

相互主導型学習システムの試作

——ヨーロッパの地理の学習システム——

松本 亮治*・金岡 泰保**・富田 真吾**・岡田 敏彦**

A Design of Mixed-Initiative Learning System

——European Geography Learning System——

Ryoji MATSUMOTO, Taiho KANAOKA, Shingo TOMITA and Toshihiko OKADA

Abstract

Recently, several researches on CAI (Computer-Assisted Instruction) system utilizing the information network have been developed. They intend the system to have mixed-initiative, that is, both the system and the student can initiate conversation by asking questions each other.

As one of such approaches, we design the "European geography learning system" based on the concept of Quillian's "semantic net". This system is programmed by the symbol manipulating language LISP, and both the student's input and the system's output are simple English sentences.

1. まえがき

従来のシステム主導型のCAI(Computer-assisted Instruction)システムに代わって、近年、事実、概念、手続きからなる情報ネットワークを利用したCAIシステムが、学生と計算機双方の間で質問応答を行える相互主導型のシステムとして注目されている¹⁻⁴⁾。

本論文は、相互主導型CAIシステムとして、Quillian¹⁾が提唱した意味のネットという概念を基礎にして試作した“ヨーロッパの地理の学習システム”について述べたものである。対象とする“ヨーロッパの地理”とは中学生の社会科程度のものである。又、本システムはACOS-6 TSS端末を介して記号処理向きプログラミング言語LISPを作動させることによって操作することができる。

2. システムの概要

この節では、Fig. 1に示した応答例に従ってシステムの概要を述べる。

* 電子工学科 (現, 日本電気エンジニアリング)
** 電子工学科

Fig. 1の応答例において左端の(1)(2)…などの数字は便宜的につけたものであり、以後応答例を示す時は、この数字を用いて表わす。また、左端の‘=’に続く‘()’に囲まれた部分は、学生の入力文を示す。わかりやすくするために、この部分に下線を引いて示した。その他の文は、システムからの質問、応答の文である。

本システムを起動させると(2)の文が出力される。ここで対話モードを選択する。モードは、システムからの質問モード‘MIXINT’と学生からの質問モード‘Q/A’の2種類である。ここで学生が‘MIXINT’を選んだ場合、システムは更に(3)~(6)のように質問の形式について質問してくる。そして学生が質問の形式を選んだ後、システムからの質問が開始される。システムは、学生の答えが正しいか、誤りか、それとも一部が正しいか、などを判断する。また、(4)の文のように、システムからの質問を一時中断し、システムへ質問したり、(7)の文のように‘Q/A’と入力することによって対話モードを切り替えたりできる。Q/Aのモードでは、システムは学生の質問を解釈し、それに対する応答を行なう。本システムは、質問の作成や解答、学生の質問に対する解答の作成はデータベースの検索を行なうことによって行なっている。

以上、システムの概要について述べたが、システム

(1) </RUN R-RED
 (2) TYPE OF INTERACTION. IT MUST BE ONE OF THE OF FOLLOWING.
 MIXINI, OR ,O/A
 =(MIXINI)
 (3) DO YOU SELECT FORM OF QUESTION ? YES OR NO ?
 =(YES)
 (4) DO YOU SELECT COUNTRY ? YES OR NO ?
 =(NO)
 (5) DO YOU SELECT QUESTION ? YES OR NO ?
 =(YES)
 (6) SELECT AN ALTERNATIVE THE LIST .
 (CAPITAL INDUSTRY AGRICULTURE TOPOGRAPHY MINERAL CITY)
 =(INDUSTRY)
 (7) PLEASE ANSWER THE FOLLOWING QUESTION .
 THE PRINCIPAL INDUSTRY OF NANCY IS
 =(METAL MECHANICAL IND CHEMICAL-IND)
 YES. THAT IS FINE.
 (8) PLEASE INDUSTRY IF THE FOLLOWING STATEMENT IS YES OR NO ?
 THE INDUSTRY OF BREST IS
 MECHANICAL-IND
 =(YES)
 YOUR ANSWER IS WRONG .
 MECHANICAL-IND IS THE INDUSTRY OF TAURON
 (9) SELECT THE INDUSTRY OF NICE FROM THE LIST .
 TEXTILE-MANU
 CAR
 OIL-MANU
 SILK
 MECHANICAL-IND
 =(TEXTILE-MANU OIL-MANU)
 YOUR ANSWER IS INCORRECT .
 OIL-MANU IS THE INDUSTRY OF STRASBOURG
 (10) PLEASE ANSWER THE FOLLOWING QUESTION .
 THE PRINCIPAL INDUSTRY OF LUBEI IS
 =(CHEMICAL-IND)
 NO. THE INDUSTRY IS ...
 TEXTIL-MANU
 MECHANICAL-IND

Fig. 1 会 話 例 (1)

の構成を大きく分けると、次の3つの部分に分けることができる。

- 1) データベース (意味のネット)
- 2) システムからの質問
- 3) 学生からの質問

以下で、システムの詳細について述べる。

3. 意味のネット

データベースに情報を蓄えるために用いた意味のネットについて説明する。意味のネットワークは Quillian の先駆的研究によって初めて導入された。このデータベースは、従来の CAI システムにおけるデータベースのように提示すべき英語文の一節、質問と予想される正しい解答、予想される誤答、また次に選ぶべき教材への分岐先を含んでいるわけではない。この意味のネットワークは、複数個の情報を含むユニットで構成されており、各ユニットは多層レベルの木構造の形で事象を定義している。ユニットを構成する各リストは更に別のユニットを指すポインタを持っている。このように各ユニットはネットワーク状に結ばれている⁴⁾。このネットワークの一部をとり出して図示すれば Fig. 2 のような形をしている。ユニットは、

(:1) SELECT THE INDUSTRY OF SAINTETIENNE FROM THE LIST .
 OIL-MANU
 IRON-MANU
 CHEMICAL-MANU
 SHIPBUILDING
 TEXTILE-MANU
 =(CHEMICAL-IND OIL-MANU)
 YOUR ANSWER IS INCORRECT .
 OIL-MANU IS THE INDUSTRY OF MARSEILLE
 CHEMICAL IND IS THE INDUSTRY OF MARSEILLE
 THE OTHER CORRECT ANSWER IS
 IRON-MANU
 TEXTILE-MANU
 (12) SELECT THE INDUSTRY OF STRASBOURG FROM THE LIST .
 CAR
 OIL-MANU
 SHIPBUILDING
 TEXTILE-MANU
 MECHANICAL IND
 =(OIL-MANU MECHANICAL IND)
 YOU ARE CORRECT .
 (13) PLEASE ANSWER THE FOLLOWING QUESTION .
 THE INDUSTRY OF LIVERPOOL IS
 =(IS THERE THE PORT IN LIVERPOOL)
 YES. THAT IS RIGHT. PLEASE ANSWER THE QUESTION ,ONCE MORE .
 (14) PLEASE ANSWER THE FOLLOWING QUESTION .
 THE INDUSTRY OF LIVERPOOL IS
 =(SHIPBUILDING)
 YES. THAT IS FINE .
 (15) SELECT THE INDUSTRY OF LILLE FROM THE LIST .
 SHIPBUILDING
 CHEMICAL-IND
 MECHANICAL-IND
 OIL-MANU
 TEXTILE-MANU
 =(MECHANICAL-IND AIRCRAFT)
 THE FOLLOWING DOSE NOT EXIST IN THE LIST OF QUESTION .
 AIRCRAFT
 THE OTHER CORRECT ANSWER IS
 CHEMICAL-IND
 TEXTILE-MANU
 (16) PLEASE INDICATE IF THE FOLLOWING STATEMENT IS YES OR NO ?
 THE INDUSTRY OF TAULON IS
 MECHANICAL-IND
 =(YES)
 TEXTILE-MANU
 THAT'S RIGHT .
 (17) SELECT THE INDUSTRY OF GRUNOBLE FROM THE LIST .
 FOOD
 MECHANICAL-IND
 CHEMICAL-IND
 ALUMINIUM
 TEXTIL-MANU
 =(O/A)

Fig. 1 会 話 例 (2)

意味のネットワークの基本要素でユニットの名前に関する情報の集まりであり、ユニットに関する特性と特性の値の集合でユニットを形成している。Fig. 3 は、本研究で作成した意味のネットワークの実際の内部表現の一部を示している。各特性の第一要素は特性の名前であり、第2要素はプログラムが用いるための重要度を示す数字であり、第3の要素は特性の値である。特性はアトム、特性の値はアトム、又は、様々な形のリストにより構成されている。特性は普通、英単語を

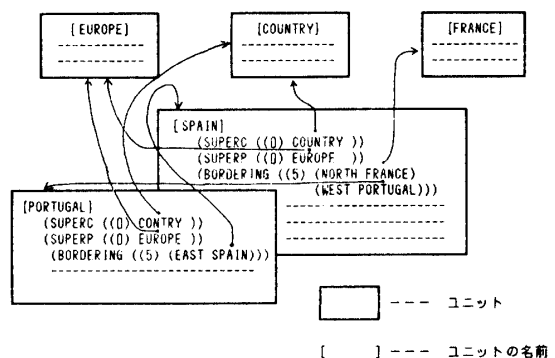


Fig. 2 意味のネットの一部の表現

```

(18) WHAT IS YOUR QUESTION ?
    =(WHAT LANGUAGE IS USED IN LONDON)
    THE LANGUAGE IS ...
        ENGLISH

(19) WHAT IS YOUR QUESTION ?
    =(IS THERE THE PORT IN MALAGA)
    I DO NOT KNOW, BUT THE MALAGA IS NEAR MEDITRANEAN-SEA

(20) WHAT IS YOUR QUESTION ?
    =(WHAT IS THE SECOND BIGGEST CITY IN ENGLAND)
    THE SECOND BIGGEST CITY IN ENGLAND IS...
        BIRMINGHAM 1100000

(21) WHAT IS YOUR QUESTION ?
    =(WHERE IS SPAIN)
    SPAIN IS LOCATED IN IBERIAN-PEN
    LATITUDE 38 43 , LONGITUDE -9 3

(22) WHAT IS YOUR QUESTION ?
    =(TELL ME ABOUT THE INDUSTRY OF SPAIN)
    MADRID ----- CHEMICAL-IND , TEXTIL-MANU
    BARCELONA --- COTTON IND , MECHANICAL-IND
    VALENCIA ---- SILK-CLOTH , SHIPBUILDING , CHEMICAL-IND
    SEVILLA ----- TABBACCO
    CARTAGENA ---- SHIPBUILDING , OIL-MANU , METAL-IND , CHEMICAL-IND
    MALAGA ----- CHEMICAL-IND
    CADIZ ----- SHIPBUILDING
    BILBAO ----- IRON-MANU
    GIJON ----- SHIPBUILDING , IRON-MANU , MECHANICAL-IND
    SANCEBASCHAN - IRON-MANU , MECHANICAL-IND , CHEMICAL-IND

(23) WHAT IS YOUR QUESTION ?
    =(IS THE CAPITAL OF SPAIN LONDON)
    NO. THE CAPITAL IS...
        MADRID

(24) WHAT IS YOUR QUESTION ?
    =(TELL ME ABOUT THE TOPOGRAPHY OF SPAIN)
    ### SPAIN ###
    * RIVER *
    EBRO-R
    TAJO-R
    DOURO-R
    GUADJANA-R
    * PLATEAU *
    IBERIA-PLAT
    * MOUNTAINS *
    PYRENEES-MTS
    SIERRAMORENA-MTS
    SIERRANEVADA-MTS
    KANTABRIKA-MTS

(25) WHAT IS YOUR QUESTION ?
    =(WHAT IS MALAGA)
    MALAGA IS...
        CITY

(26) WHAT IS YOUR QUESTION ?
    =(TELL ME ABOUT PORTUGAL)
    ### PORTUGAL ###
    * SUPERC *
    COUNTRY
    * LOCATION *
    IN IBERIAN-PEN
    ON ATRANTIC-OCEAN
    * CAPITAL *
    LISBON

(27) WHAT IS YOUR QUESTION ?
    =(TELL ME MORE ABOUT PORTUGAL)
    ### PORTUGAL ###
    * SUPERC *
    COUNTRY
    * LOCATION *
    IN IBERIAN-PEN
    ON AIRANTIC-OCEAN
    * CAPITAL *
    LISBON
    * CITY *
    LISBON
    POPID
    * POPULATION *
    8760000
    * POPULATION-DENSITY *
    95

(28) WHAT IS YOUR QUESTION ?
    =(MIXINI)

(29) DO YOU SELECT FORM OF QUESTION ? YES OR NO ?
    =(NO)

(30) PLEASE INDICATE IF THE FOLLOWING STATEMENT IS YES OR NO ?
    THE MINERAL OF ENGLAND IS ....
        COAL
        TANGUSUTEN
        TIN
        MERCURY
        IRON-ORE
    =(YES)
    YOUR ANSWER IS WRONG .
    MERCURY IS THE MINERAL OF SPAIN
    TIN IS THE MINERAL OF PORTUGAL
    TANGUSUTEN IS THE MINERAL OF PORTUGAL
    
```

Fig. 1 会 話 例 (3)

いているが、重要な関係を表わすには特別な語を用いている。Table 1に特姓名に用いた特別な語とその機能を示す。

```

10DEFELIST(((SUPERC((0) COUNTRY))
20 ((SUPERP((6) EUROPE))
30 (LOCATION1((0) (IN (WEST OF EUROPE))
40 (ON (BAY-OF-BISCAY) (BAY-OF-LION)
50 (ENGLISH-CHANNEL) (DOVER-STR))))
60 (LOCATION2 ((6) (LATITUDE43 51) (LONGITUDE-5 7)))
70 (BORDERING ((5) (NORTH ENGLAND)
80 (WEST BELGIUM LUXEMBOURG WEST-GERMAN SWITZERLAND
90 ITALY MONNAKO)
100 (SOUTH SPAIN)))
110 (POPULATION ((2) 5300000))
120 (AREA ((6) 547000))
130 (LANGUAGE ((5) FRENCH))
140 (CAPITAL ((0) PARIS))
-----
350 (POPULATION-DENSITY ((3) 96))
360 (COLONY ((6) GUIANA SOCIETE-IS NYUUKAREDONNIA
370 TUANOTU-IS MARQUESAS-IS ))
380 ) FRANCE )
390DEFELIST(((SUPERC ((0) CITY))
400 (SUPERP ((0) FRANCE))
410 (CITY ((0) CAPITAL))
420 (LOCATION1 ((1) (NORTH OF FRANCE))
430 (LOCATION ((4) SEINE-R))
440 (POPULATION ((5) 25910000 NUMBER 1 IN FRANCE))
450 (INDUSTRY ((3) SYNTHETIC-FIBER AIRCRAFT CAP MECHANICAL-IND
460 GROCERIES))) PARIS)
    
```

Fig. 3 意味のネット中のフランスのユニットの一部とパリのユニット

このようにして、ユニットとユニットが互いに結びついてネットを作り、重複のないデータベースを作成することができる。

4. システムの構成

本システムは、ヨーロッパの地理について知識の確認と補充を可能にすることが一つの目的であるが、こ

Table 1 特別な特姓名とその機能

特姓名	上位概念の記述	例
SUPERC (SUPER CONCEPT)	上位概念の記述	CAPITAL-----CITY SPAIN-----COUNTRY
SUPERP (SUPER PART)	上位集合の記述	MADRID-----SPAIN SPAIN-----EUROPE
EXAMPLE	SUPERC の事例で下位概念の記述	COUNTRY---SPAIN, FRANCE, etc
APPLIED/TO	対照の適用範囲	CAPITAL-----COUNTRY
LOCATION	近くにある川, 山, 盆地, etc	DOVER-----DOVER-STR

の場合を想定して、システムを次のように構成した。

1) システムからの質問

2) 学生からの質問

以下、上記の2つの部分について述べる。

4.1 システムからの質問

4.1.1 質問内容の選択

学生が学習する場合、まず何について学習したいか(例えば、ある国について、あるいは産業について、地形について、etc.)を選択する。本システムでは学生が質問内容のある程度選択できるようにした。しかし、学生が質問内容を選ばなかった場合は、システムは出題をランダムに行なうようにした。

システムは、質問内容選択に関するコメントを次の順序で提示する。

1) 質問内容を選択するか

2) 国を選ぶか

3) 首都、産業、農業、地形、鉱物、都市の中で問題を選ぶか

Fig. 1の会話例の(3)~(6)と(9)が質問内容選択の実際例である。

4.1.2 質問文の種類

質問文の種類には次の3種類がある。

1) 正誤問題

2) 選択問題

3) 記述問題

本システムは、自然言語処理システムを備えていないため、学生からの答えが文として入力された場合、その文の解釈は困難である。ゆえに、本システムでは、正誤問題では‘YES’、‘NO’で答え、選択問題では単語を選択、記述問題では答えが単語として答えられる問題に限定した。

4.1.3 質問文の作成と学生の答えに対する正誤の判断

システムは、質問内容を決定するとデータベースを検索してその問題の答えを求める。次に、質問文の種類を乱数を用いて決定し、質問文を作成する。以下に質問文の作成について述べる。

正誤問題……まず乱数によって問題の正誤を決定する。誤答が作成できなかった場合は、問題の解答が正答となるようにした。

選択問題……問題文の選択枝は5個とした。誤答が作成できない時は、質問が正誤問題となるようにした。

記述問題……答えが単語として記述できる問題に限定したため、本システムでも応答が可能となった。問題作成においては、答えが5個以上ある場合は、問題文が選択問題となるようにした。

これらの問題の答えに対するシステムの応答は、学生の答えが誤りの時は、誤りを指摘し、それ以外に正答がある場合は、その正答を出力するようにした。

4.1.4 誤答の作成

誤答の作成は、「あるユニットに蓄えられている情報は、同じレベルの他のユニットにも蓄えられている」ということを用いて、質問を行なう国(または都市)の上位集合のユニットである大陸(または国)のユニットより、他の国(または都市)を探し、そのユニットより誤答を作成している。

4.1.5 システムからの質問の流れ

国、質問内容の両方を選んだ場合……その国に蓄えられている(学生を選んだ)質問内容について質問する。質問内容が産業の場合は、その国の全ての都市の産業について質問する。

国は選んだが質問内容は選ばなかった場合……選んだ国についての全ての質問内容について質問する。

国は選ばなかったが質問内容は選んだ場合……データとして蓄えている全ての国について、学生が選んだ質問内容を質問する。一つの国についての質問が終わった後に次の国の質問に移る。

国も質問内容も選ばなかった場合……データとして蓄えられている全ての国について質問を行なう。この場合、一ヶ国について4種類の質問を行なう。しかし、産業についての質問の場合は産業について4回、地形については3回質問が行なわれ次の種類の質問に移る。

4.1.6 相互会話

システムから質問してきた時、学生はその質問に答えるだけでなく、学生からシステムに質問することもできる。(Fig. 1の会話例(13))この時システムは、学生の質問に答え、さきほどの質問をもう一回出力して入力待ちの状態になる。このことにより、学生は疑問が生じた時システムに質問をし、知識を深めながら学習していくことができる。

この時の会話は英語によってなされているが、この英文の形式は次に述べる「学生からの質問」の場合と同様である。

4.2 学生からの質問

4.2.1 質問文の形式

学生からの質問は英語によって行なわれるが、本システムは学生からの質問文にキーワードとなる単語を用いることにより文を解釈できるようにした。しかし、質問文が複雑になると、キーワードだけでは解釈が困難なため、文の種類を次のように限定した。

- 1) IS～
- 2) WHERE～
- 3) WHAT～
- 4) TELL ME...ABOUT～

質問文に用いた他のキーワードは次のものである。

- A) THE
- B) IN 又は OF
- C) BIGGEST 又は LARGEST
- D) WIDEST

システムへの質問は、1)～4)の文の中にA)～D)のキーワードがあるかどうかによって問題文の解釈を行なっている。ここで言う解釈とは、質問文からユニットの名前と特姓名を見つけ、それによってデータベースから値を取り出せるようにすることである。

4.2.2 質問文の作成の仕方

学生からの質問文の解釈にキーワードを用いたため質問文は次の事を考慮して作成しなければならない。

- 1) 各ユニットの特性を示す RIVER, MOUNTAIN, CITY などには冠詞 'THE' をつけて PARIS (パリ), TAHO-R (タホ川) などの固有名詞と区別する。
- 2) ユニットの名前に用いられている ENGLAND, PARIS などの固有名詞の前に用いられる前置詞は、IN 又は OF のどちらを用いてもよい。
- 3) BIGGEST, LARGEST は都市、国の人口の大きさ、WIDEST は国の面積の大きさを比較する時に用いる。

4.2.3 システムが行なう推論

データベースに意味のネットの考え方を用いて、ユニットに Table 1 に示した特別な特姓名を用いたので、学生からの質問に対して簡単な推論を行なって答えることができる。この推論について以下に述べる。

1) 上位集合推論

この推論は、「AのものがBに含まれるなら、Bで成り立つことはAでも成り立つであろう」と言う推論である。この推論の具体例は、Fig. 1の(18)の文である。この例について説明する。

```

LONDONのユニットに言語の情報があるか
↓ NO
LONDONのSUPERPは何か
↓ ENGLAND
ENGLANDのユニットに言語の情報はあるか
↓ YES
ENGLISH
  
```

Fig. 4 上位集合推論のシステム内での処理の流れ

質問: WHAT LANGUAGE IS USED IN LONDON?

応答: THE LANGUAGE IS ENGLISH.

この質問におけるシステム内での処理を Fig. 4 に示す。この質問では、「ロンドンにはイギリスの都市であるから、イギリスで用いられている言語はロンドンでも用いられているはずだ」という推論を行なっている。

2) 機能型推論

この推論は、機能の相似性を利用することによって行なっている。この推論を Fig. 1 の会話例(19)を用いて説明する。

質問: IS THERE THE PORT IN MARAGA?

応答: I DONT KNOW.

BUT THE MARAGA IS NEAR MEDITERRANEAN-SEA.

このように、MARAGAのユニットの中に 'PORT' の情報がなくても、特性 'LOCATION' に川や海の情報があった場合、「もし都市が川、又は海沿いであれば、たぶん港としての機能を有しているのではないか」という形で推論が行なわれている。

5. システムの操作方法

本システムは、山口大学計算機センターの ACOS-6 LISP-1.5 を用いて TSS 端末により起動することができる。本システムは、Fig. 1 の(1)に示したように /RUN R-RED と入力することによって使用することができる。入力後、(2)の文が出力される。ここで (MIXINT) と入力すれば、システムからの質問モード (Q/A) と入力すれば、学生からの質問のモードとなる。

システムとの対話の途中でモードの変換を行いたい時は、システムが入力待ちの状態 (MIXINT) 又は (Q/A) と、学習を終えたい時は (STOP) と入力すればよい。

```

>/RUN R.BLACK
  SELECT AN ALTERNATIVE FROM THE LIST .
(1)  INSERT ,DELETE , NEW-DATA , LIST
    *INSERT
(2)  INPUT FILE NAME .
    *R-TEST
(3)  NAME OF UNIT ?
    *PORTUGAL
(4)  NAME OF PROPERTY ?
    *CITY
(5)  VALUE OF CITY
    *PARIS
    *
(6)  VALUE IS INSERTED .
    NAME OF UNIT ?
    *PORTUGAL
(7)  NAME OF PROPERTY ?
    *CANAL
(8)  CANAL ISN'T IN PORTUGAL
    DO YOU WANT TO ADD IT ? YES,NO ?
    *YES
(9)  INPUT VALUE .
    *PORTU-CANAL
(10) INPUT VALUE .
    *LISBON-CANALAL
(11) INPUT VALUE .
    *
(12) VALUE IS INSERTED .
(13) NAME OF UNIT ?
    *STOP

```

Fig. 5 データ変更のシュミレーション 例(1)

```

(14) SELECT AN ALTERNATIVE FROM THE LIST .
      INSERT ,DELETE , NEW-DATA , LIST
    *DELETE
(15) INPUT FILE NAME .
    *R-TEST
(16) WHAT DO YOU WANT TO DELETE ?
      UNIT , PROPERTY , VALUE ?
    *PROPERTY
(17) INPUT UNIT NAME .
    *PORTUGAL
(18) INPUT PROPERTY NAME .
    *CANAL
(19) PROPERTY IS DELETED .
(20) WHAT DO YOU WANT TO DELETE ?
      UNIT , PROPERTY , VALUE ?
    *VALUE
(21) INPUT UNIT NAME .
    *PORTUGAL
(22) INPUT PROPERTY NAME .
    *CITY
      VALUE IS .....
      ((3) LISBON PORTO PARIS)
(23) INPUT VALUE .
    *PARIS
      VALUE IS .....
      ((3) LISBON PORTO)
(24) INPUT VALUE .
    *
      VALUE IS DELETED .
(25) WHAT DO YOU WANT TO DELETE ?
      UNIT , PROPERTY , VALUE ?
    *STOP

```

Fig. 5 データの変更のシュミレーション 例(2)

6. データ量

現在、データとして蓄えられている国は次の5ヶ国である。

SPAIN, PORTOGAL, FRANCE, ENGLAND, WEST-GERMANY

データベースに意味のネットの考え方をを用いて情報をユニットとして蓄えているため、ある国に関する情報量が増えたり、新たな国が増えても、ユニットが増えるだけで、プログラムはまったく変更する必要はない。

7. データの変更, 追加, リスト

データは、ある決った形でファイルに蓄えられているので簡単に追加, 削除などができない。そこで、誰もが簡単にデータの追加, 付加, 削除, リストが行なえるプログラムを作成した。

データの変更, 追加, リストは、R-BLACKというファイルを起動することによって行なうことができる。この実際例を Fig. 5 に示す。

```

(26) SELECT AN ALTERNATIVE FROM THE LIST .
      INSERT ,DELETE , NEW-DATA , LIST
    *NEW-DATA
(27) INPUT FILE NAME .
    *R-TEST
(28) SUPERC
    *RIVER
(29) SUPERP
    *PORTUGAL
    *
(30) LOCATION1
    *((WEST OFF PORTUGAL))
    *
(31) LOCATION3
    *
(32) LOCATION
    *((LISBON))
    *
(33) INPUT UNIT NAME .
    *SOLT-R
(34) SUPERC
    *STOP
(35) SELECT AN ALTERNATIVE FROM THE LIST .
      INSERT ,DELETE , NEW-DATA , LIST
    *LIST
(36) INPUT FILE NAME .
    *R-TEST
(37) INPUT UNIT NAME .
    *SOLT-R
      ***** SOLT-R *****
      (SUPERC ((NIL RIVER)))
      (SUPERP ((0) PORTUGAL))
      (LOCATION1 ((1) (WEST OFF PORTUGAL)))
      (LOCATION ((4) (LISBON)))
(38) INPUT UNIT NAME .
    *STOP
(39) SELECT AN ALTERNATIVE FROM THE LIST .
      INSERT ,DELETE , NEW-DATA , LIST
    *STOP

```

Fig. 5 データの変更のシュミレーション 例(3)

8. むすび

本システムでは、システムの教えるという先導権と、学生の学ぶという先導権を混在させることにより、学生はシステムから制御された環境からはなれ、意図的な学習が可能となった。また、システムは、学生からの質問の応答を簡単な推論を用いて行なうことができ、従来の計算機による教育システムと比べ、より知的なシステムと言える。データベースに意味のネットの考え方を用いて情報を蓄えているので、情報量が増えてもプログラムを変更する必要はなく、情報量の増大と共にシステムはより広い応答を行なうことが可能となる。また、データを変更するだけで、日本の地理、アメリカの地理など他の地域の地理の学習システムに簡単に変更することができる。意味のネットの考え方を用いれば、データの変更によって他の学習システムへも応用可能であるが、本システムの場合、学生からの質問文の解釈にキーワードを用いたために、プログラムを地理に関する学習と限定しなければならず、他の学習には用いることができなくなった。しかし、自然言語処理機能を付加すれば、地理以外の学習システムに用いることも可能である。

本システムの問題点として 1) 学生からの質問文の解釈にキーワードを用いているため、英文が不自然となることがある。 2) システムからの質問において、学習者の理解に応じた質問が行なわれない。 3) データ量が多くなれば、それだけシステムを起動させる時間がかかる。 4) LISPを用いたために記憶容量が小さい計算機では使用できない等が挙げられる。

謝辞 日頃ご助言頂く本学高浪五男教授、井上克司助教授ならびに本研究に際し有益なるご意見を頂いた石原好宏助教授に感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) Quillian, M. R.: The teachable language Comprehender: A simulation program and theory of language, CACM, **12**, 459-476 (1969)
- 2) Bobrow, D. G and Collins. A.: "Representation and Understanding-Studies in cognitive science," Academic Press (1975).
- 3) Barr, A. and Feigenbaum, E. A.: "The handbook of Artificial Intelligence Volume III" Heuristech Press (1982).
- 4) 斎藤, 溝口: "知的情報処理の設計", コロナ社 (1982).

(昭和59年10月15日受理)