

論文理解のためのチャート理解支援システム

A chart understanding support system for understanding technical papers

*岡 孝明 武田 英明
*Takaaki OKA Hideaki TAKEDA

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

Abstract:

In this paper, we present a system to support people for charting as process of reading, understanding, and writing papers. We propose a new method of understanding papers based on image schema by Johnson and Lakoff. Image schema suggested by Lakoff and Johnson is a set of cognitive pattern for human based on human embodiment. We propose three different types of application shemata, i.e. causal relations, logic of text, and relation for technical papers. Each application schema consists of a set of labels of arcs each of which is associated to an element of basic image schema. We believe that it makes people enable to see charts from another view point, and understanding charts more intuitively and essentially.

1 はじめに

人間の自由な発想、独創的な思考をいかに支援すべきかという問題、すなわち発想支援の問題は、最近のコンピュータ技術の進展から、注目を集めている課題といえる。発想支援には、さまざまな形態がすでに研究され、現在も研究されている（例えば [1]）が、本稿でとりあげるのは、「論文を読んで、理解し、書く」という行為の支援である。本研究では、特に、

- 論文の内容を要約してチャート化する。
- チャートを「イメージ・スキーマ」に基づいて再構成する。

ことによって、「読んで、理解し、書く」プロセスを支援する。イメージ・スキーマという概念は、言語学者の George Lakoff と 哲学者の Mark Johnson によって提案された [2]。Lakoff と Johnson は、人間の理解において、本質的で普遍的な、言語や文化の壁を越えた共通性があると指摘する。それは、我々人間の身体と、それにもとづく我々の経験である。そして、この身体性に根差した、人間にとって普遍的な認知パターンがイメージ・スキーマである。本研究では、システム使用者がイメージ・スキーマを意識せずに書いたチャートを、イメージ・スキーマに基づいて再構成する。このことで、チャートを違った視点から見ることを可能にし、そのことによって、チャートのより本質的理解へとたどりつくことができる。

⁰ 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科
知能情報処理学講座
630-0101 奈良県生駒市高山町 8916-5
E-Mail:takaak-o@is.aist-nara.ac.jp

2 「読んで、理解し、書く」プロセス

研究者は、常日頃、研究活動の際、論文を読み、理解し、それらをまとめて、整理し、独自の着想に至り、論文を書く。これらの行為そのものについては、[3]で詳細に述べられているので、ここでは概略を述べるにとどまる。

(1)「読む」行為：文章を読む際に、文章にアンダーラインを引いたり、印をつけておく、などの行為がよく行われる。これを一般化すると、論文の重要な点を短いセンテンスで表現する、という行為になる。その短いセンテンスをメモとして取っておけば、その文章を「読んだ」といえる。すなわち、本論文での言葉の使い分けで言うと、「読む」行為は、「理解する」行為の前段階であり、情報の整理、圧縮行為である。

(2)「理解する」行為：次に「理解する」行為について述べる。論文を理解するのに、論文の内容をまとめて、チャートを作るという行為が助けになると言われている [4]。

チャートを作ることによって、現時点で自分が持っている知識の整理が可能となる。

チャートと言っても、さまざまなものが考えられるが、本論文では、チャートは一種の有向グラフであるとす。ノードにあたる部分に、論文におけるキーワード、短いキーセンテンスが入る。アークにあたる部分には、ノード間の関係を示すラベルが添えられる。このようなチャートを作ることによって、論文の理解が深まるとするならば、チャートを作る行為を支援すれば、理解の支援が出来ることが予想される。

さらに理解を支援するために、本論文では、前述したイメージ・スキーマを導入する。イメージ・スキーマによって再構成されたチャートを「基本チャート」と呼び、元のチャートを「応用チャート」と呼ぶ。

応用チャートから基本チャートへの変換は、論文の本質の抽出である。

(3)「書く」行為：[4]では、チャートは上手に作れば、一枚のチャートを説明することで、そのまま一篇の論説を書くことが出来る、とある。すなわち「書く」行為は、より深く「理解」することによって、支援される、と考えられる。

3 チャートによる論文の表現

3.1 人の手によるチャート作成実験

本論文におけるチャートとは、前述した通り、一種の有向グラフである。チャートは、論文のメモから作り出したノード群を、ラベルの付いた矢印によって、ノード間の関係を記述することで、作成される。ここで、どのようなシステムを用意すれば、チャートをより容易に作成できるかを調べるために、実験を行った。情報工学の初心者5名を被験者とする実験を行った。実験内容は、各被験者に10の情報工学の専門論文を与え、それぞれの要約チャートを書いてもらうというものである。著者が1つの例題を示した。そして、提出された5名、10枚ずつ、合計50枚のチャートを分析した。

結果を見ると、同じ論文でも他人と同じあるいは類似することはなかった。このことは一見チャート書きのプロセスは個人によって独特であるように見えるが、ノードの作り方やアークの名前付け(ラベル)などの個々の部分では共通点が見られる。そこで、ここでは特にアークのラベルに注目して、その共通性を分析することにする。

3.2 応用スキーマの導入

ここでは、チャートに現れる要素間の関係をいくつかの応用スキーマに分けることを試みる。

技術系論文において本質的には言語に依存しない主張があると考えられる。しかし、文章によって表現するという制約から文章表現としての構成を持つ。すなわち、論文の中の構造は大きく分けて文章の主張にかかわらない構造と、文章の主張にかかわる構造が混在していると思われる。従って、チャートにおいてはこのような異なる構造が混ざって出現していることになる。ここでは、この視点から応用チャートを以下のように提案する。

- 文章の主張にかかわらず、文章の構造そのものを指し示す「文章論理」
これには、例えばAがBの必要条件であるという論理的つながりを示す「必要」や、BがAの内容を表すことを示す「説明」などが入る。この場合、AとBの関係は文章構成上の関係であり、主張そのものではない。
- 文章の主張のレベルで論理の展開を表す「因果関係」
これには、Aが正しいと前提にした上でBを導く「そこで」(「AなのでBである」)や、Aが正しいにもかかわらずBが成立する、という「しかし」(「AだがBである」)などが含まれる。この場合、AとBがこのような関係にあることが論文の主張である。ただし、技術系論文特有ではなく、一般的に用いられるものである。
- 文章の主張にかかわり、かつ技術論文に特有の表現を集めた「技術論文系」
これには、技術論文に特有の表現、論理構成を表すための応用スキーマが入る。例えば、「解釈」(「Aを解釈するとBとなる」)、「適用」(「AをBに適用する」)など。

チャートにおいて出現頻度の高いラベルはこれら3つのスキーマいずれかに分類される。頻度の高いラベルおよびその分類の一部はTable 1を参照していただきたい。表1列目に書かれているのがスキーマの一番大きなスケールでの3分類、「因果関係」「文章論理」「技術論文系」である。順序が前後するが、表3列目に書かれているのがスキーマの一番細かいスケールでの分類、「分類名」である。「要素」は、ラベルそのものである。これら(例えば「そこで」)がアークのラベルとなる。

3.3 基本スキーマの導入

チャートのアークに貼りつけるラベルに付いては、前節で、頻度の高いものを選び出すことで、各被験者間の共通性を得た。ここでは、チャートのより深い理解のために、各応用スキーマが、どのような普遍的なイメージに裏打ちされているかを、対応づけることを提案する。この普遍的なイメージを持つスキーマを「基本スキーマ」と呼ぶ。書かれたチャートを、より人間に普遍的な構造をもって再構成することによって、視点を変えることができる。このことが、チャートのより深い理解と、チャートの不備の発見につながる。ここで人間に普遍的な構造と述べたが、LakoffとJohnsonの提唱する「認知意味論」の考え方に基づき、「イメージ・スキーマ」によるチャートの再構成をする。

応用スキーマ	分類名	要素	基本スキーマ
因果関係	「順列」	そこで, しかし, そのため	<経路>
	「因果」	さらに, 原因, 結果, 重要	
文章論理	「説明」	説明, つまり, 具体的には, 内容	<経路>
	「相いれない」	相いれない	<連結>
	「必要」	必要	<経路>
技術論文系	「変化」	解釈, 改良, 帰着, 拡張, 変化	<経路>
	「基づく」	基づく	<上/下>
	「関係」	関係, 同値, 適する	<連結>
	「特徴」	注目, 特徴, ポイント, キーワード, 問題点	<中心/周縁>
	「列挙」	構成される, 細分化, (暗黙)	<部分/全体>
	「適用」	導入, 適用, 広く用いられる, 利用	オリジナル

Table 1: 応用スキーマと基本スキーマの対応

このために、まず、応用スキーマの各要素を基本スキーマの各要素に結び付けることを試みる。Table 1の「要素」欄と「基本スキーマ」欄の対応に、その一部を示す。例えば、「ポイント」というラベルについて考えると、このラベルが示している事実は「AのポイントはBである」ということであるので、この事実は、Aというカテゴリーの示している領域の中に、Bという事実が含まれており、かつ重要である、ということイメージとして示唆するものであるから、「ポイント」に対応する基本スキーマは<中心/周縁>である。

このようにして得られる対応を用いて、応用スキーマで表現されたチャートを基本スキーマのチャートに変換することができる。

4 チャート作成システム

4.1 システム化

以上の実験、考察、また [4] の内容をまとめ、イメージスキーマに基づくチャートを用いた論文理解のプロセスを以下のようなシステムとする。

- ノード作り

まず、読んだ論文を要約すべくノードにメモをとる。ここでノードの数、大きさに1画面という制限が重要であるのには2つ理由がある。一つは、全ての情報を、一瞬のうちに視野に入れる、ということ。もう一つは、制限があることで、情報の圧縮が行われ、より多くの情報を少ない記述で表すことが出来る、ということである。

- ノードをつなぐ

できたノードを、ラベル付き矢印で結んで、ノード間の関係を表す。この時、あらかじめ「技術論文スキーマ」「文章論理スキーマ」「因果関係スキーマ」の3つを用意しておいて、できるだけ、その中にあるものだけをラベルとして使って、チャートを作る。どうしても、この3つに当てはまらないものを使いたいときは、個別に定義する。

- 整理する

ノード作りの際と同じように、1画面の制限を作ることで、全ての情報を一瞬のうちに視野に入れることが出来ること、なおかつ、情報の圧縮が出来るから、情報過多から逃れられる。

- チャートを違う視点から見なおす

「応用スキーマ」で関係を記述されたチャートを、「基本スキーマ」の立場から見なおすことによって、同じチャートを違う視点から見る事が出来、チャートの不備などを見つけ出すことに役に立ち、チャートの本質的理解にも役に立つ。

4.2 システムの実装

現在、システムのプロトタイプを、VisualBasic6.0を用いて製作した。以下にこのプロトタイプ版の持つ機能について述べる。

(1)チャート作成機能: ノードを作り、動かし、繋げることが出来る。この時点で作り得るのは、ノードとラベル付きアークによる、単純な応用チャートである。この段階で、論文を読んで得た知識の外化をする。

(2) 基本チャートへの変換機能: 手で作られた簡単な応用チャートを、応用スキーマと基本スキーマの対応表に基づき、新たな図形的な要素を持つ基本チャートに変換する。

Figure 1, Figure 2 に、それぞれ変換前の応用チャートと変換後の基本チャートを示す。このような応用チャートに対応する基本チャートを生成することで応用チャートに内在していた構造を明示化したり他の応用チャートと変換可能にすることができる。この例では、Figure 1 の「ポイント」が、Figure 2 では、<中心/周縁>のスキーマに基づいて、円の中心と周縁に位置されている。この変換によって、応用チャートで「ポイント」という関係で結ばれていた2つのノードが、基本チャートでは、身体性に基づいたイメージ・スキーマによる<中心/周縁>という関係によって結びつくことになり、より直感的に捉えやすいものとなり、また応用チャートでは明らかになっていなかった本質的な関係、すなわち、「論文読解において、情報の要約が、中心的な役割を示す」ことの存在が図形的イメージによって明示化される。

(3) 構造に基づく推論機能: 本システムでは、2つのチャートに対して、その構造を解析した結果に基づいた推論機能として、警告と、縮約の2つの機能を実装した。理解が難しいと考えられる構造としては、現時点では、ループ構造、入れ子構造を実装している。入れ子構造とは、例えば、応用チャートにおいては「...それで...それで...それで」の列や、あるいは、「Aにおける重要なことのポイントのキーワード」のような構造などのことである。この入れ子構造は、2つ目の例に挙げたもののように<中心/周縁>のスキーマである場合、直感的に分かりにくいので、基本チャートへの変換の際、修正するよう警告する。

入れ子構造においても、<経路>のスキーマによるものは、最初と最後のノードをつないで、中途の部分を縮約することで、明確な理解が可能になる。

上の例は、応用チャートの段階では違うラベルに分類されているものが、基本チャートに変換されることによって、同じ基本スキーマ(例えば<経路>)に属していることが分かり、縮約が可能になるというようなケースもあることを示している。

5 今後の課題

応用チャートから基本チャートへの変換によって、より深いチャートの理解が得られるかを検証する。また、チャートを書くことによって、最終的に支援したい「論文を書く」ということの支援が可能なのかどうかを実験によって確かめる。

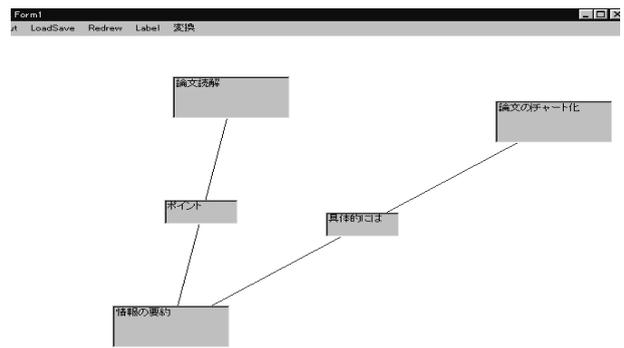


Figure 1: 変換前の応用チャート

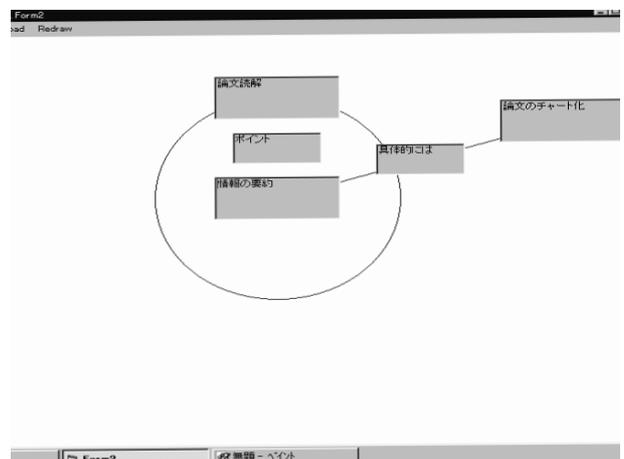


Figure 2: 変換後の基本チャート

参考文献

- [1] 山本恭裕, 高田真吾, 中小路久美代: "Representational Talkback" の増幅による「書いてまとめる」プロセスの支援に向けて, 人工知能学会誌, Vol.14, No.1, pp82-92 (1999)
- [2] G.Lakoff: 認知意味論 - 言語から見た人間の心, 紀伊国屋書店 (1993)
- [3] 岡孝明, 武田英明: 技術論文のチャート化による論文理解の支援についての分析, 電子情報通信学会技術研究報告 A199-61, pp27-34 (1999)
- [4] 立花隆: 「知」のソフトウェア, 講談社現代新書 (1984)