

電子テキスト & ノートによる学習システム

- テキストの文を利用したノート作成について -

奥田富蔵^{*}、及川義道^{*}、大塚一徳^{**}、井上 靖^{*}

あらまし： われわれは、テキストとノートを備え、自学自習を想定した“学習のための Workstation”とでも言うべき学習システムを構想している。そこでのノートは、テキストの内容を弁別したり、その根拠を確かめたり、あるいは既知の知識と関連付けるなど、理解活動の作業台の役割を担う。本構想ではテキストの文を利用して Note-Taking を行うことを考えており、本報告はその概要について述べる。

A Computer Assisted Instruction System Equipped e-Texts and Notes

T. Okuda Y. Oikawa K. Otsuka Y. Inoue

1. はじめに

コンピュータによる学習システムや教材が数多く開発され、利用されている。そして、それらの多くは問題解決、演習などを目的とし、講義やテキストによって理解した内容を定着させるためのものである。しかし、新しい知識の理解、獲得の支援を目的としたものは少ない。コンピュータは個別に学習できるメリットがあり、テキストでの自学自習を支援するシステムがあると便利であると考えられる。

特に、近年のように科学技術が進歩し、また、教育のユニバーサル化が要求されている状況では、学習者のニーズに応じた個別教育が求められる。そうした要求にこれまでの教育の体制で応じるのは殆ど不可能であり、テキストでの自学自習を支援するシステムは有用であろうと思われる。

従来、自学自習の場合はテキストを読み、その内容を咀嚼して理解するというのが一般的であった。このような学習方法は必ずしも能率的とは限らないが、受動的な学習では得られない達成感や深い理解に到達する可能性がある。しかし、この学習方法はガイド無しであるから、当然、試行錯誤的になされ、困難も大きい。したがって、コンピュータでの支援が求められている。

われわれは、テキストとノートを備え、自学自習を想定した“学習のための Workstation”とでも言うべき学習システムを構想している。そこでのノートは、テキストの内容を弁別したり、その根拠を確かめたり、あるいは既知の知識と関連付けるなど、

^{*} 東海大学 Tokai University ^{**} 長崎県立大学 Nagasaki Prefectural University

理解活動の作業台の役割を担う。本構想ではテキストの文を利用して Note-Taking を行うことを考えており、本報告はその概要について述べる。

2. ノートによる自学自習とその支援

理工系科目のテキストの文はその役割によって、おおまかに表1のように5種類に分類することが出来る。

1] は学習対象そのものについての記述で、それは定義や原理などである。そして、そのどれを欠いても内容を正しく理解することはできない。それは、しばしば、表1の例1のように式で表されることも多い。

また、2] は学習対象の挙動、性質、また、それらの原因などの説明である。これは対象そのものの記述に含意されていることも多いが、学習者はこのような説明により対象を具体的に理解することが出来る。例2は例1の式の説明であり、それはもともとの式に含意されている。そして、3] は、1]、2] の典型的な例である。

4] は学習対象とその領域の関係についての記述で、領域での位置づけ、意味などの説明である。これにより学習者は学習対象がその領域でどんな役割を担うかなどを理解することができ、領域の全体的理解につながる。

そして、5] は学習、展開、背景等のガイドなどである。すなわち、学習で配慮すべきこと、叙述の展開に関すること、背景説明などである。いわば、各種のガイドをなす文である。

学習者は上述のようなテキストの文を読み、内容を把握、理解するためにそれらの一部をノートに記す。その場合、主として1] ~ 3] の文が対象になる。ただし、2] の文の内容はその意味が容易に1] の文から推察されるときは、省略される傾向がある。また、3] は典型的な例であるからやはりノートに記述される。

表1 テキストの文の分類

- | |
|---|
| 1] 学習対象そのものについての記述
例1 $E = RI$ または $I = GE$ |
| 2] 学習対象の挙動、性質などの説明
例2 抵抗 R は電流 I に比例した電圧降下 E を発生する |
| 3] 学習対象の挙動、性質などの例 |
| 4] 学習対象とその領域の関係についての記述
例3 電子回路では f の変化した場合の(周波数)特性が大きな役割を果たす。 |
| 5] その他(学習、展開、説明等のガイド、背景)
例4 基本的には次に示す正弦波信号を加えた場合の性質が分かれば十分である。(学習のガイド)
例5 線形性は極めて重要な性質である、つぎにこれについて説明しよう。(展開のガイド) |

4]の文は学習目的にもよりノートに記述されるかどうかは一定しない。5]の文に関してはその目的からしてほとんどノートに記述されることはない。すなわち、ノートは1]から3]の文に関する内容を包含したものになる。

ノートは、理解過程での作業記録であり、必ずしも整然としてものになるとは限らない。しかし、一通り理解した後でそれを確認あるいはリハーサル、見返しのために整理したものを作ることもしばしば行われる。作成者にとってそれをもとにリハーサルし、あるいは、それを参照することは容易である。したがって、定着や応用など以後の過程で必要に応じてこれを用いれば、それらの作業を効率よく行うことが出来る。

また、ノートはリハーサルや見返しがしやすいように作成する必要がある。そうした観点から、一般に、よいノートとは簡潔性、具体性、一貫性、一覧性、視認性などの要件を備えるべきである。ただし、それらの要件は必ずしも両立しないこともある。

因みに、教師の板書は、学習対象についてよく知っている者が、学習者が理解し易いように構成したプレゼンテーションであるから、それを写したノートは整然としていて当然である(そうでない板書も少なくない)。そして、学習者が板書をノートに写す理由もまた教師による理解過程の手本をリハーサルし、あるいは、後で見返すためである。

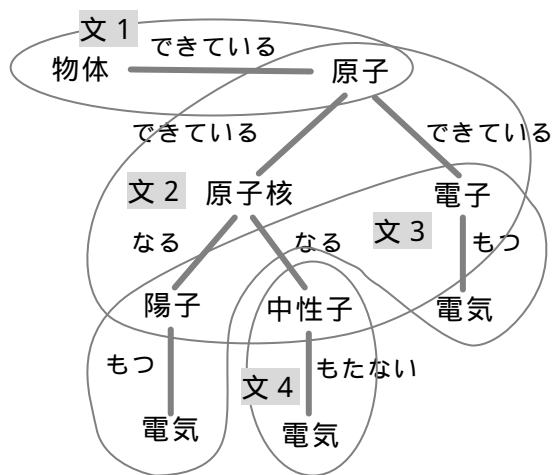
第一義的にノートの役割は、理解のための作業台であり、それは作動記憶の延長であると考えられ、テキストの内容を弁別したり、その根拠を確かめたり、あるいは既知の知識と関連付けるなどの思考を能率よく行うためのものである。したがって、そのような認知活動が円滑に行われるために、ノートの記述負荷は必要最小限で、その記述は簡潔明瞭でなければならない。それは推論を伴う理工系の学習では特に重要であると考えられる。

ノートの作成で、能率とコストの両面から、テキストの文をそのまま用いることは殆ど無い。学習者は、テキストの文を解釈し、何がしかの要約、短縮を行う。また、文が叙述する内容を図や表で表わした方が理解し易い場合はそれらを用いることもよく行う。コンピュータの上でのノート作成は、全く新しい文を作成するわけではないので、テキストの文を何らかの形で用いることが考えられる。また、その方が効率的であると期待される。

テキストによる自学自習を支援する場合、1)テキストの文の解釈を支援する、2)テキストの文を利用した Note-Taking を支援するの二通りが考えられる。1)の場合、テキストの文章を理解性の良い文に変換する、あるいは文章の構成や文の講文を提示して理解を助けるなどの方法が考えられる。

物体は、多数の原子からできている。原子は、陽子と中性子からなる原子核と、そのまわりを回る電子からできている。陽子は正の電気を持ち、電子は陽子と等量の負の電子をもつ。中性子は電気を持たない。

図 1 分かり難い文章



物体は、多数の原子からできている。原子は原子核と、そのまわりを廻る電子からできている。原子核は陽子と中性子からなる。陽子は正の電気を持ち、中性子は電気を持たない。電子は陽子と等量の負の電子をもつ。

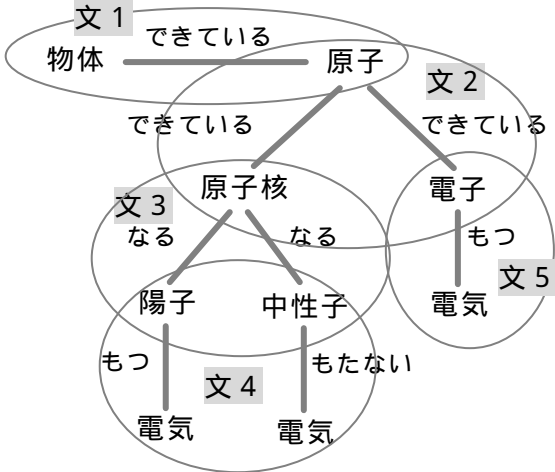


図2 分かりやすい文章

例えば、図1に文章¹⁾の例とその意味ネットワークを示す。意味ネットワークの上で、各文の構成要素を線で囲んで示すと図のようになる。ここで、文2と文3の要素はかなり重複しているばかりでなく、分岐点を異にする枝を含んでいる。このような文章の構成は読み難く、理解が容易でない。

図2は、意味ネットワークから要素の重複を最小にし、分岐点を異にする枝を含まないように文を生成したものである。こうすると文章は読みやすく理解性が向上する。しかし、これには意味解析が必要になり、現在の技術で十分な精度で行うことは容易ではない。

また、文章の構成や文の構造を提示して理解を助けることは、完全という訳ではないがかなりの精度で行うことができ、学習者の求めに応じて構文木を見やすい形で提示することは可能である。しかし、通常の文章であれば文の解釈を支援する必要性はそれほど高くないと考える。したがって、以下、テキストの文を利用した Note-Taking の支援について述べる。

3. テキストの文を利用した Note-Taking

ノートには、理解のための作業台と後のリハーサルや見返しのための二つの役割がある。前者の場合、ノートに記述される文は必ずしも完全な文である必要はない。それは単語、句、節などで十分なことが多い。それらは空間的に配置した方が相互の関係がわかりやす場合も多く、図3のように図化されることもある。また、後の利用のために整理されたノートの場合でも、箇条書のように体言で終わるなど、能率とコストの関係で簡略化することがある。

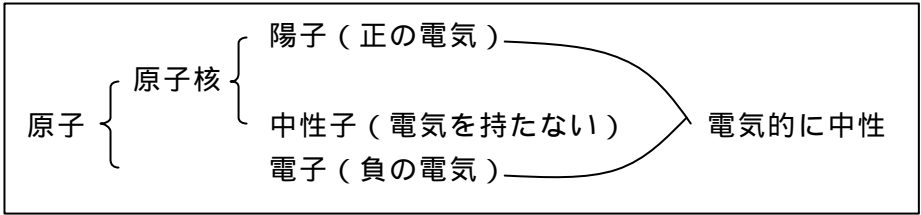


図3 ノートの記述例

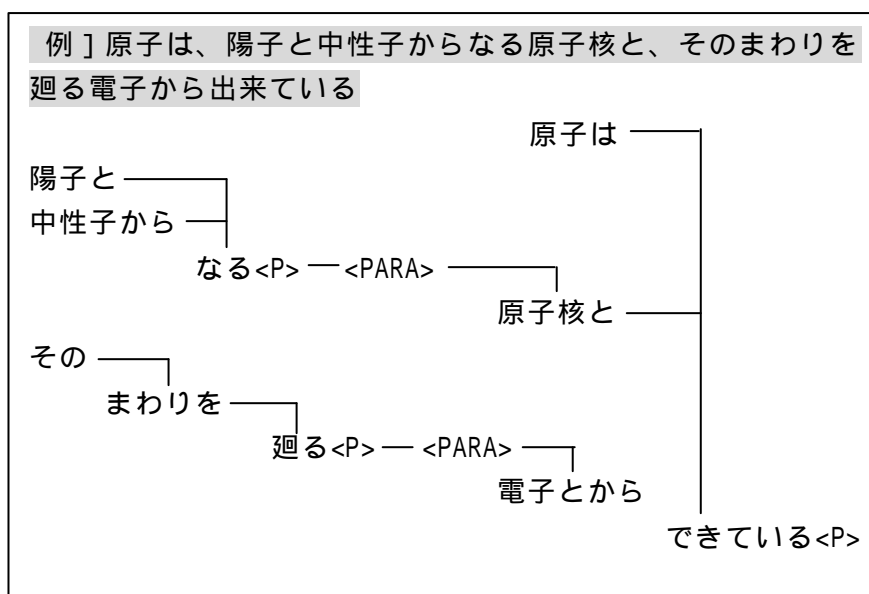


図4 係り受け関係

したがって、テキストの文を使用するとすれば、それを適当に変換することが必要である。ただ、ノートへの記述は理解のためになされるものであるから、それを自動的に作成するというのではない。本システムでは、学習者の求めに応じてテキストの文を要約または短文化して、その作成を支援する。

文の要約は目的によってかなり異なり、様々な方法がある。学習を前提とした場合、意味が不正確になったり、意味を取り違えたりする可能性があってはならない。したがって、他の分野で用いられている要約方法がすべて利用できるわけではない。本システムでは主として係り受け解析結果を利用する方法を用いる。

文の要約は先ず文の要素間の係り受けを解析する。そして、節を単位として、その深さ毎の文を生成する。例えば、図4は係り受けの解析結果であり、図5はそれにより要約文を生成した例である。最初の文は、最も深い節まで含んだ文であり（原文と同じ）、次の文は最も浅い節のみからなる文である。

節の深さは、文が持つ情報量を段階付け、深い節まで含む文はより詳しい説明の文になり、浅い節しか含まない文は簡潔で基本的な説明の文になる。学習者は、システムが挙げた候補の要約文の中から目的にあったものを選択してノートの作成に用いる。

また、文の短文化はやはり係り受け解析の結果を利用して行い、節で修飾されている体言を主語として節単位に文を生成する。図6は、図4の解析結果から生成した短文化の例である。原文に代名詞がある場合、その照応関係を明らかにする必要がある。しかし、そ

- 1) 原子は、陽子と中性子からなる原子核と、そのまわりを廻る電子から出来ている
- 2) 原子は、原子核と、電子から出来ている

図5 係り受けの深さによる文の要約

- 1) 原子は、原子核と、電子から出来ている
- 2) 原子核は陽子と中性子からなる
- 3) 電子はそのまわりを廻っている

図6 長文の短文化

の処理は意味解析を行うこと無しにはできないので、現段階では対応していない。したがって、図6の最後の例のように代名詞がそのまま短文に現れ、その意味が明らかでない場合がある。

短文化は、原文の記述内容を細分化する意味がある。学習者は理解の過程で文全体を丸ごと考えるわけではなく、特定の部分に焦点を合わせて考えている。これらの短文はそうした焦点化と対応して、利用されることを想定している。

これらの変換は学習者の求めに応じて文毎に行われ、提示される。学習者はシステムが挙げたこれらの文の中から適当なものを選択してノートの作成を行う。

4. おわりに

テキストは文字列(文)、式、図、スケッチ、表などからなる。式には数式、関係式、論理式、化学構造式などがあり、図にも概念図、構造図、プログラム図式などがある。また、証明文のようにそれらが組み合わされたものもある。そして、それらは各々個別の構文と意味を持つ。

ノートはこれらを自在に用いて作成できなければならない。そして、コンピュータで知的な支援をしようとするれば、ノートを効率よく作成するだけでは十分ではない。すなわち、それらの意味を認識でき、学習者の入力を診断して必要なフィードバックを返すことが必要である。数式など形式化され、その構文と意味が明確なものはそれが可能であるが、自然言語の文は人の経験やアナロジーを基礎としていて現象は多様で、その処理は非常に困難である。

テキストの文を利用したノート作成の支援は、まだ、ツールの域を出ていないがテキストの側にその意味を明示するTAGが付加されていれば、意味に基づく支援が行える可能性がある。今後は、TAGと連携して知的な支援を行う研究に繋がっていきたいと考えている。