

TR-IT-0140

音声対話システムに特化したキーワードと  
意味カテゴリ設計のための基礎調査

A Preliminary Study on Designing Keyword Sets and  
Semantic Categories for Spoken Dialogue Systems

竹澤 寿幸 田代 敏久 加藤 直人 衛藤 純司†  
Toshiyuki TAKEZAWA Toshihisa TASHIRO Naoto KATOH Junji ETOH†

1995. 10

内容梗概

キーワード・スポッティングのためのキーワードおよび意味カテゴリの設計のための基礎調査を行なった。作業は、「音声対話システムで対象とする対話例 (Version 1.0, Version 1.5, Version 2.0)」および「部分木を単位とする音声認識用日本語文法の文法開発対象対話文例」を対象に、次の分析を行なった。

1. タスクの分析
2. キーワードの選定
3. 構文解析

ATR 音声翻訳通信研究所

ATR Interpreting Telecommunications Research Laboratories

†日本アイアール株式会社

© 株式会社 エイ・ティ・アール音声翻訳通信研究所

© 1995 by ATR Interpreting Telecommunications Research Laboratories

## 目次

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | まえがき                                   | 1  |
| 2   | タスクの分析                                 | 2  |
| 3   | キーワードの選定                               | 4  |
| 4   | 構文解析                                   | 5  |
| 4.1 | カテゴリ                                   | 5  |
| 4.2 | 構文規則                                   | 5  |
| 5   | 問題点                                    | 8  |
| 5.1 | 数詞                                     | 8  |
| 5.2 | 人名                                     | 8  |
| 5.3 | 助詞・助動詞                                 | 8  |
| 5.4 | 複文・埋め込み文                               | 8  |
| 6   | むすび                                    | 10 |
|     | 参考文献                                   | 10 |
| A   | 付録 1: 音声対話システム (Version 1.0) で対象とする対話例 | 11 |
| A.1 | ホテルの予約                                 | 11 |
| A.2 | 予約の変更                                  | 12 |
| A.3 | 予約のキャンセル                               | 12 |
| A.4 | ホテルの紹介・問合せ                             | 13 |
| B   | 付録 2: 音声対話システム (Version 1.5) で対象とする対話例 | 14 |
| B.1 | ホテルの予約                                 | 14 |
| B.2 | ホテルの紹介・問合せ                             | 15 |
| C   | 付録 3: 音声対話システム (Version 2.0) で対象とする対話例 | 16 |
| C.1 | ホテルの予約                                 | 16 |
| D   | 付録 4: 調査結果ファイルおよび分析例                   | 17 |

## 図目次

|   |        |   |
|---|--------|---|
| 1 | タスク記述例 | 3 |
|---|--------|---|

## 1 まえがき

自発的で自由な発話には、言い淀み、言い誤り、繰り返しなどが含まれる。また、助詞や動詞の省略など、文法的に不適格な文もしばしば出現する。このような現象をそのまま受理するような文法を記述するのは困難でもあるし、人間の言語理解過程から見ても現実的ではない。なぜなら、人間が言葉を理解する際には、これらの現象をその都度それとして意識しているのではなく、いわば素通りして、発話のうちの重要な部分だけに注目して意味を理解していると考えられるからである。

キーワード・スポッティングは、人間のこのような言語理解過程をシミュレートする手法である。すなわち、冗長な表現や不適格な表現を含む、自由で自発的な発話から、伝えられるべき重要な情報を担うキーワードを検出し、そのキーワードから発話全体の意味を構成する。この方法は、音声対話システムにとって不可欠な頑健性(ロバストネス)を確保することにもなる。

以上のような考え方に立って、キーワード・スポッティングのためのキーワードおよび意味カテゴリの設計を行なった。

作業は、「音声対話システムで対象とする対話例 (Version 1.0, Version 1.5, Version 2.0)」（付録参照）および「部分木を単位とする音声認識用日本語文法の文法開発対象対話文例」（文献 [竹沢 95] 参照）を対象に、次の分析を行なった。

1. タスクの分析
2. キーワードの選定
3. 構文解析

(例)

ユーザ: 予約を取り消してください。

タスク: 用件: 予約キャンセル

キーワード: 予約 [n/reserve]/ 取り消し [v/cancel]

構文: [s [cl [v/cancel [n/reserve 予約]  
[v/cancel 取り消し]]]]

以下、この順に説明する。

## 2 タスクの分析

音声対話システムが想定しているタスクは、次のようなものである。

- ホテルの予約 (紹介・予約・変更・キャンセル)
- ホテルのサービス (ルームサービス・病気・紛失物)
- 飛行機の予約
- 列車の予約
- 劇場の予約
- レストランの予約

タスクの分析では、ユーザとシステムのどのような対話を通じてこれらのタスクが遂行されるかを分析した。個々の発話はこれらのタスクを遂行するための最小のタスクとみなすことができる。そして、いくつかの発話が集まってサブタスクを構成し、いくつかのサブタスクが積み重ねられることで全体のタスクが達成されることになる。

対話分析の“タスク”の欄には、各発話のタスクを記述した。そして、対話全体の階層的なタスク構造が分かるように、図1のような図表を別途作成した。

例) 対話番号：B  
 タスク：ホテルのキャンセル

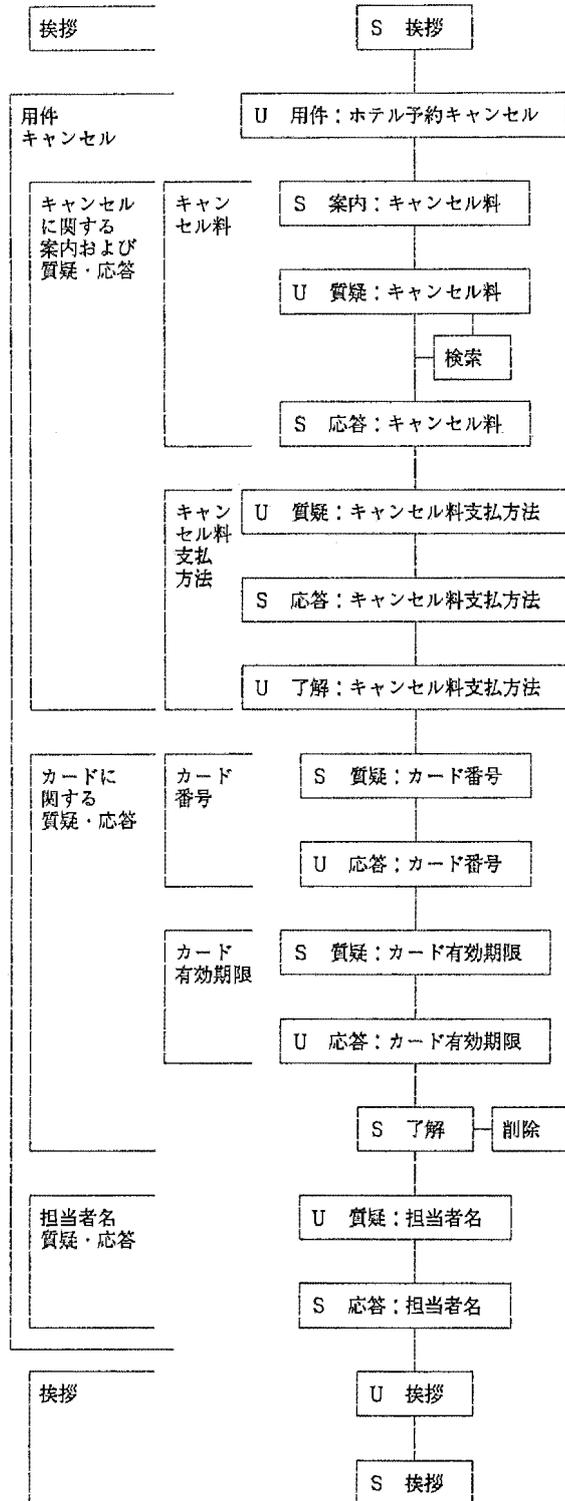


図 1: タスク記述例

### 3 キーワードの選定

キーワード・スポッティングの方法は、発話のうちの重要でない部分を無視し、重要な情報を担う部分だけを検出して、その部分から発話全体の意味を構成することである。この方法の利点を最大限に引き出すには、できるだけ少ない語彙から、できるだけ大きい意味を覆うことができるように、キーワードを設定することが必要である。

キーワードを設定する基準は何か？ ここでは、次のように考える。すなわち、対話において、話者は「何」を「どうする」かということをめぐる互いに情報を交換するので、その「何」と「どうする」ということを表す語を、まずはキーワードとする。要するに、発話のうちの「命題」を構成する語、動詞・形容詞とその格を担う名詞などである。「命題」の否定も伝達すべき情報に含まれるので、助動詞の「ない」なども必要である。

また、対話システムが想定しているようなタスクにおいては、情報の交換と並んで、対話の進行を管理する発話がある。これは、対話の開始や終結を表す発話や、対話の進行状態に関する発話、あるいは対話を中断することを相手に告げる発話などである。具体的には、始まりと終わりの「挨拶」、相手を「了解」したことを表す発話、システムがデータベースを検索しているあいだ相手に「待つ」ことを要求する発話などである。

対話分析の“キーワード”の欄には、各発話に含まれるキーワードを次に説明するカテゴリとともに記述した。また、各対話文例に含まれるキーワードをまとめてリストを作成した。

## 4 構文解析

### 4.1 カテゴリ

キーワードとして検出されるのは、主として名詞や動詞などの自立語である。ところが、統語構造を決定するのは主として助詞や助動詞などの機能語で、名詞や動詞などの自立語はこれらの機能語に支えられて初めて意味を伝える。自立語だけではきわめて限られた統語制約しか使えない。そこで、構文解析のためのカテゴリとしては、統語的な情報と意味的な情報を組み合わせた複合的なカテゴリを使って制約を強めることにした。

統語的な情報としては、音声認識用文法で使っているカテゴリを少し単純にしたものを使った。

|     |        |
|-----|--------|
| 名詞  | n      |
| 数量詞 | num    |
| 動詞  | v      |
| 形容詞 | adj    |
| 感動詞 | interj |

意味的な情報としては、キーワードに対応する英語で表現した。名詞についてはソーラス的なカテゴリを、動詞や形容詞や感動詞については訳語を、それぞれ英語で表すようにした。そして、統語カテゴリの後にスラッシュで区切って付加した。

シングルルーム [n/room-type]  
二泊 [num/night]  
予約 [v/reserve] よろしい [adj/good]  
はい [interj/yes]

### 4.2 構文規則

構文規則は、2分木で、HEAD (通常は日本語では右辺の右ノード) のカテゴリが親ノードに伝えられるのを原則とする。

- 例文1 奈良市内のホテルを予約したいのですが。  
例文2 ホテルサンルートが値段が手頃ですね。  
例文3 名前は清水太郎です。

例文1からは「奈良」「ホテル」「予約」がキーワードとして検出されるとする。「奈良」と「ホテル」の関係は、次の構文木で表される。

[n/hotel [n/place 奈良]  
[n/hotel ホテル]]

そして、「奈良 / ホテル」と「予約」の関係は次の構文木で表される。

```
[v/reserve [n/hotel [n/place 奈良]
              [n/hotel ホテル]]
[v/reserve 予約]]
```

この文はひとつの動詞述語節からなる文であり、そのことを次のように表す。

```
[s [cl [v/reserve [n/hotel [n/place 奈良]
                      [n/hotel ホテル]]
[v/reserve 予約]]]]
```

例文2からは「ホテルサンルート」「値段」「手頃」がキーワードとして検出されるとする。「手頃」が述語となり、「値段」が主語として「手頃」に係る。そして、「ホテルサンルート」は「値段/手頃」に対する総主として全体に係る。

```
[s [cl [n/hotel-proper ホテルサンルート]
      [adj/moderate [n/money-price 値段]
                    [adj/moderate 手頃]]]]
```

例文3からは「名前」と「清水太郎」がキーワードとして検出されるとする。この文は「名前」を主題とし、「清水太郎」を名詞述語とする名詞述語文であり、次のような構文で表される。

```
[s [cl [n/name 名前]
      [n/name-proper 清水太郎]]]
```

以上が構文規則の主要なタイプであるが、その他に、必ずしも2分木とはならない表現もあり、また右辺の左側ノードが親ノードに伝えられるものや、HEADがそのまま親ノードに伝わるのではなく新しいカテゴリになるものもある。

例文4 3月15日から17日まで二泊です。

```
[n/period [n/date-from 3月15日]
          [n/date-to 17日]
          [num/night 二泊]]
```

例文5 名前と電話番号をお願いします。

[n/name&tel [n/name 名前]  
[n/tel 電話番号]]

例文 6 和室一部屋ですと、一万八千円になります。

[n/room-type [n/room-type 和室]  
[num/room 一部屋]]

例文 7 名札はついていない。

[v/not\_affix [n/name\_plate 名札]  
[v/not\_affix [v/affix つい]  
[aux/not ない]]]

## 5 問題点

### 5.1 数詞

数詞は、期日や価格、電話番号など予約というタスクにとって最も重要な情報を担うものなので、必ずキーワードにする必要がある。しかし、基本数詞(0～9)は音節数が少なく、また基本数詞から数詞を形成する複雑な規則を用意しておかなければならないので、きわめて認識しにくい。

今回は、数詞の全体をキーワードとみなして、それ以上解析しなかったが、実際のシステムを作る際には問題となろう。

### 5.2 人名

人名も、予約というタスクにとって最も重要な情報である。しかし、あらかじめ限定できないオープンな語彙で、ユーザの数だけ出現可能性があるため、他の語と同じ扱いをすることはできない。

これはキーワード・スポッティングのみならず、音声対話システム一般に共通の問題で、人名専用の処理系と言語モデルを用意しなければならないだろう。

### 5.3 助詞・助動詞

助詞や助動詞などの機能語は基本的にキーワードとして採用しなかった。しかし、中には重要な情報を担うものもある。例えば、格助詞の「から」「まで」は、期間や価格帯、飛行機や列車の区間などを示すときに必ず使われるものである。今回は、例えば期間を表す「十五日から」「十七日まで」のように、前接する語が少数の場合は一緒に登録して、単独ではキーワードとしなかったが、いつもこの方法でよいとは限らないだろう。

また、今回、否定を表す助動詞「ない」「ん」をキーワードとして採用したが、これ以外にも、ある種のモダリティを表す助動詞、例えば「なければならない」「てはいけない」なども必要となるかもしれない。

### 5.4 複文・埋め込み文

キーワード・スポッティングでは、名詞や動詞などの自立語をキーワードとして検出するというのが基本なので、助詞・助動詞などの機能語を多く含み、複雑な構造を持つ文を解析することはむずかしい。例えば、2つ以上の節が結合された複文や、埋め込み文を含む文などである。

**例文 8** 茶色の革のブリーフケースで、名札は付いていませんけれども、上にイニシャルが書いてあります。

この文は「茶色の革のブリーフケースで」「名札は付いていません」「上にイニシャルが書いてあります」の3つの節を含んでいる。これら3つの節の関係を規定するのは、助動詞の連用形「で」と接続助詞「けれども」であって、これらを欠くと、その関係を見つけるのはむずかしい。

解決方法としては、「で」や「けれども」をキーワードとして検出するようにして文全体の構文解析をするか、それとも、節ごとの構文解析をするにとどめて、文全体の構文解析

はしないままにするか、いずれかの方法が考えられよう。この文では、後者の方法で、節相互の関係を規定しなくても全体の意味を理解することはできる。

例文 9 お水取りの様子がわかる写真か動画はありますか。

この文では、「お水取りの様子がわかる」という節が「写真か動画」という名詞句を修飾している。文全体の構造は次のようになる。

```
[s [cl [v/be [n/images [v/see [n/aspect [n/event お水取り]
                                     [n/aspect 様子]]
                                     [v/see わかる]]
                                     [n/images [n/image 写真]
                                             [n/image 動画]]]
    [v/be あり]]]]]
```

この例では、埋め込み文と主文の関係を規定しなければ文全体の意味を理解することはできない。そこで、連体修飾句を表す次のような規則を設けなければならないだろう。

```
n/images -> v/see n/images
```

## 6 むすび

キーワード・スポッティングは、人間の言語理解に関する観察、すなわち、冗長語や不適格な表現を含む発話から重要な部分だけを引き出して意味を理解しているという観察に基づいている。ここでは、意味情報や談話情報が大きな役割を果たしている。一方、大語彙連続音声認識は、現在のところ統語的な情報にのみ基づいていて、意味情報や談話情報は用いられていない。

両者には、それぞれ一長一短がある。キーワード・スポッティングの方は、少数のキーワードによって発話を理解しようとするので安定した意味理解を得ることができるが、タスクが非常に限られたものにならざるをえない。他方、大語彙連続音声認識の方は、語彙・文法を拡張することによって多様な言語現象をカバーすることができるが、それに伴って音声認識率は急速に低下する。

そこで、両者を組み合わせることによって、それぞれの短所を補い、長所を発揮させることができるのではないだろうか。具体的な手法は今後の課題である。

### 参考文献

- [竹林 94] 竹林洋一: “音声自由対話システム TOSBURG II — ユーザ中心のマルチモーダルインタフェースの実現に向けて —”, 電子情報通信学会論文誌, No. 8 (1994).
- [竹沢 95] 竹沢寿幸, 田代敏久, 衛藤純司: “部分木を単位とする音声認識用日本語文法”, ATRテクニカルレポート. TR-IT-0110 (1995-04).

## A 付録 1: 音声対話システム (Version 1.0) で対象とする対話例

### A.1 ホテルの予約

ユーザがシステム起動のアイコンをクリックする。

システム: 「いらっしゃいませ。」

ユーザ: 「奈良市内のホテルを予約したいのですが。」

システム: 「いつからいつまでですか。」

ユーザ: 「えーと、3月15日から17日まで2泊です。」

システム: 「何名様でしょうか。」

ユーザ: 「1名です。シングルルームをお願いします。」

システム: 「わかりました。お調べします。しばらくお待ちください。」  
コーヒーカップアイコンや時計であと何秒とか表示する。

システム: 「お待たせしました。次のホテルが予約可能です。」  
予約可能なホテル一覧を表形式のテキストで表示する。

ユーザ: 「じゃあ、ホテルサンルートにします。」

システム: 「わかりました。お名前と電話番号をお願いします。」

ユーザ: 「名前は清水太郎です。電話は 06 328 6754 です。」

システム: 「わかりました。次のように予約をお取りいたしました。」  
予約情報を表形式のテキストで表示する。

システム: 「これでよろしいでしょうか。」

ユーザ: 「はい。ありがとうございました。」

システム: 「ご利用どうもありがとうございました。」

## A.2 予約の変更

ユーザがシステム起動のアイコンをクリックする。

システム: 「いらっしゃいませ。」

ユーザ: 「すみません、予約の変更をお願いします。」

システム: 「はい、お客様のお名前をお願いします。」

ユーザ: 「清水太郎です。」

システム: 「どのホテルをいつからいつまで予約されていますか。」

ユーザ: 「スリーエムホテルを3月15日から17日まで2泊予約しています。」

システム: 「わかりました。確認いたします。しばらくお待ちください。」

コーヒーカップアイコンや時計であと何秒とか表示する。

システム: 「お待たせしました。予約が確認できました。」

予約情報を表形式のテキストで表示する。

システム: 「どのような変更をご希望ですか。」

ユーザ: 「ツインルームをシングルルームに変更できますか。」

システム: 「わかりました。お調べします。しばらくお待ちください。」

コーヒーカップアイコンや時計であと何秒とか表示する。

システム: 「お待たせしました。シングルルームが空いておりました。」

予約情報を表形式のテキストで表示する。

システム: 「これでよろしいでしょうか。」

ユーザ: 「はい。ありがとうございました。」

システム: 「ご利用どうもありがとうございました。」

## A.3 予約のキャンセル

ユーザがシステム起動のアイコンをクリックする。

システム: 「いらっしゃいませ。」

ユーザ: 「すみませんが、予約のキャンセルをお願いします。」

システム: 「はい、お客様のお名前をお願いします。」

ユーザ: 「清水太郎です。」

システム: 「どのホテルをいつからいつまで予約されていますか。」

ユーザ: 「スリーエムホテルを3月15日から17日まで2泊予約しています。」

システム: 「わかりました。確認いたします。しばらくお待ちください。」

コーヒーカップアイコンや時計であと何秒とか表示する。

システム: 「お待たせしました。予約が確認できました。」

予約情報を表形式のテキストで表示する。

システム: 「この予約を取り消しますか。」

ユーザ: 「はい。その予約を取り消してください。」

システム: 「わかりました。予約を取り消しました。」

予約情報を表形式のテキストで表示する。

システム: 「またのご利用をお待ちしております。」

#### A.4 ホテルの紹介・問合せ

ユーザがシステム起動のアイコンをクリックする。

システム: 「いらっしゃいませ。」

ユーザ: 「奈良市内の観光に便利なホテルを教えてください。」

システム: 「はい、いくつかございます。」  
ホテル情報を表形式のテキストで表示する。

ユーザ: 「お水取りの頃の予約状況はどうなっていますか。」

システム: 「調べます。しばらくお待ちください。」  
コーヒーカップアイコンや時計であと何秒とか表示する。

システム: 「お待たせしました。週末はすべて満室となっています。」  
予約状況を表形式のテキストで表示する。

ユーザ: 「なるほど。ありがとう。」

システム: 「どういたしまして。またのご利用をお待ちしております。」

## B 付録 2: 音声対話システム (Version 1.5) で対象とする対話例

### B.1 ホテルの予約

ユーザがシステム起動のアイコンをクリックする。

システム: 「いらっしゃいませ。」

ユーザ: 「奈良市内のホテルを予約したいのですが。」

システム: 「いつからいつまでですか。」

ユーザ: 「えーと、3月15日から17日まで2泊です。」

システム: 「何名様でしょうか。」

ユーザ: 「1名です。シングルルームをお願いします。」

システム: 「わかりました。お調べします。しばらくお待ちください。」

コーヒーカップアイコンや時計であと何秒とか表示する。

システム: 「お待たせしました。次のホテルが予約可能です。」

予約可能なホテル一覧を表形式のテキストで表示する。

ユーザ: 「ホテルサンルートが値段が手頃ですね。」

システム: 「ホテルサンルートにするのですか。」

ユーザ: 「ちょっとホテルの写真をを見せてください。」

システム: 「わかりました。ホテルの写真を表示します。」

ホテルの写真を表示する。

ユーザ: 「なかなかよさそうですね。では、ここにします。」

システム: 「わかりました。お名前と電話番号をお願いします。」

ユーザ: 「名前は清水太郎です。電話は 06 328 6754 です。」

システム: 「わかりました。次のように予約をお取りいたしました。」

予約情報を表形式のテキストで表示する。

システム: 「これでよろしいでしょうか。」

ユーザ: 「はい。ところで、近鉄奈良駅からはどう行けばよいのですか。」

システム: 「はい。では、地図を表示します。」

近鉄奈良駅からホテルまでの地図を静止画で表示する。

赤い線か何かで経路を表示する。

システム: 「いかがですか。」

ユーザ: 「ありがとう。」

システム: 「ご利用どうもありがとうございました。」

## B.2 ホテルの紹介・問合せ

ユーザがシステム起動のアイコンをクリックする。

システム: 「いらっしゃいませ。」

ユーザ: 「奈良市内の観光に便利なホテルを教えてください。」

システム: 「はい、いくつかございます。」

ホテル情報を地図形式の静止画に埋め込んで表示する。

ユーザ: 「どのホテルが近鉄奈良駅に近いですか。」

システム: 「ホテルサンルートです。」

ユーザ: 「もっと駅に近いホテルはないのですか。」

システム: 「申し訳ありません。こちらで紹介できるホテルにはありません。」

ユーザ: 「ところで、お水取りの頃の予約状況はどうなっていますか。」

システム: 「調べます。しばらくお待ちください。」

コーヒーカップアイコンや時計であと何秒とか表示する。

システム: 「お待たせしました。週末はすべて満室となっています。」

予約状況を表形式のテキストで表示する。

ユーザ: 「なるほど。お水取りの様子わかる写真か動画はありますか。」

システム: 「いいえ、ありません。」

ユーザ: 「そうですか。」

システム: 「他に何かございますか。」

ユーザ: 「いいえ、ありません。」

システム: 「ご利用どうもありがとうございました。」

## C 付録3: 音声対話システム (Version 2.0) で対象とする対話例

### C.1 ホテルの予約

話者 発話

ユーザ: システムを呼び出す。

システム: いらっしゃいませ。

ユーザ: 奈良観光の宿泊パックの予約をしたいのですが。

システム: はい。

システム: ホテル宿泊パックには万葉コースと古都コースがございます。

システム: どちらになさいますか。

ユーザ: それぞれおいくらなんですか。

システム: 1名様で万葉コースが25000円となっています。

システム: また古都コースが15000円となっています。

システム: これはお食事がついていないお値段です。

ユーザ: 食事はつけて下さい。

システム: お食事をつける場合はその内容により松コース、竹コース、梅コースに分かれておりますが、どちらになさいますか。

ユーザ: それぞれおいくらなんですか。

システム: 1泊当たり梅コースが1000円アップ竹コースが3000円アップ松コースが5000円アップとなります。

ユーザ: 一番安いをお願いします。

システム: そうしますと梅コースですね。

システム: お食事を梅コースとしますと古都コースが16000円、万葉コースが26000円となります。

ユーザ: 安い方をお願いします。

システム: わかりました。

システム: 古都コースでお食事つき梅コースですね。

ユーザ: そうです。

システム: では、お名前と電話番号をお願いします。

ユーザ: 清水太郎です。

システム: はい。

ユーザ: 電話番号は、06-328-6754です。

ユーザ: 3月15日から17日までの2泊をお願いします。

システム: わかりました。

システム: ご予約の確認をさせていただきます。

システム: 清水太郎様。

システム: 電話場号は、06-328-6754。

システム: 古都コース梅コースで、3月15日から17日までの2泊のご宿泊。

システム: これで、よろしいでしょうか。

ユーザ: はい。

システム: ご予約を承りました。

システム: ご利用ありがとうございました。

## D 付録 4: 調査結果ファイルおよび分析例

調査結果ファイルは次の場所にある。

```
/home/atrh34/hayashi/GRAMMAR/PartialtreeGrammar/  
95.9.RECEIVED/  
  |-- DOC/  
  |      |-- key-list.txt  
  |      |-- key-spot.doc  
  |      |-- key-spot.txt  
  |      |-- key-flow.doc  
  |      |-- ORIGINAL/  
  |          |-- key-list.txt  
  |          |-- key-spot.atr  
  |          |-- key-spot.ctl  
  |          |-- key-spot.jwx  
  |          |-- key-spot.txt  
  |          |-- key_flow.atr  
  |          |-- key_flow.ctl  
  |          |-- key_flow.jwx
```