資 料

文章の保持における具体的アナロジ挿入の効果

谷 口 篤*

EFFECT OF INSERTED ANALOGIES ON THE RETENTION OF A TEXT

Astushi TANIGUCHI

The purpose of this experiment was to examine the effects of inserted analogies on the retention of an expository text. Subjects (80 nudergraduates) read analogies inserted texts or non-inserted texts under either summary or memory instruction. After reading, subjects received a recall test. In the analogy condition, the rate of correctly recalled propositions were higher than in the no-analogy conditions, and the rate of recalled macro-propositions were higher than the rate of recalled micro-propositions. But in the no-analogy condition, the rate of recalled macro-propositions and micro-propositions were found equal. In the analogy-summary condition, the rate of racalled macro-propositions was higher than micro-propositions. It was interpreted that insertion of analogies with a text was to help the construction of a macro-structure.

Key words : analogy, prose retention, macro-structure, expository text, micro and macro-proposition

我々が日常よく読むような科学的な内容を説明した説明的文章において、抽象的な概念を説明するために読者にとって既知の内容で、イメージ化が容易な具体的事物・事象による具体的アナロジ (analogies) を用いて説明されることがしばしばある。あるいは、授業場面において何か新しい概念を説明するために、生徒が既知っている概念をアナロジとして用いて、類推させたりすることもある。そこで本研究では説明的文章におけるアナロジ挿入の影響を検討することとした。

このアナロジは、比較オーガナイザ (comparative organizer, Ausubel & Fitzgerald, 1961), アナロジ (analogy, Royer & Cable, 1976), あるいは具体的先行オーガナイザ (concrete advance organizer, Mayer & Bromage, 1980) など異なる名前では呼ばれているが、アナロジとして用いられる材料には以下の3点が共通している。第1は学習すべき材料とアナロジでは説明される概念の形式的構造が類似している。第2にアナロジは、学習すべき材料よりも学習者にとって熟知した具体的な内容であり、イメ

ージを浮かべやすい。第3にアナロジは学習すべき内容の理解し難い点を説明している。このようなアナロジの提示が文章の保持や問題解決に及ぼす影響を検討した研究がいくつかある (たとえば Mayer, 1975, 1976, 1978, 1979a, 1979b; Rigney & Lutz, 1976; Royer & Cable, 1975, 1976; Simons, 1983)。これらの研究の多くはアナロジの提示が文章の保持や問題解決を量的に促進することを示している。しかし、アナロジの提示が文章の保持に及ぼす影響を質的に分析した研究は少ない。特に、保持された文章の記憶表象について検討した研究はない。そこで、本研究ではアナロジの提示が文章の保持に及ぼす影響を質的に検討することとした。

このアナロジが文章の保持を促進する理由としては、以下の3つの考え方がある。第1の立場はアナロジの提示による具体化機能 (concretizing function) を強調するものである。例えば、Ortony (1975) はアナロジによって学習材料がより鮮明に、かつ豊かになるとしている。また、Rigney & Lutz (1976) は複雑な概念を学習するときに具体的なイメージを伴ったアナロジによって、学習材料はイメージ豊かに学習され、そのイメージの構造

* 中部女子短期大学 (Chubu Women's Junior College)

が適切な心的表象 (mental representation) を形成させるとしている。

第2の立場は同化理論 (assimilation theory) を強調するものである (Mayer, 1979b)。Mayerによれば、具体的なアナログの提示は、文章の情報に関連した既有知識を活性化し、文章の新情報をその既有知識に同化させる機能を持つとされる。

第3の立場は構造化機能 (structuarized function) を強調するものである (Rumelhart & Ortony, 1977; Norman, 1978)。Rumelhart & Ortony (1977) によれば、新しいスキーマ (schema) が形成される場合、新しいスキーマの基礎を形成する形式的構造 (formal structure) として、類似した (analogical) スキーマが用いられるという。

これらの3つの立場はそれぞれ強調する点は異なっているが、以下の2点においては共通の主張をしている。第1に、アナログは学習者にとって熟知した具体的事象の既有知識であることである。第2にアナログの提示によって活性化された既有知識の構造 (スキーマ) が学習すべき文章の情報の構造化のモデルとして機能することである。

それでは、文章の情報の構造とはどんなものであろうか。Kintsch & van Dijk (1978), van Dijk & Kintsch (1983) によると文章は文章全体の意味構造、すなわちマクロ構造 (macro structure) を形成しているという。Kintsch によれば、マクロ構造とは文章の要旨の直感的な概念であり、文章の本質的要点と定義される。そして、文章の理解とは、マクロ方略を用いて、文章のミクロ命題 (micro-proposition) の要約と体制化を行うことによって意味的に上位の単位であるマクロ命題 (macro-proposition) を抽出、形成し、階層的なマクロ構造を形成することであった。このマクロ構造は、文章中の命題のうち、(1)重要でない命題を省略し (deletion), (2)重要な命題の構成を行い (construction), (3)さらに一般化 (generalization) するという3つのマクロルールによって形成されるとされた。

このように文章の理解を文章のマクロ構造の形成と捉えるならば、文章の理解が容易になるということは文章のマクロ構造が形成され易くなることと考えられよう。したがって、アナログの提示は既有のスキーマを活性化させ、そのスキーマに類似した新しいスキーマ、すなわち、文章のマクロ構造の形成を容易にすることによって、文章の全体的保持量を促進するとともに、特にマクロ命題の保持を促進すると予想される。

さらに、このように文章の理解をマクロ構造の形成と捉えるならば、文章の読解時における要約作業はマクロ

構造の形成を促進すると考えられる (桐木・石田・岡・森, 1981; 石田・桐木・岡・森, 1982)。そこで、本研究では、文章の要約教示条件と記憶教示条件の2つの教示条件を設定した。要約教示はマクロ構造を形成するように読み手を方向付けるので、記憶教示条件群よりもマクロ命題の再生率が高くなると予想される。

ところで、従来の研究の多くでは、アナログは文章に対して先行提示されていた。しかしながら、実際にわれわれが読む説明的文章では、アナログは先行提示されるよりも、文章に挿入されて同時提示される場合が多いと思われる。また、読んでいときにアナログを同時提示された場合の方が、アナログの利用がしやすくなると思われる。そこで本研究では、文章の中にアナログを挿入することによって、アナログ提示の影響について検討することとした。

本研究では、実験に先立って学習すべき文章 (以下では主学習材料と呼ぶ) の分析が行われた。主学習材料を35の命題に分解し、文章を13名の評定者に提示し、各命題の重要度の評定が行われた。重要度の評定は「7. たいへん重要」から「1. 全く重要でない」までの7段階評定であった。さらに文章の要約を行い、重要度評定の高い命題が要約に含まれることが多く (上位12命題の含有率の平均が72%)、重要度の低い命題は要約にほとんど含まれないことが確認された (下位12命題の含有率の平均は6%)。そこで、本研究では、重要度評定値の高い命題 (上位12個の命題, レンジ: 5.62—6.23) をマクロ命題とし、重要度評定値の低い命題 (下位12個の命題, レンジ: 3.85—5.00) をミクロ命題とした。

本研究では読者にとって既知の内容で、イメージ化が容易な具体的事物・事象を用いたものと定義される具体的アナログを、以下の3つの基準にしたがって作成した。第1の基準はアナログの概念の構造が主学習材料の概念の構造に類似したものであること、第2の基準は学習者にとって主学習材料よりも具体的な熟知した内容であること、第3の基準は文章中の理解困難な点を説明するものであることであった。アナログの作成のために、主学習材料の学習しにくい点について、文章中に下線を評定者に引かせた。この結果を基に、上記の3つの基準にしたがってアナログが作成された。アナログ作成後、先の13名の評定者にアナログを提示したところ、すべての評定者がアナログの内容についてイメージを浮かべることができると答えた。

方 法

実験計画 2×2の実験計画が用いられた。第1の要

因はアナログの挿入の有無に関する要因であった。第2の要因は教示の要因であり、要約教示条件と、記憶教示条件であった。この両要因は被験者間要因であった。

被験者 男女大学生、各条件20名ずつ、計80名が被験者として参加した。実験実施後、主学習材料の内容について、以前からよく知っていたと答えた者については被験者から除外した。

TABLE 1 Example of text (analogy inserted texts).

タンパク質の合成

*生物の細胞は、完全にオートメーション化した工場に似ている。細胞という工場の中には、「酵素」という名前の小型工作機械と、「リボゾーム」という名の大型工作機械がある。

細胞の中では、糖の分解やアミノ酸の合成と言った比較的低分子の物質を作る作業は、小型工作機械の酵素がそれぞれ専門に行っている。

これに対して、タンパク質は20種類ばかりのアミノ酸がつながってできた長い長い鎖であり、比較的高分子のタンパク質の合成となると簡単ではない。タンパク質合成のためには大型工作機械のリボゾームのはかにいくつかの酵素（小型工作機械）の共同が必要である。リボゾーム（大型工作機械）は3種類のRNAと50数種類のタンパク質からできている。

このリボゾームで作られるタンパク質の設計図は遺伝子のDNAにある。このDNAは細胞にとってかけがえのない大切な設計図であるので、細胞の核の中にしまわれている。DNAの遺伝暗号をリボゾームに伝えるのがRNAである。このRNAは遺伝暗号のメッセージを運ぶ役目をするのでメッセンジャーRNA (mRNA) とよばれる。このDNAとmRNAの関係は、機械の設計図の原本とそのコピーの関係に似ている。すなわち、機械を作るうえで最も重要な設計図の原本(DNA)は核の中に大切に保管しておいて、その設計図のコピー(mRNA)を作って、作業の現場(リボゾーム)に送り、これを基に製品(タンパク質)を製造しているのである。

リボゾームにmRNAがはいると、リボゾームはmRNAの暗号を読み取り、それに応じてアミノ酸を並べてつなぎ、タンパク質を合成していく。これは、mRNAというタンパク質合成のための設計図のコピーがリボゾームという大型工作機械に読み込まれ、それにそってタンパク質という製品が作られるようなものである。

リボゾームはmRNAから「ウアグ」という暗号を読み取ると、アミノ酸の鎖である「ポリペプチド」の合成を開始する。それ以後、3つの文字を1組とした暗号を解読して、それに相当するアミノ酸を並べてつなぐ。RNAが3文字ずつ移動すごとに1個のアミノ酸がつながれて、つぎつぎとペプチド鎖が伸びていく。そして、mRNAの「ウアグ」という暗号を読むとタンパク合成は終わり、ペプチド鎖はリボゾームから離れて、1本のポリペプチドが完成する。このペプチドがいくつか集まって、1個のタンパク質ができる。

ところで、アミノ酸は自分でリボゾームにやってくるのではない。「トランスファーRNA」(tRNA)という運び役があって、アミノ酸はこれに結合することによって、mRNAのところへ運ばれる。tRNAにはいろいろの種類があって、それぞれのアミノ酸は特定のtRNAに結びつく。そしてtRNAはmRNAの特定の場所に、その結びついたアミノ酸を運ぶ。いいかえると、tRNAはそれぞれのアミノ酸を送るための荷札のようなものである。その荷札の上にはアミノ酸の送り先が3文字で書かれていて、それによって、mRNAの特定の位置へアミノ酸を間違いなく運ぶ役目を果たしている。

*Underlines are inserted analogy.

材料 主学習材料は生物の細胞内におけるタンパク質の合成に関する文章であった。文章に挿入されるアナログには、学習者のよく知っている具体的な概念としてオートメーション工場を用いた。このアナログでは、生物細胞全体を1つのオートメーション工場に例え、細胞内のリボゾームや酵素などを工作機械に例えた。文章は約800字、35の命題からできており、アナログは約400字、15の命題からできている。アナログ挿入条件では、アナログが不自然にならないように、文章の3箇所に分けて挿入された (TABLE 1を参照)。

アナログ挿入文章、アナログ非挿入文章のいずれもB5版の用紙、2頁に印刷された。さらに、教示を印刷した用紙を表紙としてつけ、小冊子にして、被験者に提示した。

手続 実験は心理学の講義の一環として、小集団で行われた。被験者は4つの条件にランダムに振り分けられた。被験者には教示を印刷した表紙と文章をとじた小冊子が与えられた。被験者は表紙の教示にしたがって、文章を10分間読むように教示された。要約教示条件では「文章を読んだ後に、文章を見ないで要約をすること」を、記憶教示条件では「文章を読んだ後に文章を思い出して書くこと」を教示として印刷し、文章の表紙につけた。表紙の教示を口頭で読み上げ、さらに両群に対して、「文章への簡単な書き込みやアンダーラインを引くことは自由に行ってもよいこと」が口頭で教示された。文章の提示時間は4つの条件群とも10分間であった。

10分間の文章提示の後、文章の小冊子を回収し、再生用紙を配布し、被験者に文章の再生を求めた。その際「文章について覚えていることはすべて書くこと、思いだした内容は元の文章とまったく同じ言葉遣いでなくてもよいこと」を教示した。特に要約教示群に対しては、「文章の要約ではないこと」を強調した。文章の再生時間は10分間であった。

結果と考察

再生の得点化 文章の再生結果は再生命題に分割された。再生命題の得点化は実験者、及び実験条件を知らされていない1名の評定者によって独立して行われた。2者の評定が一致した率は86%であった。2者の判断が異なった場合、評定終了後に協議のうえ決定した。評定は文章の命題の意味がほぼ再生されている場合1点、一部が欠落した再生の場合0.5点とされた。

再生結果と考察 アナログ挿入群とアナログ非挿入群では、文章の命題数が異なるので、再生率によって分析した。TABLE 2の上段に各条件群の再生率を示した。再

TABLE 2 Recall ratio for each condition.

	Analogy		No-analogy	
	Summary	Memory	Summary	Memory
Recall ratio	.233	.213	.189	.185
Recall ratio excepted analogis' recall	.239	.196	—	—

生率について角変換の後、2要因の分散分析を行ったところアナログ挿入要因の主効果が有意であった ($F(1,76)=6.05, p<.05$)。教示要因、及び交互作用は有意ではなかった。すなわち、アナログ挿入群の再生率の方が、アナログ非挿入群の再生率よりも高かった。

従来の研究では、具体的な文章の方が、抽象的な文章よりも記憶され易いことが報告されている (三宮, 1982)。本研究におけるアナログは比較的具体的な内容であり、文章は抽象的な内容である。したがって、アナログ挿入群の再生率が高かったのは、アナログの再生率が高かったためである可能性が考えられる。そこで、アナログ挿入群においてアナログ部分の再生を除いた再生率を算出した (TABLE 2, 下段)。これについて角変換の後、2要因の分散分析を行ったところ、アナログ挿入要因の主効果が有意であった ($F(1,76)=4.72, p<.05$)。教示要因、及び交互作用は有意ではなかった。アナログ部分の再生を除いた再生率に関しても、アナログ挿入条件の方がアナログ非挿入条件よりも再生率が高かった。したがって、アナログ挿入群の再生率が高かったのは、アナログの再生率が高かったためではなく、アナログの挿入によって主学習材料の保持が促進されたためであるといえよう。このように、本研究では従来の研究 (たとえば Mayer, 1978; Rigney & Lutz, 1976; Royer & Cable, 1975, 1976; Simons, 1983 など) で示されたように、説明的文章に具体的なアナログを挿入することによって文章の全体的保持量を促進させることが示された。

つぎに、アナログ挿入が文章の理解にどのような影響を及ぼしたのかを質的に検討しよう。そこで、文章のマクロ命題、及びミクロ命題の再生率 (TABLE 3) について、角変換の後3要因の分散分析を行った。その結果、命題要因の主効果 ($F(1,76)=4.02, p<.05$) が有意であった。すなわち、マクロ命題の方がミクロ命題よりも多く再生された。さらに、アナログ挿入要因×命題要因の交互作用 ($F(1,76)=5.34, p<.05$) が有意であった。そこで、Tukey の法によって下位検定を行ったところ、アナログ挿入条件ではマクロ命題の方がミクロ命題よりも再生率が有意に高かったが ($p<.05$)、アナログ非挿入条件ではマクロ命題とミクロ命題の再生率に有意差は示されな

TABLE 3 Racall ratio of macro-propositions and micro-propositions for each condition.

	Analogy		No-analogy	
	Summary	Memory	Summary	Memory
Macro-propositions	.277	.198	.182	.164
Micro-propositions	.167	.181	.206	.165

かった。

さらに、アナログ挿入要因×命題要因×教示要因の交互作用 ($F(1,76)=6.24, p<.05$) が有意であった。そこで、Tukey の法によって下位検定を行ったところ、要約教示下のアナログ挿入条件において、マクロ命題の再生率がミクロ命題よりも有意に高かった ($p<.05$)。他の条件においてはマクロ命題とミクロ命題の再生率に有意な差は示されなかった。

以上の結果は、具体的アナログの挿入によって説明的文章のマクロ構造の形成が促進されたことを示すものといえよう。すなわち、説明的文章に具体的アナログを挿入することによって、文章の保持が促進されたのは、具体的アナログの挿入が文章のマクロ構造の形成を促進させたためと考えられよう。

ところで、要約教示のもとでアナログ挿入文章が提示された場合に、特にマクロ命題の再生率が高かったけれども、従来の研究 (桐木ら, 1981など) とは異なり、要約教示は文章の保持量を促進させなかった。このような結果になったのは、以下の2つの理由が考えられよう。第1に、記憶教示が単なる逐語的記憶の教示ではなく、文章の再生を予告する教示であったために、被験者は要約的な記憶を行う方略をとっていたためである可能性が考えられよう。もう1つの可能性は、本研究の要約教示条件では要約することを予告したに過ぎず、要約作業が行われていないことによるとも考えられる。すなわち、桐木 (1981) では被験者に要約作業を行わせることによって文章の保持が促進されることを示したが、石田ら (1982) では、被験者に要約作業を行わせないで、要約を提示しただけでは文章の保持を促進しないことが報告されている。この第2の可能性が正しいとすれば、マクロ構造の形成は必ずしも文章の保持を促進することになるとはいえない。今後、さらにマクロ構造の形成と再生の関係について検討する必要がある。

引用文献

- Ausubel, D.P., & Fitzgerald, D. 1961 The role of discriminability in meaningful learning and retention. *Journal of Educational Psychology*, 52,

- 266—274.
- 石田潤・桐木建始・岡直樹・森敏昭 1982 文章理解における要約作業の機能 教育心理学研究, 30, 322—327.
- Kintsch, W., & van Dijk, T.A. 1978 Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363—394.
- 桐木建始・石田潤・岡直樹・森敏昭 1981 文章の読解に及ぼす要約作業の効果 教育心理学研究, 29, 161—165.
- Mayer, R.E. 1975 Different problem-solving competencies established in learning computer programming with and without meaningful models. *Journal of Educational Psychology*, 67, 725—734.
- Mayer, R.E. 1976 Some conditions of meaningful learning of computer programming: Advance organizers and subject control of frame sequencing. *Journal of Educational Psychology*, 68, 143—150.
- Mayer, R.E. 1978 Advance organizers that compensate for the organization of text. *Journal of Educational Psychology*, 70, 880—886.
- Mayer, R.E. 1979a Can advance organizers influence meaningful learning? *Review of Educational Research*, 49, 371—383.
- Mayer, R.E. 1979b Twenty years of research on advance organizers: Assimilation theory is still the best predictor of result. *Instructional Science*, 8, 133—167.
- Mayer, R.E., & Bromage, B.K. 1980 Different recall protocols for technical texts due to advance organizers. *Journal of Educational Psychology*, 72, 209—225.
- Norman, D.A. 1978 Notes towards a theory of complex learning. In A.M. Lesgold, J.W. Pellegrino, S.D. Fokkema, & R. Graser(Eds.) *Cognitive psychology and instruction*. New York: Plenum Press.
- Ortony 1975 Why metaphores are necessary and not just nice. *Educational theory*, 25, 43—53.
- Rigney, J.W., & Lutz, K.A. 1976 Effect of graphic analogies of concepts in chemistry learning and attitude. *Journal of Educational Psychology*, 68, 305—311.
- Royer, J.M. 1985 Reading from the perspective of a biological metaphor. *Contemporary Educational Psychology*, 10, 150—200.
- Royer, J.M., & Cable, G.W. 1975 Facilitated learning in connected discourse. *Journal of Educational Psychology*, 67, 116—123.
- Royer, J.M., & Cable, G.W. 1976 Illustrations, analogies, and facilitative transfer. *Journal of Educational Psychology*, 68, 205—209.
- Rumelhart & Ortony 1977 The representation of knowledge in memory. In R.C. Anderson, R.J. Spiro, & W.E. Montague (Eds.), *Schooling and the acquisition of knowledge*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 99—135.
- 三宮真智子 1981 文章記憶における表現形式と意味内容の関係 心理学研究, 53, 308—311.
- Simons, P.R.J. 1984 Instructing with analogies. *Journal of Educational Psychology*, 76, 513—527.
- van Dijk, T.A., & Kintsch, W. 1983 *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.

付 記

本研究をまとめるに当たって貴重なご示唆をいただいた愛知教育大学の多鹿秀継助教授に感謝いたします。また、再生プロトコルの評定に協力してくださった中部女子短期大学の平出順子さん（現所属、中部女子短期大学付属桐が丘幼稚園）にお礼申し上げます。

（1987年12月23日受稿）