

語学訓練用知的 CAI システムにおける学習者の意図の把握と会話制御方式†

山本 秀樹^{†*} 甲斐 郷子^{†*}
大里 真理子^{††} 椎野 努^{††**}

本論文では、会話シミュレーションを基にした語学訓練用知的 CAI システムにおいて、学習者に適切な指導を行うための意図の理解とそれに基づいた会話制御を行う方式について述べた。本システムを使用する学習者は、シミュレートされている場面に関係した意図だけでなく、英語の知識に関する意図を持つ。この意図が、明示的に示されない場合、システムは、それを学習者の誤り、発話文の表層の情報などから理解しなければならない。学習者の意図を考慮した発話を行うために、システムの会話制御部を、シミュレーション会話制御部、教育会話制御部、および会話制御切替部から構成する。シミュレーション会話制御部は、目標指向の会話モデルに基づいた会話を制御する。発話の中に、目標-副目標関係、目標-手段関係が検出できる場合は、発話は会話の流れに沿っているといえる。会話制御切替部は、学習者からの教育会話の要求や、会話の中の誤りによって教育会話を起動する。教育会話は、学習者の誤った知識を正すなどの教育目標を達成すべく制御される。教育会話の目標が達成されたら、教育会話が起動される以前のシミュレーション会話に制御を移動する。本方式により、従来のシステムと比較して柔軟な教育が可能になり学習効果が向上する。本システムで採用した会話制御部の構成は、シミュレーション会話制御部を他の教育対象のシミュレータと入れ換えることにより、英会話以外の知的 CAI システムに対しても応用可能である。

1. はじめに

計算機と人間の自然言語による対話の研究は、計算機をより使いやすく、親しみやすいものにするために重要な研究であり、すでに、診断システム、案内システム、教育システムといった種々のシステムに対する自然言語対話方式の研究が行われている^{1)~4)}。それらに対話の主導権で分類すると、システムが常に会話の主導権を持ち、利用者がそれに追従するシステム主導型の会話方式、利用者が常に主導権を持ち、システムの応答がそれに追従する利用者主導型の会話方式、および、会話の主導権がシステムと利用者の間を行き来する双方主導型の会話方式がある。案内システムでは、利用者主導型の対話方式が多く、診断システムでは、システム主導型の対話方式が多い。教育システムでは、システム主導型、学習者主導型、双方主導型のいずれの対話方式も使用されているが、学習者に対する高度な個別教育を実現しようとする知的 CAI システムでは、システムが一方的に主導権を持って教授す

るだけでなく、学習者が主導権を持って質問できる双方主導型の対話制御方式が重要である⁵⁾。

双方主導型を実現するためには、(1)システムが会話の文脈を理解し、その文脈の中で、システムの対話の目標を達成するためのプランニングを行うこと、(2)会話の最中に学習者主導の質問があれば、その意味を理解し、学習者に対する答えを柔軟に決定すること、(3)学習者の発話の意図をシステムが理解すること、が必要である⁶⁾。学習者の発話の意図とは、システムに対して学習者が欲している行為の内容をいう。教育システムに対する学習者の発話の意図とは、例えば、「なぜ答えが誤っているかを知りたい」などがある。

著者らは、知的 CAI システムとして、会話のシミュレーションに基づいた語学訓練用知的 CAI システムの研究を行っている^{7)~9)}が、このシステムは、学習者に対して実際に英語を母国語とする人間と会話をしているような環境を提供することによって、学習者が会話の流れを理解し、話題に追従できるように訓練することを目的としている。十分な英会話の能力がある学習者に対しては、システムは、ある場面の会話をシミュレートする機能と、誤りを指摘する機能だけを提供すればよいが、そうでない学習者に対しては、学習者の英会話の知識を補うための会話をする機能が必要になる。この場合、学生とシステムの双方主導型の対話制御が不可欠となる。

このシステムと同じように、計算機上に仮想的な環境を実現し、その環境の中で学習者に、対象の挙

† The Intention of the Student and the Conversation Control Method in an Intelligent CAI System for Training a Foreign Language by HIDEKI YAMAMOTO, KYOKO KAI, MARIKO OSATO and TSUTOMU SHINO (Systems Laboratory, R. & D. Group, OKI Electric Industry Co., Ltd.).

†† 沖電気工業(株)研究開発本部総合システム研究所

* 現在 沖電気工業(株)研究開発本部関西総合研究所
Kansai Laboratory, R. & D. Group, OKI Electric Industry Co., Ltd.

** 現在 三重大学工学部情報工学科
Department of Information Engineering, Faculty of Engineering, Mie University

動を理解させようとする環境型の知的 CAI システムが、すでにいくつか研究されているが^{(10)~(12)}、それらの多くは、シミュレーションの対象として物理現象を扱ったものであるため、シミュレーションと、教育的な会話やアドバイスと切替えの制御機構を単純に構成しているものが多い。すなわち、システムがある対象の挙動をシミュレートしているときの学習者とシステムとのインタフェースは、数値など、制限された形式のシステム主導型の対話であり、自然言語インタフェースは、システムが教えようとしている内容に関して学習者が詳細な説明を要求する場合の利用者主導型会話に限定されていることが多い。このため、シミュレーション時と教育的会話時の主導権の切替え制御機構は、単純に構成できる。

しかし、会話のシミュレーションを基にした語学訓練用知的 CAI システムは、シミュレーション時のインタフェースも自然言語であるため、シミュレーション時の会話と、教育的な内容の会話をそれぞれどのように制御し、また、2つの会話をどのように切替え制御するかが教育上重要な問題となる。

前述の物理現象を対象とした知的 CAI システムをはじめ、他の種々の分野を対象とした知的 CAI システムにおいても、本来教育効果を高めるためには、シミュレーション時に自然言語インタフェースが必要であり、このような対話制御方式は、今後重要度を増すと考えられる。

本論文では、双方主導型自然言語インタフェースの制御方式を実現するものとして、語学訓練用知的 CAI システムに対する学習者の意図を分析し、その意図に沿った会話を行うための会話制御方式について述べる。本論文の構成は、以下のとおりである。第2章では会話のシミュレーションを基にした語学訓練用知的 CAI システムの構成について論じる。第3章では、システムを使用しようとする学習者の意図を分析する。第4章では、第3章で示した学習者の意図に沿った会話を行うための会話制御方式を実現するための会話制御部の構成について述べる。第5章から第7章では、会話制御方式の実現方式について論じる。第8章

では、本論文で述べた方式を採用したシステムと学習者の対話例を示す。

2. システムの構成

語学訓練用知的 CAI システムは、自然言語を使った自由な対話をシミュレートすることによって、学習者の会話力を高めることを目標としている。システムは、ある場面を設定し、その設定上で学習者とシステムがある話題に関する会話を行う会話シミュレーション機能を持ち、その会話の中で、

- (1) 会話の流れを理解し、学習者の入力に誤りがある場合でもその入力の内容、意図を理解し、会話を継続する、
 - (2) 学習者からの話題の変化に追随する、
 - (3) 学習者のレベルに合わせた会話を行う、
 - (4) 学習者の誤り(単語、熟語誤り、文法誤り、表現誤りなど)を指摘、矯正する、
 - (5) 学習者の誤りや、学習者からの教育的発話要求に対して教育的な会話を行う、
- という機能を実現するよう構成されている。

図1にシステムの概略的な構成を示す。入力文理解部は、学習者の入力した文の構文解析・意味解析を行い、解析された意図を図2に示す格フレームの形式で状況メモリに埋め込む^{(7)~(9)}(ただし、文献7)、8)ではイベント形式と呼んでいる)。また、解析中に入力文に誤りを発見した場合、その誤り情報を学習者モデル管理部に送る。学習者モデルは、入力文から判明した学

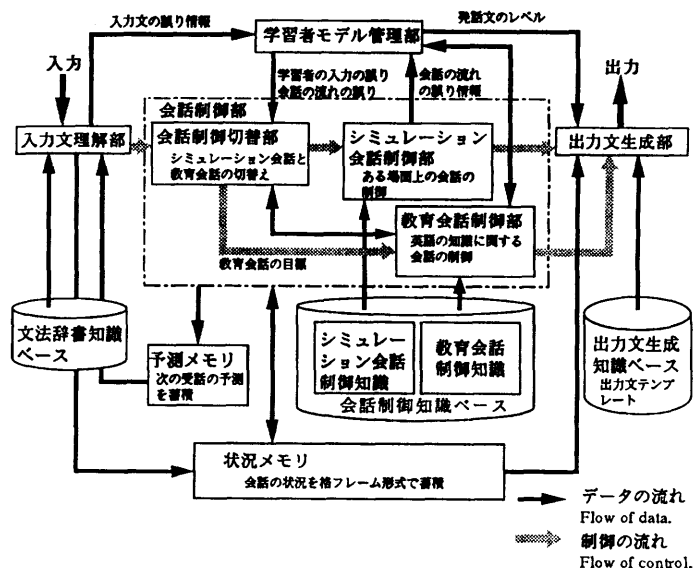


図1 システムの構成

Fig. 1 The configuration of the system.

スロット名	スロット値の表す意味
predicate	動作
agent	動作の主体
object	動作の対象
truth-value	否定か肯定か
want	可能, 要求, それ以外か
from	動作の始点
to	動作の終点
tense	過去, 現在, 未来のいずれか
method	動作を実行するための方法
place	動作を実行する場所
sentence-type	文の種類
others	上記のスロットに入らないその他の情報

図 2 格フレームの形式

Fig. 2 The knowledge representation form of the case frame.

習者の英会話に関する知識の理解状態を表現するものであり、学習者モデル管理部は、学習者の理解状態を管理する。

会話制御部は、状況メモリの情報や学習者モデル管理部の情報を用いて、システムが次に発話する内容を決定する。会話制御部の詳細は、第4章で述べる。出力文生成部は、学習者モデルを用いて、発話文の表層構造やレベル等を決定し、適切な英語で発話する。

3. 学習者の発話時の意図

一般に、計算機と利用者の間で円滑な対話を実現しようとするためには、計算機が対話相手である利用者の意図を理解する必要がある。対話における利用者の意図とは、利用者が欲している行為の内容をいう¹¹⁾。教育システムとの対話の場合、利用者の意図は、例えば、ある領域の知識を習得したいという要求や、その知識をどのように適用すれば問題が解けるかを教えてほしいという要求などがこれにあたる。知的 CAI システムの教育効果を高めるためには、システムが利用者である学習者の意図を理解し、それに合わせて教授戦略を変化させることができる必要がある。

そこで、まず、英語の学習者が、英会話を十分指導できるような相手に向かって発話する際にいづく意図を以下のように分類する。

(1) 自分の修得した英語表現を試用したい。

学習者は、新しく修得した英語表現を対話相手に対して試用し、それを相手が理解することを確認したいという意図を持つ。

(2) 会話の流れに積極的に働きかけたい。

学習者が、英語の知識に対して自信を持つ場合など

では、学習者は、話題を転換する質問を行うなど、会話の流れに積極的に働きかけたいという意図を持つ。

(3) その場面に最適な英語表現を知りたい。

学習者は、会話の流れの中で使うべき英語表現がわからないとき、その場面で最適な英語表現を知りたいという意図を持つ。

(4) 自分の英語表現がその場面に的確かどうか知りたい。

日本語に翻訳した場合には、同じ表現になるが英語表現上は、その場の状況によって異なる場合がある。

例えば、「すぐにここを出発したほうがよい。」ということ表現するのに、目上のものが目下のものという場合は、“You had better leave here at once.”ということができる。しかし、同等または目下が目上に対しての場合は、先の表現は、横柄な表現であり、“I think you should leave here at once.”というほうが確である。このような場合、学習者は、自分の表現がその場の状況に適しているかどうかを知りたいという意図を持つ。

(5) 相手の使った英語表現の持つ意味を知りたい。

学習者は、対話相手が発話した英語表現がわからない場合や、英語表現の直訳がわかって、その訳が会話の流れの中で持つ間接的な意味がわからない場合がある。このような場合、学習者は、相手の使った英語表現がどのような意味になるかを知りたいという意図を持つ。

(6) 自分の誤りを知らされた場合、誤りと判定された理由を知りたい。

自分の発話に対し、単語、文法、会話の流れなどに誤りがあると対話相手に指摘されたとき、学習者は、その理由を瞬時に理解できる場合とそうでない場合がある。例えば、

[学習者] “I wants to eat a cake.”

[システム] “主語が三人称単数現在形でないときは、主動詞にsは不要です。”

という対話のように、学習者が指摘された誤りの原因を理解できる場合は、なぜ誤りと判定されたかを明らかにしたいという意図を持たない。しかし、学習者がシステムから指摘された誤りの原因を理解できない場合は、学習者は、何故誤りと指摘されたかを明らかにしたいという意図を持つ。例えば、学習者が be 動詞の原形が、be だと知らないときに、

[学習者] “I want to is a doctor.”

【システム】“to のあとの動詞は原形です。”

といわれたときに、is ではなぜいけないのか知りたいという意図を持つ。

これらの意図は、会話シミュレーションを基にした語学訓練用知的 CAI システムを用いて英会話教育を受けようとする学習者にも当然起きると考えられる。したがって、効果的な教育を行うためには、システムがこれらの意図を理解し、それに応じた会話を行うことが必要になる。

4. 会話制御部の構成

本章では、上記の意図に対応するための、会話制御部の構成について論じる。

場面を設定した上でシステムと学習者がそれぞれの役割に則り会話を行う機能だけでは、上記の意図のうち(1)、(2)には、対応できるが、(3)~(6)には、対応できず、システムの教育内容が浅薄なものにならざるを得ない。(3)~(6)に対応するには、学習者の英会話に対する知識に関する会話を行うことが必要になる。

そこで、システムの会話制御部を、図1に示すようにシミュレーション会話制御部、教育会話制御部、および会話制御切替部とから構成する。シミュレーション会話制御部は、場面を設定した上でシステムと学習者がそれぞれの役割に則った会話(シミュレーション会話)を行う場合の制御を行う部分で、上記の意図のうち(1)、(2)に対応する。教育会話制御部は、学習者の英会話に関する知識に関する会話(教育会話)を行うもので、(3)~(6)の意図に対応する。会話制御切替部は、シミュレーション会話と教育会話を切り替えるためのものである。

5. シミュレーション会話の制御方式

5.1 シミュレーション会話のモデル

システムが、会話の流れに沿った発話を行うためには、会話の中で焦点となっている事柄に合わせた発話を行う必要がある。この会話の焦点は、会話の流れの中で刻一刻と変化する。したがって、システムは焦点の変化に追従できなければならない。会話の焦点が、どのように変化するかは、会話の場面や焦点となっている事柄によって異なる。例えば、図3のレストランで食べ物注文するときのウェイタとの会話は、「食べものを注文する」という目標を達成するための会話といふことができ、会話の焦点は、この目標を達成させる副目標や、その副目標を達成させる手段ということ

ができる。一方、図4に示す旅行者とその旅行者を迎えに来た人との会話では、会話中の焦点からの連想や知覚などによって、焦点が変化していると見なすことができる。

このように、あらゆる場面の会話の焦点の変化を説明できる会話のモデルを仮定することはできない¹⁴⁾。また、シミュレーション会話において、複雑なモデルを仮定すると、会話の制御が複雑になり、システムの実現は、困難となる。

そこで、本システムでは、学習者の発話に追従するように動的にシステムの発話を構築できること、実現が容易であること等の理由から、シミュレーション会話に目標指向の会話モデルを用いる¹⁴⁾。

目標指向の会話モデルは、会話には、目標があり会話者はその目標を達成するために会話を行うというモデルである。会話の目標は、副目標や、目標を達成するための手段から構成される。会話の目標は、それを構成しているすべての副目標を達成でき、かつ手段を適用できたときに達成される。副目標は、さらに下位

Waiter: Good morning, sir. For one?
 Client: Yes, please.
 Waiter: Would you like this table by the window?
 Client: Thank you.
 Waiter: Here's the menu, sir.
 Client: Well now, what do you recommend?
 Waiter: Well, the roast lamb is very good today. Or if you prefer fish, there's the Dover sole.
 Client: I think I'll have the roast lamb, please.
 ...

図3 会話の目標が明確な会話例
(文献13)より引用)

Fig. 3 An example of the conversation which has the clear goal of the conversation.
(Source: 13))

[[Situation:: At a station. Person A has been waiting for person B.]]

A: Have I kept you waiting long?
 B: No problem.
 A: This rain prevented my train from going on time.
 B: Did you have something interesting in this trip?
 A: I met a very interesting doctor on my next seat.
 He looks very young, but he is 53 years old.
 B: Is he as old as your father?
 A: Yes. I found my father's birthday will come soon.
 B: Have you prepared with something to give him?
 I know the very good place to buy his present around here.
 ...

図4 会話の目標が明確でない会話例

Fig. 4 An example of the conversation without the goals of conversation.

の副目標か、または副目標を直接達成するための手段を持つ。副目標は、一段下位の副目標がすべて達成されるか、または副目標の持つ手段を適用できたときに達成される。目標指向の会話における目標と副目標の関係、副目標とその下位の副目標の関係、副目標と手段の関係は1つの木(会話の木と呼ぶ)で表現でき、会話の焦点は、ある発話の時点の目標、副目標、手段のそれぞれを指す。

例えば、図5のホテルのチェックイン時の会話の構造は、図6ようになる。ここで、副目標 know-your-request は、それを達成するための手段 know-your-reservation (予約を確認する)と quest-your-request (要求を聞く)を持つ。図5(2)の発話の時点では、6図で、*が付けられた、目標 check-in、副目標 know-your-request、および手段 know-your-reservation が会話の焦点である。

また、図5(4)の発話の時点では、図5(2)の時点から手段 know-your-reservation を指す焦点だけが移動し、図6の check-in、know-your-request、quest-your-request が会話の焦点になる。

本システムでは、(1)焦点を1つも変化させない発話、(2)会話の木の中でのある副目標より下位の副目標と手段をすべて達成した場合に、その副目標を指す焦点を移動させる発話(図5(5))、(3)手段を指す焦点だけを移動させる発話(図5(3))、を会話の流れに沿った発話とする。

5.2 シミュレーション会話制御の知識表現

シミュレーション会話制御部は、(1)焦点の検出と保持と、会話の流れに沿った発話かどうかの検出、(2)シミュレーション会話の目標を達成するための手段や、副目標の選択、(3)システムの発話内容の決定、(4)学習者の発話内容の予測の決定、(5)状況メモリの更新、を行う。

図7にシミュレーション会話制御部で使用する知識表現を示す。この知識表現は、「システムが状況(constraint)で目標(goal)を達成しようとするならば、行為群(actions)を遂行し、その結

- Traveller: Can I check in? (1)
 Clerk : Yes. Do you have a reservation? (2)
 Traveller: No. (3)
 Clerk : What kind of room do you want? (4)
 Traveller: A single please. (5)
 Clerk : A single is 40 dollars. Are you all right? (6)

図5 シミュレーション会話の例
 Fig. 5 An example of the simulation conversation on the check-in situation.

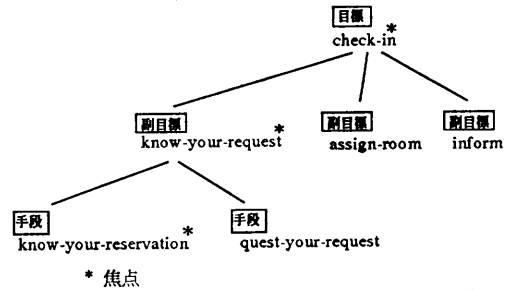


図6 目標指向の会話の構造
 Fig. 6 An example of the structure of the goal oriented conversation.

```
(defplan know-your-reservation
(goal know-your-request)
(constraint
(consequent (unknown have-reservation))
(your-intention want-check-in)
(my-intention want-check-in)
(stage hotel-front)
(my-character front-man)
(your-character guest))
(action
(question have-reservation) (1)
(question your-name)
(check&inform reservation))
(effect (success (consequent have-reservation))
(failure (consequent (off have-reservation))))))

(defplan quest-your-request
(goal know-your-request)
(constraint
(consequent (or (off have-reservation)
change-last-request))
(your-intention want-check-in)
(my-intention want-check-in)
(stage hotel-front)
(my-character front-man)
(your-character guest))
(action
(question room-type))
(effect (success nil)
(failure (off know-your-request))))))
```

図7 シミュレーション会話の知識表現
 Fig. 7 An example of the knowledge representation of the simulation conversation on the check-in situation.

果、状況の変化 (effect) を生じる」ということを表している。

constraint は、学習者の意図、システムの意図、場面、およびこれまでの会話で知識を適用した結果から構成されており、この知識を適用する条件を表している。

action は、発話内容の指定または目標の副目標への分解を表す。ここで発話内容とは、システムの発話だけでなく、システムの発話とそれに続く学習者の発話から構成される一まとまりの対話群である。例えば、(question have-reservation) は、システムが、学習者に対して、「予約があるか」を尋ねるだけでなく、(1) この間に対する学習者の答を期待すること、(2) 学習者の発話内容を予測すること、を行う。また、学習者の発話がこの手段を成功させるか失敗させるかを判断する。

effect は、この知識を適用したことによる状況メモリの変化を表す。成功の際の状況は、success に、失敗の際の状況は failure に表現される。

5.3 シミュレーション会話の例

図5の会話の Clerk の会話をシステムが行い、Traveller の会話を学習者が行った場合のシステムの発話を、図7の知識を用いて説明する。

学習者の(1)の発話により、(your-intention want-check-in) および (my-intention want-check-in) が発生し、図6のように目標 check-in と副目標 know-your-request が生成される。副目標 know-your-request を達成するために適用される手段は、know-your-reservation と quest-your-request の2つであり、現時点で適用可能なのは前者である。したがって、図7(1)の (question have-reservation) が実行されて、図5(2)が発話される。図5(3)で手段 know-your-reservation が失敗したことが判明すると、手段 know-your-reservation の焦点が、手段 quest-your-request に移動する。この焦点の移動は、手段を指す焦点だけの移動なので、図5(3)の発話は、会話の流れに沿った発話である。手段 quest-your-request が適用されると、図5(4)が発話される。図5(5)の発話によって、手段 quest-your-request が達成され、副目標 know-your-request が達成される、これによって副目標 know-your-request の焦点が、副目標 assign-room に移動し、図5(6)が発話される。この焦点の移動は、5.1節の(2)に示した移動なので、図5(5)の発話は会話の流れに沿った発話である。

6. シミュレーション会話と教育会話の会話制御の切替え

6.1 会話制御切替部の機能

会話制御切替部は、学習者モデル管理部とシミュレーション会話制御部を常に監視している。シミュレーション会話制御部は、会話制御切替部の監視の下で、ある設定における会話をシミュレートする。会話制御切替部は、監視の結果学習者に教育的発話を行うべきであると判断したときに、シミュレーション会話制御部から制御を奪い、教育会話制御部に制御を渡す。

会話制御切替部では、以下の処理を行う。

(1) 教育会話の起動

シミュレーション会話制御部から制御を奪い、教育会話制御部に制御を移す。

(2) シミュレーション会話への復帰

教育会話を行った後に、どのシミュレーション会話に戻るかを決定し、教育会話制御部からシミュレーション会話制御部に制御を復帰させる。

6.2 シミュレーション会話から教育会話への切替え

本節では、教育会話の起動方法について論じる。システムは、誤りなど、学習者の知識に問題があるとき、学習者が教育会話を明示的、暗黙的に要求したとき、または、システムの持つ教育戦略によって必要だと判断したときに教育会話を起動する。

6.2.1 学習者の知識に問題がある場合の起動

システムは、学習者の発話の、単語・熟語の誤り、および文法上の誤りを、文献7)で説明している方法によって検出し、検出した誤りの情報は、学習者モデル管理部に格納する。学習者モデル管理部は、上記の情報以外に、(1)学習者の発話文の長さが短い、(2)会話の流れが順調に進まない、(3)学習者の発話の焦点が、システムの持つ会話の焦点とずれる、(4)学習者が同じ誤りを犯す、といった情報を蓄積し、格納している。

会話制御切替部は、学習者モデル管理部に蓄積されているこれらの情報を使って会話の制御を切り替える。誤り以外の情報については、蓄積された情報の量があるレベルに達するとシミュレーション会話から教育会話に制御を切り替える。

6.2.2 学習者からの教育会話の要求による起動

システムを用いて英会話教育を受けようとする学習

者が、システムに対して教育会話を要求するのは以下の状態の場合と考えられる。

- (1) ある英語表現を知らない。
- (2) 自分の知っている英語表現に自信がない。(ある場面に適した英語表現について自信がない、自分の使った英語表現が自分の言いたい事柄を表現しているかどうか自信がない。)
- (3) システムのということがわからない。
- (4) システムから指摘された誤りの意味がわからない。
- (5) システムの能力に対し疑問を持つ。

学習者が上記の(1)~(4)の状態であることを明示的に示す場合、学習者はそれぞれ第3章の(3)~(6)の意図を持った質問をすると考えられる。また、(5)の状態にあることを明示的に示す場合は、学習者は、第3章の(3)~(6)の意図を持った質問をすると考えられる。そこで、学習者が行う英会話の知識に関する質問を、表1に示すように5つに分類する。この型の質問に対しては、シミュレーション会話から教育会話を制御を切り替えるデーモンが起動され、それによって、シミュレーション会話から教育会話を制御が切り替わる。学習者は、表1の5つの型の質問を、通常のシミュレーション会話と同じように自然言語(英語)で入力することができる。本システムでは、英語で質問を入力できない学習者のために、教育会話を要求する際に使用する典型的な質問の型を選択できるようになっている。質問の型とそれに対応するメニュー、および、メニューが選択されたときにシステムが表示するメッセージを表2に示す。

一方、学習者は、上記の(1)~(5)の状態であることを直接示す発話を行うとは限らないために、システムは、これらの状態を暗黙的に示す発話から検出することが必要となる。

具体的には、次のような場合が想定される。(1)シ

表1 学習者の質問の型

Table 1 The type of the question by the student.

質問の型	内 容
what-is 型	単語・熟語の意味、文の意味、日本語との関係を尋ねる。
how-to 型	単語・熟語・構文の使い方を尋ねる。
why-system 型	<ul style="list-style-type: none"> ●システムがなぜその発話をしたか、 ●システムが学習者の発話をそのように理解したか、 等のシステムの動作や機能について尋ねる。
why-usually 型	どうして通常そのような使い方をするのかについて尋ねる。 what-is 型や how-to 型に対するシステムの答に対しての why 質問。
if-then 型	<ul style="list-style-type: none"> ●もし~ならばどういう発話になるのか、 ●もし~という発話を行ったらどうなるか、 ●もし~という発話を行ったかったらどういえばよいのか、 等の状況に依存する知識に関して尋ねる。

表2 学習者の質問の型とシステムからのメッセージ例

Table 2 The type of the question by the student and the message from the system.

質問の型	メニュー例	システムからのメッセージ例
what-is 型	単語・熟語・文の意味	わからない単語、熟語を入力して下さい
how-to 型	単語・熟語・構文の使い方	使い方のわからない単語・熟語・構文を入力してください
why-system 型	システムがなぜそういったか	*
why-usually 型	システムのいったことばの使い方	システムの発話で、使い方のわからないところを入力してください
if-then 型	どのようにいうか	あなたのいいたい内容を表す単語・熟語をいれてください

* 直接教育的メッセージを出力する。

システムの発話時に予測した学習者の発話と実際の学習者の発話が異なる、(2)学習者が何も入力しない、(3)学習者の個々の発話の間で矛盾が多い、(4)入力時に言い直しが多い、(5)入力に時間がかかる、(6)いつも同じような表現が多い。

ただし、学習者が実際に正しい英語表現を使った会話を行っている場合に、システムが学習者の自信のなさを検出することは難しい。そこで、教育会話がある一定期間以上起動されない場合には、学習者に対し教育的な激励や評価の発話を行って学習者に自信をつけさせるための教育会話への切替えを行う。

6.2.3 教授戦略ルールによる教育会話の起動

システムは、学習者に対する教育目標を持つことができる。学習者の発話とその教育目標に合わない場合、会話制御切替部は、教育会話を起動する。教育目標

は、例えば、「学習者の発話の構文情報が最適な構文と異なっているならば、それを教育会話で直すこと」である。この教育目標は、6.2.1項で述べたような誤りではなく、学習者の発話がこの場面において最も適しているものとは異なるかどうかを検出するのに使用される。

6.3 教育会話からシミュレーション会話への切替え

会話制御切替部は、教育会話の目標が達成された時点で、教育会話からシミュレーション会話へ制御を切り替える。教育会話によって中断されたシミュレーション会話の再開は、教育会話の長さや教育会話を起動した原因を考慮して行われなければならない。本システムでは、次のような方法で切替えを行う。

(1) 教育会話中に、2回以上の学習者の発話があった場合は、教育会話からシミュレーション会話への切替えを明示する発話を会話制御切替部が行う。

(2) シミュレーション会話から教育会話に制御が移る直前のシステムの発話が疑問文または命令文の場合は、シミュレーション会話は、その文から開始する。システムの発話が疑問文または命令文以外ならば、シミュレーション会話制御知識に従って次の発話から始める。

7. 教育会話の制御

7.1 教育会話のモデル

教育会話においても、会話の流れに沿った会話を実現することが重要である。本システムでは、教育会話は、教育会話の起動の原因となった、英会話の知識を教えるという目標に基づく会話であると考える。例えば、英会話の知識を学習者が知らないために起動された教育会話においては、その知らない知識を学習者に教えることが目標となる。

したがって、教育会話の目標に対応する焦点は、(1)教育会話を起動する原因となった学習者の発話の表層構造、(2)発話の内容、(3)発話の誤り部分とそれに対応する正しい会話の知識、(4)学習者の質問内容、である。また、教育会話の手段に対応する焦点は、学習者に対する教育戦略である。

本システムの教育会話はシミュレーション会話を中断して起動される比較的短い会話であるために、目標を指す焦点は教育会話の間中、副

目標への分解が行われず、手段を指す焦点が移動する。教育会話において、会話の流れに沿った発話とは、目標に対応する焦点が移動せずに、手段に対応する焦点だけが移動する発話とする。

7.2 教育会話の種類

学習者の理解状態や、教育会話が起動された原因、あるいは、その履歴によって、学習者を効率よく教育する教育会話が決定されなければならない。本システムで扱う教育会話の種類を表3に示す。学習者の会話の流れの誤りが原因で起動された教育会話では、質問、評価、ガイダンスといった種類の教育会話を行い、学習者の誤りによって起動された教育会話では、説明や激励といった種類の教育会話を行う。

7.3 教育会話制御部の知識

教育会話制御部の持つ知識は、(1)教育会話の起動条件、(2)学習者の質問に対する答、(3)教育会話の種類を選択知識、(4)学習者の対応から理解状態を把握する知識、(5)教育会話終了条件、(6)シミュレーション会話の状況である。(1)については6.2節で述べた。

(2)については、表1で分類した学習者の質問の種類に対応して、答を次のような方法で生成する。

学習者の質問が、what-isまたはwhy-usually型であれば、あらかじめ定まった答を発話する。how-to型では、学習者が疑問に感じている事柄を表す表現を用いて説明するほうが学習者にとってわかりやすい。このため、直前のシミュレーション会話において学習者が用いた語や文、またはシステムの発話時に推測し

表3 教育会話の種類
Table 3 The type of the instructional conversation.

項目	内容
説明	学習者の質問に対して説明をする。 学習者の誤りに対して説明をする。
質問	<ul style="list-style-type: none"> •「～を知っているか」 •「～は何という意味か」 •「どう表現すればよいか」 •「間違った所が分かるか」 といった質問を行う。
評価	学習者の発話がどのような文意に取れるか説明する。 学習者の理解状態についてシステムが評価する。
激励	学習者の意欲の低下を防ぐために「がんばりましょう」などの激励を行う。
ガイダンス	シミュレーション会話の流れを学習者に知らせる。教育会話の流れを学習者に知らせる。

た学習者の次発話予測や、システムが理解した学習者の意図を、表現の候補とする。why-system 型のときは、システムのその時点までのシミュレーション会話の流れを、目標-副目標関係、目標-手段関係を用いて説明する。if-then 型のときは、既に、シミュレーション会話で使用された関係を用いて説明するのではなく、これらの関係を基に学習者が示した条件を学習者が発話したとして、それに応じた発話を行う。

(3)は、7.2 節で述べた教育会話の種類である。教育会話の起動条件に対応する教育会話の種類は、図 8 に示すように限定が可能である。

(4)は、システムの教育会話の発話に対する学習者の反応によって学習者の状態を決定する知識である。

(5)は学習者の理解状態が向上したときにシミュレーション会話に戻るための条件である。(6)は、教育会

話を終了したときに復帰するシミュレーション会話の焦点や会話の状況である。

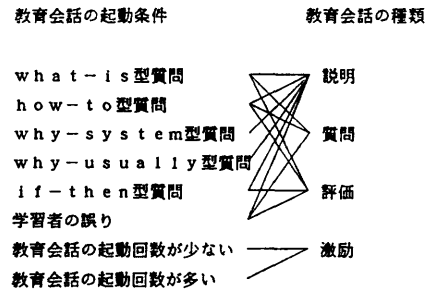


図 8 教育会話と教育会話起動条件の関係

Fig. 8 The relationship between the instructional conversation and the condition to invoke the instructional conversation.

- C...Clerk(System), T...Traveller(Student)
- C: May I help you? (1)
 - T: I want stay here. (2)
 - C: want の後ろは to 不定詞です. (3)
 - T: ... (4)
 - C: Do you want to stay here? (5)
 - T: Yes. (6)
 - C: もう一度正しく言いなおして下さい. (7)
 - T: I want to stay this hotel. (8)
 - C: Good. You want to stay at this hotel. (9)
 - Do you have a reservation? (10)

(a) 誤りによって起動された教育会話の例

- C...Clerk(System), T...Traveller(Student)
- C: Please, fill in this registration card. (11)
 - T: What is "registration card"? (12)
 - C: この語は、「宿泊台帳」という意味です. (13)
 - Please, fill in this registration card. (14)
 - T: What is "fill in"? (15)
 - C: この熟語は、「記入する」という意味です. (16)
 - Please, fill in this registration card. (17)
 - T: All right. (18)

(b) what-is 型の質問による教育会話の起動

- T...Traveller(Student),
F...A Friend of Traveller(System)
- F: How many times have you been here? (19)
 - T: Tell me how to use "twice." (20)
 - F: "I have been here twice." のように現在完了形といっしょに使います. (21)
 - How many times have you been here? (22)
 - T: I have been here twice. (23)

(c) how-to 型の質問による教育会話の起動

- C...Clerk(System), T...Traveller(Student)
- C: A twin room is 110 dollars. (24)
 - Are you all right? (24)
 - T: I have a good camera, now. (25)
 - C: Please, fill in this registration card. (26)
 - T: Why did you say so? (27)
 - C: As you said nothing about price of the room, I think you approved. (28)
 - Please, fill in this registration card. (29)
 - T: Yes. (30)

(d) why-system 型の質問による教育会話の起動

- C...Clerk(System), T...Traveller(Student)
- C: Please, fill in this registration card. (31)
 - T: What is "fill in"? (32)
 - C: この熟語は、「記入する」という意味です. (33)
 - Please, fill in this registration card. (34)
 - T: Why did you use "fill in" not "write"? (35)
 - C: "fill in" だと用紙の枠の中に記述すること, "write" だと単に記述することを指します. (36)
 - Please, fill in this registration card. (37)
 - T: Yes. (38)

(e) why-usually 型の質問による教育会話の起動

- C...Clerk(System), T...Traveller(Student)
- C: May I help you? (39)
 - T: If I want to check in, What can I say? (40)
 - C: "I want to stay at this hotel."
"Can I have a room for tonight?"
"Check in, please." と言えます.
予約があれば,
"My name is John Tenniel."
I have a reservation." と言ってもよいです.
でも、そのまま "I want to check in." と
言っても通じますよ. (41)
 - May I help you? (42)
 - T: I want to check in. (43)

(f) if-then 型の質問による教育会話の起動

図 9 システムと学習者の会話例

Fig. 9 A subdialogue of a hotel check-in situation between this system and a student.

8. 会 話 例

図9に、学習者とシステムの会話例を示す。

図9(a)では、学習者の発話の誤りによって、教育会話が起動された例である。(2)の文法誤りによって、教育会話が起動され、システムは(3)で学習者に対し文法的誤りを説明している。しかし(4)は、学習者が(3)によって何も知識を得なかったことを示している。(5)でその文法を使用した教育的発話を行っている。(6)の応答では、学習者の理解状態が変化したかどうか判明しないので、(7)の質問によって学習者の理解状態を決定しようとしている。(8)の発話で学習者が理解できたことが判明したので、(9)の発話を行った後はシミュレーション会話に復帰している。

(b)~(f)は、質問によって教育会話が起動された例で、(b)は、what-is 型の質問によって教育会話が起動された例である。学習者は(12)で単語の意味をシステムに尋ねている。それに対して教育会話が起動されて、システムは(13)で意味を答えている。(12)によって起動された教育会話は(13)で終了し、(14)ではシミュレーション会話に復帰している。教育会話の始まる直前のシステムの発話が命令文であったので、(11)と同じ発話を(14)では行っている。(15)では熟語の意味を尋ねる質問であり、システムは(16)で意味を答えている。(17)では(14)と同じ発話を行って、シミュレーション会話に復帰している。

(c)は how-to 型の質問によって教育会話が起動された例である。学習者は(20)で“twice”という単語の使い方を尋ねている。それに対して、教育会話が起動されてシステムは(21)で使い方を説明している。教育会話の始まる直前のシステムの発話が疑問文であったので、(19)と同じ発話を(22)では行っている。

(d)は why-system 型の質問によって教育会話が起動された例である。学習者は(25)において文脈から外れた発話を行っているが、システムはそれに対して答えず、(26)の発話を行う。(27)において、学習者はシステムが(26)の発話をした理由を尋ねている。それに対して教育会話が起動されて、システムは(28)で理由を述べている。(27)によって起動された教育会話は(28)で終了し、(29)ではシミュレーション会話に復帰している。

(e)は why-usually 型の質問によって教育会話が起動された例である。学習者は(32)で熟語の意味につ

いて what-is 型の質問を行っている。それに対して教育会話が起動されて、システムは(33)で熟語の意味を答え、シミュレーション会話に復帰するために(34)の発話を行っている。しかし学習者は、システムの(33)の答えに対して(35)のように why-usually 型の質問を行い、“fill in”と“write”の違いについてを尋ねている。システムは(36)において2つの表現の違いについて答えており、(37)でシミュレーション会話に復帰している。

(f)は if-then 型の質問によって教育会話が起動された例である。学習者は(40)においてチェックインしたいときにどのように表現すればよいかを尋ねている。これに対して教育会話が起動され、システムは(41)でどのように表現すればよいかを説明している。

9. お わ り に

本論文では、会話シミュレーションを基にした語学訓練用知的 CAI システムにおいて、学習者に適切な指導を行うための会話制御方式について述べた。

英語の学習者が英会話を十分指導できる相手に向かって発話するときには、シミュレートされている場面に関係する意図だけでなく、英語の知識に関する意図を持つ。これらの意図は、会話シミュレーションを基にした語学訓練用知的 CAI システムを用いて英会話教育を受けようとする学習者にも当然起きると考えられる。したがって、効果的な教育を行うためには、システムがこれらの意図を理解し、それに応じた会話を行うことが必要になる。

そこで、学習者の英語の知識に関する意図を扱うために、システムの会話制御部を、会話制御切替部、シミュレーション会話制御部、および教育会話制御部から構成した。シミュレーション会話制御部は、目標指向の会話モデルに基づいてある場面上的な会話を制御する。シミュレーション会話は、発話の中に、目標-副目標関係、目標-手段関係が検出できる場合は、その発話は一貫性が保たれているとする。これらの関係が満たされないときは、学習者は会話の流れの誤りを犯しているとする。

会話制御切替部は、(1)学習者の発話の単語、文法といった表層的な誤りや会話の流れの誤りがあったとき、(2)学習者からの教育会話の要求があったとき、(3)システムが持つ教授戦略ルールが発火したとき、にシミュレーション会話から教育会話の制御を切り替える。

(2)については、学習者はシステムに対して、自然言語で教育会話を要求することができる。本システムでは、英語で質問を入力できない学習者のために、教育会話を要求する際に使用する典型的な質問の型を選択できるようになっている。

教育会話の会話のモデルとしても、目標指向の会話のモデルを採用した。教育会話では、それが起動された原因が会話の目標となる。例えば、学習者の誤りによって起動された教育会話は、その誤り部分を学習者に教えることと、それに対応する正しい表現を教えることが目標となる。教育会話の目標が達成された時点で、会話制御切替部は、教育会話が起動される以前のシミュレーション会話に制御を移動する。

本方式により、システムと学習者がある場面における会話を行っている最中に、学習者の英語の知識に関する意図に応じられるようになり、従来のシステムと比較してより学習効果が向上する。本システムで採用した会話制御部の構成は、シミュレーション会話制御部を他の教育対象のシミュレータと入れ換えることにより、英会話以外の知的 CAI システムとして応用可能である。

謝辞 本システムの開発に協力していただいた沖テクノシステムズラボラトリー(株)加藤正明氏、浅野雅代氏、沢山ゆかり氏に深謝する。

参 考 文 献

- 1) 垣内ほか：ユーザモデルを利用した説明文生成プランニング，人工知能学会論文誌，Vol. 4, No. 2, pp. 69-79 (1989).
- 2) 佐川ほか：柔軟な対話制御機構を持ったコンサルテーション・システム，情報処理学会論文誌，Vol. 29, No. 4, pp. 350-357 (1988).
- 3) 加藤ほか：自然言語インタフェースシステムにおける意図の把握と話題の管理，情報処理学会論文誌，Vol. 29, No. 9, pp. 815-823 (1988).
- 4) 豊田ほか：知的 CAI における知識表現と教授法，情報処理，Vol. 29, No. 11, pp. 1266-1274 (1988).
- 5) 大槻ほか：自然言語対話のモデルと CAI への応用，情報処理学会論文誌，Vol. 25, No. 4, pp. 665-673 (1984).
- 6) 大槻：知的 CAI の現状と問題点について，昭和 62 年度人工知能学会全国大会(第 1 回)チュートリアル講演，pp. 21-30 (1987).
- 7) 山本ほか：会話シミュレーションを基にした語学訓練用知的 CAI システムの構成，情報処理学会論文誌，Vol. 30, No. 7, pp. 908-917 (1989).
- 8) 甲斐ほか：語学教育用知的 CAI システムにおける会話制御方式，電子情報通信学会技術研究報告，AI 89-17 (1989).
- 9) 甲斐ほか：外国語会話教育システムにおける学習者の発話の理解方式，1989 年度人工知能学会全国大会(第 3 回)論文集，pp. 407-410 (1989).
- 10) Hollan, J. D., Hutchins, E. L. and Weitzman, L. M.: STEAMER: An Interactive, Inspectable, Simulation-Based Training System, in Kearsley, G. (ed.), *Artificial Intelligence and Instruction: Application and Method*, pp. 111-134, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts (1987).
- 11) Brown, J. S., Burton, R. R. and Bell, A. G.: SOPHIE, A Step toward a Reactive Learning Environment, *Int. J. Man-Mach. Stud.*, Vol. 7, No. 5, pp. 675-696 (1975).
- 12) 宮阪ほか：物理シミュレーションモデルをベースにした知的訓練システムの開発，情報処理学会知識工学と人工知能研究会，56-8 (1988).
- 13) 山田：特集 I その時英語で何と言う？ 場面別表現集 レストランで，英語教育，86-9 増刊号，pp. 24-25 (1986).
- 14) 無藤：会話の理解，認知心理学講座 3，東京大学出版会 (1982).

(平成元年 8 月 31 日受付)
(平成 2 年 4 月 17 日採録)



山本 秀樹 (正会員)

1961 年生。1984 年京都大学工学部電気工学科卒業。同年沖電気工業(株)入社。データベースマシンの研究，知識ベースシステムの研究を経て，現在研究開発本部関西総合研究所にて知的 CAI システムの研究に従事。会話モデル，知識表現に興味を持つ。ACM, 人工知能学会，電子情報通信学会各会員。



甲斐 郷子 (正会員)

1959 年生。1984 年九州大学工学部情報工学科卒業。1986 年同大学院修士課程修了。同年沖電気工業(株)入社。以来，ソフトウェア工学，AI 応用システムの研究に従事。特に知的 CAI，対話制御に興味を持つ。ACL, 人工知能学会各会員。

**大里真理子 (正会員)**

1961年生。1983年九州大学文学部社会学科卒業。同年沖電気工業(株)入社。総合システム研究所にて、エキスパートシステム、自然言語処理、知的CAIの研究を経て、

現在、知識表現および推論等に関する研究に従事。

**椎野 努 (正会員)**

昭和16年生。昭和39年名古屋大学工学部電気工学科卒業。同年沖電気工業(株)入社。マイクロ波通信システムの研究、無線伝送システム自動設計の研究、ソフトウェア設計支

援システムの研究、機械翻訳、自然言語処理、知的CAI、エキスパートシステム等、人工知能関連の研究開発等に従事。平成2年三重大学工学部情報工学科教授。工学博士。電子情報通信学会、人工知能学会、日本ソフトウェア科学会、日本認知科学会、日本心理学会、IEEE各会員。