

質問応答に対する言い換えの効果の調査

高橋 哲朗[†], 関根 聡^{††}

アブストラクト: 本研究では質問応答における言い換えの効果を検査することを目的としている. そのために質問文とその正解を含むテキストが同じ表現となるように人手により言い換えを行い, その結果を分析することにより言い換えにより解ける割合を調査した. また言い換えでは解けない事例については問題点の分類を行なった.

Analysis of effects of paraphrasing in Question Answering

TAKAHASHI Tetsuro, SEKINE Satoshi

Abstract: This paper describes the analysis of how paraphrase and coreference affect the performance of question answering task. For each sample question and its corresponding sentence which contains correct answer, we made a chain of paraphrases so that these are exactly the same. We also report some analyses regarding the issue.

1 はじめに

本稿で対象としている質問応答タスクは TREC [10], QAC [2] などと同様に, 自然言語により問われた質問に対して, あらかじめ与えられた文書集合を情報源としてその質問の回答となる語句を返すというタスクである.

このタスクでは一般的に, 質問文と対象となるテキストとの類似度を計算し, 十分に類似度の高いテキストから解答のクラスと同じ語を抜き出すという手法がとられている. テキスト間の類似度を計算するために, パターンを用いる手法や質問文中のキーワードとの近接性 (以下 *bag-of-words*), 係り受け情報を用いる手法などが使われている [7, 9, 14]. しかしこれらの手法により求まる類似性は近似的であり本質的な照合はできていない.

そこで本稿では, 照合の方法として言い換えによ

る手法について考える. 言い換えはある言語表現を意味を保存したまま別の表現に置き換える処理であり, この処理を用いることにより質問文と対象テキストの差異を吸収し, より正確に類似度を測ることができると考えられる.

言い換えを用いた質問応答については村田ら [6] や Helmjakob ら [3] が提案し, 実験結果からその効果を報告しているが, 言い換えの本質的な効果については述べられていない. そこで本研究では, 質問応答に対して言い換えが本質的にどれくらい貢献するのかを調査することを目的とした. また照応解析の補完も言い換えの一つととらえ, 質問応答における照応解析の必要性やその種類についても調査した.

以降 2 節で分析方法について述べ, 3 節で分析結果を示す. そこで得られた結果を元に 4 節から 7 節で考察を行ない 8 節でまとめる.

[†] 奈良先端科学技術大学院大学 (Nara Institute of Science and Technology)

^{††} ニューヨーク大学 (New York University)

2 分析方法

分析には質問文とその正解を含む文書の対を用いた。対象データは、関根ら [11] によって作成された質問応答のデータ (ECQA) と、QAC で使われたデータを用いた。QAC のデータ数は 200 問であるが、正解を持たない質問文が 4 問、指示された記事に十分な証拠のないデータが 4 問あった。そこで今回の分析ではそれらのデータを除いた 192 問を用いた。ECQA には質問文が 500 問存在するが、今回の調査では QAC との比較を行なうために 192 問のデータをサンプリングして用いた。

情報源には、ECQA では百科事典が用いられており、QAC では新聞記事が用いられている。また質問文については、QAC では正解が先に決められ、その正解を含むテキストを参考にして作られているのに対し、ECQA では質問文が先に作られている。そのため ECQA には対象テキスト中に正解が含まれない質問もあるが、今回の調査には正解と十分な証拠がテキスト中に含まれる質問のみを用いた。今回の調査ではこれら 2 種類の情報源と質問文を使うことにより、これらの違いが質問応答にどのような影響を与えるかについても調べることができる。

正解を含む記事が複数存在する場合には、人が見て質問に答えるために十分な情報を持つと判断できた記事の中で最初に現われたものを分析に用いた。複数の記事の中には簡単に答えられるものが存在する場合もあるが、統計的な整合性を保つために上記のように記事を選択した。

質問文に対して、その正解を含む対象テキストから正解を見付けるためには、それらが同じ意味を持っているかを判断しなければならない。しかし意味のレベルでの等価性の検証は、意味のレベルに抽象化する段階で照応や語のクラスの問題などさまざまな問題を吸収してしまう可能性があるため好ましくない。そこで今回の分析では表層情報が完全に等しくなるまで言い換えを行なった。

言い換えの作成は、1) 文を選択、2) 回答に必要な句・節の選択、3) 照応・省略の補完、4) 言い換え、という手順で行なった。図 1 は作成した言い換えの

Q>広辞苑第五版はいつ発売されましたか。

Q>広辞苑第五版は X(いつ) 発売された。

Q>広辞苑第五版は X(いつ) 発売する。

D>日本の代表的な国語辞典として知られる広辞苑 (岩波書店) の第五版が 1 1 月 1 1 日に刊行される。

D>広辞苑 (岩波書店) の第五版が 1 1 月 1 1 日に刊行される。

D>広辞苑の第五版が 1 1 月 1 1 日に刊行される。

D>広辞苑第五版が 1 1 月 1 1 日に刊行される。

D>広辞苑第五版が 1 1 月 1 1 日に発売される。

D>広辞苑第五版は 1 1 月 1 1 日に発売する。

図 1: 言い換え作成の例

表 1: 言い換えにより解ける割合 (ECQA)

直接照合可能	5(2.6%)
言い換えで照合可能	171(89.0%)
言い換えても照合不可能	16(8.4%)
合計	192(100%)

例である。

3 分析結果

3.1 ECQA

ECQA のデータにおいて言い換えにより解くことのできた事例の割合を表 1 に示す。今回の調査では言い換えにより解くことができるかを検証することが目的であるが、質問応答事例の中には言い換えを行なわなくても質問文と対象テキストの照合が可能な場合が 5 事例あった。また言い換えることにより解ける事例は 171 事例あった。16 事例においては言い換えを用いても質問文と対象テキストを照合させることができなかった。この原因については 4 節で詳しく述べる。

3.2 QAC

QAC のデータにおいて言い換えにより解くことのできた事例の割合を表 2 に示す。QAC のデータでは 157 事例において質問文と対象テキストを照合させることができたが、35 事例において照合できなかった。

表 2: 言い換えにより解ける割合 (QAC)

直接照合可能	3(2.0%)
言い換えで照合可能	154(80.0%)
言い換えても照合不可能	35(18.0%)
合計	192(100%)

表 3: ECQA と QAC の質問文の比較

	ECQA	QAC
言い換えで解ける割合	91.6%	81.0%
質問文の分割	19	33
質問文の平均形態素数	9.76	13.75
質問文の平均述語数	0.95	1.70

3.3 ECQA と QAC との比較

ECQA と QAC の結果の比較を表 3 にまとめる。表 3 の言い換えで解ける割合で比較すると、ECQA に比べて QAC の質問は解答が困難であると言える。この原因の一つとしては QAC の質問文が正解をもとに作られたために質問文の作成時に原文に対する意図的な言い換えが行なわれ複雑になっている可能性が考えられる。これに対し ECQA では質問文が先に作られているので、より自然な質問文と言える。また表 3 の平均形態素数と平均述語数からも、QAC の質問文は ECQA よりも情報が多く複雑であると言える。

今回の調査では、質問文が長く言い換えを用いても照合できない場合には質問文を分割し照合を行った。(1) にその例を示す。質問文が複雑である程分割が必要になると考えられるが、質問文の分割を必要とする数からも QAC の質問文が複雑であると言える。

- (1) a. 日本カー・オブ・ザ・イヤーを受賞したことのあるダイハツ工業の車は何ですか。
 b. X はダイハツ工業の車。X は日本カー・オブ・ザ・イヤーを受賞した。

言い換えで解ける割合の差を生んだ原因としては、質問文の複雑さだけではなく文書の種類の違いも挙げられる。QAC の対象テキストは新聞記事であるが、これに対し ECQA では百科事典を対象テキス

表 4: 言い換えで解けない事例の分類

原因	ECQA	QAC
推論	7	14
複数文からの推論	4	10
世界知識	3	1
特殊	2	10
合計	16	35

トとしている。百科事典ではその性質上内容が説明的に記述されている場合が多いため、比較的容易に照合できたと考えられる。ECQA では特に見出し語が正解となっている場合が 61 事例あったが、このような場合はその正解についての説明がテキスト中では記述されているため照合も容易である。

4 言い換えても照合不可能な事例の分析

言い換えを用いても解けない事例の割合は ECQA で 8.4% であり、QAC で 18.0% であった。その原因を表 4 にまとめる。「推論」は一つの命題からの推論が必要な事例、「複数文からの推論」は複数の文から一つの命題を推論しなければならない事例、「世界知識」は世界知識を補わなければ解けない事例、「特殊」はテキスト中に表の形で記述されている場合など、特殊な方法で記述されていた事例を指す。それぞれについての例を以下に示す。

4.1 推論

(2) において Q は質問文を示し D は対象テキストを指す。ここでは「富士山に次ぐ日本で第二位」という表現から富士山が日本で第一位だということを推論しなければならない。

- (2) Q 日本で一番高い山は？

D 山梨県北西部、赤石山脈北部にある富士山に次ぐ日本で第二位の高峰。

4.2 複数文からの推論

(3) では記事中には「有名」という言葉は現われないが、ヒトゲノムの解析についての記事の中で企業名が「セレーラ社」の 1 つしか現われていないこと

から、この企業が有名であるということが分かる。

(3) Q ヒトゲノムの解析で有名な米企業はどこですか。

D セレーラ社は元NIHの研究者とDNA自動解析装置のメーカーであるパーキンエルマー社が共同で設立した。... 今回のNIHの発表はこれを1年半前倒したもので、日本のゲノム研究者は「セレーラ社がデータを出すなら、わざわざ税金を使って解読する必要はないということになる。これに対抗してセレーラ社より早く解読することを強調したのだろう」と分析する。

4.3 世界知識

(4) では対象テキストに「西暦」という情報はないが、「1467年」が4桁であることからこの表現が西暦を示しているということが推測できる。(4)の質問に厳密に答えるためには、このような世界知識が必要となる。

(4) Q 応仁の乱は西暦何年に起きた？

D 1467年(応仁1)の応仁の乱の開始から織田信長が全国統一に乗り出すまでのほぼ1世紀間をさす時代概念。

4.4 特殊

テキストの中には表の形や箇条書になっているものなど文でない部分もあり、そのような場合には言い換えることができなかった。(5)はその例である。

(5) Q 川端康成が日本人で初めてノーベル文学賞を受賞したのはいつですか。

D 68年
10月17日 川端氏にノーベル文学賞決定
12月10日 川端氏、ストックホルムで受賞。
受賞講演は「美しい日本の私」

表にはさまざまな情報が集約されているおり質問応答のための情報源としては有効である。表形式の記述から自然言語文へ言い換えることによりこの情報を利用することも考えられるが、そのためには要約された情報からの生成的な言い換えが必要となり、その多様性やコストが問題となる。したがって、表については吉田ら [13] の提案するような手法に基づ

表 5: 照応補完の必要性

照応補完	ECQA	QAC
不要	54(31%)	92(59%)
必要	121(69%)	62(41%)
合計	175(100%)	156(100%)

表 6: 照応補完の種類

補完の種類	ECQA	QAC
は(主題)	4(4)	2
は(ガ格)	93(88)	24
は(ヲ格)	2(2)	1
ガ格	2(2)	1
デ格	1(1)	1
カラ格	1(0)	0
二格	1(0)	0
の	21(17)	24
名詞の置き換え	7(4)	20
代名詞の置き換え	10(3)	0
時間	0(0)	5
合計	142(121)	78

き、抽象化された知識として用いる手法が有効だと考えられる。

5 照応解析の必要性

今回質問文と対象テキストを照合させるために作成した言い換えは、すべて一文内の言い換えだけである。しかし一般的にテキスト中には文境界を越えた照応や省略が存在するため、文内の言い換えだけでは解決することができない。そこで今回の調査では言い換えと共に照応の補完も行なった。省略についてはゼロ代名詞の照応ととらえ同様に補完した。

照応の補完を必要とした事例の割合を表5に示す。また、それらの事例についてどのような種類の照応補完を行なったかを表6に示す。ECQAの括弧内の数値は百科事典中の見出し語を補った数を示している。表5は照応の必要だった事例数を示しているのに対し、表6は照応補完の総数を示している。一つのレコードで複数回の照応補完を行なう場合があったため合計の数は異なっている。

ECQA では多くの事例で見出し語の補完が必要となっているが、それは情報源である百科事典の文体の特徴が主な原因となっている。つまり百科事典では基本的に文書全体を通して見出し語が主題となっているために、その見出し語が陽に記述されることは少ない。したがって多くの事例で見出し語の補完が必要となっているが、その補完は比較的容易だと考えられる。表 5 において ECQA で照応補完が必要とされた 121 事例のうち、見出し語だけの補完が必要な事例の数は 102 であった。すなわち、見出し語の補完ができると仮定すると、言い換えを用いて解くことができると分析した 175 事例の内、照応補完が必要な事例はわずか 19 事例 (11%) だけとなる。

高橋ら [12] は質問応答における質問文と対象テキスト間の構文的照合が失敗する主な原因の一つとして、照応・省略の問題を示している。今回の結果を見ると、QAC では 41% の事例で必要だったことが分かる。しかし ECQA において見出し語の補完が可能だとすると照応補完の必要となる事例は 11% だけであり、このことから照応補完の必要性は対象とする文書の種類に大きく依存しているということが言える。

Vicedo ら [4] もまた質問応答における照応補完の必要性を示している。Vicedo らの行なった照応補完は代名詞に対するものだけであったが、それだけでも質問応答で大きな効果があったことが報告されている。これに対して今回の調査では、代名詞の照応解析は ECQA では全体の約 7%、QAC では 0% であり、その割合は全体に対して非常に小さい。この差異の原因は言語に依存したものだと考えられる。すなわち、日本語では英語ほどには代名詞が用いられず多くの場合ゼロ代名詞が用いられるので、日本語ではゼロ代名詞の補完がより重要な問題となる。

6 質問文の扱い

今回の調査では対象テキストだけでなく質問文に対する言い換えも行なったが、QAC と ECQA の両方において、言い換えの方法に影響を与えるようないくつかの特徴が質問文中に見られた。それらの事例を表 7 にまとめ、それぞれの例を 6.1 節から

表 7: 問題の比較

	ECQA	QAC
質問文中の連言 (AND)	10	24
質問文中の選言 (OR)	3	2
質問文中の変数	6	3
質問文中の冗長な表現	5	10

6.4 節に示す。また質問文に関するその他の問題として、固有表現のクラスの粒度に関する問題について 6.5 節で述べる。

6.1 条件の連言

質問文中に回答の条件が複数指定されている場合がある。複数の条件が質問文と同じように対象テキストに現われる可能性は低いので、このような場合は (6) のように質問文を分解し照合するべきである。

- (6) a. ジャガイモなどにつく、テントウムシによく似た毛の生えた虫はなにか。
 b. X はジャガイモなどにつく、テントウムシによく似た毛の生えた虫。
 c. X はジャガイモなどにつく。X はテントウムシに似ている。X は毛の生えた虫。

6.2 条件の選言

質問文中に回答の条件が選言として複数指定されている場合がある。連言と異なる点は、分割した質問文をすべて照合する必要はなく、どれか 1 つ照合できればよいという点である。

- (7) a. スイカやカボチャは X 科だ。
 b. スイカは X 科だ。

条件が選言になっているということが分かれば、選言の要素のそれぞれについて解答を探し、それらの間で共通な解答を返すなどの処理が可能となる。

6.3 質問文の冗長性

質問文が冗長に記述されている場合は、その部分を照合する必要はない。(8) では「聖骸布で有名な」は不要である。

- (8) 聖骸布で有名なイタリアのトリノの人口はどのくらいですか。

(8) のような連体修飾節については、それが限定の修飾なのか情報付加の修飾なのかを区別できれば必要のない個所を特定することができる。しかしその判断には世界知識を必要とする場合が多く容易ではない。

6.4 質問文に変数が必要

(9) は中間の語となる変数を作らなければ照合が困難となる例である。

- (9) a. 世界で最も大きな湖のある国はどこですか。
b. 世界で最も大きな湖のある国は X。
c. 世界で最も大きな湖は X(NE:国) にある。
d. N は世界で最も大きな湖。N は X(NE:国) にある。

条件の連言とは異なり、連言に分解した条件の間で語句の対応をとらなければならない、より複雑な処理を必要とする。

6.5 固有表現のクラスの粒度と質問文の言い換えの関係

質問応答では固有表現が重要な役割を果たす。一般的な質問応答の手法では、質問文解析により正解の語句のクラスを推測し、対象テキストの中からそのクラスに属する語句を探するという処理が行なわれる。質問文を言い換える場合、固有表現のクラスが抽象的であれば言語表現によってその対象を限定する必要があるが、十分に細かい固有表現が用意されており、それらを正しく当てることができればその必要はなくなる。

次の例では、「生物」というクラスしか推測できなかった場合は (10) のように言い換えて「鳥」を限定するための記述を生成しなければならない。しかし固有表現のクラスとして「鳥」を使うことができれば、(11) のような言い換えが可能である。

- (10) a. 飛べない鳥はどんなものがあるか？
b. X(NE:生物) は飛べない。X(NE:生物) は鳥だ。
(11) a. 飛べない鳥はどんなものがあるか？
b. X(NE:鳥) は飛べない。

この例が示すように、必要な言い換え知識の種類は付与できる固有表現のクラスの粒度によって異なる。言い換えを用いて質問の解答を見付ける場合に

は、(11) のように固有表現を用いた方がより容易に照合できる。したがって十分な粒度の固有表現のクラスを推定できなかった場合にのみ (10) のような言い換えを用いることが望ましい。

7 システム正解率との関係

今回の分析では質問文と対象テキストが同一の表現となるまで言い換えを行なった。つまり照合はきわめて厳密に行なっており、そのため質問文と対象テキストが大きく異なっていた場合には照合が困難となる。それに対して、一般的な質問応答では *bag-of-words* のようなより緩やかな照合方法がとられている。これらの間の関係を調べるために、今回行なった厳密な照合による結果と緩やかな照合による結果との比較を行なった。比較には関根ら [11] の *bag-of-words* に基づく質問応答システムの結果を用いた。

一般的に質問応答システムでは、文書検索により対象とする文書を限定するが、その時点で正解を含む文書を見付けられなかった場合には正解する可能性は無くなる。そのため今回の比較では、対象を文書検索が成功した事例に限定した。またシステムの正解は、出力した回答の上位 5 位以内に正解が入っていた場合と定義した。

7.1 言い換えとシステム正解率の関係

言い換えにより解けた割合とシステムの正解率との関係を調べた結果を、ECQA と QAC のそれぞれについて表 8、表 9 に示す。言い換えだけで解けた事例とシステムだけで解けた事例の両方があり、それらを分析することにより、それぞれの特徴を見ることができ、それぞれの例を以下に示す。

7.1.1 言い換えだけで解けた例

(12) は厳密な照合でなければ正解するのが難しい事例である。*bag-of-words* ではキーワードの近くにある金額表現「1000円」が選ばれ不正解となった。この事例のように、正解と同じクラスの語が対象テキスト内に存在した場合に *bag-of-words* では失敗する可能性がある。

表 8: 言い換えとシステム出力の比較 (ECQA)

		言い換え		
		解ける	解けない	計
システム	正解	53	5	58
	不正解	93	9	102
	計	146	14	160
	正解率	36%	36%	36%

表 9: 言い換えとシステム出力の比較 (QAC)

		言い換え		
		解ける	解けない	計
システム	正解	88	13	101
	不正解	31	10	41
	計	119	23	142
	正解率	74%	57%	71%

(12) Q 国立大学・学部昼間部の入学金は 2000 年度からいくらになると決まりましたか。

D 文部省と大蔵省の 23 日の復活折衝で、国立大学の入学金の値上げは原案より 1000 円減の 2000 円アップで決着した。2000 年度入学者から実施され、27 万 7000 円となる。

7.1.2 *bag-of-words* だけで解けた例

(13) は質問文が複雑であるために厳密な照合が困難であるが *bag-of-words* では容易に正解を見付けることができる例である。

(13) Q 99 年 6 月 27 日に起きた山陽新幹線コンクリート壁落下事故の被害にあったのは、ひかり何号ですか。

D 福岡県内の JR 山陽新幹線の福岡トンネルで 6 月 27 日、通過中のひかり 351 号を直撃した計 300 キロのコンクリート塊。

(13) で正解を見付けるためには、「直撃した計 300 キロのコンクリート塊」から「コンクリート壁落下事故の被害にあった」ということを推論しなければならず、非常に深い言語理解が必要である。しかしこのような事例においても *bag-of-words* を使えば、比較的簡単に正解である「351 号」を見付けることができる。

質問文に情報が多く対象テキスト中に十分な証拠がない場合にも厳密には照合できない。(14) はその例である。

(14) Q 日産自動車マツダ保有株を全て買い取った自動変速機メーカー「ジャトコ」は、その後どこで合併しましたか。

D 日産自動車は 3 日、64% 出資している子会社の「ジャトコ」(本社・静岡県富士市)と 100% 子会社の「トランステクノロジー」(同)が 10 月 1 日に合併すると発表した。

このような場合でも、*bag-of-words* では必要な情報だけを使って解くことができる。

(15) では、この対象テキストから回答することは不適切である。質問への回答を確実な情報源から抽出する場合には不適切であるが、他に回答候補がない場合にはここから回答するべきであろう。このような事例に対しては *bag-of-words* のような単純な照合と厳密な照合を組み合わせることにより、確信度付きで回答できることが望ましい。

(15) Q 東南アジア非核条約議定書に署名した核保有国はどこですか。

D 中国、ロシア、インドの核保有 3 カ国は、東南アジア諸国連合 (ASEAN) が提唱した東南アジア非核兵器地帯条約の付属議定書に署名、または署名を検討する意向を表明、実効性を備えた条約に向け一歩前進した。

bag-of-words では質問文中の情報が正解の優先度を上げるための要素として使われるのに対し、厳密な照合では制約として働くことになる。質問文中のすべての情報が対象テキストに存在する保証はないので、これらの 2 つの方法を組合わせた手法が望ましい。

7.2 照応解析とシステム正解率の関係

照応解析とシステムの正解率の関係を調べた結果を表 10、表 11 に示す。この結果から照応解析が不要な事例の方が正解率が高いことが分かる。この結果は *bag-of-words* においても照応補完が有効に働くことを示しており、先行研究と同じ結果となっている。ただし今回の照応補完は質問文と対象テキスト

表 10: 照応解析とシステム出力の比較 (ECQA)

		照応解析		
		不要	必要	計
システム	正解	22	36	58
	不正解	31	71	102
	計	53	107	160
	正解率	42%	34%	36%

表 11: 照応解析とシステム出力の比較 (QAC)

		照応解析		
		不要	必要	計
システム	正解	70	31	101
	不正解	27	14	41
	計	97	45	142
	正解率	72%	69%	71%

中の文を完全に照合させるために行なったので文内にある語などの照応補完なども行なっているが、その中には *bag-of-words* により正解を見付ける場合には必要ないものもある。

8 まとめ

本稿では質問応答における言い換えの効果の調査を行ない、言い換えで質問応答はどれくらい解くことができるのか、またどのような問題が解けないのかについての調査を行なった。また同時に質問応答に必要な照応補完の割合や種類についても調査し知見を得ることができた。

質問応答における言い換えの有効性は村田ら [6] や Dumais ら [1] により報告されており、そのための言い換え知識の獲得方法についても Ravichandran ら [8] や Lin ら [5] により提案されている。これらの手法を用いることにより言い換え規則を獲得していくとともに、今回の調査で明らかになったような、言い換えでは解けない質問文にも対応していく必要がある。

今後の課題としては、今回質問を解くために作成した言い換えパターンを分類することにより、どのようなタイプの言い換えがどれくらい必要なのかを分析し、それぞれを蓄積するための方法を模索していきたい。

参考文献

- [1] Susan Dumais, Michele Banko, Eric Brill, Jimmy Lin, and Andrew Ng. Web question answering: Is more always better? In *SIGIR 2002: Proceedings of the 25th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, pp. 291-298, 2002.
- [2] Jun'ichi Fukumoto, Tsuneaki Kato, and Fumito Masui. Question answering challenge (qac1): Question answering evaluation at ntcir workshop 3. In *Working Notes of the Third NTCIR Workshop Meeting: QAC1*, 2002.
- [3] Ulf Helmjakob, Abd Echibahi, and Daniel Marcu. Natural language based reformulation resource and web exploration for question answering. In *the 2002 edition of the Text REtrieval Conference (TREC)*, 2002.
- [4] Antonio Ferrandez Jose Luis Vicedo. Importance of pronominal anaphora resolution in question answering systems. In *38th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Proceedings of the Conference (ACL 2000)*, Hong Kong, pp. 555-562, 2000.
- [5] Dekang Lin and Patrick Pantel. Discovery of inference rules for question answering. *Natural Language Engineering*, 2001.
- [6] Masaki Murata and Hitoshi Isahara. Universal model for paraphrasing: Using transformation based on a defined criteria. In *NLPRS'2001 Workshop on Automatic Paraphrasing: Theories and Applications*, 2001.
- [7] Masaki Murata, Masao Utiyama, and Hitoshi Isahara. A question-answering system using unit estimatin and probabilistic near-terms ir. In *Working Notes of the Third NTCIR Workshop Meeting: QAC1*, 2002.
- [8] Deepak Ravichandran and Eduard Hovy. Learning surface text patterns for a question answering system. In *the 40th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL)*, 2002.
- [9] Satoshi Sekine, Kiyoshi Sudo, yusuke shinyama, chikashi nobata, kiyotaka uchimoto, and hitoshi isahara. Nyu/crl qa system, qac question analysis and crl qa data. In *Working Notes of the Third NTCIR Workshop Meeting: QAC1*, 2002.
- [10] Ellen M. Voorhees. Overview of the trec 2002 question answering track. In *Proceeding of the The Text REtrieval Conference (TREC)*, 2002.
- [11] 関根聡. 百科事典を対象とした質問応答システムの開発. 言語処理学会第9回年次大会発表論文集, pp. 637-640, 2003.
- [12] 高橋哲朗, 縄田浩三, 乾健太郎, 松本裕治. 質問応答における構文的照合と言い換えの効果. 言語処理学会第9回年次大会発表論文集, pp. 617-620, 2003.
- [13] 吉田稔, 鳥澤健太郎, 辻井潤一. 表形式からの情報抽出手法. 言語処理学会第6回年次大会発表論文集, pp. 252-255, 2000.
- [14] 清田陽司, 黒橋禎夫, 木戸冬子. 大規模テキスト知識ベースに基づく自動質問応答. 自然言語処理, Vol.10 No.4, pp. 145-175, 2003.