/2$  手が受けの動きとなる。つまり、攻め方は玉方よりも絶えず 1 手多く動くので、攻め方の平均手数は 6.35、玉方の平均手数は 5.35 となる。

表 1. 詰手数と問題数

詰手	問題	詰手	問題	詰手	問題
1	114	3	890	5	1669
7	2549	9	2404	11	1765
13	1166	15	704	17	286
19	186	21	108	23	117
25	96	27	59	29	57
31	58	33	39	35	40
37	28	39	31	41	20
43	25	45	18	47	24
49	9	51	18	53	13
55	11	57	11	59	10
61	9	63	7	65	5
67	5	69	10	71	3
73	6	75	7	77	10
79	8	81	4	83	2
85	7	87	2	89	1
91	4	93	7	95	2
97	2	99	6	101	1
103	7	105	3	107	4
109	2	111	2	113	3
115	3	117	4	119	8
121	2	123	3	127	1
131	1	137	1	139	1
143	1	145	1	147	1
149	2	159	1	163	3
197	1	225	1	261	1
265	1	321	1	391	1
611	3	873	1		

玉方の置駒が 11 香、21 桂となっている問題は、指将棋によく現れるので「実戦型」と呼ばれたり、あるいは「桂香問題」と呼ばれる。なお、左右対称に 91 香、81 桂の置駒配置になっている問題も同様に呼ばれる。12697 個の問題の内、「11 香かつ 21 桂」または「91

<sup>10</sup>橋本孝治氏が昭和 61 年 6 月号の「詰将棋パラダイス」に発表した 1519 手詰めの最長手数の問題「ミクロコスモス」は、この統計には入っていない。

香かつ 81 桂」となっている問題の個数は 1584 である。「11 香、21 桂のうちいずれか一方だけ満たす」または「91 香、81 桂のうちいずれか一方だけ満たす」配置の「準実戦型」の問題は、3123 個ある。したがって、「実戦型」と「準実戦型」を併せた「広義の実戦型」の問題数は、全体の問題の 45 %、つまり 5707 個あり、比較的多いことが分かる。

以下、詰将棋データベース 12697 問題を静的側面と動的側面から分析する。静的統計として、駒数や玉の位置・広さをとりあげる。

## 4 静的統計

### 4.1 駒数

1 問題当たりの持ち駒数と盤駒の平均個数をまとめたのが表 2 である。平均盤駒数は 8.96 枚であり、攻め方が 3.53 枚、玉方が 5.43 枚となっており、玉方が攻め方よりも 1.88 枚多い。駒の種別でみると、玉方、攻め方ともに歩が最も多いのはもともと 18 枚あるから当然かもしれない。金と「と」、成香、成桂、成銀を合わせた「金型」の駒数は、攻め方が 0.482 枚、玉方が 0.673 枚ある。歩と「と」を合わせた駒数（攻め方と玉方の盤駒の総数）は 2.719 であり、18 枚の内 15 %が使われている。角と馬の盤駒の総数は 1.074 であり、2 枚の内 54 %が使われている。飛と竜の盤駒の総数は 0.839 であり、2 枚の内 42 %が使われている。さらに、角が飛よりも、馬が竜よりも多く使われている。問題全体の中で、34 問題が双玉問題である。

持駒として金が使われる率が最も多いのは、最後の一手で使われることを含みに手順が展開していくためだろう。攻方の置駒では桂が金の約 2 倍置かれているが、持駒としては、金は桂より多い。桂の独特な攻めは、置駒、持駒としてほぼ同じ割合で使われる。置駒、持駒ともに角（馬）が飛（竜）より多く使われているが、その差は持駒の方が置駒より少ない。

29 手詰以内の問題について、手数と盤駒数または持駒数の関係を表 3 に示す。盤駒数は手数とともに増加している。持駒数は 11 手詰問題あたりまでは手数とともに増加するが、それ以上の手数では飽和し、平均持ち駒数が 3 を越えることはない。

### 4.2 玉の位置

全問題の問題図の玉の位置の分布と詰め上がり図の玉の分布を表 4 (a),(b) に示す。

問題図の玉の位置で多いベスト 5 を、将棋特有の座標（右下隅が (1,9)）で表示すると、

(2, 2), (1, 2), (1, 3), (2, 3), (2, 1)

表2. 持ち駒・盤駒の平均枚数

駒種	持ち駒	盤駒		計
		攻め方	玉方	
歩	0.189	0.687	1.54	2.416
香	0.0888	0.191	0.530	0.8098
桂	0.377	0.393	0.535	1.305
銀	0.390	0.484	0.528	1.402
金	0.574	0.194	0.441	1.209
角	0.263	0.440	0.215	0.918
飛	0.249	0.351	0.191	0.791
と	-	0.281	0.208	0.489
成香	-	0.00291	0.0105	0.01841
成桂	-	0.00220	0.00661	0.00881
成銀	-	0.00142	0.00670	0.00812
馬	-	0.281	0.132	0.413
竜	-	0.218	0.0794	0.2974
玉	-	0.00268	1.	1.00268
計	2.13	3.53	5.43	11.09

表3. 詰手数と駒数 (29 手詰以下の問題)

詰手	盤駒数			持駒数		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小
1	5.83	23	2	0.254	1	0
3	6.79	16	2	1.03	2	0
5	7.49	27	3	1.52	3	0
7	8.07	24	3	2.07	4	0
9	8.39	24	1	2.33	5	0
11	8.50	19	3	2.44	5	0
13	8.04	34	2	2.45	6	0
15	8.99	22	3	2.65	7	0
17	9.62	23	3	2.42	6	0
19	10.40	32	1	2.56	9	0
21	12.18	32	4	2.46	9	0
23	12.10	24	3	2.68	10	0
25	13.63	27	5	2.44	7	0
27	13.81	26	4	2.76	7	0
29	15.63	30	5	2.47	8	0

表4. 玉の位置の分布

(a) 初期盤面

1.8	1.9	1.9	1.4	4.4	4.3	17.0	33.6	33.7	
33	45	58	23	145	157	677	837	574	20.1
42	64	46	31	52	154	828	1793	1633	36.6
38	31	22	20	34	62	352	982	1152	21.2
21	21	29	23	79	54	135	372	445	9.3
23	16	16	29	152	47	52	87	196	4.9
15	18	22	26	38	20	38	81	112	2.9
21	21	10	11	21	19	24	47	60	1.8
13	13	18	12	13	11	23	33	63	1.6
20	16	15	8	27	21	28	32	45	1.7

(b) 最終盤面

2.6	1.6	1.6	1.7	5.3	7.0	18.9	25.9	35.4	
73	72	71	62	176	388	925	998	886	28.8
51	20	27	18	29	134	500	704	1244	21.5
46	21	20	24	58	156	510	845	1107	22.0
36	27	26	26	106	80	268	449	635	13.0
32	15	21	21	207	39	76	138	263	6.4
27	14	9	21	37	31	37	58	159	3.1
22	13	13	25	26	27	20	47	84	2.2
20	6	9	3	14	15	31	22	56	1.4
20	17	13	12	24	14	27	32	62	1.7

となる。詰め上がり図の玉の位置で多いベスト5は

(1, 2), (1, 3), (2, 1), (3, 1), (2, 3)

である。(2,2)の位置における玉の存在確率は、問題図では高いが、詰め上がり図では相対的に低い。(5,5)の位置で詰め上がる「都詰め」が特異点として周囲よりも多いのは興味深い。

×軸方向の座標で見ると、1筋または3筋に玉が置かれている問題が圧倒的多数(67.3%)であることが分かる。なお、盤の左側である6, 7, 8, 9筋に玉が置かれた問題(7.0%)は、左右対称性ゆえに、4, 3, 2, 1筋に玉を置いた問題に等価変換できる。2筋(8筋)に置かれた玉は最終的に1, 3, 4, 5筋(9, 7, 6, 5筋)に移動する傾向がある。

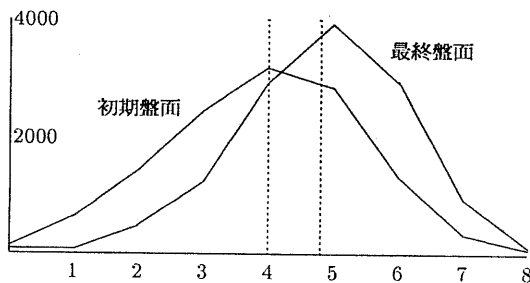
y軸方向に関していえば、2段に玉が置かれる問題が最も多く1段で玉が詰め上がることが最も多いことが分かる。「玉は下段の落とせ」の格言は約30%の確率で成り立っているといえる。

### 4.3 玉の回りの空間的広さ

問題図及び詰め上がり図における玉の回りの空間的広さが感性評価の指標の一つになり得る。空間的広さを表す尺度として、それと対をなす概念である空間的狭さ(閉塞度)を使用する。閉塞度Hを空き隣接マス個数を8から引いた値で定義する。Hは0から8までの整数値をとる。玉が辺に接している(1筋、9筋または1段、9段)とき、Hは少なくとも3になり、玉が隅にあるとき、Hは少なくとも5となる。全問題の問題図と詰め上がり図に関するHの分布を図1に示す。

初期盤面における閉塞度の分布は4を中心としたきれいな吊鐘型になる。最終盤面では、この曲線が閉塞度大の方向に大きく偏る。いわゆる吊し詰め問題(最終盤面でH=0となる問題)は11問含まれていた。初期盤面と最終盤面それぞれのHの平均は4.00と4.82である。

図1. 閉塞度の分布



## 5 動的統計

この節では詰将棋データ 12697 問題の解答に関する統計結果を報告する。着手は記号論的側面と意味論的側面を持つ。記号論的とは手順中に現れる個々の手に対する局所的な統計を指し、一方意味論的とは詰め手順の中での着手の果たす役割に関する考察のことである。着手の意味をアルゴリズム上で定義するのは容易ではない。将来的には面白い題材ではあろうが、本稿ではこの点には深く立ち入らず、記号論的側面のみに焦点を合わせることにする。

### 5.1 着手

6, 7, 8 ページに正解手順に現れる攻め方および玉方の着手に関する統計を示す。

表5は攻め方の着手と王手の種類に関して、攻め方の着手総数 80566 手の頻度を計算したものである。「打ち」については玉に対する相対位置でさらに細かく分類してある。表中、開き王手<sup>11</sup>・両王手の欄は上側のインデックスが不動駒を意味している。左側のインデックスで、「・・不成」とは「成ることができないに成らなかった」手を意味する。良く知られているように、歩・角・飛車に関して「成って詰まない場合は成らない手を読む必要はない(打ち歩詰めを除く)」。そこで「歩不成」「角不成」「飛不成」で示された問題のほとんどが打ち歩詰め問題だと想像できる(すべてがそうであるという保証はない)。香車・桂馬・銀に関しては、「・・不成」は「・・」に含めた。

表から、先手着手の4割強が「駒打ち」、5割強が移動駒による王手であり、開き王手と両王手は合わせて全体の3%程度であることがわかる。「駒打ち」の中では金・銀・桂馬の順に着手の数が多く、「駒移動」については大駒の活躍がめだっている。また、開き王手・両王手については各々 1372 と 1198 で、数字を見る限り(少し意外に思えるのだが)両者にはそれほど大きな差がない。

表5の下には、上の表の駒打ちの欄を玉との相対位置でさらに細かく分類したものを示した。香や角、飛車といった飛び道具は少し離して打つことが多いように思えるのだが、実際には香で5割以上、角や飛車では7割から8割が、いわゆるベタ打ちである。角は玉の左上、飛車の場合は玉の左横から打つことが多い。角・飛車ともに上側(玉の陣地側)で減衰が遅いのはもちろん成って使うためである。桂馬は右に打つよりも左に打つことの方が圧倒的に多い(約2.5倍)。銀、金にしても同じく右から打つよりは、玉の左から打つことの方が多。右玉問題が左玉問題よりも多いことがこれら左右の非対称性の原因である。

<sup>11</sup>一般には「開き王手」は「両王手」を含む概念であるが、以下「開き王手」といった場合「両王手」を除くものとする。

表5. 攻め方の着手

着手			開き王手 (不動駒)					両王手 (不動駒)					計
	打ち	移動	香	角	飛	馬	竜	香	角	飛	馬	竜	
歩	3952	384	-	7	3	2	0	-	-	-	-	-	4348
歩不成	-	20	-	11	5	0	0	-	-	-	-	-	36
歩成	-	1580	-	29	15	11	14	-	43	-	28	-	1720
香	1870	280	-	11	3	8	4	-	-	-	-	-	2176
香成	-	873	-	14	12	7	12	-	16	-	12	-	946
桂	5917	1450	10	24	16	10	17	21	-	6	-	5	7476
桂成	-	1752	25	29	17	12	25	35	40	8	20	4	1967
銀	6034	2635	12	3	71	3	69	18	-	64	-	60	8969
銀成	-	1851	3	3	21	0	29	9	-	60	-	57	2033
金	9313	3365	26	76	36	31	10	11	77	8	39	1	12993
角	3920	840	36	-	29	-	35	15	-	14	-	8	4897
角不成	-	137	12	-	8	-	11	1	-	0	-	0	169
角成	-	5008	58	-	62	-	36	41	-	69	-	39	5313
飛	3846	1342	-	61	-	28	-	-	43	-	15	-	5335
飛不成	-	264	-	11	-	4	-	-	1	-	0	-	280
飛成	-	4496	-	73	-	20	-	-	89	-	25	-	4703
と	-	2001	6	11	3	3	2	3	8	2	2	1	2042
成香	-	196	0	2	1	1	5	0	0	0	5	0	210
成桂	-	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240
成銀	-	261	0	1	1	2	0	0	2	0	1	0	268
馬	-	6270	18	-	20	-	11	18	-	14	-	7	6358
竜	-	7899	-	22	-	2	-	-	121	-	12	-	8056
王	-	-	13	12	4	2	0	-	-	-	-	-	31
計	34852	43144	219	400	327	146	280	172	440	245	159	182	80566

注：- は原理的にあり得ない組合せ

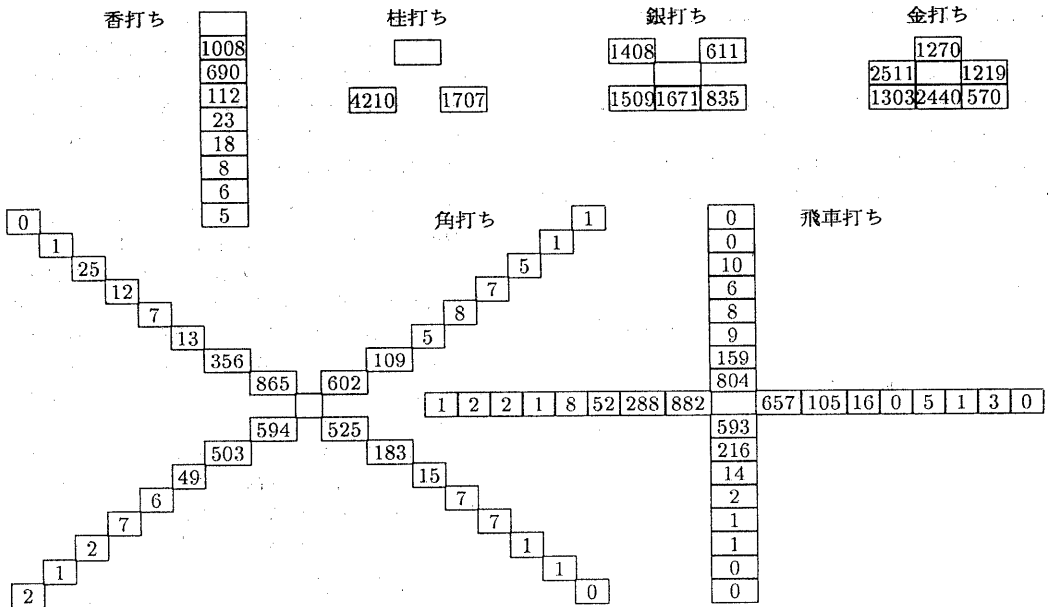
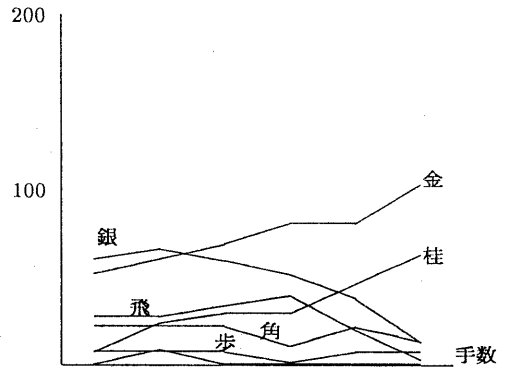


表6. 玉方の着手

着手	合い駒		王手駒 を取る	逃げる	計
	打ち	移動			
合い*	76	-	-	-	76
歩	568	60	1389	-	2017
歩成	-	6	38	-	44
香	149	20	1245	-	1414
香成	-	2	64	-	66
桂	389	44	1758	-	2191
桂成	-	10	97	-	107
銀	180	98	2493	-	2771
銀成	-	13	60	-	73
金	293	106	2906	-	3305
角	205	70	1152	-	1427
角成	-	10	36	-	46
飛	215	48	1501	-	1764
飛成	-	3	51	-	54
と	-	29	1191	-	1220
成香	-	0	117	-	117
成桂	-	0	88	-	88
成銀	-	2	81	-	83
馬	-	44	1485	-	1529
竜	-	18	909	-	927
玉	-	-	17568	30982	48550
計	2075	583	34229	30982	67869

\* ここでは歩以外の合い駒のこと

頻度 (b) 不成り駒の不成り移動



頻度 (c) 不成り駒の成り移動

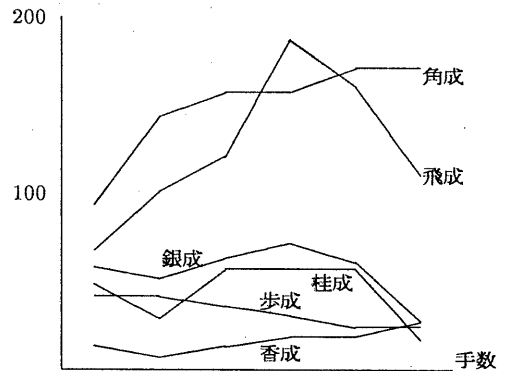


図2. 手数と攻め方の着手 (11手詰め)

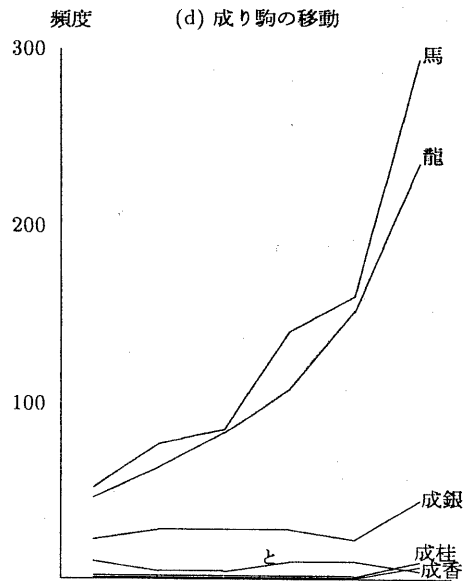
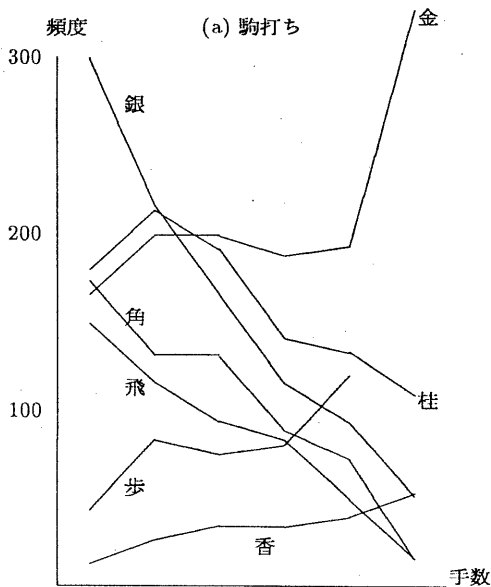


表 7. 決め駒

着手	開き王手 (不動駒)							両王手 (不動駒)					計
	打ち	移動	香	角	飛	馬	竜	香	角	飛	馬	竜	
歩	—	71	—	1	1	1	0	—	—	—	—	—	74
歩成	—	169	—	2	2	0	5	—	6	—	0	—	184
香	271	2	—	2	0	1	0	—	—	—	—	—	276
香成	—	170	—	4	0	0	5	—	2	—	0	—	181
桂	743	320	3	6	4	0	2	12	—	1	—	1	1092
桂成	—	112	0	6	0	1	2	12	6	0	0	0	139
銀	487	147	2	0	6	0	8	0	—	2	—	3	655
銀成	—	214	1	0	6	0	16	1	—	5	—	13	256
金	2983	597	15	15	8	2	0	1	19	0	3	0	3653
角	142	79	7	—	5	—	7	7	—	1	—	1	249
角成	—	1034	27	—	5	—	15	2	—	0	—	2	1085
飛	311	89	—	17	—	5	—	—	10	—	1	—	433
飛成	—	833	—	23	—	3	—	—	24	—	3	—	886
と	—	307	0	2	1	0	0	1	1	0	0	0	312
成香	—	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
成桂	—	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
成銀	—	58	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	60
馬	—	1597	4	—	8	—	2	4	—	4	—	0	1619
竜	—	1404	—	4	—	1	—	—	12	—	10	—	1428
王	—	—	0	1	0	1	0	—	—	—	—	—	2
計	4937	7323	59	83	47	15	62	40	81	13	17	20	12697

表 6 に玉方の正解着手に関する統計結果を示す。玉方の着手総数は 67869。その 7 割以上が玉の移動である。もっとも、長手数問題には玉を追い回すタイプの問題が多いので、短手数や中手数の問題だけで統計をとればこの比率はもう少し下がるものと思われる。「合い打ち」は全体のおよそ 3 %、歩以外の合い駒では桂馬が最も多い。「玉逃げる」は、「駒を取りながら逃げる」と「駒を取らずに逃げる」に分けられるが、各々 3090 と 27892 であった。

攻め方の着手と手数に関係を見るために 11 手詰め問題全体に関してその頻度分布を調べたのが図 2 である。歩、角、飛車に関して「・・不成」は全て (b) に含めた。これらの図からは、各々の駒の使われ方が良く理解でき興味深い。決め駒にとっておきたい金。早めに打っておいて、成って使いたい飛車・角。いずれの図でも歩・香は平坦なカーブを描くが、これは使われ方が手数に依存しないことを意味するものであろう。

一般に「桂は早めに使え」と言われるが、持ち駒の使用に関していえばそれは正しくない。図の (a) からわかるように桂よりも銀を先に使う場合の方がずっと多いのである。(この傾向は 11 手詰め以外についても同じであった。)

表 7 は攻め方の最終着手について統計をとったものである。約 4 割が駒打ちであるという点では正解手順中の着手も最終着手も変わらない。ただし最終着手では金打ちの割合が著しく高く全問題の 2 割強に及ぶ。竜・馬の使用は 1 割強、飛車成り・角成りは 1 割弱。逆に香・飛車・角の不成り移動は少ない。開き王手・両王手は各々 266 と 171 で、全体の 3.5 %が開き王手または両王手によって詰んでいることがわかる。

この表で見落としてはならないのは、桂打ち・桂不成り移動の多さである。金ほどには重宝されないが、桂もまた最後に残しておきたい駒である。

## 5.2 駒の損得

詰将棋の魅力論を論じる時、捨て駒は欠かせない要素である。捨て駒にははっきりとした定義があるわけではない。本稿では「捨て駒」に関して、 $A_1, A_2, A_3$  の 3 種類の別定義で統計を示す。さらに正解手順中で各々の定義どなりに玉方にとられた駒の総数を計算し、 $A_i$  との比を  $p_i$  (単位: %) で表した。

$A_1$  = 「同玉と応じられる可能性がある王手駒」

$A_2$  = 「攻め方の紐がついておらず、次にとられる可能性がある王手駒」

$A_3$  = 「次にとられる可能性がある王手駒」



表 8. 捨て駒

駒種	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>
歩	1644	1644	2630	75.1	84.5	86.3
香	332	651	984	69.6	84.8	89.2
桂	—	2205	3669	—	91.4	88.5
銀	3198	3198	5075	63.1	81.7	81.8
金	3628	3628	5720	73.1	91.2	90.4
角	1252	1822	2517	53.0	75.9	89.3
飛	1465	1948	2564	68.6	86.4	83.0
と	2001	2001	2426	79.5	90.9	90.5
成香	528	528	618	82.7	91.5	90.3
成桂	1351	1351	1608	80.3	91.1	89.2
成銀	1289	1289	1559	83.2	94.7	92.2
馬	3896	4367	5240	77.0	86.8	87.2
竜	2976	3763	4487	83.4	92.0	92.2
計	23560	28395	39097	74.6	88.0	87.3

王手駒と移動駒が必ずしも一致しないことに注意する必要がある。例えば、開き王手は不動駒が王手駒であり、両王手の場合王手駒は2枚ある。一般に「捨て駒」といった場合、A<sub>2</sub>を指すことがもっとも多いように思われる。詰将棋に多用されるテクニックの一つとして、駒捨てによって駒の位置を強制的に変えながら詰みに導くというものがある。そのため詰将棋を解く場合、駒得をある程度重視する指し将棋とは少し違う感覚が要求される。表8に統計結果を示す。

最終着手が駒捨てでないことを考えると、正解着手に占める駒捨ての割合は4割前後である。また、p<sub>i</sub>からいずれの定義でも玉方が取ることのできる王手駒の大部分が正解手順において実際に取られていることがわかる。

いわゆる「焦点の捨て駒」について統計結果を簡単に述べておく。以下に示す数字は、各々の定義に沿った捨て駒で、その駒に利いている玉方の駒数が1, 2, 3, 4, 5の場合の数である。

A<sub>1</sub>・・・17439, 5262, 785, 66, 8

A<sub>2</sub>・・・21798, 5704, 815, 70, 8

A<sub>3</sub>・・・31328, 6774, 911, 75, 9

焦点数が6以上のものはなかった。各定義で全体の2割から3割が焦点(玉方の複数の利きがある点)の捨て駒である。

次に取り駒について考える。表9で「取り駒数」とは攻め方の正解着手中取った玉方の駒数、「取り駒候補数」とは正解手順の各攻め方番の局面で次の全着手候補中取った玉方の駒数のことである。「比率」によって攻め方が次の一手候補の中からどの駒を取る手をより多く選択するのかがわかる。成香・成桂の比率が高いのは取られることを意図して置いている場合が多いので当たり前である。金の比率が高いのは最終手で有用だからだろう。逆に、歩はありがたくない駒で

表 9. 取り駒

駒種	取り駒数	取り駒候補数	比率
歩	1183	16306	7.3
香	647	5532	11.7
桂	1062	9228	11.5
銀	1005	6505	15.4
金	2037	8225	24.8
角	391	2345	16.7
飛	494	2231	22.1
と	419	2597	16.1
成香	97	255	38.0
成桂	77	252	30.6
成銀	90	394	22.8
馬	198	1509	13.1
竜	191	792	24.1

ある。詰将棋では駒余りが禁じられているため、使にくい駒は自然に比率が低くなる。馬・角の比率が低いのは面白い。角は成って使わなければその真価を発揮しないということか?(図2を参照せよ)

### 5.3 正解着手選択率

攻め方は候補手の中からどの着手を優先的に選ぶのだろうか?このことがわかれば、詰将棋のプログラム作りに大いに役立つ。

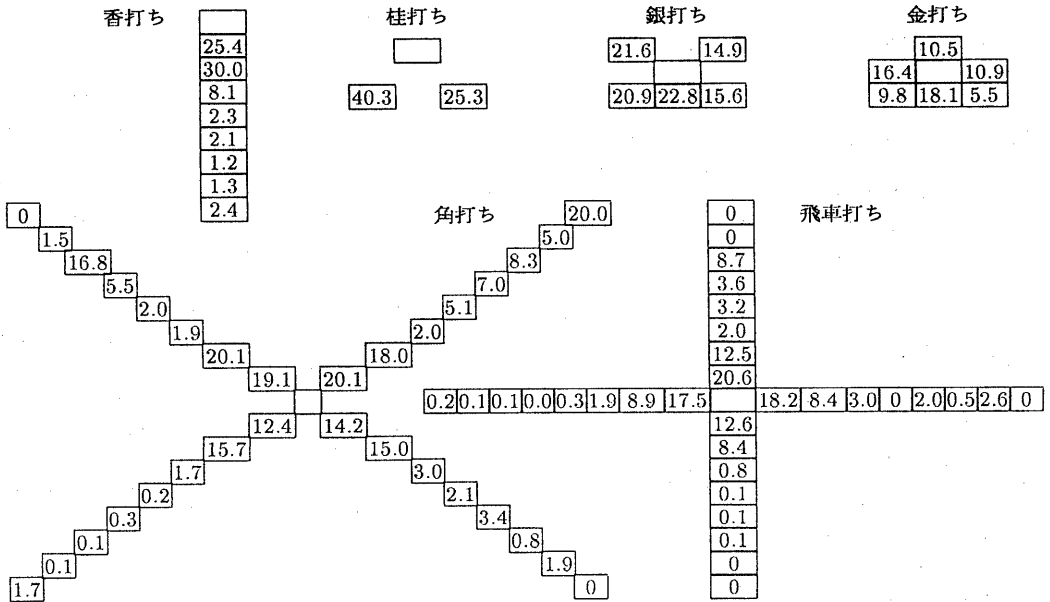
表10は先手の正解着手(表5の値)を、正解手順の各先手局面における着手候補の総和で割算したものである。この表の値を見れば、王手が一体何%の確率でヒットするかがわかる。例えば「駒打ち」に関して見てみよう。「駒打ち」で最も優先すべきなのは、桂馬の左からの打ち(40.3%)であり、次に優先すべきなのは、歩打ち(38.9%)である。ただし、桂馬の左右非対称性は右玉問題の多さに由来するものなので、桂打ちの平均値(34.4%)を採用して歩打ちを優先した方が良いかも知れない。また、香を持ち駒として使いたい場合は難して打つ方が良く(30.0%と25.4%)、銀・金は玉の頭(下側)から、飛車は玉の上側からベタ打ちにする手をまず考えるべきである。

全体的に見て歩・桂馬の着手選択率が高い。これは、王手をかけられる位置が限られているため、着手候補数が少ないからである。逆に、大駒の移動による開き王手などは各局面における着手候補数が非常に多いので、値が低くなる。このような王手が正解手順に含まれていると、コンピュータが詰将棋を解く場合、解答時間に大きく影響してくる。大駒の開き具合を一つ一つ変えながら、解を探るような状況を想像していただきたい。一方両王手は、駒の組合せにもよるが高い確率で正解になるものが多い。特に馬(不動駒)と竜(移動駒)、香(不動駒)と桂馬(移動駒)の組合せによる王手は70%以上の確率で正しい。

表 10. 攻め方の着手選択率 (単位: %)

着手	開き王手 (不動駒)							両王手 (不動駒)				
	打ち	移動	香	角	飛	馬	竜	香	角	飛	馬	竜
歩	38.9	15.1	-	46.7	33.3	50.0	/11	-	-	-	-	-
歩不成	-	1.5	-	12.6	38.5	/30	/16	-	-	-	-	-
歩成	-	23.2	-	63.0	45.5	68.8	29.2	-	62.3	-	66.7	-
香	17.3	36.4	-	10.5	6.3	10.8	6.7	-	-	-	-	-
香成	-	15.5	-	15.4	36.4	14.0	27.9	-	50.0	-	52.2	-
桂	34.4	35.5	11.1	27.3	26.2	33.3	19.1	70.0	-	54.5	-	55.6
桂成	-	11.9	19.5	23.6	32.1	30.8	29.4	30.7	38.8	21.1	46.5	22.2
銀	19.7	8.5	8.1	4.1	8.9	18.8	7.4	17.5	-	13.1	-	13.6
銀成	-	9.3	8.6	7.1	3.2	/3	5.0	14.3	-	16.8	-	15.7
金	12.3	15.5	18.3	14.2	19.3	11.2	14.3	9.3	25.5	28.6	25.7	10.0
角	4.9	22.9	5.0	-	5.2	-	7.9	27.8	-	41.2	-	17.8
角不成	-	1.6	1.3	-	0.5	-	1.0	1.5	-	/81	-	/54
角成	-	19.4	7.5	-	4.7	-	3.6	19.1	-	20.7	-	20.4
飛	7.3	19.8	-	3.7	-	4.0	-	-	16.3	-	12.1	-
飛不成	-	1.5	-	0.4	-	0.8	-	-	0.2	-	/100	-
飛成	-	14.0	-	3.1	-	4.4	-	-	12.2	-	14.3	-
と	-	13.8	11.5	11.3	6.1	8.6	8.0	10.7	18.2	16.7	13.3	33.3
成香	-	19.9	/0	14.3	25.0	5.6	17.9	/0	/0	/0	50.0	/0
成桂	-	16.6	/0	/0	/8	/0	/7	/0	/0	/0	/0	/0
成銀	-	15.8	/0	7.1	16.7	8.7	/2	/0	33.3	/2	8.3	/2
馬	-	12.3	2.5	-	3.2	-	3.8	15.4	-	16.5	-	18.4
竜	-	12.1	-	1.0	-	0.9	-	-	51.5	-	70.6	-
王	-	-	24.5	30.8	44.4	33.3	/0	-	-	-	-	-

注: 着手数が 0 のものに関しては、/n によって候補数 n を示した。



開き王手・両王手の欄を見ればわかるように、同じ組合せでも移動駒と不動駒の逆転で着手選択率は大きく変わる。その非対称性は著しい。例えば竜馬の組合せを考えよう。開き王手では竜が不動駒の場合 3.8%、馬が不動駒の場合は 0.9% であり、両王手の方は竜が不動駒の場合 18.4%、馬が不動駒の場合は 70.6% である。選択率の差もさることながら、不動駒・移動駒の逆転で選択率の関係が変化するのは不思議としかいいようがない。しかし、良く見るとそれぞれが約 4 倍の差になっている (0.9 → 3.8, 18.4 → 70.6) から、なにか理由があるのかも知れない。読者の方々はどうぞお考えになりますか?

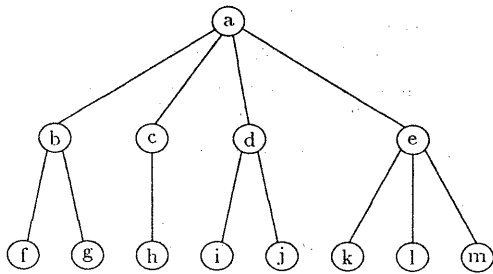
#### 5.4 変化数と着手優先度

伊藤のプログラムは変化数 (玉方の受け手の数) を攻め方の評価値として使って、詰将棋プログラムとして成功をおさめている [3]。この節では変化数に基づく評価関数の有効性を検証する。

まず伊藤のプログラムで使用される評価関数について説明しよう。詰め将棋ゲーム木の、攻め方が指し終った局面に相当するノードを「攻め方ノード」、玉方のほうを「玉方ノード」と呼ぶことにする。プログラムは一度のノード展開で 2 手先まで読み、ゲーム木の leaf は常に玉方ノードであるものとする。各ノードの評価値を次のようにして定義する。

- (1) leaf の評価値を 1 とする。
- (2) 攻め方ノードの評価値を子ノードの評価値の和によって定義する。
- (3) 玉方ノードの評価値を子ノードの評価値の最小値によって定義する。

プログラムは、玉方の応手がより少ないものほど読みやすいと判断し、評価値がより低い攻め方ノードから優先的に探索する。ルートノードの値が 0 になれば「詰み」とみなされる。



この探索方法を上図を使って説明する。図の a と最下辺のノードを玉方ノード、b, c, d, e を攻め方ノードとする。最下辺のノードが leaf である場合、a, b, c, d, e の評価値は各々 1, 2, 1, 2, 3 である。従って、最良優先探索法によって着手候補を選ぶ場合、a の子ノードの中で最初に選ばれるのは c である。ノード

c の先を読むことによって、c の評価値は変動する。仮に 0 になった場合は解が見つかったことになるが、もし 2 以上になった場合は次の探索着手として b または d が選ばれる可能性がある。e が着手候補になる必要条件是 b, c, d の評価値が全て 3 以上になることである。

各玉方ノードの着手優先度を、一回のノード展開で決まる兄弟ノード間での評価値の順位によって定義する。ただし同点があることを考慮して、best と worst 2 種類の着手優先度を用意する。例えば、上図で b の着手優先度は best が 2、worst が 3 であり、e の着手優先度は best と worst とともに 4 である。着手優先度が小さいことは、そのノードに早く順番が回ってくることを意味している。

着手優先度は評価関数に依存する値である。ここでは変化数<sup>12</sup>に基づき一回のノード展開で決まる評価関数  $B_0$  を基本にして、先読みによって評価をより正確にすることを考えよう。以下の 5 つの評価関数について着手優先度を考察する。

$B_0$  = 深さ 2 の全探索

$B_1$  =  $B_0$  に加えて、2 手先で同玉と応じられたノードだけ、もう 2 手探索する

$B_2$  =  $B_0$  に加えて、定義  $A_2$  に従った捨て駒に同・と応じられたノードだけ、もう 2 手探索する

$B_3$  =  $B_0$  に加えて、2 手先で王手をかけた駒がとられたノードだけ、もう 2 手探索する

$B_4$  = 深さ 4 の全探索

$B_1, B_2, B_3$  は捨て駒の定義  $A_1, A_2, A_3$  に対応している。下に  $B_0 \sim B_4$  各々の定義のもとでの、正解手順の着手優先度に関する統計結果を掲載する。統計の対象としたのは攻め方の手で最終着手以外のもの 67869 着手である。best, worst に続く数字を合計すると、67869 に近くなるはずである。

$B_0$  探索局面数 = 1995986

best = 37580, 9721, 6548, 4515, 3056, 2105, 1397, 913, 656, 451, 315, 191, 141, 90, 58, ...

worst = 10433, 12148, 10877, 8724, 6575, 5268, 3907, 2800, 1986, 1492, 1078, 688, 565, 365, ...

$B_1$  探索局面数 = 11456607

best = 42212, 9403, 5861, 3546, 2330, 1400, 961, 665, 434, 307, 226, 126, 111, 67, 46, ...

worst = 17499, 14640, 10333, 7226, 5250, 3696, 2586, 1957, 1372, 880, 660, 510, 316, 234, 161, ...

$B_2$  探索局面数 = 17505862

best = 43407, 9101, 5555, 3322, 2090, 1360, 896, 647, 434, 300, 212, 131, 108, 70, 43, ...

worst = 17884, 14429, 10525, 7333, 5155, 3606, 2569, 1936, 1265, 878, 642, 441, 300, 219, 152, ...

<sup>12</sup> 「合い打ち」は変化数に含めないものとする。

B<sub>3</sub> 探索局面数 = 22952500

best = 44616, 8599, 5258, 3163, 1947, 1295, 869,  
624, 461, 298, 213, 115, 94, 68, 49, ...  
worst = 19785, 14677, 10170, 6884, 4782, 3355, 2317,  
1724, 1200, 816, 596, 424, 278, 212, 140, ...

B<sub>4</sub> 探索局面数 = 59353166

best = 44892, 9625, 4751, 2683, 1700, 1161, 864,  
665, 439, 332, 253, 135, 99, 65, 46, ...  
worst = 24083, 14055, 9360, 6146, 4101, 2823, 2199,  
1461, 1058, 743, 548, 358, 249, 172, 136, ...

各定義に対して、best, worst に続いて着手優先度 1 から順番に頻度が示されている。... のあとは緩やかな減少を続け 0 になる。best, worst の直後に記された数字が大きいほど、評価関数として優れていると考えられる。B<sub>4</sub> に近づくほど(読む領域が広くなり、評価値が正確になるため)正解着手を探索候補として選ぶ割合が高くなっているのが分かる。例えば、4 手先まで読んで着手候補を選ぶ場合、正解着手の 3 分の 1 以上(24083 着手)が第一着手候補となる。

探索局面数とは、全先手ノード 67869 にわたる被展開ノード数の総和である。ここから一回の平均被展開ノード数が簡単に計算できる。一度の展開で深く読めば、それだけ評価関数としての精度は良くなるが、展開に時間がかかる。しかし、例えば裸玉問題をコンピュータで解くような場合は、深く読む以外に解を見つける方法がなさそうに思える。計算時間の短縮と正解率の向上両方を望む場合、玉方の最善手だけをさらに深く読むというのが自然な発想である。B<sub>1</sub> ~ B<sub>3</sub> に対して得られた数値は、読みの深さと評価関数の精度を考える上で良いヒントになるだろう。

一つ注意しておきたいことは、上記のいずれの B<sub>i</sub> でも着手優先度の最高値は 30 を越え、先読みの効果がほとんど見られないということである。変化数に基づく評価関数は優秀ではあるが、それだけでは不十分だというのが正直な印象である。

## 6 むすび

静的側面・動的側面の中から基礎的な概念について一通り見てきた。しかし、詰将棋を解くという観点から特に力を入れたのは、攻め方の着手選択に関する最後の 3 つの節である。捨て駒・取り駒、着手選択率、玉方の変化数は、プログラムが詰将棋の着手を選択する上で最も基本的かつ重要な要素であろうと思われる。評価関数間の重みづけなど残された課題は多いけれども、具体的な数値として、これらの要素と正解着手が結び付いたということは素晴らしいことである。ここで得られた数値が、今後詰将棋を解くプログラム作りの参考になり、その結果コンピュータによる詰将棋創作に役立てば幸いである。

## 謝辞

多くの助言をしていただいた CSA (コンピュータ将棋協会) のメンバの方々、ならびに、よい議論の相手になっていただいた鶴岡行雄氏に感謝します。

## 注意

- 単行本は、原則として初版の発行年。? 付きは重刷の発行年(初版年は不明)。
- (...) は掲載問題の個数。

## 参考文献

- [1] 小山謙二, 河野泰人, “詰将棋の感性評価”, 情報処理学会 人工知能研究資料, 1993 - 6.
- [2] 野下浩平, “詰将棋を解くアルゴリズムについて”, COMP '91 - 56.
- [3] 伊藤琢己, 野下浩平, “詰将棋を速く解く 2 つのアルゴリズム”, 情報処理学会 34 回 プログラミング・シンポジウム (1993).
- [4] 小谷善行, 松原仁, 大沢英一, “コンピュータは人間に勝てるか?”, 情報処理学会誌 vol.34, No.3 (1993).
- [5] 小谷善行ほか, “コンピュータ将棋”, サイエンス社 (1990).
- [6] “詰将棋メイト 第 14 号”, 詰将棋研究会 (1993).
- [7] 二上達也, 福田稔, “名作詰将棋”, 有紀書房, (100), 1991?
- [8] 二上達也, “初めての詰将棋”, 成美堂出版, (98), 1986.
- [9] 二上達也, “珠玉短篇集”, 将棋世界 10 月号付録, (39), 1992.
- [10] 原田泰夫, “原田詰将棋 200 題”, 梧桐書院, (200), 1985.
- [11] 原田泰夫, “強くなる新詰将棋 200 題”, 梧桐書院, (200), 1988.
- [12] 原田泰夫, “精選詰将棋 200 題”, 梧桐書院, (200), 1989.
- [13] 伊藤果, “新しい詰将棋 5、6、7 級”, 成美堂出版, (90), 1989.
- [14] 伊藤果, “詰将棋ミステリーツアー”, 選将ボックス, (100), 1990.
- [15] 伊藤果, “究極の 3 手詰 5 手詰”, 将棋世界付録, (39), 1992.6.
- [16] 伊藤果, “新しい詰将棋 3、4、5 段”, 成美堂出版, (70), 1989.
- [17] 伊藤宗君, 伊藤石寿・著, 門脇芳雄・解説, “詰むや詰まざるや・将棋無双・将棋図巧”, 東洋文庫・平凡社, (200), 1975.
- [18] 門脇芳雄 編, “詰むや詰まざるやー (古典詰将棋の系譜)”, 東洋文庫・平凡社, (200), 1978.
- [19] 門脇芳雄, “詰将棋解答プログラムベンチマークテスト”, (17), 1992.
- [20] 梶 一郎, “詰将棋傑作集”, 集文館, (100), 1975.
- [21] 加藤一二三, “詰将棋 100 選”, 西東社, (100), 1982.
- [22] 加藤一二三, “詰めの手筋”, 朝日新聞, (124), ?-1992.8.30
- [23] 北村昌男, “初級詰将棋教室”, 日本将棋連盟, (156), 1973.
- [24] 北村昌男, “強くなる詰将棋 200 題”, 有紀書房, (200), 1992?.
- [25] 北村昌男, “詰将棋、好短篇集”, 将棋世界 2 月号付録, (39), 1991.
- [26] 清野静男, “一人で楽しむ詰将棋”, 有紀書房, (100), 1992?.

- [27] 清野静男, “詰将棋新題”, 虹有社, (100), 1975 (第13刷).
- [28] 清野静男, “新選詰将棋”, 虹有社, (71), 1974.
- [29] 桐山清澄, “詰将棋天狗道場”, 水岡書店, (100), 1993.
- [30] 小林健二, “詰テク入門100盤上のパズル”, 日本将棋連盟, (109), 1990.
- [31] 小島正司編 館シリーズ, 1989-1992,  
(20)-第1館, (20)-第2館, (10)-第3館,  
(10)-第4館, (15)-第5館, (35)-第6館,  
(19)-第7館, (10)-第8館, (10)-第9館,  
(10)-第10館, (12)-第11館, (10)-第12館,  
(11)-第13館, (10)-第14館, (10)-第15館,  
(8)-第16館, (10)-第17館, (12)-第19館,  
(10)-第20館, (10)-第21館, (10)-第22館,  
(9)-第23館, (8)-第24館, (10)-第25館,  
(10)-第26館, (10)-第27館,
- [32] 小西逸生, “将棋紫雲図式”, 将棋天国社, (100), 1987.
- [33] 升田幸三, “詰めの手筋”, 朝日新聞, (61), 1989.1.8-1991.3.31
- [34] 松田茂行, “詰将棋の解き方作り方”, 集文館, (50), 1975.
- [35] 松田茂役, “将棋必修詰将棋200題”, 梧桐書院, (200), 1989 (改訂76版).
- [36] 三木宗太, “江戸詰将棋考と自作50番”, 詰将棋研究会, (187), 1987.
- [37] 森信雄, “水平線”, 将棋天国社, (81), 1985.
- [38] 内藤國雄, “とっておきの詰将棋1”, 創元社, (180), 1987.
- [39] 内藤國雄, “とっておきの詰将棋2”, 創元社, (180), 1987.
- [40] 内藤國雄, “最新7手詰”, 将棋世界11月号付録, (39), 1992.11.
- [41] 内藤國雄, “九級から一級までの詰将棋”, 成美堂出版, (180), 1992.
- [42] 中原誠, “らくらく詰ませる3手・5手”, 暁テック, (190), 1985
- [43] 中原誠, “3・5・7手の詰め将棋”, 池田書店, (90), 1989
- [44] 中村修, “不思議詰将棋”, 池田書店, (90), 1989.
- [45] 中田章道, “詰将棋作品集 駒の詩”, 将棋天国社, (100), 1983.
- [46] 岡田敏, “万華鏡”, 将棋天国社, (180), 1986.
- [47] 岡田敏, “短篇集”, 将棋世界5月号付録, (39), 1992.
- [48] 大内延介, “大内の詰将棋100”, 土屋書店, (100), 1988.
- [49] 大内延介, “実戦詰め将棋100題”, 日本文芸社, (100), 1992.
- [50] 大山康晴, “大山の詰将棋100”, 土屋書店, (100), 1988.
- [51] 大山康晴, “上達詰将棋”, 日本文芸社, (100), 1989.
- [52] 大山康晴, “即戦詰将棋100”, 日本文芸社, (100), 1991.
- [53] 佐伯昌優, “段級判定詰将棋新作234題”, 有紀書房, (234), 1992.
- [54] 佐瀬勇次, “一人で遊べる詰将棋”, 日本文芸社, (110), 1992.
- [55] 佐瀬勇次, “一人で楽しめる詰将棋100題”, 日本文芸社, (100), 1992.
- [56] 佐藤大五郎, “ジュニア詰将棋—(E特殊戦法シリーズ24)—”, 北辰堂, (76), 1989.
- [57] 創棋会, “創棋会詰将棋作品 金波銀波集”, 将棋天国社, (176), 1989.
- [58] 週刊将棋編, “詰将棋カクテル”, 毎日コミュニケーションズ, (202) 1990.
- [59] 高橋道雄, “3・5手の詰め将棋”, 池田書店, (86), 1986.
- [60] 高橋道雄, “5・7手の詰め将棋”, 池田書店, (80), 1986
- [61] 高橋道雄, “1・3手の詰め将棋”, 池田書店, (80), 1986.
- [62] 高柳敏夫, “詰将棋200題”, 金園社, (200), 1984.
- [63] 田中寅彦, “田中寅彦の実戦詰め将棋”, ナツメ・ブックス, (171), 1986.
- [64] 田中寅彦, 野口益雄, “詰将棋実力テスト7・8・9級”, 成美堂出版, (142), 1989.
- [65] 田中寅彦, 野口益雄, “詰将棋実力テスト4・5・6級”, 成美堂出版, (142), 1989.
- [66] 田中寅彦, 野口益雄, “詰将棋実力テスト1・2・3級”, 成美堂出版, (140), 1989.
- [67] 田中寅彦, “スーパー詰め将棋”, 大泉書店, (152), 1988.
- [68] 田中寅彦, “チャレンジ詰将棋”, 大泉書店, (155), 1988.
- [69] 田中至, “詰将棋考”, 弘文出版, (115), 1983.
- [70] 田中至, “詰将棋365”, 弘文出版, (365), 1986.
- [71] 田中至, “詰将棋つみき—(新作詰将棋100題)—”, 弘文出版, (100), 1988.
- [72] 田中至, “ハウツウ詰将棋第4集”, 弘文出版, (126), 1989.
- [73] 田中至, “ハウツウ詰将棋第5集”, 弘文出版, (172), 1989.
- [74] 田中至, “ハウツウ詰将棋”, 弘文出版, (148), 1989.
- [75] 田中至, “ハウツウ詰将棋第2集”, 弘文出版, (200), 1989.
- [76] 田中至, 三枝文夫, “詰将棋天国”, 弘文出版, (122), 1989.
- [77] 田中至, “続詰将棋365”, 弘文出版, (365), 1990.
- [78] 田中至, 三枝文夫, “続詰将棋天国”, 弘文出版, (106), 1991.
- [79] 田中至, “ハウツウ詰将棋第3集”, 弘文出版, (98), 1991.
- [80] 谷口均, “短篇集”, 将棋世界12月号付録, (39), 1991.
- [81] 若島正, “盤上のパラダイス: 詰将棋マニアのおかしな世界”, 三一書房, (31), 1988.
- [82] 山本武雄, “ポケット詰将棋図解”, 集文館, (100), 1975.
- [83] 山本武雄, “詰将棋ハンドブック”, 集文館, (100), 1975.
- [84] 米長邦雄, “楽しい詰将棋入門”, 山海堂, (92), 1972.
- [85] 米長邦雄, “続楽しい詰将棋入門”, 山海堂, (100), 1976.
- [86] 吉田健, “嬉遊山”, 将棋天国社, (114), 1979.
- [87] 吉田健, “小夜曲”, 将棋天国社, (88), 1980.
- [88] 上田吉一, “極光”, 将棋天国社, (50), 1981.
- [89] 上田吉一, “珠玉短篇39題”, 将棋世界10月号付録, (39), 1991.
- [90] “7手詰コンテスト”, 将棋世界3月号付録 (30), 1992.
- [91] “5手詰コンテスト”, 将棋世界9月号付録, (58), 1992.8.
- [92] 森信雄 選, 将棋マガジン; (20), 1991.6;  
(20), 1991.7; (21), 1991.8; (20), 1991.9; (20), 1991.10;  
(19), 1991.11; (20), 1991.12; (19), 1992.1; (25),  
1992.2; (19), 1992.3; (19), 1992.4; (57), 1992.6;  
(19), 1992.7; (19), 1992.8; (19), 1992.9; (19), 1992.11;
- [93] 詰将棋パラダイス編集部, “詰将棋通信”, No.1, (208), 1980.11.1;  
No.2, (221), 1980.12.1; No.3, (223), 1980.12.15; No.4,  
(221), 1981.1.1; No.5, (205), 1981.1.20; No.6, (202),  
1981.2.10; No.7, (205), 1981.3.1; No.41, (206), 1983.1;  
No.42, (206), 1983.2; No.43, (205), 1983.2;