

# 文法C A I改良に向けての一準備

小川 多恵子

## 要 旨

現在使用しているプログラム学習方式のC A Iから、一歩進んだものを作る事を試みる。教育工学に関係する学習理論およびC A I理論の概観を述べ、学習者の誤りのパターンを過去の例からみる事を行う。よりよい指導のためには、学習者が何故そのような誤りをしたかの原因を探らねばならず、学生モデル構築が必要である。条件文を例に取り学生モデル構築の構想を述べる。

〔キーワード〕 C A I、誤りのパターン、学生モデル、条件文

## 1 はじめに

コンピュータを使った教育C A Iが日本語教育にも最近とみに使われるようになってきた。筑波大学においても、漢字学習のためのC A Iと文法学習のためのC A Iの2つを開発し、学習効果をあげている。特に近年日本語学習者の急激な増加にともない、学習者のタイプ、目的、意識等が多様化し、個別指導の出来るC A Iへの期待は大きい。当センターでは1989年春より新しい教科書を作成したのに続き、それに準拠した新しい文法C A Iを作成し、同秋より使用している。しかし、それは簡単なドリル学習であり、より良いシステムへ改善することが望まれる。

ここでは、より進んだシステムを造るための準備として、まず学習理論の概観をし、C A Iについて考える。次に数年来同一テストを行なっているAコース修了テストの解答パターンに簡単に触れ、学習者にとっての問題点を探る。最後に学習者が誤りをしたとき何故そのような誤りをしたかを突き止め、個々の学習者が持つ問題点に適した教育戦略を得るために必要な学生モデルを構築するための基本構想に関する一私案を述べ、条件文を例として説明する。

## 2 学習理論とC A I

現在学習に関する理論として色々な物が提出されているが、大きく別けて3つに分けられる。

### A) 連合理論 (S-R理論 および S-O-R理論)

一定の刺激(S)に対しなんらかの要求が生ずると、それを解決しようとする行動、すなわち反応(R)が生じる。この過程が学習である。この時、単に生物学的要求だけでなく、刺激を受けるもの(O)の諸要素(興味、感心、過去の経験など)及びそれによるフィードバックを考慮して反応を考える。

### B) 認知説

上記に加え、学習課題に含まれる各刺激間の内的関係や構造を学習者が正しく把握することが、学習の第一条件であるとするのが認知説である。即ち学習には受容－発見と有意的－機械的の2面があり、重要なのは有意的な学習である。学習者が既に持っている認知構造の中に新しく学習されたことが組み込まれたとき、上位概念が形成され体制化し安定性がでてくる。

### C) 情報理論

インプットされた情報を処理しアウトプットする。それが更にKR（知識の結果）としてフィードバックされるという循環的過程として学習を考える。感覚記憶にインプットされた情報は注意過程により短期記憶の貯蔵庫に移される。短期記憶の容量は $7 \pm 2$ チャンク（情報の固まり）であり15-30秒で消失してしまう。しかしリハーサルを繰り返し既存の様々な情報と関連づけられるとコーディングされ長期貯蔵庫に転送される。長期記憶に入ったという事が即ち上位概念になったことになる。

スキナーによるティーチングマシンの考えは上の連合理論に端を発しスモールステップで学習を積み上げ、それを即時確認しながら刺激と反応の動作を繰り返すと言うもので、直線的ながら学習の確認、自己学習速度のコントロールをしながら個別学習が出来るものであった。折からのコンピュータの発達とあいまって、この考えをコンピュータと結びつけたものがCAIである。その後教育理論、情報理論の発展とともにより複雑なシステム、より効果的な方法が考えられるようになって来た。クラウドによるブランディングの考えもその一つで、学習者の反応により異なるシーケンスが与えられるというものであり、誤った解答が学習者の必要に応じて意味を持つように利用される。現在においては多かれ少なかれこのブランディングの考えがCAIに使われている。スキナーによるプログラム学習では正しい反応の強化が重要視されるため、ステップは小さい程良いとされたが、ステップが余り小さいと冗長になり、知的レベルの高い学習者の場合はかえってマイナスになることも知られている。その点ブランディングをさせればステップを余り細かくする必要もなくなる。

1980年代に入り、人工知能的アプローチをCAIに使った知的CAIが発展してきたが、アルゴリズムとして形式的に記述する理論に興味的があり、教育の場においてはまだ実用的に一般化しているとは言えない。CAIは創造力、思考力を養う上で問題があるという意見もあるが個別学習ができること、刺激による強化を十分に行なえ学習の効率化がはかれるなどのメリットがあり、語学学習の方法としては適したものであると思われる。また、CAIによっては発見的学習ができないとは言えない。

知的CAIシステムでは一般に認められている骨組み構造として次の4つを考える。

- 1 教授知識 専門家の有する知識、経験的教育知識の表現
- 2 学生モデル 学生の理解状況のモデル化の表現
- 3 教育戦略 学生モデルに基づき個別指導のため手順
- 4 ユーザーインターフェイス 学習者との対話を可能にするモジュール

知的C A Iであるということは、高度の個別指導と学習者との双方主導対話が行えるということである。そのため学生モデルの構築が重要な観点になって来る。学生モデルとは学習者が何故誤ったのか、知識がなかったのか、他の知識と混同したのか、間違っ覚えていたのか、既知の知識を一般化するとき適用範囲を間違えたのか、など個々の学習者の振舞いを解析して作る学生モデルのことである。現在、学生モデルを作る方法としては、オーバーレイモデル、バグモデル、帰納推論モデル、摂動モデル等々のモデルが考えられ大きく評価されている。しかし、日本語のように解答に導く過程が必ずしも明確でなく、語の用法、意味が多義的であり、完全に定義されていないなど論理的とは言えない所のある分野では、学習者の誤りの根拠もまた不安定であると考えられる。それは何故その答えを正しいとしたかと聞いた時、また類似の事柄を別のセンテンスで質問した時の答えが違う、等、からも類推される。しかし多くの学習において、誤りにはある規則性のあること、誤りやすいもの、誤って理解されやすいものがあることが知られている。今後のC A Iは学生モデルの考え無しにはありえず、学習者の解答にたとえ一貫性がなくても、実用に供せる学生モデルを造る方向で考える必要がある。また初中級の文法C A Iではそれは可能であると思う。

### 3 修了テストによる解答パターンの分析

名古屋大学と筑波大学ではAコース修了生に対し、86年秋-89年春までの6期に渡り同一の終了テストを行ってきた。人数は各20人程度と少ないが大学院受験から若手研究者というタイプの学習者を対象とし、違った条件の下で500時間日本語を学習した後の習得レベルを示す貴重なサンプルである。教科書は86年秋-88年秋までが同一、89年春と名大は各々別の3種類である。但し教師は非常勤が多く入れ替わりが激しい。

ここでは、筑波大6期+名大88年春の計7期の文法に関する解答で、どの選択肢を取った学習者が何パーセントいたかを各サンプルごとに比較した。問題は全て4択問題である。各学期の学習者数に揺らぎがある上、人数も少ない為一人当たりの重みが大きく違うが、傾向をみることは出来る。文法に関する問題は格助詞、終助詞、副助詞、係助詞、接続助詞、慣用的言い方、条件文、テンス、アスペクト、やりもらい文、名詞句、副詞句、計40題である。但し各テーマごとの問題数は少ない。

問題はまだ使用する可能性があるため具体的に公表できないが、例としていくつかを図示すると共に全体からみられることを簡単に述べる。

例1) 副助詞 まで

問

これが終わる (に、 が、 まで、 までに)  
もうちょっと待って下さい。

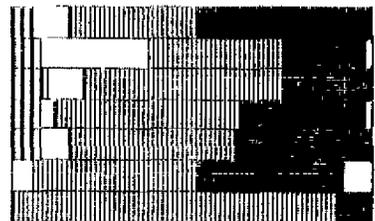


図1

例2) 名詞句 こと

問

今大事なものは、ゆっくり休む  
(わけ、もの、こと、の)ね。

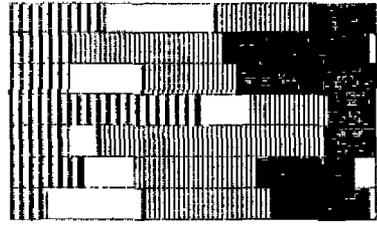


図2

例3) 副詞句 よう

問

だいぶ話せる(よう、そう、こと、わけ)  
になって、うれしい。

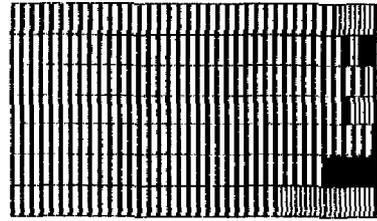


図3

例4) 副詞句 よう

問

先生にディスクをもらってくる  
(はず、よう、ため、そう)に言われました。

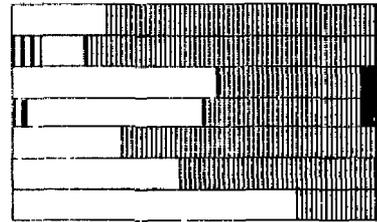


図4

図は上から86秋、87春、秋、88春、秋、89春、名大88春である。棒グラフは [|||||] が左から1番目、 [ ] が2番目、 [|||||] が3番目、 [ ] が4番目の解答を選択したことを示す。また右端に白地があるときは無解答者があったことを示す。

これらすべてと更に図示していないデータも見て、まず気がつくことは教科書、学習者の専門、教授法等色々違いがあるにもかかわらず分布に余りサンプル依存性がないこと、即ち一般的傾向がある様に見えることである。また、サンプル依存性の高いものは一般に全体としての出来も悪く、指導法に依存する所の多い物だと言うことも出来るだろう。更に分布の形に

- 1 全体にどの4肢も選ばれているもの。
- 2 2肢が選ばれているもの。
- 3 正答より特定の誤答の方が多量のもの。

の3つがある。1は知識の欠除によるもの、2は誤解して理解されやすいもの、3は2の極端な場合であり知識の適用の誤りと考えられる。具体的に見ると格助詞は「は」と「が」を除いては定着が良い。図5の「レストラン(は、に、で、から) 食べに行く」の場合は「で」と間違えた学習

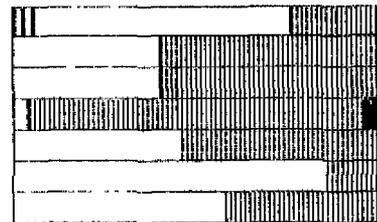


図5

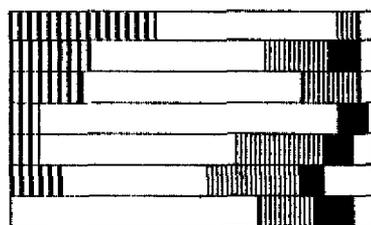
者がみられるように多い。これは「食べる」という動詞に引かれ述部の「行く」という動詞を発見出来なかったことに依存して居り、助詞の問題というより文理解の問題であるように思われる。

このように問題がテストであるため他の要素が絡まって出題されており、単純に何の問題と言えないところはあるが、そのような要素の強いものは除いて考えた。特定の単語の意味理解に依存するところもあるようだが、副助詞、係助詞は1に相当する。例1の「まで」は「までに」と誤りやすく2の場合である。しかしサンプル7番目を見るとほぼ完全に出来ており、これは指導法に依存するとも思われる。接続助詞、条件文はどちらかと言うと2であるが、特に「でも」と「のに」及び「たら」と「と」の区別が付き難い。これらの助詞に関する考察は幼児の言語習得に於て知られていることと一致する。慣用的言い方は1のパターンを取るが、「お借りしてもいいですか」に対する「かまいません」はほとんど使えず「よろしいです」になっている3の形である。動詞のアスペクト、テンスは1である。

「やりもらい」は1又は2であり、特に図6で示す場合は

「お礼の印にケーキをもって行って  
 (さしあげた、あげた、もらった、くださった)  
 「もって行って」まで書いてあるのにその後が  
 「あげた」になる事が多い3のケースである。

図6



意味は分かるがいい回しが分からなかった事と接続の知識にも問題があるのだろう。名詞句その他は1であるが、特に例2で示したように「こと」の理解が悪いように思われる。しかし一つだけを見てその事柄を理解していると考えるのは危険であることは、例3、4の例から判る。例3を見ると「よう」の理解は良いように思えるが、例4を見ればそれが誤りであることは一目瞭然である。但しこの場合も例3はよく使う表現であり、例4はやりもらいと関係しているため、どちらも「よう」の理解とはいいい難いかも知れない。

一般的に言って定義の難しいもの、簡単な接続形式だけで済まないものに混乱が見られることも当然のことながら指摘出来る。

解答パターンを分析するには過去のCA1の解答を分析することがより望ましいが、まだ整理されていないため修了テストの結果を用いた。しかしそれにもかかわらず、これらのパターンを見ると学習者の持つ共通の問題点が浮かび上がって来る。

## 4 学生モデルを造るための試み

### 4.1 学生モデルに対する構想

前節で見たようにテストの解析からある程度一般的傾向をみることはできる。しかしそこで見たように、一つの問題が出来た又は出来ないと言ってそのテーマの理解度に関し即座に結論を下すこ

とはできない。幾つかの同様な問題を行ない、もし誤りをおかした場合はその学習者の使用した誤った知識は何か、その誤りがどうして生じたのかを抽出し、はじめてその学習者の持つ問題点に分かってくる。その問題点、言い換えれば何を理解していないかを探りだす事が学生モデルを造ることである。現在筑波大に於けるC A Iは穴埋め方式又は選択方式を取っている為、正誤の判定は容易であり、また出題意図のみを考え、分かっているかいないかを判定しがちであるが、学習者の誤ちは必ずしも問題作成者の考えた所にあるとは限らない。

ここでは既知の知識の上に新たな知識が積み上げられるとし、そこにギャップが生じたとき誤りが生じると考え学生モデルを構築する。ギャップが生じると一般化を行なう際、誤った一般化を行ないやすいからである。一般化とは既知の知識を未知の問題に拡張しようとする時、既知の知識と未知の知識との間のギャップを埋める手法である。このとき未知の問題に新たな条件があることに気づかず、又は無視することにより誤りが生じる。ゆえにどの段階で誤りが生じたか、言い換えれば、その学習者にとって何が既知知識であるかを見出すことに主眼を置く。しかし、日本語の場合、明かに事前知っておかなければならないこともあるが、解答にいたる段階的ルールがすべての場合あるわけではない。論理的構造として全て積み重ねの上に理解できるとは言い難い。だがギャップがあるから誤りが起こることは確かである。

学生モデル構築にあたり、学習者が問題を正しく理解しなかったことにより誤りが生ずることも考え、問題文のチェックと問題としている文法に関することの両者を考える。

即ち

- |   |                         |  |
|---|-------------------------|--|
| A | 問題文の内容理解のチェック。          | 文章解析                                       |
| B | 文法のチェック。                | 1 構文的誤り (syntax)                      文法解析 |
|   | 2 意味、用法の誤り (semantics)。 | 意味解析                                       |

Bの2の誤りをおかした原因がしばしばAにあるためAとBは非決定的関係にありAとBの2は同時に行なう。

A, Bの1は秩序ずけた木構造を考え上位理解(上位概念)を上置き、学習者の答えを下に置く。どのノードまでたどると正しい答えと一致するかを調べる。Bの2に関してはフレームで知識を表現し、イとロの事象は共存できないという用語も使う。フレーム中の知識に順番をつけ下位理解から取り出して調べる。

学習者が問いに対し正しい解答をしたノードを記憶し、同様な問題に対し一貫した答えが得られた時はそこで終わりとし、その下のノードをもって安定とする。学習者の解に一貫性がない時は7割以上正となったノードを持って終わりとし、不安定とする。

このシステムでは教授知識を利用することにより学習者の理解の段階を調べることになり教授知識の更新、細密化ができるよう、随時拡張できることが必要である。また間違えたノードの説明をKRとして提出できるため、作成時の労力を節約できる。

以下、条件文に使われる助詞(一部助動詞も含む)を例にとり、具体的に学生モデル構築の流れ

を示す。条件文とは「PならばQ」の様に前件の条件を受け後件が成立する文であり、対偶が成立する物と考えられる。理由文、厳密な意味では対偶が成立しない「お腹がすいてるなら、テーブルの上にケーキがありますよ」のような擬似条件文もこの中に含む物とする。

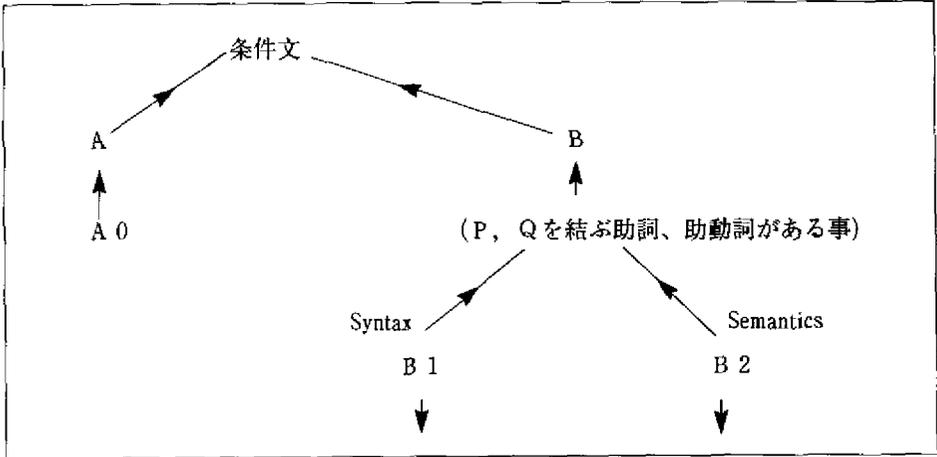


表1 学生モデル

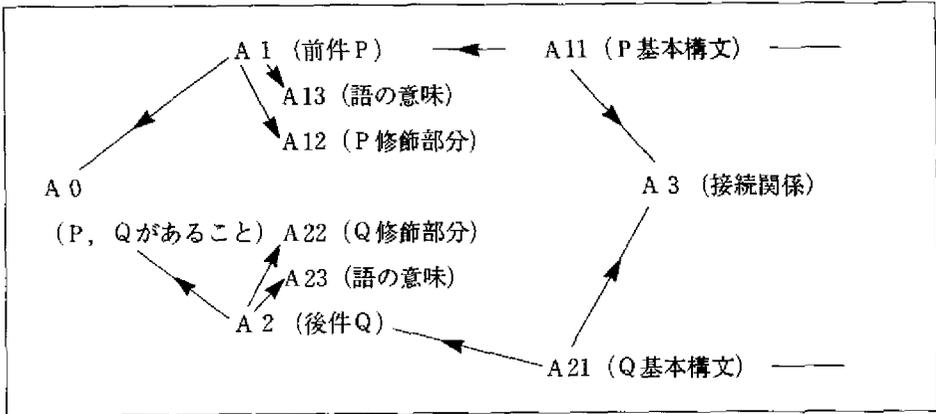


表2 文章解析

( ) 内に関する質問を行なう。A12, A13, A22, A23はA1, A2が正しい場合質問する。

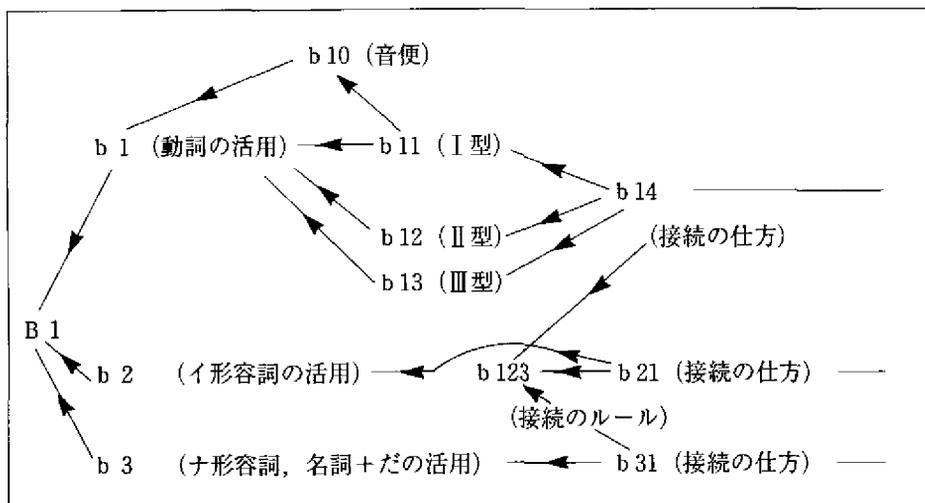


表3 文法解析

b14, b21, b31で間違えた場合は接続のルールを間違えているのか接続する用言の活用を間違えているのかを知る必要がある。そのため接続のルールを知っているときのみ上のノードに進み、他はルールの解説をした後もう一度問題文に戻る。

接続の仕方に関する分類例。

b 14	b 21	b 31
— したら	— かったら	— だったら
— すれば	— ければ	— ならば
— すると	— と	— だと
— するなら	— なら	— なら
— する(した)のに	— のに	— なのに
— しても	— くて	— でも
— する(した)けれど	— けれど	— だけれど
— する(した)ので	— ので	— なので
— する(した)が	— が	— だが
— して	— くて	— だって
— する(した)から	— から	— だから
— た(した)とき	— とき	— なとき

条件を表わす物をもっとあるが初中級段階として出てくる物としてこの程度を表にしておく。

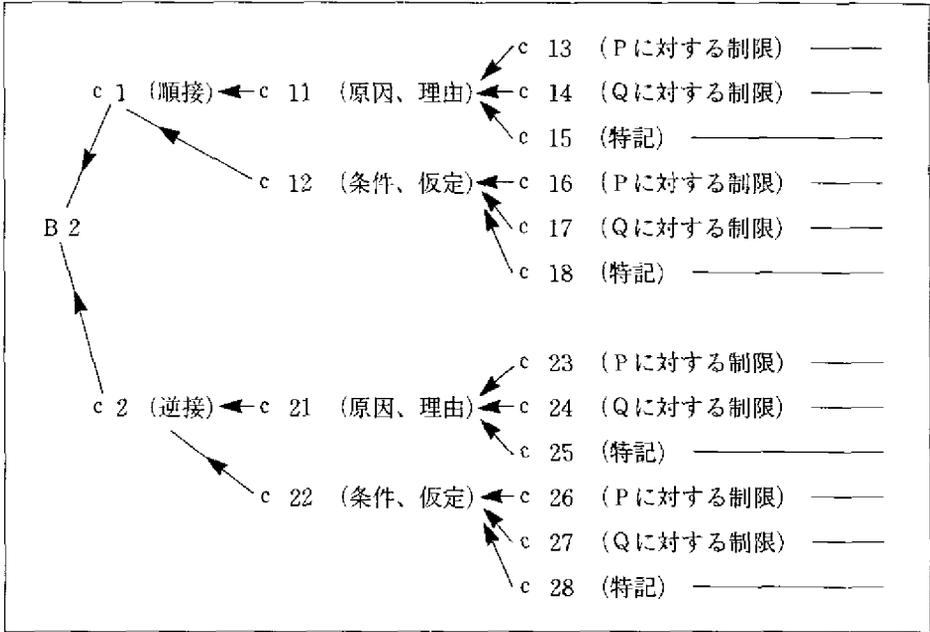


表 4 意味解析

c 13-c 18, c 23-c 28を更に分岐させる。特記とは文全体の持つ性格、ニュアンスで記することのできる物をいう。

B 1、B 2に関しては問題文の解析により、関係するノードに印を付けて置く。B 2の下位の物に関しては印の付かない物も当然ありその場合はスキップして進む。

B 2のかっこの中に具体的にはそれぞれの助詞を書いて置く。即ち

- c 1、 順接の助詞 たら、ば、と、なら、ので、て (で) 、から、とき
- c 2: 逆接の助詞 のに、ても、けれど、が
- c 11、 原因、理由 から、ので、て
- c 12: 条件、仮定 たら、ば、なら、と、て、とき
- c 21: 原因、理由 が
- c 22、 条件、仮定 のに、ても、けれど
- c 13: 主観的に説明 から  
客観的に説明 ので
- c 14: 禁止、命令、勧誘、意志、意見、断定、希望 から  
推量、依頼 から、ので
- c 16: 現実場面を設定 たら、とき、ば、て

- 仮想場面を設定 なら、と  
 主体が話手でない なら  
 習慣、一般的なこと ば  
 c 17: 禁止、命令、勧誘、意志、推量、依頼 たら、なら、ば、て  
 断定 と、とき  
 確定性が強い たら、なら  
 論理的帰結 ば  
 必然の結果 と、とき  
 Qの時間はP実現以前 なら  
 c 18: 因果関係が主観的 ば  
 因果関係が客観的 と  
 c 26: 現実場面を設定 のに、けれど、が  
 仮想条件設定 でも、けれど  
 c 27: Pと反対なこと が、のに、けれど  
 当然の予想に反する のに、けれど、でも  
 c 28: 論理的意識薄弱 けれど  
 「いくら」「どんなに」と共存しない のに

c 13－c 28に関しては特にその傾向が強いと言うものを列挙したのであり、その場合にのみ使えるという事ではないものが多い。問題文の解析により、そのノードに印がつけられたばあいを使用する。

#### 4. 2 具体例

具体例をあげ各ノードでどの様に質問するかを以下の終了テストにある問題で示す。

いくら（読むのに、読んで、読んだのに、読んでも）頭に入らないんだ。

「読むのに」、「読んだのに」とした学習者が3章で見たように1/3強あった。

誤答が「読んだのに」であったとする。

各ノードでする質問文は要旨であり実際はもっと学習者に分かりやすく書く。

##### A 文章解析

- a 11 話手は本を読んだか Y, N  
 a 21 〃 分かったか Y, N  
 a 3 順接か逆接か  
 間違った時は  
 a 1 Pはどの部分か丸で囲め。

a 2 Qはどの部分か丸で囲め。

等を聞く。a 1, a 2が正しい場合、a 12, a 13, a 22, a 23として「頭に入らない」の意味や「いくら」の意味を聞く。また

本当に何回も読んだのだろうか Y, N も聞く

P, Qが分かってもa 3が誤りの場合は順接であるか逆接であるか推理できない。等それぞれのノードで問題が起こったかを見ることにより誤りの場所を定める

これにより、問題文を理解しないまま解答したのか否か、単語の意味の不理解による誤りかがあるか否か分かる。

#### B 1 文法解析

b 14; 「読む」が動詞であるからここを調べる。「のに」の接続の仕方は2つあり「読んだのに」は正しいことが分かる。もし間違っていた場合は4. 1の説明のようにb 123 で接続のルールを調べて問題文に戻るか、活用を調べるかに分岐する。

#### B 2 意味解析

c 26; 問題文は仮想場面を設定する、に印がついているため誤り。

c 28; 「いくら」とは共存しない。と抵触

次のような問題をだす。

どんなに（読んでも、読んだのに）分からない。

もしこの本を（買って、買ったのに）読まないだろう。

いくら（高くても、高いのに）買います。

全て正しい場合は問題文は間違えても7割以上で不安定とし、終了。一応区別は分かっている事が教師に理解される。

K Rとしてはフレームの中から、「のに」の説明をし、もしA 1 3の答えがyesであれば「いくら」の意味の説明も加える。

一題以上間違った場合は

ヒーターがあるのに寒い。

ヒーターがあっても寒い。

喉が渴しているのにこの水はまずい。

喉が渴えていてもこの水はまずい。

とう4文で間違っているものがあれば丸をつけさせる。いずれも正しいとすれば下位のc 26で安定。即ち「のに」「ても」が似た意味を持つものであることまでは理解されているが区別を理解していないと分かる。3題正解の時は不安定として終了。

2題以上間違えた場合は更に

ヒーターがあるけれど寒い。

ヒーターがあるので寒い。

ヒーターがあれば寒い。

ヒーターがあるが寒い。

等で正しい文を選ばせる。4題正しければ安定。即ち順接、逆接及びその時使われる助詞は分かっているから、逆説の助詞の使い方に問題があることが分かる。3題正解の時は順説、逆説の区別が不安定。等、次々と上に行き誤りの場所を定める。

学習者の振舞いが不安定である事を考慮し、このようなことを何題かの形式を変えた問題文で行ない誤りを同定し学生モデルを作る。この問題の場合「ても」の理解度を調べる事が目的であり、「のに」の理解については問わない。ゆえに、ここまででは他の助詞との混同が起こっているかどうか分からない。

モデルが決まったらそれにより教育戦略を建て、新たな問題をやらせる。質問文作成に関しては今のところ、各ノードに色々の種類の沢山の問題を覚えさせて置きその中から適宜コンピュータに選ばせることにする。

以上により知的C A Iへの拡張を念頭に置き、学生モデルに基づいた今より一歩進んだシステムを作ることができる。

## 5 むすび

将来知的C A Iを作るためのワンステップとして学生モデルの構築について考えた。

文法解析に関してはバグモデル、意味解析に関してはオーバーレイモデルを念頭に置き、問題文のチェックは構文解析から質問を出すことを考えている。

当面は幾つかの文法分野において何が下位理解であり、何が上位理解であるかを分析しモデル構築のための処理の流れを決める必要がある。またその語の持つ意味、ニュアンス及び用法を調べいかなる時には使えないかという制限を細かく調べていかなければならない。その上で実際に誤りが同定出来るか否かを調べる方向に進みたいと思う。不必要に上位の部分に学生モデルを設定すれば学習者のやる気をなくす恐れもある。また下位過ぎても意味がない。また何度も同じ間違いをする学習者に対してはメタ認知に関しても考える必要が出てくるだろう。すくなくもコンピュータを使った物である以上、過去の学習者の学習状況を反映することができるものでないとならない。その問題のみの結果で枝別れをさせるだけでは、単なるティーチングマシンと変わらない。

**謝辞：**C A Iに興味の目を向けさせて下さり、有益な議論をして下さった西村よしみ氏に感謝致します。

**注：**修了テストは名古屋大学に於て作成した物である。本文中の問題文は抜粋または幾分修飾したものである。

## 文献

- 1 教育心理 八田武志 培風館
- 2 教育工学 高橋省己編 日本文化科学社
- 3 人工知能ハンドブック A.Barr-E A.Feigenbaum 共立出版K.K
- 4 日本文法研究 久野障 大修館書店
- 5 日本語の表現 森田良行 創林社
- 6 日本文法の見えて来る本 P141 永野賢 汐文社