JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	言い直しを含む発話の解析(<特集>並列処理)
Author(s)	中野, 幹生; 島津, 明
Citation	情報処理学会論文誌, 39(6): 1935-1943
Issue Date	1998-06-15
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/4581
Rights	社団法人　情報処理学会, 中野幹生, 島津明, 情報処理学会論文誌, 39(6), 1998, 1935-1943.　ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は（社）情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.
Description	

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

言い直しを含む発話の解析

中野幹生[†] 島津明[†,☆]

本論文では，言い直しを扱うための句構造規則を書き言葉のための句構造規則とともに用いることにより，言い直しを含む発話を解析する方法を提案する．言い直しが言い直し対象部，編集表現，言い直し部の3部分からなるとするモデルに基づき，交通経路案内対話中の言い直しを調査し，言い直し対象部と言い直し部の構文意味的関係から5種類に分類した．またこれとは独立に，編集表現の内容から4種類に分類した．これらの分類をもとに，言い直しを扱うための句構造規則を作成し，書き言葉用の規則および辞書と話し言葉特有の語の辞書を持つ単一化文法に付加した．解析実験により，この文法によって言い直しを含む発話が解析できることを確認した．

Parsing Utterances Including Self-repairs

MIKIO NAKANO[†] and AKIRA SHIMAZU[†,☆]

This paper presents a method for parsing utterances including self-repairs in Japanese dialogs by using phrase structure rules for self-repairs with ordinary phrase structure rules for written sentences. Self-repairs in route direction dialogs are investigated based on a model in which a self-repair consists of the reparandum part, the editing expression, and the repair part. Self-repairs are classified into five categories according to the syntactic and semantic relationship between the reparandum part and the repair part, and they are also classified into four categories according to the content of the editing expressions. Based on the classification, phrase structure rules for dealing with self-repairs are constructed and added to a unification-based grammar for Japanese written sentences extended with lexical entries for words peculiar to spoken language.

1. はじめに

人間と自然な会話ができる音声対話システムの理解部は，逐次的に入力される人間の発話を解析して意味表現を求め，談話処理部に送る必要がある．その場合に問題となるのが，書き言葉の文法ではとらえられない現象が存在することである[17]．本論文では，そのような現象のうち，言い直し，言い淀み（つなぎ語のみのものを除く），言い替え，繰返しなどと呼ばれる現象を扱う．これらは，発話中に不要な（または冗長な）部分が存在するために，書き言葉の文法でとらえられない現象である[8]．本論文ではこれらをまとめて言い直し（self-repair，self-correction）と呼ぶ．

現在までに提案されている言い直しを含む発話の解析法には，(i) 解析の前に語彙的な情報を用いて言い直しを発見し，不要な部分を取り除く方法[5),6),12),27)]，(ii) 解析が失敗してから不要な部分を取り除き，再解析を行う方法[21)]，(iii) (i) と (ii) の両方を行う方法[1),26)]，(iv) 構文解析の中に，言い直しを扱う機構を埋め込んだもの[2),7)]がある．後述するように，ユーザと自然なインタラクションを行う対話システムでは発話の逐次解析が必要になるが，(i)～(iii) は逐次解析で用いることができない．また (iv) の方法で，現在までに提案されているものは，扱える言い直しの種類が少ないという問題がある．

本論文では，言い直しを扱うための句構造規則を作成し，書き言葉用の句構造規則とともに構文解析の中で用いることによって，言い直しを含む発話を解析する方法を提案する．さらに，対話コーパスに現れる言い直しの分類を基に，単一化文法の枠組みで句構造規則が書けることを示す．本方法は，通常の文法に新たな句構造規則を加えるだけであり，特別なメカニズムを用いないので，構文解析のアルゴリズムに依存しない．したがって，チャート法[11)]等の逐次的な入力を扱える解析法とともに用いることにより，言い直しを含む発話の逐次解析を行うことができる．

以下，2章で対話コーパスの中の言い直し現象の調

† NTT 基礎研究所
NTT Basic Research Laboratories
☆ 現在，北陸先端科学技術大学院大学
Presently with Japan Advanced Institute of Science and Technology, Hokuriku

	言い直し対象部	編集表現	言い直し部	
必要事項を	厚木から 書いて お	あ えーと	町田から 書いて 降りる	さらに20分くらい先にいって 場所がありますので

図1 言い直しの例
Fig. 1 Examples of self-repairs.

査と分類の結果を報告する．次に3章で対話システムの発話解析部の役割について述べ，4章で過去の言い直し解析法の問題点を述べる．5章で言い直しを扱うための規則を提案し，6章で解析システムの実現について述べる．

2. 対話における言い直し現象の分析

2.1 分析の対象とした対話

NTT基礎研究所で収録された交通経路案内対話80対話[9]を分析した．対話には全部で90人の被験者が参加した．各対話は，被験者Eが被験者Nに場所Lまでの行き方を電話で説明するのを収録することによって得られた．NはLを収録前には知らなかった．対話の現実味を高めるため，Nは対話終了後Lに行くことが求められ，その遂行が確認された．対話の総量は，約58,000単語，約15,000ターン☆である．

2.2 言い直しのモデル

Nakataniら[18]は，言い直しを(a)言い直し対象部，(b)編集表現，(c)言い直し部の3要素によってとらえている．従来の言い直しの分析は，概ね類似の方法で行われており[8),13),20),21]，本分析もこのモデルを用いる．言い直し対象部と編集表現を取り除くことにより，構文的，意味的に解析可能な発話となる．編集表現は，「えーと」，「あのー」などのつなぎ語，「あ」などの間投詞，「ごめんなさい」などの謝罪の語句，「ではなくて」，「じゃない」などの打消しの語句，「っていうか」などの言い替えを示す語句，またはそれらの連続である．**図1**に，このモデルによる分析例を示す．

2.3 対話コーパス中の言い直しの分類

このモデルを基に対話コーパス中の言い直しを調査し，言い直し対象部と言い直し部の音韻的，構文的，意味的な関係による分類（分類A），編集表現の内容による分類（分類B）の2種類の分類を行った．**図2**に分類Aを☆☆，**図3**に分類Bを示す．

以下では言い直し対象部をX，編集表現をY，言い直し部をZで表す．

(I) XとZがともに同じ構文カテゴリの句で，以下に示す条件を満たすもの．
- 名詞句
  - (I-1) 同じ名詞句（例：[角]$_X$[角]$_Z$ですか）
  - (I-2) 同じ意味カテゴリの名詞句（例：[ここ]$_X$[あ]$_Y$[受け付け]$_Z$におりますが）
- 助詞句（名詞句+助詞）
  - (I-3) 同じ助詞句（例：[他に]$_X$[他に]$_Z$ないんですか）
  - (I-4) 同じ意味カテゴリの名詞句を持つ同じ格の助詞句（例：[厚木から]$_X$[あ]$_Y$[町田から]$_Z$さらに二十分ぐらい先まで行って）
  - (I-5) 同じ名詞句を持つ助詞句（例：[三鷹駅から]$_X$[あ]$_Y$[三鷹駅で]$_Z$おりて）
  - (I-6) 同じ意味カテゴリの名詞句を持つ助詞句（例：[西八王子の]$_X$[JRの西八王子まで]$_Z$）
  - (I-7) 同じ格の助詞句（例：[それを]$_X$[その前を]$_Z$直進して下さい）
- 助詞
  - (I-8) 同じ助詞（例：三鷹[を]$_X$[を]$_Z$北口でおりて）
  - (I-9) 異なる助詞（例：左側[に]$_X$[が]$_Z$武蔵野市役所なんですね）
- 動詞句（接続助詞が後接しているものを含む）
  - (I-10) 同じ動詞句（例：必要事項を[書いて]$_X$[えーと]$_Y$[書いて]$_Z$）
  - (I-11) 同じ主動詞を持ち同じ接続助詞で終わる動詞句（例：[すぐ行くと]$_X$ [しばらく行くと]$_Z$）
  - (I-12) 同じ接続助詞で終わる動詞句（例：[右に曲がると]$_X$[あの]$_Y$[右に行くと]$_Z$）
  - (I-13) 同じ主動詞を持つ動詞句（例：[五十分ぐらいかかる]$_X$[五十五分ぐらいかかる]$_Z$と思います）
- 連体詞
  - (I-14) 同じ連体詞（例：[この]$_X$[この]$_Z$研究開発センターになるんですが）
- 副詞
  - (I-15) 同じ意味カテゴリの副詞（例：[一度]$_X$[もう 度]$_Z$ここにかけて頂けますか）

(II) Xの単語列がZの単語列の部分列になっているもの（例：[二十分]$_X$[愛甲石田まで二十分もかからない]$_Z$から）

(III) Xが単語断片でZが一単語であるもの
- (III-1) Xの音韻列がZの音韻列の先頭部と等しいもの（例：[お]$_X$[おりる]$_Z$場所がありますので）
- (III-2) 上記以外のもの（例：[おだ]$_X$[本厚木]$_Z$の次のなんですよね）

(IV) 一度始めた発話を途中でやめて新たな発話を始めているもの（フレッシュスタート）（例：[そちらの最寄り駅]$_X$，[どちらからいらっしゃいますか]$_Z$）

(V) 上記のどれにも当てはまらないもの（例：五番の方のバス乗り場[です]$_X$，[から]$_Z$のりますと）

図2 言い直し対象部と言い直し部の関係による分類（分類A）
Fig. 2 Classification according to the relationship between the reparandum part and the repair part (Classification A).

☆ あいづちも1ターンと数える．

☆☆ 本論文では名詞と名詞句を区別せず名詞句と呼び，動詞と動詞句を区別せず動詞句と呼ぶ．同じ意味カテゴリかどうかは実験システムで用いている意味カテゴリをもとに判断した．意味カテゴリは全部で33個あり，階層化されている．2つの語句が，同じ意味カテゴリに属するか，もしくは，上位下位関係にある意味カテゴリに属する場合に「同じ意味カテゴリ」であるとした．

(a) 編集表現がないもの
(b) 編集表現につなぎ語（「あのー」,「えっと」など）が含まれるもの
(c) 編集表現に感動詞（「はい」など），打消しや言い替えを示す語句（「じゃない」,「っていうか」など），謝罪の語句（「ごめんなさい」「失礼いたしました」など）が含まれるもの
(d) 編集表現が聞き取れないもの

図3 編集表現による分類（分類B）
Fig. 3 Classification according to the content of the editing expression (Classification B).

2.4 各タイプの言い直しの頻度

上記の分類を用いて，各タイプの言い直しの対話コーパス中での頻度を調べた．このとき，以下に示す基準を用いた．

(1) 複数の言い直しの組合せを分析する際の基準
言い直しが存在して書き言葉の文法ではとらえられない部分が発話中に存在するとき，その部分を何個の言い直しからなると分析するかが問題になる場合がある．

バス乗り場が，バス，バスの乗り場がありまして

の場合では，

(1) [バス乗り場が]$_X$，[[バス]$_X$，[バス]$_Z$の乗り場が]$_Z$ありまして

のように，図2の(I-4)の言い直しと(I-1)の言い直しの2個からなると考えることもできるし，

(2) [バス乗り場が，バス]$_X$，[バスの乗り場がありまして]$_Z$

のように，(IV)のタイプの言い直し1個と考えることもできる．ここで，X，Zは，図2と同様，言い直し対象部，言い直し部を表す．本調査では，(IV)，(V)のタイプの言い直しであるとする分析を避け，(I)，(II)，(III)のタイプの言い直しの組合せからなるとする分析を優先した．その中で，最も少ない数の言い直しからなるとする分析を選んだ．上記の例の場合(1)の分析を選んだ．また，1つの言い直しが(I)と(II)の両方の条件を満たす場合には(I)であると分析した．このような言い直しは25個あった．

(2) 言い直しの範囲
同一語句または類似の語句が繰り返されている場合で，その一方が冗長である場合には，(I)や(II)の型の言い直しの候補となるが，繰返し表現がいくつかの節にまたがっている場合がある．このような場合は，発話解析部ではなく談話処理部で扱うこととする．そこで，どのくらい繰返し表現が離れている場合まで発話解析部で扱うかを決定する必要がある．過去の言い直しの研究では，発話を文に区切り，その中の言い直しのみを対象とするもの[2),21)]があるが，本調査で用いたような自然性の高い対話では文の境界を決定するのが難しい．そこで，繰返し表現の間に節が存在しないもののみを対象とした．たとえば，次のようなものは対象外とした．

- 本厚木止まりの，愛甲石田は本厚木の次なんですけども〈はい〉
  本厚木止まりの急行もありますので
- で，北口に降りて，え，と，多分一番えーと階段から遠い所の，3つぐらいバス停があって〈はい〉遠い所のバス停が〈はい〉えーとこちらの研究所に来るバスの乗り場なんですよね．

ここで，〈はい〉は，聞き手の発話を示す．また，下線部は繰返し表現である．対話コーパス中の，節をまたがる繰返し表現の数は，言い直しの数の約4%であった．

表1 分類Aの頻度
Table 1 Frequency table for classification A.

カテゴリ	出現数
(I-1)	52
(I-2)	90
(I-3)	8
(I-4)	32
(I-5)	7
(I-6)	2
(I-7)	10
(I-8)	8
(I-9)	15
(I-10)	6
(I-11)	5
(I-12)	4
(I-13)	28
(I-14)	2
(I-15)	1
(II)	12
(III-1)	153
(III-2)	226
(IV)	17
(V)	26
計	704

言い直しは全部で599箇所☆に存在し，704個の言い直しが発見できた．分類Aの各カテゴリの頻度を**表1**に，分類Bの各カテゴリの頻度を**表2**に示す．分類Bで，(b)と(c)の両方の条件を満たすものは(c)に入れた．

☆ 言い直しが入れ子になっているときにまとめて1カ所と数えた．

表2 分類Bの頻度
Table 2 Frequency table for classification B.

カテゴリ	出現数
(a)	537
(b)	114
(c)	51
(d)	2
計	704

詳細に分析した対話は上記の交通経路案内対話80対話だけであるが，その他にも，文書作成などの作業を依頼する電話対話（94対話），ラジオ電話相談（6対話），野球中継（4対話）の計104対話（約500 KB）についても分析を行い，同様の傾向を確認することができた．

3. 対話システムにおける発話解析部

話し言葉では文の境界が不明確である．人間同士の会話の場合，接続助詞や格助詞の後で，相手の相槌がはいったりする[10]．これは，聞き手が，文が終了しなくても，何らかの反応をすることができることを示している．また話し手も，少しずつ聞き手の反応を見ながら，発話を行っていると考えられる[3]．したがって，ユーザと自然な対話を行うシステムの構文意味解析部は，文が終了するのを待たずに解析を始め，途中結果を出す必要がある．本論文では，このような解析を逐次解析と呼ぶ．

本論文では，次のような処理を行う発話解析部[24]を考える．音声認識が単語または単語断片の列を返すと仮定し，それを構文解析する．解析部は，チャート法[11]等を用いて逐次解析を行い，well-formed substringが見つかるたびに意味表現を談話処理部に送る[25]．解析結果に曖昧性がある場合に，どれに基づいて応答計画を行うかは，談話処理部が文脈知識を用いて決定するとする．

4. 過去の言い直しを含む発話の解析法とその問題点

過去に提案された言い直しを含む発話の解析法は，(i) 解析の前に語彙的な情報を用いて言い直しを発見し，不要な部分を取り除く方法[5),6),12),27)]，(ii) 解析が失敗してから不要な部分を取り除き，再解析を行う方法[21)]，(iii) (i) と (ii) の両方を行う方法[1),26)]，(iv) 構文解析の中に，言い直しを扱う機構を埋め込んだもの[2),7)]に分類できる．

前章で述べたように，ユーザと自然な対話を行うシステムの構文意味解析部は，ユーザの発話の逐次解析をしなくてはならないので，文が終了するまで言い直しの発見が行えない (i)～(iii) の方法は用いることができない．

(iv) の構文解析の中で扱う方法は，逐次解析で用いることができるが，現在までに提案されている方法には，扱える言い直しの種類が少ないという問題がある．伝[2)]の方法は，係り受け解析の中で言い直しを一種の係り受け関係と見なして扱う方法であるが，文節間の係り受けのみを扱っているため，助詞のみの言い直しなど，文節の中で起こる言い直しが扱えない．また，コーパスに存在する言い直しか，それと類似した言い直ししか扱えず，一般的な規則にはなっていない．Hindle[7)]の方法は，決定的構文解析器[14)]に埋め込む方法なので，一般性に欠けるという問題がある．また，分類Aの (II) の型の言い直しを扱うことができない．

以上から，逐次的な解析で用いることができる方法で，今までに提案されている方法よりも多くの種類の言い直しを扱える方法が望まれる．

5. 言い直しを扱う句構造規則による解析

本章では，言い直しを扱うための句構造規則を作成し，他の句構造規則とともに構文解析の中で用いることによって，言い直しを含む発話を解析する方法を提案する．この方法は，特別なメカニズムを用いないので，構文解析のアルゴリズムに依存しない．また，書き言葉の文法と合わせて用いることができる．したがって，チャート法[11)]等，逐次的な入力を扱える解析法とともに用いることにより，言い直しを含む発話の逐次解析を行うことができる．

5.1 単一化文法

本論文では単一化文法[22)]の枠組みを用いる☆．言い直しの解析に必要な，音韻，構文，意味の情報が統一的な形で記述できるからである．ベースとする文法は，日本語句構造文法[4)]に基づいた，日本語の話し言葉の文法 Grass-J（Grammar for Spontaneously Spoken Utterances in Japanese）[16)]である．Grass-J は，書き言葉用の句構造規則と辞書に，話し言葉特有の語のための辞書項目を追加したものである．Grass-J は，書き言葉の基本的な構造の文，および，助詞の省略や，間投詞，つなぎ語，話し言葉特有の語句の存在等，話し言葉特有の現象を扱うことができる．Grass-J で用いられている主な素性を以下に示す．

- head 素性
  品詞など，句の主要な構文的性質を表す素性．

☆ 本論文では，文法は規則と辞書を合わせたものを指す．

- subcat 素性
  動詞句が必須格としてとる助詞句（または裸名詞句）の素性構造の集合を値に持つ素性.
- adjacent 素性
  助詞や助動詞が後接する名詞句や動詞句の素性構造を値に持つ素性.
- adjunct 素性
  その句が修飾できる句の素性構造を値に持つ素性.
- sem 素性
  意味を表す素性. sort, index, restric の 3 つの素性からなる. sort 素性は意味カテゴリを表す. index 素性と restric 素性は意味表現（論理形式）を組み上げるのに用いられる素性である[16].

Grass-J の主な句構造規則を以下に示す☆.

- 下位範疇化規則（必須格の助詞句または裸名詞句が動詞句にかかる場合などに用いられる規則）
  M → C H
  （条件）H の subcat 素性値から C と単一化するものを除いたものが M の subcat 素性値に等しい. M の head 素性値は H の head 素性値に等しい.
- 隣接規則（助詞が名詞句や動詞句を，助動詞が動詞句を受ける規則）
  M → A H
  （条件）H の adjacent 素性値が A に等しい. M の head 素性値は H の head 素性値に等しい.
- 修飾規則（修飾句と被修飾句を結び付ける規則）
  M → A H
  （条件）A の adjunct 素性値は H に等しい. M の head 素性値は H の head 素性値に等しい.

これらの句構造規則を PATR 形式[22]で記述したものを**図 4** に示す.

5.2 言い直しを扱う句構造規則

ここでは，2 章の分析に基づいて作成した，言い直しを扱うための句構造規則を示す. 規則は，言い直し対象部と言い直し部の関係をとらえる 3 つの規則（反復修復規則，包含修復規則，断片修復規則）と，編集表現を扱うための 1 つの規則（打消し規則）からなる. 反復修復規則，包含修復規則，断片修復規則は，隣り合った 2 つの句が分類 A の (I)～(III) のいずれかの条件を満たすとき，それらをまとめて 1 つの句にし，その句の統語意味情報は，右側の句，すなわち言い直し部の統語意味情報と同じであるとする.

☆ 条件は主要なもののみを記す. また M, C, A, H はカテゴリ名ではなく，素性構造の identifier である.

(1) 下位範疇化規則
M → C H
⟨M head⟩ = ⟨H head⟩
⟨H subcat⟩ = ⟨M subcat⟩ ∪ ⟨C⟩
⟨M adjacent⟩ = nil
⟨H adjacent⟩ = nil
⟨M adjunct⟩ = ⟨H adjunct⟩
⟨M lexical⟩ = no
⟨M sem index⟩ = ⟨H sem index⟩
⟨M sem restric⟩ =
⟨C sem restric⟩ ∪ ⟨H sem restric⟩

(2) 隣接規則
M → A H
⟨M head⟩ = ⟨H head⟩
⟨M subcat⟩ = ⟨H subcat⟩
⟨H adjacent⟩ = ⟨A⟩
⟨M adjacent⟩ = nil
⟨M adjunct⟩ = ⟨H adjunct⟩

(3) 修飾規則
M → A H
⟨M head⟩ = ⟨H head⟩
⟨M subcat⟩ = ⟨H subcat⟩
⟨M adjacent⟩ = nil
⟨H adjacent⟩ = nil
⟨A adjunct⟩ = ⟨H⟩
⟨M adjunct⟩ = ⟨H adjunct⟩
⟨A adjacent⟩ = nil

隣接，修飾規則では，lexical 素性，sem 素性に関する制約は省略した.

図 4 Grass-J の主な句構造規則
Fig. 4 Phrase structure rules in Grass-J.

- 反復修復規則（(I) の言い直しを扱う規則）
  Z → X Z
  （条件） 句 X と句 Z が，次の条件のうちどれかを満たす.
  (1) X と Z がともに名詞句で，同じ意味カテゴリ. [(I-1), (I-2)]
  (2) X と Z が同じ意味カテゴリの名詞句を持つ助詞句. [(I-3), (I-4), (I-5), (I-6)]
  (3) X と Z がともに助詞句で，同じ格. [(I-3), (I-4), (I-7)]
  (4) X と Z がともに助詞. [(I-8), (I-9)]
  (5) X と Z がともに動詞句で，接続助詞が同じ. [(I-10), (I-11), (I-12)]
  (6) X と Z がともに動詞句で，主動詞が同じ. [(I-10), (I-11), (I-13)]
  (7) X と Z が同じ連体詞. [(I-14)]
  (8) X と Z が同じ意味カテゴリの副詞. [(I-15)]
- 包含修復規則（(II) の言い直しを扱う規則）
  Z → X Z
  （条件） X の単語列が Z の単語列の部分列.

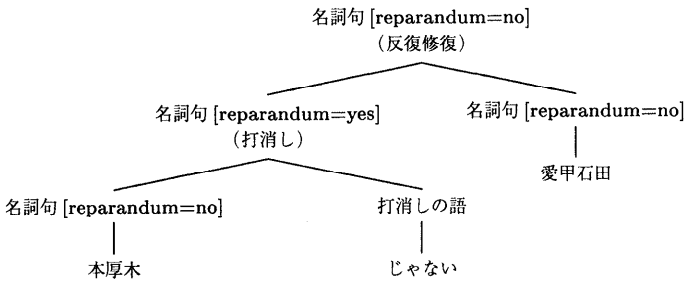


図5 打消し規則の適用例
Fig. 5 An example of the application of editing expression rule.

- 断片修復規則（(III) の言い直しを扱う規則）
  $Z \rightarrow X\ Z$
  （条件） X が単語断片で Z が単語.
- 打消し規則（(c) の言い直しを扱う規則）
  $X' \rightarrow X\ Y$
  （条件）Y は打消し，言い替え，謝罪を示す語または感動詞．X′ は reparandum 素性の値が yes である以外は X と同じ.

これらの規則を用いることにより，分類 A の (I), (II), (III) のどれかで，かつ分類 B の (a), (b), (c) のどれかである言い直しが扱える．2 章の分析で発見された 704 個の言い直しのうち，660 個（約 94%）がこれらの型の言い直しである．また，対話データ中の 10,852 個の節のうち，言い直しを含み，かつ，これらの型の言い直しのみを含むものは 544 個（約 5%）であった．したがって，もし言い直しを含まない節が全部解析できるとすると，上記の規則を用いることにより，解析成功率を約 5%向上させることができる．

まず，(a) の場合を考えると，反復修復規則，包含修復規則，断片修復規則によりそれぞれ分類 A の (I), (II), (III) が扱える．規則 A の (1)～(8) の条件は括弧の中にある型の言い直しに対応する．(b) に関しては，Grass-J において，つなぎ語が，修飾の規則によって，次の単語を修飾しその構文意味情報を変化させない語として扱われているので，(a) の場合と同様に扱える．

(c) は打消し規則を用いて扱う．打消し規則で用いる reparandum 素性は新たに用いる素性で，「言い直されなくてはならない」ことを表す．この素性の値は，規則 D によって作られた句の素性構造では yes で，他の句では no である．言い直し用の規則以外では，規則の左辺と右辺の素性構造すべてで reparandum 素性が no でなくてはならないとする．たとえば，図 4 の下位範疇化規則には，

⟨M reparandum⟩ = no
⟨H reparandum⟩ = no
⟨C reparandum⟩ = no

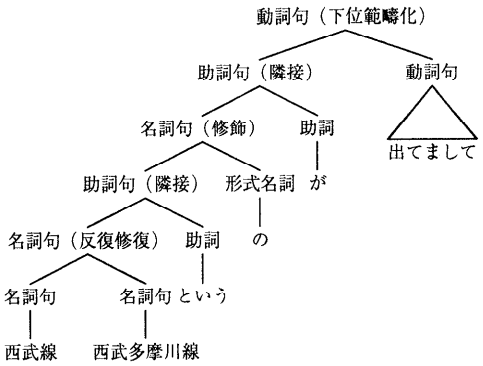
の 3 つの条件を付け加える．隣接，修飾規則にも同様に付け加える．反復修復規則，包含修復規則，断片修復規則では，Z の reparandum 素性は no であるが，X の reparandum 素性には制約がない．打消し規則では，X′ の reparandum 素性は yes であり，X の reparandum 素性には制約がない．感動詞や打消しを表す語句などは，打消し規則によって，言い直し対象部と結び付き，reparandum 素性が yes の素性構造を作る．この素性構造は，通常の書き言葉用の規則を適用することはできないが，反復修復規則，包含修復規則，断片修復規則によって後の句と結び付けられ，通常の規則で扱うことができるようになる．**図5** に打消し規則の適用例を示す．**図6** に，これら 4 規則を用いた，言い直しを含む発話の解析例を示す．括弧の中は，その句を作るのに用いた規則である．

6. 実　　験

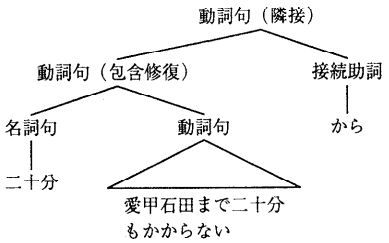
以上の規則 A–D を Grass-J に追加した．規則 A の X と Z の類似性の条件 (1)～(8) は選言の形で記述した．これにより，選言情報を含む素性構造を扱う方法を用いて，複数の条件に当てはまる言い直しも効率良く扱うことができるが，本実験では，そのような方法のうち制約射影[15]を用いた．また，規則 B で，X の単語列が Z の単語列の部分列でなくてはならないという条件は，単一化文法の枠組みでは実現が困難なので，規則に手続きを付加する方法で行った．

表3 に示した例に関して解析実験を行い，解析木が求められることを確認した．これらの例は，分析を行った対話の中の発話で，言い直し対象部と編集表現を取り去ると元のパーザで解析できるものの中から，各分類のものを代表するようなものを選んでおり，上記の分類 A の (I), (II), (III) および分類 B の (a), (b), (c) の言い直しを含む．解析システムは DEC Alpha station 500/333 MHz 上の Digital Unix 3.2 で動作す

·西武線，西武多摩川線というのが出てまして



·二十分愛甲石田まで二十分もかからないから



·ルビ，え，ごめんなさい，えーとロビーを抜けます

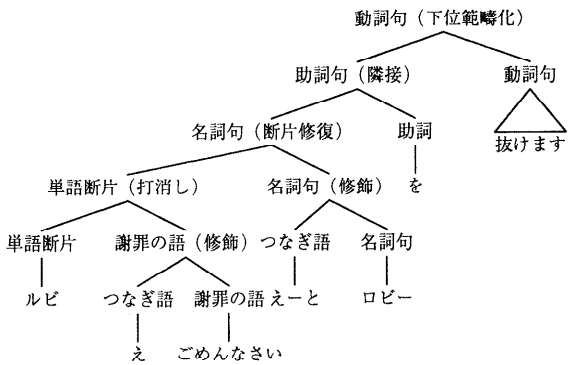


図6 言い直しを含む発話の構文木
Fig. 6 Parse trees for example utterances including self-repairs.

る Allegro Common Lisp ver. 4.3 を用いて構築した．構文解析は上昇型チャート解析[11]を用いて行った．発話はひらがな文字列の単語または単語断片のリストの形式で入力した．単語か単語断片かは音響処理部で判断できると仮定した．計算時間は，全解探索にかかった時間を計測したものである．

7. おわりに

本論文では，対話の分析に基づき，言い直しを扱うための句構造規則を用いた発話の解析法を提案し，単一化文法を用いて実現できることを示した．佐川ら[21]は，言い直しを扱う規則を記述することはまず不可能であると述べているが，本論文では，分析したコーパスにおいて，多くの場合，言い直しが規則を用いて扱えることを示した．

本論文で提案した規則は，言い直しではないものを言い直しと認めてしまう場合がある．たとえば，

本厚木，愛甲石田の二駅に止まります

という発話の場合，正しい解とともに，タイプ (I-2) の言い直しを含む，

$[本厚木]_x$，$[愛甲石田]_z$ の二駅に止まります

という解も出力される．しかし，現在のところ，間違った解を排除してはいない．なぜなら，発話の解釈は構文意味情報だけでは一意に決定できないからである．ただし，もっともらしい解から順に出力すること[23]は，逐次解析の点から有用である．たとえば，言い直しを扱う規則の優先度を下げることが考えられるが，どのように優先度を決定すればよいかは将来の課題である．

また，本論文では分類 A の (IV) の型の言い直し，

表3 解析可能な発話の例
Table 3 Example parsable utterances including self-repairs.

発話	種類 *		計算時間 (s)	得られた構文木の数
[バス]$_X$ [バス]$_Z$ に 乗り ます	(I-1)	(a)	0.28	4
[厚木]$_X$ [NTT 厚木研究所]$_Z$ の 最寄り の 駅 に なる んです よ	(I-2)	(a)	2.72	19
5号館 の [5 の 109 (いちぜろきゅう) B]$_X$ [5 の 109 (ひゃくきゅう) B]$_Z$ という 部屋	(I-2)	(a)	2.07	52
[突き当たり]$_X$ [っていうか]$_Y$ [ちょっと 右っかわ]$_Z$ な んです けれども	(I-2)	(c)	0.30	1
[左側]$_X$ [バス停 の 左側]$_Z$ に 武蔵野市役所 が あり ます	(I-2), (II)	(a)	1.48	20
[バス で]$_X$ [バス で]$_Z$ 行き ましたら	(I-3)	(a)	0.80	14
[厚木 から]$_X$ [あ]$_Y$ [町田 から]$_Z$ さらに 二十分 ぐらい 先 まで 行って	(I-4)	(c)	0.82	8
[そこ の]$_X$ [あの]$_Y$ [インフォメーション の]$_Z$ 人 が 教えて くれる と 思う んです よ	(I-4)	(b)	3.17	14
[北口 の]$_X$ [駅 の 北口 の]$_Z$ バス乗り場	(I-4), (II)	(a)	0.78	17
[三鷹駅 から]$_X$ [あ]$_Y$ [三鷹駅 で]$_Z$ 降りて	(I-5)	(c)	0.37	2
[西八王子 の]$_X$ [JR の 西八王子 まで]$_Z$	(I-6)	(a)	0.62	7
[それ を]$_X$ [その 前 を]$_Z$ 直進して下さい	(I-7)	(a)	0.25	1
すぐ 左側 に [守衛 が]$_X$ [守衛所 が]$_Z$ あり ます	(I-7)	(a)	0.60	2
先ほど 言った 正門 [に]$_X$ [に]$_Z$ すぐ 出 ます んで	(I-8)	(a)	4.07	6
左側 [に]$_X$ [が]$_Z$ 武蔵野市役所 な んです ね	(I-9)	(a)	0.38	2
そこ で 電話 を [借りて]$_X$ [借りて]$_Z$ ですね	(I-10)	(a)	0.58	7
[すぐ 行く と]$_X$ [しばらく 行く と]$_Z$	(I-11)	(a)	0.75	7
[右 に 曲がる と]$_X$ [あの]$_Y$ [右 に 行く と]$_Z$	(I-12)	(b)	0.52	3
[研究所 渡って]$_X$ [あ]$_Y$ [道路 渡って]$_Z$	(I-13)	(c)	0.13	1
また そこ で [電話した]$_X$ [電話して]$_Z$ いただけ ます か	(I-13)	(a)	1.37	12
[電話 を 借りて]$_X$ [そこ で 電話 を 借りて]$_Z$	(I-13), (II)	(a)	0.28	4
その 部屋 に [入り まして]$_X$ [入り ます と]$_Z$	(I-13)	(a)	0.72	6
[一度]$_X$ [もう一度]$_Z$ ここ に かけて いただけ ます か	(I-15)	(a)	0.57	3
[二十分]$_X$ [愛甲石田 まで 二十分 も かから ない]$_Z$ から	(II)	(a)	0.53	3
[電車 は]$_X$ [多分 電車 は 五十分 ぐらい だ]$_Z$ と 思い ます ね	(II)	(a)	2.35	22
[わ]$_X$ [分かり]$_Z$ ました	(III-1)	(a)	0.07	1
[こ]$_X$ [そこ]$_Z$ から ですね	(III-2)	(a)	0.20	1
えーと [ルビ]$_X$ [え ごめんなさい えーと]$_Y$ [ロビー]$_Z$ を 抜け ます	(III-2)	(b), (c)	0.28	1
[中 入り]$_X$ [[入っ]$_X$ [あの]$_Y$ [研究所]$_Z$ の 中 入り ます]$_Z$ と	(III-2) (I-13), (II)	(b) (内側) (a) (外側)	1.08	18
ものすごく [大きな]$_X$ [[たて]$_X$ [大きな]$_Z$]$_Z$ 建物	(III-2) (I-14)	(a) (内側) (a) (外側)	0.20	2

*(I) の言い直しで (II) の条件も満たすものは両方記述した．また，(c) の言い直しで (b) の条件も満たすものも両方記述した．

すなわち，フレッシュスタートは扱わなかったが，これを扱うには，音響処理による中断点（言い直しと編集表現の間の点）の発見[18),19)]が有効であると考えられる．しかしながら，実時間で行える方法は分かっておらず，これも将来の課題である．

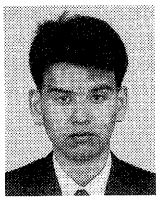
謝辞 日頃ご指導いただく石井健一郎情報科学研究部長，川端豪グループリーダ，および，討論していただいた対話理解研究グループの皆様，伝康晴氏，対話データの整理と解析実験を手伝っていただいた井上みづほ氏，鍾百鈴氏，静洋一郎氏，大熊智子氏，今井豊氏，久保田哲也氏に感謝します．

参考文献

1) Bear, J., Dowding, J. and Shriberg, E.: Integrating Multiple Knowledge Sources for the Detection and Correction of Repairs in Human-Computer Dialog, *Proc. 30th ACL*, pp.56–63 (1992).
2) 伝 康晴：統一モデルに基づく話し言葉の解析，自然言語処理，Vol.4, No.1, pp.23–40 (1997).
3) 堂坂浩二，島津 明：タスク指向型対話における漸次的発話生成モデル，情報処理学会論文誌，Vol.37, No.12, pp.2190–2200 (1996).
4) Gunji, T.: *Japanese Phrase Structure Grammar*, Reidel, Dordrecht (1987).
5) Heeman, P. and Allen, J.: Detecting and

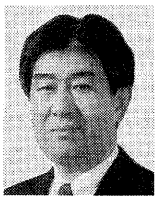
Correcting Speech Repairs, *Proc. 32nd ACL*, pp.295–302 (1994).
6) Heeman, P., Lokem-Kim, K. and Allen, J.F.: Combining the Detection and Correction of Speech Repairs, *Proc. ICSLP-96*, pp.358–361 (1996).
7) Hindle, D.: Deterministic Parsing of Syntactic Non-fluencies, *Proc. 21st ACL*, pp.123–128 (1983).
8) 川森雅仁，島津 明：話し言葉における冗長表現の解釈，電子情報通信学会技術研究報告，NLC-96-42, SP-96-73, pp.31–38 (1996).
9) 川森雅仁，島津 明，堂坂浩二，中野幹生：対話処理のためのコーパス作成，電子情報通信学会技術研究報告，NLC-97-5, pp.31–36 (1997).
10) Kawamori, M., Shimazu, A. and Kogure, K.: Roles in Interjectory Utterances in Spoken Discourse, *Proc. ICSLP-94*, pp.955–958 (1994).
11) Kay, M.: Algorithm Schemata and Data Structures in Syntactic Processing, Technical Report, CSL-80-12, Xerox PARC (1980). (Reprinted in Grosz, B.J., Johns, K.S. and Webber, B.L. (Eds.): *Readings in Natural Language Processing*, Morgan Kaufmann (1986)).
12) Kikui, G. and Morimoto, T.: Similarity-Based Identification of Repairs in Japanese Spoken Language, *Proc. ICSLP-94*, pp.915–918 (1994).
13) Levelt, W.J.M.: *Speaking*, MIT Press (1989).
14) Marcus, M.P.: *A Theory of Syntactic Recognition for Natural Language*, MIT Press (1980).
15) 中野幹生，島津 明：論理的制約の射影演算を用いた単一化に基づく構文解析，情報処理学会論文誌，Vol.36, No.1, pp.22–31 (1995).
16) Nakano, M., Shimazu, A. and Kogure, K.: A Grammar and a Parser for Spontaneous Speech, *Proc. 15th COLING*, pp.1014–1020 (1994).
17) 中野幹生，島津 明，小暮 潔：対話文の文法構築に向けた分析，情報処理学会研究報告，NL-107, pp.35–42 (1995).
18) Nakatani, C.H. and Hirschberg, J.: A Corpus-Based Study of Repair Cues in Spontaneous Speech, *Journal of Acoustic Society of America*, Vol.95, No.3, pp.1603–1616 (1994).
19) O'Shaughnessy, D.: Analysis of false starts in spontancous speech, *Proc. ICSLP-92*, pp.931–934 (1992).
20) 大塚裕子，岡田美智男：自然な発話における漸次的精緻化について，電子情報通信学会技術研究報告，NLC92-41 (1992).
21) 佐川雄二，大西 昇，杉江 昇：自己修復を含む日本語不適格文の分析とその計算機による理解手法に関する考察，情報処理学会論文誌，Vol.35, No.1, pp.46–52 (1994).
22) Shieber, S.M.: *An Introduction to Unification-Based Approaches to Grammar*, CSLI (1986).
23) Shimazu, A.: Japanese Sentence Analysis as Argumentation, *Proc. 13th COLING* (1990).
24) 島津 明，小暮 潔，川森雅仁，堂坂浩二，中野幹生：対話処理システムにおける内的コミュニケーション，言語処理学会第2回年次大会発表論文集，pp.333–336 (1996).
25) Shimazu, A., Kogure, K. and Nakano, M.: Cooperative Distributed Processing for Understanding Dialogue Utterances, *Proc. ICSLP-94*, pp.99–102 (1994).
26) Shriberg, E., Bear, J. and Dowding, J.: Automatic Detection and Correction of Repairs in Human-Computer Dialog, *Proc. DARPA Speech and Natural Language Workshop*, pp.419–424 (1992).
27) Tischer, B.: The Syntax of Self-Corrections in Dialogues, *Proceedings of ECAI-96 Workshop on Dialogue Processing in Spoken Language Systems*, pp.79–83 (1996).

(平成 9 年 6 月 10 日受付)
(平成 10 年 3 月 6 日採録)



中野 幹生（正会員）

昭和 40 年生まれ．昭和 63 年東京大学教養学部基礎科学科第一卒業．平成 2 年同大学大学院理学系研究科修士課程修了．同年日本電信電話（株）入社．以来，同社基礎研究所において，自然言語処理，対話理解の研究に従事．人工知能学会，言語処理学会，日本ソフトウェア科学会，ACL 各会員．



島津 明（正会員）

1948 年生まれ．1971 年九州大学理学部数学科卒業．1973 年同大学大学院修士課程修了．同年日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所入所．1997 年北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科教授．自然言語処理の研究に従事．工学博士．言語処理学会，計量国語学会，電子情報通信学会，人工知能学会，ACL，ACM 各会員．