

常識判断システムにおける自然な会話のための質問生成方式

岩下 直人† 渡部 広一† 河岡 司†

本研究はロボットが常識的な判断に基づき自然な質問ができることを目的としている。常識判断システムを用いて、質問メカニズムを大きく分けて3つのルール(5W1H, 質問テンプレート, 知的おうむ返し)にモデル化した。5W1Hは、意味理解を用いて、空きフレームを尋ねる質問ルールである。質問テンプレートは、単語に関して可能な質問ができるルールである。シソーラスのノードに質問を付与して実現している。知的おうむ返しとは、単語と短文を置き換える質問ルールである。常識判断システムを用いて意味を考慮して置き換える。これら3つの質問ルールを人が見て評価し、自然な質問ができていることを示した。

A Question Generating Method for a Natural Conversation Using the Commonsense Judgment System

Naoto Iwashita† Hirokazu WATABE† Tsukasa KAWAOKA†

The aim of this research is that a robot can ask a natural question. This research uses “A Common Sense Judgment System”. The algorithm of a natural question consists of “5W1H”, “Question Template”, and “Intelligent Parrot-like Speaking”. “5W1H” uses semantic understanding, and it is the question rule that asks an empty frame. “Question Template” is the rule that can ask a possible question about a word. It is realized by attaching questions to a node of thesaurus. “Intelligent Parrot-like Speaking” is the question rule that replaces a word and a short sentence. It uses “A Common Sense Judgment System”, and replaces in consideration of a meaning. This system was evaluated by human hand. And it is shown that a robot can ask a natural question.

1. はじめに

最近では感情を表すソニーの AIBO や二足歩行ができるホンダの ASIMO に代表されるように賢く、人間らしいロボットが開発されている。しかし、これらは、基本的には陽に定義された知識に基づきプログラム通りに動作するロボットである。つまり、これらのロボットは、確かに環境をある程度認識し人間らしく振舞っているが、人間に一番大事な「心(考えたり判断する機能)」を本当の意味では実装していない。二足歩行など機械的な動作の制御は、従来のロボット工学で対応できる範囲の問題である。しかし「心」は、哲学、心理学、言語学などさまざまな学問を総合的にとりいれないと扱えないし、これらを勉強したところで解決できる問題でもない。その証拠に、心の定義は、いろいろな場所で議論されてきたが、まだ明確な定義さえ存在しない。見かけ(ハードウェア)は数十年単位で、かなり人間に近づいていようが、心(ソフトウェア)は、ひょっとすると百年経っても人間に近づかないのではな

いだろうか。心の研究は、基礎研究の域を脱していないのが実情である。

本研究では、この心を実装するために会話について研究を行っている。その中でも、本稿は、自然な質問をすることを目標としている。自然な質問とは、「のどが乾きました ジュースを飲みますか」や「八百屋に行きました 何を買ったのですか」など、人間が普段何気なく行っている質問のことを言う。以下の章では、ロボットに、自然な質問文を出力させる方法について具体的に説明していく。

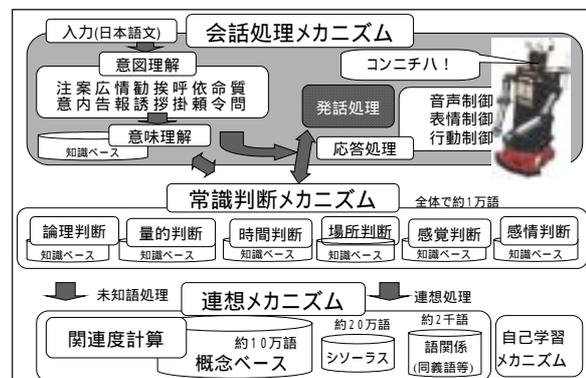


図1 常識判断システム

† 同志社大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Doshisha University

2. 常識判断システム

2.1. 概念ベース

ある語 A をその語と関連の強いと考えられる語 a_i と重み w_i の対の集合として定義する。

$$A = \{(a_1, w_1), (a_2, w_2), \dots, (a_m, w_m)\}$$

ここで, a_i を 1 次属性と呼ぶ。また便宜上, A を概念表記と呼ぶ。このような属性の定義された語(概念)を大量に集めたものを概念ベースと呼ぶ。ただし, 任意の 1 次属性 a_i は, その概念ベース中の概念表記の集合に含まれているものとする。すなわち, 属性を表す語もまた概念として定義されている。したがって, 1 次属性は必ずある概念表記に一致するので, さらにその 1 次属性を抽出することができる。これを 2 次属性と呼ぶ。概念ベースにおいて, 「概念」は n 次までの属性の連鎖集合により定義されている。

本研究では, 複数の国語辞書から, 各見出し語を概念表記, その見出し語の説明文中の自立語を 1 次属性として抽出し, 出現頻度に基づく重みを付加した約 4 万の概念からなる概念ベース¹¹⁾を基に, 新聞などから抽出した概念表記や属性を加え, 質の向上を目的にした精練操作(属性の追加・修正など)を施し, 更に, 概念間に成り立つ一般的なルールに基づく適切な重みを付加した約 10 万の概念からなる概念ベースを構築し利用している。

2.2. 関連度計算

関連度¹²⁾とは, 関連の種類しか特定できない意味ネットワークのようなものとは違い, 概念と概念の関連の強さを定量的に評価するものである。具体的には概念連鎖により概念を 2 次属性まで展開したところで, 最も対応の良い 1 次属性同士を対応付け, それらの一致する属性個数を評価することにより算出するものである。関連度は, 概念間の関連の強さを 0 と 1 の間の数値で表す。表 1 に例を示す。

表 1 関連度計算結果の例

概念 A	概念 B	概念 A と概念 B の関連度
自動車	トラック	0.26
自動車	犬	0.01

2.3. 感覚判断と感覚的連想

感覚判断¹³⁾とは, 単語とその特徴に関する常識の確立を目指している。単語(名詞)の特徴(形容詞)のことを「感覚」と呼び, 現在, 形容詞を五感(視覚・嗅覚・聴覚・味覚・触覚)

で感じる刺激のものに限定している(図 2)。

感覚的連想(図 2)については, 4.4 節(知的小おむ返し(短文 単語))で説明する。

林檎	丸い, 赤い, 甘い, … (感覚判断)
冷たい飲み物	アイ스티ー,
	アイスコーヒー, … (感覚的連想)

図 2 感覚判断と感覚的連想の例

2.4. 場所判断

場所判断システム¹⁴⁾とは, ある単語が場所に関係する単語かどうかを判断し, 場所に関する単語と判断された場合は, そこに何が存在し(主体語), 何をやる場所(目的語)なのかを連想するシステムのことである。具体的には, 事前に人手で用意した小規模の場所に関する知識および概念ベースとシソーラスを用いて, 知識にない言葉に関しても場所に関する情報を連想可能としている(図 3)。

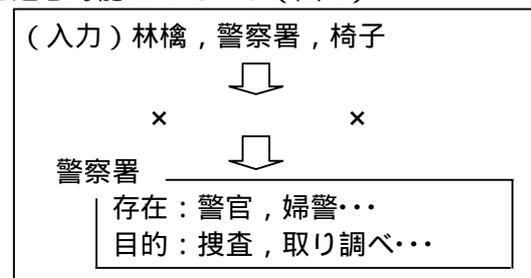


図 3 場所判断の例

2.5. 意味理解

(ex.) 昨日店で妹が母にセーターを買ってもらった			
情報フレーム		連想フレーム	
Who	妹	時間	冬
What	セーター	感情	嬉しい
When	昨日	感覚	セーター: 暖かい
Where	店	場所	百貨店
Why			存在: 店長, 客
How		目的: 売る, 買う	
Whom	母	量	
用言	買ってもらう		

図 4 意味理解の例

意味理解¹⁵⁾とは, 置換処理や連想処理を行うことによって, 文の内容を図 4 のような意味フレームに格納することをいう。情報フレームは, 5W1H(Who, What, When, Where, Why, How)と Whom, 用言から成る。また, 連想フレームは, 一文から連想できること(時間,

感情, 感覚, 場所, 量) を定義している。これらにより, 適切な質問を返すことができるようになる。

3. 発話処理

発話処理の対象単語は, 5W1H を除いて, 品詞を名詞に限定している。これは, 会話の対象は, 品詞が名詞であるものが多いからである。例えば, 「りんご」, 「たばこ」, 「運動」などの名詞は会話の対象に成り得るが, 「動く」, 「きれい」, 「大きい」などの動詞, 形容詞, 形容動詞などは, 会話の対象となる確率が少ない。

本研究は, 発話処理の中の質問について研究を行っている。質問を3つのルール(5W1H, 質問テンプレート, 知的おうむ返し^[6])にモデル化している。以下, それぞれのルールについて説明していく。

3.1. 5W1H

端的に言うならば, このルールは空きフレームを質問するルールである。意味理解を用いて実装している。

3.1.1. 質問するフレームの制限

質問するフレームをなぜ制限する必要があるのだろうか。それは以下の例を考えてみれば明らかであろう。例えば, 「私は東京に行きました」という文を意味理解にかけると「何」フレームが空いている。それによって, 質問文は「何をあなたは東京に行ったのですか」となるが, これは明らかに不自然である。そこで質問するフレームを制限する必要がある。

質問するフレームの制限には, 表層格情報を用いる。制限ルールとしては表2のようなものを用いている。ただし, 「動詞」フレームが空いているときは, 他のフレームの状態とは関係なしに「どうする(した)のですか」と質問する。

表2 質問するフレームの制限ルール

空きフレーム	制限条件
主体	入力文の動詞が「ガ格」を取る
何	入力文の動詞が「ヲ格」を取る
時間	無し
場所	無し
方法	無し
理由	無し
誰に	入力文の動詞が「ニ格」を取る
動詞	無し

例を挙げて説明すると, 入力文が「会う」の場合, 「会う」は表層格として「ガ格, 二格, ト格」を取るので, 「主体」, 「時間」, 「場所」, 「方法」, 「理由」, 「誰に」の6つのフレームについて質問する。

以下, 「私は彼に会いました」を入力したときの処理結果の流れを示す。

「私, は, 彼, に, 会い, まし, た」と形態素解析
意味理解により下記フレーム生成

主体	何	時間	場所	方法	理由	誰に	動詞
私						彼	会う

「何」, 「時間」, 「場所」, 「方法」, 「理由」フレームが空
「時間」, 「場所」, 「方法」, 「理由」について質問
「会いました」を「会ったのですか」に変形

また, 質問にするためには主語の変換も必要である。「私, わたし あなた」とするルールを実装している。

これによって, 質問文としては「いつあなたは彼に会ったのですか」, 「どこであなたは彼に会ったのですか」, 「どうやってあなたは彼に会ったのですか」, 「なぜあなたは彼に会ったのですか」, が出力される。

3.2. 質問テンプレート

この質問ルールは, ある単語に対してできる一般的な質問である。これを実現するためにシソーラス^[7]のノードに対して, 質問文を付与している。例えば, ノード「音楽家」に対しては, 「有名な音楽家について知っていますか」という質問文, ノード「体育館」に対しては, 「体育館は何をすることですか」という質問文を付与している。これのメリットは, ノード(約2700)に付与することで, リーフ(約14万)の単語に関する質問が可能になることである。

入力文「研究所で働いています」を例に処理結果を示す。

「研究所, で, 働い, て, い, ます」と形態素解析
「研究所」が質問ルール対象単語
「研究所」がシソーラスに存在

「研究所では何を研究していますか」を取得
よって, 質問文として「研究所では何を研究していますか」が出力される。

3.3. 知的おうむ返し

知的おうむ返しとは, 単語と短文間の意味を考慮した言い換え方式である。具体的には知的おうむ返しを単語 単語, 単語 短文, 短文

単語の置き換えと定義した。以下の節では、それぞれについて説明していく。

3.3.1. 知的おうむ返し(単語 単語)

この質問ルールは、同義語辞書(表3)を利用する。以下で、「朝礼に出ました」を入力文としてアルゴリズムを説明する。

形態素解析を行う 「朝礼,に,出,まし,た」
 質問ルール対象単語を取得する 「朝礼」
 同義語があるかどうかチェック 「朝会」
 「出ました」を「出たのですか」に変形

よって、質問文として「朝会に出たのですか」が出力される。

表3 同義語辞書

見出し語	同義語
お金	銭
シネマ	映画
ハート	心臓
:	:

3.3.2. 知的おうむ返し(単語 短文)

一言でこのアルゴリズムを表すなら、「ソース中で日本語として文として成り立つものを取得する」ということになる。

短文を作成するときのソースを場所判断の「主体語」と「目的語」とした。これは、単語短文の置き換えを人間がどういうときに行うかを考えた結果、場所に関するものが多かったからである。例えば「オフィス 社員が働く」、「八百屋 野菜を売る」などである。

もちろん、アルゴリズム的には汎用性があるので、ソースを概念ベースとしても問題は無い。要は精度の問題である。

入力文「兵舎に泊まる」を元にアルゴリズムを説明する。

形態素解析を行う 「兵舎,に,泊,まる」
 質問ルール対象単語を取得する 「兵舎」
 場所判断で主体語を取得 「軍人」
 場所判断で目的語を取得 「休む,治療,療養」
 主体語と目的語が日本語として成立する
 「軍人が休む」

「休む」を「休むのですか」に変形
 よって、質問文として「軍人が休むのですか」が出力される。

3.3.3. 知的おうむ返し(短文 単語)

短文 単語とは「冷たい飲み物 アイスティー」、「刑事と公安 警察」などの置き換えができることを言う。

短文 単語の置き換えには 3 つの技術を用いる。感覚判断、シソーラス、概念ベースであ

る。以下、順に説明していく。

3.3.3.1. 適用条件と出力条件

以下の4つが短文 単語の適用条件である。この4つに限定した理由は、以下の条件に適合しないものを短文 単語にかけると自然でないものが出力されるからである。例えば「私が走る 在る」や「あなたが笑う 高い」などである。

形容詞-自立+名詞(例:赤い食べ物)
 名詞-形容動詞語幹+名詞(例:有名な料理)
 助詞-連体化でつながっている(例:緑の野菜)
 助詞-並立助詞でつながっている(例:蜜柑と林檎)

また、出力するときは、名詞に限定している。この理由は、会話の対象となりうるものは名詞であろうと考えたからである。形容詞や動詞などに変換されてもどう使えば良いかが分からないことは「私が走る 在る」や「あなたが笑う 高い」などの例を考えてもらえれば明らかであろう。

3.3.3.2. 感覚判断の利用

感覚判断の感覚的連想を用いる。採用する入力は形容詞-自立+名詞のみである。

感覚的連想は、アルゴリズム的に4つに分かれる。例えば入力が「冷たい飲み物」であるとすると、

分類語「飲物」に属する「冷たい」もの(知識ベースを参照)
 「冷たい」の属性の内、シソーラスのノード「飲物」に属するもの
 「飲物」の属性で、感覚想起の結果「冷たい」もの
 シソーラスのノード「飲物」に属する名詞で、感覚想起の結果「冷たい」もの

の方法で判断結果を出力する。

短文 単語の置き換えでは、 を利用する。もちろん、 を用いる方法も考えられるが、今回は、ヒット率より精度を重視して のみを利用することとした。

以下では、「辛い食べ物を食べた」を入力例としてアルゴリズムを説明する。

形態素解析を行う 「辛い,食,べ,物,を,食,べ,た」
 (形容詞-自立+名詞)の単語群のみ取得
 「辛い+食べ物」

感覚判断の感覚的連想を用いて変換
 「山葵,キムチ,豆板醤,唐辛子,タイ料理,...」
 最初のものを取得する 「山葵」

「食べた」を「食べたのですか」に変形
 よって、質問文として「山葵を食べたのですか」が出力される。

3.3.3.3. シソーラスの利用

シソーラスを用いて、短文 単語のアルゴリ

ズムを実現する。助詞-並立助詞でつながっている単語がシソーラスの同じノードのリーフに入っていれば、そのノード名を取得する。このアルゴリズムを用いると、「鉛筆と消しゴム 文具」、「犬と猫 獣」などの変換ができる。

シソーラスのノード名には不自然なものが含まれている。例えば、「人 職業・地位・役割」や「仕手〔して〕」などである。このアルゴリズムを適用するときは、それらを部分的に除いている（部分的という意味は、「演技者・観客」などは機械的に除けないからである）。

以下では、「鯛と鰯を食べた」を例としてアルゴリズムを説明する。

形態素解析を行う 「鯛,と,鰯,を,食べ,た」
(助詞-並立助詞でつながる)の単語群のみ取得

「鯛+鰯」

シソーラスを用いて変換する 「魚」

「食べた」を「食べたのですか」に変形

よって、質問文として「魚を食べたのですか」が出力される。

3.3.3.4. 概念ベースの利用

概念ベースは、短文 単語の適用条件下で、感覚判断とシソーラスにヒットしなかったものを対象とする。出力は名詞に限定する。

アルゴリズムとしては、属性の論理積を取るか、属性の論理積を取るかで2つの場合が考えられる。論理積の性質として、ヒットする数は多くなるが言い換えられた単語の意味的距離が大きくなり、反対に論理積の性質はヒットする数は少ないが言い換えられた単語の意味的距離が小さくなる傾向がある。本稿では、属性の論理積を取ることにする。

例としては、「静かな場所 博物館」、「速い列車 快速」などがある。

以下では「読書の季節です」を入力例として、アルゴリズムを説明する。

形態素解析を行う 「読書,の,季節,です」

知的おうむ返し(短文 単語)対象の単語群を取得
「読書+季節」

「読書」の属性と「季節」の属性の論理積を取る
「秋」

名詞に限定する 「秋」

の単語と「読書」の関連度、 の単語と「季節」の関連度の平均値を の単語それぞれについて取り、最大のもの取得

「秋」

よって、質問文として「秋なのですか」が出力される。

4. 評価

まず、入力(100個)とその出力文(1個の入力から複数の出力もあり得る)の対を作成した。人間が目を見て、自然かどうかを3段階(: 適当, : 不適当とは言えない, x : 不適当)で評価してもらった。

入力は、5W1H と知的おうむ返し(短文 単語)を除いて、品詞が名詞である単語とした。もちろん5W1Hや知的おうむ返しの入力が文のみしか許さないアルゴリズムであることにも理由はある。しかし、一番の理由は、最も簡単な問題が正解するか(入力を文にすると精度が悪くなる恐れがある)をまず評価するためである。

4.1. 5W1H

例1: テレビで良い映画がある いつテレビで良い映画があるのですか
例2: 彼にノートを貸した なぜ彼にノートを貸したのですか

図5 出力例(5W1H)

7人に(入力:100文,出力:379文)のデータを評価してもらった。出力例は図5,評価結果は、図6の通りである。人によって、かなり評価にばらつきがあった。これは、評価基準が自然かどうかで評価してもらっているかであろう。何らかの評価指針(自然かどうか、日本語として成り立っているか、意味的に近い質問文が出力されているかなど)を決める必要があった。

間違っているものとして、次のようなものがあった。

意味理解が間違っている

例: お客にお茶を入れた

誰にお茶を入れたのですか

主語の変換が間違っている

例: 私たち 私たち

動詞の変形が間違っている

例: 会った 会うたのですか

否定が加味されていない

例: 忘れない 忘れるのですか

助詞が間違っている

例: どこに読むのですか、どこで行くのですか

意味フレームの聞き方が自然ではない

例: 何処に、何時

状況的に聞かない

例: 15人の社員がいる

いつ15人の社員がいるのですか

は、意味理解の問題である。は、主語の変換ルールを新たに加えることで対処できる。例えば、「俺、僕、わし あなた」、「私たち

あなたたち」などである。ただ、どのくらいの主語に対応すべきか難しい問題である(例えば、方言などにも対応すべきか、といった問題がある)。また、「わし」などは、平仮名で入力されると、私という意味の「わし」なのか、驚という意味の「わし」なのか区別が付かない、といった問題も存在する。は、文末変形ルールを再度吟味することが必要である。は、5W1Hの場合は、入力文の否定を加味することで解決できる。しかし、問題点も存在する。例えば、「磁石を持っていない」「物をくっつけないのですか」などと、質問文の動詞が変化してしまうと、否定に合わせないほうが良いこともある。は、助詞の多義性の問題である。動詞の表層格情報で、ある程度カバーできるが、「行く」のように形の上では「二格」も「デ格」も取れるようなものには対処ができない。は、質問文をなるべく多様にしようとして発生した問題だ。例えば「時間」フレームの時は、「何時、いつ、どんな時に、どんなときに」の中から聞き方をランダムに選んでいる。これも再度吟味する必要がある。は、非常に難しい問題である。しかし、どういったときに状況的におかしいのかを整理して、抽象化できれば解決できるであろう。

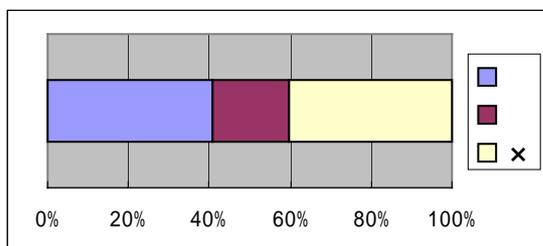


図6 5W1Hの評価

4.2. 質問テンプレート

例1：弁護士
 弁護士になるのに資格は必要ですか
 例2：国会 国会は何をしますところですか
 例3：八チ 八チの足は何本ありますか

図7 出力例(質問テンプレート)

6人に(入力:100語,出力:100文)評価してもらった。出力例は図7,評価結果は、図8の通りである。かなり良い結果となった。これは、質問テンプレートを人が手作業で作成しているからであろう。

発展課題として、シソーラスのノードに文を付与するのではなく、もっと動的に文を作成することが考えられる。つまり、「研究所は何を

研究していますか」と与えるのではなく、(ノード名,目的語,動詞)=(研究所,何,研究する)をセットにして与える。そして、それを用いて質問文を作成する。

今回の入力は単語に限定しているので問題は起こらなかったが、入力を文にすると、文末変形ルールを使用していないので、入力文に応じた質問文が作成されない。今後は、質問テンプレートにも文末変形ルールを実装する予定である。

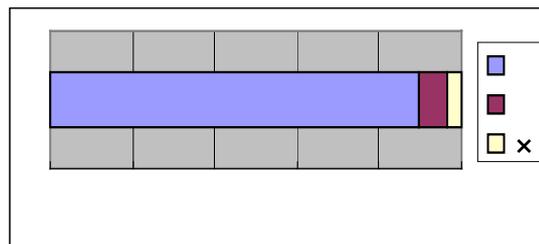


図8 質問テンプレートの評価

4.3. 知的おうむ返し(単語 短文)

例1：ペンション 客が泊まるのですか
 例2：地下鉄 電車が走るのですか
 例3：兵舎 軍人が休むのですか

図9 出力例(知的おうむ返し(単語 短文))

6人に(入力:100語,出力:100文)のデータを評価してもらった。出力例は図9,評価結果は、図10の通りである。結果はあまり良くなかった。

間違っているものとして、次のようなものがあった。

対象が誤り
 例1：呉服屋 店長が買うのですか
 例2：原子炉 機械を燃やすのですか
 助詞が誤り
 例1：キャンプ場 小屋が休むのですか
 例2：埠頭 船が乗るのですか
 動詞が誤り
 例1：貯水池 水に流すのですか
 例2：校庭 野球を休むのですか
 状況的に聞かない
 例1：街 商店に住むのですか
 例2：試着室 衣類を脱ぐのですか

評価があまり良くなかった理由として、質問文作成のソースを場所判断だけに限定していることが挙げられる。評価データを見てみると、「店長」が主語になっているものが多い。確かに文としては誤りではないが、自然な質問文とは言えない。場所判断の他に質問文作成のソースを作る必要がある。

また、シソーラスの文型パターンの対象を広げすぎている問題もある。つまり、シソーラスの文型パターンの対象をそのノード以下の全てのリーフにしているからである。そのノードだけに限定する方法も考えたが、こちらは質問文が自然である可能性は上がるが、ヒット率が少なくなる。

後、単純に誤る確率が高いことが考えられる。つまり、誤る可能性として、対象、助詞、動詞の3つがある。これら全てが正解して、かつ自然でなければならないのである。これは、動詞だけが正解すれば良いものと比べて明らかに難度が高い。

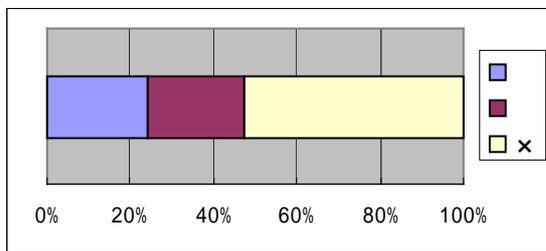


図 10 知的おうむ返し(単語 短文)の評価

4.4. 知的おうむ返し (短文 単語)

- 例 1 : 刑事と公安 警察なのですか
 例 2 : 緑の野菜 キャベツなのですか
 例 3 : 静かな場所 博物館なのですか

図 11 出力例 (知的おうむ返し(短文 単語))

4人に(入力:100文,出力:100語)のデータを評価してもらった。出力例は図 11, 評価結果は、図 12 の通りである。

間違っているものとして以下のようなものがあつた。

- 名詞-形容動詞語幹+名詞
 例: 誠実な人 他人, 真面目な人 人柄
 当たり前すぎる
 例: 深い海 深海, 赤い土 赤土
 日常使わない
 例: 林檎と蜜柑 果樹, 辛い食べ物 山葵

は、入力が主に「人」関係の単語(人や人間)などだったことが、影響していると思われる。つまり、アルゴリズム上、入力語の属性(概念ベース)が悪いと結果も悪くなってしまう。精度を上げるために、属性を用いる方法ではなく、属性以外のソースを持ってくることが考えられる。、について、評価は自然かどうかで判断している。しかし、アルゴリズムは「当たり前すぎる」とか「日常使わない」とかは考えていないため起こった問題である。「同じ漢

字が用いられているものは使用しない」とか「日常使う言葉しか使用しない」などの対策が必要であろう。ただ、これをするとヒット率が低くなる問題がある。

後、面白い例として「頑固な人 自分」や「凶暴な動物 去勢」などがあつた。前者はある意味正解だし、後者は推論を行っていると考えると興味深い。

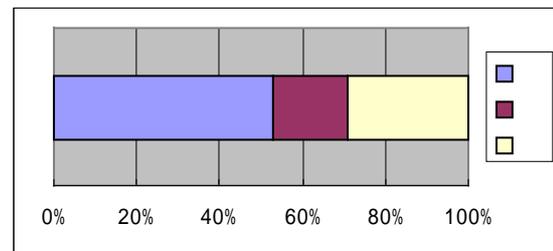


図 12 知的おうむ返し(短文 単語)の評価

5. おわりに

本稿では、大きく3つのルール(5W1H, 質問テンプレート, 知的おうむ返し)を定義し、入力から自然な質問文を作成するモデルを提案した。

知的おうむ返し(単語 短文)の評価結果は、平均の正解率が最高でも47.33%と良くなかった。しかし、その他の質問ルールの結果は当初予想していたものより良かった。本研究によって、人間の意味・意図を理解する会話処理メカニズムに一貢献することができた。本研究を洗練して行って、さらに良い質問モデルを考えていく必要がある。

謝辞

本研究は文部科学省からの補助を受けた同志社大学の学術フロンティア研究プロジェクトにおける研究の一環として行ったものである。

参考文献

- [1] 広瀬幹規, 渡部広一, 河岡司: "概念間ルールと属性としての出現頻度を考慮した概念ベースの自動精練手法", 信学技報, NLC2001-93 pp.109-116, 2002
 [2] 井筒大志, 東村貴裕, 渡部広一, 河岡司: "概念ベースを用いた関連度計算方式の精度評価", 信学技報, NLC2001-94, pp.117-122, 2002
 [3] A.Horiguchi, S.Tsuchiya, K.Kojima, H.Watabe, T.Kawaoka: "Constructing a Sensuous Judgment System Based on Conceptual Processing", Computational

**Linguistics and Intelligent Text Processing
(Proc. of CICLing-2002), pp.86-95, 2002**

[4] 杉本二郎, 渡部広一, 河岡司: "概念ベースを用いた場所に関する連想メカニズムの構築", 情報処理学会第 64 回全国大会講演論文集, 5M-3, 2002

[5] 篠原宜道, 渡部広一, 河岡司: "常識判断に基づく会話意味理解方式", 言語処理学会第 8 回年次大会発表論文集, B6-2, pp.651-654, 2002

[6] 岩下直人, 渡部広一, 河岡司: "会話モデルにおける言い換え方式--知的おうむ返し", 言語処理学会第 8 回年次大会発表論文集, C2-1, pp.315-318, 2002

[7] NTT コミュニケーション科学研究所: "日本語語彙体系", 岩波書店, 1997