

## 数学科

# 仮想生徒が百人一首を辞書で品詞分解すると 素朴な数え上げの数学の実験

福 谷 敏

**【抄録】** 百人一首の品詞分解の可能な総数を数えてみた。数え上げで、迷う量を実際計算して、学習の困難点を考えてみた。仮想生徒はコンピュータ（コンピュータ言語はプロログ）で、ネズミが迷路を動くように、辞書を引かせてみる。単純な場合の数え上げで、学習過程の困難点の把握の方法を考えてみた。

**【キーワード】** 数え上げ 百人一首 仮想的な生徒 迷う量

### 1 はじめに

前任校の同僚の国語教員がデータベース「桐」で百人一首の（正しい）品詞分解のデータを作成しておられた。そのときの会話から思いついたのが、「初学者である生徒に“ほどよい辞書”を与えたとする。正しい品詞分解と解釈をすることは、どのくらい困難か」という問題である。

仮想生徒はコンピュータで、ネズミが迷路を動くように、和歌の単語への分解（正しいとは限らない品詞分解）を試みる。

ここでは、「解釈可能な場合の数を数え上げる」とこと、この結果から、常識的に結論できることのみ述べている。

この結果を見ての分析は、おそらく、国語の教員にとっては、当たり前すぎることでありたいと思われる。すなわち「辞書を引け、単語に分割できる」とこと、「文法を知って辞書を引ける」の差は大きい。しかし、その両方ができても、よほどの事がない限り、「意味」を解析できない。単語や文の背後にあるイメージや構造全体が必要である。外国語や数学で新しいことを学ぶときの状況にも参考になると思われる。また、字句を中心に解釈をさせるとすると、「文法チェック」以上に、「意味での、単語同士の繋がりが強弱」を記録する大きな辞書が必要であると思われる。

### 2 問題設定

場合の数を数え上げる事だけで、学習者の困難に迫れるかを試みて見た。ここで、立てた問題は、初学者が（学齢期にある実経験が豊富とはいえない生徒が、）未知の言語を学ぶときの辞書だけをたよりにする困難を調べる。

問題を設定しよう。

精選された過不足のない古語の辞書が与えられたとき、子供たちが辞書を引きながら百人一首を解釈しようとしている。機械的に辞書を引くと何通りの単語への分解（解釈）ができるか。また、簡単な文法を心得ていると何通りの解釈ができるか。

生徒の役は、きまじめに、何通りでも、辞書にある単語にあてはめて、単語に区切るまじめなコンピュータに実行させる。ここで利用するのは、試行錯誤が得意な「Prolog処理系」の言語を利用する。本体は短いプログラムである。

### 3 具体的な作業

「ほどよい辞書」…一般の辞書では、候補の単語が多すぎるので次のように辞書を作成した。生徒が使っている「尚文出版 簡明 小倉百人一首」の各歌の正しいとされる品詞分解されたものを単語とする辞書を作成する。語尾が違うものは違う単語と認識することにした。実際には索引を利用して始めたが、プログラムの虫取りをしながら完全なものにした。最終的に単語総数は704語であった。

「問題1」…この「よい辞書」を用いて、ただ単純に「31文字の文字列」の単語（品詞分解）への分解をさせてみて、場合の数を調べる。

「問題2」…上の問題で、文法の簡単なルールの検査を付けて、品詞分解をしてみ、場合の数を調べる。問題2は、検査の仕方や単語分け方によって場合の数は変化する。このレポートでは、場合の数の下限に近いものが出るような簡単なプログラムを組む。すなわち、単語への分かち方は、各歌とも正解の品詞分解として、簡単な文法チェックを通過する品詞分解の数を調べる。

「仮想生徒」…樹形図的な、場合分けを馬鹿正直に実行する Prolog処理系 を生徒に見立てて、片っ端から分解させ、シミュレートする。

#### 4 プログラム

プログラム本体は、非常に短いもので、普通のプログラムの意味では数行ですむ。実際は、700余の単語と100の歌のデータを入れてあるので全部載せるには長すぎる。

「問題1」用のプログラム

具体的には、しらみつぶしに、辞書を引いていくことをひたすら行う。解が無くなるまで試行錯誤(バックトラック)を行うことができるのがProlog処理系自体の特徴である。

```
run :- run (1-100).
run(N-N) :- 品詞分解(N,P),!,write(N),
    tab(3),write(P),told.
run(N-M) :-tell('tmp1'),品詞分(N,P),!,
write(N),tab(3),write(P),N1 is N+1,
nl,run(N1-M).
/* */
品詞分解(X,Pord) :- 和歌(X,[L1,L2,L3,L4,L5]),
    品詞分解数(L1,N1),品詞分解数(L2,N2),
    品詞分解数(L3,N3),品詞分解数(L4,N4),
    品詞分解数(L5,N5),Pord is N1*N2*N3*N4*N5.
/* */
品詞分解数(WakaP,NO) :-assertz(count(O)),
    分(WakaP,List),retract(count(N)),N1 is N+1,
    assertz(count(N1)),fail.
品詞分解数(WakaP,NO) :-retract(count(NO)).
分解(Waka,L):-name(Waka,WS),分解1(WS,WS,[],L),
L).
分解1(WS,[],L,L).
分解1(WS,L1S,L2,L):-append(L1S=FS+RS),
    name(F,FS),辞書([F/Y]),append(LA=L2+[[F,Y]]),
    分解1(W,RS,LA,L).
/* */
/* */append/1の定義/* */
append(Z=[ ]+Z).
append([A/z]=[A/X]+Y):-append(Z=X+Y).
/* */
```

辞書([か,助詞,係助詞]).  
 辞書([かな,助詞,終助詞]).  
 辞書([かは,助詞,係助詞]).  
 辞書([かも,助詞,終助詞]).  
 辞書([からに,助詞,接続助詞]).  
 辞書([が,助詞,格助詞]).  
 辞書([こそ,助詞,係助詞]).

…略…

和歌(001,[あきのたの,かりほのいほの,とまをあらみ,わがころもでは,つゆにぬれつつ]).

和歌(002,[はるすぎて,なつきにけらし,しろたへの,ころもほすてふ,あまのかぐやま]).

和歌(003,[あしひきの,やまどりの,をのしだりをの,ながながしよを,ひとりかもねむ]).

和歌(004,[たごのうらに,うちいでてみれば,しろたへの,ふじのたかねに,ゆきはふりつつ]).

和歌(005,[おくやまに,もみぢふみわけ,なくしかの,こゑきくときぞ,あきはかなしき]).

和歌(006[かささぎの,わたせるはしに,おくしもの,しろきをみれば,よぞふけにける]).

和歌(007,[あまのはら,ふりさけみれば,かすがなる,みかさのやまに,いでしつきかも]).

和歌(008,[わがいほは,みやこのたつみ,しかぞすむ,よをうちやまと,ひとはいふなり]).

和歌(009,[はなのいろは,うつりにけりな,いたづらに,わがみよにふる,ながめせしまに]).

和歌(0010,[これやこの,ゆくもかへるも,わかれては,しるもしらぬも,あふさかのせき]).

和歌(0011,[わたのはら,やそしまかけて,こぎいでぬと,ひとにはつけよ,あまのつりぶね]).

…略…

「問題2」用のプログラム(何種類もあるがここで採用したのは)始めから和歌を単語に分割しておく。また、具体的には、しらみつぶしに、辞書を引いていくのだが、それだけでは、正答率は期待できない。ここでは、2つの文法的な指示を与えた。第一は、辞書の中では、まず、該当する単語について、助詞である可能性を調べることにした。第二は、文法的には、助詞の前にこられるものを、名詞、動詞、助詞、形容詞に限るとして、この順に調べた。したがって、上のプログラムの「分解」の部分に文法チェックを作り、和歌のデータのリストを細かくするという変更を加えるだけである。

#### 5 場合の数と結論

第1の歌「あきのたのかりほのいほのとまをあらみわがころもではつゆにぬれつつ」で294912通りの分解が可能である。品詞分解の文法の常識を入れると1000通りほどに絞られることが判る。シミュレーションはここまでだが、意味が捉えられる大人の経験を経ると、文法的に可能な解釈からずいぶん絞られ、ようやく解釈はできるといえるのではないだろうか。

はじめの10首について、問題1と2の答え、すな

わち分解の数を与えると次のようになる。歌により数値は変化するが、辞書だけで引くことの難しさが判る。文法のチェックをもう少し厳しくしたり、辞書に、結合しやすい言葉などの情報を付加すれば精度は上がる。ただし、問題2では最初から単語に分解しているので、実際には、文法を気にしても、場合の数はそれほど減らないであろう。結局、解釈を正確に行うには、「意味」の判断や「文法」の運用の知識などを経験を積むことは不可欠で、「習う」「慣れる」という要素の必要性が実感できる。また、品詞分解を1つだけ答えさせる妥当な、プログラムを作るには、さらに、語の繋がりや使用頻度の確率情報を辞書に付加し、確率最大のものを答えるというような基本的な改良が必要であろう。つまり、単語利用の経験豊富な大人にする。

| 歌 (冒頭部分) | 問題 1     | 問題 2  |
|----------|----------|-------|
| 1 あきのたの  | 294912   | 1024  |
| 2 はるすぎて  | 1632     | 32    |
| 3 あしびきの  | 16920576 | 8192  |
| 4 たごのうらに | 64512    | 512   |
| 5 おくやまに  | 9596160  | 144   |
| 6 かささぎの  | 6881280  | 12288 |
| 7 あまのはら  | 967680   | 256   |
| 8 わがいほは  | 13045760 | 3072  |
| 9 はなのいろは | 190080   | 15360 |
| 10 これやこの | 1321920  | 384   |

残りの歌についても場合の数の表を載せておく。

| 歌 (冒頭部分)  | 問題 1      | 問題 2  |
|-----------|-----------|-------|
| 11 わたのはら  | 21600     | 384   |
| 12 あまつかぜ  | 360       | 16    |
| 13 つくばねの  | 6851520   | 96    |
| 14 みちのくの  | 152064    | 5120  |
| 15 きみがため  | 6257664   | 512   |
| 16 たちわかれ  | 3993600   | 1024  |
| 17 ちはやぶる  | 36000     | 32    |
| 18 すみのえの  | 737280    | 384   |
| 19 なにはがた  | 3008000   | 512   |
| 20 わびぬれば  | 35997696  | 6144  |
| 21 いまこむと  | 4325376   | 4096  |
| 22 ふくらかに  | 470016    | 384   |
| 23 つきみれば  | 40777344  | 384   |
| 24 このたびは  | 13465088  | 64    |
| 25 なにしおば  | 7168000   | 2560  |
| 26 おぐらやま  | 2830464   | 32    |
| 27 みかのはら  | 427680    | 288   |
| 28 やまさとは  | 1920      | 144   |
| 29 ころあてに  | 633600    | 256   |
| 30 ありあけの  | 440640    | 64    |
| 31 あさぼらけ  | 304128    | 128   |
| 32 やまかわに  | 253440    | 384   |
| 33 ひさかたの  | 2471040   | 288   |
| 34 たれをかも  | 620421120 | 81920 |
| 35 いとはいさ  | 19148800  | 768   |
| 36 なつのよは  | 5184000   | 2304  |
| 37 しらつゆに  | 4608      | 576   |
| 38 わすらるる  | 1605120   | 768   |
| 39 あさふじの  | 1088640   | 64    |
| 40 しのぶれど  | 230400    | 512   |
| 41 こいすてふ  | 126000    | 240   |
| 42 ちぎりきな  | 35942400  | 320   |
| 43 あひみての  | 84864     | 512   |
| 44 あふことの  | 677376000 | 2304  |
| 45 あはれとも  | 1013760   | 4608  |
| 46 ゆらのとを  | 506880    | 768   |
| 47 やえむぐら  | 115200    | 1024  |
| 48 かぜをいたみ | 670208    | 128   |
| 49 みかきもり  | 718848    | 512   |
| 50 きみがため  | 300608    | 24    |
| 51 かくとだに  | 28800     | 1280  |
| 52 あけぬれば  | 25344     | 16    |
| 53 なげきつつ  | 264384    | 48    |
| 54 わすれじの  | 337920    | 512   |
| 55 たきのおとは | 47520000  | 640   |

| 歌 (冒頭部分)  | 問題 1      | 問題 2  |
|-----------|-----------|-------|
| 56 あらざらむ  | 1843200   | 2048  |
| 57 めぐりあいて | 157593600 | 9216  |
| 58 ありまやま  | 23040     | 512   |
| 59 やすらはで  | 76723200  | 7680  |
| 60 おおえやま  | 144       | 48    |
| 61 いにしへの  | 570240    | 192   |
| 62 よをこめて  | 737280    | 512   |
| 63 いまはただ  | 537600    | 2560  |
| 64 あさぼらけ  | 52        | 4     |
| 65 うらみわび  | 27518400  | 1200  |
| 66 もろともに  | 209088    | 32    |
| 67 はるのよの  | 95800320  | 2560  |
| 68 ころにも   | 28892160  | 128   |
| 69 あらしふく  | 102816    | 32    |
| 70 さびしさに  | 47232     | 128   |
| 71 ゆうされば  | 1152      | 64    |
| 72 おとにきく  | 1253376   | 512   |
| 73 たかさごの  | 564480    | 64    |
| 74 うかりける  | 249600    | 576   |
| 75 ちぎりおきし | 33792     | 256   |
| 76 わたのはら  | 48048     | 16    |
| 77 せをはやみ  | 22364160  | 8192  |
| 78 あわじしま  | 384       | 144   |
| 79 あきかぜに  | 21600     | 32    |
| 80 ながからむ  | 848640    | 1024  |
| 81 ほととぎす  | 1428768   | 16    |
| 82 おもひわび  | 119808    | 384   |
| 83 よのなかよ  | 95219712  | 1152  |
| 84 ながらえば  | 13934592  | 24576 |
| 85 よもすがら  | 864       | 4     |
| 86 なげけとて  | 21450     | 32    |
| 87 むらさめの  | 1152      | 384   |
| 88 なにはえの  | 19058688  | 768   |
| 89 たまのよを  | 870400    | 640   |
| 90 みせばやな  | 25804800  | 2560  |
| 91 きりぎりす  | 3354624   | 1536  |
| 92 わがそでは  | 3801600   | 1536  |
| 93 よのなかは  | 17625600  | 160   |
| 94 みよしのの  | 3133440   | 128   |
| 95 おほけなく  | 112640    | 64    |
| 96 はなさそふ  | 342144    | 192   |
| 97 こぬひとを  | 345600    | 2304  |
| 98 かぜそよぐ  | 177408    | 96    |
| 99 ひとをし   | 559872    | 192   |
| 100 ももしきや | 293760    | 128   |