

対話システム I D S における対話モデルと協調的応答生成

近藤 省造, 今村 誠
三菱電機(株) 情報電子研究所

自然言語による柔軟な対話能力を持つシステムの実現には、自然言語処理技術と対話管理技術の確立が不可欠である。試作システム I D S はこれらの基盤技術検討を目的としたものであり、現在、ユーザとデータベース・システムとの仲介役を果たす対話システムを開発中である。

本稿では、まず I D S における対話モデル及びその動作メカニズムとして提案したプランニング/メタ・プランニング機構について述べ、次にそれらに基づいた協調的応答生成方式について述べる。これによって、検索失敗原因の提示、代案の生成、応答の見やすい形式への編集、検索結果の解釈を助ける関連情報の付加などの機能を実現している。

Cooperative Responses based on Dialogue Model

Shozo KONDO and Makoto IMAMURA

Information Systems & Electronics Development Lab., Mitsubishi Electric Corp.
5-1-1, Ofuna, Kamakura, Kanagawa, 247 JAPAN

It's important for developing man-machine dialogue system to establish both natural language processing mechanism and dialogue management mechanism. The purpose of this prototype system (Intelligent Dialogue System : IDS) is to investigate and provide basic functions needed for these mechanisms.

This paper describes dialogue model and the method for generating cooperative responses. In this paper, dialogue model and planning/meta-planning mechanism are defined. On this basis, we propose the method for generating cooperative responses. With this method, IDS generates corrective/suggestive indirect responses, then edits an output and adds relevant informations.

1. はじめに

近年の計算機の幅広い分野への普及と計算機の特 専 門 家 である一般ユーザの急増に伴って、高機能で且つ優れたマンマシン・インタフェースの実現を望む声が一段と高まってきている。それに応えるように、最近、マンマシン・インタフェースの研究・開発がハードウェア、ソフトウェアの両面において活発化してきている。特にソフトウェア面では、知識情報処理技術の導入による飛躍的進歩が期待されている。既にデータベース検索においては、自然言語（英語、日本語）による検索を可能とするシステムが幾つか開発されている[1,2,3,4,5,6]。これらのシステムの多くは実験レベルのもので、まだ実用レベルに達しているものは数少ないとされているが、その機能は確実に向上してきている。なかでも「協調的応答の生成」に関する機能は、データベース検索に伴う煩わしさや複雑さを軽減し、一般ユーザによるデータベース利用を実現するものとして注目されている。

本稿では、試作システムIDS(Intelligent Dialogue System)において提案した対話モデル及びそれに基づいた協調的応答の生成方式について述べる。また、現状での問題点や今後のアプローチについても述べる。尚、本システムの開発は逐次型推論マシンPSI上でっており、対象とする対話例としては、車のセールスマンとお客の間で交わされる対話を想定している。

2. 協調的応答

一般に、対話システムは達成すべき目的の有無により、自由展開型と目的指向型に大別されるが、本システムでは応用性・実用性の観点から後者の立場を取っている。目的指向型の対話においては、目的を効率よく達成するために、より積極的で協調的な応答の生成が不可欠である。協調的応答の生成に関する研究としては、Griceの協調の原則・会話の公理[7]、Kaplanや Allen&Perraultによるデータベース検索における協調的応答[1,2]がよく知られている。Griceの協調の原則は、目的指向型対話システムの目的そのものに相当し、会話の公理における、質の公理は目的指向型の対話を行う上での大前提であり、量と関連性の公理は対話を効率的に進行させる協調的応答を生成する上で特に留意すべき事項と言える。

現在利用されているデータベース検索システムの多くは、検索に失敗した場合、失敗したという事実のみをユーザに伝え、その原因（入力ミスや文法エラーは除く）まで指摘するといった機能を提供していない。特に、原因がユーザの前提(presumption)の誤りであった場合は、

< Grice の協調の原則・会話の公理 >

協調の原則(Cooperative Principle)

対話の目的や方向に沿った発話をする。

会話の公理(Maxims of Conversation)

(a)量の公理(Maxims of Quantity)

適度な量の情報を提供する。

(b)質の公理(Maxims of Quality)

確かな情報のみを提供する。

(c)関連性の公理(Maxims of Relation)

現在の話題や状況に関連する内容のみを話す。

(d)様式の公理(Maxims of Manner)

曖昧な表現や矛盾する表現を避ける。

前提に誤りがなく単に検索結果が空集合(NIL 応答)であった場合との区別がつかず、不馴れなユーザにとっては非常に使いにくいものとなっている。これに対しKaplanは、ユーザの前提に誤りがある場合やYes/No質問に答える場合における協調的応答を考察している。Allen & Perraultは、限られた状況の下で、断片的な発話の解析や間接的言語行為の認識を可能とし、応答として要求以上の情報を提供するためのモデルを提案した。

本システムでは協調的な応答として

- (1) 誤りの訂正
- (2) 解の編集・要約
- (3) 関連情報の付加

に焦点をあて、その生成方式を検討した。

(1)については、特に、検索結果が空集合であった場合その原因と共にそれに代わる解(代案)を提示する機能を検討した。

(2)については、データベースの分野に依存した処理が多くなると考えられるため、そのごく初歩的なものとして、見やすい形にソーティングする機能と多数解処理機能を検討した。

(3)については、検索結果の解釈を助ける関連情報の付加機能を検討した。その際に、何が関連情報であるかの判定がポイントとなるが、本システムでは文脈情報(発話の履歴)とデータベースのディレクトリ情報を基に判定している。

こうした種々の機能を提供し、且つ見通しのよいシステム作りのため、本システムでは、目的指向型の対話を抽象化する対話モデルを提案し、それに基づく協調的応答の生成方式を検討した。

3. 対話モデルとプラン管理

対話のモデル化に関する研究は、各種対話要素技術の実現、概念の認識[8,9]等に関わっており、幾つかの提案例もある[6,10,11,12,13]が、未だ決定的なものはない。

本システムでは、その背後にデータベース検索を持つような目的指向型の対話を「ある達成すべき目的を持つユーザと、その目的を達成するための手段を有する応用システムとの間で交わされる対話である」と抽象化したモデルを提案した[14]。そこでは、

- (a) システムは幾つかの目的を達成するための手段の集合を持ち、各目的にはそれを達成するための模範的な手段の列が対応する。これをシステム・プランと呼ぶ。
- (b) 目的、手段の具体的な表現がゴール、アクションである。
- (c) システムと対話する際にユーザは、何か目的を持っており、そしてそれを達成するための手段の列を想定する。これをユーザ・プランと呼ぶ。
- (d) プランはアクション列によって表現される。

図1は、車の販売促進システムという応用例を考えた際のシステム・プランの一例である。

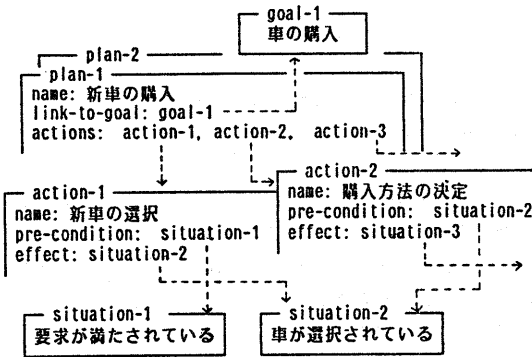


図1. 車の販売促進システムにおけるシステム・プラン

本システムでは、この対話モデルに基づいたプラン管理機能[15]をWilenskyのプランナー[16]の枠組みで実現した。図2に本システムの内部構成を、図3に処理フローの概要を示す。

文脈処理では、発話に対応した内部表現を文脈情報として保存し、これを用いて、以降の発話における「これ、もの(の)」といった代名詞の同定を行う。また、「と、ここで、そのなかで、さらに、では」等の接続語を1つの手掛かりとして省略の存在を認識し、その補足処理を行う。

対話対管理では、対話のスムーズな進行は、ユーザと

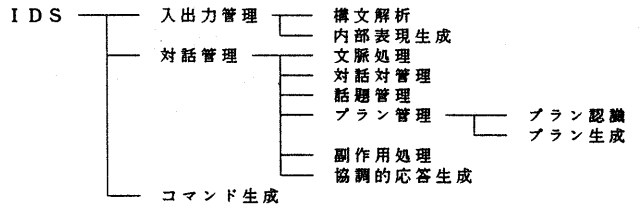


図2. IDSの内部構成

システムとの間で交わされる発話一応答の対応関係を示す対話対の連結により保証されるという前提[4]の基に、対話対の開閉状態や入れ子構造を管理する。

話題管理では、対話の流れを把握するため、対話対という構造情報だけでなく、プラン認識での意味的な繋がりや判定結果も考慮して、話題転換の発生を監視する。

コマンド生成では、ディレクトリ情報を参考に、発話に対応した内部表現からデータベース検索コマンド(SQL風)を生成する。

プラン認識では、ユーザの発話内容とシステム・プランを照らし合わせて、ユーザ・プランを形成する。これは、ユーザの内部状態を推測するためのプランニングと考えられる。例えば、アクションの前提条件が満たされていないことを示す発話が行われた場合、問題は細分化され、その前提条件を満たすことが当面のゴールと認識される(ゴール認識)。

プラン生成では、ユーザ・プランの状態(ゴールの達成状況やアクションの実行状況)を評価し、認識されたゴールを達成するためのプランをシステム・プランから

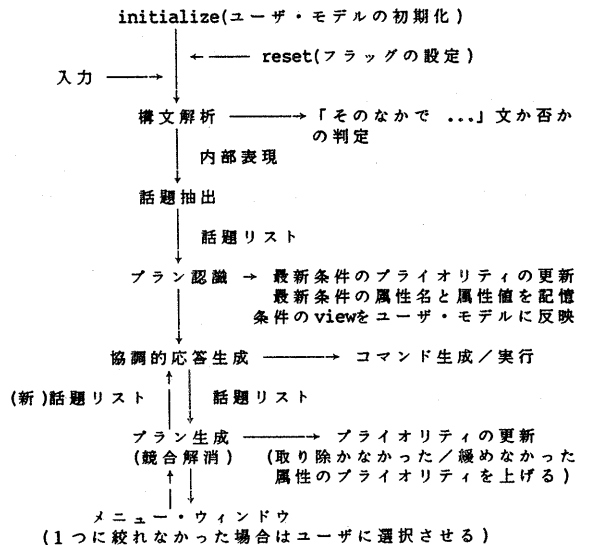


図3. IDSの処理フロー

検出し、ガイド文生成や発話予測のためのプランニングを行う。また、ゴール間の競合等で作業がデッド・ロック状態に陥った場合には、それを解消するためのメタ・プランニングを行う。その際に使用されるプランをメタ・プランと呼ぶ。

システム開発当初は、ユーザ・プランをユーザ・モデル（システムが計算機上に持つユーザのモデル）としていたが、よりきめ細かな応答の生成を実現するためにはユーザ・モデルとして情報不足であるため、現状ではユーザ・モデルを以下の要素から成るものに拡張している。

- (1) ユーザ・プラン
- (2) 属性に対するユーザの要求（発話履歴+副作用情報）
- (3) 属性に対するユーザの観点 (view)
- (4) 直前の発話との繋がりを判定するためのフラッグ

(2)は、ユーザが発話内で明示した条件（発話の履歴）やそれと関連して（常識的に）決まってくる条件（副作用情報と呼ぶ）を保存したものである。

(3)は曖昧な表現を使った検索条件の指定からユーザの属性に対する要求を捕えるための1つの指標で、データベースの検索結果をユーザの要求に合わせた形に編集する際に使用する。例えば、「燃費のよい」という表現を「ユーザは燃費という属性に対しては、より燃費値の高いものを期待している」と解釈し、検索結果を燃費のよい順にソーティングして表示する。

(4)は、「そのなかで ...」などの表現を使った絞り込み検索を要求する発話文を、よりの確に処理するためのものである。

4. 協調的応答の生成

3で述べた対話モデル及びプラン管理を基にした協調的応答の生成方式について述べる。

4.1. 応答生成アルゴリズム

図4は、本システムで提案した応答生成アルゴリズムを処理フローの形で示したものである。その特徴として、

- (1)「そのなかで ...」という表現の検索要求文に対する検索が失敗した場合の処置
 - ・曖昧な表現で検索条件を指定した場合は、相対的検索に切り替える。
 - (例文： そのなかで燃費のよいものは？)
 - ・具体値による条件指定（絶対的検索の要求）の場合

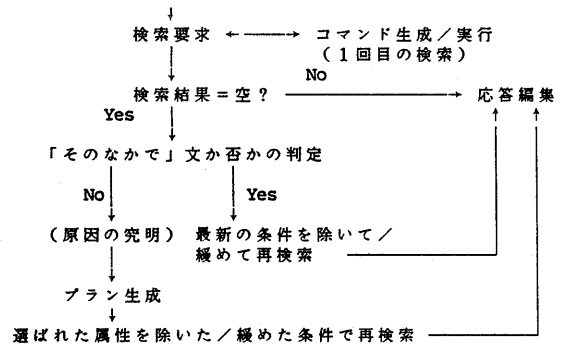


図4. 協調的応答生成の処理フロー

は、プラン生成を介して代案の生成を行う。

(例文： そのなかで200万円以下のものは?)

(2) 代案として生成された検索結果の編集

検索結果を話者の属性に対する観点 (view)に基づいてソーティングする。

が挙げられる。

付録1は、これによって実現した相対的な絞り込み検索の実行例である。

4.2. 代案生成用プラン (メタ・プラン)

協調的応答生成では検索に失敗した場合、

(a) 原因究明部において失敗原因である条件の組合せを検出し、

(b) プラン生成を呼び出して、代案(妥協解)となる検索結果を生む条件の組合せを生成する。

プラン生成では、失敗原因である条件の組合せを受取ると、その条件の組合せから「ある条件を緩めないしは削除する」ことで、検索が成功する条件の組合せを生成する。この時、プラン生成では、検索に失敗したのは組合せの各条件に対応したゴール間で競合が発生しているためとみなし、その競合を解消するため、代案生成用プラン (メタ・プラン) を使ったメタ・プランニングを実施する。

現在、この代案生成用プランとしてを以下の3種類を使用している。

- (1) 曖昧な表現を使っている条件を緩める/削除する。
- (2) 曖昧な表現を使っている条件がなければ、属性に付いているプライオリティが1番低いものを緩める/削除する。
- (3) 1つに絞り込めない場合は、ユーザに問い返して選択させる。

このメタ・プランに基づいた「検索に成功する条件の組合せ」の生成過程の処理フローを図5に示す。

各属性に付いているプライオリティは、ユーザの個性がそれに反映されるように、対話の進行に伴って更新される。また、プライオリティの初期値や更新規則を変更することによって、戦略的な応答生成も可能となる。

以下は、上記応答生成方式で実現している対話例の一部である。

ユーザ：1800cc以下で定員が5人以下の車を買いたい
 システム：該当する解は19個あります
 (多数解処理で解の個数だけを知らせる)
 ユーザ：4ドアセダンが良い
 システム：それから？
 ユーザ：200万円以下のものは
 システム：(検索結果 → 先程の19個から絞り込んだ3個)
 ユーザ：そのなかでパワーステアリングと
 パワーウィンドウの付いたものは
 システム：(検索結果 → さらに絞り込んで1個)

対話例1. 多数解処理, 絞り込み検索

ユーザ：排気量は2000ccが良い
 システム：ふむふむ
 ユーザ：タイプは4ドアセダン
 システム：それから？
 ユーザ：燃費のよい車が好き
 システム：(検索失敗の原因を提示
 → 燃費、排気量に対する条件の組み合わせ
 → 曖昧な表現で指定した「燃費に対する条件」を緩めて再検索
 → 検索結果の提示)
 ユーザ：そのなかで馬力のあるものは
 システム：(検索結果の提示
 → 先程の解から馬力のあるものを絞り込んだ結果)

対話例2. 原因究明, 相対的検索, ソーティング

付録1の画面は、対話例2の一場面を示したものである。

5. 今後の課題

以下に、現状における具体的問題点と今後のアプローチについて述べる。

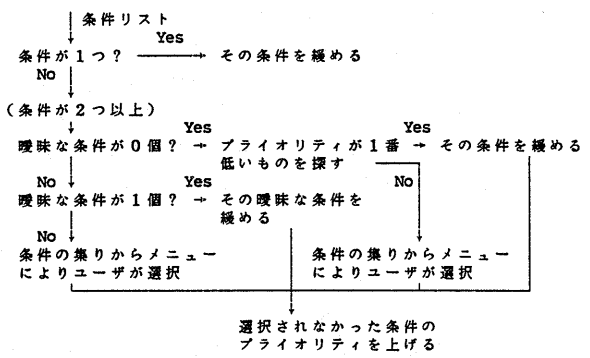


図5. 提案生成用プランに対応する処理フロー

5.1. 問題点

- (a) 「この表の三番目の車」などのシステムの応答表示そのものを指す表現に対応できない。このような問題に対処するためには、システムは自分自身の状態を表現するシステム・モデルを持つ必要がある。
- (b) 「A社以外の車など」の否定を含む表現に対応できない。これには否定の範囲の正確な認識が必要である。
- (c) 「AとBのどちらのほうが、馬力がありますか？」などの表現に対応できない。このような表現に対応するためには、自然言語で表された文に対応する検索コマンドを生成し、検索結果を表にして表示するだけでなく、幾つかの検索結果から推論して答えを得る必要がある。
- (d) 多義/未知/曖昧語などにどのように対応するか。
- (e) ユーザの意図が途中で変化した場合にどのように対応するか。
- (f) ユーザが誤解している場合、それをどのように検出し、どのように訂正するか。ユーザが誤解しているか否かを検出するためには、ユーザの理解のモデルとシステム自身の理解のモデルを持ち、その両者を比較する必要がある。更にそれを訂正する場合には、誤解点の解消によってユーザ・モデルがどのように変化するかを管理しなければならない。

5.2. 対話モデルの改良

以上のような問題点に対処し、且つ今までの機能と矛盾なく新機能を追加するため、現在、以下のような観点から対話モデルの改良を検討している[17]。

- (a) 発話の文字通りの意味を捕えるだけでなく、話し手が発話を通じて聞き手に要求しているものが何かを正確に捕えること。このため、対話を話し手／聞き手双方の問題解決過程 [18]としての定式化を試みる。
- (b) 計算機上での実現。上記問題解決過程の実装をWilenskyのプランナーの枠組みに基づいて検討している。
- (c) 状況意味論との対応付け。協調の原理や丁寧さの原理 [18]を対話に課せられている制約として捕える。

6. おわりに

試作システムIDSにおける対話モデル及びそれに基づいた協調的応答の生成方式について述べた。データベース検索に失敗した際に、失敗したという事実を伝える直接的応答だけでなく、その原因や代案を含んだ間接的応答の生成を一部実現した。また、検索結果の見やすい形への編集方式についても考察した。

対話モデルの構築は、曖昧な表現を使った発話や省略を含んだ断片的発話の正確な認識、状況に応じた的確なガイドの生成を実現する際の基盤技術として位置付けられるものであり、今後は、対話モデルの改良と共に各種対話管理機能の整理・洗練化を進めて行く予定である。

尚、本研究は第5世代コンピュータプロジェクトの一環として行われているものである。

[参考文献]

- [1] Kaplan,S.J.: Cooperative Responses from a Portable Natural Language Database Query System, Computational Models of Discourse, The MIT Press, pp.107-166, 1983
- [2] Allen,J.F. and Perrault,C.R.: Analyzing Intention in Utterances, AI15, pp.143-178, 1980
- [3] 西田豊明: 対話の計算機モデル(サーベイ), 「対話行動の認知科学的研究」研究会, 1984
- [4] 宮地, 他: 話題管理機能を持つ対話システムの試作, 情処学会, 知識工学と人工知能研究会 38-7, 1985
- [5] 鈴木, 他: ユーザの会話の型を用いた質問応答システム, 情処学会, 自然言語処理研究会 49-3, 1985
- [6] 加藤, 他: 質問応答における意図の把握と話題の管理, 情処学会, 自然言語処理研究会 58-6, 1986
- [7] Grice,H.P.: Logic and Conversation, in Cole,P. and Morgan,J.L.(Edt.), Syntax and Semantics III, Academic Press, 1975
- [8] Searle,J.R.: Speech Acts, Cambridge University Press, 1982
- [9] 山梨正明: 発話行為, 大修館書店, 1986
- [10] Grosz,B.J. and Sidner,C.L.: Discourse Structure and the Proper Treatment of Interruptions, Proc. IJCAI85, pp.832-839, 1985
- [11] Joshi,A.K.: Mutual Beliefs in Question Answering Systems, in Smith,N.(Edt.), Mutual Belief, Academic Press, 1982
- [12] 山本, 他: メタ・プランニングと対話モデル, 人工知能学会研究会資料 SIG-HICG-8701-2, 1987
- [13] Schank,R.C. and Abelson,R.: Scripts,Plans,Goals and Understanding, Lawrence Erlbaum Associates, 1977
- [14] 島田, 他: 知的対話システムの対話管理機能, 信学会, 人工知能と知識処理研究会 AI86-6, 1986
- [15] 近藤, 他: 対話モデルに基づいたプラン管理機能, 情処学会, 第33回全国大会 pp.1207-1208, 1986
- [16] Wilensky,R.: Planning and Understanding, Addison-Wesley, 1983
- [17] 今村, 他: 手段目的解析に基づく対話の解釈, 情処学会, 第36回全国大会(予定), 1988
- [18] Leach,G.N.: Principles of Pragmatics, Longman Group Limited, 1983

<p>Q/A_ウインドウ</p> <p>燃費のよい車が欲しい 貴方の御希望をすべて満たすものではありませんが、条件の一部(属性:燃費)をゆるめた、次のような物件は如何でしょうか ** 文を入力して下さい ** そのなかで馬力のあるものは ** 文を入力して下さい **</p>	<p>Output_ウインドウ_1_1</p> <p>タイプ = 4ドアセダン 排気量 = 2000</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>燃費</th> <th>車名</th> <th>自動車会社</th> <th>馬力</th> <th>トルク</th> <th>価格</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>12.6</td><td>アスカ</td><td>いすず</td><td>150</td><td>23.0</td><td>1923000</td></tr> <tr><td>12.4</td><td>カベラ</td><td>マツダ</td><td>145</td><td>23.3</td><td>2051000</td></tr> <tr><td>10.8</td><td>ギャランシグマ</td><td>三菱</td><td>200</td><td>28.5</td><td>2794000</td></tr> <tr><td>10.2</td><td>アスカ</td><td>いすず</td><td>110</td><td>17.0</td><td>1806000</td></tr> <tr><td>10.0</td><td>アコード</td><td>ホンダ</td><td>160</td><td>19.0</td><td>2391300</td></tr> <tr><td>10.0</td><td>ビガー</td><td>ホンダ</td><td>160</td><td>19.0</td><td>2170550</td></tr> <tr><td>9.0</td><td>セドリック</td><td>ニッサン</td><td>180</td><td>22.5</td><td>3038000</td></tr> <tr><td>8.8</td><td>クラウン</td><td>トヨタ</td><td>160</td><td>21.0</td><td>3335000</td></tr> </tbody> </table>	燃費	車名	自動車会社	馬力	トルク	価格	12.6	アスカ	いすず	150	23.0	1923000	12.4	カベラ	マツダ	145	23.3	2051000	10.8	ギャランシグマ	三菱	200	28.5	2794000	10.2	アスカ	いすず	110	17.0	1806000	10.0	アコード	ホンダ	160	19.0	2391300	10.0	ビガー	ホンダ	160	19.0	2170550	9.0	セドリック	ニッサン	180	22.5	3038000	8.8	クラウン	トヨタ	160	21.0	3335000
燃費	車名	自動車会社	馬力	トルク	価格																																																		
12.6	アスカ	いすず	150	23.0	1923000																																																		
12.4	カベラ	マツダ	145	23.3	2051000																																																		
10.8	ギャランシグマ	三菱	200	28.5	2794000																																																		
10.2	アスカ	いすず	110	17.0	1806000																																																		
10.0	アコード	ホンダ	160	19.0	2391300																																																		
10.0	ビガー	ホンダ	160	19.0	2170550																																																		
9.0	セドリック	ニッサン	180	22.5	3038000																																																		
8.8	クラウン	トヨタ	160	21.0	3335000																																																		
<p>Semantics_ウインドウ</p> <p>アクション = 検索要求 対象 = 車名 条件 タイプ=4ドアセダン and 排気量=2000 and 馬力:=aru</p>	<p>左右スクロール指示 <=</p>																																																						
<p>Command_ウインドウ</p> <pre>select 自動車, 車名, 自動車会社, トルク , 価格, グレード, 定員, エンジン , タイプ, 排気量, 馬力 from 自動車, 車種, 主要諸元 where 自動車, 車名=車種, 車名 and 車種, メーカーコード= 主要諸元, メーカーコード and タイプ=4ドアセダン and 排気量=2000 and 馬力>=160 and 馬力<500</pre>	<p>Output_ウインドウ_2_1</p> <p>排気量 = 2000 タイプ = 4ドアセダン</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>馬力</th> <th>車名</th> <th>自動車会社</th> <th>トルク</th> <th>価格</th> <th>グレード</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>200</td><td>ギャランシグマ</td><td>三菱</td><td>28.5</td><td>2794000</td><td>スーパーエクシード</td></tr> <tr><td>180</td><td>セドリック</td><td>ニッサン</td><td>22.5</td><td>3038000</td><td>V20ターボSGL</td></tr> <tr><td>160</td><td>クラウン</td><td>トヨタ</td><td>21.0</td><td>3335000</td><td>ロイヤルサルーン</td></tr> <tr><td>160</td><td>ビガー</td><td>ホンダ</td><td>19.0</td><td>2170550</td><td>2.0Si</td></tr> <tr><td>160</td><td>アコード</td><td>ホンダ</td><td>19.0</td><td>2391300</td><td>2.0Si</td></tr> </tbody> </table>	馬力	車名	自動車会社	トルク	価格	グレード	200	ギャランシグマ	三菱	28.5	2794000	スーパーエクシード	180	セドリック	ニッサン	22.5	3038000	V20ターボSGL	160	クラウン	トヨタ	21.0	3335000	ロイヤルサルーン	160	ビガー	ホンダ	19.0	2170550	2.0Si	160	アコード	ホンダ	19.0	2391300	2.0Si																		
馬力	車名	自動車会社	トルク	価格	グレード																																																		
200	ギャランシグマ	三菱	28.5	2794000	スーパーエクシード																																																		
180	セドリック	ニッサン	22.5	3038000	V20ターボSGL																																																		
160	クラウン	トヨタ	21.0	3335000	ロイヤルサルーン																																																		
160	ビガー	ホンダ	19.0	2170550	2.0Si																																																		
160	アコード	ホンダ	19.0	2391300	2.0Si																																																		
	<p>左右スクロール指示 <=</p>																																																						
	<p>入力用_ウインドウ</p> <pre>>nennpi no yoi kuruma ga hoshii >sononakade bariki no aru mono ha >■</pre>																																																						
<p>入力待ち 構文解析 意味解析 プラン認識 応答生成 コマンド生成 コマンド実行 応答表示 プラン生</p>																																																							

付録1. 相対的絞り込み検索の実行例