

## 一般的な概念辞書を用いた なぞなぞ質問文生成システム

金久保 正明<sup>†1</sup>

近年、いわゆる「ことば工学」の一環として、駄洒落、なぞなぞ等の言葉遊びをコンピュータで自動生成する研究が始まっている。駄洒落を謎解きとするタイプのなぞなぞ生成システムもすでに研究開発事例はあるが、なぞなぞ質問文のテンプレートが決められ、それに特化した単語データベースが用いられている。そこで本論文では、概念の上位下位の体系や格フレーム等の一般的な概念データベースからなぞなぞ生成を試みる。具体的には、格フレームの連結に相当する文型を定義し、一般的な概念体系を用意する。駄洒落を形成する2語のそれぞれから上位概念をたどり、共通する文型があれば、答えとすべき単語は上位概念で伏せ、質問文を提示する。難度を高めるため、提示する方の単語を異音同義語で隠したり、謎解きに英語読みを用いたりする等した。被験者に解答してもらった実験では、人間が作成するなぞなぞと同等以上の難度を有し、面白さと意外性を持つなぞなぞが生成されることが確認された。

### Generation of Japanese Punning Riddles Using a General Concept Dictionary

MASAAKI KANAKUBO<sup>†1</sup>

Some systems which generates Japanese punning riddles have been proposed. However, these systems employed special concept dictionaries and templates used to generate the surface texts. This paper proposes the generation system of Japanese riddles using only a general concept dictionary. This paper shows subjects experiments in order to confirm the validity of the proposed system.

<sup>†1</sup> 静岡理科大学  
Sizuoka Institute of Science and Technology

### 1. はじめに

近年、駄洒落、なぞなぞ等、「言葉遊び」をコンピュータにより自動生成する研究がさかんになっている<sup>1)-3)</sup>。この中でも駄洒落は、読みの一致する2つの単語を探せば比較的容易に作成できるため、早くから自動生成システムの構築が試みられてきた<sup>4)-6)</sup>。そして、これらの自動生成システムにおいても、単なる駄洒落ではなく、より面白い駄洒落を抽出するための様々な試みが行われている。なぞなぞは、質問と答えを結びつける謎解きとして駄洒落を用いることも多く、駄洒落の有意義な応用事例として、すでに自動作成システムもいくつか成功事例がある<sup>7)-11)</sup>。この場合も、質問と答えを結ぶ駄洒落を隠して質問文を表示しなければならず、これら先行研究事例においても様々な工夫がなされている。

質問文の生成にあたり、文献7)では、比較的長い複合語の一部を類音語等で置換して駄洒落を作り、それを4種類のあらかじめ用意された質問文のテンプレート(XはXでも、AとBを掛け合わせたら何になる?C、等)にあてはめることにより実現している。ここでXは元の複合語、A等は複合語の一部の類音語に関連する語等が入る。文献8)では、ある名詞Aに対する動詞Xの因果関係Yに着目し、「AをXするとYとなりますが、XしてもXしてもYとならないものは何でしょう」といったテンプレートにあてはめることにより、質問文の生成に成功している。ここでは、動詞Xを、たとえば「溶かす」と「梳かす」等の同音異義語を用いることで、駄洒落を基盤としたなぞなぞを成立させている。

これらの例ではテンプレートを用いている分、精度の高いなぞなぞ質問文の生成に成功している。しかし、それだけテンプレートに合致した特定のパターンのなぞなぞ生成に限定されている。また、なぞなぞ生成用に特化した自前の単語データを用いている。一方、従来から一般的な自然言語処理用の様々な日本語の電子化辞書、意味ネットワーク等が開発され<sup>12),13)</sup>、大量の概念体系や格フレームが用意されている。本論文では、このような言語資源の一般的な構造(たとえば格フレームを連結した基本文型)からなぞなぞの生成を試みる。たとえば、下位概念Xがなぞなぞの答えであるとき、Xを伏せてその上位概念や、関係を持つ単語をつなげることにより、なぞなぞ質問文を生成する。なぞなぞの質問と答えを結ぶ謎解きには、同様に駄洒落を用いる。

単なる駄洒落であれば、音の一致・類似だけで2語の組合せを提示できるが、それを謎解きとしてなぞなぞ質問文を作るには、その2語間に音以外の関連性が必要になる。本論文で提案するなぞなぞ質問文生成システムではこの関連を「2語を含む文が成立すること」とし、成立文に含まれる駄洒落を「有意味な駄洒落」と考える。ここで文の成立とは、データ

ベースに存在する格フレームが連結した基本文型を構成することとし、駄洒落で得られた 2 語をそれぞれ起点として電子化辞書の上位概念を探索し、共通する基本文型が得られれば、「有意な駄洒落」が構成される。質問文生成にあたっては駄洒落の一方の語を隠し、上位概念等で置き換える。また、難度を上げるために異音同義語で置き換えたり、英語読みによる駄洒落の生成等を試みたりしている。

以降、2 章で提案システムの概要を述べる。3 章で提案システムにより生成されたなぞなぞの数やでき具合に関する詳細な試験評価の結果を述べる。4 章で結論と今後の課題についてまとめる。

## 2. 提案システムの概要

### 2.1 生成するなぞなぞの基本的な構造

本論文の提案システムでは、駄洒落が謎解きになるなぞなぞの生成を行う。音の一致である駄洒落は計算機で比較的生成容易であり、また人間の作成するなぞなぞでも、駄洒落を謎解きに用いたものは多い。たとえば、「問：完治可能な病気は？」「答：化膿」のようなタイプが該当する。ここでは、駄洒落となる 2 語のうち一方（可能）が質問文に出て、他方（化膿）が上位概念（病気）に隠れる構造となっている。このなぞなぞ質問文は、質問文に上位概念、答えがその下位概念で作られ、概念体系データベースから作成可能と考えられる。以下、駄洒落の関係にある 2 語のうち、質問文にそのまま示す語を「明示語」、上位概念に隠される語を「秘匿語」と呼ぶことにする。

なぞなぞでは、複数の解答が存在すると、1 つのみを解答として提示した場合に納得感を損なうおそれがある。しかし、複数の解答が存在しても納得感を損なわない場合もある。人間が作成するなぞなぞでは、様々な背景知識の援用により、正解の納得感を高める工夫を行っている。たとえば、「親孝行する人は？ 高校生」という例では、「高校生」は単なる「人」の下位概念ではなく、「子供」であるために「親孝行」の主体として整合性がある。このような場合は、他に駄洒落に該当する語が多数あっても、この正解の納得感はあまり損なわれないと考えられる。このような背景知識を援用したなぞなぞ作成は、納得感のほかに面白さ等も醸成しうるものと考えられ、コンピュータによるなぞなぞ生成に取り入れたい大きな目標であると思われる。

しかし、提案システムでは、「明示語」と「秘匿語の上位概念」が質問文を構成して、明示語と秘匿語が駄洒落になっている、という単純な条件だけでなぞなぞを生成する。詳細な概念関係による整合性の導入等を行っていないため、上位概念で隠した下位概念の中に、明

示語と駄洒落になる単語が多数ある場合は、その中から正解として秘匿語のみを提示するのは、納得感を損なうと考えられる。2~3 しかない場合は、納得感もある程度は維持されることも期待できるが、提案システムでは数百語レベルの代表的な単語のみでデータベースを構成するため、複数の正解のすべてを回答者が容易に考えてしまうことも考えられる。そこで、下位概念の中に該当する語が秘匿語しかない場合のみ、質問文を生成することとした。

また、質問文は最低限短い文を構成する必要があり、明示語と秘匿語の上位概念以外の単語を必要とする場合もある。しかし、駄洒落をなす 2 語以外の単語の存在は、解答者の思考を攪乱させ、なぞなぞを難しくすることに貢献する効果はあると考えられる。

図 1 に、提案システムによるなぞなぞ質問文生成の概略を示す。「猛虎が向かう場所は？ 答え：レストラン」「理由：れす（とら）ん、だから」というなぞなぞの例となる。明示語は「虎」であったが、これは後述する異音同義語である「猛虎」で隠している。太い円で囲った「動物が+時+時空形容詞+場所に+移動動詞」が共通文型であり、答えとなる秘匿語（レストラン）の上位概念は「場所」となり、これが質問文に使われる。

従来より「言葉の面白さ」を工学的に扱う方法が追及され<sup>14)-16)</sup>、文献 7)-10) 等でも、

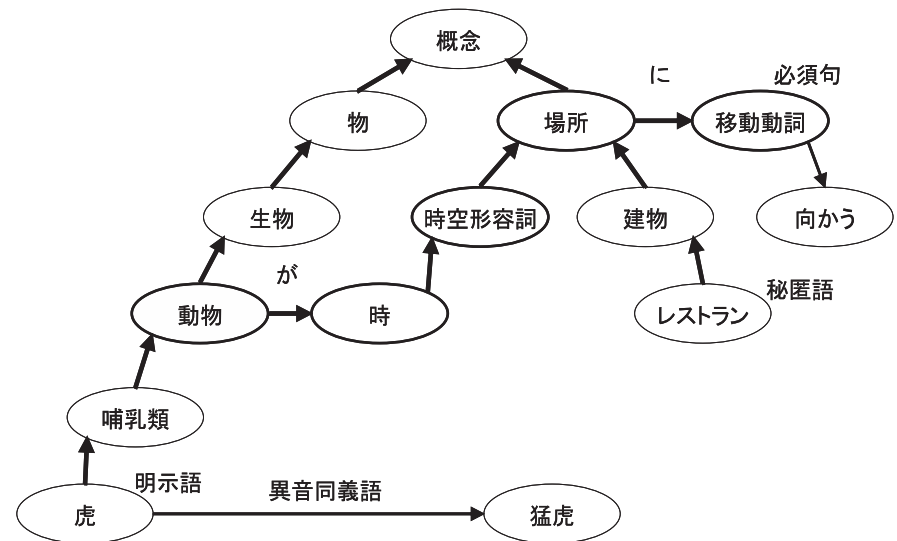


図 1 提案システムにおけるなぞなぞ質問文生成の概略

Fig.1 The outline of the proposed system.

「面白さ」「意外さ」等を考慮したなぞなぞ生成が試みられている．本論文でも提案手法で生成されるなぞなぞの難度を調べるほか，提案システムで行う簡単な作成方法で，「面白さ」「意外性」「納得感」について肯定的な感性評価が得られるかを調べた．

## 2.2 上位下位の概念関係を用いる理由

日本のなぞなぞについて，万葉集の時代から体系的な分析を試みた文献<sup>17)</sup>では，なぞなぞの基本的な構造として「言い換え型」と「賦物型（文字の順列の変化等による型）」があげられている．なぞなぞを発想法の観点から分類することを試みた文献<sup>18)</sup>では，「賦物型」を「操作型」とまとめ直し，さらに「連想型」を追加して大きく3パターンとしている．最も基本的な概念関係の1つである上位下位関係は，比喻の一種として知られる提喻（ある概念を上位または下位で言い換えるレトリック<sup>19)</sup>）にも用いられている通り，「言い換え」の代表的な方法であると考えられ，当然に「連想」を促す関係であるといえる．また，「なぞなぞ」の語源は「何ぞ」とされ<sup>17)</sup>，「何」という疑問代名詞は概念関係の最上位に位置して，下位概念を問うものであることは明らかである．

一方，子供向けのなぞなぞ本では，上位概念を問いに入れ，下位概念を答えさせる形態のものが多く見られる<sup>20)</sup>．子供の語彙習得には，「言葉を仲間ととらえる（上位概念としてまとめる）」ことが効果的とされ<sup>21)</sup>，上位下位関係を用いた子供向けのなぞなぞ作成は，教育上も重要であると考えられる．

以上のことから，上位下位関係はなぞなぞの構造においても一定の重要性があると考えられ，提案システムではそれに基づくなぞなぞを生成することとした．

## 2.3 提案システムで扱う駄洒落の定義

たとえば，「日」(ひ)と「昼間」(ひるま)のように一方の平仮名1音だけの一致は，無数の組合せを発生させ，駄洒落という感じもほとんどしないので除外する．最低でも平仮名2音以上の一致を条件とした．また，駄洒落には完全な音の一致でなくても，一部は母音の一致でよいとする等多様な定義があるが，ここでは単純に2語の読みについて，完全に一致する場合，または一方が他方に含まれる場合と定義する．また，「風邪」と「風」のように，意味が違う場合でも，文字が一致すれば音も一致するケースは多い．そこで，表記上共通の文字を1つも含まない2語間の読みでのみ駄洒落を定義することとした．

単純に日本語読みの一部が一致するだけでは，一方を上位概念で伏せても比較的当てるのが容易な問題になると予想される．人間の作成するなぞなぞでは，ときどき英語読みを使って難しくしている．たとえば，「問い：国連が制定した地球の日はいつ?」「答え：明日(アース)」という問題は，日本語読みの一致だけで考えると答えに到達できない．したがっ

て，明示語の英語読みと秘匿語の日本語読み，明示語の日本語読みと秘匿語の英語読みが駄洒落になる場合も，この2語は駄洒落であると判断する．なお，英語読みどうしの駄洒落は逆に難度が高すぎると考えられるため，除外した．

## 2.4 異音同義語の導入

同音異義語とは反対の異音同義語を用いると，英語読みと同様の難化の効果が得られると考えられる．たとえば「飲み物」と「飲料」のように，ほぼ同義語と考えられる代替語（異音同義語）を用意し，明示語を置き換える．その単語の読みだけで考えるとなかなか答えに到達できない．

## 2.5 なぞなぞ生成用のデータベース

提案システムでは，単語ごとに以下の項目をデータベースとして保持している．(1) 単語表記，(2) 日本語読み，(3) 英語読み，(4) 上位概念，(5) 下位概念，(6) 異音同義語，(7) 異音同義語の日本語読み．これとは別に，たとえば「具体物は場所にある」といった格フレームにより接続可能な上位概念の組合せを基本文型として定義し，これを複数用意する．

上記項目の中で，英語読み，下位概念，異音同義語とその読みについては，ない場合もある．また，上位概念を複数持つ多重承継を認めた．下位概念は当然，複数もありうる．異音同義語も複数持つ場合もあるが，ここでは最も妥当な語を1語だけ選んだ．英語読みは，日本語の五十音では正確な表記はできないが，一般的に用いられる近い読みを採用した．たとえば「息子」は「さん(Son)」等とした．

## 2.6 なぞなぞ質問文生成アルゴリズム

提案システムでは，ユーザがなぞなぞを作成したい単語を入力できるものとし，以下の手順でなぞなぞ質問文を生成する．なお，入力単語を明示語として扱う．

- (1) すべての単語データベースを読んで，入力単語と本提案システムで定義する駄洒落をなす単語を抽出する（複数抽出する場合もある）．ここで複数の単語が抽出された場合は，そのすべてについて(2)以下の処理を行う．駄洒落をなす語が存在しなければ生成失敗として処理を終わる．
- (2) 入力単語（明示語）と駄洒落をなす語（秘匿語）の双方について，上位概念を順に追い，双方を違う句として持つ，共通文型を探す．ここで複数の共通文型が存在する場合は，そのすべてについて(3)以下の処理を行う．共通文型が存在しない場合は次の明示語と駄洒落をなす秘匿語について共通文型を探す．すべての秘匿語について共通文型が存在しなければ，生成失敗として処理を終わる．
- (3) 共通文型を構成する句のうち，明示語と秘匿語の上位概念以外に必須の句（以下，必

須句)が存在するかを調べる。必須句は、用言や形容詞に修飾される体言等で、欠けると文を構成しなくなるものを指す。

- (4) 得られた共通文型にある秘匿語の上位概念がなぞなぞ質問文で明示できる単語であるかを判定し、使えない場合は秘匿語へ戻る方向に1つ下の下位概念を検討し、これを繰り返す。以下の場合には質問文で使えないと判断する。

- たとえば「移動物」のような自然な文章では使わない概念カテゴリを表す用語である場合
- この上位概念のすべての下位概念の中に、明示語と駄洒落をなす秘匿語以外の単語がある場合
- この上位概念のすべての下位概念の中に、明示語を置き換える異音同義語の読みと駄洒落をなす語がある場合
- 必須句は質問文に明示されるので、秘匿語上位概念の下位概念のどれかと駄洒落になると、その下位概念も答えになってしまう。したがって必須句は、共通文型に定義された必須句自体またはその下位概念のうちそうならない単語を選んで明示する必要がある。そのような単語が1つもない場合

この過程を繰り返し、秘匿語の直近の上位概念まで下っても使える上位概念がない場合は、その秘匿語については生成失敗として、次の秘匿語について(2)以降の処理を行う。

- (5) 明示語(異音同義語がある場合は異音同義語を)、(4)の過程で使えると判定された秘匿語の上位概念、(4)の過程で問題ないと判定された必須句の具体的な単語を、基本文型の位置にセットし、質問文にするための語順並べ替えを以下の法則で行う。
- 「形容詞+体言」の形容詞の下位概念が秘匿語である場合は、「形容詞+体言」を文末に移し、「体言+の+形容詞は?」と入れ換える。その他の語順はそのまま。
  - 「形容詞+体言」の体言の下位概念が秘匿語である場合は、「形容詞+体言」を文末に移し、「形容詞+体言は?」とする。その他の語順はそのまま。
  - 文型の末尾の用言の下位概念が秘匿語である場合は、語順はそのまま、用言が動詞ならば「どうする?」、形容詞ならば「どういう状態?」に置き換える。
  - その他の場合は、秘匿語の上位概念を含む句を文末に移動し、助詞を「は?」に置き換える。その他の語順はそのまま。
- (6) 答えは、秘匿語をそのまま表示するが、理由説明文を生成する。これは日本語読み、英語読みにかかわらず、ある読みが他の読みの一部になっている場合は括弧を付けて

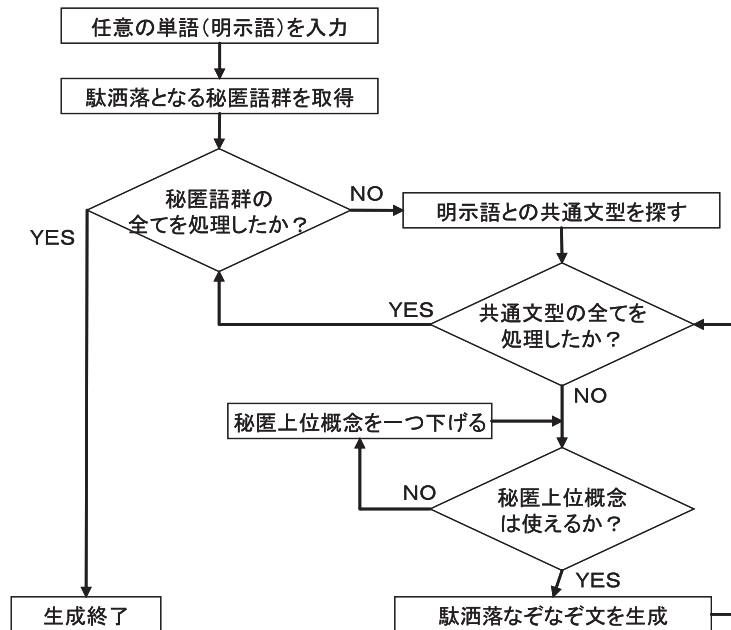


図2 なぞなぞ文生成フローチャート

Fig. 2 The flowchart of the proposed system.

表示する。たとえば、「息子(さん)」と「サンドイッチ」の駄洒落であれば「(さん)どいっち」を生成し、その後に、「だから」というフレーズを付け加える。

図2に、なぞなぞ文生成のフローチャートを示す。

### 2.7 提案システムのユーザ・インタフェース

図3に、提案システムのユーザ・インタフェースの初期画面を示す。選択メニューではシステムが保持する単語が表示され、ユーザは好みの単語を選び、「なぞなぞ作成」ボタンを押す。図4のなぞなぞ質問文を提示する画面では、生成されたなぞなぞの数だけ問題文のみが表示される。なぞなぞが生成できなかった場合は、「選択単語からは駄洒落を作れませんでした」と表示する。ユーザはなぞなぞの答えを知りたい場合は、「答えと理由を見る」ボタンを押す。図5は解答表示画面である。

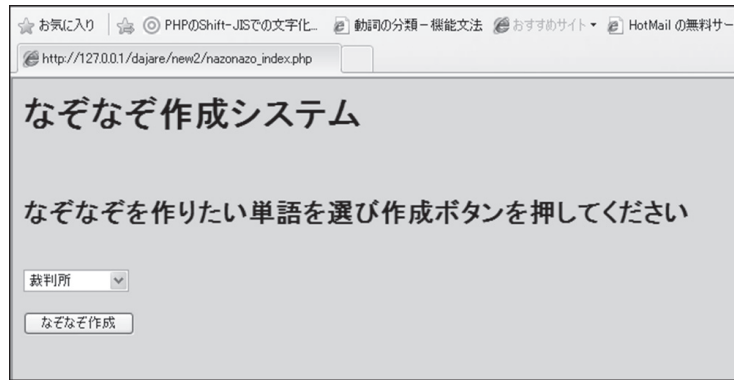


図 3 提案システムの初期画面

Fig. 3 Initial window of the proposed system.

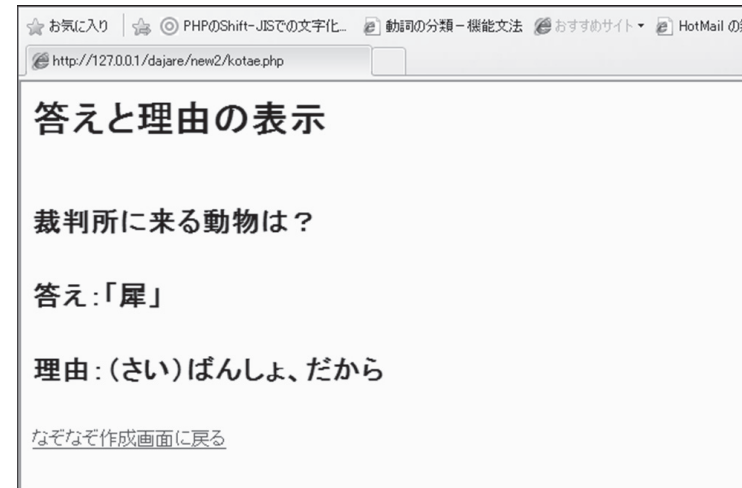


図 5 解答表示画面

Fig. 5 Answers and reasons.

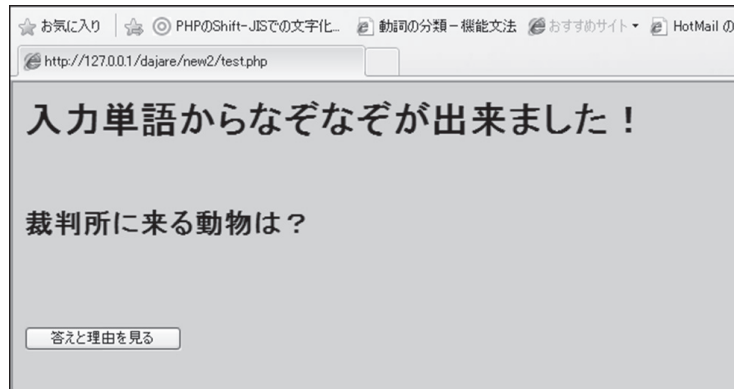


図 4 生成されたなぞなぞ質問文

Fig. 4 A generated riddle.

### 3. 試験評価

#### 3.1 なぞなぞ生成に用いたデータベース

基本文型としては様々な種類が考えられるが、試験評価ではサンプルとして、以下の4文型のみを扱った。以下で+は、単に単語の接続を示している。この基本文型は、一般的な格

フレームを連結したものに相当する。

- 具体形容詞 + 可動物が + 時空形容詞 + 場所に + 存在動詞
- 動物が + 時 + 時空形容詞 + 場所に + 移動動詞
- 人が + 時 + 具体形容詞 + 物を + 対物動詞
- 人が + 時 + 具体形容詞 + 可動物を + 可動動詞

ここで、「物」は具体物のことで、「可動物」はそのうち、動物が動かせる物を指す。「具体形容詞」とは具体物に対する形容詞、「時空形容詞」とは時刻、空間に対する形容詞を指す。「存在動詞」は「ある」のことで、「移動動詞」は「行く」等の「場所に」に接続できる動詞、「対物動詞」は「物を」に接続できる動詞、可動動詞は「可動物を」に接続できる動詞のそれぞれカテゴリを指す。「時」は時刻またはある時間帯を指す単語群、「場所」は「野原」のような空間や、「警察署」のような建物を指す単語群を包括するカテゴリである。

単語は、「概念」を最上位概念とし、図6に示す概念階層を用意した。これらの概念カテゴリは、たとえば具体物等のすべてをカバーするものではないが、上記4文型を構成するには十分な数の単語を用意できる。各概念カテゴリに含まれる単語は、一般的な用語は網羅していると考えられる約7,500語を収録した日本語単語集<sup>22)</sup>から、各概念カテゴリに含まれ

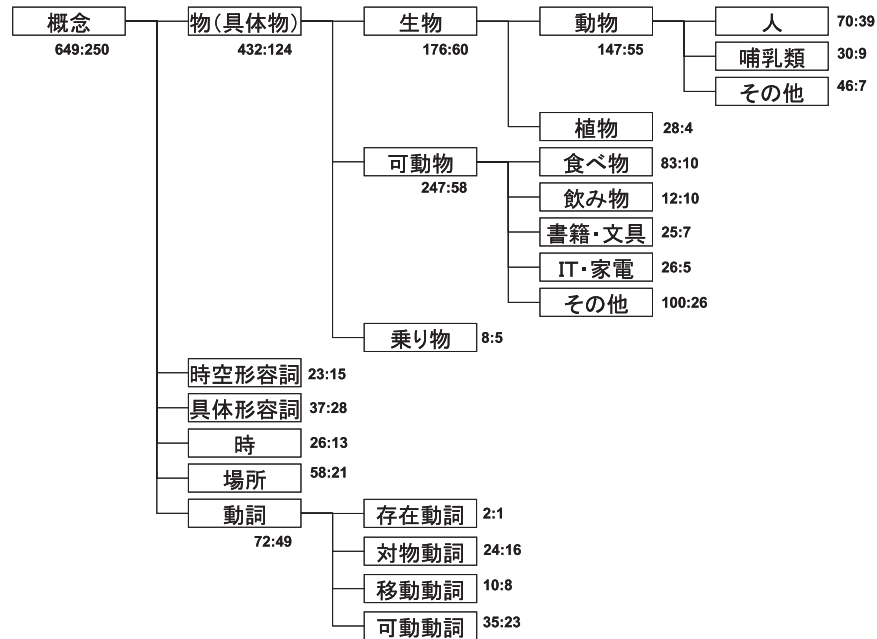


図 6 使用した概念体系

Fig. 6 Concept hierarchies employed the proposed system.

表 1 パターン別の駄洒落数およびなぞなぞ数  
Table 1 Numbers of generated puns and riddles.

	駄洒落数	なぞなぞ数
パターン 0	127	62
パターン 1	117	42
パターン 2	53	18
パターン 3	53	34

表 2 なぞなぞ不成立理由の内訳

Table 2 Numbers of reasons in which riddles were not generated.

なぞなぞ不成立理由	件数
使用できない概念階層の秘匿語上位概念しかない	36
共通文型なし	158
秘匿語以外に明示語と駄洒落になる語がある	18
秘匿語以外に異音同義語の読みと一致する語がある	5

パターン 0 と 1, パターン 2 と 3 は当然同じ数になるはずだが, 2 語の読みの完全一致(「蛙」と「替える」等)はパターン 0 に入れたため, パターン 1 より多くなっている。また, 表 2 になぞなぞを構成できなかった駄洒落についてその理由別の数を示す。共通基本文型がないことにより構成できなかった数が多いのは, 基本文型を 4 つに限定したためと考えられる。

### 3.3 試験評価に用いたなぞなぞの具体例

表 3 に, 試験評価のために選んだ 16 のなぞなぞおよび, それぞれのなぞなぞの駄洒落のパターンおよび秘匿語の上位概念の下位概念の総数, 入力単語の異音同義語が存在したかを示す。選択は, 4 種類の駄洒落のパターン別に, 入力単語の異音同義語があるか否か, 秘匿語上位概念の下位概念数が 50 以上か否かの組合せ, 計 4 種類のなぞなぞを選んだ。パターン別と異音同義語の有無, 秘匿語上位概念の下位概念数により難易度に差が出るかを調べるためである。

### 3.4 被験者の概要と試験方法

被験者は 16 ~ 23 歳の一般的な大学生および高校生 14 人である。事前になぞなぞ歴を問う質問を行った。ふだん, なぞなぞを「よくする」が 0 人, 「まあまあする」が 1 人, 「どちらでもない」が 2 人, 「あまりやらない」が 3 人, 「まったくやらない」が 8 人と, なぞなぞとは無縁な被験者が多かった。その後, 1 問につき 1 分の制限時間を設け, 解答しても

る単語をすべて登録した。図 6 の数字は, コロンの左側がその概念も含めた下位概念の総数, 右側がそのうち異音同義語を持つ単語の数を示す。

### 3.2 生成された駄洒落数およびなぞなぞ数

登録した 649 語のすべての単語につき, 総当たりで定義した駄洒落を生成するかを確認した。また, 得られた駄洒落(2 語のペア)のうち, 上記基本文型を用いてなぞなぞが構成できるかを確かめた。表 1 に, 得られたすべての駄洒落のパターン別の数, およびそのうちなぞなぞを構成できた駄洒落の数を示す。

ここで, パターン 0 は明示語の日本語読みが秘匿語の日本語読みの一部, パターン 1 は秘匿語の日本語読みが明示語の日本語読みの一部, パターン 2 は明示語の日本語読みが秘匿語の英語読みの一部, パターン 3 は秘匿語の日本語読みが明示語の英語読みの一部, という駄洒落である。

表 3 提案システムで生成された駄洒落なぞなぞ  
Table 3 Generated punning riddles by the proposed system.

提案システムで生成された駄洒落なぞなぞ	パターン	下位概念数	異音同義語
飾る素晴らしい花は？ 答え「薔薇」理由：す(ばら)しい	0	16	なし
裁判所に入る動物は？ 答え「犀」理由：(さい)ばんしょ	0	146	なし
よく知られた植物は？ 答え「梅」理由：ゆ(うめ)い	0	27	あり
譲渡する食べ物？ 答え「ゆず」理由：(ゆず)る	0	80	あり
通う時は？ 答え「火曜日」理由：(かよう)び	1	25	なし
帽子を見付ける人は？ 答え「消防士」理由：しょう(ぼう)し	1	69	なし
本日探す植物は？ 答え「桔梗」理由：き(きょう)	1	27	あり
猛虎が入る場所は？ 答え「レストラン」理由：れす(とら)ん	1	57	あり
倉庫にある工具は？ 答え「鋸」理由：(そう saw)こ	2	9	なし
サンドイッチを運ぶ人は？ 答え「息子」理由：(さん son)どいっち	2	69	なし
ミルクの特徴は？ 答え「新しい」理由：ぎゅう(にゅう new)	2	19	あり
ドナルドが歩く場所は？ 答え「丘」理由：あ(ひる hill)	2	57	あり
旅館に通う鳥類は？ 答え「インコ」理由：(いん inn)こ	3	21	なし
蜂を見る人は？ 答え「警備員」理由：けい(びい bee)ん	3	69	なし
購入する楽器は？ 答え「バイオリン」理由：(ばい buy)おりん	3	15	あり
思い出す斬新な動物は？ 答え「哺乳類」理由：ほ(にゅう new)るい	3	146	あり

らった。被験者には問題番号と解答欄のみ記された解答用紙を配布し、1分ずつ、スライドで質問文を掲示し、答えを記入してもらった。全問の解答終了後に、正解をまとめて掲示し、なぞなぞに関する「面白さ」等を問う評価試験に移行した。

また、その質問文を人間とコンピュータのいずれが作成したと思うかを問うチューリングテストも実施した。問題は、提案システムで作成された上記16のなぞなぞのほか、インターネット上に公開されている人気のあるなぞなぞのサイト<sup>23)</sup>から、駄洒落を謎解きとするものを16個選び両者をランダムに混ぜて提示した。提示する問題の順序は全被験者に対し同一であるが、表3に示した問題パターン、下位概念数の多少、異音同義語と英語読みの有無、またコンピュータと人間のどちらが作成したものであるか等はランダムに配置し、前の問題の影響を緩和するようにした。

当サイトは、Yahoo! JAPANで「なぞなぞ」のキーワードで検索すると、なぞなぞ収録サイトとしてトップに表示される。ただし、当サイトの問題文は、提案システムで出力される問題文型と同程度に簡略化した。また、一部の問題文に異音同義語を導入し、難しく改変してある。表4に当サイトから抜粋した問題群を示す。

事前に被験者には謎解きが駄洒落であることは知らせ、英語読み、異音同義語等が使われる場合があること等は知らせていない。また、解答に固有名詞はなく、すべて一般名詞であ

表 4 サイトから抜粋した駄洒落なぞなぞ  
Table 4 Punning riddles which were appeared in a famous Japanese riddle site.

サイトから抜粋した駄洒落なぞなぞ
国連が制定した地球の日は？ 答え「明日」理由：(あーす)のひ
警察が警告する場所は？ 答え「浜谷」理由：(けいこく)
納税ランキング千位の会社は？ 答え「繊維会社」理由：(せんい)がいしゃ
デートに行こうよ、と誘う場所は？ 答え「紅葉」理由：い(こうよう)
完治可能な病気は？ 答え「化膿」理由：かんち(かのう)
泥棒が持つ乗は？ 答え「バクリ」理由：ば(くり)
九時に開店する店は？ 答え「くじ店」理由：(くじ)てん
バイキングの危険は？ 答え「ばい菌」理由：(ばいきん)ぐ
パンダがくれる物は？ 答え「パン」理由：(ばん)だ
親孝行する人は？ 答え「高校生」理由：(こうこう)せい
羽が生える昆虫は？ 答え「ハエ」理由：(はえ)る
持ち歩く魚は？ 答え「鯛」理由：けい(たい)
昼間に会う動物は？ 答え「アヒル」理由：あ(ひる)
夏に食べるフルーツは？ 答え「柿」理由：(かき)
でき上がっていない食べ物？ 答え「みかん」理由：(みかん)せい
看護師が待つ食べ物？ 答え「なす」理由：(なーす)

ることは知らせた。解答後、解答にあたり英語読み、異音同義語を考えたか？を質問した後、各問題につき、以下の項目を問うアンケートを実施した。これらのアンケート項目は、文献8)にならったものである。

- 納得感があるか。納得感とはなぞなぞの答えとして提示された単語が確かにその問題文の答えとしてふさわしいと感じるかを指す。なぞなぞの謎解きは駄洒落に限定されているとしても、提案システムに登録されている単語以外に解答があるかもしれないのでこの設問を設けた。
- 意外性を感じるか。
- 面白さを感じるか。

正答には、システム側が用意した以外の解答でも、それも妥当な解答であると考えられるものも含めている。

### 3.5 なぞなぞの正解率

問題を解くにあたり「英語読みを考えた」のは12人、「異音同義語を考えた」のは13人で、なぞなぞの初心者であるにもかかわらず両方ともほとんどの被験者が考慮していた。全被験者が答えを書いた数の平均は、計32問に対し23.2問だった。全被験者の正解率の平均は、コンピュータ制作問題に対し38.8%、人間の制作問題に対し59.3%で、コンピュー

タが作成した方が難しかった。自由記述でも「問題が難しすぎる」という感想が目立った。少なくともなぞなぞとして成立するレベルの難しさはコンピュータでも制作できたと考えられる。

コンピュータ制作問題のパターン別の正解率は、パターン 0 が 58.9%，パターン 1 が 53.6%，パターン 2 が 19.6%，パターン 3 が 23.2% だった。英語読みを考えたとき割には、日本語読みと英語読みの駄洒落で構成されるパターン（2 と 3）の方が、日本語読みどろしの駄洒落で作られたパターン（0 と 1）よりも顕著に正解率が低かった。英語読みの導入はなぞなぞを難しくするために効果的であると考えられる。

システムに登録された相手上位概念の下位概念数が 50 以上のなぞなぞと以下のなぞなぞの比較では、多い方の正解率は 37.5%，少ない方の正解率は 40.2% で差は見られなかった。しかし、システム側が用意した解答以外の正答は多い方の正解率の 66.7% を占め（少ない方の同じ数字は 24.4%）、予想どおりではあるが下位概念の多い方が複数の正解が出る傾向が見られた。

異音同義語を使用したか否かによる正解率は、使用した方が 32.1%，しない方が 45.5% で、異音同義語もなぞなぞを難しくする効果があることがうかがえる結果となった。

### 3.6 チューリングテストの結果

コンピュータ制作問題に対し、コンピュータが制作したと答えた確率は 51.3%，人間制作問題に対し人間が制作したと答えた確率も 53.1% で、双方ともほぼ半数であった。自由記述では「パターン化された質問がある」という感想も見られたが、「見分けが付きにくかった」という感想も多く、提案システムが用意した文型により、少なくとも人間制作と見分けが付きにくいなぞなぞが多く生成できたものと考えられる。

### 3.7 面白さ・意外性・納得感の評価

図 7 に、コンピュータ制作問題に対する被験者別・評価値別の面白さに対する評価結果（なぞなぞの数の割合）を示す。肯定的評価と否定的評価の割合を比較するため、5 段階評価値を「5 か 4」（肯定的評価）、「3」（どちらでもない）、「2 か 1」（否定的評価）の 3 段階に分け、割合を示している。

図 8 に、コンピュータ制作問題に対する被験者別・評価値別の意外性に対する評価結果（なぞなぞの数の割合）、また、図 9 に、納得感に対する同様の評価結果を示す。これらも面白さに対する評価と同様に、評価を 3 段階に分けて比較している。

これらの各評価結果はいずれも肯定的評価の割合が高い傾向がグラフからも見て取れるが、これらに対し、「肯定的評価のなぞなぞの数の割合」と「否定的評価のなぞなぞの数の

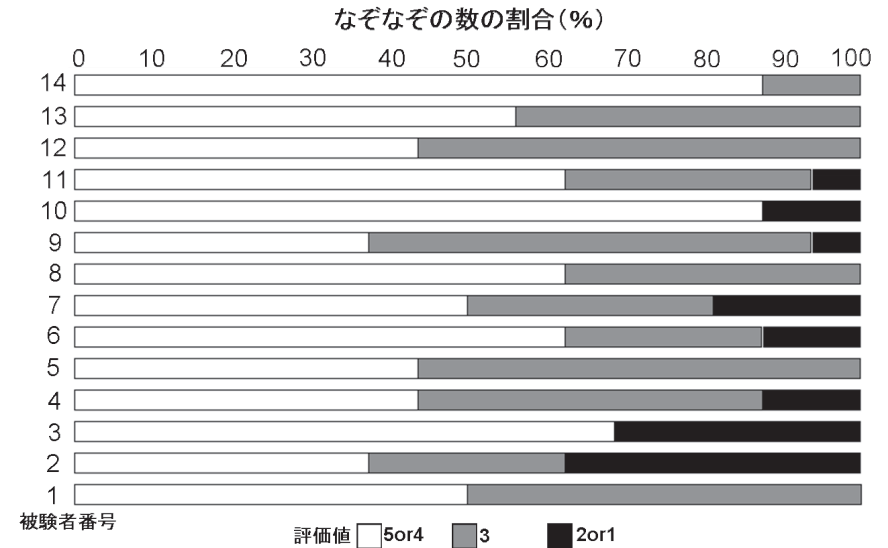


図 7 面白さに対する評価  
Fig. 7 Estimations for humor on a 5-point scale.

割合」には差がないという帰無仮説を立て、有意水準 5% で対応ありの t 検定を行った。t 値は、面白さでは 2.19，意外性では 4.05，納得感では 1.56 だった。自由度 13 の t 分布表の値は 2.16 なので、面白さと意外性では帰無仮説が棄却され、納得感では棄却されなかった。

意外性で高い値が出たのは、駄洒落が謎解きになっているため、常識的に考えても解けないという根本的な性質と、しょう（ぼうし）のように、駄洒落が冒頭からではなく部分に隠れている問題が多かったためと考えられる。納得感が低かったのは、単なる音の一致と、質問文中の単語の下位概念という理由だけで答えが選択されたためと考えられる。被験者の自由記述でも、「コンピュータ制作問題の答えは突飛な感じがする」というものがあった。

しかし、面白さと意外性で有意差が出たので、提案システムにより、面白さと意外性はあるなぞなぞが制作できたものと考えられる。以下は、肯定的評価の多かった提案システム制作のなぞなぞである。

購入する楽器は？ 答え「バイオリン」理由：(ばい)おりん，だから

よく知られた植物は？ 答え「梅」理由：ゆ(うめ)い，だから

帽子を見付ける人は？ 答え「消防士」理由：しょう(ぼうし)，だから



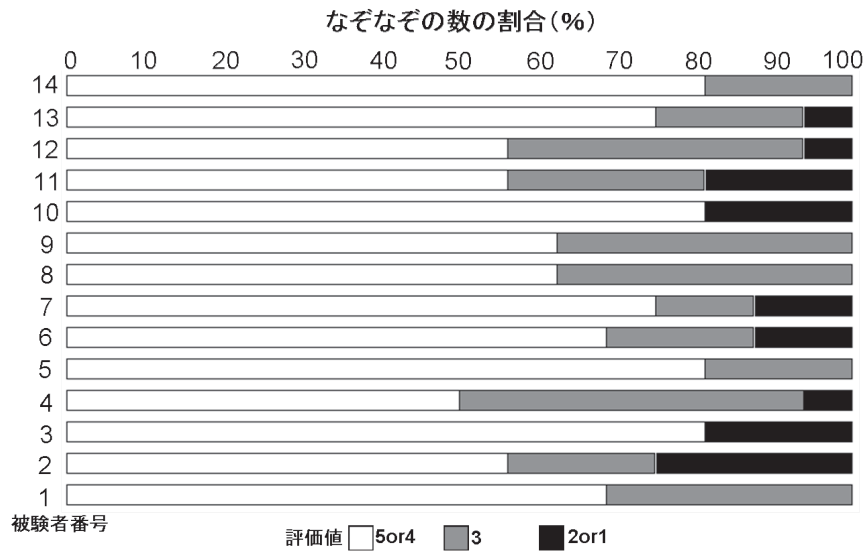


図 8 意外性に対する評価  
Fig. 8 Estimations for unpredictability on a 5-point scale.

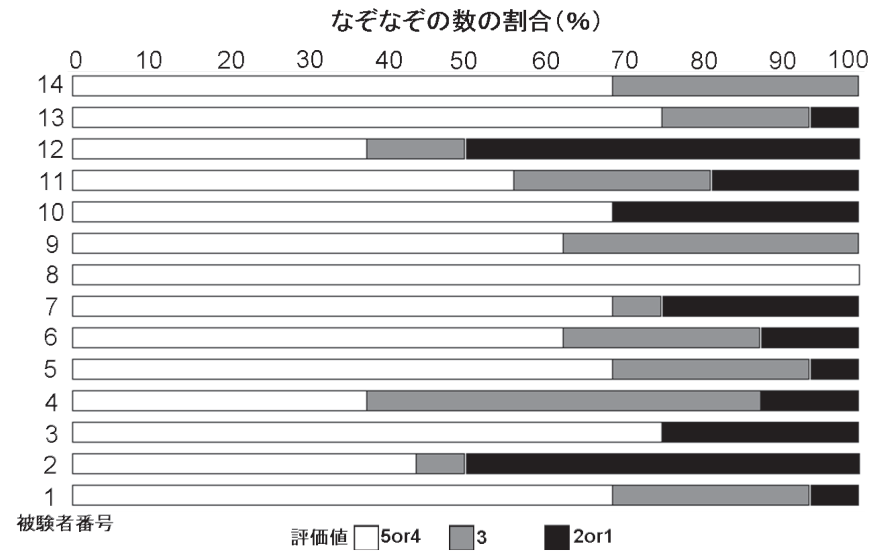


図 9 納得感に対する評価  
Fig. 9 Estimations for understanding on a 5-point scale.

### 3.8 コンピュータ制作と人間制作の評価の比較

図 10 に、コンピュータ制作問題と人間制作問題に対し、主要な評価項目である面白さの評価を被験者別に示す。各被験者のペアとなる棒グラフは上側がコンピュータ制作に対する評価、下側が人間制作に対する評価を示す。やはりそれぞれ、肯定的評価と否定的評価を比較するため、5段階評価を3段階評価にまとめている。肯定的評価を下したなぞなぞの数について、同一被験者が肯定的評価を下した数をコンピュータ制作と人間制作で比較し、有意水準 5% に対応ありの t 検定を行った。t 値は  $-0.21$  で、ほとんど差はみられなかった。提案システムで作成されたなぞなぞは、人気のあるなぞなぞサイトの作品とそれほど変わらない面白さを有しているものと考えられる。

図 11、図 12 に「面白さ」と同様に、それぞれ「意外性」「納得感」について、被験者別にコンピュータ制作問題（上側）、人間制作問題（下側）に対する肯定的評価と否定的評価を下したなぞなぞの数の割合を示す。コンピュータ制作問題と人間制作問題について、「肯定的評価が下された数の割合に差がない」という帰無仮説を立てて t 検定を行ったところ、t 値はそれぞれ、 $1.1$ 、 $-0.43$  で有意差は得られなかった。また、図 13 に被験者別のコン

ピュータ制作問題（上側）、人間制作問題（下側）の正解したなぞなぞの数（白）、不正解のなぞなぞの数（黒）の割合を示す。コンピュータ制作問題と人間制作問題について、「正解された数の割合に差がない」という帰無仮説を立てて t 検定を行ったところ、t 値は  $-1.76$  で有意差には至らなかった。

しかし、人間制作問題のみについて、コンピュータ制作問題と同様に、面白さ、意外性、納得感について、「肯定的評価のなぞなぞの数の割合と否定的評価のなぞなぞの数の割合には差がない」との帰無仮説で t 検定を行ったところ、t 値は面白さで  $3.06$ 、意外性では  $1.21$ 、納得感では  $2.57$  となり、面白さでは有意水準 1% で、納得感も有意水準 5% で有意差が得られた。

人間制作問題でコンピュータ制作問題より高い面白さ、納得感が得られた理由は、提案システムによる方法以上の細かい意味による整合性があることが考えられる。たとえば、「バイキングの危険は？（答え）ばい菌」の例では、「ばい菌」は単なる「危険」の下位概念ではなく、「食べ物の中に含まれる場合が多い」という背景知識により整合性が補強されている。また、「親孝行する人は？（答え）高校生」でも、「高校生」は単なる「人」の下位概念

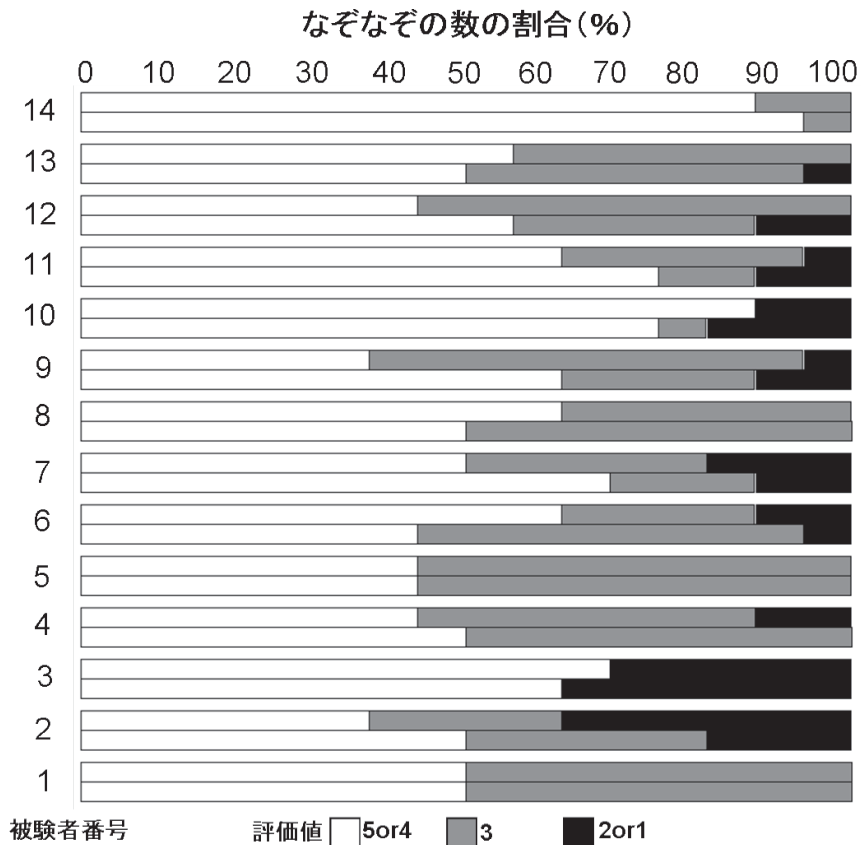


図 10 面白さに対する評価の比較  
Fig. 10 Comparison of the estimations for humor.

ではなく、「子供」であるため「親孝行」の主体としての納得感がある。このような整合性が、納得感を高め、これが面白さにもつながっているものと考えられる。また、納得感と意外性は相反する評価でもあるため、人間制作問題では意外性は低かったものと考えられる。提案システム制作の問題は、このような背景知識の援用がなく、答えは平仮名2字以上の一致と、明示語と秘匿語の上位概念が共通する文型を持つという理由だけで選択されている。これが難易度、意外性を高めたものの、納得感に欠ける要因となったと思われる。上

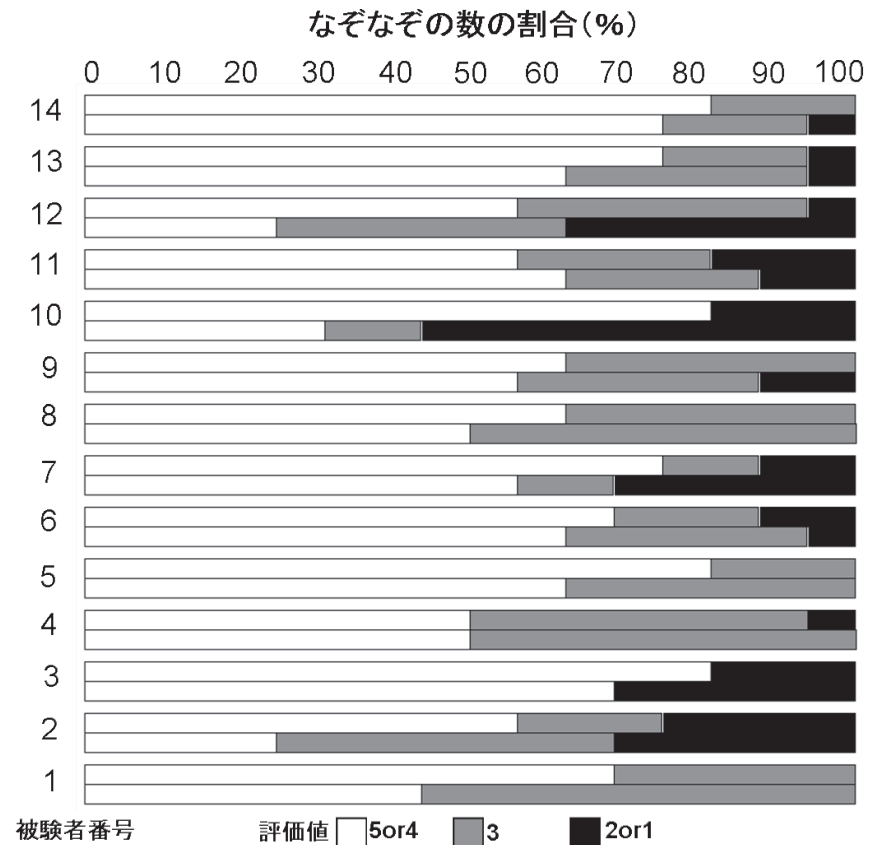


図 11 意外性に対する評価の比較  
Fig. 11 Comparison of the estimations for unpredictability.

位下位の概念体系と基本文型だけでなく、単語に関する細かい情報を持つデータベースによって、人間制作の問題に迫る整合性を得て、納得感を持つなぞなぞを生成することが今後の課題といえる。

#### 4. おわりに

概念の上位下位の体系や格フレーム等の一般的な概念データベースから駄洒落を謎解き

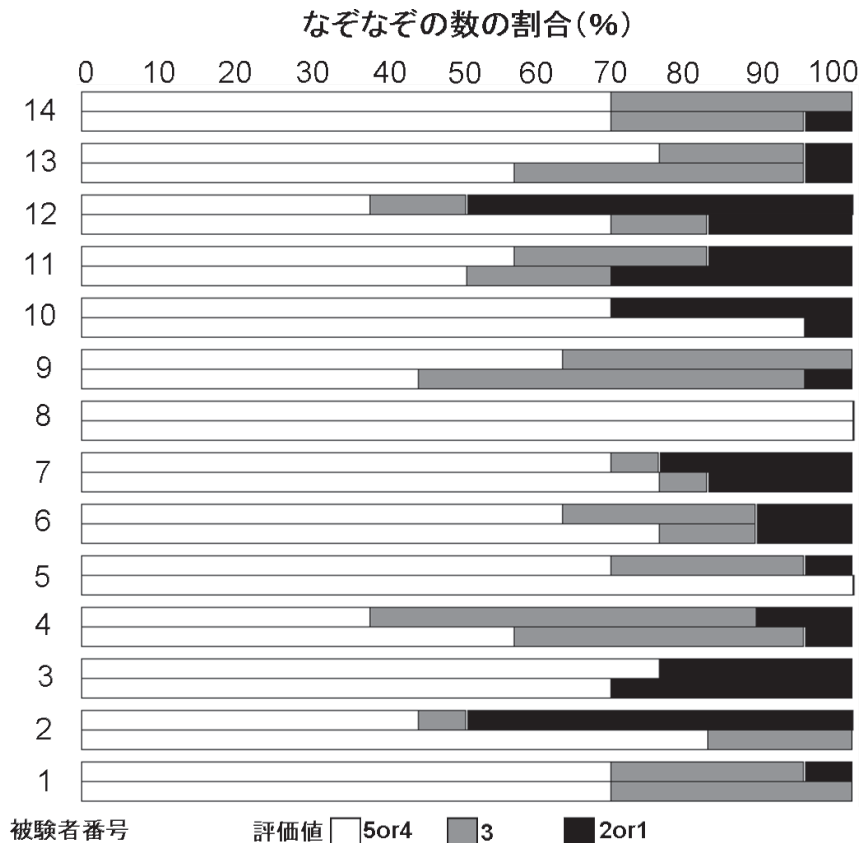


図 12 納得感に対する評価の比較  
Fig. 12 Comparison of the estimations for understanding.

とするなぞなぞ生成を試みるシステムを制作し、その効果を確認した。具体的には、格フレームの連結に相当する文型を定義し、一般的な概念体系を用意する。駄洒落を形成する2語のそれぞれから上位概念をたどり、共通する文型があれば、答えとすべき単語は上位概念で伏せ、質問文を提示する。難度を高めるため、提示する方の単語を異音同義語で隠したり、駄洒落生成に英語読みを用いたりする等した。文型は4つ、登録単語は約650語でなぞなぞ生成を試み、生成されたなぞなぞに対し、被験者に解答してもらう実験を行った。そ

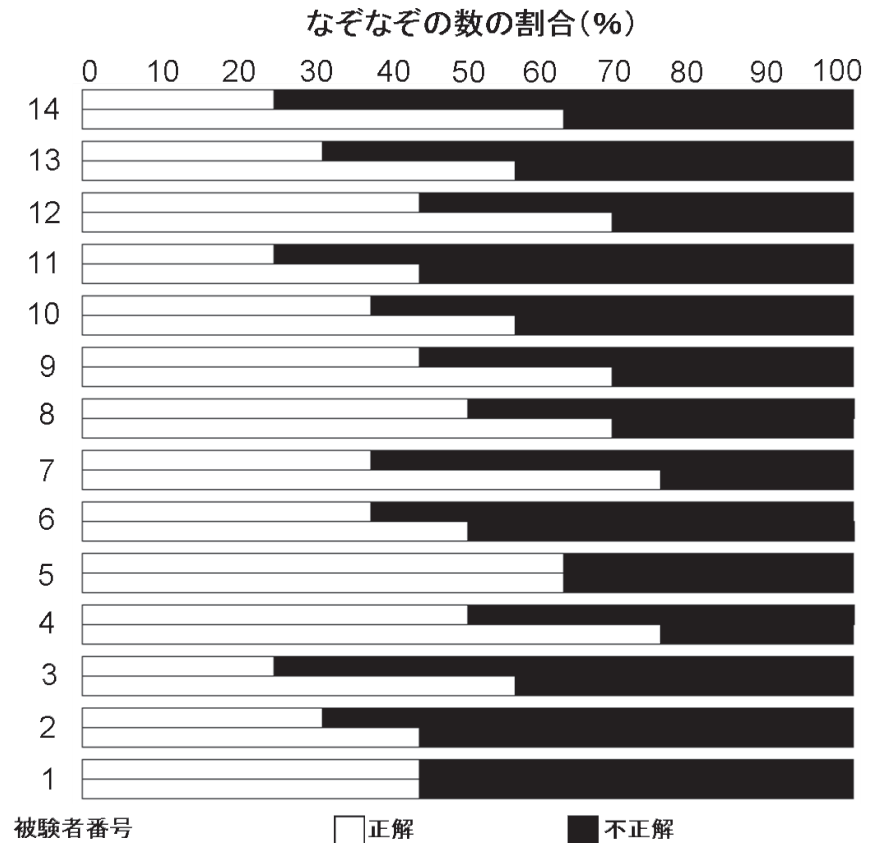


図 13 正解数の比較  
Fig. 13 Comparison of the numbers of correct answers.

の際、人気のあるなぞなぞサイトから収集した人間が作成したなぞなぞとの比較も行った。その結果、難度では人間制作よりも難しく、有意に面白さ、意外性を有するなぞなぞが生成されることが確認された。

今後の課題として、概念体系データベースを拡張し、登録単語を増やすこと、および基本文型のパターンを増やすこと、英語読みや異音同義語以外の駄洒落の生成要因を導入すること等があげられる。これらにより、多数の下位概念の中に答えが隠れたり、攪乱要因が増え

たりして、なぞなぞをより難しくすることができると考えられる。また、平仮名3音以上の一致によるなぞなぞも生成される確率が高まり、これは納得感を高める効果をもたらす可能性もあると思われる。

なぞなぞの面白さ等の感性評価を高める工夫も、もう1つの大きな課題となる。すでに述べたように、人間が作成するなぞなぞでは、様々な背景知識の援用により、感性評価を高める工夫を行っている。たとえば「親孝行する人は？（答え）高校生」というなぞなぞでは、「高校生は子供だから親孝行する」といった知識が納得感を高めている。このようなデータを取り入れたなぞなぞをコンピュータでも生成可能にすることは、大きな課題といえる。面白さ、意外性等の他の感性評価も、背景知識データの援用によって得られる滑稽感や矛盾感等の様々な感覚により高めていく可能性はあると思われる。

なぞなぞは普通の問題と違って、言葉遊びの質問であるが、謎解きは「駄洒落」だけとは限らない。たとえば、「通る時に閉まり、通らない時に開くものは？（答え）遮断機」等の概念の定義データ等を利用した簡単ななぞなぞは、比較的コンピュータでも生成容易であるかもしれない。このような様々なパターンのなぞなぞ制作も今後の課題となる。

#### 参 考 文 献

- 1) 松澤和光, 堀 浩一, 金杉友子, 阿部明典: ことば工学入門, 人工知能学会誌, Vol.15, No.3, pp.446-455 (2000).
- 2) 金杉友子, 松澤和光, 笠原 要: アバウト推論の「言葉遊び」への適用, 信学技報, NLC96-31 (1996).
- 3) 滝澤 修, 柳田益造, 伊藤 昭, 井佐原均: 日本語修辞表現の工学的解析—駄洒落・アイロニー・トートロジー, 信学技報, TL97-2 (1997).
- 4) 松澤和光, 金杉友子, 阿部明典: コンピュータ上の言語感覚実現に向けて: B 級機関, 人工知能学会全国大会論文集, Vol.12, pp.685-686 (1998).
- 5) 田辺公一朗: 駄洒落のコンピュータによる処理—駄洒落生成システムの基本設計, 産能大学紀要, Vol.26, No.1, pp.65-74 (2005).
- 6) 滝澤 修, 柳田益造: 駄洒落処理の工学的実現について, 人工知能学会言語・音声理解と対話処理研究会, SIG-SLUD-9202-5, pp.37-46 (1992).
- 7) キム・ピンステッド, 滝澤 修: 日本語駄洒落なぞなぞ生成システム “BOKE”, 人工知能学会誌, Vol.13, No.6, pp.920-927 (1998).
- 8) 濱田真樹, 鬼沢武久: 同音異義語の意味の多様性を構造にもつなぞなぞの生成, 日本知能情報ファジイ学会誌, Vol.20, No.5, pp.696-708 (2008).

- 9) 前田実香, 鬼沢武久: 単語の関連性とおもしろさを取り入れたなぞかけ生成, 感性工学研究論文集, Vol.5, No.3, pp.17-22 (2005).
- 10) 濱田真樹, 鬼沢武久: ファジイ測度・積分モデルで決定したおもしろさに基づいたなぞなぞの生成, 感性工学研究論文集, Vol.7, No.2, pp.267-274 (2007).
- 11) ヨーナス・シューベルグ, 荒木健治: 日本語を対象とした謎掛けの自動生成, 情報処理学会研究報告, 2007-NL-178, pp.91-95 (2007).
- 12) EDR 電子化辞書. [http://www2.nict.go.jp/r/r312/EDR/J\\_index.html](http://www2.nict.go.jp/r/r312/EDR/J_index.html)
- 13) 日本語 WordNet. <http://nlpwww.nict.go.jp/wn-ja/>
- 14) Taylor, J.M. and Mazlack, L.J.: Humorous Wordplay Recognition Systems, *Proc. 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Vol.4, pp.3306-3311 (2004).
- 15) 北垣郁雄: おかしみの誘発にかかわるファジイ論的定式化と通俗性/劣弱性, 日本ファジイ学会誌, Vol.2, No.1, pp.100-104 (1990).
- 16) 北垣郁雄: おかしみの誘発モデルに基づいた‘笑うコンピュータ’の開発事例, 日本知能情報ファジイ学会誌, Vol.15, No.5, pp.577-583 (2003).
- 17) 鈴木棠三: なぞの研究, 講談社学術文庫 (1981).
- 18) 岡野幸夫: 中世「なぞなぞ」の発想法について, 鳥取大学研究紀要, No.55, pp.117-126 (2007).
- 19) 中村 明: 日本語の文体・レトリック辞典, 東京堂出版 (2007).
- 20) 重金硯之: 1・2年生のなぞなぞ, 大泉書店 (2008).
- 21) 金田一春彦 (監修): こどもことば絵じてん, 三省堂 (1996).
- 22) 高橋恭子, 高橋 寛: 日本語いつでもどこでも単語集, 大盛堂書房 (2008).
- 23) <http://zonazona.at.infoseek.co.jp/index2.html>

(平成 22 年 11 月 26 日受付)

(平成 23 年 5 月 14 日採録)



金久保正明 (正会員)

平成 15 年慶應義塾大学大学院後期博士課程修了。平成 16 年より東京工科大学コンピュータサイエンス学部助手。平成 18 年より静岡理工科大学理工学部情報システム学科講師。平成 22 年より同大学総合情報学部人間情報デザイン学科准教授。発想支援システム, ソフトコンピューティングに関する研究に従事。博士 (工学)。平成 16 年感性工学会論文賞受賞。

電気学会, 日本知能情報ファジイ学会各会員。