

(城西人文研究第 29 卷)

《研究ノート》

文章理解を促進する図解についての 認知心理学的研究

鈴木 明 夫
粟 津 俊 二

キーワード：文章理解 図解 状況モデル

問 題

文章を読むという行為は我々が日常行っている行為のひとつである。1日の始まりを考えてみただけでも、朝起きて新聞を読みその日の最新の情報を収集し、会社に向かうまでの通勤電車の中で小説を楽しむなど、日常生活の一部と化した文章読解の行為が考えられる。こうした文章を読むという行為は、その目的によって大きく2つに分けることができる。1つが、新聞を読む行為のように、ある文章を読むことによって何か知識を獲得することが目的である場合である。もう1つが、小説を読む行為のように、文章から何か知識を得るのが目的ではなく、文章を読むこと自体が目的である場合である。前者の目的の読み方を特に「テキストからの学習」、後者の目的の読み方を「テキストの学習」と呼ぶことができる (Kintsch, 1994)。

文章を読むこと自体が目的となる「テキストの学習」では文学作品など、多くは物語文と呼ばれる形式の文章が扱われる。それに対し、文章を読むことに

よって何か知識を獲得することが目的となる「テキストからの学習」では新聞や専門書など、多くは説明文と呼ばれる文章が扱われる。この説明文と呼ばれる文章の内容は理解することが難しいことがよくある。自分にとって馴染みがない専門書を何度読み返しても良く理解できないという経験は誰もが持っているであろう。こうした内容理解が困難な説明文を分かりやすくする方法の一つに、文章の内容を図解するという方法がある。例えば経営戦略について説明した西村（1999）は、専門書では主に文章で説明されている経営戦略理論を、簡潔な図解を用いて説明している。このような図解があると内容に馴染みが薄い読み手でも、本文の内容を良く理解できると考えられる。

文章理解を促進する図解の効果に関する心理学的研究は多く、実証的な方法でその効果が確認されている（Levie & Lentz, 1982; Mayer, 1997; Robinson & Kiewra, 1995; Robinson, Robinson, & Katayama, 1999; Robinson & Schraw, 1994; Sims & Hegarty, 1997; Waller & Whalley, 1987; Winn, 1987; Winn, Li, & Schill, 1991）。また、図解は文章理解を促進する上で様々な役割を果たすと考えられている。文章中にある上位概念（比較的重要な情報）と下位概念（比較的重要ではない情報）との関係を整理すること（Alvermann, 1986）、情報の空間的配置により重要な概念間の関係の理解を促進すること（Moore and Readence, 1984; Robinson, 1998）、文章に書かれている情報と読み手が持っている背景知識を統合する手助けをすること（Hall & Strangman, 2004）などが図解の果たす役割だと考えられる。このような役割を踏まえ、Waller and Whalley（1987）は文章の内容を表す構成図を、「文章の要旨の図的概観」と端的に表現している。

このような図解が文章理解促進に果たす役割の中でも、Larkin & Simon（1987）は図解が持つ空間配置という属性が生み出す情報の探索的効率性を指摘している。例として Figure 1 を見てもらいたい。ここでは複数の魚の生態に関する同一の情報に文章の形式と図解の形式で表されている。たとえ情報量が同じでも、文章で表すのと、図解で表すのとでは、情報検索の効率が違ってくることが感じられるであろう。たとえば、文章で表現されているときには魚

文章〈線条的配置〉

「魚 A は大きさが 10 センチほどで、オキアミを食べ、水深 200 フィートに生息している。魚 B は大きさが 20 センチほどで、小エビを食べ、水深 300 フィートに生息している。魚 C は大きさが 30 センチほどで、エビを食べ、水深 400 フィートに生息している」

図解〈空間的配置〉

	魚 A	魚 B	魚 C
大きさ	10 センチ	20 センチ	30 センチ
エサ	オキアミ	小エビ	エビ
生息環境（水深）	200 フィート	300 フィート	400 フィート

Figure 1 情報の線条的配置と空間的配置による違い

ごとの食性、生息環境、大きさなどは容易に理解できるが、食性に関する魚同士の比較や、生息環境と大きさとの関係など、文章に明示されていない情報を得ることは難しい。これは文章では情報が線条的に配置されるためである。その一方で、同じ情報量でも図解によって表現されるときには、図解が持つ空間的配置という属性から、文章に明示されていない情報を容易に得ることができる。つまり、魚ごとの食性、生息環境、大きさは図を縦に見ることによって理解できる。また、例えば「エサが大きくなればなるほど体も大きくなる」など、ある特徴とほかの特徴との関係や、特徴ごとの魚同士の比較なども、情報を見比べることによって容易に理解することができる。

Larkin & Simon (1987) の他にも図解が持つ文章理解促進の効果を情報探索効率の良さという点から説明している実証的な研究は数多くある。たとえば、Guri-Rosenblit (1989) は樹形図を文章と共に与えられた読み手の方が、要素間の関係を明示化して書き表した文章を与えられた読み手よりも、重要な事実の理解や要素間の関連性を多く再生することを発見し、樹形図が持つ空間配置による情報の提示方法の優位性を示している。また、Robinson & Kiewra (1995) は精神病の種類と症状を述べた文章に、それぞれの病気の特徴をまとめたマトリックスを文章と共に与える群、そのマトリックスと同じ内容と情報

量のアウトラインを文章と共に与える群、文章のみを読ませる群の3群を比較し、文章理解促進の程度を検討した。結果、学習時間が十分であれば、マトリックスとアウトラインを与えられた群はともに文章の中心となる情報を問う問題で文章のみを与えられた群より優位性を示し、さらにマトリックスを与えられた群の方がアウトラインを与えられた場合よりも概念間の関係理解が促進されることを示している。

このような先行研究から、図解が持つ空間配置は文章などの線条的配置よりも情報検索効率を向上させ、文章理解を促進するということが確かめられている。しかし、空間的配置を利用していれどどのような図解でも文章理解を促進し、ある図解と別の図解とでは分かりやすさの違いは存在しないのであろうか。図解に関するこれまでの研究のほとんどは、空間的配置と線条的配置を比べる必要から、研究者などの専門家が作成した「分かりやすい」あるいは「上手に作られた」ただ1種類の図解 (Jackson, Harper, Ruzic, & O'Connell, 2004) と、要約やアウトラインなどの図以外の表現形式とを比較検討するものであった。したがって、複数の図を比較して分かりやすさの程度差や、それに影響を与える要因を扱った研究は、ほとんど見受けられない。図解にも分かりやすさの違いがあり、その違いによって読み手の文章理解の深さにも差が生じるかどうかを確認する必要がある。

文章理解の深さということに関して、文章理解の理論では3つの異なる理解の深さが仮定され (Kintsch, 1988; van Dijk & Kintsch, 1983)、異なる理解の深さが実験的に分離できることが示されている (Kintsch, Welsch, Schmalhofer, & Zimny, 1990)。最も浅い理解は文章の表層的な構造の理解である「逐語的表象 (verbatim representation)」で、単語や句を言語的關係から符号化する段階である。次の深さは、文章の意味の理解である「命題的テキストベース (propositional textbase)」で、文の意味的な構造を表象する段階で、文の構成要素である命題の關係をはっきりさせ意味を捉える段階である。最も深い理解は「状況モデル (situational model)」と呼ばれている。状況モデルは構築された命題的テキストベースを読み手が持つ背景知識によって

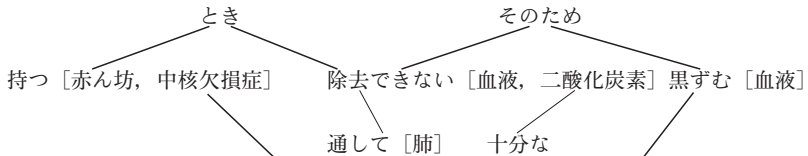
精緻化し、再統合する段階であり、文が表す状況全体を理解する段階とされる。Figure 2 は心臓病に関する 2 つの文から形成された命題的テキストベースと状況モデルを示している。命題的テキストベースは「持つ」「除去できない」「黒い」という 3 つの命題を含み、それらが「とき」「そのため」という関係で結合されている。さらに状況モデルでは文章それ自体よりもむしろ、「黒ずんだ血液は二酸化炭素を運んでいる」など、読み手が外界に対して持つ自らの既有知識に基づいて形成されたものである。

Kintsch (1994) は逐語的表象から命題的テキストベース構築にいたるまでの文章の事実内容の理解と、状況モデル構築にいたる文章の深い理解を、先に述べた「文章の学習」と「文章からの学習」の視点から、2 つに大きく区別して説明している。逐語的表象から命題的テキストベース構築にいたるまでの文章の理解は、文章の内容を再生したり要約したりすることで、文章に書かれて

文章：

赤ん坊が中核欠損症を持っているとき、血液は肺を通して十分な二酸化炭素の除去ができない。そのため、血液は黒ずんでいる。

テキストベース：



状況モデル：

運んでいる [赤い [血液], 酸素]

運んでいる [黒ずんだ [血液], 二酸化炭素]

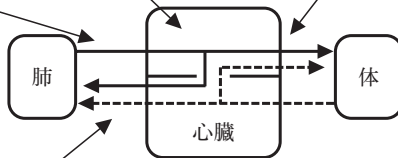


Figure 2 命題的テキストベースと状況モデル (Kintsch, 1994)

いる事実内容を覚えることにとどまる。物語文などを扱う「文章の学習」という点からは、この程度の理解で十分である。しかし、書かれている内容を自らの既有知識と関連付け、統合し、新たに自ら知識の枠組みを再構築する必要がある説明文の理解、つまり「文章からの学習」では、文章から得た知識を他の問題に当てはめ、推論することが可能な状況モデルの構築が必要となってくる (Kintsch, 1994)。

本研究の目的は、同じ文章に関する図解でも、図解の種類によって読み手の文章理解の深さに差が生じるかどうかを確認することにある。具体的には、図解作成に精通した熟達者が作成した図解を補助として文章に与える群、図解することに慣れていない初心者が作成した図解を与える群、文章のみを与える群の3群について、読み手が命題的テキストベース (Kintsch, 1994) を構築する段階の理解にとどまるのか、状況モデル (Kintsch, 1994) を構築し、文章の深い理解をすることができるのかを比較検討する。

方 法

被 験 者

女子大学生 36 名が実験に参加した。読解を求める文章とともに、熟達者が作成した図解を文章理解の補助として与える図 1 群、初心者が作成した図解を与える図 2 群、図解を与えない文章群の 3 群に、各 12 名ずつ割り当てた。

材 料

刺激文として、ホッキョクグマの生態に関する 1,268 文字からなる論説文を B4 用紙に呈示した。Table 1 に刺激文の全文を載せる。図なし群には文章のみを与えた。図 1 群には、社会人を対象に「図解リテラシー」などの図解に関する講座で 3 年間の教授経験を持つ 30 代男性の熟達者が作成した図解 (Figure 3-1) を、同ページに記載した。図 2 群には、上述の講座で熟達者より計 20 時間の受講経験を持つ 30 代男性の初心者が作成した図解 (Figure 3-

Table 1 実験で用いた刺激文

北極ぐまの生息環境がどんなものであるか、ちょっと想像してもらいたい。冬の季節には、地上での気温が何ヶ月にもわたり氷点下のまま変わらない状況が続く。そして吹雪が視界を妨げる。海上に浮かぶ氷の状態は刻々と変化し、その変化の度合いも大きなものとなる。気温が低く、穏やかな天候の間は、氷は硬く凍てつく。いったん嵐がおこれば、広大な開けた海上で氷が割れてしまう。そうすると、毎日氷はかなりの距離にわたって漂うことになる。このように、氷結と解氷が繰り返されると、北極ぐまの主な餌であるアザラシの分布と数に大きな影響が出てくる。その結果、変化する環境の中で、北極ぐまは絶え間なく食糧を探し続けなければならないのだ。

このような環境で生き延びるためには、北極ぐまは数日から数ヶ月に及ぶかもしれない次の捕食までの間、体温を適当な温度に保ち、その温度を持続するだけのエネルギーを蓄えなければならない。北極ぐまが休息している時の平熱は、約37度で、人間や他の哺乳動物とあまり変わらない。その体毛と硬い皮と厚さ11センチにもなる脂肪の層は、たいへん優れた断熱効果を持っているために、周囲の気温が氷点下36度に下がったとしても、適当な体温を維持することができ、余分なエネルギーを消費する必要はほとんどない。比較的活発な行動をせず、かつ風にさらされていない限り、寒い天候においても、余分なエネルギーを消費しないですむのである。

北極ぐまの断熱性がこれほど優れている一方で、その優れた断熱性は北極ぐまにとつてまた、大きな欠点ともなる。すぐに体温が上昇してしまうのである。外の気温がマイナス20度から24度くらいの間で、時速4キロくらいまでのスピードで歩いている時、体温はかなり一定に保たれる。しかしそれを超すと、体温は急激に上昇する。この動物は、時速6キロ半で歩行しているだけで、体温は37.7度近く、つまり人間であるなら、ほとんど発熱の状態と言えるほどにもなる。このように、それほど速くないスピードで動く場合でさえ、くまは横になっている場合の13倍ものエネルギーを使うのである。

実のところ、どんなスピードで歩いたとしても、北極ぐまは、ほかの大多数にのぼる哺乳動物のおよそ2倍のエネルギーを消費する。この非効率性は、この動物が大きな体とずんぐりした脚を持っているせいである。真っ直ぐに歩けないのもそのためである。こうした特性を持っているため、アザラシが空気を吸いに出てくる氷の開口部の脇に、じっと寝ていて、アザラシが浮き上がってくるのを待つ獵である静止狩獵を好んで行うことになるのだ。この行動のおかげで、カロリーを得るのが困難な環境にあっては、エネルギーの効率的利用が可能になるのだ。眠ったり横たわったりする時にとる姿勢は、熱を放出したいか、熱を保持したいかによって変わってくる。辺り一面が開けた氷の上では、腹ばいに寝ることもある。暖かい日には、全身を伸ばしたり、脚を上げて仰向けになって寝たりする。逆に寒い日には体を丸めたり、雪に穴を掘ったりし、その中で寝るのだ。

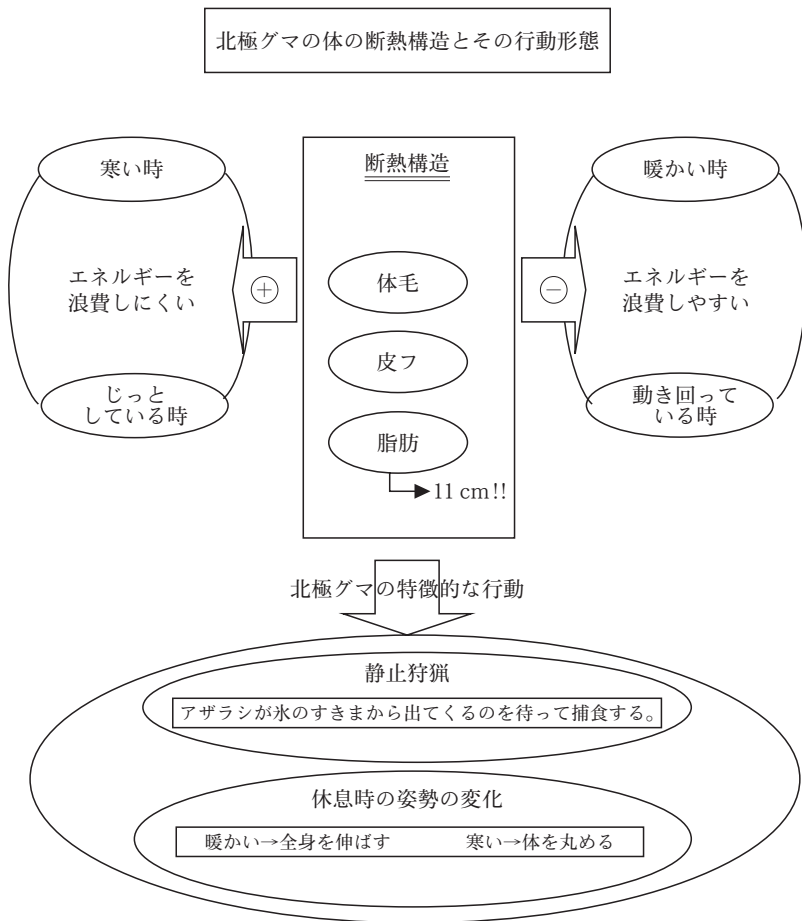


Figure 3-1 熟達者が作成した図解

2) を記載した。

課 題

前述のように、文章理解によって構築される表象には、逐語的表象から命題的テキストベースにいたる表象と、状況モデルと呼ばれる深い理解の表象の2つに分けることができるとされている。そこで、各群の文章理解の程度を調べ

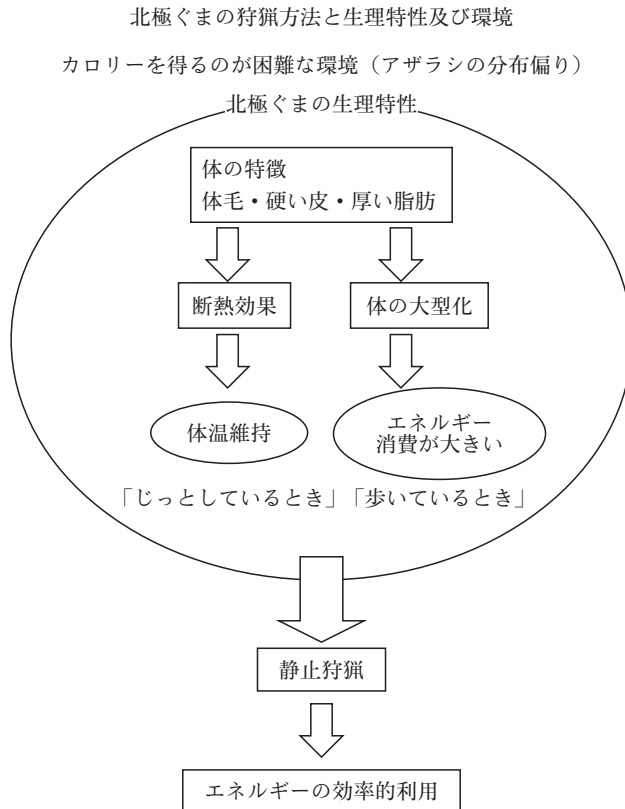


Figure 3-2 初心者が作成した図解

るために、2種類の課題を用意した。

命題的テキストベースを測る課題として、テキストに書かれている事実のみを問う真偽判定課題を用いた。刺激文は全体で28文からなるが、半分の14文を元の内容に反するように書き換えて誤内容文を作成した。この誤内容文を含む全28文をランダムな順序で一文ずつ分けて書き、刺激文にあった文かどうかを5段階（1：見たことがない，5：見たことがある）で評定させた。

次に、状況モデルを測る課題であるが、状況モデルの構築を確かめるためには、テキストに書かれている事実だけではなく、テキストに表されている情報

Table 2 実験で用いた推論課題の例

変わりやすい天候の中で、北極ぐまが生き延びるためには、絶えず食糧を探しつづけるなければならないが、それはなぜか。

- ① 北極ぐまが持つ断熱性がすぐれているから。
- ② 北極ぐまがアザラシの居場所を簡単につきとめられないから。
- ③ 北極ぐまが静止狩猟をしているから。
- ④ 北極ぐまが早いスピードで歩行できないから。
- ⑤ 北極ぐまの体温が他の哺乳動物と大きく違わないから。

北極ぐまがエネルギーを蓄えておかなければならない理由は何か。

- ① 北極ぐまが静止狩猟をするから。
 - ② 北極ぐまが次の食事にありつけるのがいつになるか分からないから。
 - ③ 北極ぐまの持つ断熱性に欠点があるから。
 - ④ 北極ぐまの体温が急激に上昇することがあるから。
 - ⑤ 北極ぐまは自分の活動に合わせ、寝る姿勢も変化させないといけないから。
-

を応用的に使用できるかを検討する必要があるが、テキストの表す状況から推論する課題やテキストから得た情報を他の状況に利用する課題が適切とされている(岩槻, 2003)。

そこで、文章には直接明示されていないが、文章の内容から推測できる推論問題を6問作成し、それぞれ5つの選択肢から正解と思うものを選択させた。Table 2に、実験で用いた推論課題の例を示す。

手 続 き

各被験者に刺激文(および図)、真偽判定課題、推論課題をそれぞれB4用紙1枚で、この順にとじた冊子を配布した。後で文章の内容を質問するので良く理解するように、という教示を口頭で与えて刺激文および図を8分間見せた。文章への書き込み、下線などは許されたが、ページをめくって課題を見ることは禁じた。刺激文のみを回収したのち、真偽判定課題、推論課題の順で、時間制限を設けずに回答させた。真偽判定課題をするときには推論課題の用紙を、推論課題を解答するときには真偽判定課題の用紙を見ることは禁じた。

結 果

命題的テキストベースの理解表象を測る真偽判定課題について、各文に対する確信度を被験者ごとに総和した。このとき、内容を反転させた誤内容文は確信度も反転させて加えた。つまり、誤内容文への評定値1は、5として加えた。28文あるため、140点満点となる。Table 3に、各群の平均点と標準偏差を示す。1要因の分散分析を行ったところ、各群の平均値に有意な差はみられなかった [$F(2, 33)=0.08, p>0.05$]。したがって図解の有無、及び図解の違いによって、命題的テキストベースの構築には有意な影響が生じていない。

Table 3 真偽判定課題における各群の成績

	文章群	図1群	図2群
平均	90.50	91.58	91.17
標準偏差	6.16	6.93	5.87

次に状況モデルの理解表象を測る推論課題について、1問1点として6点満点で採点した。各群の被験者が示した平均得点および標準偏差をTable 4に示す。1要因の分散分析を行ったところ、群間に有意な差がみられた [$F(2, 33)=4.97, p<0.05$]。さらにシェフェの多重比較法によって下位検定を行ったところ、図1群が、他の2群よりも有意に高い得点を示した(図1群と文章群： $p<0.05$ 、図1群と図2群： $p<0.05$)。したがって、同一の文章を図解したものであっても、図によって、構築される状況モデルは異なるといえる。

Table 4 推論課題における各群の成績

	文章群	図1群	図2群
平均	2.75	4.17	2.67
標準偏差	1.36	1.07	1.31

図1群に提示した図は、命題的テキストベースの構築だけでなく、文章内容

を理解し、その内容を応用して問題を解く活動を促進した。Kintsch (1986, 1988, 1994) の言うように、状況モデルを、読み手が持つ実世界に関わる知識と結びついたテキストの状況に対する表象ととらえると、文章を図解することによって、テキストに直接明言されていないことまで推論できる深い段階での理解が促進されるといえるであろう。

以上の結果より、図解によって文章理解の程度が異なることが示された。

考 察

本研究の成果は、文章の補助として提示される図解の違いによって、読者の文章理解度に差が生じることを確認したこと、である。

実験から、文章とともに提示される図解によって、読者が構築する状況モデルに差が生じることが示唆された。この結果は、図解の分かりやすさを検討するための第一歩となると考える。今後、この分かりやすさの違いが、なぜ生じるのかを研究することは、図解による文章支援を教育などに応用する上で有意義であろう。

文章に図解を補助として与える場面は、1種のマルチメディア学習とも考えることができる。Mayer (1997) は、マルチメディア学習では教材・学習者・測定法が学習成果に大きな影響を与え、教材としては因果関係が存在する科学的な説明文が、学習者としては既有知識が低い者が、測定法としては文章の逐語的記憶ではなく転移課題が、それぞれふさわしいことを指摘している。今回の実験に当てはめて考えると、被験者は文系の女子大学生であり動物学や生態学の知識は高くないと考えられるが、事前のテストは行っていない。また文章は、科学に関する説明文であるが、専門的なものではない。今後、読み手の知識についてより厳密な統制を行うとともに、刺激文として使用する文章を変えて一般化を確認する必要があるであろう。

今までの図解研究では図解が文章理解を促進する効果を持つ理由として情報の空間配置による読み手の検索効率の向上を挙げている。また図解が命題的テ

キストベースではなく、それよりむしろ状況モデルの構築を促進するとしている研究は数多く存在する (Glenberg & Langston, 1992; Hegarty, Carpenter, & Just, 1990; 岩槻, 2003; Levie & Lentz, 1982; Mandl & Levin, 1989; Mayer, 1989)。今回の実験では図が文章だけを提示するよりは効果があることが示されたが、それと同時に、情報を同じように空間配置している2つの図解に文章理解促進効果の違いが見られた。初心者が作成した図解を与えられた読み手の理解は命題的テキストベース構築にとどまるものであったが、熟達者が作成した図解を与えられた読み手は状況モデル構築にいたる文章の深い理解ができた。今回用いられた図解はマトリックスや樹形図などと違って、要素間の空間的な距離、矢印や線分、丸や四角といった囲みなど、多くの要素が存在している。こうした図解を構成している要素、あるいは図で取り上げられた文字情報の違いがわかりやすさの違いをもたらしたものと考えられる。つまり、情報の空間配置にも下位要素が存在し、その下位要素がわかりやすさの違いをもたらしている可能性が示唆された。今回の研究ではそうした空間配置の下位要素を操作し、比較検討する実験までは実施していないが、2つの異なる図解の文字情報、囲み線、矢印を比べてみた (Figure 4)。

図を構成する要素は文字、囲み線、矢印など様々なものが考えられるが、Winn (1980) は食物連鎖における捕食関係を図に表し、被験者に学習させたとき、位置的に近い動物同士は概念的にも近い関係であることを知覚する傾向があると報告して、図が持つ空間要素の重要性を指摘している。また、Holliday & Benson (1981) は様々なビタミン剤の効果を図で説明し、それぞれのビタミンがどのような効果をもたらすか、たとえば「源」というラベルのもとにカロチンを、「結果」というラベルのもとに早老という概念を記すことで、読み手はカロチンが早老をもたらす可能性があるかと判断するとして、図解におけるラベル効果を指摘している。さらに Fleming & Levie (1978) は四角や丸を使ってある要素を囲い込むことで、その中の要素は互いに関係し、囲みの外に出された要素は囲まれた要素と関係がないことを示し、また階層関係は上下の位置関係をもって表現することができるとしている。同様に、

	熟達者の図解	初心者の図解
文字情報	北極ぐまの体の断熱構造とその行動形態	北極ぐまの狩猟方法と整理特性及び環境
	寒い時	カロリーを得るのが困難な環境
	11 cm!!	北極ぐまの整理特性
	脂肪	(アザランの分布偏り)
	体毛	「じっとしているとき」
	断熱構造	体の特徴
	皮フ	体毛
	エネルギーを浪費しにくい	硬い皮
	—	厚い脂肪
	+	断熱効果
	じっとしている時	体温維持
	暖かい時	「歩いているとき」
	動き回っている時	エネルギー消費が大きい
	エネルギーを消費しやすい	体の大型化
	アザランが氷のすきまから出てくるのを待って捕食する。	静止狩猟
	静止狩猟	エネルギーの効率的利用
	北極グマの特徴的な行動	
	休息時の姿勢の変化	
	全身をのばす	
	暖かい	
	寒い	
	体を丸める	
囲み線	18 個	8 個
矢印	6 個	6 個

Figure 4 実験で用いられた2つの図解の文字情報・囲み線・矢印の比較

Waller (1981) は図解で用いられる四角や丸の囲みは「名詞」に相当し、ある要素が四角や丸で囲まれるとその要素は名前がつけられ、概念や原則などとして扱われることになるとしている。また矢印は「動詞」に相当し、たとえば A という囲まれた要素から B という囲まれた要素に向かって矢印が描かれている場合には「A が B を産み出した」という動的な関係ができるとしている。さらに線の太さ、文字の色や下線・斜字体などは「形容詞・副詞」のはたらきをすると述べている。

このようなことを踏まえて、今後は、(1)文字情報要素、(2)囲み要素、(3)空間

距離要素, (4)矢印・線分要素, のどの要素が情報の空間配置において重要な働きをしているのか, 各要素を操作し統制する仮説検証型研究によって突き止める必要がある。

引用文献

- Alvermann, D. E. (1986). Graphic organizers. In J. F. Baumann(Ed.), *Teaching main idea comprehension* (pp.210-226). Newark, Delaware: International Reading Association.
- Fleming, M. L., & Levie, W. H. (1978). *Instructional message design: Principles from the behavioral sciences*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Glenberg, A. M., & Langston, W. E. (1992). Comprehension of illustrated text: Pictures help to build mental models. *Journal of Memory and Language, 31*, 129-151.
- Guri-Rosenblit, S. (1989). Effects of a tree diagram on students' comprehension of main ideas in an expository text with multiple themes. *Reading Research Quarterly, 24*, 236-247.
- Hall, T., & Strangman, N. (2004). *Graphic organizer. National Center on Accessing the General Curriculum*. Retrieved August 5, 2004, from CAST Web site: <http://www.cast.org/ncac/curriculum/NCACgo.pdf>
- Hegarty, M., Carpenter, P. A., & Just, M. A. (1990). Diagrams in the comprehension of scientific text. In R. Barr, M. L. Kamil, P. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research* (pp. 641-668). New York: Longman.
- Holliday, W. G., & Benson, G. (1981). *Using questions to focus students' attention on non-prose science materials*. Paper presented at the conference of the National Association for Research in Science Teaching, New York.
- 岩槻恵子. (2003). 知識獲得としての文章理解 — 読解過程における図の役割 — 東京: 風間書房.
- Jackson, J., Harper, K., Ruzic, R., & O'Connell, K. (2004). *Concept maps summary source data*. Retrieved August 5, 2004, from CAST Web site: <http://www.cast.org/ncac/tables/ConceptMaptables.pdf>
- Kintsch, W. (1986). Learning from text. *Cognition and Instruction, 3*, 87-108.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review, 95*, 163-182.
- Kintsch, W. (1994). Text comprehension, memory, and learning. *American*

- Psychologist*, 49, 294-303.
- Kintsch, W., Welsch, D., Schmalhofer, F., & Zimny, S. (1990). Sentence memory: A theoretical analysis. *Journal of Memory and Language*, 29, 133-159.
- Larkin, J. H., & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11, 65-100.
- Levie, W. H., & Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: A review of research. *Educational Communication and Technology Journal*, 30, 195-232.
- Mandl, H., & Levin, J. R. (1989). *Knowledge acquisition from text and pictures*. Amsterdam: North Holland.
- Mayer, R. E. (1989). Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of Educational Psychology*, 81, 240-246.
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32, 1-19.
- Moore, D. W., & Readence, J. E. (1984). A quantitative and qualitative view of graphic organizer research. *Journal of Educational Research*, 78, 11-17.
- 西村克己. (1999). よくわかる経営戦略 東京：日本実業出版社.
- Robinson, D. H. (1998). Graphic organizers as aids to text learning. *Reading Research and Instruction*, 37, 85-105.
- Robinson, D. H., & Kiewra, K. A. (1995). Visual argument: Graphic organizers are superior to outlines in improving learning from text. *Journal of Educational Psychology*, 87, 455-467.
- Robinson, D. H., & Schraw, G. (1994). Computational efficiency through visual argument: Do graphic organizers communicate relations in text too effectively? *Contemporary Educational Psychology*, 19, 399-415.
- Robinson, D. H., Robinson, S. L., & Katayama, A. D. (1999). When words are represented in memory like pictures: Evidence for spatial encoding of study materials. *Contemporary Educational Psychology*, 24, 38-54.
- Sims, V. K., & Hegarty, M. (1997). Mental animation in the visuospatial sketchpad: Evidence from dual-task studies. *Memory and Cognition*, 25, 321-332.
- Waller, R. (1981). *Understanding network diagrams*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Los Angeles.
- Waller, R., & Whalley, P. (1987). Graphically organized prose. In E. de Corte (Ed.), *Learning and instruction: European research in an international context* (pp. 369-381). Leuven, Belgium: Leuven University Press.
- Winn, B. (1987). Charts, graphs, and diagrams in educational materials. In D. M.

- Willows & H. A. Houghton (Eds.), *The psychology of illustration: Basic research* (Volume 1. pp. 152-198). New York: Springer-Verlag.
- Winn, W. (1980). The effect of block-word diagrams on the structuring of science concepts as a function of general ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 17, 201-211.
- Winn, W., Li, T., & Schill, D. (1991). Diagrams as aids to problem solving: Their role in facilitating search and computation. *Educational Technology Research and Development*, 39, 17-29.
- van Dijk, T. A. and W. Kintsch. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.