

TR-IT-0194

統一モデルに基づく話し言葉の解析
A Uniform Approach to Spoken Language Analysis

伝 康晴
Yasuharu Den

1996 年 9 月

要 旨

テキスト(漢字仮名混じり文)に書き起こされた日本語の話し言葉の文からその文の格構造を取り出す構文・意味解析処理の中で、言い淀み、言い直しなどの不適格性を適切に扱う手法について述べる。本手法は、適格文と不適格文を統一的に扱う統一モデルに基づいており、具体的には、係り受け解析の拡張によって実現される。本手法の性能評価実験および問題点について報告する。

エイ・ティ・アール音声翻訳通信研究所
ATR Interpreting Telecommunications Research Laboratories

©(株)エイ・ティ・アール音声翻訳通信研究所 1996
©1996 ATR Interpreting Telecommunications Research Laboratories

もくじ

1	はじめに	1
2	統一モデルに基づく話し言葉の解析	1
2.1	話し言葉の解析	1
2.2	解析手法の概要	2
2.3	構文・意味解析の過程	3
2.4	優先度計算	4
3	話し言葉の係り受けデータ	4
3.1	係り受けデータ	4
3.2	データの形式	5
3.3	不適格性の分布	5
4	実験システムの性能評価	5
4.1	実験データ	5
4.2	正解率	5
4.3	再現率と適合率	7
4.4	二段階モデルとの比較	7
5	おわりに	9
	参考文献	12
A	依存関係の一覧	14
A.1	適格な依存関係	14
A.2	不適格な依存関係	14
B	係り受けデータの例	15
B.1	意味関係	15
B.2	文法関係 (対応する意味関係)	16
B.3	不適格な依存関係	17

1 はじめに

近年の音声認識技術の進歩によって、話し言葉の解析は自然言語処理の中心的なテーマの1つになりつつある。音声翻訳、音声対話システム、マルチモーダル・インターフェースなどの領域で、自然な発話を扱うための手法が研究され出している。しかし、話し言葉の特徴である、言い淀み、言い直し、省略などのさまざまな不適格性(ill-formedness)のために、従来の適格文の解析手法はそのままでは話し言葉の解析には適用できない。

本稿では、適格文と不適格文を統一的に扱う統一モデル(uniform model)に基づく話し言葉の解析手法を提案する。ここでは、テキスト(漢字仮名混じり文)に書き起こされた日本語の話し言葉の文からその文の格構造を取り出す構文・意味解析処理の中で、言い淀み、言い直しなどの不適格性を適切に扱う手法について述べる。統一モデルを採用することにより、適格文におけるさまざまな問題(構造の決定や文法・意味関係の付与といった問題)を解決するための手法を拡張することで、不適格性の問題も同じ枠組の中で扱える。より具体的には、言い淀み、言い直しなどを語と語の間のある種の依存関係と考えることにより、係り受け解析の拡張として、適格性と不適格性を統一的に扱う手法が実現される。

以下、まず、2節では、統一モデルに基づく話し言葉の解析手法の概略を説明する。次に、3節で、本手法で用いる話し言葉の係り受けデータについて説明する。4節では、本手法を話し言葉の構文・意味解析システム上に実装し、その性能を評価するための実験および問題点について報告する。最後に、5節でまとめを述べる。なお、本手法のより詳細な説明については、(Den, 1996; 伝, 1997a, 1997b)を参照されたい。

2 統一モデルに基づく話し言葉の解析

2.1 話し言葉の解析

日本語の話し言葉では、言い淀み、言い直し、省略などのさまざまな不適格性が生じる。例えば、(1)には、(i)言い直し(「ほん」が「翻訳」に言い直されている)、(ii)助詞省略(「翻訳」の後の格助詞「を」が省略されている)の2つの不適格性がある。

(1) ほん、翻訳入れます。

本稿で提案する話し言葉の解析手法は、適格文と不適格文を統一的に扱う統一モデルに基づいている。不適格文を扱う手法としては、従来、二段階モデル(two-stage model)に基づいたものが多かった(Jensen, Heidorn, Miller, & Ravin, 1983; Weischedel & Sondheimer, 1983; Mellish, 1989)。これは、まず、通常の適格文の解析手法で入力文を解析し、それが失敗した場合に、不適格性を扱うための処理を起動する、というものである。しかし、統一モデルは、以下の点において二段階モデルに優る。

- (I) 不適格文の処理はしばしば、適格文の処理と同等な能力を必要とする。不適格文を扱うために、従来適格文の処理に使われてきた手法を拡張して使えることが望ましいII
- (II) 不適格文と適格文とが曖昧な場合がある(佐川, 大西, 杉江, 1994)((1)の「ほん」は「本」と同じ字面なので「本(に)翻訳(を)入れます」のような適格文としての解釈が可能)。適格文と不適格

文が統一的に扱えないと、このような曖昧性は解消できない。

- (III) 話し言葉(特に音声言語)の解析に必要な実時間処理は、不適格文を処理するのに二段階の過程を経る二段階モデルでは実現できないが、統一モデルでは漸時的な処理が可能なので、実時間処理を実現しやすい。
- (IV) 統一モデルは人間の言語処理モデルとしても妥当である。人間がしばしば文の途中で不適格性に気づくことは、人間が適格文の処理と並行して、不適格性の検出のための処理を行なっていることを示唆する。

以下では、この統一モデルに基づく話し言葉の解析手法の概略を説明する。

2.2 解析手法の概要

本手法は、基本的には、係り受け解析の拡張である。入力文の依存構造を生成するために、各語(文節)の間の依存関係を調べる。例えば、(2)に対する依存構造と各文節の間の文法・意味関係は(3)のようになる。

(2) 会議では翻訳も入れます。

(3) [`loct&de` 会議では [`obje&accAct` 翻訳も 入れます]]

ここで、`loct`, `obje` は意味関係(それぞれ「場所」「対象」)を表し、`de`, `accAct` は文法関係(それぞれ「デ格」「目的格・能動態」)を表す。

依存構造の決定と文法・意味関係の付与は、係り文節と受け文節の間の意味的な結合の強さや文法関係の実現のしやすさ(例えば「も」は「主格」になりやすいか「目的格」になりやすいか)などを考慮してさまざまな候補に優先度を与え、最終的に最も優先度の高い組合せを見つけることによって行なう。

本手法では、通常の係り受け解析を拡張し、言い淀み、言い直しなども語と語(文節と文節)の間の依存関係ととらえる。例えば、言い直しを含む文(4)の依存構造は(5)のようになる。

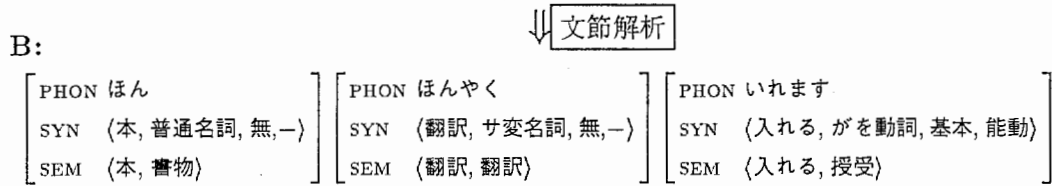
(4) ほん、翻訳入れます。

(5) [`obje&accAct` [`phonRepair` ほん 翻訳] 入れます]

ここで、`phonRepair` は「ほん」と「翻訳」の間に音韻的な原因による言い直し(以下「音韻的言い直し」)によって依存関係が生じていることを表す。

このように、不適格性を扱えるよう係り受け解析を拡張することによって、適格文の最適な解釈を求める処理と不適格性を検出・修正する処理が同じ道具だてで実現できるだけでなく、適格文と不適格文との間の曖昧性にも対処できる。

A: ほん 翻訳 入れます



⇓ 依存構造解析

C: [? [? ほん 翻訳] 入れます] OR [? ほん [? 翻訳 入れます]]

⇓ 依存関係解析

D:

〈ほん, 翻訳〉	〈翻訳, 入れます〉	〈ほん, 入れます〉
of&gen 0.0002	<u>obje&accAct 0.0134</u>	obje&accAct 0.0004
phonRepair <u>0.0053</u>	inst&de 0.0031	loct&ni 0.0029

⇓ 最適解選択

E: [obje&accAct [phonRepair ほん 翻訳] 入れます]

図 1: 構文・意味解析の過程

2.3 構文・意味解析の過程

本手法による構文・意味解析の過程を簡単な例題を用いて説明する。図1は(4)の解析過程である。この文は、言い直しと助詞省略の2つの不適格性を含む。さらに、言い直しは適格文との間で曖昧である(「ほん」は「本」と同じ字面)。

解析過程は以下の4つのステップからなる。

文節解析 入力文 A を素性構造で表現された文節の列 B に変換する。各素性構造は、音韻情報(よみ)、統語情報(語彙, 範疇, 形, 態), 意味情報(概念, 属性)を持つ¹。

依存構造解析 文節の列 B から可能な依存構造の集合 C を生成する。

依存関係解析 依存構造の集合 C に含まれる各依存関係に対して、依存関係解釈の候補 D を生成する。解釈の候補のおおのおおには、[0, 1]間の実数値で表される優先度を与える。

最適解選択 最も優先度の大きい解釈(Dの下線部分)を選択し、文全体の依存構造と依存関係解釈 E を出力する。

¹統語範疇には、「連体詞」「副詞」「普通名詞」「固有名詞」「が動詞」「がを動詞」「が形容詞」などがある。形は、名詞文節の格や動詞文節の活用形であり、名詞文節が助詞省略を含む場合は「無」で表す。また、動詞文節以外の態は「-」で表す。意味属性には、角川類語新辞典(大野・浜西, 1981)の小分類を使用している。

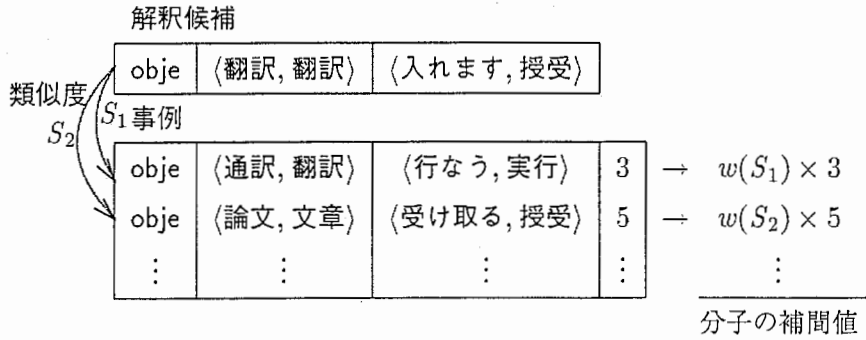


図 2: 優先度の計算

この例では、B の文節列に対して、C の 2 つの依存構造が可能であり、その中に 3 つの依存関係が含まれる。それぞれの依存関係に対する解釈の候補は D のようになり、下線を引いたものが最も優先度の大きい組合せとして選択される。この過程において、助詞省略は「目的格」に解釈され、言い直しと適格文（「本（に）入れます」）との曖昧性も解消されている。

2.4 優先度計算

依存関係解釈の候補のおのおのには、 $[0, 1]$ 間の実数値で表される優先度が与えられる。本手法で用いる優先度計算は、コーパスに基づく (corpus-based) 手法である。優先度は、その依存関係解釈が学習データ中でどのくらいの頻度で生じているかに応じて与える。すなわち、係り文節 α と受け文節 β の間の依存関係解釈 π の優先度 $P(\pi, \alpha, \beta)$ は、次式で与えられる。

$$(6) \quad P(\pi, \alpha, \beta) = \frac{\pi(\alpha, \beta) \text{ の頻度}}{\sum_{p, x, y} p(x, y) \text{ の頻度}}$$

分子は係り文節 α と受け文節 β の間に解釈 π を持つ事例 ($\pi(\alpha, \beta)$ で表す) の頻度であり、分母は学習データ中のすべての事例の頻度の総和である。

しかし、このままでは学習データの希薄性 (data-sparseness) の問題を避けられないので、分子の $\pi(\alpha, \beta)$ の頻度を計算する際に、完全に一致する事例だけでなく類似した事例の頻度も考慮する。例えば、obje(翻訳, 入れる) の頻度を計算する際に、これと類似した事例 obje(通訳, 行なう) が学習データ中にあれば、その頻度を考慮に入れるという具合である (図 2)。

不適格な依存関係についても、例えば、言い直しのパターン間の類似性を定義し、上と同じ方法で優先度の計算を行なう。類似性の定義などの詳細については (伝, 1997b) を参照されたい。

3 話し言葉の係り受けデータ

3.1 係り受けデータ

2.4 節で述べた優先度計算を実現するために、話し言葉の係り受けデータを人手で作成した。対象としたコーパスは ATR 対話データベース (江原, 井ノ上, 幸山, 長谷川, 庄山, 森本, 1990) であり、係り受けデータの規模は表 1 の通りである。

3.2 データの形式

係り受けデータは〈依存関係, 係り文節属性, 受け文節属性, 頻度〉の形式である。依存関係は、通常の適格な関係の場合は意味関係(深層格)と文法関係(表層格)の連言(例: obje&accAct)であり、不適格な関係の場合は言い直しの種類など(例: phonRepair)である。依存関係の一覧を付録Aにあげる。係り文節属性, 受け文節属性はそれぞれ, 音韻情報(よみ), 統語情報(語彙, 範疇, 形, 態), 意味情報(概念, 属性)からなる。係り受けデータの例を付録Bにあげる。

3.3 不適格性の分布

不適格な依存関係として, 接続詞(conj), 言い淀み(hest), 音韻的言い直し(phonRepair), 統語的言い直し(synRepair), 意味的言い直し(semRepair), 代名詞の言い直し(pronRepair), 代名詞による言い替え(repairByPron), 繰り返し(repeat), その他の言い直し(otherRepair)の9つを扱っている。conj, hest以外の7つは言い直しの下位分類である。これらの分布を表2に, 例を表3に示す。

ATR対話データベースにおける不適格性の分布に関しては, 村上・嵯峨山(1991)が約50%の文に言い淀み, 約10%の文に言い直しが含まれると報告している。これにしたがうと, 言い淀み, 言い直しが含まれる文に限っていうと, それぞれ平均約2回および約1.5回ずつ生じているものと思われる。

言い直しの下位分類には有意な偏りが見られ($\chi^2(6) = 48.09, p < .01$), semRepairが他と比べて多い。semRepairは適格文と曖昧になる可能性が高い²ので, それらの場合の扱いが言い直しの解析精度を左右することになる。

4 実験システムの性能評価

4.1 実験データ

2節で述べた統一モデルに基づく話し言葉の構文・意味解析手法を実装し, その性能を評価した。実験データには表1にあげたもの(20対話/1185文/4957係り受け/平均文長5.2文節/平均文字数25.6文字)を用いた。実験は次の2つの場合を行なった。

クローズ試験 20対話すべてを学習データとし, そのうちの1対話を試験データとする。試験データを変えてこの試行を20回繰り返し, 平均をとる。

オープン試験 1対話を試験データとし, 残りの19対話を学習データとする。試験データを変えてこの試行を20回繰り返し, 平均をとる(交差検定)。

4.2 正解率

依存関係と文全体の解析の正解率を表4に示す(あらかじめ人手で付与したものと完全に一致したときのみ正解)。オープン試験での構造解析の正解率は依存関係ごとで78%, 文全体で67%であり, 関係

²例えば, 次の文では, 「通訳」と「翻訳」を等位構造にする解釈や「通訳」を「入れます」にかける解釈が可能である。

(A) あの, 会議ではもちろん通訳, 翻訳も入れますので

表 1: 係り受けデータの規模

対象コーパス	ATR 対話データベース
対象データ	T0001.jtext - T0020.jtext (20 対話)
規模	1185 文 / 4957 係り受け

表 2: 不適格性の分布

依存関係	頻度	1 文平均	全係り受けに対して
conj	229	0.19 回	4.6%
hest	1194	1.01 回	24.1%
言い直し全体	179	0.15 回	3.6%
phonRepair	26	0.022 回	0.52%
synRepair	21	0.018 回	0.42%
semRepair	56	0.047 回	1.13%
pronRepair	28	0.024 回	0.56%
repairByPron	16	0.014 回	0.32%
repeat	17	0.014 回	0.34%
otherRepair	15	0.013 回	0.30%

表 3: 不適格性の例

依存関係	例
conj	〈「それで」、「あの」〉
hest	〈「あ」、「そうですか」〉
phonRepair	〈「つう」、「通訳電話に関する」〉
synRepair	〈「クレジットカードを」、「クレジットカードの」〉
semRepair	〈「通訳」、「翻訳も」〉
pronRepair	〈「それを」、「クレジットカードを」〉
repairByPron	〈「サマリー」、「これは」〉
repeat	〈「いきますと」、「いきますと」〉
otherRepair	〈「な」、「八月に」〉

解釈の正解率は依存関係ごとで 67.7%，文全体で 50.8% である。

この結果は，(伝, 1997b) で報告した 10 対話 (T0001.jtext - T0010.jtext) を対象とした実験の結果 (構造正解率: 依存関係 78%/ 文全体 67%，解釈正解率: 依存関係 66%/ 文全体 49%。いずれもオープン試験) と比べて変わらない³。係り受けデータを増やした (4957/2913 = 1.7 倍) にも関わらず，性能が向上しなかったわけである。これは，(i) 係り受けデータの増加にともなって依存関係の種類も増加し (94 種類 → 108 種類)，依存関係あたりのデータ数は見かけほど増えていない (2913/94 → 4957/108, 1.48 倍) ことと，(ii) 上記の実験方式より明らかなように試験データの多様性も大きくなっている (解釈すべき依存関係の種類が同様に増加している) ことによると思われる⁴。

いずれにせよ，正解率による評価は決して良いとはいえないが，日本語の自然な話し言葉を対象とした係り受け解析の評価に関する報告は他に例がなく，定量的な実験結果を初めて提供できたことは非常に意義深い。

4.3 再現率と適合率

次に，依存関係ごとの関係解釈の再現率 (recall)，適合率 (precision)，(相対重み 1 に対する) F 指標⁵を表 5 に示す。ただし，解析に失敗した (解が出力されなかった) 文のデータは除いてある (このため件数は係り受けデータ数とは一致しない)。「適格な依存関係 (等位)」は等位構造をなす文法・意味関係解釈の総計であり，「適格な依存関係 (従属)」は等位以外の文法・意味関係解釈の総計である。なお，otherRepair は本枠組の適用範囲外であり正解はない。

言い直しに注目すると，phonRepair, synRepair, semRepair とも，再現率 (それぞれオープン試験で 64.0%，66.7%，80.8%) に比べて適合率 (それぞれオープン試験で 42.1%，37.8%，18.4%) が悪い⁶。これは，適格な依存関係がしばしば言い直しとして誤って解釈されたことを意味する。実際，適格な依存関係 (等位) の再現率 (オープン試験で 50.9%) の低さは，言い直しが等位構造と間違われやすいことを示している。これは，適格文と不適格文を統一的に扱う統一モデルの欠点のようにみえる。すなわち，適格文の解析に失敗した時だけ言い直しの解析を起動する二段階モデルであれば，この種の誤りは生じない。この点を検証するために，2 節で述べた解析手法を二段階モデルとして実現し，その性能を統一モデルの場合と比較する。

4.4 二段階モデルとの比較

二段階モデルを以下の方法で実現した。言い直しに対する解釈規則を除いた規則群で第一段階の解析を行ない，それが失敗した場合に，言い直しに対する解釈規則を加えて再解析を行なう。

³ オープン試験の成績が良くなっているようにみえるが，この差は有意でない。

⁴ 後者に関しては，試験データを T0001.jtext - T0010.jtext の 10 対話に限ると，今回の実験のほうが，クローズ試験の成績が悪く，オープン試験の成績が良いという傾向が有意に見られる。学習データを増やした時にクローズ試験の成績が悪化するのには，この程度の規模のデータの場合にはありがちなことである。

⁵ F 指標 = $\frac{2 \times \text{再現率} \times \text{適合率}}{\text{再現率} + \text{適合率}}$

⁶ phonRepair は，(伝, 1997b) の報告では再現率，適合率とも 100% であったが，今回の実験では大きく精度が悪化した。この理由は明らかでない。

表 4: 依存関係と文全体の解析の正解率

	依存関係		文全体	
	構造	解釈	構造	解釈
クローズ試験	83.3%	78.7%	71.2%	61.6%
オープン試験	78.0%	67.7%	66.9%	50.8%

表 5: 依存関係解釈の再現率と適合率

依存関係	件数	再現率	適合率	F 指標
クローズ試験				
適格な依存関係 (等位)	108	51.9%	75.7%	61.6%
適格な依存関係 (従属)	3149	76.6%	82.3%	79.3%
conj	221	91.0%	93.9%	92.4%
hest	1161	89.9%	88.9%	89.4%
phonRepair	26	69.2%	52.9%	60.0%
synRepair	21	66.7%	33.3%	44.4%
semRepair	55	83.6%	19.3%	31.4%
pronRepair	28	57.1%	44.4%	50.0%
repairByPron	16	56.2%	81.8%	66.6%
repeat	16	75.0%	85.7%	80.0%
オープン試験				
適格な依存関係 (等位)	106	50.9%	72.0%	59.6%
適格な依存関係 (従属)	3039	62.6%	68.0%	65.2%
conj	216	90.3%	93.3%	91.8%
hest	1133	89.3%	88.3%	88.8%
phonRepair	25	64.0%	42.1%	50.8%
synRepair	21	66.7%	37.8%	48.3%
semRepair	52	80.8%	18.4%	30.0%
pronRepair	28	57.1%	35.6%	43.9%
repairByPron	16	56.2%	69.2%	62.0%
repeat	16	68.8%	84.6%	75.9%

依存関係解釈の再現率、適合率、(相対重み 1 に対する) F 指標を表 6 に示す。言い直しに注目すると、適合率の改善は、synRepair (オープン試験: 37.8% → 66.7%) と repeat (オープン試験: 84.6% → 100.0%) にのみ認められ、それ以外では予想に反して適合率は悪化した。再現率の悪化はさらに著しく、phonRepair で 64.0% から 4.0%、synRepair で 66.7% から 19.0%、semRepair で 80.8% から 7.4% とそれぞれ大きく低下した(いずれもオープン試験)。これは、統一モデルとは逆に、二段階モデルでは言い直しの多くが適格文として誤って解析されたことを意味する。実際、適格な依存関係(等位)の解釈の適合率が二段階モデルでは低下している(72.0% → 40.2%)。これは、佐川他(1994)が観察した不適格文と適格文との曖昧性が二段階モデルでは大きな問題となることを示している。これに対し、統一モデルでは、音響的・韻律的情報を用いることによって、誤って言い直しと判断される例を除去できる可能性がある。

次に、二段階モデルにおける依存関係と文全体の解析の正解率を表 7 に示す。統一モデルと二段階モデルの正解率の比較(表 8)⁷の結果、構造正解率においては二段階モデルのほうが勝るものの、解釈正解率においては有意差がなかった。

結論として、二段階モデルでは、言い直しの解析精度は統一モデルよりも悪くなり、構文・意味解析の正解率においても統一モデルを上回ることはない。したがって、将来的には統一モデルのほうが有望と思われ、学習データの増強によって正解率を向上させることと、音響的・韻律的な情報の利用によって言い直しの解析精度をあげることが今後の課題となる。

5 おわりに

本稿では、適格文と不適格文を統一的に扱う統一モデルに基づく話し言葉の解析手法を提案し、本手法の性能評価実験および問題点について報告した。最後に、この方面の研究の今後の方向性について簡単に述べる。

コーパス分析

話し言葉の不適格性を扱うためには、まず現象そのものを詳細に分析する必要がある。残念ながら、本研究では分析の規模は 20 対話と小さく、また対象としたコーパスも必ずしも良質といえるものではなかった。最近では、課題遂行型対話として良質な音声対話コーパスが少なからず提供されている。これらのデータは、模擬対話のようなわざとらしさのない自発的な発話データであること、対話領域が限定されており分析の焦点を絞りやすいこと、同一条件における話者間の比較が可能であることなどの点において優れている。

大規模音声対話コーパスに基づく不適格性の分析は、日本ではまだ数が少ないが、米国などでは近年盛んになりつつあり(Nakatani & Hirschberg, 1994; Shriberg, 1994)、日本でも今後良質なコーパスの蓄積にともなってますます盛んになるであろう。

⁷対応標本の t 検定。正解率の括弧内は標準偏差。T0012.jtext は著しく正解率が低く、極端値として検定の対象から除外すべきであったが、その場合でも有意差判定の結果に変わりはない。

表 6: 依存関係解釈の再現率と適合率 (二段階モデル)

依存関係	件数	再現率	適合率	F 指標
クローズ試験				
適格な依存関係 (等位)	109	66.1%	41.4%	50.9%
適格な依存関係 (従属)	3152	79.7%	80.1%	79.9%
conj	221	90.5%	93.5%	92.0%
hest	1162	90.7%	87.3%	89.0%
phonRepair	26	3.8%	33.3%	6.8%
synRepair	21	14.3%	50.0%	22.2%
semRepair	55	7.3%	15.4%	9.9%
pronRepair	28	7.1%	33.3%	11.7%
repairByPron	16	12.5%	66.7%	21.1%
repeat	16	6.2%	100.0%	11.7%
オープン試験				
適格な依存関係 (等位)	107	63.6%	40.2%	49.3%
適格な依存関係 (従属)	3039	62.6%	68.0%	65.2%
conj	218	89.9%	92.9%	91.4%
hest	1136	90.5%	86.8%	88.6%
phonRepair	25	4.0%	25.0%	6.9%
synRepair	21	19.0%	66.7%	29.6%
semRepair	54	7.4%	15.4%	10.0%
pronRepair	28	3.6%	25.0%	6.3%
repairByPron	16	12.5%	66.7%	21.1%
repeat	16	6.2%	100.0%	11.7%

表 7: 依存関係と文全体の解析の正解率 (二段階モデル)

	依存関係		文全体	
	構造	解釈	構造	解釈
クローズ試験	84.3%	79.4%	74.0%	63.2%
オープン試験	79.0%	68.2%	68.5%	51.9%

表 8: 統一モデルと二段階モデルの正解率の比較 ($N = 20$)

		統一モデル	二段階モデル	t 値	p 値
クローズ試験					
依存関係	構造	83.3% (18.4)	84.3% (18.5)	3.92	0.001 ^{**}
	解釈	78.7% (17.5)	79.4% (17.5)	1.83	0.083
文全体	構造	71.2% (16.5)	74.0% (16.7)	3.93	0.001 ^{**}
	解釈	61.6% (14.5)	63.2% (14.4)	1.45	0.164
オープン試験					
依存関係	構造	78.0% (17.8)	79.0% (18.0)	2.60	0.018 [*]
	解釈	67.7% (16.0)	68.2% (16.3)	1.48	0.155
文全体	構造	66.9% (16.8)	68.5% (16.4)	2.03	0.057
	解釈	50.8% (13.0)	51.9% (13.0)	1.56	0.134

(* は 5% 水準, ** は 1% 水準で有意)

音響的・韻律的情報の利用

不適格性の検出・修正において、本研究では言語的な情報のみを用いていたが、音響的・韻律的な情報が有益であることは多くの研究で指摘されている (Nakatani & Hirschberg, 1994; O'Shaughnessy, 1992, 1993). また、人間が言い直しの検出において韻律的な情報を利用している可能性についても実験的に確認されている (Lickley, 1994).

そもそも音声言語処理が音声入力を相手にしなければならないことを考えてみても、音声情報の利用は当然の方向性といえ、今後、音声的特徴を用いたコーパス分析や機械的処理における音響的・韻律的情報の利用は音声言語処理研究の中心になるであろう。

産出メカニズムの追求

計算機による不適格性の扱いという観点から、これまで、不適格性をいかにして検出・修正するかという側面にばかり焦点を当ててきた。しかし、現象そのものを正確にとらえるためには、不適格性というものを人間がどのようにして産出しているのかという側面にも注目する必要がある。

言い直しに関しては、モニタリングという観点から産出のモデルが提案されており、このモデルに基づいて発話中断のタイミングや修復のパターンなどが分析されている (Levelt, 1983; Blackmer & Mitton, 1991). これらの事項について日本語でも調査する必要がある。本研究の係り受け解析に基づく手法は文節単位の言い直しを暗黙に仮定しているが、人間の言い直しの産出メカニズムを調べることは、このような仮定の是非を検討することにもつながる。日本の心理言語学分野ではほとんど見受けられない研究テーマであるが、今後研究が盛んになることを期待したい。

参考文献

- Blackmer, E. R. & Mitton, J. L. (1991). Theories of Monitoring and the Timing of Repairs in Spontaneous Speech. *Cognition*, **39**, 173-194.
- Den, Y. (1996). *A Uniform Approach to Spoken Language Analysis*. Ph.D. thesis, Kyoto University.
- 伝康晴 (1997a). 「統一モデルに基づく話し言葉の解析」. 『自然言語処理』, 4 (1).
- 伝康晴 (1997b). 「話し言葉解析のためのコーパスに基づく優先度計算法」. 『自然言語処理』, 4 (1).
- 江原暉将, 井ノ上直己, 幸山秀雄, 長谷川敏郎, 庄山富美, 森本逞 (1990). 「ATR 対話データベースの内容」. テクニカル・レポート TR-I-0186, エイ・ティ・アール自動翻訳電話研究所.
- Jensen, K., Heidorn, G. E., Miller, L. A., & Ravin, Y. (1983). Parse Fitting and Prose Fixing: Getting a Hold on Ill-formedness. *American Journal of Computational Linguistics*, **9** (3-4), 147-160.
- Levelt, W. J. M. (1983). Monitoring and Self-repair in Speech. *Cognition*, **14**, 41-104.

- Lickley, R. J. (1994). *Detecting Disfluency in Spontaneous Speech*. Ph.D. thesis, University of Edinburgh.
- Mellish, C. S. (1989). Some Chart-Based Techniques for Parsing Ill-formed Input. In *Proceedings of the 27th Annual Meeting of ACL*, pp. 102-109.
- 村上仁一・嵯峨山茂樹 (1991). 「自由発話音声認識における音響的および言語的な問題点の検討」. 『電子情報通信学会技術研究報告』, SP91-100, NLC91-57, 71-78.
- Nakatani, C. H. & Hirschberg, J. (1994). A Corpus-based Study of Repair Cues in Spontaneous Speech. *Journal of Acoustic Society of America*, 95 (3), 1603-1616.
- 大野晋・浜西正人 (1981). 『角川類語新辞典』. 角川書店.
- O'Shaughnessy, D. (1992). Recognition of Hesitations in Spontaneous Speech. In *Proceedings of ICASSP92*, Vol. I, pp. 521-524.
- O'Shaughnessy, D. (1993). Analysis and Automatic Recognition of False Starts in Spontaneous Speech. In *Proceedings of ICASSP93*, Vol. II, pp. 724-727.
- 佐川雄二, 大西昇, 杉江昇 (1994). 「大規模コーパスに基づいた日本語自己修復文の分析」. 『情報処理学会研究報告』, 93-NL-100, 73-80.
- Shriberg, E. E. (1994). *Preliminaries to a Theory of Speech Disfluencies*. Ph.D. thesis, University of California at Berkeley.
- Weischedel, R. M. & Sondheimer, N. K. (1983). Meta-rules as a Basis for Processing Ill-Formed Input. *American Journal of Computational Linguistics*, 9 (3-4), 161-177.

A 依存関係の一覧

A.1 適格な依存関係

意味関係	文法関係	意味関係	文法関係	意味関係	文法関係	意味関係	文法関係
adn	rentai	cond	tosuruto	mann	ni	rnoun	rentai
adv	renyo		ue		renyo	role	ni
agen	gaAct	cont	toAct	mutl	to	tdep	tosite
	niCaus		renyo		toissyoni		kara
before	madeno	dept	kara	obje	gaAct	tdes	made
between	noaidano		wo		gaPass	them	ga
by	niyoru	dest	made		gaStat	tlim	madeni
caus	de	expr	niAct		niAct	tloc	de
	kara	for	no	woAct	to	heno	
	node		notameno	woCaus		nikansite	
	renyo		tameno	of	no	top	nituite
comm	gaCaus		youno	noutino	with	tono	
conc	ga	from	karano	on	nikansuru	xx	no
	keredomo	give	niAct		nituiteno	no	toiu
	mo	goal	heAct		no	and	mo
cond	de	in	no	part	toAct		renyo
	zyoken		inst	de	pati		woAct
	kagiri	intj	niyotte	purp	ni		to
	mo		kanto		notameni	or	demo
	nara	loct	de	renyo	ka		
	naraba		he	rcont	toiu		mo
	ni	ni	recp	gaPass	tari		
	renyo	nioite	heAct	niAct	toka		
	sidai	mann	de				
	to						

A.2 不適格な依存関係

関係	関係	関係	関係	関係
conj	phonRepair	semRepair	repairByPron	otherRepair
hest	synRepair	pronRepair	repeat	

B 係り受けデータの例

以下では、適格な依存関係において、意味関係と文法関係を別々の表にまとめてある。また、係り文節属性、受け文節属性は、当該の依存関係の優先度計算に関係する情報だけ(例えば意味関係の解釈では意味情報だけが関与する)を記載してある。また、統語情報で*となっている(係り文節の態および受け文節の形)のは、その値の違いが優先度計算に関与しないので、値が違うものをまとめて記載してあることを示す。

B.1 意味関係

依存関係	係り文節属性	受け文節属性	頻度
intj	〈ああ, 問答〉	〈そう, こんな〉	29
intj	〈はい, 問答〉	〈そう, こんな〉	26
intj	〈はい, 問答〉	〈わかる, 認識〉	23
adv	〈どうも, 大変〉	〈ありがたい, 感謝〉	17
obje	〈会議, 相談〉	〈参加, 加入〉	14
intj	〈はい, 問答〉	〈その通り, 相応〉	14
obje	〈何か, こそあど〉	〈ある, 有無〉	11
adv	〈よろしく, 適不適〉	〈願う, 頼み〉	10
dept	〈こちら, こそあど〉	〈送る, 運搬〉	9
adn	〈そういう, こんな〉	〈こと, 事柄〉	9
adn	〈その, こそあど〉	〈他, こそあど〉	8
adn	〈その, こそあど〉	〈後, 先後〉	8
obje	〈登録用紙, 紙〉	〈送る, 運搬〉	7
intj	〈はい, 問答〉	〈結構, 良否〉	7
cond	〈他, こそあど〉	〈ある, 有無〉	7
cond	〈送る, 運搬〉	〈よろしい, 良否〉	7
cond	〈支払う, 収支〉	〈結構, 良否〉	7
adv	〈いろいろ, 種類〉	〈ありがたい, 感謝〉	7
xx	〈北四番, 助数詞〉	〈バス, 車両〉	6
recp	〈そちら, こそあど〉	〈送る, 運搬〉	6
obje	〈そちら, こそあど〉	〈事務局, 機関〉	6
cont	〈送る, 運搬〉	〈思う, 願望〉	6
cont	〈参加, 加入〉	〈思う, 思考〉	6
adv	〈もう, 一層〉	〈一度, 単複〉	6
adv	〈ちょっと, 大変〉	〈うかがう, 問答〉	6
adn	〈この, こそあど〉	〈会議, 相談〉	6

B.2 文法関係 (対応する意味関係)

依存関係	係り文節属性	受け文節属性	頻度
kanto (intj)	〈ああ, 間投詞, 間投,*〉	〈そう, が動詞,* , 能動〉	29
kanto (intj)	〈はい, 間投詞, 間投,*〉	〈そう, が動詞,* , 能動〉	26
kanto (intj)	〈はい, 間投詞, 間投,*〉	〈わかる, にが動詞,* , 能動〉	23
renyo (adv)	〈どうも, 普副, 連用,*〉	〈ありがたい, が形容,* , 能動〉	17
kanto (intj)	〈はい, 間投詞, 間投,*〉	〈その通り, です,* , 能動〉	14
gaAct (obje)	〈何か, 代名, 無,*〉	〈ある, が動詞,* , 能動〉	11
renyo (adv)	〈よろしく, 普副, 連用,*〉	〈願う, がにを動詞,* , 能動〉	10
rentai (adn)	〈そういう, 連体詞, 連体,*〉	〈こと, 形名,* , -〉	9
rentai (adn)	〈その, 連体詞, 連体,*〉	〈他, 普名,* , -〉	8
niAct (obje)	〈会議, 普名, に,*〉	〈参加, がに動詞,* , 能動〉	8
renyo (adv)	〈いろいろ, 普副, 連用,*〉	〈ありがたい, が形容,* , 能動〉	7
ni (cond)	〈他, 普名, に,*〉	〈ある, が動詞,* , 能動〉	7
kanto (intj)	〈はい, 間投詞, 間投,*〉	〈結構, が形動,* , 能動〉	7
toAct (cont)	〈参加, がに動詞, と,*〉	〈思う, がと動詞,* , 能動〉	6
renyo (adv)	〈もう, 普副, 連用,*〉	〈一度, 数名,* , -〉	6
renyo (adv)	〈ちょっと, 普副, 連用,*〉	〈うかがう, がにを動詞,* , 可能〉	6
rentai (adn)	〈この, 連体詞, 連体,*〉	〈会議, 普名,* , -〉	6
zyoken (cond)	〈送る, がにを動詞, 条件,*〉	〈よろしい, が形容,* , 能動〉	6
gaAct (obje)	〈そちら, 代名, 無,*〉	〈事務局, です,* , 能動〉	6

B.3 不適格な依存関係

依存関係	係り文節属性	受け文節属性	頻度
hest	あ	そおですか	50
hest	ええと	あの	14
hest	あ	はい	13
hest	あっ	そおですか	13
hest	ええと	あのお	10
hest	ええっと	あのお	10
hest	あの	この	9
conj	それで	あの	7
hest	あの	その	7
hest	あっ	あの	7
hest	で	あのお	6
hest	あの	それで	6
repeat	なにか	なにか	3
phonRepair	い	いらっしゃるのでしょおか	2
phonRepair	ぜ	ぜんぶの	2
synRepair	〈聴く, がを動詞, 連用, 能動〉	〈聴く, がを動詞, ながら, 能動〉	2
pronRepair	〈何か, こそあど〉	〈資格, 身上〉	2
semRepair	〈主旨, 意味〉	〈テーマ, 題目〉	2