

## パーソナルコンピュータによるカリキュラム相談システム†

山本 米雄\*\* 尾崎 圭司\*\* 東 條 隆\*\*\*  
坂本 明雄\*\*\* 川上 博\*\*\*

パーソナルコンピュータを用いたカリキュラム相談システム (COGS) について論じる。本システムの目的は、システムとの対話を通じて学生に履修科目や今後の進路について、より深い関心を持たせることである。COGS は、教官の経験的知識を知識ベースとして持ち、対話を通じてこれを学生に提供する。また、カウンセリング過程において、学生は簡単な日本語を用いて自由に問合せができる。問合せに関しては後向き推論のプロダクションシステムを用いてこれに答えることができる。カウンセリングの制御には前向き推論を用いる。両システムは、いずれもシステム組み込みであり、COGS 用に開発したものである。このようにして相互主導の対話を実現している。最終的に、システムは、文章や図形によって、診断結果や助言を学生に与える。すでに開発されたシステムは、現在、本学電気系3年次学生を対象に利用されており、今回開発したものは、その利用結果を踏まえ、特に相互主導の対話を付加することを目標に改善を加えたものである。

### 1. ま え が き

従来は、米国イリノイ大学の PLATO に代表されるように、大型計算機を使用した大規模 CAI<sup>†</sup> が主流であった。しかし、近年のハード・ソフト両面からのコンピュータ技術の進歩により、パーソナルコンピュータを用いた CAI (以下  $\mu$ CAI と呼ぶ) が可能になってきた。両者の違いは単に使用する計算機の規模にあるのではなく、学習環境に基本的な差異がある。マイクロプロセッサの扱えるデータ量の増大、および処理速度の向上によってパーソナルコンピュータでもかなり高度な利用形態がとれるようになってきた。したがって、CAI の学習者にとっては、むしろ計算機の利用形態から生ずる学習環境の違いの方が重要である。

人間は本質的に主体的な存在であるから、CAI においても学習者が中心となるべきである。その意味では、大型計算機の端末室におもむくという利用形態よりも、コンピュータを学習者の手元に置くといった手軽さの方が、学習者のレッスンへの参加を容易にするであろう。また、パーソナルコンピュータが提供するプログラミング環境の快適さは、学習者自ら学習環境を創造してゆく可能性を暗示している。 $\mu$ CAI においては、さらにその可能性を助長していくことも考慮し

なければならない。このように  $\mu$ CAI が創り出す学習環境は、大規模 CAI におけるそれよりも、一層学習者の主体性を意識したものとなっている。また、その手軽さによって、レッスンの内容吟味といった教育上のより本質的なことに設計者の意識を集中させることができる。

そこで我々は、 $\mu$ CAI の一つとして、パーソナルコンピュータを用いたカリキュラム相談システム (COGS; COurse Guidance System) を開発した。本システムは、具体的には徳島大学工学部電気系学生を対象としたもので、カリキュラムや進路に関する相談を行う。特に我々は、現場の教官と学生が相互に対話の主導権を取りながら相談を進めていく過程をパーソナルコンピュータ上で実現することを目標とした。さらに、カリキュラムに対する教官の経験的知識を、知識ベースとしてシステムに持たせ、これを学生に提供することにした。これは、履修科目についての学生同士の口コミによる知識が、時として誤ったものやひどく誇張されたものになるからである。

なお、本論文で議論の対象として取り上げた徳島大学工学部電気系学科のカリキュラムは、主として次のような基本的な考え方の上にならって作成されている。すなわち、「電気磁気学」や「電気回路」といった電気系の基礎科目、および各専門分野の基礎論のような将来の専門に関係なく最低限必要な科目は必修科目としている。一方、選択科目はその内容から見て便宜上、情報・通信・制御コース、計算機・電子回路コース、エネルギー・コース、材料コースの四コースに分類できる。以下では、これらのうちのどのコースの科目を主に選択するかという意味で「進路」という言葉を用い

† A Curriculum Consultation System by Personal Computer by YONEO YAMAMOTO, KEIJI OZAKI, TAKASHI TOJO (Department of Information Science, Faculty of Engineering, Tokushima University), AKIO SAKAMOTO and HIROSHI KAWAKAMI (Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Tokushima University).

\*\* 徳島大学工学部情報工学科

\*\*\* 徳島大学工学部電気系学科

\* 現在 富士通(株)

ている。ただし、上記のコース別は便宜上のものであって、卒業のための要件などには全く関係がない。なお、上述のカリキュラムは、電気系教官により、過去2年間にわたり検討・改正されたものである。

## 2. システムの目的

COGS は、学生が自分の悩みを自ら解決する手助けとなることを目的としたシステムである。一般に、履修科目選択についての学生の悩みは以下の二種類の知識の不足に起因している。

- (1) 科目や進路に関する知識の不足
- (2) 科目に対する適性など自分自身に関する知識の不足

COGS では、こうした悩みを持つ学生に対して、

- (a) 科目や進路に関する不足する知識の供給
- (b) 自らを客観的に見つめ直す場や手段の提供

を行うことを目的としている。

## 3. システムの概要

### 3.1 相互主導の学習

従来からある AFO 型 CAI (Ad hoc frame oriented type CAI)<sup>2)</sup> では、問題の提示や説明の順序があらかじめ与えられているため、一定の学習目標を達成するのは比較的やさしい。しかし、それが固定的であるので、その学習過程において学習者は、単に問題に答えるだけの受動的な学習環境を強いられることになる。これは、学習意欲の減退、興味の喪失につながり望ましいことではない。以上の原因は、学習過程において学習の主導権が常にシステム側にのみあることによる。

また逆に、LOGO に代表されるようなアドリブ型 CAI (Ad lib type CAI)<sup>2)</sup> では、学習の主導権が完全に学習者側にあるために、学習者は常に能動的な立場に立ち得る。しかし、学習の制御があまり行われないうために、一定の学習目標を達成するという点では不利である。

一方、知的 CAI (Intelligent CAI)<sup>3)</sup> では、学習者とシステムの双方が、学習の主導権を相互に取ること为目标とする。これにより、主体的な学習環境の提供と、一定の学習目標の達成とを同時に両立させることが可能である。

COGS では、知的 CAI の手法を用いる。すなわち、診断過程ではシステムに主導権を持たせるが、その過程で学習者に自由な発話を許している。

### 3.2 対話の種類

カウンセリング過程においては、次のような対話が考えられる。

- (1) 問合せ (学生→COGS→学生)
- (2) 質問 (COGS→学生→COGS)
- (3) 申告 (学生→COGS)
- (4) 助言 (COGS→学生)

矢印は学生と COGS との間の情報の流れを表す。また、左端のものがその対話において主導権を取る。

#### (1) 問 合 せ

これは学生に問合せを許し、COGS がそれに答える場合である。ここで COGS が必要な処理は、問合せ内容から応答を検索することである。また、応答の検索には、簡単な推論を必要とする場合がある。例えば、学生が「留数定理は通信基礎論に重要ですか。」と問合せをした場合には、「留数定理」は「通信基礎論」の下位の科目（先に履修することが望ましい科目）である「工業数学」の重要な項目であるので、COGS は、「留数定理」が「通信基礎論」にも重要となることを推論して答える。

#### (2) 質 問

しばしば、カウンセラはクライアントのイメージを把握するために質問を行う。同様に、COGS は学生の状態（視座）を把握するために学生に質問する。これにより、学生モデル（後述）を作成する。この学生モデルを(4)の助言のために用いる。

#### (3) 申 告

学生モデルの作成に必要な情報は、質問に対する学生の応答以外にも、学生の申告の形で得られる。例えば、学生が「通信基礎論にはあまり興味はない。」と述べるような場合である。

#### (4) 助 言

COGS は学生に対する適切な助言を推論する。カウンセラが対話を通して得られたクライアントのイメージから助言を考えるように、COGS では助言は学生モデルをもとに生成する。COGS で生成される助言は、各コースへの適性や履修すべき科目などである。

### 3.3 学生モデル

COGS は、学生の状態（視座）を学生モデルで把握している。学生モデルの役目は次のとおりである。

- (1) 助言を推論するための知識として
- (2) 学生自身に関する問合せに答えるために

学生モデルは、属性とその評価値の対の集合である。属性には、各科目についての理解度、興味度、授

業態度、成績、努力度、コンディション、各コースへの適性などがある。このうち、理解度、興味度、授業態度、成績、努力度、コンディションを特に視点と呼ぶ。視点の評価値は質問によって決定される。各コースへの適性の評価値は視点の評価値を基に決定される。

4. システム構成

3.3 節の対話を実現するために、COGS は、図 1 の構成を持つ。COGS は、実際のカウンセラが対話を行いつつながら学生のイメージを作り上げ、助言する過程を模倣する。

図 1 において、横方向の矢印は日本語入出力文と内部コマンドの流れを、縦方向の矢印は知識ベースの参照と追加・変更・削除を表す。

4.1 ユーザインタフェース (NLP)

NLP (Natural Language Processor) は、COGS のユーザインタフェースに相当するもので、簡単な日本語の解析・生成を行う。

- (1) 日本語入力文から内部コマンドを生成する。
- (2) 内部コマンドから日本語出力文を生成する。

NLP で受理可能な語いは、履修科目・進路周辺に関するものに限定する。また構文も基本的に必要な最小限のものにとどめた。

NLP は次のような意味形式を扱う。

- (1) 日本語入力文に関して
    - (a) 学生の問合せ
    - (b) 質問に対する学生の応答と、申告
  - (2) 日本語出力文に関して
    - (c) 問合せに対する COGS の応答
    - (d) COGS からの質問と助言
- (a)は、知識ベースの検索・推論を必要とする入力。  
 (b)は、知識ベースの変更を必要とする入力。  
 (c)は、検索・推論された事項を埋め込む必要のあるその場で生成される出力。  
 (d)はあらかじめ用意され、必要に応じ選択される出力。

NLP の構造を図 2 に示す。

4.2 カウンセリングの制御 (CC)

CC (Counseling Controller) は、カウンセリングの制御を行う。次節で述べる BPSL は、学生が対話の主

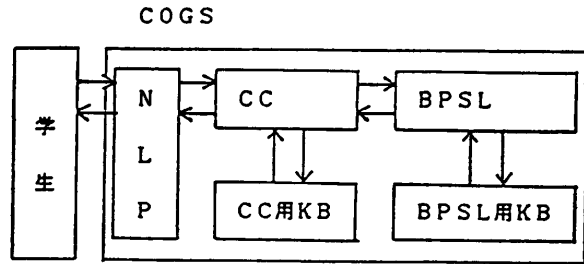


図 1 COGS の構成  
 Fig. 1 COGS: course guidance system.

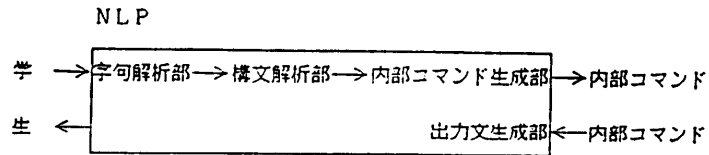


図 2 NLP の構成  
 Fig. 2 NLP: natural language processor.

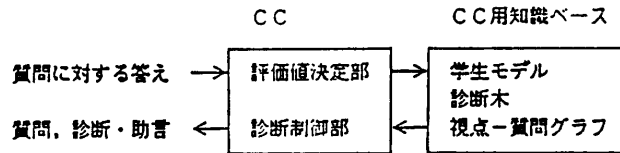


図 3 CC の構成  
 Fig. 3 CC: counseling controller.

導権を取ったときの処理を行うが、一方、CC は COGS 側が対話の主導権を取ったときの処理を行う。

- (1) 質問を行い学生モデルを作成する。
- (2) 学生モデルから助言を推論する。

CC は、カウンセリングのための知識をツリー状で持っており、これを前向きに推論する。このツリーを診断木とよぶ。

診断木の葉以外の節では、視点の評価値の参照を必要とする。視点の評価値が未決定の場合は、COGS は学生に対して質問を行う。それぞれの視点に対して、いくつかの質問が対応している。これを、視点-質問グラフと呼ぶ。COGS は、評価値が未決定な視点に対応しているいくつかの質問の中から一つを乱数で決定する。これは誰に対しても同じ質問をすると、学生が興味を失うことになるからである。

診断木の葉には、推論された属性とその評価値および助言が対応している。

CC の構造を図 3 に示す。

4.3 推論エンジン (BPSL)

COGS の推論エンジンは BPSL (Backward Produc-

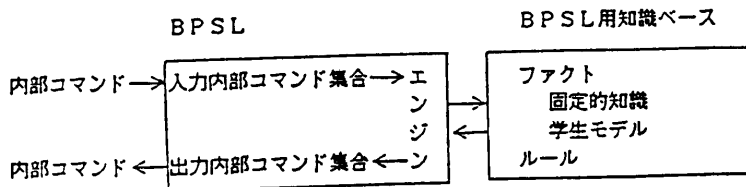


図 4 BPSL の構成

Fig. 4 BPSL: backward production system language.

tion System Language) 処理系である。これは、COGS 用に開発したものであり、次のことを行う。

- (1) 問合せに答える
- (2) BPSL 用学生モデルの作成
  - (a) 申告により決定されたもの
  - (b) 質問により決定されたもの
- (3) 助言を推論する

(1) 問合せに答えることが BPSL の主な役目である。問合せのための BPSL コマンドは NLP で生成されたものが直接 BPSL に送られる。BPSL の情報検索の対象は、履修科目や進路周辺の知識、または BPSL 用学生モデルについてである。

(2) BPSL 用学生モデルに新しい要素を追加したり、すでにある要素を削除・変更する。そのための BPSL コマンドは、NLP と CC で生成される。

(3) 助言の推論は、主に前節で述べた CC が担っているため、BPSL は BPSL 用知識ベースの参照が必要なもののみを行い、CC を補助する。

BPSL の構造を図 4 に示す。

#### 4.4 知識ベース (KB)

知識ベースは、以下のとおりである。

- (1) CC 用
  - 診断木
  - 視点-質問グラフ
  - CC 用学生モデル
- (2) BPSL 用
  - ファクト集合
  - 固定的知識
  - BPSL 用学生モデル
  - ルール集合

カウンセリングのための経験的知識は、診断木と視点-質問グラフに、カリキュラムに関する経験的知識は、ファクト集合とルール集合に表現されている。これらの経験的知識は、教官に対するアンケート等でもとめた。また、学生

モデルは、CC と BPSL の両方で用いられるので、同じものが両方の知識ベースに作成される。

## 5. 診断木

### 5.1 対話の制御

話題が次々と変わると、学生は戸惑い、自分についてじっくり考えることができなくなる。そこで、診断過程にある一貫した流れを与えるために、対話を制御する必要がある。具体的には、質問内容とその提示順序、さらに助言の内容を適切に決定する必要がある。これを制御するのが、4.2 節で述べた診断木と視点-質問グラフである。

診断過程は、まず各科目についてカウンセリングを行った後、進路に関する最終的な助言を行うという順序で進む。診断木は、1 科目あたり約 70 個の節から成り、それぞれ、理解度、興味度、授業態度、成績、努力、コンディションの六つの視点から考察する。科目は 16 科目あるが、すべてを問診するのは冗長であるので、四つのコースの科目の可否についてあらかじめ質問しておき、診断する科目を絞るようにしている。

図 5 は診断木の一例である。

図 5 では、視点は括弧でくくられており、診断結果は葉にある。各視点の評価値は、その視点から出る矢印上にある。例えば、(興味度) で 1 または 2 の評価値が得られたときは、(成績) の視点に移る。

診断結果は、情報・通信・制御コース、計算機・電子回路コース、エネルギー・コース、材料コースの四つのコースに対する適性判定と、そのコースに関する助言とから成る。図 6 は最終メッセージの一例であ

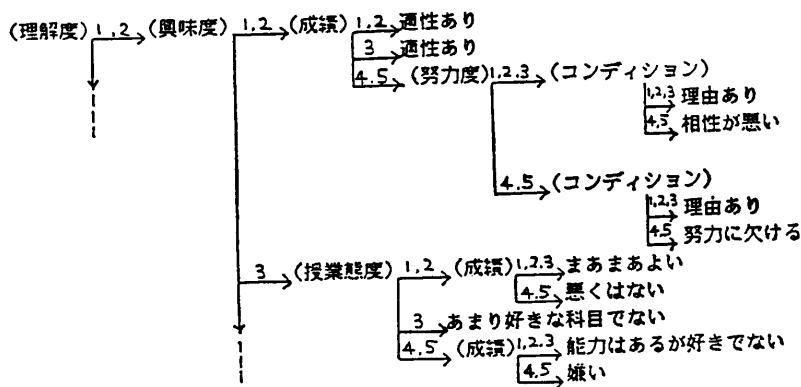


図 5 診断木

Fig. 5 A diagnosis tree.

る。

### 5.2 診断木と視点-質問グラフ

実際のカウンセラが行うように、COGSでは、視座(学生の状態)を把握するために、いろいろな視点から考察する。この視点が診断木の節に対応する。したがって、診断木はカウンセラの視点の移動、意識の流れを表現する。

視点と質問は、直接対応してなくて、視点-質問グラフを通して間接的に対応している。これにより、表層の質問と、深層の視座把握のための視点の流れを分離し、質問の選択が柔軟になる。

視点-質問グラフの例を図7に示す。

例えば、視点「理解度」についての質問は、「この教科の内容を理解できましたか」と「レポートは自分で考えましたか」であり、逆に質問「レポートは自分で考えましたか」の回答は「理解度」と「努力度」の二つの視点についての評価値を与える。

### 5.3 診断過程における矛盾

学生は必ずしも一貫した答えを入力していない。そのため、矛盾を検出し警告を発する必要がある。COGSは以下の場合を矛盾とする。

- (1) すでに決定された評価値と著しく異なる答えを学生が入力した場合。
- (2) 診断木の矛盾の葉に達した場合。

(1) たとえ同じ視点であっても、カウンセリングが進むにつれてそれに対する学生の認識は、少しずつ変化してゆくものである。したがって、前に答えた内容と著しく異なるときにかぎり警告を発する。さらに、何回かの警告にもかかわらず、矛盾する答えを入力した場合は、COGSは、学生が不真面目な態度でシステムに接していると判断して、カウンセリングを打ち切る。

(2) 上述の矛盾は一つの視点内での矛盾であるが、(2)は、相互関係がある視点間において、著しい不均衡が生じた場合の矛盾である。例えば、ある科目について、興味があると答えたにもかかわらず、授業態度が悪いと答える場合がこれにあたる。この矛盾は、診断木の矛盾の葉に達することによって検出される。

診断木の葉はすべてが有意なものではなく、これらのうちのいくつかは矛盾した葉である。COGSは、こ

情報・通信・制御コースに適性があると思います。  
プログラミング入門があまり理解できていないと思います。この科目は情報・通信・制御コースに重要です。  
プログラミング入門を早く修得しなさい。この科目は必修科目です。

図6 診断結果例  
Fig. 6 An advice.

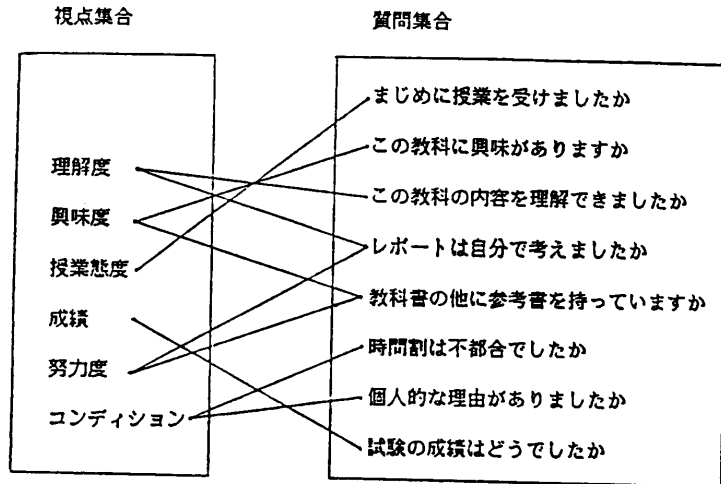


図7 視点-質問グラフ  
Fig. 7 A viewpoint-question graph.

の矛盾した葉に達すると、バックトラックを行い他の節を探索する。しかし、やはり矛盾がある回数以上に達するとカウンセリングを打ち切る。

## 6. 推論エンジン (BPSL)

### 6.1 問合せと申告

BPSLは、主に学生の問合せのための検索・推論・応答の生成を行う。例えば、問合せの入力日本語文は、NLPで次のように変換される。

通信基礎論の教科書は何ですか  
→ Ask (通信基礎論 教科書 X)

BPSLは、このコマンドをゴール文として推論を行う。また申告の場合は次のように変換される。

電子回路は好きです  
→ Mod (電子回路 好き)

このコマンドが実行されると学生モデルに  
(電子回路 好き)

という新しいファクトが追加される。

このように、BPSLは逆向き推論に変数操作とファクトの追加・修正・削除の機能を加えたものである。

変数操作が行える逆向き推論は、問合せの答えの生成用である。ファクトの追加・修正・削除の機能は、BPSL 用学生モデルを処理するためのものである。

## 6.2 BPSL のプログラム

BPSL プログラムは、次の三つの集合よりなる。

- (1) ファクト集合
- (2) ルール集合
- (3) コマンド集合

それぞれ、プロダクションシステムにおけるデータ、ルール、ゴールに対応する。

- (1) ファクト集合

ファクト集合は、次の二つのものから成る。

- (a) 固定的知識

科目や進路についてあらかじめ分かっている知識、履修規定で明確に決まっている知識や、科目や進路に関する教官の持つ経験的知識などから成る。次にその一例を示す。

(通信基礎論 教科書 通信工学)

(通信基礎論 関連項目 光ファイバ)

(工業数学 重要項目 留数定理)

(工業数学 上位 通信基礎論)

- (b) 学生モデル

学生モデルは、カウンセリングの過程で、質問や告白で決定される。

(通信基礎論 理解度 3)

(通信基礎論 努力度 2)

(電子回路 好き)

- (2) ルール集合

ファクト集合におけると同様に履修規定で明確に定まっている知識だけでなく、その科目や進路に対する教官の持つ経験的知識などから成る。

if (X 重要項目 Y) and (X 上位 Z)

then (Z 重要項目 Y)

if (X 好き) and (X 未修)

then (X 履修すべき)

現在、16科目について重要項目と関連項目がそれぞれ一つずつある。これらはルールによってより複雑に結びついている。例えば上に示したように、下位科目の重要項目は、その上位科目の重要項目ともなる。科目の重要項目や関連項目、ある科目より先に履修すべき科目は何であるか(上位科目, 下位科目), また各コースにはどの科目が重要かなどは、教官の経験による。本来、履修規定はそれらを反映すべきであるが、形式

的な履修規定では必ずしもそうっていない。しかしカウンセリングではそのような部分が重要となる。

- (3) コマンド集合

以下に述べるような BPSL コマンドの集合である。BPSL はこのコマンド集合の中からコマンドを一つずつ実行する。

BPSL のコマンドには次の三つがある。

- (a) Ask コマンド

Ask コマンドが実行されると、コマンドをゴール文として、逆向き推論が行われる。コマンドには、変数を用いることができる。

- (b) Mod コマンド

ファクトの追加・変更 (modify) を行う。

- (c) Del コマンド

ファクトの削除 (delete) を行う。

## 7. 対話例

以下に、学生と COGS との対話例を示す。

図 8 は、「授業は理解しましたか」という質問に対して、学生はそれに答えることを一時保留し、「通信基礎論の教科書は何ですか」という問合せを行った例である。COGS は、「通信基礎論の教科書は通信工学です」という答えを返した後、元の質問を繰り返し表示する。ここで、学生が質問に答えると、COGS は簡

```
*
授業は理解しましたか
1:非常に
2:かなり
3:まあまあ
4:あまり
5:ぜんぜん
```

```
>
通信基礎論の教科書は何ですか
```

```
*
通信基礎論の教科書は通信工学です
```

```
授業は理解しましたか
1:非常に
2:かなり
3:まあまあ
4:あまり
5:ぜんぜん
```

```
>
4
```

```
*
興味があるならもっと音段の努力をなさい
```

図 8 対話例 (1)  
Fig. 8 A dialogue (1).

\* :  
 \* 履修すべきは何ですか  
 > わかりません  
 電子回路のレポートは自分で考えましたか?  
 1:はい  
 2:ほとんど  
 3:だいたい  
 4:あまり  
 5:まったく  
 \*  
 \* 電子回路は未修です  
 :  
 \* 電子回路は好きです  
 :  
 \* 履修すべきは何ですか  
 > 履修すべきは電子回路です

図9 対話例(2)  
 Fig. 9 A dialogue (2).

単な助言を与えている。

図9は、申告の例である。学生についての情報が少ないうちは、履修すべき科目について「わかりません」と答えているが、学生の申告により学生モデルに十分なファクトが付け加えられると、「履修すべきは電子回路です」と答えている。

図10は、最終メッセージを補助するプロフィールである。

## 8. むすび

本論文では、 $\mu$ CAIおよび知的CAIの立場からその一例として開発したカリキュラム相談システムCOGSについて述べた。COGSの最終的な目標は、相互主導の対話による相談過程の実現である。

COGSは、電気系三年次学生が前期を終了した時点で利用することを前提に制作されている。本論文で述べたシステムのプロトタイプは昭和58年12月に完成し<sup>4)</sup>、三年次学生に対してシステムの説明会を開いて積極的な使用を呼びかけた。しかし、当初のシステムは8ビット機上で実現されていたため応答速度に難点があり、システム主導でしか動作しないものであった。このとき得られた利用者からの反響をもとに、相互主導の対話を実現し、ユーザインタフェースの改良

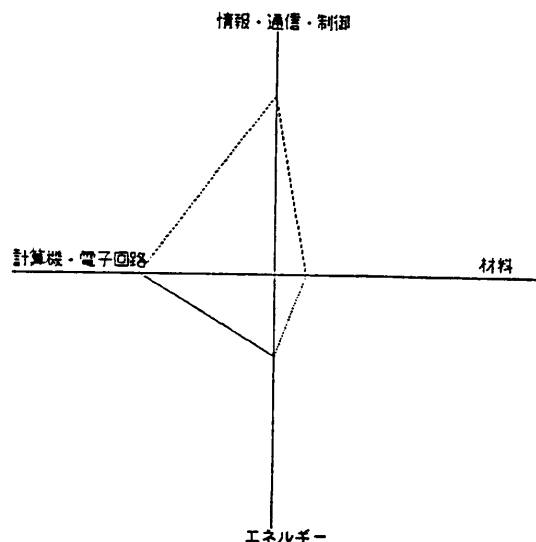


図10 プロフィール  
 Fig. 10 A profile.

などを行って新しいCOGSを開発した。

本システムに対する評価は、多くの学生が実際に利用して初めてなされるものである。そのためには、コンピュータの利用管理などの問題を克服し、「誰でも、いつでも、自由に」このシステムを使用できるという環境作りが必要となる。逆に、このような環境作りが、 $\mu$ CAIの発展に不可欠であることはいうまでもない。

知的CAIとしてのCOGSに対する今後の課題は、知識ベースの整備、説明機能の追加がある。COGSの善し悪しは知識ベースの善し悪しにかかっていると見える。つまり、カウンセラである教官の知識をいかに表現するかが、システム開発の一つの課題であった。現在のところ、この知識ベースがまだ不十分であるので、これを整備、強化する必要がある。しかし、パーソナルコンピュータを用いて、相談というより人間的な行為を行おうとする我々の試みは、成功を修め一つの指針を与えた。

## 参考文献

- 1) 大槻説乎, 竹内 章, 古川由美子: BOOKE による教材の作成・管理・運用, 情報処理学会論文誌, Vol. 21, No. 3, pp. 216-222 (1980).
- 2) Bryan, G. L.: Computer and Education, *Comput. Autom.*, Vol. 18, No. 3, pp. 1-4 (1969).
- 3) Carbonell, J. R.: AI in CAI, *IEEE Trans. Man-Mach. Syst.*, Vol. MMS-11, No. 4, pp. 190-202 (1970).
- 4) 徳島大学工学部インテリジェントCAI研究会

編：電気系学科パソコン版履修の手引き，DABSTER/COGS User's Manual (1984).

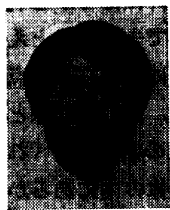
(昭和 60 年 10 月 3 日受付)

(昭和 61 年 4 月 17 日採録)



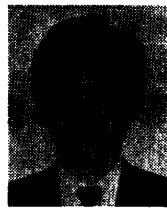
**山本 米雄 (正会員)**

昭和 20 年生。昭和 44 年大阪大学工学部通信工学科卒業。昭和 49 年同大学院博士課程修了。工学修士。同年徳島大学工学部情報工学科助手。現在同大助教授。昭和 54～55 年，57 年米国イリノイ大学の CERL で PLATO の研究に従事。CAI に興味を持っている。著書「新アマチュアプログラミング」(共著。日本ソフトバンク) など。CAI 学会，電子通信学会，IEEE などの会員。



**尾崎 圭司**

昭和 36 年生。昭和 59 年徳島大学工学部情報工学科卒業。昭和 61 年同大学院修士課程修了。日本電気(株)勤務。AI と CAI に興味を持っている。CAI 学会会員。



**東條 隆**

昭和 34 年生。昭和 57 年徳島大学工学部情報工学科卒業。昭和 59 年同大学院修士課程修了。同年富士通(株)入社。現在，同社システム本部 CAL システム部に勤務。CAL システムの開発に従事。CAI 学会，電子通信学会各会員。



**坂本 明雄 (正会員)**

昭和 23 年生。昭和 46 年大阪大学工学部電子工学科卒業。昭和 51 年同大学院博士課程修了。工学博士。同年徳島大学工学部電気工学科助手。現在同助教授。回路，グラフ，LSI の CAD などの研究に従事。電子通信学会，IEEE などの会員。



**川上 博**

昭和 16 年生。昭和 39 年徳島大学工学部電気工学科卒業。昭和 44 年京都大学大学院博士課程修了。工学博士。現在徳島大学工学部電子工学科教授。ダイナミカルシステム，特に非線形システムにみられるカオス現象の研究に従事。電子通信学会，IEEE などの会員。